

# 造水技術に関する研究開発及び調査等の 事 例 集

平成22年3月

一般財団法人 造水促進センター

はじめに

造水促進センターの設立目的は、造水技術の開発や普及を行うことによって、水不足の解消と環境保全を図り、我が国の経済発展と生活福祉の向上に寄与することにあります。

このため本財団は、昭和 48 年の設立以来、海水の淡水化、産業廃水・下水の高度処理による再生利用、工業用水の使用合理化などの技術開発を実施してきました。またこれらの造水技術に関連する各種の調査を実施してきました。エネルギー需給の緩和、地球温暖化防止などの目的で、水処理技術の省エネルギー化も大きな課題となっており、廃水からの資源回収や高度処理による用水の安全性確保もますます重要になっています。

また近年は、日本国内の水需給は比較的余裕ありますが、その一方で、アジアの発展途上国などでは工業化が急速に進んでおり、工業用水、生活用水の需要が著しく大きくなっています。このようなニーズに対応するため、本財団は日本国内で蓄積した技術・情報に基づいて、東南アジア及び中東の国々において、技術開発、技術指導を行ってきました。

地球温暖化などの気候変動によって水資源が不足する地域が広がり、また渇水の起こる頻度が増加するので、水の有効利用、再生利用、海水淡水化などの造水技術が必要となる機会が多くなると予想されます。これまで造水促進センターが実施してきた技術開発及び関連調査について、ここに「**事例集**」としてまとめました。この事例集の利用により造水技術が広く普及し、水再生利用の促進、造水技術の省エネ化、安全な水質の確保などが図られることを期待しております。

なお、ここに記載した事例の内容について質問等がありましたら、造水促進センターにお問い合わせください。NEDO からの委託事業については、NEDO のホームページから報告書を閲覧できます。

|                                       |    |
|---------------------------------------|----|
| 第1章 技術開発                              | 1  |
| 1. 海水淡水化                              | 1  |
| 1.1.1 逆浸透法海水淡水化                       | 1  |
| 1.1.2 NF/RO/MED ハイブリッド法による海水の淡水化      | 2  |
| 1.1.3 ハイブリッド方式海水淡水化                   | 4  |
| 1.1.4 透過気化法による海水淡水化                   | 6  |
| 2. 物理化学的处理による下廃水の処理                   | 8  |
| 1.2.1 ナノろ過(無機)膜による食器洗浄機廃水の再生利用        | 8  |
| 1.2.2 バイポーラ膜による酸、アルカリの回収              | 10 |
| 1.2.3 圧力透析法による廃酸リサイクルシステム             | 12 |
| 1.2.4 オゾン耐性膜による再生水製造システム              | 14 |
| 1.2.5 逆浸透、限外ろ過による金属工場廃水の再生処理          | 15 |
| 1.2.6 逆浸透による製糖工場廃水の再生処理               | 16 |
| 1.2.7 硫化物沈殿法による金属回収                   | 17 |
| 1.2.8 高濃度オゾンと促進酸化による廃水処理              | 18 |
| 1.2.9 新規吸着剤によるほう素含有廃水の処理とほう素資源の回収     | 21 |
| 1.2.10 触媒湿式酸化によるシアン含有廃水の無害化处理         | 22 |
| 1.2.11 活性炭素繊維(繊維状活性炭)による高速吸着処理        | 24 |
| 3. 生物処理による下廃水の処理(分離膜組合せを含む)           | 27 |
| 1.3.1 MBR-RO による食品工場廃水の高度処理           | 27 |
| 1.3.2 MBR-RO による綿ニット染色工場における排水再利用     | 28 |
| 1.3.3 バチルス菌を用いた MBR による漬物工場廃水処理       | 32 |
| 1.3.4 MBR によるホルムアルデヒド含有副生廃水処理         | 34 |
| 1.3.5 MBR における中空糸膜の汚れ解析と洗浄            | 36 |
| 1.3.6 機械的破碎による汚泥減容化廃水処理システム           | 40 |
| 1.3.7 廃水中の有機物と窒素、リンあるいは色度等の同時除去       | 41 |
| 1.3.8 UASB と好気スポンジ担体(DHS)による廃水処理(無曝気) | 43 |
| 1.3.9 UASB 法による食品工場廃水の処理(タイ)          | 44 |
| 1.3.10 プレコートフィルターと UASB による焼酎蒸留廃液の処理  | 46 |
| 1.3.11 膜分離技術と嫌気性メタン発酵を組み合わせた排水処理(アクア) | 48 |
| 1.3.12 家庭ごみの粉碎と下水道運搬によるメタンガスの回収       | 51 |
| 1.3.13 RABR(可逆流嫌気バッフル反応槽)によるパーム廃液の処理  | 52 |
| 1.3.14 洗米排水の嫌気性処理                     | 54 |
| 1.3.15 アルコール蒸留廃液の嫌気性処理技術              | 55 |
| 1.3.16 生物学的脱窒素による下水の再生処理              | 56 |
| 4. 組み合わせ技術による下廃水の処理                   | 59 |
| 1.4.1 生物処理と膜分離の組み合わせによる染色廃水の再生処理      | 59 |
| 1.4.2 MF・膜蒸留・湿式酸化による宇宙ステーションの水循環      | 60 |
| 1.4.3 ビル排水再生処理                        | 61 |
| 1.4.4 鉄鋼工場廃水再生処理                      | 64 |

|                                          |           |
|------------------------------------------|-----------|
| <b>第2章 造水関連技術調査(国内)</b>                  | <b>66</b> |
| 2.1 土壌・水圏における有害化学物質の革新的削減技術に関する先導調査      | 66        |
| 2.2 富栄養物質除去に関する省エネルギー型先端水処理技術調査          | 66        |
| 2.3 微生物を利用した窒素・リン同時除去高度排水処理プロセス技術調査      | 66        |
| 2.4 リン回収を中心とした先端水処理技術調査                  | 67        |
| 2.5 汚泥中の有価金属回収技術開発調査                     | 67        |
| 2.6 水処理における汚泥の減量・有効利用技術及びシステムに関する調査研究    | 68        |
| 2.7 次世代型工業用水最適利用システム調査                   | 68        |
| 2.8 資源回収型造水技術調査                          | 70        |
| 2.9 環境調和型水処理技術ガイドライン調査                   | 71        |
| 2.10 水処理設備 LCA 検討調査                      | 72        |
| 2.11 環境装置産業における水処理技術開発に係る調査研究            | 73        |
| 2.12 産業廃水等水質適用性調査                        | 73        |
| 2.13 高濃度オゾンを用いた廃水処理技術の石油化学工場への適用調査等      | 75        |
| 2.14 省エネルギー型工業用水合理化ネットワークの適用可能性調査        | 77        |
| 2.15 水再生利用先端技術地域適用性調査                    | 77        |
| 2.16 未利用エネルギー利用水処理システム調査                 | 78        |
| 2.17 地球環境改善に資する研究開発                      | 79        |
| 2.18 工業用水代替水源確保調査                        | 81        |
| 2.19 森林域における集落排水処理汚泥の減量化と有効利用調査研究        | 81        |
| 2.20 健全な森林生態系の指標としての窒素循環と人間活動の研究         | 82        |
| 2.21 経済的評価からみた健全な森林機能保全のための研究            | 83        |
| 2.22 酸性雨等による森林被害の実態と森林保全対策に関する研究         | 84        |
| 2.23 水使用合理化、都市活動用水合理化調査、地下水用水量実態調査       | 85        |
| 2.24 クリーナープロダクション技術利用水使用合理化計画調査          | 88        |
| 2.25 業種別工業用水使用合理化基礎調査                    | 89        |
| 2.26 工業用水使用合理化調査                         | 90        |
| 2.27 工場における工業用水の回収使用の実施例集作成              | 90        |
| 2.28 工業用水使用実態調査                          | 91        |
| 2.29 工業用水渇水対策調査                          | 92        |
| 2.30 松山市都市活動用水合理化調査                      | 93        |
| 2.31 今後の水供給(処理)事業の在り方に関する調査研究            | 93        |
| 2.32 水関連情報整備調査                           | 94        |
| 2.33 日本国際博覧会(愛知万博)に係る水環境関係調査             | 94        |
| <b>第3章 造水関連技術調査(海外)</b>                  | <b>95</b> |
| 3.1 中東地域における海水淡水化需要調査                    | 95        |
| 3.2 ハイブリッド方式海水淡水化システムの普及可能性調査            | 95        |
| 3.3 サウジアラビア・サウジ・アラムコ社工場排水再生利用事業化調査       | 96        |
| 3.4 リビア NOC との共同研究「随伴水処理調査(水処理)」に係わる委託業務 | 96        |
| 3.5 サウジアラビア・ジュベイル地区工場排水高度利用可能性調査         | 96        |
| 3.6 大規模ジメチル・エーテル製造に伴う副生廃水の再生利用実用可能性調査    | 97        |
| 3.7 東南アジアにおける省エネルギー型汚泥減容化技術適用可能性調査       | 97        |
| 3.8 フィリピン国における廃水からのメタンガス回収利用事業 FS 調査     | 98        |

|            |                                  |            |
|------------|----------------------------------|------------|
| 3.9        | クリーナープロダクション技術普及促進調査             | 98         |
| 3.10       | 海外工業地域における水需給等実態調査               | 99         |
| 3.11       | 東南アジア地域での小規模水道事業の可能性調査           | 99         |
| 3.12       | 産油国研修事業(イラク研修)                   | 100        |
| 3.13       | 台湾研修受入れ                          | 100        |
| 3.14       | タイ工業用水技術研究所プロジェクト支援              | 101        |
| 3.15       | 国内機械産業の中国、東南アジア地域での公共事業への進出支援調査  | 101        |
| <b>第4章</b> | <b>造水技術シンポジウム・講演会</b>            | <b>102</b> |
| 4.1        | 造水シンポジウム2009 東南アジアにおける河川浄化と地下水保全 | 102        |
| 4.2        | 2009造水技術シンポジウム 省エネ型水処理技術開発とMBR   | 102        |
| 4.3        | 造水シンポジウム2007-アジア・太平洋水サミット関連      | 103        |
| 4.4        | 2007造水技術シンポジウムー流域圏の水代謝・MBRの可能性   | 103        |
| 4.5        | 造水技術の近未来像<すぐ傍まで来ている新造水技術の実像を捉える> | 104        |
| 4.6        | 平成18年度造水技術講演会・三重大学「環境講座開設シンポジウム」 | 104        |
| 4.7        | 急速に進化する膜処理技術                     | 105        |
| 4.8        | 造水技術講演会ー水先端技術の応用と実例(愛知県)         | 106        |
| 4.9        | 創立 30 周年記念行事記念講演会                | 106        |
| 4.10       | 造水技術シンポジウム(山口県)                  | 106        |
| 4.11       | 東地域造水技術講演会(静岡県)                  | 107        |
| 4.12       | 工業用水使用合理化講演会(愛知県)                | 107        |
| 4.13       | 水使用合理化等造水技術講習会 水環境制御における最近のバイオ技術 | 107        |

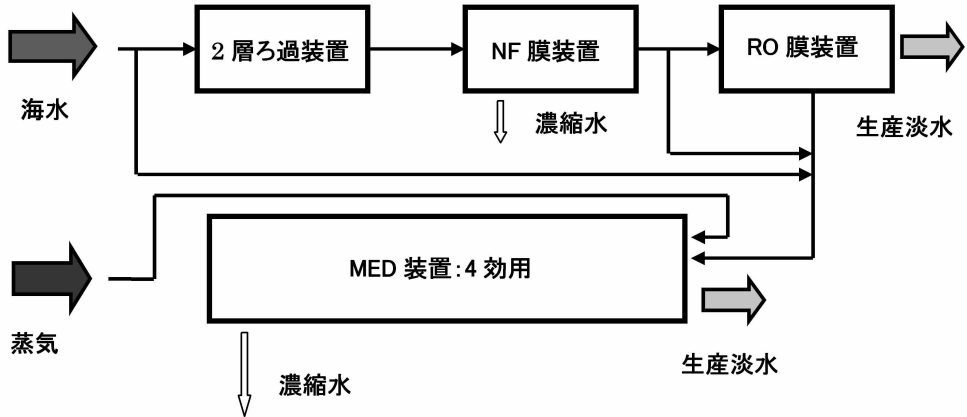
## 第1章 技術開発

### 1. 海水淡水化

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.1.1 逆浸透法海水淡水化                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2.事業名   | 省エネルギー型海水淡水化技術開発、1974(S49)～2002(H14)年度<br>海水淡水化技術開発調査(逆浸透法海水淡水化技術開発)、                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3.キーワード | 海水淡水化、逆浸透法、エネルギー回収、前処理、後処理、                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4.目的背景  | <p>経済の発展と国民生活の向上にともない、我が国の水需要は年々増加の一途をたどっていたので、経済の安定的な発展と国民生活の維持向上を図るためには、水資源の十分な確保を進めていくことが求められていた。</p> <p>我が国は、周囲を海に囲まれており、この無限の資源ともいえる海水から淡水を容易に造ることができれば、季節的社会的要因に左右されない恒久的水源の確保が可能となることから、その技術開発を推進することは極めて重要な課題である。</p> <p>このような背景から、工業技術院では、このような将来の水事情をふまえて昭和 44 年度から昭和 52 年度まで大型プロジェクトの一環として高流速長管式多段フラッシュ蒸発法による海水淡水化技術開発を行いその技術の確立を図ってきた。</p> <p>一方、石油ショックを契機として、昭和 49 年度から省エネルギー型海水淡水化技術である逆浸透法(膜法)の技術開発を開始し、昭和 54 年度には、造水能力 800m<sup>3</sup>/日の実験プラントを建設し、運転実験の継続により本技術の実用性を実証した。</p> <p>世界的にも、既に幾つかの海水淡水化プラントが稼働しているが、大規模な水源開発に匹敵するものの大部分は蒸発法によるものであり、エネルギーコストが極めて高い欠点がある。</p> <p>これまでの技術開発の成果によって、大規模な逆浸透法の実用化が図られてきているが、海洋の汚染による膜性能や水質の安全性への影響の対策及び水道水並のコストの実現にはまだ技術の改善や開発の必要があり、さらなる技術開発を行ってきた。</p> |
| 5.研究内容  | <p>(1) 基礎実験期間(昭和 49 年度～昭和 53 年度):装置規模:10m<sup>3</sup>/日程度<br/>研究テーマ:前処理技術の開発、外国製逆浸透膜の性能評価、国産膜の性能評価、エネルギー回収システムの開発</p> <p>(2) 実証試験期間(昭和 54 年度～昭和 63 年度):施設規模:800m<sup>3</sup>/日<br/>研究テーマ:直接凝集ろ過方式前処理システム、スパイラル型2段法逆浸透膜システム、中空糸型一段法逆浸透膜システム、エネルギー回収システム<br/>処理フロー:直接凝集ろ過+逆浸透膜モジュール(8インチ径スパイラル型&amp;8及び12インチ径中空糸型、)、高圧ポンプ及び逆転ポンプ型エネルギー回収システム、</p> <p>(3) 高回収、有害物質除去等技術開発期間(平成元年度～平成 14 年度)<br/>研究テーマ:高回収技術、膜ろ過技術、ホウ素除去技術、トリハロメタン対策技術、ナノろ過技術、</p>                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6.研究成果  | <p>原水水質:茅ヶ崎海水:TDS 35,000 mg/L、<br/>処理水水質:飲料水基準:TDS 500mg/L 以下</p> <p>(1) 基礎実験:外国製 RO 膜:デュポン、UOP、ダウケミカル<br/>国産 RO 膜:東レ、東洋紡、日東電工(神戸製鋼)<br/>汎用前処理装置による直接凝集ろ過システムの確立<br/>膜ろ過システム(前処理)の開発:旭化成、クラレ、</p> <p>(2) 実証試験:生産水量:800 m<sup>3</sup>/日、回収率:40%、運転圧力:55～56kg/cm<sup>2</sup><br/>動力消費量:3.9 kWh/m<sup>3</sup>(RO のみ)、全体で、4.8kWh/m<sup>3</sup><br/>エネルギー回収率:40%</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <p>(3) 高回収、有害物質除去等：</p> <p>①膜ろ過式前処理：目標値のろ過水 SDI 値 4以下、ろ過水回収率 90%を達成</p> <p>②高回収システム：エネルギー回収を考慮した回収率は最高67%を達成</p> <p>③生産水水質改善：トリハロメタン対策としてクロラミン、二酸化塩素処理</p> <p>④ホウ素除去：高pH RO 運転システム、ホウ素吸着材処理システム</p> <p>⑤ナノろ過システム：スケール成分除去による効率システムを検討、NF 膜で 80%、NF 膜処理水と MF 膜ろ過水の1:1の混合条件で RO 限界回収率は 73%と試算。</p> <p>成果のまとめは次のとおりである。</p> <p>(1) 基礎実験：</p> <p>外国製膜の試験により、運転方法、性能評価手法を確立し、引き続き行った国産膜の評価試験に有効な技術を蓄積した。</p> <p>また、従来、凝集沈殿、砂ろ過が主流であった前処理システムに対し、高流速の直接凝集ろ過システムを導入するとともに、最初の膜ろ過前処理に挑戦し、海水の前処理に膜の適用可能性を明らかにした。</p> <p>また、省エネルギー化の手段として、エネルギー回収システムの運転技術開発を行い、その機器を実証プラントに組み込み、エネルギー回収の実用性を実証した。</p> <p>(2) 実証試験</p> <p>直接凝集ろ過方式の前処理で、処理水を逆浸透膜に供給し、原海水の水質悪化時以外は定格の運転条件で行うことができた。</p> <p>中空糸型逆浸透膜モジュールは約 28,000 時間運転、スパイラル型逆浸透膜モジュールは約 23,000 時間の運転を行い、生産水水質は飲料水基準値をクリアした。</p> <p>生産水量当たりの電力消費量は最終年度で 7.8～9.1kWh/m<sup>3</sup> であり、定格運転条件に換算した電力消費量は 7.2～7.3kWh/m<sup>3</sup>となった。</p> <p>高圧ポンプ及びエネルギー回収装置にも性能低下は認められず、運転終了後の解体検査でも特に重大な欠陥はなく実用機器として十分な性能を維持していることが確認された。</p> <p>(3) 高回収、有害物質除去等：</p> <p>膜ろ過式前処理システムは、濁質等が多く、処理が難しい春季から夏季においても 2000 時間以上の連続運転が可能であり、年4回程度の薬品洗浄で逆浸透膜へ供給可能な処理水が得られ、実用化レベルにあることを確認。</p> <p>ナノろ過膜と逆浸透膜を組み合わせた高回収逆浸透システムについて実験研究を行った結果、回収率 62%程度で、既に実用化が進んでいる一段脱塩法及び濃縮二段法と比べて同程度であった。</p> <p>ホウ素除去については、高 pH 運転による低圧 RO 膜処理によりホウ素水道基準値 1mg/L までの除去が可能であり、実用レベルにある。</p> |
| 7.事業分類 | METI 委託事業                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|         |                                                                    |
|---------|--------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.1.2 NF/RO/MED ハイブリッド法による海水の淡水化                                   |
| 2.事業名   | 産油国向けハイブリッド方式海水淡水化研究協力事業 (サウジアラビア王国)<br>実施年度：2006(H18)～2008(H20)年度 |
| 3.キーワード | 海水淡水化、ハイブリッド、NF 膜、RO 膜、多重効用法(MED)海水淡水化、省エネルギー                      |

| 4.目的<br>背景                     | <p>多重効用法(MED)海水淡水化装置は、既に多数のプラントが中東諸国において運転されている。これらのプラントの効率向上には、最高運転温度の高温化が不可欠であるが、高温にすると海水中に溶存するスケール成分が蒸発管表面に析出し、安定した運転が不可能であった。(財)造水促進センターでは、このスケール成分である <math>\text{Ca}^{2+}</math>イオンや <math>\text{SO}_4^{2-}</math>イオンをNF膜により選択的に排除し、スケール問題を解決する手法を開発し、関連特許を取得している。</p> <p>サウジアラビア王国水電気省傘下の Saline Water Conversion Corporation (SWCC) は、この特許に注目しMSFやMEDの蒸発法海水淡水化装置への供給海水をNF膜により前処理することにより、給水中のスケール成分を予め除去し、前記蒸発法海水淡水化装置の最高蒸発温度 (Top Brine Temperature、TBT) を上昇させて淡水生産量を大幅に増加する方法を考案し、特許を申請した。同時に SWCC は、アルジュベイルにある SWCC R&amp;D Center にて、現在までに NF/MSF について基礎研究を実施し、その可能性を明らかにしてきた。これらの経験を基にして、NF/RO/MED ハイブリッド方式海水淡水化装置の実用化に向けて開発を開始した。当該 NF/RO/MED ハイブリッド方式海水淡水化装置の開発・実証には、長期間の実証運転を必要としNF、RO、MED 各々についての高度の専門知識が必要であり、我が国へ研究協力の提案があった。我が国としても、サウジアラビア王国との友好関係の促進にとって、本研究協力事業は重要であるとの判断から、これらについての高度のノウハウを集積している本財団が研究協力実施法人として選定された。</p> <p>本研究協力事業においては、SWCC はパイロットプラントの建設・提供、運転要員やユーティリティの確保を担当し、本財団は当該パイロットプラントの運転研究計画の作成、運転研究計画に基づく運転研究指導、種々の運転トラブルへの対処法指導、運転研究データの収集及び解析・取り纏めなどを担当することとした。また、最終的にSWCC及びWRPCは、これらの成果を基に実用機の概念設計を行い、当該ハイブリッド法海水淡水化システムの高度の省エネルギー性を実証するとともに低コスト性を明らかにすることを目的とした。</p> |                   |        |        |                                |                                |             |          |          |               |                   |              |                   |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------|--------|--------------------------------|--------------------------------|-------------|----------|----------|---------------|-------------------|--------------|-------------------|
| 5.研究<br>内容                     | <p>【処理フロー】</p>  <p>【装置の主な仕様】</p> <table><tr><th>NF 膜装置</th><th>RO 膜装置</th><th>MED 装置</th></tr><tr><td>NF 膜処理水量: 4.0m<sup>3</sup>/h</td><td>RO 膜処理水量: 2.0m<sup>3</sup>/h</td><td>運転温度:5 段階可変</td></tr><tr><td>回収率: 68%</td><td>回収率: 58%</td><td>Max TBT: 125℃</td></tr><tr><td>NF 膜: Osmonics 社製</td><td>RO 膜: Dow 社製</td><td>(Top Brine Temp.)</td></tr></table> <p>処理水量:MED の生産淡水量 24m<sup>3</sup>/日</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | NF 膜装置            | RO 膜装置 | MED 装置 | NF 膜処理水量: 4.0m <sup>3</sup> /h | RO 膜処理水量: 2.0m <sup>3</sup> /h | 運転温度:5 段階可変 | 回収率: 68% | 回収率: 58% | Max TBT: 125℃ | NF 膜: Osmonics 社製 | RO 膜: Dow 社製 | (Top Brine Temp.) |
| NF 膜装置                         | RO 膜装置                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | MED 装置            |        |        |                                |                                |             |          |          |               |                   |              |                   |
| NF 膜処理水量: 4.0m <sup>3</sup> /h | RO 膜処理水量: 2.0m <sup>3</sup> /h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 運転温度:5 段階可変       |        |        |                                |                                |             |          |          |               |                   |              |                   |
| 回収率: 68%                       | 回収率: 58%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Max TBT: 125℃     |        |        |                                |                                |             |          |          |               |                   |              |                   |
| NF 膜: Osmonics 社製              | RO 膜: Dow 社製                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | (Top Brine Temp.) |        |        |                                |                                |             |          |          |               |                   |              |                   |



|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>【運転条件】</p> <p>TBT : 65℃、80℃、95℃、110℃、125℃</p> <p>MED 供給水: 各温度における MED 濃縮液の硫酸カルシウム溶解度積が硫酸カルシウムの飽和溶解度積の 80%となるように NF 膜透過水、RO 膜濃縮水及び海水を混合。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6.研究<br>成果  | <p>(1) パイロットプラントの運転結果</p> <p>①NF 膜処理により、海水中に溶存するスケール成分、特に硫酸イオンを大幅に除去している効果を最大限生かし、125℃でのスケール析出限界近傍での運転を実証した。</p> <p>②この事は、MED 海水淡水化装置として、世界で初めての結果である。</p> <p>③スケール成分の飽和溶解度積について、理論的、実験的に詳細に解析し、種々の温度及び濃度に対応したスケール析出予測チャートの実行性を明らかにした。</p> <p>④実用機を想定した温度、塩濃度、硫酸カルシウム濃度で長期の運転を実施し、安定した運転が可能であることを確認した。</p> <p>⑤以上の結果から、Tri-hybrid 法海水淡水化に係わる基本的な技術を実証することができたと判断された。</p> <p>(2) 経済性、コスト削減効果、</p> <p>パイロットプラントでの運転研究に基づいて、製造水量 100,000m<sup>3</sup>/日 (RO:50,000m<sup>3</sup>/日、MED: 50,000m<sup>3</sup>/日) の装置の概念設計を実施した結果以下のことが明らかとなった。</p> <p>①蒸気消費量は、従来の MED 法では TBT が 65℃に抑えられるため単位加熱蒸気当たりの造水量が 9.2 であるのに対して、本法では 14.5 であり、同量の蒸気量であれば、本法の方が 55%多い造水が可能である。また、電力費と蒸気量を合計したエネルギー費用は単位造水量当たり本法が、0.42US\$/m<sup>3</sup> であるのに対して、従来法では 0.94US\$/m<sup>3</sup> であり本法のエネルギー優位性が大きい。</p> <p>②建設コスト、電気量、蒸気量、薬品費等から造水コストを算出すると本法の造水コストは、0.75US\$/m<sup>3</sup> であり、従来型の MED 法の 1.33US\$/m<sup>3</sup> の約 50%であり本法のコスト優位性も大きい。</p> <p>(3) まとめ</p> <p>カウンターパートである SWCC との積極的な協力関係を強固にしながら事業の進捗をはかり、2008 年度末には当初の予定通り完了し、実用規模の NF/RO/MED Tri-hybrid 法海水淡水化装置の概念設計を実施し、Tri-hybrid 法の低コスト性と省エネルギー性を明らかにした。中東地域を中心とした展開を考えると、今後、当該淡水化技術の信頼性の確保を目的として、長期の連続運転実証研究、更には、実用機による実証運転を行い、各種エンジニアリングデータの取得が望まれる。</p> |
| 7. 事業<br>分類 | <p>METI 補助事業</p> <p>カウンターパート: サウジアラビア王国水電気省傘下の塩水淡水化公社 (SWCC)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|            |                                                                                          |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.1.3 ハイブリッド方式海水淡水化                                                                      |
| 2.事業<br>名  | 産油国向けハイブリッド方式海水淡水化研究協力、及び自主共同研究(カタール)<br>2004(H16)～2007(H18)年度                           |
| 3. キーワード   | RO、ハイブリッド、中東、カタール                                                                        |
| 4.目的<br>背景 | 中東地区の海水淡水化装置は蒸発法が多く(87.2%)、逆浸透法は少ない(11%)。また、それらの多くは紅海やオマーン湾(ホルムズ海峡の外側)であり、ペルシャ湾岸に導入されている |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>逆浸透膜法海水淡水化装置はさらに少ない(約3%)。平成 14 年度の日本貿易振興会(JETRO) 事業による「ハイブリッド方式海水淡水化システムの普及可能性調査」事業においてアラブ首長国連邦のアブダビ、クウェート、及びカタール国へのハイブリッドシステムの普及可能性調査を実施した結果、発電プラントと蒸発法海水淡水化プラントに逆浸透膜法海水淡水化プラントを併設するハイブリッド方式がこれらの諸国において経済的に有利であることが判明した。また、ペルシャ湾岸地域での RO 膜法海水淡水化装置の導入が進まない理由は、塩分濃度が高く汚染の進んでいるこの地域で、RO 膜法海水淡水化装置の運転が信頼されていないためであることが明らかになった。</p> <p>このため、ハイブリッド方式の普及促進には、これに組み込む RO 装置の信頼性確認と実証等が必要であり、研究協力事業の推進について協力依頼があったカタール国の水電力会社(QEWC)と共同で、経済産業省の公募補助事業として平成 15 年度から平成 18 年度に本事業を実施した。</p> <p>実証プラントを設置したカタール国 Dukhan(ドハーン) 地区の海水は塩濃度、温度及び汚染が他の湾岸地域よりも高く、最も過酷な条件下での実証を求められたものである。</p>                                  |
| 5.研究<br>内容 | <p>(1) 処理フロー、水質、水温<br/>取水(既設) →簡易ろ過(アンスラサイト) →MF(UF) →SWRO →BWRO<br/>原水水質:4.5~5.8% TDS、ホウ素濃度: 5~7 mg/L<br/>原水水温:17.5 ~37.5 °C</p> <p>(2) 装置の主な仕様<br/>①砂ろ過 :1基、アンスラサイト<br/>②MF(UF):MF 膜:PVDF(旭化成)、USV-6203、10 本、<br/>UF 膜:PVDF(東レ)、8本<br/>③SWRO:架橋ポリアミド複合膜(東レ製)、TM820、10 本、<br/>透過水量:223m<sup>3</sup>/日、回収率: 32.5%(60%:標準海水相当)<br/>④エネルギー回収方式:プレッシャーエクスチェンジャー方式(ERI 社)、回収率 95%<br/>⑤BWRO(ホウ素処理):架橋ポリアミド複合膜(日東電工製)、ES20B、2+1+1本、<br/>⑥処理水量: 200 m<sup>3</sup>/日<br/>⑦回収率: 総合 30%<br/>⑧運転条件:連続運転、</p>                                                                                                               |
| 6.研究<br>成果 | <p>研究協力事業の結果、次の成果が得られた。</p> <p>(1) この過酷な条件下でも、海水の一時的な悪化を除き、MF膜前処理によりRO装置に処理海水を安定的に供給できることが可能であった。</p> <p>(2) 塩濃度が高く、年間の水温差が大きい条件でRO装置の連続運転が短期間ではあるが可能であった。</p> <p>(3) 海水中のホウ素濃度も塩濃度に比例して高い条件でも生産水の水質(ホウ素濃度)が目標値を満足できることを確認し、カタール側分析方法の問題は残るものの WHO 基準(ガイドライン)をクリアすることができた。</p> <p>また、実証プラントでの運転実績に基づいた経済性評価を実施した結果、RO にとって条件の悪いドハーン地区においてハイブリッド方式での水コストは生産水1m<sup>3</sup>当たり約 1.0 US\$であり、MSF 単独方式と比べ 5.5%低く、経済性あることが立証された。</p> <p>ドハーンの海水は有機物が多く膜ろ過の閉塞が大きいと予想されたことから、膜洗浄に高濃度の化学薬品洗浄を短時間で行い、薬品コストを抑えた洗浄システムを採用した。貝類の破片混入や高濁度時の MF 膜負荷軽減を目的として MF 膜装置の前段に砂ろ過槽(PF)を組み込み、砂ろ過運転を実施したところ、砂ろ過槽は、通常時は、3日に1回の海水による洗浄</p> |

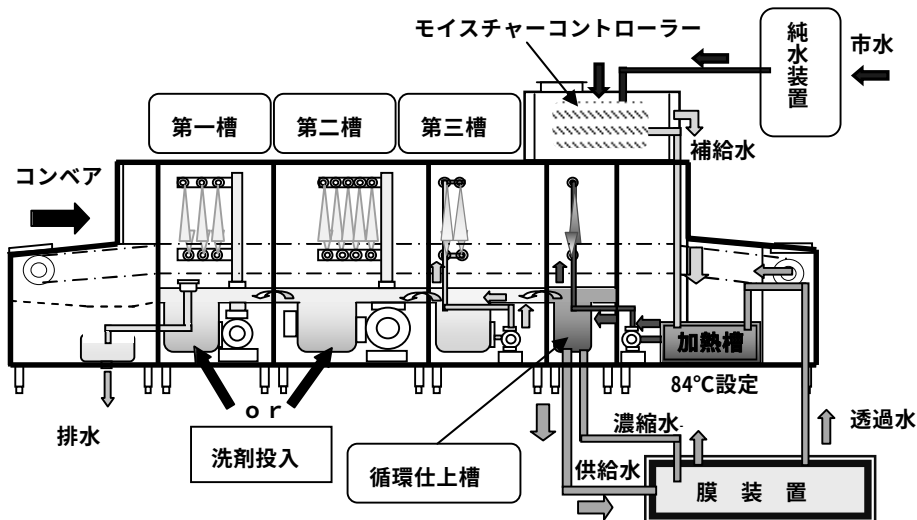
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <p>で十分に、その機能を保持できたことから、砂ろ過槽を MF 膜装置の予備ろ過装置として適用できることを確認した。</p> <p>これらの MF 膜装置及び砂ろ過槽を運転し、カタール国の海水特性及び水質変動等にあった最適運転条件を検討しつつ、RO 膜モジュールへの供給水の水質基準である SDI 値が 4.0 以下の処理海水をほぼ全期間、RO 膜装置に供給した。</p> <p>RO 膜装置は、高濃度のドハーンの海水を対象としたため回収率 32.5%で、運転圧力は 7～8MPa で運転したが、徐々に運転圧力の上昇が見られ運転圧力が 8MPa を超えることが多くなった。運転データの解析を行った結果、膜性能が当初の計画値より低下している事が明らかとなった。このため、膜モジュールを6本から 10 本に増設し、膜モジュールの運転圧力低減を図った。その結果、膜モジュール増設後の1年間(約 6,000 時間)に亘り、当初計画値で運転を実証し、RO 膜法海水淡水化の適用可能性を明らかにした。</p> <p>エネルギー回収装置(PX)では濃縮海水が供給海水と直接接触し、エネルギー回収する構造となっているために濃縮水の一部が供給海水に混入することは避けられない。同時に濃縮海水の供給海水への混入率についても制御法を確立した。</p> <p>その結果、塩濃度や汚染の高いドハーン地区においても RO 膜法海水淡水化装置を組み込んだハイブリッド方式が経済的である事を明らかにした。RO 膜装置は、膜モジュールの増設後の運転期間が短く、さらに運転実績を重ねて、信頼性を実証する必要がある。</p> |
| 7.事業分類 | <p>METI 補助事業(研究協力)、及び自主共同研究</p> <p>共同・協力団体: MHI、東レ、アクアシステムズ</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.1.4 透過気化法による海水淡水化                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2.事業名   | 海水淡水化技術開発調査(透過気化法海水淡水化技術開発調査)<br>1985(S60)～1999(H11)年度                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3.キーワード | 海水淡水化、透過気化法、廃熱利用、太陽エネルギー利用                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4.目的背景  | 疎水性多孔質膜や水選択性の高い緻密膜を用い、膜両面の温度差により膜を透過して蒸発した水蒸気を凝縮することにより、海水から淡水を分離する透過気化法海水淡水化システムの研究開発と実証試験を行い、実用化の可能性を評価する。                                                                                                                                                                                  |
| 5.研究内容  | <p>(1) S60 年度～H3 年度:基礎実験</p> <p>(2) H3 年度～H9 年度:ベンチスケール実験、生産水量:1m<sup>3</sup>/日<br/>膜モジュール形式:平板型直接接触式、膜材質:フッ素系複合膜、加熱源:灯油炊きボイラー</p> <p>(3) H5 年度～H11 年度:太陽エネルギー利用実証試験、生産水量:1 m<sup>3</sup>/日<br/>膜モジュール形式:平板型直接接触式、膜材質:フッ素系複合膜、加熱源:太陽熱温水器<br/>電力:太陽光発電電力供給(本体のみ)<br/>実証試験:自動運転、日射条件による自動運転</p> |
| 6.研究成果  | <p>水質(入出)</p> <p>原水水質:茅ヶ崎海水、TDS 35,000 mg/L</p> <p>生産水質:TDS 5～500 mg/L</p> <p>経済性、コスト削減効果、<br/>太陽エネルギー利用の従来型より割高<br/>(従来型:バースン型、熱拡散型、多重効用型、電気透析法、逆浸透法)</p>                                                                                                                                    |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>成果のまとめは次のとおりである。</p> <p>エネルギー供給量の変動が大きい廃熱利用、太陽エネルギー等の新エネルギー利用に適した方法である、温度差を利用した透過気化法（サーモ・パーペーパーレーション法）海水淡水化システムの研究開発と実証試験を行い、実用化の可能性を評価した。研究開発は、昭和60年度から平成3年度まで6年間の基礎実験を実施した。平成3年度にベンチスケール実験装置（生産水量 1m<sup>3</sup>/日）を建設し、実用型平板型膜モジュールの性能評価試験を実施した。平成5年度からは太陽エネルギーを利用した実証試験装置を導入し、平成9年度まで約4か年の連続運転試験を行って実用プロセスの実証試験を行った。</p> <p>太陽エネルギー利用海水淡水化コストを試算した結果、従来型より割高となった。</p> |
| 7.事業<br>分類 | METI 委託事業                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

## 2. 物理化学的処理による下廃水の処理

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.2.1 ナノろ過 (無機) 膜による食器洗浄機廃水の再生利用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2.事業名   | 無機ナノ多孔性ろ過膜高効率廃水リサイクルシステムの開発<br>2006(H18)、2007 (H19) 年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3.キーワード | ナノろ過膜、無機膜、食器洗浄機、廃水リサイクル、                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4.目的背景  | <p>業務用食器洗浄機廃水は、廃水の温度が85℃と高温であることから、そのまま高分子膜で処理することは不可能であり、無機系のナノろ過膜の開発が不可欠である。さらに、食の安全が重要視される中、その根元を成す水の安全を確保することは、業務用食器洗浄機の利用者側であり、食の提供者でもある学校給食センター、ホテル、病院等にとって最も重要な管理項目である。食中毒を引き起こす大腸菌 O-157 等の細菌のほか、クリプトスポリジウムという耐塩素性を持った原虫も、水道浄水処理で大きな問題となっている。これらを含め全ての菌を除去する方法は、現在のところ、膜ろ過法以外にない。これらのことから、無機系ナノろ過膜及びろ過水監視システムを開発し、あらゆる外食産業で活用されている業務用食器洗浄機とシステム化し、高温廃水を循環再利用することで、熱と水のリサイクルを図り、CO<sub>2</sub> 削減効果と水環境保全を兼ね備えた「環境対応型食器洗浄システム」を開発する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 5.研究内容  | <p>(1) 環境対応型高効率食器洗浄機システムの開発</p> <p>市場占有率が高い 3000 食対応の食器洗浄機の改良型を作製する。分離膜におけるリサイクル効率を高めるため、各槽（洗剤槽、洗浄槽、濯ぎ槽、最終濯ぎ槽）からの食器を移送する際の付着水の持ち込みを、仕上げ槽の増設、ベルトコンベアーの改良、各槽仕切の改良、シャワー水の位置・角度の改良等を行うことにより、大幅に減少させる。また、使用洗剤の持ち込み量試験、被洗浄物投入による汚れ除去効果に対する実証性能試験を行う。</p> <p>(2) 膜ろ過水監視システムの開発</p> <p>膜ろ過装置で処理されたリサイクル水を直接 24 時間リアルタイムで監視し、画像処理により分離膜の損傷検出・性能劣化の解析を可能にして、信頼性と簡便性を向上させ、リサイクル水の安全性確保を図る。さらに、画像解析の手段をなすコンピューターのネットワークにより、リサイクル水の遠隔監視も視野に入れる。クリプトスポリジウムやレジオネラ菌等の集団感染を引き起こす可能性のある原虫や細菌を含む粒子を検出し、セキュリティシステムを作動させるための信号発信機能を持たせ、画像表示機能を追加する。また、センシング情報及び解析結果に係るデータを蓄積しておくことによって、リサイクル水のトレーサビリティ管理を可能とする。</p> <p>(3) 環境対応型高効率食器洗浄機システムの試作及び実証試験</p> <p>試作した高効率食器洗浄機に有機 NF 膜を搭載した膜分離装置を組み込み、高温洗浄水リサイクル型のシステムに改良する。さらに、水監視装置とのシステム化を図り、動作・検知テストで確認した後、長期実証試験を行って廃水性状に対する膜分離性能、熱回収効率を把握し、システムを開発する。</p> |



業務用食器洗浄機

#### (4) 無機ナノ多孔性ろ過膜の開発

従来、有機系の分離膜では処理できなかった高温排水を処理しうる無機ナノ多孔性ろ過膜を開発する。粒度傾斜化という特異構造により、従来の無機膜の問題点であった低処理能力を解消し、高い透過性能を備えた無機ナノ多孔性ろ過膜を開発する。

##### (4)-1 粒度傾斜型無機多孔質支持体の作製及びモジュール化技術の確立

原料を重力場及び分散性を向上させる超音波振動下等において水浴中で沈降させ、粒度の違いによる沈降速度の差を利用して順序よく堆積させ、分離膜の支持体となる成形体を作製する技術を確認する。

##### (4)-2 泳動電着法による粒度傾斜型無機材の開発

支持体表面に外部より電場で微粒子を堆積させる泳動電着法によって、 $1.0\mu\text{m}$  程度のアルミナ粒子及び  $0.2\mu\text{m}$  程度のアルミナ微粒子を順次堆積させ、熱処理により固定化してナノろ過支持体膜を作製する。まず電着可能な浴の探索、支持体を隔てた電極の配置、印可電場と時間、粒子濃度について検討を行う。粒子の堆積量は、電子天秤で測定するとともに電着時の泳動電流のモニタリングからも評価する。

##### (4)-3 ゾルゲル法によるチタニア NF(ナノろ過)膜の開発

ナノろ過支持体膜表面への耐熱性・耐薬品性に優れるチタニア(酸化チタン)分離活性層の薄膜製膜技術を確認する。チタニアコロイド調製法と製膜法の検討、及び透過特性の評価(純水透過係数、分画分子量:温度依存性)を行い、細孔径を $1\sim 3\text{nm}$ の範囲で精密に制御可能とするナノチューニング技術を確認し、分画分子量 1,000 及び純水透過係数  $1 \times 10^{-11} \text{m}^3 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1} \text{Pa}^{-1}$  以上の高透過・高選択性チタニア NF(ナノろ過)膜の開発を行う。コロイドコーティング法や焼成温度や雰囲気についても検討を行い、高透過流束及び高選択性を示す製膜条件を明らかにする。

##### (5) 無機系ナノろ過膜の他分野への適用調査

開発する技術の適用分野を開拓するため、洗浄工程のある食品製造工場などを対象に、耐熱性、耐薬品性などに優れた無機膜の特性への期待、除去性能・省エネ性へのニーズ等を調査する。

#### 6.研究 成果

膜ろ過装置(耐熱性分離膜)及び膜ろ過水監視システムを組み込んだ環境対応型高効率食器洗浄機システムの開発を行い、次の成果が得られた。

(1) 開発製作した食器洗浄機において、加熱槽への洗剤持ち込み量の大幅な減少が確認さ

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <p>れた。汚れ除去効果においては、洗浄ノズル角度などの改良を加え、国内業務用食器洗浄機基準に準拠した検査試験の実施により、業界基準を達成した。</p> <p>(2) 高効率食器洗浄機システムの加熱槽水もしくは、膜ろ過装置で処理されたリサイクル水を直接 24 時間リアルタイムで監視し、画像処理により分離膜の損傷検出・性能劣化の解析を可能にする膜ろ過水監視システム装置の開発を完了した。</p> <p>(3) 食器洗浄機に分離膜を搭載し、さらに、膜ろ過水監視装置を組み込んだ「環境対応型高効率食器洗浄機システム」における実証試験において、業務用食器洗浄機に求められる高温の洗浄水温度帯（ろ過膜への供給水温度：75℃設定）における除去率（EC）は高い値を示し、洗浄水の安全を兼ね備えた「水と熱」の回収効果が確認された。</p> <p>(4)-1 各高温水リサイクル用に開発する無機ナノ多孔性ろ過膜の支持体の開発について、構造解析、物性評価を実施した結果、貫通細孔径が 2 μm 以下で制御され、純水透過流量は 40m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・day 前後の値を示した。またその構造は、粒子径が大から小に堆積しており、その空隙も粗から密に連続して変化した粒度傾斜構造を有していることを確認した。</p> <p>(4)-2 前項の支持体を想定した多孔質アルミナ円板（細孔径 0.7 μm）の表面にアルミナ微粒子を大きいものから順次、泳動電着堆積することを試み、最小孔径が約 0.20、0.17、0.10 μm と段階的に小さくなる積層膜を作製できたことを確認した。</p> <p>(4)-3 ゼルゲル法により、分画分子量 600-4000、純水透過係数 1x10<sup>-11</sup> m<sup>3</sup>m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>Pa<sup>-1</sup> のナノ多孔性チタニア膜の製膜が可能であった。電着平膜基材への平均細孔径 3.5nm のナノ多孔性チタニア膜の作製にも成功した。さらに、高温ナノ濾過操作の優位性を明らかにした。</p> <p>(5) 食品工場及び繊維染色工場が高温洗浄廃水を再利用できる無機系ナノろ過膜の市場として有望である。また食品・飲料製造業は、衛生上の問題等から洗浄が重要であり、原料等の洗浄、製造装置の洗浄、製品運搬用容器の洗浄において、廃水の再生利用に無機ナノろ過膜を適用できる可能性が大きいことが確認できた。</p> |
| 7.事業分類 | <p>関東経済産業局委託（地域新生コンソーシアム）事業</p> <p>共同・協力団体：熊本県産業技術センター、産業技術総合研究所、広島大学、日本調理機(株)、平田機工(株)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.2.2 バイポーラ膜による酸、アルカリの回収                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2.事業名   | <p>表面処理廃水再生利用技術開発</p> <p>1994(H6)～1996(H8)年度</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3.キーワード | バイポーラ膜、硝酸、ふっ酸、電気透析、酸、アルカリ、塩類                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4.目的背景  | <p>高濃度の塩類が含まれた処理水は再利用の障害となるために工業用水としての再生利用をあきらめ、また、塩類に対する排出規制がされていないこともあり、有機物や有害物質等に対して処理を施すだけで系外に放流されている例が多く見受けられる。</p> <p>現在、我が国において塩類の排出については、安価で適当な処理技術がないこともあり、また海に流れ出せば環境への影響も殆ど無いものとして、その排出は全く規制されていない。</p> <p>しかし、内陸部においては農作物や地下水への影響も懸念されており、欧州内陸部の一部においては、既に塩類の総量規制がかけられているところもあり、我が国においても地域によっては、将来的に、塩類の総量規制が考えられる。</p> |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                    | <p>そこで、廃水に含まれた高濃度の塩類を酸とアルカリに分解して回収することができ、さらに回収した酸、アルカリを系内で再利用（または外販）できれば、「水の再生利用」、「資源の有効利用」、「環境保全」等の問題を一挙に解決でき、工場内を完全にクローズド化できる可能性がでてくる。</p> <p>本事業では、このような観点から、表面処理工程廃水等のような高塩類濃度の廃水から酸、アルカリを回収するとともに、水の再生利用を図るため、バイポーラ膜を用いた新しい技術の開発を行うものである。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>5.研究<br/>内容</p> | <p>(バイポーラ膜による酸、アルカリの回収)</p> <p>C: 陽イオン交換膜<br/>A: 陰イオン交換膜      B: バイポーラ膜</p> <p style="margin-left: 500px;"> <span style="font-size: 2em;">{</span> <span style="margin-right: 5px;">c: 陽イオン交換層</span><br/> <span style="margin-right: 5px;">a: 陰イオン交換層</span><br/> <span style="margin-right: 5px;">i: 中間層</span> <span style="font-size: 2em;">}</span> </p> <p style="text-align: center;">塩室    アルカリ室    酸室    塩室</p> <p>バイポーラ膜を用いて、高濃度の塩類を含む廃水から酸とアルカリを回収するとともに、水の再生利用を図るため、以下の項目について開発を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 重金属等の不純物の除去技術の開発</li> <li>(2) 塩類の濃縮技術の開発</li> <li>(3) バイポーラ膜による酸・アルカリの回収技術の開発</li> <li>(4) トータルシステムの開発</li> </ol> |
| <p>6.研究<br/>成果</p> | <p>酸及びアルカリの生成効率は、生成水素イオンのアニオン交換膜の透過、生成水酸化イオンのカチオン交換膜の透過によって決まるため、酸・アルカリの濃度が低い方が効率は高くなるが、濃度の低下によって、同時にバイポーラ膜電槽内の液抵抗が上昇し、運転電圧が高くなるため、生成効率ではなく、電力原単位（生成量当たりの電力使用量）として評価する必要がある。</p> <p>実際のバイポーラ膜電槽では、酸とアルカリがペアで生成するため、ここでは酸・アルカリ平均の電力原単位として評価した。</p> <p>また、バイポーラ膜電槽の運転において、淡塩水の pH が 3 以上となると、一部の膜の機能が損なわれるため、淡塩水 pH が 3 以上となる運転条件では生成した酸を淡塩水側に添加して pH を下げる必要がある。実際には、流量の多い淡塩水に添加するため、その消費量は無視できず、酸添加の必要がない条件で運転することが必要である。</p> <p>評価基準として、酸・アルカリ平均電力原単位を 2,700kWh/t 以下、淡塩水 pH を 3 以下とすると、その条件を満足している。</p> <p>さらに、生成した酸・アルカリの再利用を考えた場合、実用性のある濃度は両方とも</p>                                                                                                            |



|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>10%以上である。現状では、酸濃度は 8%が上限であるため、最適な運転条件としては、酸 8%、アルカリ 14%の運転条件となる。</p> <p>設備投資額、運転経費、生成酸、生成アルカリの評価を行った結果、1,000L/時の実装置規模では 96.4 百万円の設備投資額となり、償去費負担は年 25%の定率として、24,100 千円となる。運転経費と生成酸、生成アルカリの評価額を加味して、これを原水処理のコストとして評価すると 3.2 円/L となる。</p> <p>バイポーラ膜の利用技術は、廃水中の塩類を酸とアルカリに変えてこれを回収するもので、これまでの廃水処理のあり方を大きく変える、全く新しい技術として期待されるものである。</p> <p>平成 6 年度から 3 カ年にわたってバイポーラ膜システムの開発を実施してきたが、バイポーラ膜システムは、装置としては、かなりデリケートな部分を有しており、不純物の混入に対しては脆弱なところがある。このため、全体システムにおける技術的な難しさの多くは前処理工程にあると言っても過言ではない。</p> <p>今回の実験の原水には、金属表面処理工程廃水を触媒湿式酸化で無害化处理したものを使用した。この水は有機物をほとんど含まないなど、実験のやり易さから言えば、最適の実廃水であったとも言える。今後バイポーラ膜システムを他の雑多な成分を含む廃水に適用しようとした場合、更に技術的な難しさがあるものと予想され、なお一層の技術的課題をクリアしていかなければならないだろう。</p> |
| 7.事業<br>分類 | <p>JKA 補助事業</p> <p>共同・協力団体：旭硝子、日本パーカライジング、日立プラント建設</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.2.3 圧力透析法による廃酸リサイクルシステム                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 2.事業<br>名  | <p>圧力透析法による廃酸リサイクルシステム</p> <p>2001(H13)～2002(H14)年度</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3.キーワード    | 圧力透析、廃酸処理、リサイクル                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 4.目的<br>背景 | <p>金属工業では製品の洗浄や表面処理のために大量の酸を消費する。また、特にステンレスやチタン製造及び半導体製造工程では、その表面処理に硝酸やフッ酸が用いられ、排水の規制強化にも対応できる環境対応型の廃液処理技術の実用化が強く望まれている。</p> <p>本研究開発は、圧力透析膜の技術を応用し、酸廃液から高効率の酸及び有用金属類を回収してリサイクルするとともに産業廃棄物の減容を図ることを目的に実施した。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5.研究<br>内容 | <p>【処理フロー】</p> <p>廃液回収とそれに伴う有価物回収・リサイクルシステムの概念フローを以下に示す。</p> <div style="text-align: center;"> <p>酸廃液→<span style="border: 1px solid black;">固形物分離</span>→<span style="border: 1px solid black;">圧力透析膜</span>→<span style="border: 1px solid black;">酸溶液</span>→酸回収・リサイクル</p> <p>↓</p> <p><span style="border: 1px solid black;">金属濃縮廃液</span>→有価物回収・リサイクル</p> </div> <p>【概要】</p> <p>圧力透析とは、圧力を駆動力としたイオン分離が可能な膜を用いて、金属イオンと酸イオンを分離する技術である。</p> <p>これは、従来の電気透析や拡散透析に比べ、設備コストや耐久性及びメンテナンス性に優れることが期待される、新たな透析法である。</p> |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>処理水量:500L/日<br/> 圧力透析膜:2.5 インチスパイラル型<br/> 【運転条件】<br/> (1) 硝フッ酸－鉄系<br/> 鉄イオン濃度 20g/L、硝酸濃度 100g/L、フッ酸濃度 30g/L の模擬廃酸において、原液を 1/2 に濃縮した。処理時間は 83 分、処理速度は 72L/h であった。<br/> (2) フッ酸－チタン系<br/> チタンイオン濃度 20g/L、フッ酸濃度 30g/L の模擬廃酸において、原液を 1/2 に濃縮した。処理時間は 85 分、処理速度は 71L/h であった。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 6.研究<br>成果 | <p>【成果】<br/> (1) 硝フッ酸－鉄系<br/> 硝酸回収率 48%、フッ酸回収率 14%であった。<br/> (2) フッ酸－チタン系<br/> フッ酸回収率は 33%であった。<br/> 【経済性、コスト削減効果】<br/> (1) 硝フッ酸－鉄系<br/> 廃酸引取量を 4 万円/m<sup>3</sup>とすると、1m<sup>3</sup>の当該廃酸を圧力透析を用いて 1/2 量に濃縮した場合、透過した 0.5m<sup>3</sup>が回収酸となり、残る廃酸引取量は 2 万円となる。<br/> 処理速度 72L/h で、圧力透析を 8h/日、250 日/年稼働させると、年間 144m<sup>3</sup>の廃酸を処理できる。<br/> なお、このとき、償却費を含めた圧力透析による廃酸処理コストは、硝フッ酸回収のメリットを含めると 2.4 万円/m<sup>3</sup>となり、全廃棄(4 万円/m<sup>3</sup>)に比べ、本条件では年間 268 万円のコスト低減効果がある。<br/> (2) フッ酸－チタン系<br/> 廃酸引取量を 4 万円/m<sup>3</sup>とすると、1m<sup>3</sup>の当該廃酸を圧力透析を用いて 1/2 量に濃縮した場合、透過した 0.5m<sup>3</sup>が回収酸となり、残る廃酸引取量は 2 万円となる。<br/> 処理速度 71L/h で、圧力透析を 8h/日、250 日/年稼働させると、年間 142m<sup>3</sup>の廃酸を処理できる。<br/> なお、このとき、償却費を含めた圧力透析による廃酸処理コストは、フッ酸回収のメリットを含めると 2.5 万円/m<sup>3</sup>となり、全廃棄(4 万円/m<sup>3</sup>)に比べ、本条件では年間 207 万円のコスト低減効果がある。<br/> その他、チタン回収のメリットが期待される。<br/> 【まとめ】<br/> 硝フッ酸－鉄系、フッ酸－チタン系の廃酸の酸回収を目的とした圧力透析法の活用は非常に有効な手段といえる。実機に置き換えた場合、プレフィルターの設置、装置や膜のメンテナンスなどの費用が必要となるが、スケールアップにより処理量を増やすことでコストメリットは十分期待できる。<br/> なお、本システムは、某鉄鋼業工場において、廃酸処理・回収システムとして採用された。</p> |
| 7.事業<br>分類 | <p>JKA 補助事業<br/> 共同・協力団体：東京工業大学、機能膜プロセス設計事務所、日本パーカライジング(株)、(株)住友金属直江津</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.2.4 オゾン耐性膜による再生水製造システム                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2.事業名   | オゾン耐性膜による水処理システム開発<br>1998(H10)～2000(H12)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.キーワード | オゾン、オゾン耐性膜、MF、下水、再生水製造                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4.目的背景  | <p>下廃水の再利用の関心が高まっており、より低廉に、より高品位な水質が得られる技術開発が待たれている。</p> <p>本研究開発は、オゾン処理と膜処理という二つの技術に着目し、両者を融合させることにより、再生水としての水質面での向上と、低廉な再生水製造システムの確立を目的として実施した。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5.研究内容  | <p>【処理フロー】</p> <p>オゾン耐性膜再生水製造システムの概念フローを以下に示す。</p> <div style="text-align: center;"> <p>オゾン</p> <p>↓</p> <p>下水処理水→<span style="border: 1px solid black;">オゾン耐性膜</span>→再生水</p> </div> <p>【概要】</p> <p>オゾン処理は、オゾンのもつ強い酸化力、殺菌力により色度や臭気の除去、細菌類や病原性微生物の不活化、微量の有機化合物の分解に有効である。一方、膜処理は、除濁、除菌に高い効果を示す。</p> <p>オゾンとオゾン耐性のある膜とを組み合わせることで、溶存オゾンを残留させたまま膜処理することが可能となり、オゾンの効果により膜面へのファウリング物質の付着を抑制でき、従来の膜では得られなかった高フラックスで安定な運転が可能となる。その結果、設備のコンパクト化、コストの低減化が期待できる。</p> <p>処理水量:35m<sup>3</sup>/日<br/> オゾン耐性膜:中空糸型、PVDF 製、5.4m<sup>2</sup><br/> オゾン発生器:PSA 空冷式、35g/h</p> <p>【運転条件】</p> <p>膜ろ過水の溶存オゾン濃度を 1.0mg/L とし、膜フラックスを 5m/日として、連続運転を行った。なお、通常運転において、15 分ごとに膜の逆洗を 20 秒行った。</p> |
| 6.研究成果  | <p>【成果】</p> <p>高膜フラックス(5m/日)において、薬品洗浄を行わずに約 5 ヶ月間の連続運転が可能であった。</p> <p>処理水は、色度が 1 度まで低減され、異臭もなく、2 ヶ月以上放置後も水質変化のない、快適な再生水水質が得られることが確認された。</p> <p>一般細菌、大腸菌群等の細菌類、クリプトスポリジウム等の原虫についても完全に除去されており、衛生的にも安全な水質が実証された。</p> <p>アルキルフェノール類、ビスフェノール A、17-β-エストラジオール等の内分泌攪乱化学物質も定量下限値以下まで処理された。</p> <p>【経済性、コスト削減効果】</p> <p>3,000m<sup>3</sup>/日規模での試算の結果、償却費が 26.4 円/m<sup>3</sup>、維持管理費が 26.2 円/m<sup>3</sup>の合計で 52.6 円/m<sup>3</sup>となった。これは、水質的に劣っている、従来の砂ろ過+オゾン処理(40.5 円/m<sup>3</sup>)並の低コストである。</p> <p>なお、本システムでは高膜フラックスであるため設備費が低減され、膜処理のみの従来シス</p>                                                                                                                     |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <p>テムよりも償却費が安価となる。</p> <p>【まとめ】</p> <p>オゾンとオゾン耐性膜とを組み合わせた処理では、長期間安定した運転が可能であった。また本システムによれば、再生水としてホテル等のユーザーから求められる極めて良好な水質と衛生的に安全な処理水が得られることを立証した。さらに、コスト面でも、従来の「砂ろ過処理＋オゾン処理」に匹敵する低コスト化を実現できる見込みが得られた。</p> <p>なお、本システムは、東京都下水道局芝浦水再生センターにおいて、再生水製造システムとして採用された。</p> |
| 7. 事業分類 | <p>JKA 補助事業</p> <p>共同・協力団体：東京都下水道局、水道機工(株)</p>                                                                                                                                                                                                                     |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.2.5 逆浸透、限外ろ過による金属工場廃水の再生処理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2.事業名   | <p>金属製品等製造工場のクロードシステム技術開発</p> <p>1989(H1)～1991(H3)年度</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3.キーワード | 逆浸透、限外濾過、アルマイト工程廃水                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4.目的背景  | <p>金属製品の製造工場のなかでも表面処理の工程を持つ業種では、洗浄用水が多量に使用されている。本技術開発は、それらの表面処理業種のなかからアルマイト加工業をとりあげ、同業種工場における工業用水のクロードシステムの実証化を目的として行った。</p> <p>近年、内陸地に工場を設置する場合、地下水の過剰汲み上げによる地盤沈下の問題から水の使用量の規制を受けたり、水環境汚染対策から、高度な廃水処理設備の設置を義務付けられたりすることが多い。そうした厳しい条件に対処するための一方策として、工業用水に関してほぼ完全なクロードシステムを導入している工場も存在する。</p> <p>本技術開発は、そうした厳しい条件に適用可能なクロードシステムの開発を目標に実施したものである。</p>      |
| 5.研究内容  | <p>【処理フロー】</p> <p>原水槽 中和槽 UF 供給槽 UF RO 供給槽 RO</p> <p>脱水スラッジ 濃縮水 透過水</p> <p>【特徴】</p> <p>(1) 原水（アルマイト工程廃水）は硫酸アルミニウムを多量に含んだ pH の低い廃水である。苛性ソーダ（NaOH）で中和することにより水酸化アルミニウムのスラッジが発生する</p> <p>(2) UF は回転円板タイプのもので、円板の表面に設置されたブラシで膜表面は定期的に洗浄される。新しいタイプのモジュールである。</p> <p>(3) 濃厚な水酸化アルミニウムは一部引き抜かれ脱水される。</p> <p>(4) RO は 4 インチモジュールを 4 本クリスマスツリー状(2-1-1)につないでいる。</p> |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <b>【実験条件】</b><br>建材、器物及び装飾品それぞれのアルマイト工場廃水を原水として実験を行った。                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6.研究<br>成果 | (1) 建材及び器物のアルマイト工場廃水では、ほぼ問題なく処理できることが確認された。<br>(2) 装飾品のアルマイト工場廃水にはリン酸イオンが含まれているために UF によるシリカの除去性能に影響をあたえることが明らかとなった。<br>(3) 実験結果をもとに、従来の廃水処理（凝集沈殿）を行い放流する場合と、本方式を用いてクロードシステムを導入した場合のコスト比較では、本方式のほうが 150 円 /m <sup>3</sup> 程度高いという結果であるが、工業用水の水源がないという状況下では十分適用できる技術であると思われる。<br>(4) また、本方式は省スペースであり、従来法の 2/3 程度の占有面積となる。 |
| 7.事業<br>分類 | JKA 補助事業<br>共同・協力団体：軽金属製品協会、(株)神鋼環境ソリューション                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.2.6 逆浸透による製糖工場廃水の再生処理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 2.事業<br>名  | 食料品製造業製品処理・洗浄用水水質適用性調査事業<br>1981(S56)～1982(S57)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 3.キーワード    | チューブラー型逆浸透、砂糖精製業、骨炭吸着法                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 4.目的<br>背景 | 食料品製造業における廃水再生利用を検討するために、水使用量が多くかつ新水使用比率の高い砂糖精製業をとりあげ、砂糖製造工程の中の糖液脱色工程で用いられる骨炭塔の洗浄廃水を逆浸透装置により再生処理し、その再生水を再び骨炭塔洗浄用水として再利用することの可能性について検討した。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5.研究<br>内容 | <p><b>【再生処理実験装置のフロー】</b></p> <pre> graph LR     A[原水(骨炭洗浄廃水)] --&gt; B[原水貯槽]     B --&gt; C[砂ろ過塔]     C --&gt; D[貯水槽]     D --&gt; E[RO]     E --&gt; F[透過水&lt;br/&gt;(再利用実験)]     E --&gt; D     E --- G[チューブラー&lt;br/&gt;(スポンジ洗浄)]   </pre> <p><b>【再利用実験装置のフロー】</b></p> <pre> graph LR     subgraph Top_Process         H[RO 透過水] --&gt; I[送水槽]         I --&gt; J[骨炭塔]         J --&gt; K[受水槽]     end     subgraph Bottom_Process         L[工業用水] --&gt; M[送水槽]         M --&gt; N[骨炭塔]         N --&gt; O[受水槽]     end   </pre> <p><b>【実験条件】</b><br/>         再生処理実験では、RO 装置の運転圧力と回収率を変えた 6 条件での処理を行った。       </p> |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>再利用実験（骨炭洗浄実験）では、再生処理実験で得られた 6 種類の再生水で骨炭洗浄実験を行った。また、比較対象のために工業用水による洗浄実験を行い、各洗浄水による溶脱量差で再生水の有効性を評価することとした。</p> <p>実溶脱量差＝RO 透過水(再生水)の(廃水－用水)－工業用水の(廃水－用水)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 6.研究<br>成果 | <p>(1) 逆浸透装置は 2,500 時間運転したが、透過水量の低下、モジュール入口圧の上昇は全く見られなかった。これは定期的に行ったスポンジボールによる洗浄の効果が大きかったことを示している。</p> <p>(2) 逆浸透透過水（再生水）の水質は、工業用水と同等またはそれよりもよい水質を示した。再生水による骨炭洗浄試験では、工業用水よりも大きな骨炭洗浄能力を示した。</p> <p>(3) 逆浸透供給水と逆浸透透過水を混合した、透過水よりも多少水質の悪い水による骨炭洗浄実験の結果、比較的水質の良い混合水では、洗浄効果はよく、水質の悪い洗浄水では洗浄効果は悪いとの結果を得た。それらの結果から、再利用可能な最低水質である許容水質を設定した。</p> <p>(4) 実験結果をもとに、再生水のコスト試算を行い、再生水は 430～515 円/m<sup>3</sup>の値を得た。また混合水では 250～265 円/m<sup>3</sup>である。これらのコストは工業用水のコストと比較するとかなり高いが、大都市での上水道（下水道への放流料金を含む）と比較すると安いと考えられる。</p> |
| 7.事業<br>分類 | <p>経済産業省一般会計予算<br/>共同・協力団体： 精糖工業会、塩水港精糖(株)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.2.7 硫化物沈殿法による金属回収                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2. 事業<br>名 | <p>硫化物沈殿法による金属回収技術開発<br/>2006(H18)～2007(H19)年度</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3.キーワード    | 硫化水素、硫化物、金属回収、プリント基板                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4.目的<br>背景 | <p>廃水中からの金属の除去技術としては、水酸化物法と硫化物法があるが、金属回収を目的とした場合には、含水率が低く金属含有率が高い硫化物法が有利と言われてきた。しかしながら、硫化水素が過剰に存在するとコロイド粒子をつくり沈降性が悪くなるとともに、硫化水素が人体にも悪影響をもたらすところから、硫化物法が用いられることは、今までまれであった。</p> <p>最近、ガスセンサーの発達に伴い、硫化水素ガス濃度を感知するガスセンサーにも良質なものが現れ、このガスセンサーを用いることにより金属と硫化物の反応を容易にコントロールできるようになってきた。</p> <p>本事業では、プリント基板製造工場内に硫化物法による実験装置を設置し、同工場から発生する廃水に含まれる銅イオンを硫化物法で処理するとともに、ガスセンサーにより過剰な硫化水素発生制御について確認した。</p> |
| 5.研究<br>内容 | <p>【実験場所】<br/>基礎実験：東京大学及び早稲田大学<br/>パイロットプラント実験：(株)太洋工作所</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>【パイロットプラント処理フロー】</p> <p>【実験条件】</p> <p>基礎実験では種々の条件下における溶液内での硫化銅生成反応の確認試験を行った。パイロットプラントによる試験では、硫化銅生成反応の最適反応条件を検討したのち、処理水を放流基準以下とするために水酸化物処理との組み合わせ試験を行った。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6.研究<br>成果  | <p>【基礎実験結果】</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 残留 Cu 濃度は、S を Cu に対する等量よりわずかに多くした場合に最少となる。</li> <li>(2) 添加した S は先に CuS 生成に消費され、ついで H<sub>2</sub>S ガス発生に消費される。したがって、H<sub>2</sub>S ガス発生は CuS 生成反応の終了の目安となりうる。</li> <li>(3) 理論上、pH 上昇につれて CuS の沈澱は生成しやすいが、一方沈殿物の結晶性は悪化しやすく、S は酸化されやすくなるため、過剰の pH 上昇はかえって溶液内の Cu 除去の悪化を招く。</li> <li>(4) 過剰の S 添加は沈殿物のゼータ電位を低下させるため、沈殿物の凝集性を悪化させ、微粒子の混濁により、溶液内の Cu 除去の悪化を招く。</li> </ol> <p>【パイロットプラントによる実験結果】。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 硫化物法による Cu の処理における最適硫化水素発生量は 91.1mg/h・L であった。</li> <li>(2) 硫化物法による Cu の処理における必要反応時間は1時間であった。</li> <li>(3) 硫化物処理を行ったのち、連続して水酸化物処理を行う場合には、微量に含まれる雑金属も pH=9.0 で規制値内に除去され、COD<sub>Cr</sub> も 40%除去されることがわかった。</li> <li>(4) 硫化物処理の上澄みに対して水酸化物処理を行う場合には、上記連続処理の場合に比べ雑金属に対する処理が不十分となり、pH=11程度に上げる必要がある。放流のためには再度 pH 調整が必要となる。雑金属の処理が不十分になるのは、共沈作用がないからと考えられる。</li> </ol> |
| 7. 事業<br>分類 | <p>JKA 補助事業</p> <p>共同・協力団体: 東京大学、早稲田大学、(株)アクアテック、(株)太洋工作所</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|            |                                                                               |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.2.8 高濃度オゾンと促進酸化による廃水高度処理技術                                                  |
| 2.事業<br>名  | 省エネルギー型廃水処理技術開発<br>2001(H13)年～2005(H17)年                                      |
| 3.キーワード    | 省エネルギー、オゾン、促進酸化、難分解性、環境ホルモン、脱リン、脱窒、安全規準                                       |
| 4.目的<br>背景 | 高濃度オゾンを利用し、水中に存在する難分解性有害化学物質の分解・除去を行うことにより、健全な水循環系の確立と水資源の有効利用の促進及び安全性の確保を図る。 |

5.研究  
内容

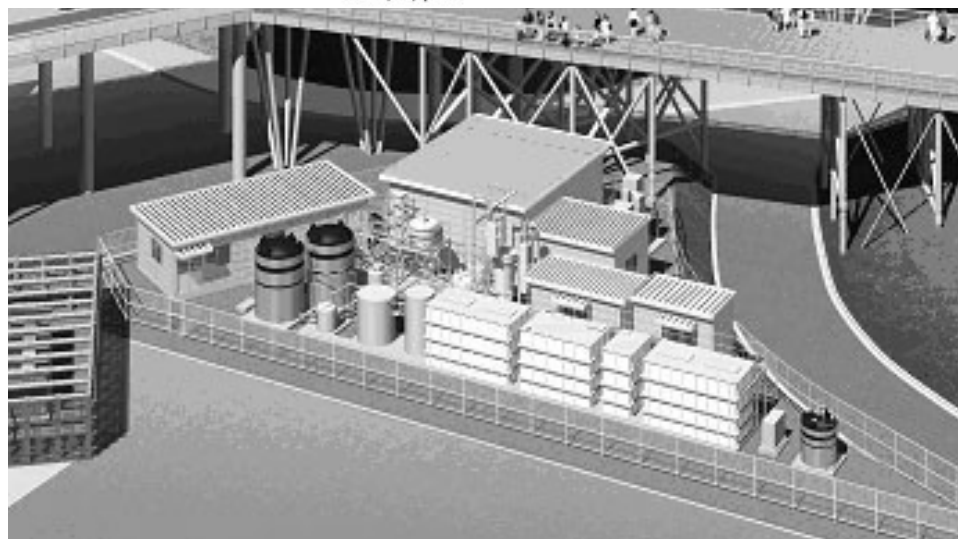
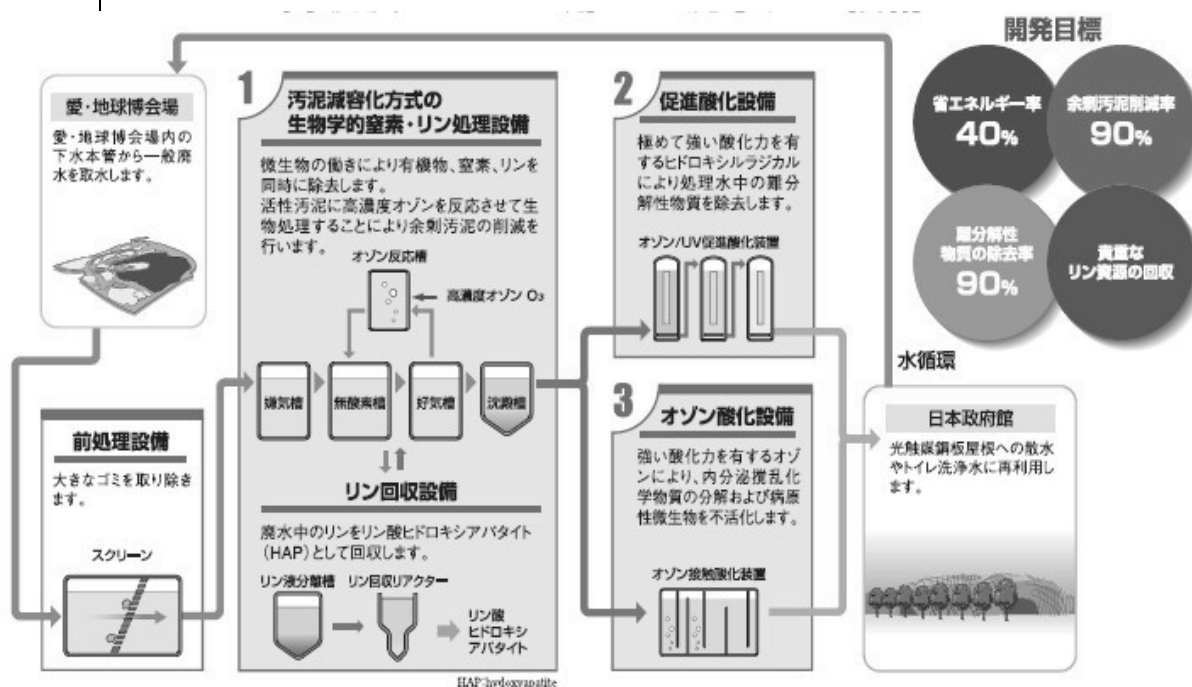
(1) 高濃度オゾン技術に係る基盤的研究

- ①高濃度オゾン利用技術の研究開発:難分解性有機物及び微量有害化学物質の分解除去、汚泥の減容化と資源回収等を図るため、高濃度オゾンを利用した研究を行う。
- ②安全な高濃度オゾン利用技術システムの研究開発:高濃度オゾンの利用における処理水の安全性を確保するための研究を行う。
- ③高濃度オゾン利用基準の研究・策定:高濃度オゾンの利用における装置等の技術上の安全性を確保するための研究を行う。
- ④総合実証試験事前検討:総合実証試験装置の仕様等の事前検討及び設計を行う。

(2) 総合実証試験

基盤的研究で得られた技術・システムを次に示す実際の廃水に適用し、省エネ性、高効率性、安全性等を長期間にわたり実証してシステムとして確立する。

- ①日本国際博覧会(愛知万博:2005年)における実証研究(下水対象)
- ②工場廃水(難分解性有害化学物質含有)における実証研究(染色廃水対象)



日本国際博覧会場における実証プラント(100m<sup>3</sup>/d)



|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6.研究<br>成果 | <p>【成果】</p> <p>(1) 高濃度オゾン利用技術の研究開発</p> <p>①生物機能促進研究(資源回収・物質循環プロセス)</p> <p>汚泥液化率等の操作設計因子を見出し、ラボテスト、パイロットプラント実験で、有機性余剰汚泥削減率 90%、リン回収率 70%を達成した。また、数理モデルによる機構解明を行い、設計操作因子を明らかにした。</p> <p>②生物機能促進研究(有害物質高度処理プロセス)</p> <p>色度要因物質の除去において、必要オゾン処理条件を見出した。また、オゾン処理－生物処理による染色廃水処理条件を見出し、色度要因物質の除去率 90%を達成した。</p> <p>③促進酸化法の高効率化の研究</p> <p>オゾン/UV 法の高効率化による反応性向上と、エネルギー削減率 40%を達成した。また、オゾン/UV 法に適した前処理及び後処理技術の開発を行った。</p> <p>④高濃度オゾン反応機構と装置化の研究</p> <p>難分解性有機物質のオゾン処理効果シミュレータを開発した。また、オゾン処理装置の最適化による p-クロロフェノール分解率 90%以上の達成と、その最適操作条件を見出した。</p> <p>(2) 安全な高濃度オゾン利用技術システムの研究開発</p> <p>①病原性微生物の不活化特性の研究</p> <p>クリプトスポリジウムの不活化評価法を確立し、クリプトスポリジウムと枯草菌の不活化特性の相関性を確認した。また、不活化率 99%以上達成のための操作条件としての、CT 値制御の有効性を見出し、CT 値を提示した。</p> <p>②副生成物の評価手法と生成機構の研究</p> <p>臭素系化合物、アルデヒド類、低級カルボン酸、内分泌攪乱化学物質の機器分析法を確立し、変異原性についての生物試験法を確立した。また、オゾン処理副生成物の生成機構を解明し、生成抑制条件を見出した。</p> <p>③副生成物の抑制技術の研究</p> <p>オゾン処理による内分泌攪乱化学物質の 90%以上分解を達成するとともに副生成物の生成を抑制する手法を開発した。オゾン処理の適正制御技術を開発した。</p> <p>(3) 高濃度オゾン利用基準の研究・策定</p> <p>①高濃度オゾンガスの安全性の研究＞</p> <p>ア. オゾン耐食性材料の提示、イ. オゾンの爆発に関する不純物混入影響の提示、ウ. オゾンの爆発特性と条件の検討による、より安全な取扱い方法の提示を行った。</p> <p>②オゾン利用の安全性評価と利用基準の研究</p> <p>オゾン利用に関する安全基準を日本語版及び英語版にて作成した。</p> <p>(4) 総合実証試験</p> <p>①愛知万博</p> <p>愛知万博での「汚泥減容化－資源回収－病原性微生物不活化システム」あるいは「汚泥減容化－資源回収－促進酸化システム」のトータルシステムによる実証試験の結果、安定して所期の処理性能を示し、プロジェクト目標である省エネルギー率(40%)、余剰汚泥削減率(90%)、廃水中の難分解性有機物分解率(90%)を十分に達成し、かつ原水由来のリン回収(回収率 70%以上)が可能であることを実証できた。</p> <p>②染色工場</p> <p>染色工場の廃水を対象とした実証試験の結果、プロジェクト目標である難分解性有害物質(色度要因物質)除去率 90%に対して、実証試験では平均 89%(廃水中の色度成分濃度が高い場合には 91%)が得られた。また、省エネルギー率目標の 40%に対し、試算では 55%が得られ、本システムの高い省エネルギー性を確認した。さらに、低濃度オゾンシステムとの</p> |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <p>所要エネルギー比較では、本高濃度オゾンシステムの方が 22%小さく、高濃度オゾン利用の優位性を示すことができた。</p> <p>【経済性、コスト削減効果】</p> <p>オゾン処理技術は、経済性からみて難分解性有害化学物質や汚泥の分解に最適な技術であると考えられ、実証試験を通じて省エネルギー化及び除去性能の目標を達成することができたことにより、実用化、事業化の可能性は非常に高いと考えられる。また、リン回収の観点からも実用化が期待される。</p> <p>【まとめ】</p> <p>(1) 従来の廃水処理に比較した省エネルギー率： ラボスケールの実験及びシミュレーションの結果、エネルギー量を 40%低減できることを確認した。</p> <p>(2) 有機性余剰汚泥削減率： 人工下水を用いたラボスケールプラントにおいて、余剰汚泥削減率 90%以上でリン回収率 80%程度を達成した。</p> <p>(3) 難分解性有害化学物質の除去率： 難分解性物質である内分泌攪乱性化学物質の 90%以上の除去が確実になされた。また、その際の最適制御方法について条件を決定した。</p> <p>愛知万博での「汚泥減容化－資源回収－病原性微生物不活化システム(a)」及び「汚泥減容化－資源回収－促進酸化システム(b)」による実証試験の結果、安定して所期の処理性能を示し、プロジェクト目標である省エネルギー率(実績：(a) 41% (b)43%)、余剰汚泥削減率(実績：91%)、廃水中の難分解性有機物(17β エストラジオール) 分解率(実績：100%)を十分に達成し、かつ原水由来のリン回収(回収率 70%以上)が可能であることを実証できた。染色工場の廃水を対象とした実証試験の結果、色度要因性難分解性物質の除去率について平均 89%(廃水中の色度成分濃度が高い場合には 91%)が得られた。また、省エネルギー率 55%が得られた。</p> |
| 7.事業分類 | <p>NEDO 共同研究事業 (プロジェクト番号 P01032)</p> <p>共同・協力団体： 京都大学、徳山大学、産業技術総合研究所、IHI、荏原環境エンジニアリング、三菱電機、富士電機システムズ、</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.2.9 新規吸着剤によるほう素含有廃水の処理とほう素資源の回収                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 2.事業名   | <p>新規吸着剤によるほう素分離システムの先導研究開発</p> <p>2008(H20)年度</p>                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3.キーワード | ほう素、吸着、排水基準、めっき、ほうろう、瓦                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 4.目的背景  | <p>ほう素は自然界に元々存在し、植物にとっての必須元素であるが、限界を超えると我々の健康に害を及ぼすため、環境基準、排水基準等で規制されている。しかし複数の基盤的業界ではその特性を利用してほう素を使用しており、技術的・経済的に適当な廃水処理技術がなく、それらの産業が困難に直面している。それらの多くは中小規模で経済的基盤も弱いため、国による技術開発を行い、普及を促して環境汚染物質を減らしていくことが求められている。</p>                                                                                |
| 5.研究内容  | <p>(1) 新規ほう素吸着剤の研究開発(産業技術総合研究所)</p> <p>単位体積あたりの吸着剤が現行システムで用いられているものの3倍(吸着剤1リットル当たり15g以上の飽和吸着量)となる新規ほう素吸着剤を開発する。</p> <p>吸着剤としては、吸着量の点で有利と思われるセリアやジルコニア等の無機酸化物系をターゲットとし、単位体積あたりの表面積が従来材と比較して格段に大きく、またほう素の吸着／回収が行いやすいように十分な細孔容積と適度な細孔径をもつようなナノ構造体を開発する。</p> <p>(2) 吸着剤によるほう素分離回収システムの研究開発(造水促進センター)</p> |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>新しい吸着法のシステムが広くユーザーに受け入れられるために、ほう素含有排水を排出する対象工場のほう素発生実態や経済性等の要望の把握により、新規に開発される高性能吸着剤を適用したほう素分離回収システムを検討するとともに、将来システム(吸着・再生方法等を含む)の提案を行う。</p> <p>また、その経済性評価などを実施し、新規ほう素吸着剤を用いた分離回収システムのビジネスモデルを提案する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6.研究<br>成果 | <p>(1) 新規ほう素吸着剤の研究開発</p> <p>先導研究開発の成果としては、極めて表面積の大きいCeO<sub>2</sub>多孔体を合成し、ほう素飽和吸着量の目標値(15g/L-吸着剤)を達成することができた。また、吸着速度、脱着速度ともに既存吸着剤とほぼ同レベルであることを確認した。</p> <p>また、今後の検討課題としては、新規吸着剤の再生には強アルカリが必要であるため、よりマイルドな条件での再生が可能なのが望まれること。また、実排水中に含まれる他元素・イオンの影響を考慮した選択性についての検討も必須である。さらに、新規吸着剤は微粉末の形態であり、実際に吸着塔に搭載して流通系での吸着を行うためには吸着性能を維持しつつ造粒する必要がある。</p> <p>(2) 吸着剤によるほう素分離回収システムの研究開発</p> <p>ニーズ実態調査の結果に基づき、中小企業が導入可能なほう素排水の処理システムとして、いくつかの新しいシステムの提案を行った。また、事業化計画の例としてビジネスモデルの構築を行った。</p> <p>今後、システムの実用化研究を進める上で、流入水のSS対策、設備のコンパクト化、処理コストの更なる低減化などの課題を解決することが求められる。</p> <p>ほう素は、健康に有害な物質であるが、産業排水処理に適した技術がないことから、排水基準を達成することが困難であり、暫定基準を設定し、新たな処理技術の開発が待たれている。</p> <p>本先導研究開発では、従来よりも飛躍的に吸着量の大きな新規ほう素吸着剤を開発し、この吸着剤を用いる回収から再利用までのリサイクルシステムの研究開発を行った。</p> <p>本先導研究開発の成果としては、極めて表面積の大きい CeO<sub>2</sub> 多孔体を合成し、ほう素飽和吸着量の目標値(15g/L-吸着剤)を達成することができた。</p> <p>また、吸着速度、脱着速度ともに既存吸着剤とほぼ同レベルであることを確認した。今後の実用化に向けて、実際に吸着塔に搭載して吸着処理を行うためには、吸着性能を維持しつつ適度に造粒する必要がある。</p> <p>また、中小企業が導入可能なほう素廃水の処理システムとして、いくつかの新しいシステムの提案を行うとともに、資源としてのほう素回収を含めたビジネスモデルの構築を行った。</p> |
| 7.事業<br>分類 | <p>NEDO 委託事業「環境汚染物質削減先導研究開発」</p> <p>共同実施団体：(独) 産業技術総合研究所</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |

|            |                                                                             |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.2.10 触媒湿式酸化によるシアン含有廃水の無害化処理                                               |
| 2.事業<br>名  | <p>機械器具製造における表面処理工程廃水の再生利用技術開発</p> <p>1990(H2)～1994(H6)年度</p>               |
| 3.キーワード    | 触媒、湿式酸化、シアン、廃水、金属表面処理、                                                      |
| 4.目的<br>背景 | 自動車のエンジン部品や、OA 製品などの機器は、高度化やコンパクト化が進むことにより、長期の耐久性が望まれ、部品表面の耐摩耗性を向上させるため、製造工 |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>程で「タフトライド法」と呼ばれる表面硬化処理が行われている。この処理工程から排出される廃水には、高濃度の鉄シアン錯体や窒素化合物などの汚濁物質が含まれている。これら廃水の高度処理のため従来の廃水処理技術では、複数の工程が必要となり、また十分な処理水質が得られない等の問題が指摘されている。このため、簡易で処理性能の高い新規な廃水処理技術の開発・実用化が大きく期待されている。</p> <p>(財) 造水促進センターでは、これまでに高濃度の生物学的難分解性物質を含有する廃水の処理技術開発として有機物と合わせアンモニアを含む窒素化合物を同時に分解できる触媒を用いた湿式酸化法について検討を行ってきた。この技術を用いることより、表面処理工程廃水の処理プロセスの簡略化、処理性能の大幅向上、また経済性の向上に大きく寄与するものと判断される。</p> <p>ここでは、表面硬化処理工程より発生する高濃度シアン含有廃水の処理へ、触媒湿式酸化法の適用を図る技術開発を行った。目的は次のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 無害化処理技術の確立（錯体シアン、有機物、アンモニア等）</li> <li>(2) 生成鉄酸化物等の固形分を分離する技術と合わせた処理水の再生利用</li> <li>(3) 本技術と既存技術について、処理性能に対応した経済性、技術性の比較、評価</li> </ol> |
| 5.研究<br>内容 | <p>上記「タフトライド」処理工程からの高濃度シアン廃水を処理対象廃水として、大阪ガス(株)の小型試験装置及び日本パーカライジング(株)仙台工場内に設置する実用規模の実証装置によりその処理技術を確立する。</p> <p>開発内容は以下のとおりである。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 改造工事</li> <li>(2) 実証運転テスト</li> <li>(3) 脱塩法の検討</li> <li>(4) 経済性の評価</li> <li>(5) エンジニアリングデータの取得</li> </ol> <p style="text-align: center;">システムフローシート</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 6.研究<br>成果 | <p>(1) 前処理（フェライト化）→鉄酸化物を主体とする無機スラッジの除去→触媒処理のシステムにより、シアン含有廃水発生量の全量（最近 6 ヶ月の平均として約 27kL/月）</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>を処理し、水質の安定した無害化処理技術を完成した。処理水中シアン濃度：0.1～0.01mg/L 以下、スラッジ中 T-CN 1mg/L 以下と合わせ、有機物（TOC 濃度：5mg/L 以下）及びアンモニア(NH<sup>3</sup>-N 濃度：1mg/L 以下)を含む窒素化合物（T-N 濃度：30～500mg/L の同時処理を達成。</p> <p>(2) 目標水質を達成するための処理条件を確立した。処理条件として前処理（フェライト化）工程は 220℃、30kg/cm<sup>2</sup>、60 分、触媒処理工程は 230℃、40kg/cm<sup>2</sup>、90 分である。処理水中 T-N 濃度は、触媒処理時の硫酸添加量又は反応時間の設定によりコントロールできる。</p> <p>(3) 前処理塔熱交換器での原水予熱温度を 150℃以下に制御することにより、熱交、配管等での無機スラッジによる閉塞を無くし、継続した安定運転を実証した。</p> <p>(4) 生成する鉄酸化物を主体とする無機スラッジは、前処理塔で 99%以上除去できる。</p> <p>(5) (1) 項での処理水質の他、金属成分についても下水道放流基準をクリアーできる。</p> <p>(6) 黒鉄スラッジの溶出テストの結果も合格で、無害スラッジとして搬出可能である。</p> |
| 7. 事業<br>分類 | <p>NEDO 委託事業</p> <p>共同実施団体：日本パーカライジング(株)、大阪ガス(株)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.2.11 活性炭素繊維（繊維状活性炭）による高速吸着処理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2.事業<br>名  | <p>活性炭素繊維による浄化処理技術開発</p> <p>1983(S58)年度～1989(H1)年度</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 3.キーワード    | 活性炭素繊維、繊維状活性炭、ACF、高度処理、色度、浄水、精糖                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 4.目的<br>背景 | <p>下水・工場廃水等の高度処理及び上水の臭気除去等の比較的低レベルの有機物（汚染物質）を除去するのに、粒状や粉末の活性炭が使用されている。しかし、粒状活性炭は外表面積が小さく、使用重量が多くなるため、装置規模が大きくなる欠点があり、また粉末活性炭では、装置化した場合、圧力損失が大きくなることや、使い捨ての方法をとらざるを得ないなどの欠点がある。これらの問題点を解決するため、繊維径が 10～20 μm と非常に細く、吸・脱着特性に優れ、簡易な再生が可能な繊維状活性炭（ACF：Activated Carbon Fiber）を水処理に適用するための技術開発を行った。</p>                                                                    |
| 5.研究<br>内容 | <p>開発項目は、以下のとおりである。</p> <p>(1) ACF の水処理適性の検討（実験室レベル）</p> <p>除去対象物質によって ACF に要求される物性（細孔径、細孔容積等）は異なるが、本技術開発では、臭気、色度、TOC、THMP など表される有機物を対象とした。</p> <p>(2) 吸着、再生システムの検討（実験室、フィールドテスト）</p> <p>ACF の形状の検討及び選定を行い、ACF 吸着塔の型式、通水方法及び充填、拔出し方法等のシステムの開発を行った。</p> <p>(3) 通水試験（フィールドテスト）</p> <p>小規模カラムにおいて、通水最適条件の検討を行い、パイロット装置により、通水・熱水再生システムの検討、除去性能確認、及び経済性検討のための実験を行った。</p> |

|            | 実験場所                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 処理規模                    | 原水と除去対象          | 使用 ACF          | 通液倍率等                                          |
|------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------|------------------------------------------------|
|            | 柏井浄水場<br>(千葉県)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 充填量:120L<br>SV:30~50/h  | 湖沼水<br>臭気、TOC    | フェノール系<br>PAN 系 | 100m <sup>3</sup> /kgACF<br>SV 50/h            |
|            | 南千住浄水場<br>(東京都)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 充填量:200g<br>SV:7~18/h   | 下水処理水<br>TOC、COD | フェノール系<br>PAN 系 | TOC 除去率:<br>40~70%                             |
|            | 某浄水場                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 充填量:1L<br>SV:10~50/h    | トリハロ及びその前駆物質     | フェノール系<br>PAN 系 | 30~70L/gACF<br>SV 25/h 以上                      |
|            | 西日本製糖                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 90L×4 槽直列<br>SV:0.5~1/h | 糖液、<br>色度        | フェノール系<br>PAN 系 | 24~48 m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup><br>SV:1/h |
|            | 村野浄水場<br>(大阪府)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 充填量:10kg<br>SV:30/h     | 河川水<br>臭気、TOC    | ピッチ系<br>改質ピッチ系  | 50m <sup>3</sup> /kgACF<br>SV 8/h              |
|            | 柏井の実験における ACF の再生サイクル：熱水再生 2 回＋高温賦活再生<br>熱水再生における所要熱水量：0.2m <sup>3</sup> /kgACF、再生所要時間：12 h                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                         |                  |                 |                                                |
| 6.研究<br>成果 | <p>パイロット規模での実験により、以下に示す成果が得られ、本技術の実用化に向けての見通しがついた。</p> <p>(1) 臭気除去</p> <p>千葉県柏井浄水場（印旛沼原水）及び大阪府村野浄水場（淀川原水）においてパイロット装置を用いて浄化処理実験を行った。SV=30h<sup>-1</sup>という高流速の通水においても、1 サイクル当たり 100 m<sup>3</sup>/kg-ACF 以上の結果が得られ、熱水再生システムを組み合わせることにより、300m<sup>3</sup>/kg-ACF 以上の処理が可能であった。この結果は、粒状活性炭の SV = 5~10h<sup>-1</sup>、処理量 30~50m<sup>3</sup>/kg-GAC に比べ、装置のコンパクト化、経済性等の面で優れており、有効な技術であると考えられる。</p> <p>(2) TOC、THMP 除去</p> <p>従来の ACF は、臭気除去性能においては良好であったが、TOC、THMP の除去性能が低かった。TOC、THMP は、今後上水道における高度処理の必要性が高まるなかで、主要な除去対象成分となる。これらの除去性能を高めるため、ACF の細孔改変（細孔径の拡大化）を行い、SV=8~10h<sup>-1</sup> と高流速の通水試験を行ったところ、TOC 50%以上、THMP 80%以上の除去率で、1 サイクル当たり 50m<sup>3</sup>/kg-ACF の処理量となり、粒状炭と同等以上の性能を示す結果が得られた。</p> <p>(3) 糖液脱色</p> <p>製糖工場における糖液の精製工程では、色度成分等の除去に活性炭が使用されているが、ここに ACF を使用した試験を行ったところ、粒状炭に比べて多量の処理が可能であったが、脱色率を長期にわたって高く保つためには、更に検討が必要である。</p> <p>(4) まとめ</p> <p>ACF の使用が適すると考えられる市場は、浄水場分野と産業分野の二つに大別される。浄水場分野のニーズとしては、生活廃水等の流入による水源水質の汚濁に伴い、高度処理が必要になっている浄水場であり、安定的かつ経済的な処理技術の確立が急務となっている。本技術が浄水場分野に普及するためには、異臭味（カビ臭等）、THMP、NH<sub>4</sub>-N、有機ハロゲン化合物等の被吸着物質に応じたシステムの開発が課題となる。なお、簡易水道、離島などにおいては、コンパクトな装置、容易な運転管理が要求されるので、ACF の特徴を生かしたシステムが可能と考えられる。</p> |                         |                  |                 |                                                |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>一方、産業分野においては、製品の高品質化に伴う用水処理の重要性が高まっているとともに、廃水処理が問題となっているなど、本技術の利用が見込める分野であると思われる。またほかにも、食品、飲料水分野、及び中小規模の工業団地での利用も十分考えられる。以上の分野に今後普及を図るためには、次のような課題が挙げられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>①改質 ACF の量産化技術の確立</li> <li>②コストの低減（従来品、改質品）</li> <li>③再生拠点の確保（現地再生ができない場合）</li> </ul> |
| 7.事業<br>分類 | <p>JKA 補助事業、<br/>共同・協力団体：東京都水道局、千葉県水道局、大阪府水道部、西日本製糖、日本碍子、クボタ、東邦レーヨン、クラレケミカル、大阪ガス、ユニチカ、大阪ガスエンジニアリング、</p>                                                                                                                                                                                       |

### 3. 生物処理による下廃水の処理 (分離膜組合せを含む)

| 1.技術       | 1.3.1 MBR－RO による食品工場廃水の高度処理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |              |                |              |           |        |    |            |        |    |            |        |      |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------------|--------------|-----------|--------|----|------------|--------|----|------------|--------|------|
| 2.事業名      | 環境対応型工業用水循環利用向上技術に関する研究協力」に係る事業<br>2001(H13)～2005(H17)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |              |                |              |           |        |    |            |        |    |            |        |      |
| 3.キーワード    | MBR、RO、食品、ココナッツミルク、タイ、                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |              |                |              |           |        |    |            |        |    |            |        |      |
| 4.目的背景     | このプロジェクトは、タイ国のバンコク周辺における工業用水としての地下水の過剰汲み上げによる地盤沈下及び深刻な水不足問題に対処するため、タイ国内で工業用水使用量が多い食品産業及び繊維染色産業を対象に、適用可能な最も簡略でかつ経済性が高い工業用水循環利用システムの開発を実施した。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |              |                |              |           |        |    |            |        |    |            |        |      |
| 5.研究内容     | <p>(1) 対象排水：Ampol 工場(ココナッツミルク製造工場)排水。処理量：15～18m<sup>3</sup>/d</p> <p>(2) 処理フロー：＜工場排水＞→＜ラグーン＞→＜グリーストラップ＞→＜調整槽＞→＜MBR-RO＞→＜再利用＞</p> <p>(3) MBR 膜の仕様と運転条件</p> <p>MBR は平膜型、孔径は 0.4μm、材質は塩素化ポリエチレン、膜の設計フラックスは 0.5m/d、実験に用いた膜面積は、0.8m<sup>2</sup>/枚×50 枚 = 40m<sup>2</sup>である。MBR の運転は 9 分運転、1 分停止である。</p> <div><p>表 1 MBR への流入水質と処理水水質</p><table><tr><th>水質項目</th><th>Raw Wastewater</th><th>MBR Permeate</th></tr><tr><td>SS (mg/L)</td><td>30～141</td><td>&lt;1</td></tr><tr><td>BOD (mg/L)</td><td>21～247</td><td>&lt;2</td></tr><tr><td>COD (mg/L)</td><td>84～428</td><td>6～32</td></tr></table></div> <p>(4) RO 膜の仕様と運転条件</p> <p>実験に用いた RO 膜は、Spiral wound、 4 inch× 2 pcs. (Hydranautics 社 ESPA-4040)であり、除去率は 99.6%、(測定条件は 0.05% NaCl 水溶液)であり、RO 膜は 2 本直列配置である。運転は定流量運転である。RO 入口圧力は、0.4～0.8MPa、水回収率=65%で運転を行った。RO のフローは、＜MBR 処理水＞→＜NaOCl＞→＜タンク(UV1)＞→＜薬洗(SBS、スケール防止剤)＞→＜ポンプ＞→＜UV2＞→＜RO＞→＜透過水＞→＜再利用＞である。</p> <p>図 1 に RO 圧力の経時変化、表 2 に MBR、RO の水質データを示す。</p> <div><p>Figure 1 is a scatter plot showing the change in RO pressure over time. The Y-axis is labeled 'Pressure(kg/cm²)' and ranges from 0 to 16. The X-axis is labeled 'Time (min)' and ranges from 0 to 550. There are two data series: 'No. 1 Inlet' represented by black diamonds and 'No. 2 Outlet' represented by grey circles. The 'No. 1 Inlet' series starts at approximately 13 kg/cm² at 40 minutes and fluctuates between 8 and 12 kg/cm² for the remainder of the run. The 'No. 2 Outlet' series starts at approximately 4 kg/cm² at 40 minutes and fluctuates between 3 and 6 kg/cm². There are five numbered points (1) through (5) marked on the graph: (1) is at the start of the 'No. 1 Inlet' series at 40 minutes; (2) is at approximately 100 minutes; (3) is at approximately 150 minutes; (4) is at approximately 200 minutes; and (5) is at approximately 250 minutes.</p></div> | 水質項目         | Raw Wastewater | MBR Permeate | SS (mg/L) | 30～141 | <1 | BOD (mg/L) | 21～247 | <2 | COD (mg/L) | 84～428 | 6～32 |
| 水質項目       | Raw Wastewater                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | MBR Permeate |                |              |           |        |    |            |        |    |            |        |      |
| SS (mg/L)  | 30～141                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <1           |                |              |           |        |    |            |        |    |            |        |      |
| BOD (mg/L) | 21～247                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <2           |                |              |           |        |    |            |        |    |            |        |      |
| COD (mg/L) | 84～428                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 6～32         |                |              |           |        |    |            |        |    |            |        |      |



|                               | <p>RO 膜装置の運転を始めて約 1 ケ月経過したところから圧力の上昇が始まり No.1RO 膜入口圧力が 14kg/cm<sup>2</sup> に達したので、配管を 0.5%NaOH 水溶液で、 RO 膜を 0.1%NaOH 水溶液で洗浄した(図 1 の(1))。洗浄後圧力は低下したがすぐに 10kg/cm<sup>2</sup> 程度まで上昇した。そのため、配管を NaOH 水溶液及び殺菌剤で洗浄したが顕著な効果は見られなかった。300 日から UV 装置を 2 台設置した。その結果、RO の圧力は非常に安定した。</p> <p style="text-align: center;">表 2 MBR、RO の水質データ</p> <table><tr><th>Items</th><th>Unit</th><th>MBR Permeate</th><th>RO Permeate</th><th>RO Brine</th></tr><tr><td>SO<sub>4</sub><sup>2-</sup></td><td>(mg/L)</td><td>25.4</td><td>&lt;0.1</td><td>-</td></tr><tr><td>Cl<sup>-</sup></td><td>(mg/L)</td><td>512</td><td>26.3</td><td>1,772</td></tr><tr><td>SiO<sub>2</sub></td><td>(mg/L)</td><td>24.7</td><td>0.87</td><td>58.0</td></tr><tr><td>BOD</td><td>(mg/L)</td><td>&lt;1.0</td><td>&lt;1.0</td><td>1.3</td></tr><tr><td>COD(Cr)</td><td>(mg/L)</td><td>16.5</td><td>&lt;1.0</td><td>136</td></tr><tr><td>全 Hardness</td><td>(mg/L as CaCO<sub>3</sub>)</td><td>188</td><td>1.1</td><td>472</td></tr><tr><td>TDS</td><td>(mg/L)</td><td>1,432</td><td>99</td><td>3,862</td></tr><tr><td>pH</td><td>(－)</td><td>8.0</td><td>5.4</td><td>6.3</td></tr></table> | Items        | Unit        | MBR Permeate | RO Permeate | RO Brine | SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | (mg/L) | 25.4 | <0.1 | - | Cl <sup>-</sup> | (mg/L) | 512 | 26.3 | 1,772 | SiO <sub>2</sub> | (mg/L) | 24.7 | 0.87 | 58.0 | BOD | (mg/L) | <1.0 | <1.0 | 1.3 | COD(Cr) | (mg/L) | 16.5 | <1.0 | 136 | 全 Hardness | (mg/L as CaCO <sub>3</sub> ) | 188 | 1.1 | 472 | TDS | (mg/L) | 1,432 | 99 | 3,862 | pH | (－) | 8.0 | 5.4 | 6.3 |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------|--------------|-------------|----------|-------------------------------|--------|------|------|---|-----------------|--------|-----|------|-------|------------------|--------|------|------|------|-----|--------|------|------|-----|---------|--------|------|------|-----|------------|------------------------------|-----|-----|-----|-----|--------|-------|----|-------|----|-----|-----|-----|-----|
| Items                         | Unit                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | MBR Permeate | RO Permeate | RO Brine     |             |          |                               |        |      |      |   |                 |        |     |      |       |                  |        |      |      |      |     |        |      |      |     |         |        |      |      |     |            |                              |     |     |     |     |        |       |    |       |    |     |     |     |     |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> | (mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 25.4         | <0.1        | -            |             |          |                               |        |      |      |   |                 |        |     |      |       |                  |        |      |      |      |     |        |      |      |     |         |        |      |      |     |            |                              |     |     |     |     |        |       |    |       |    |     |     |     |     |
| Cl <sup>-</sup>               | (mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 512          | 26.3        | 1,772        |             |          |                               |        |      |      |   |                 |        |     |      |       |                  |        |      |      |      |     |        |      |      |     |         |        |      |      |     |            |                              |     |     |     |     |        |       |    |       |    |     |     |     |     |
| SiO <sub>2</sub>              | (mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 24.7         | 0.87        | 58.0         |             |          |                               |        |      |      |   |                 |        |     |      |       |                  |        |      |      |      |     |        |      |      |     |         |        |      |      |     |            |                              |     |     |     |     |        |       |    |       |    |     |     |     |     |
| BOD                           | (mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <1.0         | <1.0        | 1.3          |             |          |                               |        |      |      |   |                 |        |     |      |       |                  |        |      |      |      |     |        |      |      |     |         |        |      |      |     |            |                              |     |     |     |     |        |       |    |       |    |     |     |     |     |
| COD(Cr)                       | (mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 16.5         | <1.0        | 136          |             |          |                               |        |      |      |   |                 |        |     |      |       |                  |        |      |      |      |     |        |      |      |     |         |        |      |      |     |            |                              |     |     |     |     |        |       |    |       |    |     |     |     |     |
| 全 Hardness                    | (mg/L as CaCO <sub>3</sub> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 188          | 1.1         | 472          |             |          |                               |        |      |      |   |                 |        |     |      |       |                  |        |      |      |      |     |        |      |      |     |         |        |      |      |     |            |                              |     |     |     |     |        |       |    |       |    |     |     |     |     |
| TDS                           | (mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1,432        | 99          | 3,862        |             |          |                               |        |      |      |   |                 |        |     |      |       |                  |        |      |      |      |     |        |      |      |     |         |        |      |      |     |            |                              |     |     |     |     |        |       |    |       |    |     |     |     |     |
| pH                            | (－)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8.0          | 5.4         | 6.3          |             |          |                               |        |      |      |   |                 |        |     |      |       |                  |        |      |      |      |     |        |      |      |     |         |        |      |      |     |            |                              |     |     |     |     |        |       |    |       |    |     |     |     |     |
| 6.研究<br>成果                    | <p>(1) MBR は、2003 年 12 月上旬から運転(約 450 日間)を開始し、立ち上げ時のトラブルを除いてほぼ順調に運転することが出来た。</p> <p>(2) MBR の膜間差圧は約6ヶ月間は安定していたが、その後低下し、2005 年 3 月までに次亜塩素酸ナトリウムによる洗浄を3回実施した。</p> <p>(3) MBR への BOD 容積負荷は 0.38kg/m<sup>3</sup>/d であり、入り口の BOD 濃度が低い値であったため設計値である 1.50kg/m<sup>3</sup>/d よりは低い値となった。</p> <p>(4) MBR の処理水の水質は良好であり、RO 膜に供給するのに十分なものであった。</p> <p>(5) RO 膜装置は 2004 年1月下旬から運転を開始した。当初は次亜塩素酸ナトリウムで殺菌し重亜硫酸ナトリウムで残留塩素を還元する方法で運転したが、RO 膜入口の圧力上昇が繰り返しおこりそのつど水酸化ナトリウム溶液、塩酸溶液等で配管、RO 膜の洗浄を行ったが洗浄の効果は長続きしなかった。</p> <p>(6) RO への薬品洗浄をやめて、2 カ所に UV 殺菌装置を設置した。その結果、RO 膜の差圧上昇は少なく非常に安定した。定期的に RO 膜を塩酸溶液に一晩浸漬する方法を併用したところ、この方法は非常に効果的であった。</p> <p>(7)MBR・RO 膜装置により得られた処理水の水質は良好でありボイラー、冷却塔に供給するのに十分の水質を有するものであった。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |              |             |              |             |          |                               |        |      |      |   |                 |        |     |      |       |                  |        |      |      |      |     |        |      |      |     |         |        |      |      |     |            |                              |     |     |     |     |        |       |    |       |    |     |     |     |     |
| 7.事業<br>分類                    | NEDO 委託事業<br>カウンターパート:タイ国工業省工場局 (DIW)、化学技術環境省科学技術研究所 (TISTR)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |              |             |              |             |          |                               |        |      |      |   |                 |        |     |      |       |                  |        |      |      |      |     |        |      |      |     |         |        |      |      |     |            |                              |     |     |     |     |        |       |    |       |    |     |     |     |     |

|            |                                                                                       |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.3.2 MBR-RO による綿ニット染色工場における排水再利用                                                     |
| 2.事業<br>名  | 環境対応型工業用水循環利用向上技術に関する研究協力<br>2001(H13)～2005(H17)年度                                    |
| 3.キーワード    | MBR、RO、染色工場、再利用、綿ニット、タイ                                                               |
| 4.目的<br>背景 | 実験を実施した工場は、綿ニットのバッチ式染色を行っている工場(タイではこの方式での工場が 60%を占めている)であり、この工場が保有している染色機はジェット染色機及びウイ |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>ンス染色機などが約 50 台である。工場内の用水は井戸から地下水を汲み上げている。この実験では工場の排水を MBR 処理しさらに RO 処理して、この RO 透過水をボイラーに通水した。さらには、RO 処理水にて小型染色機により実際の布を染色し、従来の処理水と比較実験を行った。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 5.研究<br>内容 | <p>(1) 対象排水:タイ国、綿ニットのバッチ式染色工場排水</p> <p>(2) フロー:工場からの排水は、最初にベルトスクリーンにより糸屑等の細かな夾雑物が除去されて、一旦原水受水槽に貯えられる。次に、膜分離槽の水位が下がると水位計の信号により自動的に pH 調整槽を経由して膜分離槽へと供給される。膜分離槽の内部は、ブロウにより常に曝気されており、汚泥濃度 (MLSS) が通常 10,000~15,000mg/L にコントロールされている。膜分離槽内の汚泥 (微生物) により有機物が分解された排水は吸引ポンプにより MF 膜でろ過されて、MBR 処理水として RO 給水タンクへと移送される。</p> <p>(3) MBR の仕様と運転条件:平膜型 MBR、孔径 0.4<math>\mu</math>m、膜モジュールの面積 40m<sup>2</sup>、設計 Flux0.5m/d、MF 膜の吸引は、9 分間ろ過すると膜面に汚れが蓄積しないように1分間吸引ポンプを停めている。処理量 15m<sup>3</sup>/d。</p> <div data-bbox="402 835 1351 1249" data-label="Figure"> </div> <p style="text-align: center;">図 1 MBR に流入する BOD の経日変化</p> <div data-bbox="438 1487 1335 1935" data-label="Figure"> </div> <p style="text-align: center;">図 2 MLSS の運転経日変化</p> <p>(4) MBR の運転結果と水質:下図に MBR の吸引圧力の経日変化(図中の(a)(b)は洗浄を示</p> |

す)

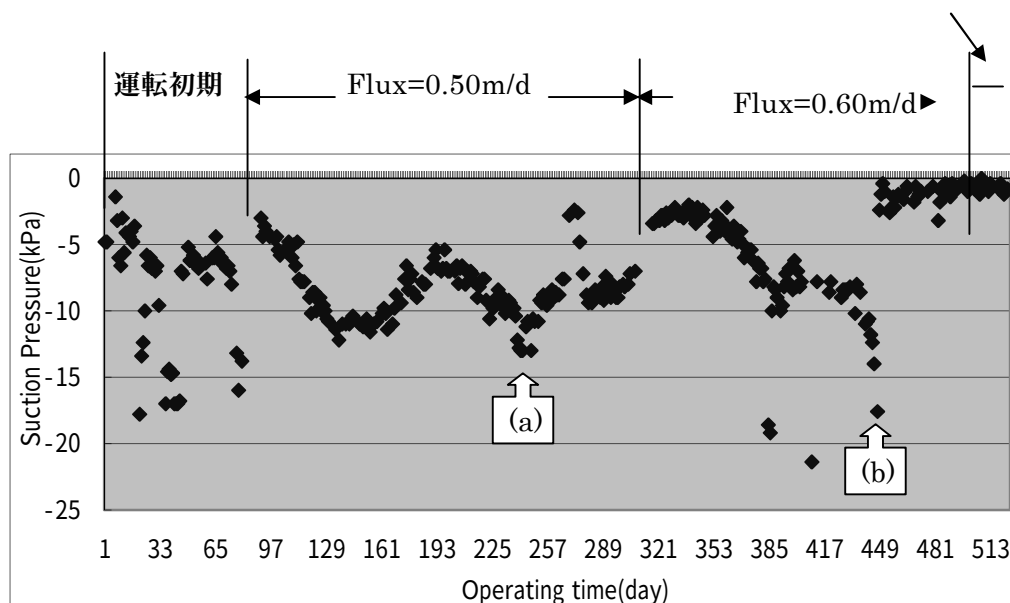


図3 MBRの吸引圧力の経日変化(図中の(a)(b)は洗浄を示す)

排水の BOD は概ね 50~150mg/L の範囲にあり、一般の工場よりかなり低いレベルにある。MBR の処理水は 1mg/L 以下である。水温は 30~45℃の範囲で変動する。T-N、T-P、pH、粘度、ろ紙ろ過量のデータを収集した。MLSSは 15000mg/L にコントロールして運転したが試験的に 2 万~3 万 mg/L の変化も調べた。MF 膜は薬品洗浄を 2 回実施した。MBR の SDI は 4 以下と良好であった。

#### (5) RO の運転結果

RO 膜の仕様と運転条件：4 インチスパイラル型 RO 膜 2 本、複合膜は、Rejection99.6%、7m<sup>3</sup>/d (試験条件:0.05%NaCL、0.75MPa)、水回収率 65%、RO 膜への薬品添加は NaOCL+SBS)、スケール防止剤を添加した。RO の圧力の経日変化を図 4 に示す。RO の処理量は 220L/hr である。

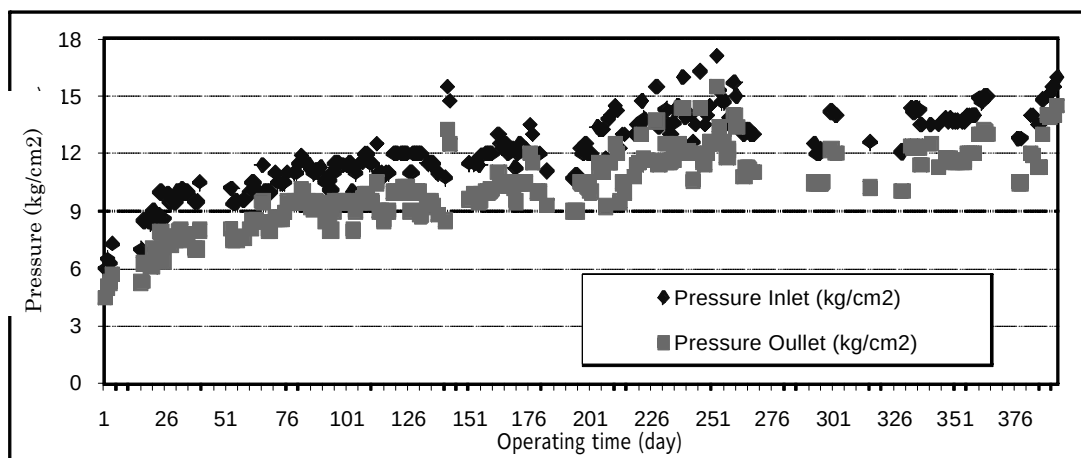


図4 RO膜の入口圧力・出口圧力の経日変化

RO 膜の供給水、透過水、濃縮水のそれぞれの電気伝導度の経日変化を図 5 に示す。またそれぞれの排水の色を写真 1 に示す。

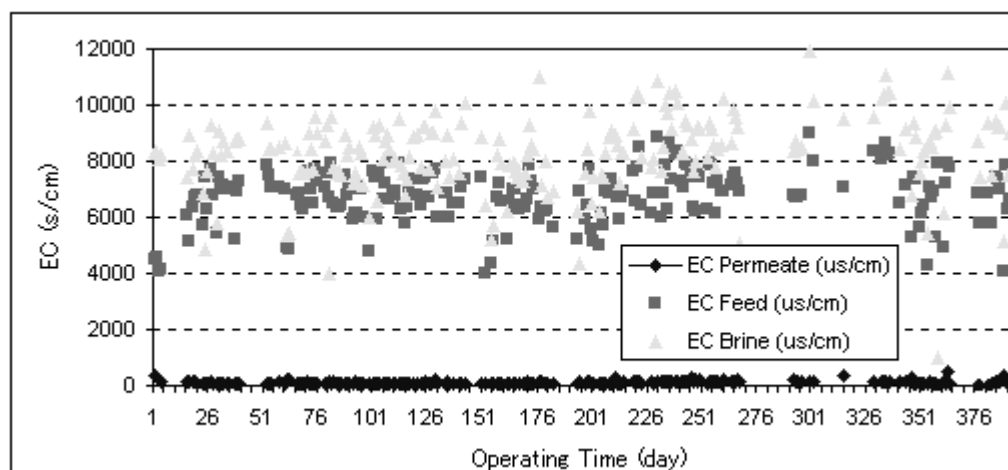


図 5 RO 膜の供給水、透過水、濃縮水電気伝導度の経日変化

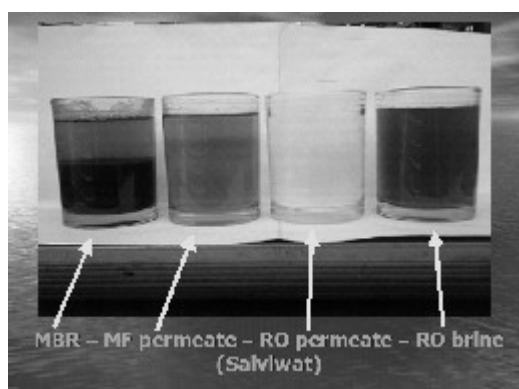


写真 1 MBR 流入水、MBR 処理水、  
RO 処理水、RO 濃縮水の写真

MBR 処理水、RO 処理水、RO 濃縮水の水質一覧表を表 1 に示す。RO 透過水の水質を観ると、非常に良質の再生水が得られていることが分かる。これは、工場内の工程用水としてはもとよりボイラー用水としても十分に使用に耐えうるものである。

表 1 MBR 処理水、RO 処理水、RO 濃縮水の水質一覧表

| Item                                                 | MBR 処理水 | RO 透過水 | RO 濃縮水 |
|------------------------------------------------------|---------|--------|--------|
| pH ( - )                                             | 7.9     | 5.4    | 6.4    |
| Electric Conductivity (μS/cm)                        | 4,580   | 121    | 8,660  |
| Chloride Ion (mg/L as Cl)                            | 981     | 14.9   | 2,305  |
| Sulfate Ion (mg/L as SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ) | 227     | <0.1   | 510    |
| Total Iron (mg/L as Fe)                              | 0.16    | <0.01  | 0.32   |
| Total Hardness (mg/L as CaCO <sub>3</sub> )          | 92      | 1.1    | 186    |
| Silica (mg/L as SiO <sub>2</sub> )                   | 28.3    | 0.48   | 56.5   |
| Turbidity (NTU)                                      | 20      | <0.1   | 39     |
| Color (PT-Co Scale)                                  | 103     | <1     | 193    |
| Total Dissolved Solid (mg/l)                         | 2,810   | 76     | 5,530  |
| COD (Cr) (mg/L)                                      | 28.2    | 1.6    | 64.3   |
| BOD (mg/L)                                           | <1.0    | <1.0   | <1.0   |

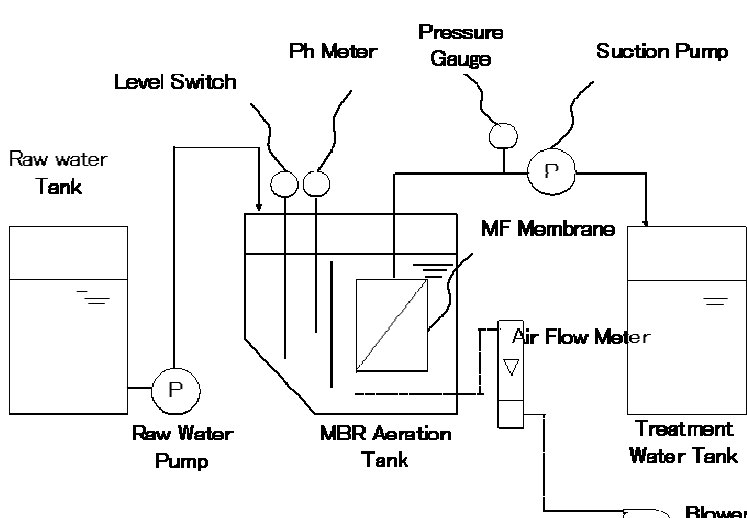
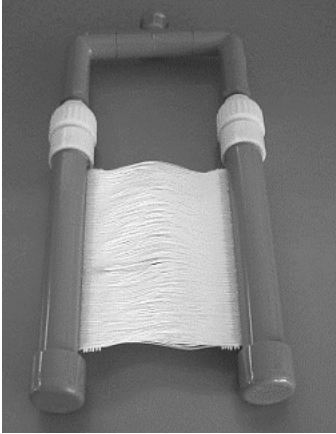
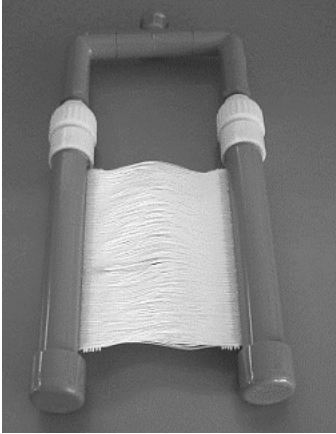
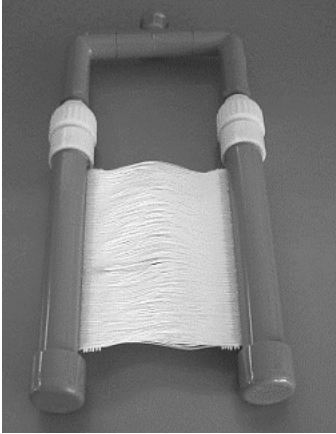
|              | <p>(6) RO 透過水を用いた小型染色機による染色実験</p> <p>工場の軟水器にて処理した地下水と、工場排水を RO 処理した水による染色性の比較実験として、工場の小型染色機を用いて 100% knitted cotton 20kg によりグレー色での染色性実験を行った。表 2 に染色条件を示す。</p> <p>上記の両者による染色実験の結果を写真 2 に示す。これによると RO 処理水と軟水器処理水とによる染色性比較実験では全く違いがないことが確認できた。</p> <p style="text-align: center;">表 2 軟水器の処理水と RO 透過水による染色実験の条件</p> <table border="1" data-bbox="399 510 1324 813"> <thead> <tr> <th>Item</th><th>Contents</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Dyeing cloth</td><td>100%knitted cotton 20.0kg</td></tr> <tr> <td>Dyeing water</td><td>A: Softened water/ B:RO permeate</td></tr> <tr> <td>Liquor ratio</td><td>1:10</td></tr> <tr> <td>Color</td><td>Grey</td></tr> <tr> <td>Measurement</td><td><math>\Delta E</math></td></tr> <tr> <td>Judgement</td><td>Naked eye</td></tr> </tbody> </table> <div data-bbox="333 833 844 1216" data-label="Image"> </div> <p style="text-align: right;">写真 2 左側は RO 透過水で染色した布、<br/>右側は工場の軟水器で染色した布</p> | Item | Contents | Dyeing cloth | 100%knitted cotton 20.0kg | Dyeing water | A: Softened water/ B:RO permeate | Liquor ratio | 1:10 | Color | Grey | Measurement | $\Delta E$ | Judgement | Naked eye |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|--------------|---------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|------|-------|------|-------------|------------|-----------|-----------|
| Item         | Contents                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |          |              |                           |              |                                  |              |      |       |      |             |            |           |           |
| Dyeing cloth | 100%knitted cotton 20.0kg                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |          |              |                           |              |                                  |              |      |       |      |             |            |           |           |
| Dyeing water | A: Softened water/ B:RO permeate                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |          |              |                           |              |                                  |              |      |       |      |             |            |           |           |
| Liquor ratio | 1:10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |          |              |                           |              |                                  |              |      |       |      |             |            |           |           |
| Color        | Grey                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |      |          |              |                           |              |                                  |              |      |       |      |             |            |           |           |
| Measurement  | $\Delta E$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |          |              |                           |              |                                  |              |      |       |      |             |            |           |           |
| Judgement    | Naked eye                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |      |          |              |                           |              |                                  |              |      |       |      |             |            |           |           |
| 6.研究<br>成果   | <p>(1) MBR の運転が安定した条件において Flux を 0.5、0.6、0.7m/d とあげても MBR 処理性能には問題ないことが確認できた。</p> <p>(2) MBR の運転期間は約 520 日であり、その間安定した処理が行われた。</p> <p>(3) MBR の MLSS が 2 万~3 万 mg/L と非常に高濃度においても運転は安定していた。</p> <p>(4) 2005 年 5 月頃から温度調整せず、pH 制御せず、排水のフィルターを取り除いて運転を行ったが、MBR には問題なく運転できることが確認できた。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |          |              |                           |              |                                  |              |      |       |      |             |            |           |           |
| 7. 事業<br>分類  | <p>NEDO 委託事業</p> <p>カウンターパート:タイ国工業省工場局 (DIW)、化学技術環境省科学技術研究所 (TISTR)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |          |              |                           |              |                                  |              |      |       |      |             |            |           |           |

|            |                                                                                                                                                                    |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.3.3 バチルス菌を用いた MBR による漬物工場廃水処理                                                                                                                                    |
| 2.事業<br>名  | <p>高濃度漬物工場廃水処理技術の開発研究</p> <p>1998(H10)、1999 (H11) 年度</p>                                                                                                           |
| 3.キーワード    | MBR、バチルス菌、漬物廃水、高塩濃度廃水、高 BOD 廃水、                                                                                                                                    |
| 4.目的<br>背景 | <p>漬物は種類が極めて多い上に製造工程も種類によって異なるので、各工程から排出される廃水も異なっている。しかし、共通する点は①塩分濃度が高いこと、②有機物濃度が高いものと低いものがあること、である。このうち塩分濃度と有機物濃度が高い廃水は、処理が難しく対応が困難であったので、新しい処理技術の開発が期待されていた。</p> |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>好気性菌の一種であるバチルス菌がかなり苛酷な条件でも強力な浄化作用を有することが発見され、またこの菌の増殖法についても画期的な開発が進められているので、本研究は、バチルス菌による生物処理と膜処理を組み合わせ、高濃度の汚染物質及び高濃度の塩分を含む廃水を処理する技術を開発し、実用化の方向付けを図った。BOD 平均 60,000 mg/L、塩濃度平均 13%の原水に対して、BOD 容積負荷 2 kg/ m<sup>3</sup>・日、BOD 除去率 90%以上を開発目標とした。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 5.研究<br>内容 | <p>(1) バチルス菌増殖技術の開発、<br/> (2) バチルス菌高濃度下の浸漬膜ろ過技術の開発、<br/> (3) バチルス菌性能評価の検討、<br/> (4) 総合調査研究(開発技術の適用性検討)</p> <p>漬物工場に設置した実験装置 MBR の概略仕様は、曝気槽容量:270m<sup>3</sup>、膜面積:112m<sup>2</sup>、原水量:9m<sup>3</sup>/日、希釈倍率:5 倍(全 45m<sup>3</sup>/日)、膜装置:PE製多孔質中空糸膜、膜分画特性:0.4μm などである。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 6.研究<br>成果 | <p>(1) バチルス菌は 15～50℃において発芽増殖するが、30～45℃が最適であった。また塩濃度については基礎実験で目標の 3%までは支障なく増殖し、培養試験では 8%まで増殖が可能であることを確認した。</p> <p>(2) 実験プラントの運転期間中バチルス菌が 1×10<sup>5</sup>～10<sup>7</sup>個/mL と予想より若干少なかったが、これはし尿と違って漬物工場廃水中の有機物は比較的低分子のものが多く、他の細菌類が容易に資化できることが主な原因であると考えられる。しかし、バチルス菌以外の細菌類はほとんどでんぶん分解能を持たず、廃水浄化の主体はバチルス菌であり、かつバチルス菌が優秀な性能を持つことが確認できた。</p> <p>(3) MBR の膜ろ過には中空糸膜を用いた。ユニットの組立ては 1 枚編地横置きエレメントを使用したモジュールが平均フラックス 0.33m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・日で、圧力損失の上昇率が低く安定していた。また、膜吸引槽内の MLSS 濃度は 10,000～12,000 mg/L 以下にする必要がある。</p> <p>(4) 膜の薬品洗浄は、MLSS 濃度が 12,000 mg/L 以下であれば吸引圧力が -20～-40 kg/cm<sup>2</sup> まで達するのに 2 ヶ月かかっており、薬品洗浄が必要となる -60 kg/cm<sup>2</sup> までは 4 ヶ月の運転が可能である。洗浄方法には次亜塩素酸ソーダのインライン注入とアルカリ塩素系洗浄剤への直接浸漬法があるが、通常は安価で操作の簡単なインライン注入を行い圧力損失の回復が十分でない場合は直接浸漬を行うのがよい。</p> <p>(5) 膜ろ過におけるスクラビング空気量は、省エネルギーの観点から 105m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>・時がよい。</p> <p>(6) 実験プラントでは塩濃度が 1.5%までの実験を行ったが、特に影響はなかった。BOD 容積負荷については 3 kg/m<sup>3</sup>・日まで処理することが可能であり、BOD 濃度 18,000～35,000 mg/L の原水を平均 10mg/L 以下にすることができた。特に原水 BOD15,000～20,000 mg/L の条件では BOD 除去率 99.9%以上を確認できた。</p> <p>また、一般的に活性汚泥槽内水温は 25～30℃が最適とされ、35℃以上になると処理性能が低下し、40℃以上では処理状況が極めて悪化するのが通常である。しかし、今回の実験で夏期に 40℃を超える状態となったにもかかわらず、処理水質は良好であった。</p> <p>(7) でんぶん及び過酸化水素分解能と曝気槽内汚泥 1 mL 内のバチルス菌数との関係を検証した結果、2～3×10<sup>8</sup>個/mL の菌数で 1 %でんぶんを 5～6 時間でほぼ分解し、また菌数が 6×10<sup>7</sup>個/mL 以上あれば 15 分で 3 %過酸化水素を完全に分解することを確認した。すなわちこれらの指標でプラント汚泥中の菌数を推測することが可能であるが、過酸化水素分解能を利用する方が、特別な設備を必要とせず簡便方法であると考えられる。</p> <p>(8) 開発成果に基づいて本開発システム(バチルス菌 MBR 法)と従来法である活性汚泥処理システムについて実用プラントの場合の経済性の比較を行った。</p> |

|        |                                                                                                  |         |             |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------|
|        | 開発プロセスの経済性検討結果                                                                                   |         |             |
|        | 原水量 : 9 m <sup>3</sup> /日<br>原水 BOD 濃度 : 60,000mg/L<br>原水塩濃度 : 9 %<br>原水 TDS 濃度 : 13 %           |         |             |
|        | (比較プロセス)                                                                                         | 標準活性汚泥法 | バチルス菌 MBR 法 |
|        | 希釈倍率 (倍)                                                                                         | 15      | 5           |
|        | 希釈後水量 (m <sup>3</sup> /日)                                                                        | 135     | 45          |
|        | 希釈後 BOD 濃度(mg/L)                                                                                 | 4,000   | 12,000      |
|        | 希釈後塩濃度 (mg/L)                                                                                    | 6,000   | 18,000      |
|        | BOD 容積負荷(kg/m <sup>3</sup> 日)                                                                    | 0.8     | 2.0         |
|        | 生物槽容積 (m <sup>3</sup> )                                                                          | 676     | 270         |
|        | 設 備 費 (百万円)                                                                                      | 122.0   | 78.3        |
|        | その結果、従来法に比べて設備の面積は約 1/3、建設費は約 65%、ランニングコストは約 60%になり、優れていることが明確となった。従って中小企業向けに普及促進が十分可能であると考えられる。 |         |             |
| 7.事業分類 | NEDO 委託事業、 共同・協力団体 : 宇都宮大学、岩下食品(株)、(株)加藤技術士事務所、三菱レイヨン・エンジニアリング(株)                                |         |             |

|         |                                                                                                                                                                                                                         |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.3.4 MBR によるホルムアルデヒド含有副生廃水処理                                                                                                                                                                                           |
| 2.事業名   | 大規模ジメチル・エーテル製造に伴う副生廃水の再生利用実用可能性調査<br>2005(H17)年度                                                                                                                                                                        |
| 3.キーワード | MBR、GTL、DME、ホルムアルデヒド、活性汚泥、バルキング、イラン                                                                                                                                                                                     |
| 4.目的背景  | 天然ガスを輸送するにはパイプラインを敷設するか、冷凍液化する必要がある、多大なコストがかかる。天然ガスをジメチル・エーテルに変換する液化技術 (GTL) は、日本の優位性があるが、天然ガスから製造したメタノールからジメチルエーテルを製造する過程で発生する副生廃水に有毒なホルムアルデヒドが含まれており、この廃水の処理技術は確立されていない。この廃水の再利用技術を確立すれば、水資源が乏しい中東の天然ガス産出国への普及が期待される。 |
| 5.研究内容  | (1) 概要: ホルムアルデヒドは希釈すれば活性汚泥法で分解できるが、活性汚泥の沈降性が著しく悪くなり、沈澱池での固液分離が困難になる (バルキング)。副生廃水の分析結果を基に模擬廃水を作成し、小型の MBR 試験装置で処理水の水質や運転条件などのデータを採取し、これを基にモデルプラントの概念設計を行い、経済性について検討した。                                                   |

|                                                                                    | <p style="text-align: center;">MBR 試験装置のフロー</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |             |       |                                                                                    |                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                    | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 50%; text-align: center;">MBR 試験装置の外観</th><th style="width: 50%; text-align: center;">膜ユニット</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">  </td><td style="text-align: center;">  </td></tr> </tbody> </table>                                                                                                            | MBR 試験装置の外観 | 膜ユニット |  |  |
| MBR 試験装置の外観                                                                        | 膜ユニット                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |             |       |                                                                                    |                                                                                      |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |             |       |                                                                                    |                                                                                      |
| <p>6.研究<br/>成果</p>                                                                 | <p>(1) 成果：</p> <p>①HCHO 160 mg/L、BOD 257～280 mg/L のホルムアルデヒド含有排水は、水温 40℃ 程度、BOD 負荷 0.2 kg-BOD/(kg・日)の条件で、HCHO 1 mg/L、BOD 10 mg/L、CODCr 20 mg/L 程度まで処理可能であった。</p> <p>②BOD 汚泥負荷 0.05 kg-BOD/(kg・日)程度の条件から、段階的に負荷を上げることで、約2ヶ月で BOD 汚泥負荷 0.20 kg-BOD/(kg・日)における処理が可能になる。</p> <p>③汚泥は、SV30 99 %、SVI 204～244 mL/g であり、ほとんど沈降しなかった。汚泥中には多数の糸状菌が見られたことから、沈降性が良くない原因は糸状菌の発生による汚泥の膨化 (バルキング) と考えられる。</p> <p>(2) 運転条件： 下記条件で実プラントの概念設計を行った。</p> <p>計画流入廃水量：2,100m<sup>3</sup>/d、計画流入水温：40℃</p> <p>計画水質：BOD370mg/L、COD360 mg/L、ホルムアルデヒド 160 mg/L (最大値)、pH6～8</p> <p>BOD 汚泥負荷：0.2 kgBOD/kgSS/d</p> <p>リアクターでの MLSS：10,000 mg/L</p> |             |       |                                                                                    |                                                                                      |



|                            | 膜透過流速:0.6 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /d<br>膜種、材質:MF (PVDF)<br>(3) 経済性、コスト削減効果:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |                         |                            |      |       |      |        |      |     |      |     |      |      |      |     |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-------------------------|----------------------------|------|-------|------|--------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|
|                            | <table border="1"> <thead> <tr> <th>内 容</th><th>金 額 (円/m<sup>3</sup>)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>固定費<br/>(耐用年数 20 年、土地代を含まず)</td><td>38.2</td></tr> <tr> <td>所要動力費</td><td>5.48</td></tr> <tr> <td>膜薬品洗浄費</td><td>0.10</td></tr> <tr> <td>薬品費</td><td>3.36</td></tr> <tr> <td>人件費</td><td>5.18</td></tr> <tr> <td>膜交換費</td><td>7.91</td></tr> <tr> <td>合 計</td><td>60.2</td></tr> </tbody> </table> <p>①固定費を含んだ処理水コストは、1m<sup>3</sup>当り、60 円であった。</p> <p>②従来型の下水等有機系廃水処理に使用される標準活性汚泥法との比較では、MBR 法による当廃水処理設備のコストは、約 1.5 倍のレベルである。即ち、原水にホルムアルデヒドを含んでいることによる高度処理費は、従来型に比べて 50%割高になる。</p> <p>③イラン Bandar Assaluyeh 地区で競合する RO 方式海水淡水化装置との比較では、公表されている標準的な小規模 RO プラントのコストと比較すると、当 MBR 法 廃水処理設備のコストは 55-80%程度のレベルであり、一般論として相当有利であることが確認できた。</p> <p>④实际的に考えられるケースとして、廃水を再利用せずに海域へ放流するケースが考えられるが、この場合も、原水中にホルムアルデヒドを含んでいるため、必然的に MBR 法の採用が必要であり、廃水処理設備にかかるコストは、再利用ケースと同一である。したがって、工業用水を節減出来る分だけ、再利用のケースが有利となり、海域へ放流する場合に比べて、年間、約 3.3 千万円の費用を節減できる。</p> | 内 容 | 金 額 (円/m <sup>3</sup> ) | 固定費<br>(耐用年数 20 年、土地代を含まず) | 38.2 | 所要動力費 | 5.48 | 膜薬品洗浄費 | 0.10 | 薬品費 | 3.36 | 人件費 | 5.18 | 膜交換費 | 7.91 | 合 計 |
| 内 容                        | 金 額 (円/m <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |     |                         |                            |      |       |      |        |      |     |      |     |      |      |      |     |
| 固定費<br>(耐用年数 20 年、土地代を含まず) | 38.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                         |                            |      |       |      |        |      |     |      |     |      |      |      |     |
| 所要動力費                      | 5.48                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                         |                            |      |       |      |        |      |     |      |     |      |      |      |     |
| 膜薬品洗浄費                     | 0.10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                         |                            |      |       |      |        |      |     |      |     |      |      |      |     |
| 薬品費                        | 3.36                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                         |                            |      |       |      |        |      |     |      |     |      |      |      |     |
| 人件費                        | 5.18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                         |                            |      |       |      |        |      |     |      |     |      |      |      |     |
| 膜交換費                       | 7.91                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                         |                            |      |       |      |        |      |     |      |     |      |      |      |     |
| 合 計                        | 60.2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                         |                            |      |       |      |        |      |     |      |     |      |      |      |     |
| 7. 事業<br>分類                | JETRO 委託事業<br>共同・協力団体: 東洋エンジニアリング(株)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |                         |                            |      |       |      |        |      |     |      |     |      |      |      |     |

|            |                                                                                                                                                                             |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.3.5 MBR における中空糸膜の汚れ解析と洗浄                                                                                                                                                  |
| 2.事業<br>名  | 環境対応型工業用水循環利用向上技術に関する研究協力<br>2001(H13)～2005(H17)年度                                                                                                                          |
| 3.キーワード    | MBR、中空糸膜、食品工場、タイ、膜汚れ解析、洗浄                                                                                                                                                   |
| 4.目的<br>背景 | タイの食品工場(米粉加工工場)において、中空糸型 MBR・RO による排水処理再利用実験を行った。MBR を長期間運転していると膜の汚れが生じてくる。そこで、膜の汚れ付着成分の汚れ解析、排水の水質イオン分析、膜の付着物の顕微鏡観察、汚れ成分の化学分析を行った。そして、これらの分析結果をもとに膜の付着物を除去する洗浄方法について明らかにした。 |

5.研究  
内容

(1) MBR のフローと運転状況

①MBR のフロー、膜の仕様及び装置の仕様

実験は食品工場の排水（米粉加工工場）を UASB 処理して、その処理水を MBR で処理するフローである。MBR 浸漬膜は、三菱レイヨン・エンジニアリング(株)中空糸膜であり、MBR 及び浸漬膜装置の仕様を下記に示す。

表 1 MBR 装置と膜性能

|     |          |                                          |
|-----|----------|------------------------------------------|
|     | 項 目      | 数 値                                      |
| 膜性能 | 膜素材      | 親水化ポリエチレン                                |
|     | 膜孔径      | 0.4 μ m、膜外径 360 μ m、膜内径 540 μ m          |
|     | 膜寸法      | 高さ 1,034mm×幅 421mm                       |
|     | 膜カートリッジ  | 品番 SUR234、6 セット                          |
|     | 膜面積      | 6 × 1.5m <sup>2</sup> = 9 m <sup>2</sup> |
| 膜装置 | 吸引・停止時間  | 12 分吸引・3 分停止                             |
|     | 処理量(造水量) | 2.25m <sup>3</sup> /day                  |
|     | 膜浸漬槽の容量  | 1.5m <sup>3</sup>                        |

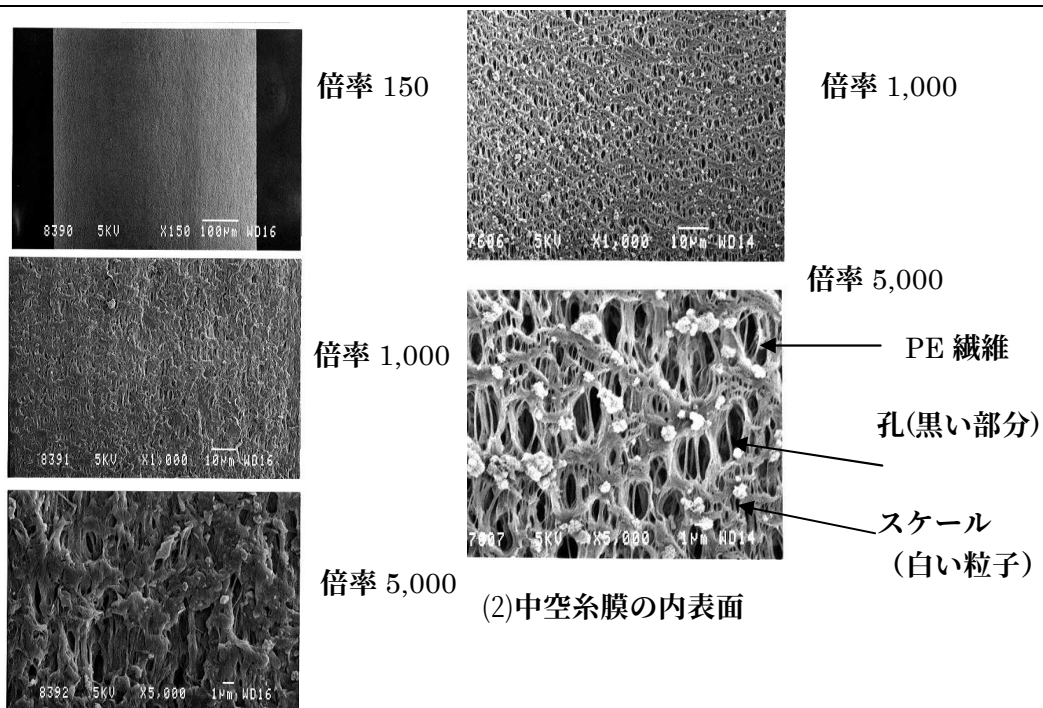
②吸引圧力の経時変化

2002 年 8 月 14 日から 2003 年 2 月 26 日まで、約 6.5 カ月間運転を行った。運転開始から 112 日目に初期吸引圧力-4kPa から-15kPa に吸引圧力の上昇が見られたので、3,000ppmNaOCl により 2 時間のポンプ加圧注入による In-Line 洗浄を行った。薬品洗浄の結果-15.0が-8.1kPaと大きく回復したが、運転再開後 3 日目には-11.9kPa になりほとんど洗浄効果はなくなっていた。NaOCl の薬品洗浄では十分洗浄効果が望めず膜の汚れは予想以上に回復性が悪いと思われた。

そこで、中空糸膜を切断して、汚れ成分の分析を行い膜の汚れ付着物質の解析を行い、洗浄剤による Off-Line 洗浄を行った。以下、その作業手順と汚れ分析結果及び洗浄方法について説明する。この排水の特徴は、Ca、リン酸イオンを比較的多く含むことである。

(2) 中空糸膜汚れ物質の解析

中空糸膜の汚れ物質の解析は、SEM（走査型電子顕微鏡）、XMA（X線マイクロアナライザー）、FT-IR（フーリエ変換赤外分光光度法）により解析を行った。以下にその結果を示す。



(1)中空糸膜の外表面

(2)中空糸膜の内表面

写真 1 中空糸膜外表面の汚れ SEM (左側は膜の外側、右側は膜の内面)

#### ①結果と考察

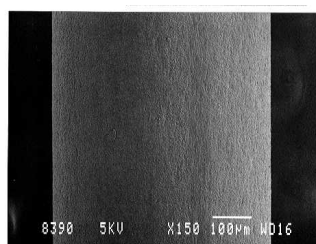
ア. SEM、XMA、FT-IR による解析より中空糸膜の外表面は、全面被覆された状態で、元素は C、O 以外に、Ca、P が検出されたことより、有機物とヒドロキシアパタイト(\*)のような磷酸カルシウム (組成式  $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3 \sim \text{Ca}_5((\text{PO}_4)_3\text{F}$ , 水に不溶だが酸には溶ける) が付着しているものと考えられる。内表面は、細孔が十分確認でき、ほぼ正常な状態であるが、 $1\text{ }\mu\text{m}$  程度の磷酸カルシウムの粒状物が多数見られた。(\*ヒドロキシアパタイト (Hydroxyapatite) とは、密度  $3.20\text{g/cm}^3$ 、無色ないし淡い緑色であり、モース硬さ 5 の標準鉱物である。最も普通に存在するリン酸塩鉱物であり、歯、骨の主要構成物である)

- イ. 中空糸膜の外表面は、有機物とヒドロキシアパタイトのような磷酸カルシウムにより、全面被覆された状態であった。内表面は、 $1\text{ }\mu\text{m}$  程度の磷酸カルシウムの粒状物が多数見られた。
- ウ. 中空糸膜の外表面は、有機物、磷酸カルシウム、さらにマンガン化合物により全面被覆された状態であった。内表面は、ほぼ全面に磷酸カルシウムの塊状物が付着していた。
- エ. 中空糸膜は、磷酸カルシウムが付着しており、酸洗浄が効果的であると思われる。また、有機物と混合して堆積していることも考えられるので、酸洗浄は有機物の除去にも相乗効果が見られる場合もある。

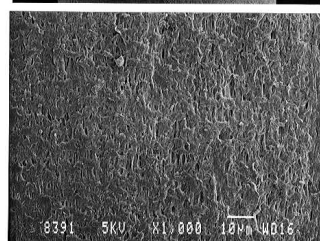
#### (3) 洗浄後の膜汚れ分析

##### ①洗浄膜の汚れ解析

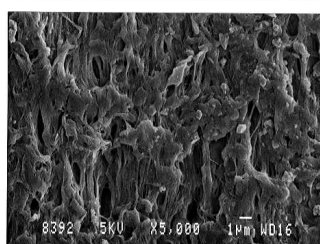
中空糸膜は(5cm×4本)、1% HCl で5時間浸漬した後、その後、5,000ppm NaOCl にて一晩浸漬を行った。そして、その膜の汚れ除去状態の解析は、分析機器及びサンプルの調整方法など前項と同じ方法にて調べた。その結果、SEM を写真 2 に、FT-IR の結果を図 1、図 2 にそれぞれ示す。



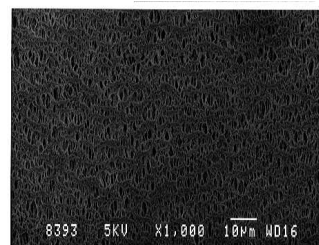
倍率 150



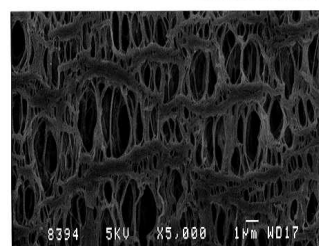
倍率 1,000



倍率 5,000



倍率 1,000



倍率 5,000

(1)中空糸膜外表面

(2)中空糸膜内表面

写真 2 洗浄後の中空糸膜 SEM（左側は外表面、右側は内表面）

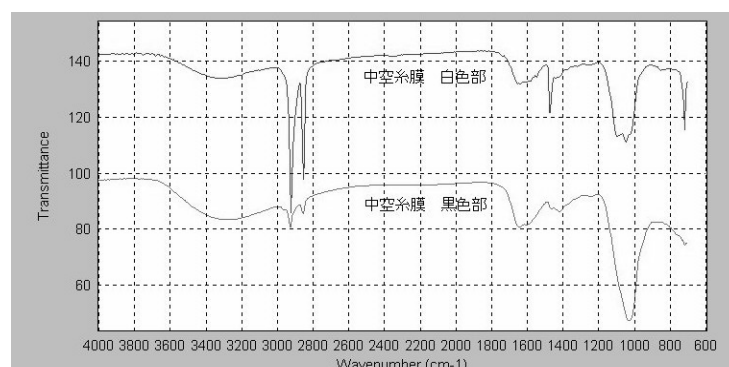


図 1 中空糸膜外表面の IR スペクトル

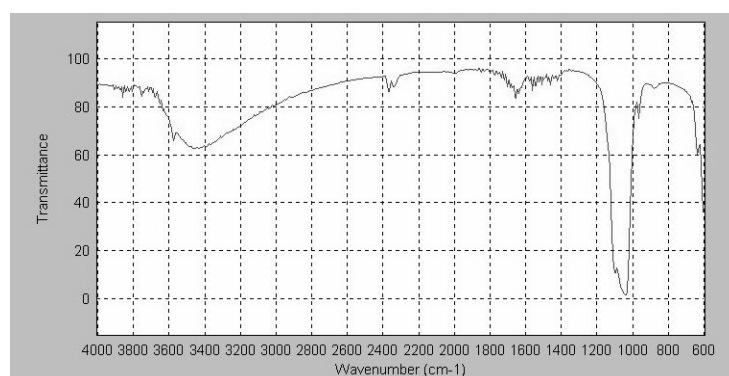


図 2 ヒドロキシアパタイトの IR スペクトル

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <p>②結果と考察</p> <p>ア. 中空糸膜の外表面は、全面被覆された状態で、元素はC、O以外に、Na、Cl が検出されたが、Na 及び Cl は次亜塩素酸ナトリウム由来である可能性が強く、汚染膜のサンプルでも見られなかったことから洗浄剤由来である可能性が大きい。</p> <p>イ. また、汚染膜で観察されたリン酸カルシウムは XMA でも見出すことができず、薬液による洗浄がうまくいったことが考えられる。SEM においても汚染膜では中空糸膜内層に及ぶリン酸カルシウムの粒状物が見られたが今回は全く見られなかった。</p> <p>ウ. 膜の薬洗が有効に働き、リン酸カルシウムの除去がされていると考えられる。</p> |
| 5. 研究成果 | <p>(1) 米粉加工工場の UASB-MBR の排水処理システム運転において MBR の吸引圧力が上昇した。そこで、NaOCl で in-line 洗浄を行ったがその洗浄効果はあまり見られなかった。</p> <p>(2) MBR から中空糸膜を取り出して中空糸膜の汚れ物質の解析を行った。その結果、中空糸膜表面にはリン酸カルシウムの付着が観察された。そこで、中空糸膜を HCl により洗浄を行った結果、膜面に付着していたリン酸カルシウムが除去されて、吸引圧力は初期値までに回復した。</p>                                                                 |
| 6. 事業名  | <p>NEDO委託事業</p> <p>カウンターパート: タイ国工業省工場局 (DIW)、化学技術環境省科学技術研究所 (TISTR)</p>                                                                                                                                                                                                                                                |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.3.6 機械的破碎による汚泥減容化廃水処理システム                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 2.事業名   | <p>機械的破碎法による余剰汚泥減容化技術開発 2002(H14)～2004(H16)年度</p> <p>汚泥破碎装置を備えた膜分離活性汚泥法技術開発 2005(H17)～2006(H18)年度</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3.キーワード | 機械的破碎、汚泥減容、MBR                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 4.目的背景  | <p>多くの工場で採用されている廃水処理方法としての活性汚泥法は、処理に伴う代謝物や余剰に発生した微生物(汚泥)を系外に取り出すことにより安定した廃水の処理を行う方法である。発生した汚泥は、脱水した後、乾燥・焼却されるが、消費エネルギー、処理コストが大きく、また最終的な埋め立て処分地などの確保も困難になっている。</p> <p>本研究開発では、機械的汚泥破碎装置を用いて余剰汚泥の減容化を行うもので、より簡便で、維持管理の容易なシステムとなることが期待される。</p>                                                                                                                                                                                                                      |
| 5.研究内容  | <p>【処理フロー】</p> <p>機械的汚泥破碎による廃水処理システムの概念フローを以下に示す。</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph LR     A[廃水] --&gt; B[固形物分離]     B --&gt; C[生物処理リアクター]     C --&gt; D[沈殿槽/膜分離]     D --&gt; E[処理水]     F[機械的汚泥破碎装置] --&gt; C     F --&gt; D           </pre> </div> <p>【概要】</p> <p>機械的汚泥破碎法に用いた破碎機は、高速回転型乳化装置の一種であり、断続ジェット流発生型の装置である。本装置は高速回転する回転体(ローター)と微小な間隙で配置された、数十本のスリットを持ったスクリーンとから構成される。</p> <p>本装置により剪断された汚泥は、微生物の栄養分として資化されることから、汚泥減容の効果が期待される。</p> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|             | <p>処理水量:1m<sup>3</sup>/日<br/>曝気槽:0.56m<sup>3</sup><br/>膜分離ユニット:平膜型、PVDF 製、MF、2.2m<sup>2</sup>×2<br/>【運転条件】<br/>曝気槽 MLSS 4,000～10,000mg/L、BOD 容積負荷 0.5～1kg-BOD/m<sup>3</sup>・日、HRT 24h の条件において、汚泥破碎を行う系と行わない系とで比較して検討した。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6.研究<br>成果  | <p>【成果】<br/>標準活性汚泥方式及び循環式硝化脱窒方式での機械的汚泥破碎法による処理システムにおいて、処理水質は計画水質を満足するとともに、汚泥削減率は 80～90%以上を達成した。</p> <p>【経済性、コスト削減効果】<br/>標準活性汚泥方式について、汚泥破碎による減容化システムの経済性を比較検討した。<br/>その結果、設備費については、汚泥発生量が少ないため、従来方式と同等になることが試算された。また、運転費については、従来方式に比べ約 10%の低減となることが試算された。</p> <p>【まとめ】<br/>標準活性汚泥方式及び循環式硝化脱窒方式での機械的汚泥破碎法による処理システムにおいて、汚泥削減率は 80～90%以上を達成したものの、膜分離活性汚泥方式での機械的汚泥破碎においては、汚泥削減率で 25%と、低い値に止まった。これについては、膜分離活性汚泥方式では MLSS が大きいため単位量当たりの生物活性が小さい状態となっており、汚泥減容に大きく寄与すると考えられる汚泥の自己分解速度が小さくなっていたことが考えられる。</p> <p>なお、機械的破碎を併用しても、膜ファウリングについては大きな影響がみられなかった。したがって、標準活性汚泥法等と汚泥破碎とを組み合わせる系によって汚泥減容を図り、その後段において膜分離部を設置して高度な処理水を得るシステムについては、その適用可能性が示されたと考えられる。</p> |
| 7. 事業<br>分類 | <p>JKA 補助事業<br/>共同・協力団体: 三菱レイヨン・エンジニアリング(株)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

|            |                                                                                                                                                                                                                 |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.3.7 廃水中の有機物と窒素、リンあるいは色度等の同時除去                                                                                                                                                                                 |
| 2. 事業<br>名 | <p>複合廃水再生利用調査 1990(H2)～1994(H6)年度<br/>窒素等除去併合型再生利用調査 1991(H3)～1994(H6)年度</p>                                                                                                                                    |
| 3.キーワード    | MBR、回転平膜、凝集剤添加、活性炭添加                                                                                                                                                                                            |
| 4.目的<br>背景 | <p>産業廃水等の再生利用が進む中で、再生利用水中の残留窒素、リン成分を原因としたスライムの発生による製造機器、配管の目詰まり、あるいは残留色度やその他の成分による新たな問題が生じており、再生利用促進の障害となることが指摘されている。</p> <p>そこで、多種多様な物質を含む産業廃水等の窒素、リン、その他成分の同時処理について、簡便で、省スペース、低コストの新たな廃水処理・再生利用技術の開発を行った。</p> |
| 5.研究<br>内容 | <p>【処理フロー】<br/>処理システムの概念フローを以下に示す。</p>                                                                                                                                                                          |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p style="text-align: center;">凝集剤、粉末活性炭<br/>↓<br/>産業廃水等→<span style="border: 1px solid black;">前処理</span>→<span style="border: 1px solid black;">生物処理</span>→<span style="border: 1px solid black;">回転平膜</span>→処理水(再利用)</p> <p>【概要】</p> <p>廃水中に含まれる有機物の処理を行うため、高効率でコンパクト化が期待される MBR を採用し、加えてその他の成分を除去するため必要に応じて凝集剤や粉末活性炭を直接生物処理槽へ添加する。</p> <p>窒素とリンの同時除去のためには、上記システムの生物処理について生物学的硝化・脱窒を採用し、凝集剤として PAC を添加するシステムとした。</p> <p>また、他の生物処理後に残存する物質の除去のためには、上述の凝集剤の代わりに粉末活性炭を添加するシステムとした。</p> <p>処理水量：50～100L/日<br/>脱窒槽：9.5L<br/>硝化槽：9.5L<br/>回転平膜：φ210、ポリスルホン系 分画分子量 75 万</p> <p>【運転条件】</p> <p>生物処理槽での滞留時間(HRT)を 2～9h、MLSS 15000mg/L とし、生物処理状況及び膜への影響について検討した。また、PAC 及び粉末活性炭を除去物質に応じた適宜投入した。</p>                                                                                                                                                                                                  |
| 6.研究<br>成果 | <p>【成果】</p> <p>HRT が 6～8h であれば、未分解物による目詰まりと考えられる膜フラックスの低下もなく、安定して長期運転が可能であることを確認した。</p> <p>色度が 40 度程度の原水の場合、生物処理槽に粉末活性炭を 50mg/L 添加することで、処理水色度を 5 度以下にでき、再生水として良好な水質が得られることを確認した。</p> <p>また、T-N が 30mg/L、T-P が 4mg/L 程度の原水の場合、同様に生物処理槽に PAC を 4mg-Al/L 添加することで、処理水 T-N を 5mg/L 以下、T-P を 0.5mg/L 以下とすることができ、確認した。</p> <p>なお、BOD 処理については、安定して 99%の除去率が得られることを確認した。</p> <p>【経済性、コスト削減効果】</p> <p>1,000m<sup>3</sup>/日規模の場合の建設コストは、約 700～800 百万円と試算された。なお、システムの主要な部分を占める回転平膜分離ユニットのスケールアップメリットが少ないため、システム全体としてもスケールメリットが少ない結果となった。</p> <p>運転コストは、170～185 円/m<sup>3</sup>と、一般の再生コスト(200 円/m<sup>3</sup> 前後)より低減される可能性が示された。なお、運転コストについては、膜交換費が約半分を占めており、さらなる膜原価低減が望まれる。</p> <p>【まとめ】</p> <p>良好な処理水質と処理安定性に優れたシステムであることを確認した。</p> <p>システムの中心となる回転平膜分離ユニットについてのスケールアップメリットが少ないため、システム全体のスケールメリットも少なく、あまり大容量の規模のシステムよりは、1,000m<sup>3</sup>/日以下のシステムへの適用が適していると考えられる。また、運転コストのうち約半分を占める膜交換費の低減が望まれる。</p> |

|             |                                  |
|-------------|----------------------------------|
| 7. 事業<br>分類 | 通商産業省請負事業<br>共同・協力団体：日立プラント建設(株) |
|-------------|----------------------------------|

|                                                     |                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術                                                | 1.3.8 UASB と好気スポンジ担体(DHS)による廃水処理                                                                                                                                                 |
| 2.事業<br>名                                           | 無曝気・省エネルギー型次世代水資源循環技術開発<br>2006(H18)～2008(H20)年度                                                                                                                                 |
| 3.キーワード                                             | 無曝気、UASB、DHS、下水、工場廃水、BOD、SS、省エネルギー、汚泥減容化                                                                                                                                         |
| 4.目的<br>背景                                          | 所用動力が少なく、汚泥発生も少ない嫌気性処理の利点と、良好な処理水質が得られる好気性処理の利点の双方の特長を生かし、かつ双方の欠点を克服した省エネルギー性に優れた廃水処理技術を開発する。                                                                                    |
| 5.研究<br>内容                                          | <p>(1) 概要： 活性汚泥法に代わる曝気動力を必要としない排水処理技術。前段に上向流式嫌気反応槽UASBにより、無加温嫌気性処理を行い、後段の下降流式好気反応槽の中のスポンジ担体DHSに排水を滴下させ、空気中の酸素により好気性処理を曝気ブローなしで行う。</p> <p style="text-align: right;">開発技術の概念図</p> |
| <p>実証試験パイロットプラント<br/>処理量は<br/>50m<sup>3</sup>/d</p> |                                                                                                                                                                                  |



| 6.研究<br>成果                                                                                                                                                                                      | (1) 成果                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------|----------|-----------------|---------------------|-----------------|-------|------|-------------------|----|
|                                                                                                                                                                                                 | <table><tr><th>項 目</th><th>活性汚泥法との比較</th></tr><tr><td>エネルギー消費量</td><td>－78%（水処理のみ－73%）</td></tr><tr><td>CO<sub>2</sub> 排出量</td><td>－77%（水処理のみ－73%）</td></tr><tr><td>汚泥発生量</td><td>－85%</td></tr><tr><td>水質（BOD, SS, 大腸菌群）</td><td>同等</td></tr></table> | 項 目             | 活性汚泥法との比較 | エネルギー消費量 | －78%（水処理のみ－73%） | CO <sub>2</sub> 排出量 | －77%（水処理のみ－73%） | 汚泥発生量 | －85% | 水質（BOD, SS, 大腸菌群） | 同等 |
|                                                                                                                                                                                                 | 項 目                                                                                                                                                                                                                                                    | 活性汚泥法との比較       |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
|                                                                                                                                                                                                 | エネルギー消費量                                                                                                                                                                                                                                               | －78%（水処理のみ－73%） |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
|                                                                                                                                                                                                 | CO <sub>2</sub> 排出量                                                                                                                                                                                                                                    | －77%（水処理のみ－73%） |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
|                                                                                                                                                                                                 | 汚泥発生量                                                                                                                                                                                                                                                  | －85%            |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
|                                                                                                                                                                                                 | 水質（BOD, SS, 大腸菌群）                                                                                                                                                                                                                                      | 同等              |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
|                                                                                                                                                                                                 | (2) 運転条件                                                                                                                                                                                                                                               |                 |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
|                                                                                                                                                                                                 | 流入水：下水                                                                                                                                                                                                                                                 |                 |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
|                                                                                                                                                                                                 | システム：UASB+DHS+砂ろ過                                                                                                                                                                                                                                      |                 |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
| UASB の HRT は 10hr、水面積負荷は 0.5 m/hr                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
| DHS の HRT は 2.5hr、BOD 容積負荷は <0.5kgBOD/m <sup>3</sup> /d                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
| (3) 経済性、コスト削減効果：                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
| 標準活性汚泥法に比べて汚泥処理・エネルギー費を削減可能であり、処理場の維持管理費の約 2 割、建設費も含めた全費用の約 1 割を削減できる可能性がある。経済的な利点から、従来システムに代わる技術として期待される。                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
| (4) まとめ                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
| UASB と DHS を組み合わせ、消費エネルギーを 70%削減、CO <sub>2</sub> 排出量を同 70%削減、汚泥発生量を同 70%削減、処理水質は BOD、SS、大腸菌群数は現状活性汚泥法と同程と言う開発目標を達成できた。ただし冬期に UASB の処理機能低下に伴い処理水 SS が増加する傾向があり、活性汚泥処理と同等の水質を維持するためには砂ろ過の付加が望ましい。 |                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |
| 7.事業<br>分類                                                                                                                                                                                      | NEDO 共同研究事業（プロジェクト番号 P06039）<br>共同・協力団体：荏原エンジニアリングサービス、三機工業、土木研究所、                                                                                                                                                                                     |                 |           |          |                 |                     |                 |       |      |                   |    |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.3.9 UASB 法による食品工場廃水の処理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 2.事業<br>名  | 地球温暖化防止廃水処理技術の実用化に関する研究協力 (タイ)<br>1998(H10)～2000(H12)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3.キーワード    | UASB 法、食品工場廃水、タイ国、実証プラント                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 4.目的<br>背景 | <p>タイ国においては近年工業化が進展しているが、産業廃水による環境への影響が著しく増加している。特に、主要産業である食品工場からの高濃度の有機物を含んだ廃水の処理については、ラグーン(工場からの廃水を溜めて浄化する池)処理がほとんどを占めており、温室効果ガスであるメタンガスを多量に排出しているとともに、河川の水質汚濁の原因にもなっている。食品工場から発生する BOD 総量は 1997 年で約 2,100 トン/年にも達しており、ラグーンから発生するメタンガス量は約 80 万 m<sup>3</sup>/日と推定されている。</p> <p>そのため、①エネルギーの損失、②地球温暖化の促進、③臭気の発生による環境の悪化、④汚泥の処理・処分の問題、⑤BOD 排出規制値(20mg/L 以下)の未達等が問題になっており、その対策が急務となっている。このため、タイ国政府は 1997 年 5 月に開催されたグリーン・エイド・プラン (GAP) の政策対話の場を通じて、地球環境保全という観点から我が国において実用化されているメタンガスの回収を行う高効率の嫌気性廃水処理技術の導入及び普及を強く要請した。</p> <p>本研究協力事業は、1993 年度から 1997 年度までの 5 年間に、タイ国において既に</p> |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |         |          |     |      |            |       |     |    |     |            |       |     |    |      |       |         |         |         |         |           |       |     |    |     |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|----------|-----|------|------------|-------|-----|----|-----|------------|-------|-----|----|------|-------|---------|---------|---------|---------|-----------|-------|-----|----|-----|
|            | <p>実施した NEDO 委託事業の「産業廃水等の簡易浄化システムに関する研究協力」におけるパイロットプラントでの運転研究の成果を反映して、1998 年度より 2000 年度まで「地球温暖化防止廃水処理技術の実用化に関する研究協力」として UASB 法・活性汚泥法からなる実証プラントの設計・建設、実用化に関する研究協力を行い、本廃水処理システムのタイ国への普及・促進を図ることにより、地球温暖化防止に寄与することを目的とする。</p> <p>さらに、本実用化研究を通じてタイ国側カウンターパートである工業省工場局（DIW）、科学技術研究所（TISTR）に対して設備の設計手法、運転技術及びメンテナンス手法等の技術移転を行う。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |         |          |     |      |            |       |     |    |     |            |       |     |    |      |       |         |         |         |         |           |       |     |    |     |
| 5.研究<br>内容 | <p>【廃水処理フロー】</p> <p>廃水 → <span>調整槽</span> → <span>沈殿槽</span> → <span>中和槽</span> → <span>UASB リアクター</span> →</p> <p>1000m<sup>3</sup> SS&lt;500mg/L pH7 930 m<sup>3</sup></p> <p><span>活性汚泥処理</span> → <span>沈殿槽</span> → 放流</p> <p>720 m<sup>3</sup></p> <p>バイオガス処理フロー（脱硫）</p> <p><span>UASB リアクター</span> → <span>脱硫タンク</span> → <span>脱硫塔</span></p> <p>(酸化処理) (酸化鉄による化学吸着)</p> <p>【運転条件】</p> <p>原廃水量：2,000m<sup>3</sup>/日（米粉工場廃水）</p> <p>原廃水の性状：BOD=2,500mg/L、COD=3,800mg/L、SS=1,200mg/L、pH=4.6-6.0、温度=27-33℃</p> <p>UASB</p> <p>種汚泥：日本から移送、約 30,000mg/L 投入</p> <p>入口 SS 濃度：500mg/L 以下</p> <p>入口 pH：7</p> <p>活性汚泥</p> <p>種汚泥：パイナップル工場の活性汚泥</p> <p>MLSS：2,000-3,000mg/L</p> <p>DO：0.8-1.0mg/L</p>                                                                                                                                                      |          |         |          |     |      |            |       |     |    |     |            |       |     |    |      |       |         |         |         |         |           |       |     |    |     |
| 6.研究<br>成果 | <p>(1) 1993 年度から 1997 年度にかけて実施されたパイロットプラントでの研究協力での成果を基に、UASB 法による実証プラントの建設及び運転を実施した。通常 UASB は SS が多い廃水に対しては適用されないが、この食品工場の場合には蛋白系の SS が 2,000mg/L から 3,000mg/L 含まれ、工場の操業状況に応じて大きく変動する。この変動する高濃度の SS を UASB リアクターの入口で 500mg/L 以下に制御しながら運転する必要があった。実証プラントの運転は安定して継続することができ、高濃度の SS が含まれる廃水に対して UASB 法が適用できることが証明された。処理水は、タイ国の排水基準を満足するものであり、メタンを主成分とするバイオガスの回収も可能であり、当初の目標を満足するものであった。主要運転データは以下のとおりである。</p> <p>水質のデータ</p> <table><tr><td></td><td>原廃水</td><td>UASB 処理水</td><td>放流水</td><td>排水基準</td></tr><tr><td>BOD (mg/L)</td><td>2,300</td><td>140</td><td>15</td><td>&lt;60</td></tr><tr><td>COD (mg/L)</td><td>3,800</td><td>370</td><td>40</td><td>&lt;120</td></tr><tr><td>pH（－）</td><td>4.6-6.0</td><td>6.9-8.1</td><td>7.7-8.8</td><td>5.5-9.0</td></tr><tr><td>SS (mg/L)</td><td>1,300</td><td>180</td><td>12</td><td>&lt;50</td></tr></table> |          | 原廃水     | UASB 処理水 | 放流水 | 排水基準 | BOD (mg/L) | 2,300 | 140 | 15 | <60 | COD (mg/L) | 3,800 | 370 | 40 | <120 | pH（－） | 4.6-6.0 | 6.9-8.1 | 7.7-8.8 | 5.5-9.0 | SS (mg/L) | 1,300 | 180 | 12 | <50 |
|            | 原廃水                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | UASB 処理水 | 放流水     | 排水基準     |     |      |            |       |     |    |     |            |       |     |    |      |       |         |         |         |         |           |       |     |    |     |
| BOD (mg/L) | 2,300                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 140      | 15      | <60      |     |      |            |       |     |    |     |            |       |     |    |      |       |         |         |         |         |           |       |     |    |     |
| COD (mg/L) | 3,800                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 370      | 40      | <120     |     |      |            |       |     |    |     |            |       |     |    |      |       |         |         |         |         |           |       |     |    |     |
| pH（－）      | 4.6-6.0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6.9-8.1  | 7.7-8.8 | 5.5-9.0  |     |      |            |       |     |    |     |            |       |     |    |      |       |         |         |         |         |           |       |     |    |     |
| SS (mg/L)  | 1,300                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 180      | 12      | <50      |     |      |            |       |     |    |     |            |       |     |    |      |       |         |         |         |         |           |       |     |    |     |

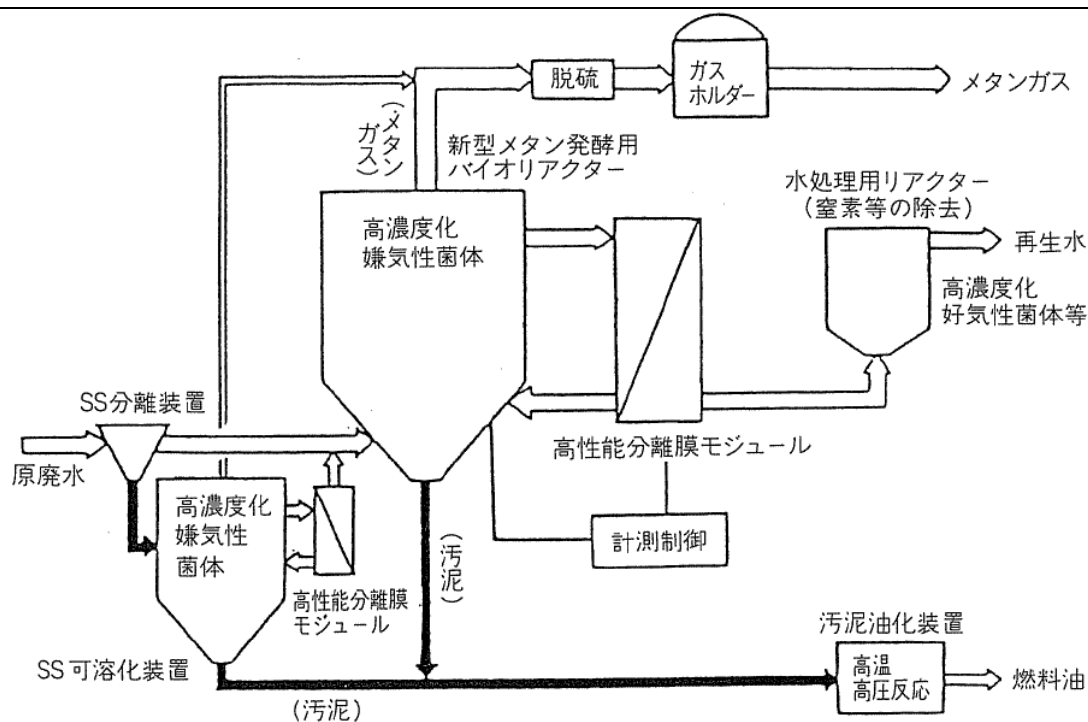
|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <p>バイオガスのデータ<br/> バイオガス発生量：0.8Nm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>（処理水）<br/> バイオガスの組成（脱硫後）：CH<sub>4</sub> 78%、CO<sub>2</sub> 22%、H<sub>2</sub>S 12ppm<br/> メタン生成量：0.34N m<sup>3</sup>/kg-COD</p> <p>(2) タイ国側カウンターパートである工業省工場局（DIW）、科学技術研究所（TISTR）に対して設備の設計手法、運転技術及びメンテナンス手法等の技術移転を行った。</p> <p>(3) 実証プラントの竣工式は、シリントン王女臨席のもとに開催され、工業大臣以下、県知事、関係諸団体等 1,000 名を超える参加者があったほか、TV 各社の報道機関の取材もあり、ニュースとして報道された。このことは、その後の技術普及活動に非常に有効であり、タイ国の環境技術者協会のメンバーをはじめ政府関係機関、コンサルタント、地方自治体、研究所、大学等から多数の見学者が訪れた。その数は、2000 年から 2001 年 3 月末で 4,000 名以上となった。</p> |
| 7. 事業分類 | <p>NEDO 助成事業</p> <p>カウンターパート：タイ国工業省工場局（DIW）、化学技術環境省科学技術研究所（TISTR）</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.3.10 プレコートフィルターと UASB による焼酎蒸留廃液の処理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 2.事業名   | <p>焼酎蒸留廃液の高効率処理技術の開発</p> <p>1997(H9)～1999(H11)年度</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3.キーワード | 焼酎蒸留廃液、UASB、嫌気処理、固液分離、プレコートフィルター、メタンガス、エネルギー回収                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4.目的背景  | <p>焼酎蒸留廃液の BOD 濃度は 70,000～100,000mg/L あり、廃液には微生物の栄養源となる有機物などが多量に含まれているため、富栄養化現象を招く恐れがある。焼酎蒸留廃液は固液分離が難しく、満足な処理方法がないことや処理コスト面から廃液の大部分を海洋投棄に頼っており、地球環境保全の面からも効率的処理システムの開発が急務となっている。</p> <p>種々のプロジェクトを実施してきた経験から、焼酎蒸留廃液を処理するには生物処理が最も適していること、中でも UASB（上向流嫌気性汚泥床）方式の嫌気性生物処理がランニングコストも低く、効率も良いことがわかってきた。しかし、UASB を適用するには、前処理としての固形物除去装置が必須であることも明らかになってきた。そこでこれら一連の処理システムを構築し、ランニングコストの安価な石油代替可能な、省エネルギー型処理装置を提供するための実証試験を行うことを目的とした。</p> |
| 5.研究内容  | <p>実験装置のブロックフローを下図に示す。</p> <p>研究内容としては、以下の項目について実施した。</p> <p>(1) プレコートフィルター（ろ過脱水）処理</p> <p>(2) UASB 処理</p> <p>(3) 嫌気・好気処理</p> <p>(4) メタンガス回収</p> <p>(5) ケイソウ土回収、再利用</p>                                                                                                                                                                                                                                                             |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 6.研究<br>成果 | <p>(1) プレコートフィルター（ろ過脱水）処理については、麦焼酎蒸留粕の濃度が他（芋、米）の粕に比較して高いこと等からプレコート脱水回数（サイクル運転回数）が増える傾向にあり実質運転時間が長くなるが、他の粕も含めて安定したろ液とケーキ含水率が得られた。ろ液の安定性は後処理の UASB に、またケーキ含水率は燃焼炉に対して安定した運転、処理を可能にした。</p> <p>(2) UASB 処理については、芋、麦焼酎蒸留粕の脱水ろ液に対して安定した処理性が得られたが、麦焼酎蒸留粕の場合、BOD 濃度が高いため UASB リアクター流入水濃度を芋粕処理濃度程度（BOD 10,000～15,000mg/L）までに希釈する必要があった。高濃度有機物及びアンモニア阻害が原因していると考えられる。</p> <p>(3) 嫌気・好気処理については、嫌気・好気処理は従来の活性汚泥処理同様に UASB 処理水の高度処理が可能であった。また、処理水の再利用も可能であった。</p> <p>(4) メタンガス回収については、UASB 処理に伴って発生するメタンガスの回収により、UASB 流入水の加温、さらに余剰のメタンガスをケイソウ土回収設備の燃焼炉に供給し、重油の一部代替燃料としての利用が可能であった。</p> <p>(5) ケイソウ土回収及び再利用については、脱水ケーキを燃焼炉で燃焼し、燃焼後に残ったケイソウ土を回収してプレコートフィルター（ろ過脱水）のろ過助剤として再利用することが可能であった。わずかな残さとして排出されるケイソウ土塊も再度燃焼炉へ供給することで系外への廃棄物をゼロにすることも可能であった。</p> <p>本技術開発事業では、「焼酎蒸留廃液の高効率処理技術の開発」をテーマとしてランニングコストが安価で石油代替可能な、省エネルギー型処理装置のシステム構築、そしてその成果を広く中小企業に普及することを目指してきたが、所期の目的を十分達成することができた。</p> <p>本技術は、処分困難な焼酎蒸留粕を処理する上で低ランニングコスト、高効率処理に最適な UASB 処理及び発生メタンガスの有効利用、またこれらを安定運転するための前処理装置であるプレコートフィルターの利用、さらに脱水ケーキを燃焼処分して残ったケイソウ土を再利用するケイソウ土回収、そしてこれらのシステム構築等、多くの開発目標を掲げた。</p> <p>焼酎蒸留粕は他の有機廃水に比較して有機物濃度が極めて高いこと等から、満足な処理方法が確立されていないことや処理コスト面等から、やむなく海洋投入や畑地還元による処分を頼らざるを得ない状況にあり、地球環境保全の面からも本技術の開発意義は高いと考える。</p> <p>しかしながら、中小の企業が本システムを採用するに当たっては、可能な限り安価な建設費、容易な維持管理が要求される。</p> <p>したがって、今後、本開発成果を中小企業ユーザーに普及させていくためには、次のような</p> |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <p>開発を引き続いて行うことが望ましい。</p> <p>(1) 安定処理、容易な維持管理を保持した上での処理フローの簡略化、低価格化</p> <p>(2) 燃焼炉の排熱を利用するなど、さらなる省エネルギー型、低ランニングコスト化装置のシステム化</p> <p>また、運転研究結果を基に本システムについて、代表的な焼酎工場の姿を想定した前提条件等を基に経済性評価を行った結果、およそ 4,000 円/m<sup>3</sup>～4,500 円/m<sup>3</sup> の範囲にあり、現状での海洋投棄が概ね 3,000～5,000 円/m<sup>3</sup> であることから、十分に比較対象になり得るものと思われる。</p> |
| 7.事業分類 | 「機械工業振興資金補助事業」(中小企業総合事業団委託事業)<br>共同・協力団体:富士化水工業(株)                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.3.11 膜分離技術と嫌気性メタン発酵を組み合わせた排水処理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2.事業名   | 水総合再生利用システム研究開発(アクアルネッサンス '90 計画)<br>1985(S60)～1990(H2)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 3.キーワード | アクアルネッサンス、膜分離 嫌気性処理、メタン発酵、複合型、排水処理、再生利用                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 4.目的背景  | <p>現在の水処理技術は活性汚泥法など好気性の生物処理法を中心として確立され、処理の効率の向上の努力が続けられており、またこれに加えて高度処理技術の導入が行われている。しかしながら、この現行の水処理システムは通常処理、高度処理とも沈殿処理に依存する多段階プロセスから成っており、活性汚泥等の沈降性が重要な管理指標になっている。また沈殿地が広大な処理場用地を必要としており、地価の極めて高い我が国においては、所要敷地面積の少ない水処理技術の開発が待たれている。</p> <p>また、廃水処理に伴って発生する汚泥については、その埋立地の確保が困難となっており、余剰汚泥の生成量の少ない水処理方法が必要となっている。</p> <p>一方、水資源の高度利用を進めるために処理水質を向上させることは、必然的にエネルギー消費量の増大を伴うため、省エネルギーが可能な低コストの水処理技術が求められている。</p> <p>我が国はエネルギー資源に乏しく、またそのエネルギーの石油依存度が高く、都市ゴミ、産業廃棄物、あるいはバイオマスの利用とともに、汚水中あるいは、汚泥中の有機物の嫌気性処理によるメタンの取得も、この石油代替エネルギー源の開発の一環として期待される分野である。</p> <p>上述の水資源をめぐる状況、新たな水処理技術ならびに代替エネルギー源の開発の重要性に鑑み、かつ最近発展の著しいバイオテクノロジー、膜分離技術等の先端技術の応用に期待して、通商産業省は、この「大型工業技術開発制度」に基づいて、新たな水処理技術システムの開発プロジェクト「水総合再生利用システムの研究開発」(愛称「アクアルネッサンス '90 計画」)を昭和 60 年度に発足させ、平成 2 年度まで 6 年間の研究開発を行った。</p> |
| 5.研究内容  | <p>本プロジェクトの要素技術の研究開発は、昭和 61 年度から行われ、その後 7 種類の廃水を対象としてベンチスケールの小型試験装置による運転研究及び 2 基のパイロットプラントによる実証運転を実施した。</p> <p>なお、この他に国立研究所を中心として、微生物の探索・育種や膜素材についての基礎技術の研究開発も実施された。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |



水総合再生利用システムの概念フロー

#### (1) 嫌気性バイオリアクターの開発（要素技術）

リアクター内の微生物の高濃度保持などによって高効率のメタン発酵を行うこと、メタンガスの回収量を多くすること、余剰汚泥の発生量を大幅に減少させること、低コストで処理できること等がバイオリアクターの開発課題である。

バイオリアクターの開発は、本プロジェクトの中核であり、そのうえ、対象廃水も多様であるので、低濃度廃水用 4 方式、高濃度廃水用 4 方式、合わせて 8 方式の開発を行った。

#### (2) 膜モジュールの開発（要素技術）

本プロジェクトの水処理システムに組み込む膜モジュールは、極めて懸濁物質濃度の高い廃水を処理するものである。従って、開発する膜モジュールには、汚れに強く、洗浄が容易なこと、耐久性のあること、懸濁物濃度の高い水でも透水性の高いことなどが要求される。

このような課題に対し、有機膜モジュール 3 方式、無機膜モジュール 3 方式、合わせて 6 方式の開発を行った。

#### (3) 計測制御システムの開発（要素技術）

計測技術に関しては、蛍光画像処理によってメタン生成菌の活性度を測定する技術の開発を行った。制御システムに関しては、バイオリアクターと膜を組み合わせた系の数値モデルによるシミュレーションを取り入れた数値制御、知識工学の手法によるエキスパートシステムを応用したプラント制御システムの開発を行った。

#### (4) 懸濁物分離・濃縮技術の開発（要素技術）

廃水から懸濁物を分離して、それを別途可溶化及びメタン発酵処理することは、水処理の効率化、メタン回収の面から合理的である。このため、簡易で運転コストの低い懸濁物分離濃縮装置として、微細孔径スクリーンを用いる方式、ポリウレタンフォームを捕集材として用いる方式の開発を行った。

#### (5) 水処理リアクターの開発

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>下水、廃水等に含まれる窒素、及び有機物を効率的に除去し、再生利用可能な処理水を得るための技術として、回転平膜モジュールを組み込んだ生物学的窒素除去バイオリアクターの開発を行った。</p> <p>(6) 汚泥油化技術の開発</p> <p>下水、廃水の処理設備から大量に排出される有機性汚泥を、高温、高压下(約 300℃、100kg/cm<sup>2</sup>) で、触媒を用いず、熱化学的に処理し、重油状の液体燃料を得る技術の開発を行った。</p> <p>(7) ベンチプラントの運転研究(システム化研究)</p> <p>個々の要素技術を組み合わせ、システムとしての実廃水への適用性を試験するため、7種類の廃水を対象に、種々の型式のバイオリアクター、膜モジュール、前処理設備などを組み合わせたベンチスケールの試験装置により運転研究を行った。</p> <p>(8) パイロットプラントの運転研究(実証研究)</p> <p>システムの適用範囲、普及による経済効果等を勘案して、高濃度廃水、低濃度廃水をそれぞれ代表する2つのパイロットプラントを建設し、運転研究を行った。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 6.研究<br>成果 | <p>本プロジェクトで開発された技術は正に時代にマッチしたものであると言える。すなわち下水、し尿、産業廃水等の各種有機性廃水にバイオテクノロジーと膜分離技術との複合化による高効率で経済性の高い新しい水再生利用システムを開発することによって、エネルギー資源としてのメタンガスの回収と廃棄物としての有機汚泥の減量化を図ると同時に水資源として再利用可能な処理水を得ることが可能となり、社会の発展に大きく貢献することができる。</p> <p>本プロジェクトで開発した技術の最大の特徴として列挙されるべきことは、膜複合型嫌気方式という組み合わせシステムの開発により、従来は処理が困難とされていた難分解性物質を含む種々の有機廃水から高効率でメタンガスを回収するとともに、浄化された処理水を容易に得ることのできるプロセスを開発したことにある。</p> <p>なお、このほかの特徴を列挙すると、つぎのとおりである。</p> <p>(1) 高 BOD 除去率の達成</p> <p>(2) 後処理の負荷低減</p> <p>(3) 設置面積の大幅な節減</p> <p>(4) ろ液の清澄度安定維持</p> <p>(5) 流量、温度の変動にも安定的に対応</p> <p>(6) 運転のスタートアップ時間の短縮</p> <p>(7) HRT と独立した SRT の制御</p> <p>6 年間にわたる研究活動によって開発されたアクアプロセスは、従来のメタン発酵処理方式に比べて今後の社会的要請に合致した優れた廃水の再生処理技術の一つとして提示することができたといえる。しかしながら、廃水の性状はプロセスごとにその趣を異にするのが普通であり、この開発期間で全てを網羅したものではない。</p> <p>今後とも対象廃水の拡大や、システム化研究を発展させていく過程で、より合理的で経済性の高いシステムとして完成させていくこと、またその時代ごとの社会経済情勢とニーズを的確にとらえることにより開発技術の実用化と普及が図られることが必要である。</p> |
| 7.事業<br>分類 | <p>NEDO 委託事業、経済産業省委託事業</p> <p>共同・協力団体: アクアルネサンス技術研究組合(20 社、2 団体)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.3.12 家庭ごみの粉碎と下水道運搬によるメタンガスの回収                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2.事業名   | 高効率メタンガス製造技術開発 廃棄物等利用メタンガス製造システムの技術開発<br>1991(H3)～1995(H7)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 3.キーワード | 廃棄物、厨芥、メタン、下水、家庭ごみ、可溶化                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 4.目的背景  | <p>近年、生活レベルの向上等により、ごみの発生量は増加の一途をたどり、収集されたごみの大部分は焼却され、最終的に埋立処分されているものの、プラスチックごみの割合が増えているため、大気汚染、酸性雨などによる地球環境への影響が深刻になってきた。また、埋め立て処分地の確保、焼却処理場の建設、ごみ収集車による交通渋滞と排ガス、ごみ集積場の衛生面等が社会問題となっている。</p> <p>一方、下水道処理施設については、人口 100 万人以上の大都市では普及率が 95%であるのに対し、郡市の規模が小さくなるのに従って普及率も低くなっている。今後は、5 万人以下の小規模都市に適したごみ処理技術と下水処理施設が併設されたシステムの開発を進めていかなければならない状況にある。</p> <p>本研究開発では、廃棄物等に含まれているエネルギーに着目し、これを水溶性の有機物に変換する可溶化技術とアクアルネッサンス '90 計画で開発されたメタン発酵技術を利用してメタンガスとして回収するとともに、排水の再生処理も行える“環境にやさしい新しいシステム”を構築しようとするものである。</p>   |
| 5.研究内容  | <p>厨芥ごみばかりでなく、紙やプラスチックまで破砕して流体輸送し、可溶化処理したのちに、メタンガスとして回収するシステムは、これまでのところほとんど行われておらず、このシステムを実用化するには多くの技術課題がある。本研究開発では、このようなシステムの中核となる“可溶化処理”及び“メタン発酵”に関する要素技術について、その可能性を探ることが主な研究課題である。</p> <p>(1) 都市ごみ廃棄物：(調査研究：ごみ及び生活排水等の組成分析)</p> <p>(2) 破 砕・輸 送：(システム・調査研究)</p> <p>(3) 可溶化処理：(要素技術開発) 物理化学的可溶化、生物学的可溶化</p> <p>(4) メタン発酵処理：(要素技術開発) 膜型発酵(物理化学的可溶化液、生物的可溶化液)、UASB 型発酵(物理化学的可溶化液)</p> <p>(5) 排水高度処理：(システム・調査研究)</p> <p>(6) 利 用 技 術：(調査研究：回収熟、生成ガス及び再生水の利用)</p>                                               |
| 6.研究成果  | <p>生活廃棄物及び生活排水から物理化学的可溶化及び高温メタン発酵処理によりメタンガスを回収するという新しい構想に基づくシステムに取り組み、“可溶化”、“高温メタン発酵”という基幹的な技術に対して技術基盤を確立することができた。研究成果を生かしながら、新しい社会システムとして実用化を図っていくためには、パイロットプラント規模試験により実用装置上の課題を解決し、装置設計に必要な基礎データを習得するとともに、本調査研究で行われた周辺技術に関する情報を整理し、より高度なシステム効率化を図る必要がある。</p> <p>残された課題、未解決の問題点等について以下にまとめた。</p> <p>(1) 従来法との比較</p> <p>本システムの評価を行うに当たっては、環境に悪影響を与えず廃棄物からできるだけ多くのエネルギーを回収するという前提が必要であり、この点では、本報告書で仮定した従来法モデルは正しい。しかし、実際のモデルがないため、想定したコストの算出方法などの細部の点については、今後厳密に検討することが必要となるであろう。</p> <p>(2) 破砕された厨芥の水搬送</p> |



|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>本システムでは厨芥をディスポーザーで破碎し、排水と共に排水管で前処理装置まで運ぶことは、我が国では現在実験なども含めて検討段階にあり、これらの検討結果を待って具体的な本システムの導入に関して検討をする必要がある。</p> <p>(3) 物理化学的可溶化工程の建設コストの低減</p> <p>本システムの中で破碎選別工程と物理化学的可溶化工程は、中核的なプロセスであり、建設コストからみると全体の 43%を占める。従って、この二つの工程の建設コストの低減が経済性の改善には必修である。</p> <p>(4) SS 濃度の高い生物可溶化処理液におけるメタン発酵工程の消費電力削減</p> <p>厨芥や排水有機物の生物的可溶化液の SS 濃度が高い場合、高温メタン発酵は膜型を使用した。よりコスト低減を図るためには、さらに少ない消費電力でメタン発酵可能な装置の検討が必要である。</p> <p>(5) 物理化学的可溶化工程の高効率化</p> <p>本システムの中核をなす物理化学的可溶化工程のエネルギー収支は、エンタルピー収支が 47%、エクセルギー収支が 21%であった。この値は、現存する 28,000 人規模の焼却施設と比べればかなり良いシステムといえるが、ごみ焼却発電の行われているような 15 万人規模以上のシステムに比べて優位であるとはいえない。さらに、この可溶化工程の高効率化の検討が必要である。</p> <p>(6) 制度的な問題点</p> <p>現在、ごみ（廃棄物）処理は厚生省、下水は建設省の所轄事項として実施されており、本システムの導入に際しては、2 省庁間の調整が必要となると思われる。</p> <p>現在、下水処理は料金収入を財源としているのに対し、ごみ処理は一般会計により賄われているため、将来、料金制度の推移を見極めながら検討する必要がある。</p> <p>(7) 普及策</p> <p>段階的には、前記のような技術的な課題を解決していくとともに、パイロット規模での実証運転とモデル地域におけるデモンストレーション等が必要である。また、本システムの適用対象としては、住宅団地からの厨芥、プラスチック等を含む都市ごみのほか産業系廃棄物（特に、食品関係、水産加工等）が想定される。</p> |
| 7.事業<br>分類 | <p>NEDO 委託事業</p> <p>共同実施団体：大阪ガス(株)、日立プラント建設(株)、神鋼パンテック(株)、(株)コバルコ科研、(株)大林組、(株)明電舎</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.3.13 RABR (可逆流嫌気バッフル反応槽) によるパーム廃液の処理                                                                                                                                                                                                                              |
| 2.事業<br>名  | <p>新型高速メタン発酵システムのパーム廃液への応用研究と普及</p> <p>2005(H17)～2006(H18)年度、</p>                                                                                                                                                                                                   |
| 3.キーワード    | UASB、RABR、メタン、温室効果ガス削減、CDM、パーム油、POME、マレーシア                                                                                                                                                                                                                          |
| 4.目的<br>背景 | <p>パームオイル産業はマレーシアやインドネシアにおいて最も重要な産業の一つである。その生産過程で発生するパームオイル工場廃液 (POEM) は、高い浮遊物質 (SS) 濃度や油分を含む高濃度有機性廃水である。POME 廃液処理に日本で開発された新型メタン発酵処理 (Reversible-flow Anaerobic Baffled Reactor: RABR) の適用実証試験を行い、その処理性能と最適操作条件を把握し、商業プラントの設計 FS を行うことで、その実用性、経済性を検討することを目的とした。</p> |

|                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>5.研究<br/>内容</p> | <p>(1) 概要:日本、及びマレーシアの大学、研究機関、民間企業と研究コンソーシアムを作り、RABR を POME に適用するための実証試験をマレーシアで行い、処理能力、処理性能、最適操作条件の把握を行った。実証試験結果を基に、商業プラント規模の FS を行い、実用性、経済性の検討と、CDM の適用可能性調査を行った。</p> <div data-bbox="493 407 1287 736" data-label="Diagram"> </div> <p>技術の概念図</p> <div data-bbox="561 817 1160 1258" data-label="Image"> </div> <p>実証試験パイロットプラント、反応槽容積 <math>50\text{m}^3 \times 4</math> 槽<br/>内部にバフフル1枚を設置した反応槽をシリーズに繋いでいる</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>6.研究<br/>成果</p> | <p>(1) 成果:全 COD 除去率は 91%、溶解性 COD 除去率は 94%であり、高い除去性能が得られた。但し、POME 原水の希釈率を下げ、流入 COD 濃度を上げることで発泡やスカム生成が著しくなる傾向があることから、その対策が必要であった。放流水 COD 濃度 <math>100\text{mg/L}</math> の基準に対応できる商業処理プラントの設計 FS では、果房(Fresh Fruit Bunches :FFB) <math>30\text{t/h}</math>、POME 排水量 <math>500\text{m}^3/\text{d}</math> の条件で処理設備を検討した。処理に要する消費動力は約 <math>1,000\text{kWh/d}</math> であったが、発生メタンガスをガスエンジンで発電することで処理に必要な電力を賄い、余剰電力として更に約 <math>10,000\text{kWh/d}</math> 得られることが示された。また、スカム対策や流入 SS の保持時間を高めることで余剰電力を更に増やせる可能性のあることも示唆された。</p> <p>(2) 運転条件: RABR での滞留時間は 10 日、COD 容積負荷は <math>7\text{kgCOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}</math> である。</p> <p>(3) 経済性、コスト削減効果: 既存の嫌気性ラグーン処理をベースラインとして、適用手順、事業性について可能性を検討した。簡易な試算とするため発生ガスは、直接ガス・グリッドへ売るものとした。その結果、初期投資額が <math>10\text{M RM}</math> ではクレジット単価が <math>15 \text{US}\\$/\text{CO}_2</math> 以上であれば魅力あるものであることが示された。</p> <p>(4) まとめ: RABR メタン発酵システムは、高濃度の COD、SS 排水に対しても高い COD 負荷で COD 除去性能も高く取れる新しいメタン発酵処理方式である。阻害効果の高い油分を多く含む POME 排水に対する RABR 実証試験におけるメタン発酵処理の結果は、</p> |

|        |                                                                                                                           |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | COD 容積負荷 $7\text{kgCOD}/\text{m}^3\cdot\text{d}$ の処理が可能であり、COD 除去率も高いことが示された。しかし、一方で高負荷運転によるスカム生成の対策、メタン転換率の向上を図る課題も残された。 |
| 7.事業分類 | NEDO 提案公募型開発支援研究協力事業（プロジェクト番号 999999）<br>共同・協力団体：荏原製作所                                                                    |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.3.14 洗米排水の嫌気性処理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2.事業名   | 洗米排水の嫌気性処理技術及び発生メタンの有効利用システムの開発<br>1994(H6)～1997(H9)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 3.キーワード | 洗米排水、UASB、メタンガス、省エネルギー、省コスト                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 4.目的背景  | <p>清酒は、その製造に大量の水を必要とするが、環境問題・排水規制強化の進展等に伴い、その廃水処理対応が大きな課題となっている。</p> <p>特に、コメのみがき工程で発生する洗米排水は、高濃度の SS、BOD を含み、現状の好気性処理方式では広大な処理設備と大きな処理コストを必要とする。</p> <p>そこで、高濃度の洗米排水を効率よく処理することができる嫌気性処理技術を確立するとともに、処理時に発生するメタンガスを有効に活用するシステム開発することを目的として本事業を実施した。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5.研究内容  | <p>【処理フロー】</p> <p>処理システムの概念フローを以下に示す。</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph LR     A[洗米排水] --&gt; B[可溶化槽]     B --&gt; C[嫌気リアクター(UASB)]     C --&gt; D[好気性処理設備]     D --&gt; E[処理水]     C --&gt; F[ガス処理装置]     F --&gt; G[メタンガス] </pre> </div> <p>【概要】</p> <p>嫌気性処理設備と後処理設備(好気性処理設備)とからなり、このうち嫌気性処理設備は可溶化槽、UASB 式嫌気リアクター及びガス処理装置から構成される。</p> <p>可溶化槽では、加水分解菌や酸生成菌の働きにより、洗米排水中の固形成分を液状化すると同時に有機物を酢酸等の低級脂肪酸に低分子化する。</p> <p>嫌気リアクターでは、メタン菌の働きにより、可溶化槽で生成した低分子物質をメタン化する。ガス処理装置では、嫌気性処理設備で発生したガス中に含まれる硫化水素等の有害成分を除去し、またメタンガスをボイラーに安定供給するために貯留する。</p> <p>一方、後処理設備は曝気槽と沈殿槽とからなる活性汚泥処理装置と汚泥脱水機で構成される。</p> <p>処理水量: <math>10\text{m}^3/\text{日}</math><br/> 槽容量: 可溶化槽 <math>4.4\text{m}^3</math>、嫌気リアクター <math>8\text{m}^3</math>、ガスホルダー <math>2\text{m}^3</math></p> <p>【運転条件】</p> <p>可溶化槽及び嫌気リアクターの pH を一定値に保つため苛性ソーダを注入し、可溶化槽 pH を <math>5.5\sim 6.5</math>、嫌気リアクター pH を <math>6.5\sim 7</math> となるように調整した。後処理設備では、pH コントロールは行わなかった。</p> <p>また、可溶化槽及び嫌気リアクターの温度を <math>35^\circ\text{C}</math> となるよう、必要に応じて加熱した。後処理設備では、温度コントロールは行わなかった。</p> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |       |        |      |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|------|
|             | なお、処理水質の目標値を次のように設定した。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |        |      |
|             | 項目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 原水    | 嫌気性処理水 | 後処理水 |
|             | SS (mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 5,000 | 500    | 30   |
|             | BOD (mg/L)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4,000 | 400    | 20   |
| 6.研究<br>成果  | <p>【成果】</p> <p>(1) 嫌気性処理方式の実用化を達成<br/>高濃度の SS、BOD を含む洗米排水を、前処理で SS を除去することなく、かつ希釈することなく嫌気性処理し、所定の除去性能を得る廃水処理方式を実用化する技術を確立した。</p> <p>(2) メタンガスの有効利用システムの確立<br/>処理時に発生するメタンガスをボイラー燃料に活用し、嫌気性処理の温度維持あるいはその他の熱源として有効利用するシステムを確立した。</p> <p>(3) コンパクトな設備の確立<br/>従来の好気性処理方式に比較して、高負荷運転が可能であり、かつ沈殿池等が不要であることから、設備設置面積の少ないシステムとすることが可能となった。</p> <p>(4) 保守管理が容易なシステムの確立<br/>従来の好気性処理に比較して、曝気槽での溶存酸素濃度や汚泥濃度管理、沈殿池での汚泥沈降性等の管理が不要あるいは軽減化されているため、保守管理の容易なシステムが確立できた。</p> <p>【経済性、コスト削減効果】<br/>処理規模を 80m<sup>3</sup>/日としたとき、従来の凝集沈殿→曝気→沈殿 による処理に比べ、本システムでは、建設コストはほぼ同じ(従来法:123 百万円、本システム:122 百万円)であったが、運転コストは 52%(従来法:275 円/m<sup>3</sup>、本システム:142 円/m<sup>3</sup>)と試算された。</p> <p>【まとめ】<br/>本技術開発では、洗米排水の嫌気性処理技術を開発し、その処理過程で発生するメタンの有効利用によりエネルギー使用の合理化に資することが可能となった。<br/>本開発成果を普及促進していくためには、中小清酒製造業者に容易に導入可能なシステムとなるよう、処理フローの簡略等によるさらなる装置の低価格化を図る必要があると考えられる。</p> |       |        |      |
| 7. 事業<br>分類 | <p>中小企業事業团委託事業</p> <p>共同・協力団体: 神鋼パンテック(株)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |       |        |      |

|            |                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.3.15 アルコール蒸留廃液の嫌気性処理技術                                                                                                                                                                                             |
| 2.事業<br>名  | クローズド発酵システム化技術に関する研究開発<br>1990(H2)～1994(H6)年度                                                                                                                                                                        |
| 3.キーワード    | アルコール発酵廃液、蒸留廃液、油化、嫌気性処理、MBR                                                                                                                                                                                          |
| 4.目的<br>背景 | <p>アルコール蒸留廃液は、例えば焼酎製造において発酵・蒸留の際に発生し、製品とほぼ同量が排出される。本廃液は、有機物濃度が高く、飼料や肥料の原料として利用されるが、その加工に経費がかかり、また需要量にも限界がある。</p> <p>本研究では、各種バイオマス資源から発酵法によりエタノールを製造する際に発生する蒸留廃液を処理し、クローズド化を図ることにより製造工程の合理化ならびに環境汚染防止に貢献技術開発を行った。</p> |

|             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.研究<br>内容  | <p>【処理フロー】</p> <p>本廃液は、高濃度の懸濁物質を含む粘性の高いスラリー状の有機性廃液であることから、油化や嫌気性処理法による処理が考えられる。廃糖蜜を原料とする工業用アルコールの蒸留廃液を対象としたケースでは、油化、嫌気性処理などが行われたが、ここでは嫌気性処理法による焼酎蒸留廃液処理についての研究内容を示す。蒸留廃液処理の概念フローは以下のとおりである。</p> <div style="text-align: center;"> <pre>           graph LR             A[蒸留廃液] --&gt; B[嫌気リアクター]             B --&gt; C[膜分離]             C --&gt; D[処理水]             B --&gt; E[メタンガス]           </pre> </div> <p>【概要】</p> <p>原廃液として、焼酎の製造に伴い排出された焼酎廃液を、1mm メッシュのスクリーンで処理して用いた。</p> <p>嫌気リアクター内にスポンジ状の担体を投入し、後段に設置した分離膜を透過した液を処理水として引き抜いた。</p> <p>リアクター容積:20L</p> <p>分離膜:チューブラー型、ポリスルホン製、分画分子量 10,000</p> <p>【運転条件】</p> <p>種汚泥は、下水処理場の消化汚泥を用いた。供給廃液量を次第に増加させる方法で負荷を上昇させた。</p> <p>廃液をリアクターの上部から供給し、リアクター内を下降・循環させた。温度は 35℃の中温に、pH を 6.8 以上の中性域に制御した。</p> |
| 6.研究<br>成果  | <p>【成果】</p> <p>原廃液の BOD 濃度は 3 万～5 万 mg/L と非常に高濃度であったが、処理水水質はほとんど変動せず、BOD 濃度で 100mg/L 以下の、良好なレベルで維持された。</p> <p>スポンジ担体を投入しない場合、リアクター内の循環液の SS 濃度は 20,000mg/L 程度となり、これに比べると担体投入により流出する SS 濃度を 1/10 以下まで低減することができた。</p> <p>また、負荷を高め、5.9kg/m<sup>3</sup>・日の COD 負荷においても、COD 濃度 620mg/L(除去率 99%)と非常に良好な性能を示した。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 7. 事業<br>分類 | <p>(社)アルコール協会再委託事業</p> <p>共同・協力団体: (株)荏原製作所、三機工業(株)、富士化水工業(株)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|            |                                                                                                                                                                                 |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.3.16 生物学的脱窒素による下水の再生処理                                                                                                                                                        |
| 2.事業<br>名  | <p>富栄養物質の除去を中心とした下水再生利用技術開発実験</p> <p>1979 (S54) ～1981 (S56) 年度</p>                                                                                                              |
| 3.キーワード    | 生物学的脱窒素、生物脱窒、脱りん、凝集沈殿、下水、                                                                                                                                                       |
| 4.目的<br>背景 | <p>下水に含有される有機物、窒素化合物等の富栄養物質を除去することは、下水再生利用及び閉鎖性水域の環境保全のために極めて重要である。</p> <p>本実験は、生物学的処理によって有機物と窒素化合物を複合的に除去し、更に物理化学的処理によってりん化合物等を除去する技術の開発を目的として、千葉市中央下水処理場内に実験プラントを設置して行った。</p> |

| 5.研究<br>内容         | <p>単一硝化・脱窒槽及び凝集沈殿槽を使用して実験した。単一硝化・脱窒槽は、直径 1m、高さ 8mの円筒形であり、上半分が硝化部、下が脱窒部で、原水は最下部から流入する。本技術の特徴を次に示す。</p> <p>(1) 単一の槽で硝化と脱窒とを効率よく行うので、設置面積が小さく、装置が簡略化される。</p> <p>(2) 単一硝化・脱窒槽では、担体に微生物膜の付着した粒子を担体分離部で沈降分離し、槽外に流出させないことにより、硝化部 MLSS を 10V／V%以上の高濃度に維持するので、容積負荷を大きくとることができる。</p> <p>(3) 汚泥の返送を行わないので、装置や運転管理が簡略化される。</p> <p>(4) 担体分離部流出液に原水を混合して槽最下部に注入することにより、硝化部と脱窒部との循環を行うため、アルカリ剤、有機炭素源等の薬剤使用量を減らすことができる。</p> <p>(5) 単一硝化・脱窒槽流出液を硫酸バンドにより凝集沈殿処理し、SS、りん等を除去する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |      |         |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------|------|----------------------|------|--------|--------|---------|-------|-----------|-------|-----------|----------|------------|---|------------|----------|---------|-----|----|-----|-----|-----|----|---|------|------|--|-----|---|----|-----|--|-----|---|----|----|--|-----|------|----|-----|----|-------------------|------|------|-----|----|-----|------|------|-----|----|-----|------|----|-----|---|-----|------|-----|-----|--|--------------------|------|------|-----|---|--------------------|------|-----|------|--|--------------------|------|------|------|--|-----|------|------|------|---|--------------------|------|------|------|-----|
| 6.研究<br>成果         | <p>【運転条件】</p> <p>単一硝化・脱窒槽の運転条件は、次表のとおりである。</p> <table><tr><th>項 目</th><th>運 転 条 件</th></tr><tr><td>原水流量</td><td>30 m<sup>3</sup>／日</td></tr><tr><td>循環倍率</td><td>6. 5 倍</td></tr><tr><td>見掛滞留時間</td><td>4. 5 時間</td></tr><tr><td>担体投入量</td><td>約 30 V／V%</td></tr><tr><td>担体の種類</td><td>粒状活性炭＋ろ過砂</td></tr><tr><td>硝化部 MLSS</td><td>4. 8 Wt／V%</td></tr><tr><td>〃</td><td>13. 4 V／V%</td></tr><tr><td>メタノール添加量</td><td>50 mg/L</td></tr></table> <p>【成果】</p> <p>(1) 原水・処理水水質と処理水目標値</p> <p>前述の処理条件での安定した状態における原水及び処理水の水質例並びに処理水目標値を次表に示す。これに示すように、T－N が 5mg/L 以下、NH<sub>4</sub>-N が 1mg/L 以下と目標値より良効な水質の処理水が得られ、本処理法により目標値を達成することができた。</p> <p style="text-align: center;">水質分析結果の例</p> <table><tr><th>項 目</th><th>単位</th><th>原 水</th><th>処理水</th><th>目標値</th></tr><tr><td>pH</td><td>—</td><td>7.25</td><td>6.61</td><td></td></tr><tr><td>濁 度</td><td>度</td><td>48</td><td>2.4</td><td></td></tr><tr><td>色 度</td><td>度</td><td>40</td><td>10</td><td></td></tr><tr><td>S S</td><td>mg/L</td><td>48</td><td>7.4</td><td>10</td></tr><tr><td>COD<sub>Mn</sub></td><td>mg/L</td><td>32.4</td><td>7.7</td><td>15</td></tr><tr><td>BOD</td><td>mg/L</td><td>58.5</td><td>2.7</td><td>10</td></tr><tr><td>T－N</td><td>mg/L</td><td>23</td><td>2.0</td><td>5</td></tr><tr><td>O－N</td><td>mg/L</td><td>7.4</td><td>1.1</td><td></td></tr><tr><td>NH<sub>4</sub>－N</td><td>mg/L</td><td>15.5</td><td>0.8</td><td>1</td></tr><tr><td>NO<sub>2</sub>－N</td><td>mg/L</td><td>0.1</td><td>0.05</td><td></td></tr><tr><td>NO<sub>3</sub>－N</td><td>mg/L</td><td>&lt;0.1</td><td>&lt;0.1</td><td></td></tr><tr><td>T－P</td><td>mg/L</td><td>4.49</td><td>0.61</td><td>1</td></tr><tr><td>PO<sub>4</sub>－P</td><td>mg/L</td><td>2.73</td><td>0.43</td><td>0.5</td></tr></table> | 項 目  | 運 転 条 件 | 原水流量 | 30 m <sup>3</sup> ／日 | 循環倍率 | 6. 5 倍 | 見掛滞留時間 | 4. 5 時間 | 担体投入量 | 約 30 V／V% | 担体の種類 | 粒状活性炭＋ろ過砂 | 硝化部 MLSS | 4. 8 Wt／V% | 〃 | 13. 4 V／V% | メタノール添加量 | 50 mg/L | 項 目 | 単位 | 原 水 | 処理水 | 目標値 | pH | — | 7.25 | 6.61 |  | 濁 度 | 度 | 48 | 2.4 |  | 色 度 | 度 | 40 | 10 |  | S S | mg/L | 48 | 7.4 | 10 | COD <sub>Mn</sub> | mg/L | 32.4 | 7.7 | 15 | BOD | mg/L | 58.5 | 2.7 | 10 | T－N | mg/L | 23 | 2.0 | 5 | O－N | mg/L | 7.4 | 1.1 |  | NH <sub>4</sub> －N | mg/L | 15.5 | 0.8 | 1 | NO <sub>2</sub> －N | mg/L | 0.1 | 0.05 |  | NO <sub>3</sub> －N | mg/L | <0.1 | <0.1 |  | T－P | mg/L | 4.49 | 0.61 | 1 | PO <sub>4</sub> －P | mg/L | 2.73 | 0.43 | 0.5 |
| 項 目                | 運 転 条 件                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |         |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| 原水流量               | 30 m <sup>3</sup> ／日                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |         |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| 循環倍率               | 6. 5 倍                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |         |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| 見掛滞留時間             | 4. 5 時間                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |         |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| 担体投入量              | 約 30 V／V%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |         |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| 担体の種類              | 粒状活性炭＋ろ過砂                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |         |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| 硝化部 MLSS           | 4. 8 Wt／V%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |         |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| 〃                  | 13. 4 V／V%                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |         |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| メタノール添加量           | 50 mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |         |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| 項 目                | 単位                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 原 水  | 処理水     | 目標値  |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| pH                 | —                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 7.25 | 6.61    |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| 濁 度                | 度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 48   | 2.4     |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| 色 度                | 度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 40   | 10      |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| S S                | mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 48   | 7.4     | 10   |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| COD <sub>Mn</sub>  | mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 32.4 | 7.7     | 15   |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| BOD                | mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 58.5 | 2.7     | 10   |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| T－N                | mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 23   | 2.0     | 5    |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| O－N                | mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 7.4  | 1.1     |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| NH <sub>4</sub> －N | mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 15.5 | 0.8     | 1    |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| NO <sub>2</sub> －N | mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.1  | 0.05    |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| NO <sub>3</sub> －N | mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <0.1 | <0.1    |      |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| T－P                | mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4.49 | 0.61    | 1    |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |
| PO <sub>4</sub> －P | mg/L                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2.73 | 0.43    | 0.5  |                      |      |        |        |         |       |           |       |           |          |            |   |            |          |         |     |    |     |     |     |    |   |      |      |  |     |   |    |     |  |     |   |    |    |  |     |      |    |     |    |                   |      |      |     |    |     |      |      |     |    |     |      |    |     |   |     |      |     |     |  |                    |      |      |     |   |                    |      |     |      |  |                    |      |      |      |  |     |      |      |      |   |                    |      |      |      |     |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>(2) 負荷と硝化率</p> <p>担体に微生物の付着した粒子が、単一硝化・脱窒槽の担体分離部で完全に沈降分離されて槽外には流出しないので、硝化部の MLSS を 10% V/V 以上という高い濃度に維持することができた。このことにより、槽内微生物量が高濃度に維持されるため、標準活性汚泥法と同等の BOD 容積負荷 (<math>0.5\text{kg}/\text{m}^3\text{日}</math>) で 90% 以上の硝化率が得られ、BOD 除去と窒素除去を同時に複合して行うことができた。このときのアンモニア性窒素の容積負荷は <math>0.15\text{kg}/\text{m}^3\text{日}</math> である。</p> <p>(3) アルカリ剤について</p> <p>単一硝化・脱窒槽内では、硝化反応で消費されるアルカリの一部が脱窒反応で生成するアルカリで補われるため、硝化反応が阻害される領域まで pH が低下することがなかった。また、次に凝集沈殿処理する際にも、凝集反応を阻害する領域まで pH が低下することがなかった。</p> <p>以上により、本処理法では pH 調整を行う必要がなく、アルカリ剤を全く必要としないことを長期にわたる実験により確認した。</p> <p>(4) 凝集剤の選定</p> <p>凝集沈殿処理において、処理水のオルソりん酸性りんが <math>0.5\text{mg}/\text{L}</math> 以下となる凝集剤の Al/P モル比の添加率は、硫酸バンドの場合約 3 であるのに対し、ポリ塩化アルミニウムの場合約 4 であり、りん除去のための凝集剤としては硫酸バンドが適していることを確認した。</p> <p>【実用規模プラントの建設費と処理コスト】</p> <p>実用規模プラントの概略設計を行い、建設費と処理コストを算出した。この結果によると、<math>1000\text{m}^3/\text{日}</math> の下水一次処理水を処理する場合、建設費は約 7 千万円、処理コストの内、建設コストは <math>24.5\text{円}/\text{m}^3</math>、維持管理コストは <math>24.9\text{円}/\text{m}^3</math> となり、総処理コストは <math>49.4\text{円}/\text{m}^3</math> となった。</p> |
| 7.事業<br>分類 | JKA 補助事業、<br>共同・協力団体：千葉市、月島機械(株)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

#### 4. 組み合わせ技術による下废水の処理

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.4.1 生物処理と膜分離の組み合わせによる染色废水の再生処理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2.事業名   | 高度循環システム開発<br>1997(H9)～1999(H11)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 3.キーワード | 染色废水、废水、再生利用、膜分離、精密ろ過、MF 膜、生物処理、逆浸透膜                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 4.目的背景  | <p>高度循環システムは、废水の再生利用技術を開発することにより、工程用水の水使用合理化を行おうとするものである。</p> <p>废水を再生利用することは、工業用水の使用量、下水放流費用の削減といった直接的な効果のみならず、渇水対策、環境負荷物質の低減など社会的にも大きな意義がある。</p> <p>しかし、工場で使用される用水の要求水質は、業種、工程ごとに異なり、また排出される废水の水質も様々であり、さらに季節、時間変動も大きく、合理化の実績が少なく、技術開発が遅れているのが実情である。</p> <p>したがって、本技術開発事業では、ユーザからの要望が非常に強く、水使用量の多い染色加工废水を対象に、比較的安価で実現可能な技術開発を目標に、生物処理と膜処理を組み合わせた実験装置を建設し、再生処理実験、再生水の染色適性評価、実用化の実証及び経済性の評価を行うことを目的とした。</p>                                                                                                                                                                          |
| 5.研究内容  | <p>システムの基本的な処理方式は、「生物処理—精密ろ過 (MF) —逆浸透 (RO)」である。</p> <p>染色工場废水は、有機物、無機物を大量に含む废水であり、通常有機物の処理には、生物処理を行っている。生物処理後は、沈殿池により汚泥や濁質を分離し、清澄化した水を放流するが、沈殿池は大きな設置面積を必要とし、また濁質の分離能力にも限界がある。</p> <p>この固液分離操作を確実にできるのが、分離膜を使用した精密ろ過法である。</p> <p>本技術開発では、従来からの生物処理プロセスと膜ろ過技術を組み合わせることにより、废水を再利用可能な水質まで浄化する技術を開発する。</p> <p>染色废水を対象とする場合、難分解性の色度、油分、界面活性剤などの処理も重要であり、これらには凝集処理や吸着処理が必要である。</p> <p>本システムでは、生物処理槽に凝集剤や活性炭を添加し、一括処理することにより、システムの簡素化、省スペース化を図る。</p> <p>(1) 膜分離生物処理の運転条件確立<br/>(2) 色度、油分、界面活性剤の除去技術確立<br/>(3) RO運転条件の確立<br/>(4) 処理水の再利用適性評価<br/>(5) エンジニアリングデータの取得<br/>(6) トータルシステムの検討</p> |
| 6.研究成果  | <p>3カ年にわたる装置設計・製作、実験を通じて、以下の点が明らかとなった。</p> <p>(1) 生物処理、MF 膜ろ過処理、RO 処理を行った再生処理水は、染色用水として十分な性能を備えている。</p> <p>(2) 生物処理工程は、BOD 容積負荷 <math>0.5\text{kgBOD}/\text{m}^3\cdot\text{日}</math> で、運転を行い、除去率は不十分ながら、MF 膜ろ過、RO 処理を行うことにより、再利用可能な水質を得ることができた。</p> <p>(3) MF 膜ろ過工程は、原水濃度が非常に高いこと、膜閉塞物質の発生により、凝集剤を十分に添加できなかったことなどにより、膜ろ過流速が計画値より低くなったが、安定した運転ができた。</p>                                                                                                                                                                                                                               |



|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <p>(4) 原水の COD は、1,000mg/L 以上と計画値の 5 倍以上であり、生物処理、MF 膜ろ過処理を行っても、かなりの量が残留した。RO 処理を行うことにより 10mg/L 以下とすることができた。</p> <p>また、MF 膜ろ過水を活性炭で吸着処理したが、吸着量は少なく、分解、吸着されにくい物質が大量に含まれていた。</p> <p>(5) RO 処理まで行くと、約 660 円/m<sup>3</sup> の処理コストとなり、現状では経済的に成り立たないが、目標値 500 円/m<sup>3</sup> 程度にまで低下させることは充分可能である。</p> <p>今回の実験を通じてこれらの成果が得られたが、今後益々深刻化する水資源確保、環境への負荷物質の排出削減の要請に対処するため、この実験成果を基に、より経済的で確実な処理技術を確立する必要がある。</p> <p>その際の課題は、以下の諸点である。</p> <p>(1) 染色工場では、非常に多くの種類の薬品を使用しており、また繊維物に付着して前加工工程から持ち込まれる化学物質も多い。</p> <p>したがって、排水の再生利用を行う場合には、これらを十分に検討し、曝気処理や凝集剤の添加により予期しない膜閉塞物質が発生することがないようにするとともに、工場の建設、改造時には、排水の再利用を前提とした配管系統の設計が必要である。</p> <p>(2) 維持管理コストの大半は膜交換費用である。膜の製造価格の低下、膜ろ過流束の向上、長寿命化などを総合的に進める必要があるが、特に染色廃水の場合、原水の水質によって膜ろ過流束、薬品洗浄間隔や生物処理槽の滞留時間が大きく異なる。</p> <p>水質的には充分実用化可能と判断されたので、今後は経済性の面から原水の選択、処理方式、処理水の利用先などを見直す必要がある。</p> |
| 7. 事業分類 | <p>JKA 補助事業</p> <p>共同・協力団体：三菱レイヨン・エンジニアリング(株)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

|         |                                                                                                                                                                                                                               |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.4.2 MF・膜蒸留・湿式酸化による宇宙ステーションの水循環                                                                                                                                                                                              |
| 2.事業名   | <p>完全閉鎖系における水循環システム開発調査</p> <p>1989(平成元)～1991(H3)年度</p>                                                                                                                                                                       |
| 3.キーワード | MF、膜蒸留、湿式酸化、宇宙、完全閉鎖系、水循環、固形物分解                                                                                                                                                                                                |
| 4.目的背景  | <p>NASA が宇宙ステーションを計画していたとき、我が国でも宇宙政策大綱が改訂され、我が国独自の有人宇宙活動展開のための基盤形成が盛り込まれた。人間が宇宙空間で生きていくには、水・空気・食料が必要であるが、当時はこれらをすべて地球から運び、廃棄物を持ち帰っていた。この方法は、宇宙の活動が長期化すると不経済なので、完全閉鎖系の水循環が必要となるため、宇宙ステーションに適用できる技術開発を検討し、その成果を NASA に提案した。</p> |
| 5.研究内容  | <p>提案の全体フロー</p> <p>無重力状態で運転すること、廃棄物は地上に持ち帰るため最少限であること、コンパクトであることなど、通常の水処理装置より厳しい条件が求められたが、研究の結果、次のような固液処理システムを検討した。</p>                                                                                                       |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 6.研究<br>成果 | <p>研究の結果、提案技術における装置の主な仕様は次のとおりとなった。</p> <p>前処理1：スクリーン(100 μm)＋ロータリー式 MF 膜(0.2 μm)</p> <p>前処理2：生物(好気・明)＋平板 UF 膜、生物(嫌気)＋MF 膜の MBR</p> <p>膜処理：膜蒸留(入口温度 90℃、出口 20℃)、透過水水質 3.5 μS/cm</p> <p>高度処理：UV＋熱処理</p> <p>固形物処理：湿式酸化(400℃、25MPa 以下)</p> <p>後処理：濃縮(電気透析等)、固化(晶析等)によるミネラル回収</p> <p>処理水量：約 100L/日(膜処理)</p> <p>これらの装置について、さらに仕様、運転条件、物質収支等を検討した結果、4人が宇宙空間で生活するのに必要な水循環システム(100L/日)は、固形物処理等も含めて 3.2m×1m×2m の空間と電力 300kWh/日が必要であり、重量は約1トンとなることがわかった。また、今後の研究課題を抽出整理することができた。</p> |
| 7.事業<br>分類 | <p>JKA 補助事業、</p> <p>共同・協力団体：IHI、川崎重工業、清水建設、日立製作所、三菱重工業</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術       | 1.4.3 ビル排水再生処理                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 2.事業<br>名  | ビル排水再生利用技術開発実験<br>1977(S52)～1980(S55)年度                                                                                                                                                                                                                                          |
| 3.キーワード    | 雑用水、ビル排水、個別循環、廃水再生利用、MBR                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 4.目的<br>背景 | <p>都市における水需要の増加（第3次産業の増大・都市管理機能の大都市への集中が背景）のうち、ビル用水の増加が最も大きいと予想された。</p> <p>ダム等による新たな水源の開発に代わる方法として、下水処理水の再生利用（広域循環）や雨水利用が行われている。水洗トイレ用水などは飲料水ほどの水質を必要としないことから、再生水の利用が可能である。ただし、配管等の腐食、ノズルの目詰まり、外観(色や泡)、臭気などで支障のない水質が求められる。</p> <p>これらのことから、ビル排水を高度処理し、雑用水として利用するための技術開発を行った。</p> |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.研究<br>内容 | <p>5つのビルにおいて9方式の装置を設置し、処理システムの開発実験を行った。原水は、A～Gが雑排水であり、H・Iは水洗便所廃水を含む総合排水である。</p> <p>A：接触酸化 → 生物ろ過 (A～Cは同一のビルで実施)<br/>8m<sup>3</sup>/日、接触酸化槽 1.5m<sup>3</sup>、生物ろ過槽 0.16m<sup>3</sup></p> <p>B：散水ろ床(2段) → 活性炭吸着<br/>4～5m<sup>3</sup>/日、循環水量 14m<sup>3</sup>/日、槽 1m<sup>3</sup>、比表面積 110m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup>、活性炭 30L</p> <p>C：回転ろ床 → 沈殿 → 砂ろ過<br/>4m<sup>3</sup>/日、回転ろ床容積 0.22m<sup>3</sup>、同表面積 36m<sup>2</sup>、回転数 6rpm、砂 22L</p> <p>D：活性汚泥 + 限外ろ過(MBR) (D・Eは同一ビルで実施)<br/>4 m<sup>3</sup>/日、曝気槽容量 1m<sup>3</sup>、プレートアンドフレーム型 UF 膜、膜面積 20m<sup>2</sup>、分画分子量約 24,000</p> <p>E：移動床凝集砂ろ過 → 接触酸化<br/>移動床 10～17m<sup>3</sup>/日、ろ床 770L、砂 150L、砂径 0.8mm<br/>接触酸化 3m<sup>3</sup>/日、充填量(3槽)計 200L、比表面積 70m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup></p> <p>F：砂ろ過 → 泡沫分離 → 逆浸透 (F・Gは同一ビルで実施)<br/>21m<sup>3</sup>/日、砂ろ過 LV 5m/h、泡沫分離空気量 100L/分、RO 操作圧 32Kg/cm<sup>2</sup></p> <p>G：自動ボール洗浄・逆浸透<br/>管状 RO 膜 直径 100mm、長さ 2.4m、Flux0.8m/日、4本直列×2系列</p> <p>H：スクリーン → 限外ろ過<br/>管状 UF 膜 4種、直径 24mm、長さ 3m、膜面積 2.7m<sup>2</sup>、分画分子量 13,000<br/>HF型 モジュール直径 110mm、長さ 1.1m、膜面積 3.1m<sup>2</sup>、分画分子量 13,000</p> <p>I：加圧浮上 → 砂ろ過 → 活性炭吸着<br/>12～20m<sup>3</sup>/日、浮上槽 450L、ろ過塔 400φ×3,300H、活性炭塔(同左)</p> <p>また、再生処理水による配管腐食・スライム実験、水洗便所への通水実験を行った。</p> |
| 6.研究<br>成果 | <p>(1) A方式実験結果の概要<br/>BOD は原水が 100～200mg/L で変動し、接触酸化充填物容積負荷が 0.5～2.7 kgBOD/m<sup>3</sup> 日となったが、処理水は 10mg/L 以下で安定した。COD は 40～80mg/L から 10mg/L 以下に安定して処理された。汚泥発生量は 20～30gSS/m<sup>3</sup>、汚泥転換率は 19～29%となった。</p> <p>(2) B方式実験結果の概要<br/>BOD は原水が 120～230mg/L で変動し、容積負荷が 0.5～4.4 kgBOD/m<sup>3</sup> 日となったが、処理水は 10mg/L 以下で安定した。COD は 30～110mg/L から平均 10mg/L に処理された。汚泥転換率は、負荷が低く汚泥流出のためか、8.5%と低かった。<br/>活性炭吸着後には、BOD、COD とも 5mg/L 以下となり、全 COD 吸着量は 22g/kg となった。</p> <p>(3) C方式実験結果の概要<br/>回転ろ床は、ろ材表面積負荷 10～40gBOD/m<sup>2</sup> 日で運転され、処理水 BOD は 13mg/L、除去率 93%、BOD 汚泥転換率は平均 8%であった。砂ろ過後は BOD 平均 10mg/L、COD 12mg/L であった。</p> <p>(4) D方式実験結果の概要<br/>処理水水質は、実験全期間を通じて安定して良質であり、負荷変動に強く、BOD 除去率 99%以上であった。曝気槽内滞留時間が 3 時間の場合でも良好な処理結果が得られた。BOD—MLVSS 負荷が約 0.12kg/kg・日で有機性汚泥の増加がなくなること、また、最長 9 ヶ月の連続運転において汚泥の引き抜きを行う必要がなかったが、滞留時</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>間 4 時間で運転すれば、曝気槽内汚泥の引き抜きは 1 年に 1 回程度で十分であることが推測できた。</p> <p>(5) E 方式実験結果の概要</p> <p>BOD は、凝集砂ろ過での除去率は 50～70%であるが、接触酸化後に 16mg/L、全体の除去率 95%となった。COD 除去率は、凝集砂ろ過で 40～60%、接触酸化後に 85%となった。凝集砂ろ過の処理水回収率は、90%である。</p> <p>(6) F 方式実験結果の概要</p> <p>RO は主に塩排除率 70%の管状膜 7 本を、3+2+2 の 3 段に設置し、処理水回収率は 50%とした。BOD は、原水 280mg/L、前処理水 150、RO 透過水 40 または 14mg/L(2 種の膜を使用)、COD は原水 95、前処理水 65、RO 透過水 11 または 6mg/L、TDS は原水 420mg/L、前処理水 500、RO 透過水 150 または 40mg/L となった。</p> <p>(7) G 方式実験結果の概要</p> <p>自動ボール洗浄装置を備えた管状 RO を前処理なしで用いた。溶解性 BOD は、原水 250mg/L、透過水 27mg/L、TDS は原水 280mg/L、透過水 43mg/L となった。運転による透過水量の減少率を計算すると、3 年後に 30%となった。</p> <p>(8) H 方式実験結果の概要</p> <p>12 本組×4 種の管状 UF 膜で、合計処理水量は 12m<sup>3</sup>/日である。BOD 除去率は 85～92%、COD 除去率は 83～87%、TDS 除去率は 48～55%と種類による差は小さかった。HF 型 UF 膜の BOD、COD 除去率は、ともに 84～90%、TDS 除去率は約 50%であった。</p> <p>(9) I 方式実験結果の概要</p> <p>加圧浮上用凝集剤の最適添加量は 150mg/L(as Al<sup>2</sup>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>・18H<sub>2</sub>O)で、汚泥発生量は約 2L/m<sup>3</sup>(含水率 95%)である。砂ろ過処理で BOD・COD は 5mg/L 以下、濁度・色度は 5 度以下になり、活性炭がなくても処理水は再利用できる。</p> <p>腐食・スライム実験は、SGPW(水道用垂鉛メッキ鋼管)、硬質塩ビライニング管、SUS304TP の 3 種類の配管、及び仕切弁と量水計に各再生水を長期に通水して行った。6 ヶ月経過後、SGPW 管の垂鉛層に侵食が、また塩ビ管にスライムが付きやすいことなどがわかった。</p> <p>処理水(再生水)の便器洗浄水再利用試験を約 11 ヶ月間実施したが、フラッシュバルブを含む衛生器具類には支障がみられず、処理水の便器洗浄への再利用は十分可能であると推測された。</p> <p>本技術開発を契機として、その後ビル排水の再生処理による雑用水利用が急速に進んだ。特に MBR は、装置がコンパクト、余剰汚泥発生量が少ない、運転管理が容易、処理水水質が良好、などが明らかになり、また、MBR は商業的価値の高いビル内の空間にコンパクトに設置できる方式として認められ、普及した。</p> |
| 7.事業<br>分類 | <p>JKA 補助事業</p> <p>共同・協力団体:千葉県、横浜市、大阪市、三機工業(株)、千代田化工建設(株)、三井造船(株)、日立製作所(株)、久保田鉄工(株)、神鋼ファウドラ(株)、旭化成工業(株)、荏原インフィルコ(株)、オルガノ(株)、栗田工業(株)、三井建設(株)、三菱レイヨン・エンジニアリング(株)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.技術    | 1.4.4 鉄鋼工場廃水再生処理                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 2.事業名   | 鉄鋼工場廃水再生利用実験<br>1974 (S49) ～1975 (S50) 年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 3.キーワード | アンモニアストリッピング、活性汚泥、凝集沈殿、オゾン、活性炭、コークス炉ガス廃水、安水、鉄鋼工場廃水、                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 4.目的背景  | 鉄鋼業は、粗鋼1トン当たり100～150m <sup>3</sup> の水を使用する用水多消費型産業であり、本事業実施当時の工業用水使用量は、全工業用水の24%を占めていた。また排水規制が強化される時期であったので、鉄鋼業では酸洗廃水、冷延含油廃水、コークス炉ガス廃水の対策を進めていたが、前2者は技術的な目途が立ったので、コークス炉ガス廃水(ガス液、安水)の処理技術開発が課題となっていた。同廃水は数倍程度希釈されてから生物処理されていたが、SS、COD、アンモニア、色度などに改善すべき点があり、また無希釈による水使用節減も求められたので、高度処理技術の開発が行われた。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 5.研究内容  | <p>処理フロー：原水→コークスフィルター→アンモニアストリッピング→活性汚泥処理→凝集沈殿→砂ろ過→オゾン酸化→活性炭吸着→処理水</p> <p>処理水量：48～2.4m<sup>3</sup>/日（後段ほど小規模）</p> <p>装置概要及び実験条件：</p> <p>コークスフィルター(タール除去)：直径1m、層高1m、コークス粒径25mm、40mm、脱アンモニア塔：直径1m、高5.5m、液温85℃、pH9～10、気液比1000～4500</p> <p>ガス洗浄塔：直径1m、高5.5m、循環液pH1～3、気液比300～650</p> <p>活性汚泥装置：曝気槽31m<sup>3</sup>、BOD負荷0.15～0.25kg/kgMLSS日</p> <p>凝集沈殿装置：直径830mm、高3m、硫酸第一鉄2000～8000mg/L添加</p> <p>砂ろ過装置：直径130mm、アンスラ1～2mm、砂0.3～0.8mm、流速10～20m/h</p> <p>オゾン酸化装置：反応槽直径150mm、高4.5m、添加量20～160mg/L、</p> <p>活性炭吸着装置：塔直径150mm、層高1m、流速2.8～5.6m/h</p> <p>アンモニア除去装置はpHと温度の条件が厳しいため、ガス洗浄塔などで腐食の発生が懸念された。このため6種類の材質の腐食テストピースを塔内に設置してデータを採取した。</p>                                |
| 6.研究成果  | <p>本実験はガス液を無希釈で処理し、また再生利用可能な処理水水質を目標として実験を行ったことに特徴と意義がある。実験の結果、ほぼ目標とした処理水を得ることができ、また運転条件、その他実用プラント設計に必要なデグを得ることができたが、同時にいくつかの解決すべき問題点も現われた。成果と問題点について列挙する。</p> <p>【成果】</p> <p>(1) 目標水質をほぼ達成する処理条件が明らかとなった。再生利用を前提としたので、処理水質の目標値を厳しく設定したが、大部分の水質項目において目標値以下まで処理する条件を明らかにすることができた。</p> <p>(2) 無希釈で活性汚泥処理する条件が明らかになった。原廃水には生物によって除去しにくい物質が含まれており、またそれらの物質が高濃度の場合著しく処理が困難にたため、一般的には工業用水等を用いて5倍程度希釈してから活性汚泥処理を行っている。本実験では、フェノールなどを高濃度に含む液を無希釈で活性汚泥処理することを試み、アンモニアをある程度除去するならば処理可能であることを見出した。</p> <p>(3) 活性汚泥処理後さらにCODを除去する場合に活性炭吸着処理が有効である。活性炭吸着処理によりCODを除去することは廃水処理として通常行われているが、本廃水に対しても有効な方法であることを確認した。処理前後のCOD濃度から計算される単位重量あたりのCOD吸着量が非常に大きいことや、第2塔目以降の各塔でもか</p> |

なり吸着されることに活性炭吸着に対する本廃水の特徴がある。

水質分析結果の例

| 項 目          | 原水水質        | 処理目標水質  | 処理水水質   |
|--------------|-------------|---------|---------|
| pH ( — )     | 9.1～9.5     | 6.5～8.0 | 7.3     |
| SS (mg/L)    | 160～ 940    | 20 以下   | 5       |
| COD (mg/L)   | 2,100～4,200 | 50 以下   | 22      |
| フェノール (mg/L) | 400～ 900    | 1 以下    | ND      |
| 全窒素 (mg/L)   | 100～ 160    | 0.5 以下  | 0.3～8.2 |
| アンモニア (mg/L) | 4,500～4,900 | 100 以下  | 200～570 |
| 色            | 褐色          | 無色      | 無～黄褐色   |

#### (4) 処理コスト

実験成果に基づいて、廃水量 1,000m<sup>3</sup>/日、無希釈の場合と 4 倍希釈の場合のコストを試算した。無希釈は建設費がかなり高くなるが運転コストは少し安く、全体の処理コストでは 11%高くなった。

#### 【課題】

##### (1) 活性汚泥処理

活性汚泥処理を安定して行うには条件範囲が狭いので、その対策が必要である。無希釈での活性汚泥処理は可能であったが、BOD 負荷を小さくとらなければならないなど安定して運転するためには処理条件範囲が狭くなる。本廃水の処理においてトラブルが発生し排水水質が悪化すると、環境対策上工場全体の操業にも影響する恐れがあるが、一般に本廃水の水質はかなり変動し、この水質変動が活性汚泥処理に与える影響は大きい。貯留槽を設けるなど、水質変動を吸収する工夫が必要である。

##### (2) アンモニア除去

本実験においてはアンモニアの処理目標水質を 100mg/L としたが、この目標を達成したデータは少なかった。これはアンモニア除去装置の腐食によるトラブルやその他主として設計上のミスによるものである。実用プラントを計画する場合に、100mg/L を目標とするならば、能力に多少余裕を持たせ、腐食に対して十分に配慮する必要がある。全装置の中でアンモニア除去装置の建設費及び処理コストが占める割合は非常に大きいので、経済性も含めて装置能力、処理水水質などを検討する必要がある。また、除去されたアンモニアを系外でどのように処理または有効利用するかも検討する必要がある。

##### (3) シアン除去

本実験では微量のシアンを除去する方法として紺青法を採用した。その結果、凝集剤として硫酸第一鉄を 4,000mg/L( FeSO<sub>4</sub>・7H<sub>2</sub>O として) 添加すると、全シアンが約 1mg/L 以下になることがわかった。このため、凝集剤を大量に使用することによる経済性や汚泥の処理が問題となる。

##### (4) オゾン酸化処理の必要性

オゾン酸化は COD の除去にある程度の効果を示したが、シアンを増加させる。したがって処理の目的によってオゾン酸化装置を設置するか否かを検討する必要がある。

7.事業  
分類

JKA 補助事業、  
共同・協力団体：(社)日本鉄鋼連盟、(株)神戸製鋼所

## 第2章 造水関連技術調査(国内)

### 2.1 土壌・水圏における有害化学物質の革新的削減技術に関する先導調査 2006 (H18) 年度

土壌・水圏への有害な化学物質の流れ込み挙動(フロー)、蓄積量(ストック)を定量的に解析し、リスク発生源・汚染箇所を明らかにし、同時に汚染物質の無害化に係わる技術開発課題を整理した上で、リスク削減技術戦略と導入シナリオを策定することを目的とした。

対象有害物質として有機ハロゲン等(3物質)及び重金属等(鉛、フッ素、ホウ素)について、そのリスクを効率的に低減できる新しい回収・除去システムに関する開発課題を抽出し、将来の新規プロジェクトに資する具体的な技術開発テーマを提示した。

なお、本調査は、(株)ダイヤリサーチマーテック 及び みずほ情報総研(株)と共同で実施した。

委 託 : (独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)

### 2.2 富栄養物質除去に関する省エネルギー型先端水処理技術調査 2007 (H19) 年度

富栄養化物質を除去する仕組みとして、窒素については生物学的硝化脱窒処理、リンについては生物学的リン除去法などの処理プロセスが用いられているが、物理化学的処理に比較してエネルギー消費量が多くなりがちであることや処理施設が大きくなることなどの欠点を有しており、河川を放流先とする下 wastewater 処理への適用が十分に行われて来なかった。

近年、嫌気性アンモニア酸化(アナモクス)反応を用いた新しい窒素除去プロセスやORP制御を用いた運転管理の自動化と省エネルギー化などの研究開発が行われており、その技術の詳細についての評価は今後の河川環境保護の観点から重要である。

本調査は、これら省エネルギー型富栄養物質除去プロセス技術について既存の科学技術文献や特許等の技術情報を調査・解析し、その技術開発の現状を明らかにすると共に、実用化に向けた課題の抽出を行い、その結果を報告書にとりまとめた。

具体的には以下のプロセスを対象として調査を行った。

#### (1) 反応プロセスの転換技術

- ①アナモクスプロセス(SHARON-Anammox)
- ②SHARON プロセス(亜硝酸型硝化脱窒法)

#### (2) 汚泥形態の転換技術

- ①CANON プロセス

#### (3) ORP 制御による消費エネルギー削減技術

- ①ORP 制御栄養塩除去プロセス

#### (4) エネルギーの生産を目的とした技術

- ①微生物電池(MFCs)

助 成 : (財)河川環境管理財団

### 2.3 微生物を利用した窒素・リン同時除去に関する高度排水処理プロセス技術調査 2005 (H17) 年度

水域の水質汚濁を防止するためには排水中の有機物と窒素、リンの富栄養化物質を除去する必要がある。本調査は、排水中の窒素及びリンの同時かつ効率的除去技術について、最近の研究開発の現状と動向について調査した。調査は、有効な技術を抽出しその普及促進を図ることにより、水域の環境負荷低減、廃水再利用システムの整備等造水技術に関わる問題の解決を図ることを目的とした。

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>17年度は、今後実用化が期待される浄化技術であると考えられる(1)脱窒性リン蓄積細菌を利用した高度排水処理プロセスを中心とした排水中の窒素とリンを同時に除去する技術、(2)最近注目され始めたマイクロバブルを利用した排水、河川、湖沼の浄化技術の2テーマについて調査を行った。</p> <p>その結果は次のとおりである。</p> <p>(1) 脱窒性リン蓄積細菌を用いた窒素・リンの処理は、必要な有機炭素源が少なくなるだけでなく、余剰汚泥発生量も少なくなると考えられており、それらは利用する汚泥の種類の違い、すなわち脱窒性リン蓄積細菌と硝化細菌が共存しているか、していないかによってシステムが分かれる。</p> <p>(2) 近年、グラニューールと呼ばれる微生物自己造粒体を用いた水処理技術や、メンブレンエアレーション型バイオフィルムリアクタ(MABR)の開発が盛んに行われているが、これらは、特定汚染物質を除去することが可能であるため、汚染物質が多様化・複合化する21世紀の水環境汚染防止の打開策になることが期待される。</p> <p>(3) マイクロバブル発生装置の特性比較調査の結果、多種多様の発生装置が開発されており、発生機構によりマイクロバブルの性状が異なり、処理効果も一律ではないので処理目的に合致したマイクロバブル発生機構を選ぶ必要がある。</p> <p>(4) マイクロバブルの水処理への応用実施例を調査した結果、極めて広範囲の適用が確認された。特に廃水の水質浄化、洗浄、水生植物活性化、船体航行中の摩擦低下などの効果が顕著であった。</p> <p>助 成：(財)河川環境管理財団</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.4 リン回収を中心とした先端水処理技術調査 2004(H16)年度</p> <p>地球上で採掘されているリン鉱石の量は、年間約1億5千万トンに達している。すでに、品質の良いリン鉱石は掘りつくされ、主要産出国ではリン鉱石の輸出を規制する動きもみられるようになっていく。リン資源の枯渇は、地球規模での農業生産に深刻な影響を与えかねず、ひいては人類の生存そのものにも重大な危機を招くことが危惧される。一方、排水中に窒素・リンが含まれていると大気中に無限に存在する炭酸ガスと太陽光により光合成が起き、赤潮、アオコなどの植物プランクトン(有機物)が生産され環境汚染を引き起こすことになる。</p> <p>本調査は、富栄養化の原因の一つであるリンの回収技術を中心に最近の水処理技術について、研究開発・実用化の現状と動向について調査し、有効な技術を抽出しその普及促進を図ることを目的としている。実際の調査は、最近発表された文献を中心として調査検討を行った。得られた調査結果については、本財団の水関連情報システムにデータベースとして収録し一般に公開し、研究者や水処理装置の設計者に迅速に最新情報の提供を図る。</p> <p>助 成：(財)河川環境管理財団</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.5 汚泥中の有価金属回収技術開発調査 2003(H15)～2005(H17)年度</p> <p>持続可能社会の構築を図る上で、用水・廃水処理技術に関しても循環型システムを取り入れることが必要である。本調査では、非鉄金属製造業や金属表面処理業などの事業所から発生する汚泥中に混入している有価金属を経済的に回収する技術について事前調査を行うものである。</p> <p>平成15年度は、各種文献調査及び工場訪問調査により、①物質収支の推定、②金属含有廃水発生事業所における汚泥処分状況等の調査、を行った。この結果を踏まえ、16年度においては有価金属を含有する汚泥が発生するメッキ事業所と、発生した金属含有汚泥を受け入れる立場にある中間処理業者、及び金属製錬所を対象に調査を行った。</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>その結果、下記のことが分かった。</p> <p>(1) プリント基板を中心とした銅の回収については、常時安定的に銅を含んだスラッジを発生する事業所では、山元還元のルートが造られ、回収が容易に行われていること。</p> <p>(2) そうした回収形態がとられない小規模事業所からの発生汚泥の場合には、産業廃棄物中間処理業者などを利用した金属回収を検討する必要があること。</p> <p>(3) ニッケルの回収では、最近実用化された硫化物法により得られた凝集スラッジが海外の精練所に輸出され、ニッケルが回収される状況にあること。</p> <p>最終年度である 17 年度は今後の技術開発要素を明らかにする目的で、①金属含有汚泥発生事業所において金属回収を進めるための生産工程と水処理システムの関連調査、②金属回収を進めるための社会システム調査等を行った。</p> <p>これらの調査結果と委員等からの提案を基にして、今後の技術開発テーマとして以下の3つのテーマを提案し、調査の結論とした。</p> <p>(1) 硫化物沈殿法による排水からの金属回収技術開発</p> <p>(2) 溶媒抽出法による有価金属循環利用技術開発</p> <p>(3) 焼却底灰の脱塩と有価金属の回収技術開発</p> <p>請 負：経済産業省</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.6 水処理における汚泥の減量・有効利用技術及びシステムに関する調査研究 2002(H14)年度</p> <p>本調査研究は、水処理汚泥を対象に、汚泥減量化を目的とした水処理技術及び汚泥処理・有効利用技術に関して既存技術及び今後実用化が期待される新規技術を調査することにより、ユーザー及びメーカーに対し情報提供を行うとともに、今後の技術動向を予測することを目的として行った。</p> <p>紙・パルプ、乳製品、製糖の各業種における汚泥の発生状況と汚泥減量化への取組み、及びセメント業における汚泥受入れの状況を調査した。また、汚泥減量・有効利用技術について、①汚泥の改質により汚泥の発生を抑制する技術、②発生した汚泥の減量化技術、及び③汚泥の有効利用技術の3種類に区分し、文献調査や現地調査を実施した。</p> <p>その結果、以下のような結論を得た。</p> <p>(1) 紙・パルプ工業では汚泥のセメント原料や道路舗装材等への資源化、製糖では嫌気性処理による汚泥減量化等が既に行われている。</p> <p>(2) 現在、オゾンや好熱菌による汚泥減量化の技術が研究段階を終えて実用化の段階を迎えているが、将来的な対応として汚泥をバイオマス資源としてとらえ、汚泥減量化と有機汚泥資源化が両立できるトータルシステムの開発が期待されている。</p> <p>委 託：財団法人機械システム振興協会</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.7 次世代型工業用水最適利用システム調査 2003 (H15) ～2007(H19) 年度</p> <p>【目的・背景】</p> <p>工場における水使用合理化については、例えば回収使用率については頭打ちの感があり、また単なる節水であれば、用水費用や廃水処理費用が高い場合を除いてさほどのメリットが見いだせない。一方で、水利用において、環境対策、渇水対策、コスト低減、排水負荷低減及び省エネルギー対策等という、経営上あるいは社会的要請があることから、工場における水使用においても一層の合理化対応が迫られ、現状よりも経済的で、かつ効果的な工業用水利用方策の導入が待たれている。</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

本調査は、より効果的な工業用水使用合理化を促進するために、水利用システムの最適化を図り、複雑な用水・排水系にも適用できる新しい水使用合理化計画手法について有効性を示し、周知を図ること目的としている。

#### 【概要】

工程内あるいは単一工場内といった従来の比較的限定された範囲で実施されてきた水循環・廃水再生利用、節水など、経験に基づいた水使用合理化計画手法にとらわれずに、工場の各製造プロセスにおける水利用について用途ごとに要求される水質、用水量・排水量などの水収支、水利用コストなどを定量化した、工学的かつ合理的な水使用合理化計画を策定のための手法について調査検討し、工場側にメリットを示し、この新しい水使用合理化の考え方についての周知を図り、より一層効果的な水使用の合理化を進めようとするものである。

#### 【成果】

平成 15 年度は、工場の用水供給、循環・再利用及び排水の最適ネットワーク計画と水収支計画を立案するための水使用合理化システム解析手法について検討した。その結果、水利用システム解析手法として、水ピンチテクノロジーのような、データに基づく工学的手法を取り入れることが効果的であることを示した。

平成 16 年度は、食品工場における用水・排水状況についての調査を行い、水収支計画を立案した。第 1 次検討の結果では、用水・排水ネットワークを適正化し、また廃水処理工程を見直すことで、使用水量の 25% 低減、金額で年間 7,000 万円削減の可能性を見出した。

平成 17 年度においては、繊維染色工場を対象に、各工程の水質、水量、廃水処理技術、再利用先の水質等について実態調査を行い、その結果をもとに水使用最適化計画を立案した。検討の結果、使用水量の 30% の低減、金額で年間 1,800 万円削減の可能性を見出した。

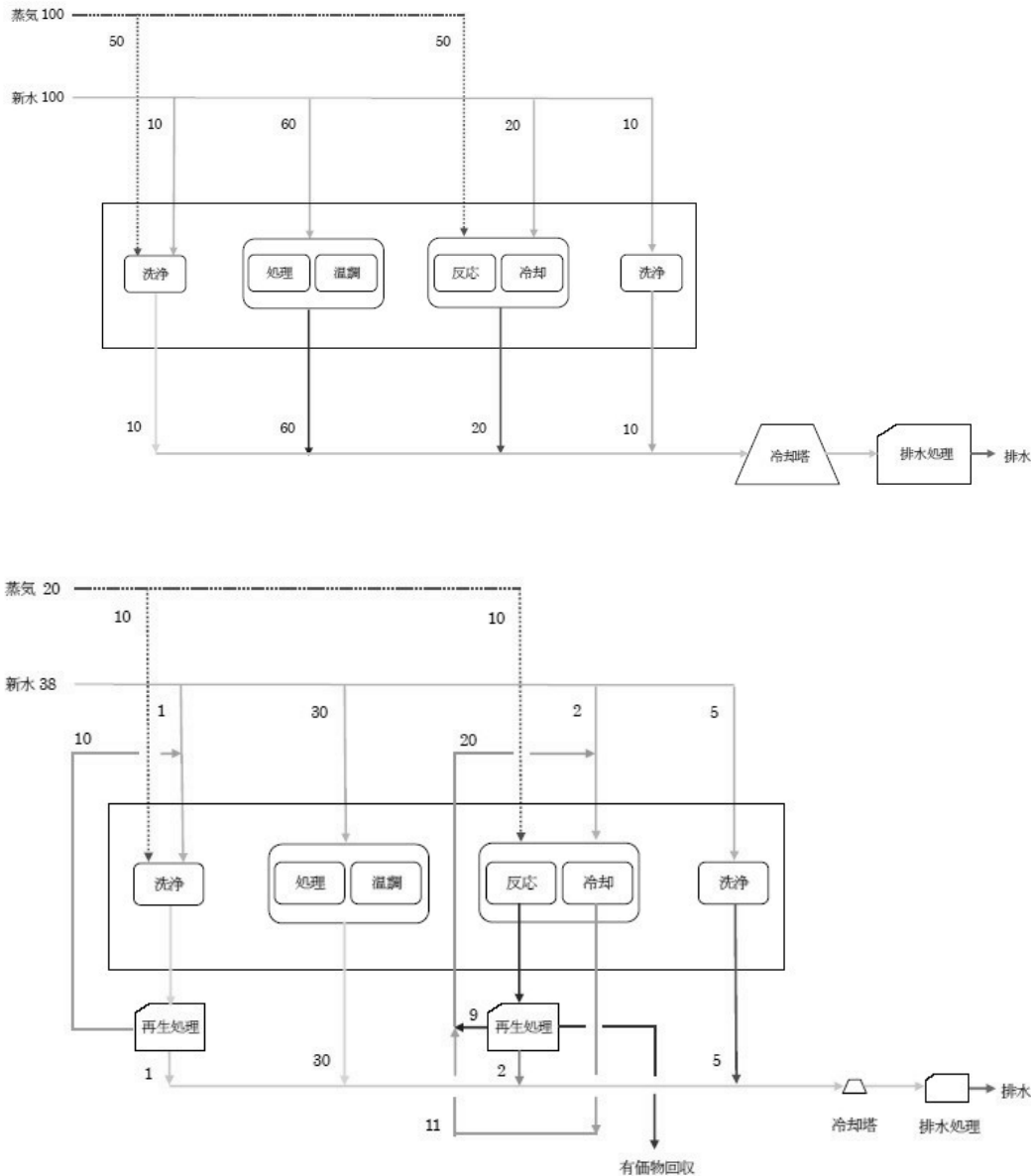
平成 18 年度においては、石油化学工場を対象とし、複数の工場に対する調査結果を基に当該業種におけるモデル工場を想定し、本モデル工場の水利用の最適化について水ピンチテクノロジー手法を用い解析を行った。その結果、25 万バレル/日の製造規模のモデル製油所において、排水の再利用が全くない場合、工業用水を 1.5 万  $\text{m}^3/\text{日}$ 、純水を 1 万  $\text{m}^3/\text{日}$  使用しており、このとき廃水が 7 千  $\text{m}^3/\text{日}$  発生し、これらに関連する費用の合計は 200 万円/日と推算された。これに対し、同モデル製油所において、用水の許容水質を緩和し最適化した場合、工業用水 1 万  $\text{m}^3/\text{日}$ 、純水 9 千  $\text{m}^3/\text{日}$ 、廃水発生が 1.7 千  $\text{m}^3/\text{日}$  にとどまり、関連費用が 124 万円/日に低減される可能性を見出した。

平成 19 年度においては、次世代型工業用水最適利用システムの考え方（データに基づく解析検討、水利用ネットワークの導入）を適用して補給水の削減について検討し、許容汚濁濃度まで節水するモデルで 35% の削減、ネットワークによる排水再利用モデルで 43% 削減、ネットワークによる排水再生再利用（分散処理）モデルで 62% 削減となる例を示した。

本結果を基に、ネットワークによる排水再生再利用（分散処理）モデルの今後の普及を目的としてパンフレットを作成した。

(数値は相対水量)

### 基本用排水モデルフロー



請負： 経済産業省

## 2.8 資源回収型造水技術調査 2006 (H18) ～2007(H19) 年度

大量生産・大量消費型になったことに伴って、社会経済活動により引き起こされる水、土壌、大気への環境負荷が増大し、またエネルギーや稀少金属類の資源枯渇が懸念され、水資源が不足する地域では下水や廃水の再生利用が課題となっている。このような状況の変化に応じて、廃水等に含まれる各種の資源についても、考慮すべき段階となっている。これまで廃水に含まれた資源は、汚染物質として環境保全の観点から除去されてきたが、資源回収にも適した技術の導入によって社会の変化に対応しなければならない。そのため、造水技術として更に省エネルギー化、汚泥等廃棄物の削減、小規模事業所等にも適した技術の開発、発展途上国への技術移転など国際貢献に結びつく新たな水処理技術の開発が求められる。

ている。

平成 18 年度調査では、工場を対象に水処理技術に対するニーズ調査を行うとともに、調査を基にして水処理装置メーカーに技術開発の方向性等に関するアンケート調査を行った。それぞれの分野でバラエティーに富んだ回答があったが、複数のメーカーから挙げられた「優先順位の高い開発すべき技術」は、次のとおりである。

- (1) 高濃度廃水や汚泥からのエネルギー回収
- (2) 有価物の回収(リン、ホウ素、ヨウ素、酸)
- (3) 廃水の再生処理(産業排水、生活排水、ビル排水の高度処理)
- (4) 汚泥減容化(生物処理からの余剰汚泥発生量削減)
- (5) MBR(膜型リアクター:膜を組み込んだ生物処理)
- (6) 膜分離(MF、NF、RO)
- (7) オゾンと AOP(促進酸化処理)

また、フッ素、ホウ素、重金属、リンなどの鉱物資源及びエネルギー資源を、産業廃水・下水・海水から回収する水処理技術の現状や課題等を調査した。またこれらの結果から、資源回収に適用される造水技術マップの作成を行った。

平成 19 年度調査(副題:膜分離法による環境低負荷型廃水処理技術に関する調査)は、これらの社会ニーズに合った廃水処理技術を開発・普及するため、新しい観点から従来の技術を再評価し、具備すべき性能及び開発の方向性を示すことを目的として、膜分離法を選定し、その技術的な課題の抽出、今後の開発すべき方向性の抽出などを行い、膜分離技術の市場ニーズ、社会的ニーズに沿った技術マップを作成した。

また、関係業界等へ今後のあるべき廃水処理技術についてヒアリング調査を実施した。その結果、省エネ型 MBR 技術(膜分離活性汚泥法)の開発が今後最も重要であるとの結果になった。そのため、今後は MBR 関連の最新の技術動向の調査と共に、今まで国内で実施された各種 MBR プロジェクトの成果をまとめた技術事例集の作成が重要である。

請 負: 経済産業省

## 2.9 環境調和型水処理技術ガイドライン 1998(H10)～2002(H14)年度

大量廃棄型経済社会から循環型経済社会への転換を推進するために、コストの最小化及び効率の最大化の追求に加えて、あらゆる分野で環境負荷を最小化することが経済的にも社会的にも必要になる。水処理技術を環境負荷の視点から評価し、ユーザーやメーカーが水処理システム及びこれらを構成するユニットプロセス並びに機器、部品や素材を選択する場合に、より環境に優しい技術の選択が可能となるような手法の作成が重要なニーズとなっている。

本調査では、各種の水処理装置の建設・運転に関わって排出される二酸化炭素量を算出する手法を開発することを目的とした。

方法としては、水処理技術をライフサイクルアセスメント(LCA)の手法に従い、環境負荷の視点から評価・検討した。

平成 10 年度は、LCA を水処理分野に適用する場合の前提条件や限定条件等について検討を加えた後、事例研究として染色排水処理システムについてインベントリー分析を試み、分析方法の検討及び評価を実施し、水処理設備に特有ないくつかの問題点を明らかにした。

平成 11 年度は、環境負荷量等に関するデータを収集し、各種プロセスの環境負荷量を計算するのに適した資料を検討するとともに、水処理の分野において広く適用されている凝集沈殿法、活性汚泥法などの代表的なユニットプロセスを選定し、規模、処理能力などの設定条件を検討して、環境負荷量の試算を

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>行った。</p> <p>平成 12 年度は、水処理の分野において広く適用されている下記の 10 の水処理プロセスを対象にして環境負荷量の算出について調査検討を行った。</p> <p>①凝集沈殿ろ過、②加圧浮上分離、③活性炭吸着、④イオン交換、⑤膜ろ過 (MF)、⑥逆浸透 (RO) 膜、⑦固定床型生物膜、⑧膜浸漬型活性汚泥、⑨嫌気性 (UASB)、⑩汚泥乾燥</p> <p>平成 13 年度は、前年度までに実施した各種水処理装置の環境負荷データを整理し、次の調査検討を行った。</p> <p>(1) 環境負荷量算出</p> <p>汎用品であるポンプ、ブロー等の動力と重量の関係から環境負荷量を簡単に算出する方法を検討した。</p> <p>(2) ケーススタディー</p> <p>メッキ工場の廃水処理装置を対象にした訪問調査を行い、この装置を対象に装置全体の環境負荷量を計算するケーススタディーを行った。</p> <p>平成 14 年度は、最終年度であり、利用者に利用しやすいガイドラインの必要項目と内容についての検討、装置設計条件や計算条件等の設定とその計算結果としての環境負荷量の調査、モデルシステムにおける環境負荷量計算例の紹介、環境負荷量計算手法の解説等についてとりまとめた。</p> <p>請 負 : 通商産業省</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.10 水処理設備 LCA 検討調査 2004 (H16) ～2007(H19) 年度</p> <p>水処理技術はこれまで水処理コストの低減化を中心として技術開発が図られてきたが、近年、LCA の視点から水処理技術を評価し、より環境負荷の少ない技術の開発が求められてきている。しかしながら、水処理技術の分野では LCA のための計算方法 (プログラム) が確立されておらず、権威ある機関による計算方法の確立が求められている。</p> <p>本調査は、平成 10 年度から 14 年度にかけて実施した「環境調和型水処理技術ガイドライン調査」により検討したガイドラインに基づく LCA のための CO<sub>2</sub> 排出量計算方法について、計算精度の向上とガイドラインの普及を目的としている。調査では、実際の水処理設備の CO<sub>2</sub> 排出量の値を計算するとともに、積み上げ方式によって求めた値とを比較し、ガイドラインに基づいた計算プログラムの見直しを行うものである。</p> <p>平成 16 年度は、浄水場施設を対象に CO<sub>2</sub> 排出量を検討することとし、(財) 水道技術研究センターの協力を得て、同財団が実施している環境負荷低減化浄水技術開発研究 (e-Water) プロジェクトの、技術評価の一環として進めている LCA の計算データを参考に、本ガイドライン調査の結果に基づいた計算プログラムによる計算結果と比較検討を行った。</p> <p>平成 17 年度は、実在する 3,000m<sup>3</sup>/d 規模の下水処理場を選定し、下水処理を対象とした LCA に係わる CO<sub>2</sub> 排出量の計算を行った。下水道関係機関の協力を得て収集した下水処理設備に関する基礎データにより、簡易計算法と積み上げ法による CO<sub>2</sub> 排出量を求めた。</p> <p>平成 18 年度は、産業排水処理設備を対象に LCA に係わる CO<sub>2</sub> 排出量の計算を行うこととし、食品加工工場及び染色工場の協力を得て収集した排水処理設備に関する基礎データにより、簡易計算法と積み上げ法による CO<sub>2</sub> 排出量を求めた。その結果を基に、過去の作成したガイドラインに基づく産業排水処理装置の CO<sub>2</sub> 排出量計算プログラムの見直しを実施した。</p> <p>平成 19 年度は、産業排水高度処理設備を対象に LCA に係わる CO<sub>2</sub> 排出量の計算を行うこととし、食品加工工場の協力を得て収集した排水高度処理設備に関する基礎データにより、簡易計算法と積み上げ法による CO<sub>2</sub> 排出量を求めた。その結果を基に、「環境調和型水処理技術ガイドライン調査」において作成した CO<sub>2</sub> 排出量計算プログラムの見直しを実施した。</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| また、平成 16 年より検討してきた、浄水設備、下水処理設備の結果を合わせて、ガイドライン調査において作成した CO <sub>2</sub> 排出量計算プログラムに改良を加えた。 |
| 請 負 : 経済産業省                                                                                |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.11 環境装置産業における水処理技術開発に係る調査研究 1999 (H11) ～2000(H12) 年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>近年、水処理技術をめぐる環境が急速に変化している。従来の排水処理は COD、BOD、SS などの環境汚染の軽減に重点が置かれていたが、最近では産業活動に伴う環境ホルモン、ダイオキシン、微量有害物質などに対する対策が緊要になってきている。また、排水処理に伴う廃棄物の処理再資源化によるゼロエミッション化技術など、環境負荷が少ない技術の開発が求められている。</p> <p>そのため、膜分離技術、促進酸化、生物処理等の最新の技術を用いて、水処理における微量有害物質の除去及びこれらの水処理にともなう廃棄物等のゼロエミッション化に関する技術について調査研究した。</p> <p>平成 11 年度は、上水処理、下水処理、し尿処理、ビル排水再生処理、廃棄物処理に伴う廃水処理、海水淡水化の各技術のほか、問題となっているセレン、ほう素、ふっ素、ダイオキシン等の微量有害物質とその処理の現状について調査するとともに、膜分離法による有害物質除去及び二次生成廃棄物等の処分に関する研究状況と技術課題について、調査の取りまとめを行った。</p> <p>平成 12 年度は、環境への排出が問題となる微量有害物質とその処理の現状について調査するとともに、高濃度オゾンを用いた酸化法による有害物質除去の可能性を調査し、安全性を確保しながら高効率な分解除去を達成できる技術の開発が必要であることが提言された。またオゾン酸化法などでは除去できない窒素・リンの処理技術に関する研究状況と技術課題について、とりまとめを行った。</p> |
| 委 託 : (社)日本機械工業連合会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.12 産業廃水等水質適用性調査 1998 (H10) ～1999(H11) 年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>【目的・背景】</p> <p>産業廃水を対象とした再生利用技術の確立を目的として実施された、生物処理と膜処理とを組み合わせたプロセスに処理の対象に応じて凝集剤あるいは粉末活性炭を添加する、コンパクトで高効率なシステムについての研究開発では、処理条件を変化させ最適運転条件を確認するとともに長期連続運転による性能確認を行い、安定運転が可能でコスト的にも優れたシステムであることが実証され、実験としては所期の成果を得ることができた。</p> <p>しかしながら、実際に処理対象となる廃水の成分や濃度及び排出状況は、業種あるいは個々の工場により異なり、本研究開発成果をそのまま適用することは現実的ではなく、工場の実態を調査した上で実状に即した廃水処理－再生利用システムとすることが必要であると考えられる。</p> <p>本調査は、このような廃水再生利用技術の普及・実用化を促進するにあたり、多岐にわたる業種・工場への応用を目指した調査を行い、原廃水の水質及び再生水の許容水質等を踏まえ、効率的でかつ低コストの再生利用技術について実際の工場への適用の可能性を検討し、改善策の提言を行うことを目的に実施した。</p> <p>【概要】</p> <p>廃水の再生利用にあたり障害となる有機物、色度及び難生物分解性物質、並びに湖沼等の富栄養化原因物質である窒素・リンを含む廃水の処理に問題を抱えていると考えられる繊維・染色工業、化学工業及び食品工業を調査対象とした。</p> |

最適プロセスを業種ごとに提案し、また同プロセス適用の効果が高いと考えられるモデル工場を選択した。当該モデル工場について実態調査を実施して、同プロセスの適用可能性について評価検討を行った。

調査で得られた結果を基に、種々の工場で受け入れやすいよう、対象水質による分類に置き換えることにより汎用化し、再生水利用の用途を考慮した改善策の提言を行った。

#### 【成果】

繊維・染色工場、化学工場及び食品工場の廃水処理について、工場で実際に使われているシステムと膜処理を適用した提案システムとを比較し、経済性等の評価を行った。その結果、それぞれの工場に対して、イニシャルコスト、ランニングコスト、コンパクト性、維持管理性、廃棄物量、処理水水質、処理水再利用の可能性において、既存設備以上の廃水処理システムを提案することができた。

膜処理を用いた提案フローでは、いずれも単位操作数が減少し、よりシンプルな設備となった。その結果、今回の検討の場合、既設フローに比べ、イニシャルコストは15～50%減、ランニングコストは6～37%減とすることが可能であった。設置面積は、いずれの例においても 1/2 以下となり、省スペースな設備になった。また、工場増産時の廃水量増加にも対応可能なシステムの提供ができる可能性が見込まれた。

再利用の用途先も、既設フローでは、使用できたとしてもトイレ用水などの雑用水レベルにしか利用できなかったのに対して、膜処理を用いた提案フローでは、プロセス用水への再利用も可能なレベルになり、また、原廃水中のイオン量によっては空調用水への利用も可能になった。さらに、微小粒子がない、極めて清澄度の高い処理水が得られることから、噴水などの修景用水として利用することもできる。

#### 提案法の評価

| 業種<br>評価項目 | 繊維・染色 |     | 化学  |     | 食品  |     |
|------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
|            | 既存法   | 提案法 | 既存法 | 提案法 | 既存法 | 提案法 |
| イニシャルコスト   | ○     | ○   | △   | ○   | △   | ○   |
| ランニングコスト   | △     | ◎   | △   | ○   | △   | ○   |
| コンパクト性     | ○     | ◎   | △   | ◎   | △   | ◎   |
| 維持管理性      | ○     | ○   | △   | ○   | △   | ○   |
| 廃棄物発生量     | △     | ○   | △   | ○   | ×   | ○   |
| 処理水水質      | ○     | ◎   | △   | ○   | ○   | ◎   |
| 再利用の可能性    | ○     | ◎   | △   | △   | △   | ○   |
| 総合評価       | ○     | ◎   | △   | ○   | △   | ○   |

(◎:非常によい、○:よい、△:普通、×:劣る)

汎用化した提案フロー

| 廃水水質 (mg/L) |          |          |      | 提案フロー                  | 処理水質 (mg/L) |
|-------------|----------|----------|------|------------------------|-------------|
| SS          | BOD      | COD      | T-P  |                        |             |
| 200 <       | 1000 <   | 1000 <   | < 5  | → 凝集分離 → 生物+膜 → 活性炭 →  | SS < 1      |
| 10~200      | 200~1000 | 200~1000 | < 5  | → 生物+膜 → 活性炭 →         | BOD < 10    |
| 10~200      | < 200    | 200~1000 | < 5  | → 生物 → 凝集+膜 →<br>粉末炭 ↓ | COD < 10    |
| 10~200      | < 200    | < 200    | < 5  | → 生物+膜 →<br>粉末炭 ↓      | T-P < 5     |
| 10~200      | < 200    | < 200    | 5~50 | → 生物+膜 →<br>粉末炭・凝集剤 ↓  |             |

請負： 経済産業省

## 2.13 高濃度オゾンを用いた廃水処理技術の石油化学コンビナートへの適用調査 2006 (H18) 年度 高濃度オゾンを用いた廃水処理技術の石油化学工場への適用調査 2007(H19)年度 工場間連携工業用水使用合理化に係る調査 2008(H20)年度

### 【目的・背景】

過去2度にわたる石油ショックを経て国内の化学工場における省エネルギー化、コスト低減等の合理化は  
いわば極限にまで進んでおり、今後の方向は会社という枠を取り払った地域全体での統合的な合理化努力  
に向けられている。

本事業では、このような背景をもとに、コンビナートにおける一層の水使用に係る合理化と省エネルギー  
化を図ることを目的に、廃水処理に高濃度オゾン処理を中心とした省エネルギー型廃水処理技術を適用す  
る場合の適用可能性について検討を実施した。

また、用廃水等のユーティリティ面からの最適化を検討することを目的に、最適水利用ネットワーク構築に  
ついての検討を実施した。

### 【概要】

コンビナートにおける廃水処理の効率化を図ることを目的として、「省エネルギー型廃水処理技術開発」  
(NEDO 共同研究。2001～2005 年度)において開発された「生物処理における高濃度オゾンを用いた汚泥  
減容化及びリン回収技術」の適用可能性検討を行った。

千葉県市原市の五井地区石油化学コンビナートをモデルとして、最適水ネットワーク構築について検討  
した。これらの成果を踏まえ、集約的に用廃水等のユーティリティを取り扱う「水センター構想」の検討結果と  
してとりまとめた。

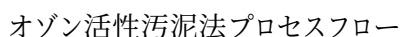
### 【成果】

省エネ性、経済性を考慮して NEDO の開発した高濃度オゾン活性汚泥法を検討した結果、オゾン活性  
汚泥処理法では、建設費については従来法に比較し若干安価となるが、その運転費について、既存の活  
性汚泥法に比較し、15%程度安価となることが明らかとなった。このとき、栄養源(リン)回収によるコスト低減



用廃水状況やユーティリティ設備に係る実態調査を実施し、工業用水、廃水及び廃棄物処理の集約化・分散化による最適化検討を行い、集約的に用廃水等のユーティリティを取り扱う「水センター構想」の可能性を見出し、当該地区コンビナートに適した水センター基本構想案を作成した。

また、水センターの導入が円滑に行われるための方策として、構造改革特区並びに地域再生計画適用例についても明らかにした。



|                                                    |
|----------------------------------------------------|
| 委託：(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)<br>共同・協力団体：(株)荏原製作所 |
|----------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2.14 省エネルギー型工業用水合理化ネットワークの適用可能性調査 2005 (H17) 年度</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>我が国の各種産業における省エネルギー化は、極限に近い状況にまでも進んでおり、今後の省エネルギー化への方向は、プロセス内における省エネよりも総合的なエネルギー使用における省エネへの努力に向けられている。このような方向性の中でも、工業用水の使用合理化を含む省エネルギーについて、コンビナートや工業団地を対象とするような広範囲の試みは、まだ検討されずにある。</p> <p>本調査研究は、一部の化学プロセスにおいて提案されている用水使用合理化手法である「水ピンチテクノロジー」を大規模コンビナート等に適用し、工業用水使用合理化を進めることにより、コンビナート等工業地区の省エネルギー化を図ることを目的とした。また同時に、水使用合理化を図るために必要な排水処理・再利用技術を選定し、これら機器の省エネルギー性も含めトータルとしての省エネルギー性について評価を行うものである。</p> <p>さらに、現在開発中である省エネルギー型廃水処理技術に関しても評価を行い、水処理プロセスにおける省エネルギー技術の適用範囲拡大を図るものである。</p> <p>平成17年度は、鹿島コンビナート及び五井地区コンビナート等を中心に工業用水使用状況及び水ピンチテクノロジー適用の可能性調査を行うとともに、仮想的コンビナートにおける水ピンチテクノロジーの適用性検討、水ピンチテクノロジーの技術動向調査等を行った。</p> <p>また、「水ピンチテクノロジー」の適用可能性が高いと思われる五井地区コンビナートの事業所に対しピンチ解析を行い、工業用水は現状より 13.6%の節水が可能であること、用水コストで 4 千万円の節約、エネルギーでは年間1万 kL の重油が節約可能であるとの結果が得られた。</p> |
| 委 託：(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2.15 水再生利用先端技術地域適用性調査 1998(H10)～2007(H19)年度</b>                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>本調査は、水に係わる自然環境と、その地域での人間活動の形態別にモデル地域を選定し、水浄化について調査し、水資源の確保、水再生利用などについて、その地域に適した総合水利用システムの概念を提案するものである。選定したモデル地域の水浄化について調査し、水資源の確保、水再生利用、水環境の保全について、施策の提案、水処理システムの計画・設計等を行い、地域の発展のために貢献してきている。</p> <p>調査対象地域は、地域タイプの要素を水に係わる自然環境とその地域での人間活動の形態によって分類し、その地域タイプに最も適した水再生利用システムが構築されるように選定した。</p> |

地域タイプの要素

| 自然環境      | 人間生活             |
|-----------|------------------|
| A.臨海地域    | a.一般市街地（多機能混在）   |
| B.離島・半島   | b.農・林業地域         |
| C.山間部・水源地 | c.工業地域           |
| D.閉鎖海域    | d.観光地（温泉等）       |
| E.多雨地域    | e.商業ビル地域（都市中心地域） |
| F.豪雪地域    | f.住宅地域           |
| G.渇水地域    | g.機能性新都市         |
| H.その他     | h.その他            |

以下に本調査を実施した調査対象地域のタイプと調査期間を示す。

| 調査対象地域   | 要素  | 調 査 期 間 |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------|-----|---------|----|----|----|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
|          |     | S61     | 62 | 63 | H1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| 水処理技術概要  |     | ↔       |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 三河湾沿岸地域  | D-c |         | ↔  |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 大阪湾岸地域   | D-a |         |    |    |    | ↔ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 福岡市モデル地域 | G-a |         |    |    |    |   |   | ↔ |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 〃        | B-b |         |    |    |    |   |   | ↔ |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 千葉県モデル地域 | C-g |         |    |    |    |   |   |   | ↔ |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 兵庫県モデル地域 | A-c |         |    |    |    |   |   |   |   | ↔ |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 〃        | A-f |         |    |    |    |   |   |   |   |   | ↔ |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 高松市モデル地域 | G-e |         |    |    |    |   |   |   |   |   |   | ↔ |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 熊本市モデル地域 | C-a |         |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   | ↔ |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 諏訪湖周辺地域  | C-d |         |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   | ↔  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 沖縄県モデル地域 | B-d |         |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    | ↔  |    |    |    |    |    |    |    |    |
| 愛知県モデル地域 | G-c |         |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    | ↔  |    |    |    |    |    |    |
| 三重県モデル地域 | A-a |         |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    | ↔  |    |    |    |    |
| 熊本県モデル地域 | C-c |         |    |    |    |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    | ↔  |    |    | ↔  |

調査の効果として以下のことが考えられる。

- (1) 異常渇水などへの対応
- (2) 周辺水域に対する汚濁負荷の軽減
- (3) 親水公園・修景用水による生活環境の改善
- (4) 雨水・再生水利用技術、施設の普及による経済効果

請 負：経済産業省

## 2.16 未利用エネルギー利用水処理システム調査 1998 (H10) ～1999(H11) 年度

この調査は、海洋、河川、下水、排水、排ガス、廃棄物などに存在する現在未利用のままになっているエネルギーに着目し、それらのエネルギーの水処理全般への利用可能性と有効な利用システムについて調査検討を行ったものである。

平成 10 年度は、下記のような未利用エネルギーを利用する水処理技術の可能性と開発課題について調査した。

(1) 未利用エネルギーを活用した海水淡水化システムの検討

高温海水を利用した逆浸透法淡水化プロセスにおいて、消費エネルギーは従来の常温逆浸透法に比べて 60%の低エネルギーで造水できることが明らかとなった。

(2) ディスポーザーを利用した水処理システムの検討

エネルギー再利用の観点から検討すれば、ディスポーザー対応の下水処理のインフラを整備することで、下水処理の点からもごみ処理の点からもメリットの得られる可能性が確認された。

(3) 冷凍技術を応用した水処理・蓄熱システムの検討

得られる氷の純度が非常に高いことから、プロセス内で精製水の再利用の可能性の高いことが明らかとなった。

(4) 活性汚泥法における省エネルギー化の検討

酸素供給と攪拌を別々に行う方式の省エネルギー性を推定した結果、従来法より約 70%の省エネルギー化が図られる可能性が示された。

平成 11 年度は、この事業の最終年度となることから今までの調査結果及び今年度に行ったアンケート調査を集大成し、新たな研究テーマとしての開発課題の抽出を行った。

(1) 高温逆浸透海水淡水化プロセス

本項目に関して、次の技術課題があることが分かった。

①耐熱性逆浸透膜の開発

②バイオフィウリングへの影響調査確認

③MF 膜によるスケール成分の除去技術開発

(2) ディスポーザ利用水処理システム

5,000 人規模の新規集合住宅を想定した地域コージェネレーションシステム用エネルギーとして全面的に厨芥のメタン発酵に頼った場合、このメタンガスをコージェネレーションシステムの補助燃料とすることが有望なことが分かった。

また、次の技術課題があることが分かった。

①厨芥の可溶化技術、メタン発酵技術開発

②窒素、リンの処理技術開発

③ガス改質器の性能向上

④燃料電池の効率、寿命の改善

(3) 高効率活性汚泥処理技術

本項目に関して、次の技術課題があることが分かった。

①最初沈殿池に代る固液分離技術開発

②エネルギー回収用ガスエンジンの小型化

補 助 : (財)JKA

## 2.17 地球環境改善に資する研究開発 1998 (H10) ～1999(H11) 年度

この事業は、日本自転車振興会からの補助事業として実施している調査であり、平成 10 年度及び 11 年度には海水淡水化技術に関する調査を行った。

平成 10 年度の調査内容と結果は以下のとおりである。

(1) 製塩と海水淡水化の複合

複合化システムとして、製塩工場の希薄海水を原料として淡水化を行う海水淡水化システム及び海水

淡水化施設の濃縮海水を利用した製塩システムを取り上げ、調査検討を行った。設備の共用及び海水の相互利用により、双方の製品のコスト及びエネルギーの低減が可能であるとの調査結果が得られた。

(2) 海水中の溶存物質の回収と海水淡水化の複合化

海水淡水化によって排出される濃縮海水の有効利用を図るために、濃縮海水からリチウム等有価物を回収するシステムについて調査検討を行った。

リチウム等の海水中の有価物はいずれもきわめて低濃度であるので、海水淡水化の濃縮海水からの回収の有効性については詳細な経済評価を行う必要があることが指摘された。

(3) 海水・濃縮海水のエネルギー有効利用

海洋には海流、潮汐、波力、海洋温度差などの膨大なエネルギーが存在している。しかしながら変動が大きく、エネルギー密度が低いなどの欠点があるため、効率的に取り出すことが難しいといった課題があるが、将来、重要なエネルギー源となり得る可能性がるとの結論が得られた。

(4) 海水淡水化濃縮海水の生物への影響と利用

濃縮海水が海生生物に与える影響についての調査を行うとともに、濃縮海水の有効利用として、養殖魚の治療に関する文献資料調査及び海水を利用した健康療法としてのタラソテラピーについても調査を行った。

また、平成 11 年度の調査内容と結果は以下のとおりである。

(1) 膜分離技術適用高度海水利用システム

海水高度利用海水淡水化システムの実用化のために、高温で安定して高い分離性能を発揮する逆浸透膜について調査した。

①食品工業では高温膜処理が行われているが、既存の海水淡水化用逆浸透膜の使用最高温度は 45℃程度である。高温海水利用のメリットを生かすためには、耐高温性の改良または、新たな膜の開発が重要な課題である。

②淡水回収率の向上、濃縮海水の精製・有価物回収利用を進めるには、海水中スケール成分に対する選択分離性が高いナノろ過膜の開発が望まれている。

(2) 発電所高温海水利用逆浸透淡水化システム

ケース 1: 発電所の温海水を直接利用した逆浸透海水淡水化

従来の海水淡水化システム構成を変える必要がないため、単一目的プラントに比べて逆浸透膜面積が 10 数%程度低減できる。

ケース 2: 発電所の熱エネルギーを利用した 60℃の高温海水淡水化システムでは、逆浸透膜面積が大幅に低減し、コスト低減効果が大きいことが分かった。しかし、熱交換器が必要なため、経済的な実用範囲と適正なシステム設計の検討が必要である。

(3) 製塩・海水淡水化複合システム

製塩工場の希薄海水を加温利用した高温逆浸透海水淡水化システム及び高温逆浸透海水淡水化の濃縮海水を利用した製塩システムについて調査した。両システムとも、製塩工場と海水淡水化施設双方の排水(海水)を相互利用することにより、双方の製品のコスト及びエネルギー所要量の低減が可能であることが分かった。

(4) 海水塩及び濃縮海水利用ソーダ製造システム

濃縮海水又は海水塩をソーダ工業の原料塩にすることの可能性について調査検討した。ソーダ原料となる塩は、塩化ナトリウムの純度が極めて高いものが要求されるため、海水淡水化濃縮海水や海水塩の利用にあたっては精製技術の開発が必要であることが分かった。

補 助 : (財) JKA

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.18 工業用水代替水源確保調査 2006 (H18) 年度</p> <p>         渇水対策として、移動式海水淡水化装置の適用可能性とその他の代替水源の可能性について調査を行った。移動式海水淡水化装置の適用可能性調査に関しては、移動式海水淡水化装置の概要、試験運用候補地及び試験運用方法等コストの算出、今後の課題等について文献調査を実施し、その結果を報告書にまとめた。移動式 RO 海水淡水化装置の仕様は以下のとおりである。       </p> <p>         (1) 処理方式は二段式逆浸透膜方式、水道水質基準に適合、処理能力は 35m<sup>3</sup>/日、(家庭における通常の使用水量の約 150 人日分に相当、緊急時の飲料水の約 1 万 1 千人日分に相当する)       </p> <p>         (2) 電源：200V (商用電源又は発電発電器、寸法・重量：本体：1.5m×4.5m×2.0m (重量約 2.4t) 前処理部：1.2m×2.2m×2.0m (重量約 1.0 t)、運搬方法：10t トラック (1 台) 又は 4t トラック 2 台による。フローシートを下図に示す。       </p> <p>         (3) 1 段目の高圧 RO 膜はスパイラル型(4in、3 本)、2 段目は低圧 RO 膜スパイラル型 84in、2 本) 入口圧力=5.5MPa、2 段目 RO 入口圧力=0.85MPa、全体の水回収率=35%、入口 SDI=4.9～5.9(-)       </p> <p>         (4) 海水 pH=8.1、処理水 pH=6.6(pH調整、NaOCl、ミネラルを添加する)、海水のホウ素=4.1mg/L、処理水は 0.25mg/L (基準値は 1.0mg/L 以下)、海水の TDS=36,400mg/L、処理水=4mg/L(水道水基準 500mg/L 以下)、水道水基準値を満足している。       </p> <div data-bbox="256 869 1294 1043"> <pre> graph LR     A[取水部] --&gt; B[前処理部]     B --&gt; C(( ))     C --&gt; D[1 段 RO]     D --&gt; E(( ))     E --&gt; F[2 段 RO]     F --&gt; G[給水部]     D --&gt; H[ ]     F --&gt; I[ ]     style H fill:none,stroke:none     style I fill:none,stroke:none           </pre> </div> <p>         (5) RO 設置を取水する場合の法令及び許認可などに関しても調査を行った。<br/>         その他の代替水源の可能調査に関しては、地下水、下水処理水、工場内における水回収率の向上、農業用水、節水などについてとりまとめた。       </p> <p>         委 託：(独) 水資源機構       </p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.19 森林域における集落排水処理施設で発生する汚泥の減量化と有効利用の調査研究<br/>2003 (H15) 年度</p> <p>         本調査は、主として森林地域に設置されている集落排水処理施設を対象に、そこで発生する汚泥の処理状況を調査したものである。一般に汚泥の処分においては輸送コストが料金に大きく影響するといわれているが、その点、森林域に存在する集落排水処理施設は、輸送コストの面で元々不利な状況にあり、減量化や有効利用化が特に求められている。そうした視点から調査をすすめる、汚泥減量化等と汚泥の有効利用に関する情報を収集した。       </p> <p>         汚泥の減量化技術としては、汚泥の改質により発生量を抑制する方法と、発生した汚泥を嫌気性微生物等の作用により分解して原料する方法がある。近年、前者の方法としてオゾンと高熱菌、超音波などの方法が開発され実用化が図られていることを確認した。       </p> <p>         また、(社)日本農業集落排水協会は、平成 16 年 7 月に名称を(社)地域資源循環技術センターと変更したが、新しい名称が示すように、今後は農業集落排水処理施設で発生した汚泥の有効利用が当センターの重要テーマとなっていくものと予想される。       </p> <p>         本調査では汚泥の有効利用や汚泥減量化を行っている小規模の下水処理場や農業集落処理施設を見学し、その概要を紹介した。       </p> <p>         助 成：(社)国土緑化推進機構       </p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 2.20 健全な森林生態系の指標としての窒素循環と人間活動の影響についての研究 2000(H12)年度

### 【目的・背景】

森林は、その保水・涵養、浄化機能から、水資源保全の観点においても重要であると考えられるようになっている。森林生態系が健全であるかどうかを検証することは、森林機能を保全するために重要な課題である。

近年、健全な窒素循環が保たれている状況下であれば森林機能は保持されるという報告がなされ、森林の健全度の指標として窒素循環を位置づける動きが出てきた。

本研究の目的は、森林機能保全をキーワードにして、森林生態系の窒素循環について検討し、人間活動の窒素循環への影響について考察することにある。さらに、その影響への対策を調査・検討することにより、森林機能の維持・増進に寄与することにある。

### 【概要】

水資源保護研究の一環として、各種の文献、聞き取り調査結果を基に、大気を含めた天然の窒素循環を考え、人間活動による大気への窒素化合物の流入、森林や土壌への窒素化合物沈着、人間活動によって窒素酸化物が付加された場合の森林生態系への影響を評価した。また、人為的に付加された窒素が森林生態系の循環に及ぼす影響についての様々な評価方法について示した。

### 【成果】

もともと、森林生態系内では落葉・落枝とその微生物分解などによって栄養素である窒素成分が供給され、それを根が吸収して森林内の循環が保たれるという基本的な窒素循環が存在する。一方、窒素分(N)は植物にとってリン酸(P)、カリウム(K)とならんで重要な栄養素であるが、Kは岩石風化や植物腐植から供給されるのに対し、PやNは自然界ではともに制限栄養素である点について言及し、森林の生態について概説した。

森林は大気中の浮遊粒子やガスを樹体へ付着させ浄化する働きを持つ。それゆえ、森林は他の地域に比較して汚染物質の影響を受けやすい。窒素沈着量を推測した結果、森林にとって窒素は制限栄養ではなく、飽和しているという研究が報告されていることを紹介した。

この原因は、近年の人類活動の増加によって、外部から窒素化合物が森林生態系に過剰に供給され始めたためであることを示し、硫酸化合物の排出が世界的に規制され始めた今日では、森林はかつてのように酸性物質によって直接枯れることは少なく、大気から硝酸イオンやアンモニウムイオンなどの窒素成分が生態系へ流入することにより、本来貧栄養で維持されていた自然植生の栄養バランスを崩壊して森林を富栄養化し、衰退させるという新たな考え方を紹介した。つまり、外部から窒素が、森林内を循環する窒素量に匹敵するほど森林に供給されると、森林生態系内の窒素循環を崩壊させ、土壌や陸水を酸性化させ、そして最終的に生物を死に至らしめるのであった。

一方、伐採などによっても生態系内部の循環は阻害され、森林生態系に一時的な酸性化を引き起こすことも報告されている。そのため、その後の繰り返しの植林や伐採など森林管理が森林生態系維持にとって重要であることを示した。

あわせて、規制により硫酸化合物の発生量は減少しているのに対し、窒素酸化物の減少量は少なく、今後窒素化合物が与える影響は、硫酸化合物に代わる重要な国際問題となりうる危険性を提示した。

また、現在欧米では、酸性物質による森林生態系への被害は国際間で解決すべき課題となっており、様々な政策が採られているのに対し、我が国ではそのような対策が遅れている点を指摘した。

森林影響の評価方法についての本研究の結果では、欧米では環境影響と森林生態系の健全度を評価する科学的な基準として、臨界負荷量の概念が提唱されていることを紹介した。しかしながら、日本では日本の土壌の特徴と、平均気温を考慮した降水の滞留時間や鉱物の風化モデルについてのデータが十分でなく、臨界負荷量の推定が困難である。日本の森林生態系の健全度を評価する上でも、森林機能を保全する上でも、早急に日本における臨界負荷量を見積もることが必要である点を指摘した。

#### 【まとめ】

窒素の循環を調べ、窒素の慢性的な大気からの流入は生態系の構造と機能を崩壊させる可能性のあることを示し、窒素循環に着目することが重要である。

また、森林機能を保持するためには、臨界負荷量等の森林の健全度を評価する科学的な基準の見積りと、それによる評価及び慢性的な窒素流入対策等についての国際的な新たな取り組みが必要である。

助成：（社）国土緑化推進機構

## 2.21 経済的評価からみた健全な森林機能保全のための研究 2001(H13)年度

### 【目的・背景】

従来、森林については、木材を産出するという、当面の直接的な経済性が主に問題とされてきた。そのため、短期的な視点から「経済的でない森林」は社会・経済活動から切り捨てられ、森林自体の機能低下、衰退という過程をたどる事例が散見されるようになってきている。しかしながら、森林機能には、そもそも表面上あるいは短期的には現れにくい、浄化・保水機能などの社会・環境・経済に対する有用な面が多々あり、様々な観点からその価値が見出されてしかるべきである。

本研究は、森林の価値を、森林機能のうち間接的ではあるが我々の社会、経済に影響が大きいと考えられる環境浄化・調和機能、保水・涵養機能などの観点から評価することで、森林の価値を再確認する目的で実施した。

### 【概要】

水資源保護研究の一環として、各種の文献、聞き取り調査結果を基に、社会的、環境的側面から見た森林機能、カーボンシンクとしての森林機能等の各種の森林機能に言及することから始め、森林機能の経済評価を、森林機能の持つ社会的位置付けをその社会に対する経済性という尺度で捉え、評価法を検討し、森林の経済的価値を再認識して、健全な森林保持対策の必要性を論じた。

なお、森林の働きをまとめると次のようになる。

- ・国土保全……樹の根はしっかりと大地をつかみ、木の葉は雨粒からの衝撃をゆるめている。さらに、森林の中では肥沃な土が作られている。
- ・水源涵養……降ってきた雨は、森林におおわれた土壌という大きなスポンジによって浄化され、やがて地上に湧水として現れる。
- ・景観維持……森林によって各地に固有の景観を形成し、その地形維持にも役立っている。
- ・教育文化……木材利用から、落葉広葉樹の恵みを生かす伝統文化まで、森林の果たす教育や文化への役割は大きい。
- ・炭素固定……森林は二酸化炭素を取り込んで(光合成)成長する。地球温暖化を緩和するものとして注目されている。
- ・生物多様性の維持……森林生態系が保持する生物種の多様性は、海の磯に匹敵し、命の源となっている。

### 【成果】

森林を貨幣価値として換算するという試みは、まだ始まったばかりである。したがって、その手法もまだしっかりと確立されたとは言えず、様々な手法が用いられており、本調査ではそれらについて紹介した。

多くの場合、対象となる森林になされようとしている事業と、それによって森林が受ける悪影響の額を比較するという方法がとられる。その結果、プラス面が大きい方を選択することになるが、この場合、事業者側の評価と、森林保護側の評価に大きな差が出るが多々あるのが現状であることを明らかにした。

直接の関係者に補償する金額として森林の価値を見積もる評価方法では、より多くの人々が森林に価値を見いだしていけば、その額は計り知れないものとなると考えられた。



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>森林の経済的評価には、その方法や評価するものの立場によって大きなひらきがあったが、ここで言えることは、森林の機能を何か別のもので代用しようとする、莫大な金額が必要となるということであった。さらに、森林の機能というのは、それぞれが複雑に関係しあっているため、完全に別のもので代用するのは不可能であるため、様々な方法、目的で森林をそのまま利用し、残そうという動機付けが強くなってきている点を指摘した。</p> <p>森林の保護、森林消失のコストは、単位面積当たりの炭素貯留量が大きいために、削減される単位炭素量当たりのコストとすると比較的少ない。これに対して、得られる便益について検討したところ、大気中への二酸化炭素の放出が削減されれば、全世界が利益を受けることになり、受益者の範囲が極めて大きいことを示した。さらに森林が保全されれば、農林産物の産出、野生生物の保護、国土の保全、水源の保護、レクリエーション機会の提供などの面で様々な便益が発生することを示し、森林の保全や造成が無駄の投資に終わることは決してない点を指摘した。これらの結果をもって、健全な森林保持の必要性について提案した。</p> <p>【まとめ】</p> <p>荒れてしまった森林を元の姿に戻すためには、通常の維持管理を継続的に行う以上に手をかけることが必要となる。荒廃してしまう前に手を加えて保護すること、そして、今ある様々な制度を臨機応変に見直していくことが重要な課題となる。今後は、国内だけでなく、森林保護に向けて他国との協力を強化していくことになる。このことは、森林の公益的機能を維持・増進させることに役立つものである。</p> <p>森林は受益者負担などという小さな発想ではなく、世界人類、地球上に住む全ての生物の問題として考える必要がある。</p> <p>助 成： (社)国土緑化推進機構</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>2.22 酸性雨等による森林被害の実態とそれを踏まえた森林保全対策に関する研究 1999 (H11) 年度</p> <p>【目的・背景】</p> <p>森林の機能の一つとして降雨時における貯留機能があり、水量面のみならず水質面においても森林は水資源保全にとって重要な役割を果たしていると考えられる。したがって、森林機能を保持することは、水資源対策の一環としても留意されるべき課題であるといえる。一方で、近年における環境悪化による森林被害の影響は地球上に広く及んでおり、それぞれについて個別地域での環境と森林枯死との関係についての研究調査は行われているものの、総括的な影響評価や今後の見通し等については明確にされていない。このため、何が森林環境改善にとって効果的であるのか、今後どのような対策を講じるべきかという方向が示されていない。</p> <p>本研究は、酸性雨等の森林に及ぼす影響について考え、森林機能保全のために今までにどのようなことがなされ、今後どうしていくべきかという方向性を示すことを目的に実施した。</p> <p>【概要】</p> <p>水資源保護研究の一環として、各種の文献、聞き取り調査結果を基に、森林への環境影響とその被害の実態を把握し全体的な当該問題の傾向を知ることから始め、さらに森林の機能について考察するとともにその効果的な保全対策について考察した。</p> <p>【成果】</p> <p>森林はその生態系内において、水の循環を調節する機能を有しており、これは降水遮断作用、増雨作用、積雪調節作用、地表流出緩和作用、浸透能増強作用、水分消費作用、林内蒸発抑制作用などの複合効果である。この結果、森林地帯から流出する水質、水量は年間を通じてほぼ一定となることを示した。</p> <p>その他、環境中で森林が果たす役割は多岐にわたっており、森林衰退の進行による環境への影響は大きい。</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

現在世界各地で進行している森林被害は、酸性物質、光化学オキシダント、乾燥化、病害虫などの影響が単独あるいはいくつか複合した結果であることを示した。主に酸性雨によると考えられる森林被害の実態として、1970年代後半からのヨーロッパや北米の一部における大規模な森林の衰退について概説した。この森林衰退の原因は、産業活動に由来する大気汚染物質が雨に溶けて生じた酸性雨であった。

人類の生産活動によって排出される硫黄酸化物や窒素酸化物は長距離輸送され、越境汚染をもたらす。国内に大きな発生源を持たない北欧諸国に被害が現れたのは、この長距離輸送された酸性物質の影響であった。我が国では、各種の規制により対策がとられ、例えば欧米諸国に先立って排煙脱硫・脱硝装置を開発、設置してきた。この結果、日本列島に降下する硫黄酸化物の総量は1975～89年の間に1/6に減少した。自国内での酸性物質排出量抑制が進んでいるにもかかわらず、全国的に酸性雨が観測され、特に冬の日本海側では酸性化が顕著であるのは、中国大陸や朝鮮半島からの越境酸性雨の影響であることを示した。

これらの調査研究結果を踏まえ、近隣諸国と国際的な発生源対策を講じることの重要性を指摘した。これに関し、酸性雨の原因物質となる硫黄酸化物、窒素酸化物の削減対策として、北欧を中心に効を奏した、酸性物質の排出量削減、長距離越境大気汚染防止に向けての国際的な政治活動について概説した。

あわせて、日本の土壌のもつ酸中和能及び森林生態系の酸性化段階を「評価」する必要があることを指摘した。なお、酸性化段階の指標としては、短期的には山地を流れる川のアルカリ度と硝酸イオン濃度を標高ごとに調査することが有効であると考えられた。

また、森林機能保全のために、被害の重い地域には中和のための石灰等の散布も検討すべきであることを実際の例をもって示して提言した。

#### 【まとめ】

環境中で森林が果たす役割は水源涵養・自然災害防止など多岐にわたっており、森林衰退の進行による環境への影響は大きい。森林生態系の回復と被害の未然防止の対策を実行することが望まれる。

そのため、近隣諸国と国際的な発生源対策を講じるとともに、日本の土壌の酸中和能、森林生態系の酸性化段階を評価する必要があることを提言した。

我が国は自国の環境対策のみならず、東アジア全域の環境対策を図る責任を問われている。その解決が自国の被害軽減につながることは明らかである。

助 成：(社)国土緑化推進機構

## 2.23 水使用合理化、都市活動用水合理化調査、地下水用水量実態調査

(石川県・群馬県館林・邑楽地域・埼玉県・静岡県中遠地域等の工業用水使用合理化調査、茨城県地下水用水量実態調査、松山市・熊本市の都市活動用水合理化調査)

### 【目的・背景】

水使用合理化事業は、地下水の過剰採取による地下水障害が生じている地域等において、工業用水の補給量を合理的に節水(使用合理化)し、地下水採取量を削減することにより、地下水障害の防止及び工業用水需給の安定化に資することを目的に、地方自治体(県、市町村)職員及び学識経験者等からなる委員会を組織して、使用水量の多い事業所を対象に水使用合理化の方策等を調査・検討し「工業用水使用合理化指導準則」を策定するとともに、「準則」に基づく合理化の推進を図るものである。

また、関連する事業として、地下水の使用実態についての調査を目的とした地下水用水量実態調査や、都市用水の使用量実態調査と合理化を検討する都市活動用水合理化調査も実施している。

### 【概要】

水使用合理化事業の主な流れは以下のとおりである。

#### 初年度

- ①工業用水使用実態についてのアンケート調査の実施
- ②委員会委員の委嘱及び委員会の設置
- ③第1回委員会の開催(事業の実施方法等の審議、調査対象事業所の選定等)
- ④事業所説明会の開催(事業の目的、方法等の周知及び協力依頼)
- ⑤現地調査の実施(合理化可能な工程・設備の抽出、合理化技術適合の可否等)
- ⑥合理化方法の検討及び節水量の算定
- ⑦第2回委員会の開催(事業所等の合理化方法の決定、指導準則の審議等)
- ⑧工業用水使用合理化指導準則の策定

#### 第2年度

- ⑨指導準則説明会(事業所等に対する準則の周知及び合理化計画の作成依頼)
- ⑩合理化計画書の受理及び取りまとめ
- ⑪第3回委員会の開催(合理化計画が準則に適合しているか否かの審査等)
- ⑫合理化計画についての通知(問題案件は合理化計画書の再提出の場合あり)

#### 第3年度以降

- ⑬合理化巡回技術指導(合理化計画の推進及び実施状況の確認)
- ⑭合理化完了(一部完了を含む)事業所等からの報告書受理

#### 【成果】

水使用実態調査(アンケート調査)及び現地調査の結果に基づき、各事業所等の水使用工程において、水使用合理化を図るための主な手法及び適用技術として、下記対策についての実施の有無、可能性について検討した。

- a. 冷却塔等による間接冷却水の循環使用
- b. ある用途で一度使用した水を他の用途に再度用いるカスケード使用
- c. ホース先端の手元制御弁設置
- d. 多段向流方式、高圧噴射方式による洗浄装置の導入
- e. 給水自動制御装置の導入
- f. 再生処理を伴う循環使用
- g. 冷凍機による温度調節用水の循環使用
- h. 水冷方式から空冷方式への転換
- i. その他節水型機器の使用

上に掲げるような合理化対策が取られていない場合には、つぎの各項目を勘案しつつ最適な合理化方法を検討した。

- a. 技術的な可能性、難易度
- b. 合理化水量と経済性とのバランス(設備費、運転費から算出した水価格)
- c. 敷地、建物及び装置・機器に対する影響、余裕の有無
- d. 製品及び他の生産工程等に対する影響
- e. その他事業所等の規模、等

これらを総合的に検討し、それぞれの水使用工程における合理化案について、各事業所等に提示した。  
(なお、実績についてはこの表に続いて掲載する。)

委託、請負： 通商産業省(通商産業局)、地方自治体等

工業用水使用合理化調査実績（国内）

| No. | 年 度     | 対象地域名       | 市町村          | 対象工場数 |
|-----|---------|-------------|--------------|-------|
| 1   | 1976～79 | 埼玉県西部 3 地域  | 10 市 2 町     | 175   |
| 2   | 1976    | 愛知県名古屋西隣    |              | 72    |
| 3   | 1977    | 福井県福井市      | 1 市          | 39    |
| 4   | 1977    | 愛知県尾西・一宮    |              | 85    |
| 5   | 1978    | 佐賀県佐賀平野     | 1 市 3 町      | 14    |
| 6   | 1978    | 愛知県名古屋北部    |              | 60    |
| 7   | 1979    | 北海道釧路       | 1 市 1 町      | 40    |
| 8   | 1979    | 山形県山形市      | 1 市          | 51    |
| 9   | 1979    | 埼玉県埼玉南東部    | 7 市 7 町      | 137   |
| 10  | 1979    | 愛知県名古屋市     |              | 68    |
| 11  | 1979    | 愛知県名古屋北東部   |              | 33    |
| 12  | 1980    | 山形県米沢市      | 1 市          | 43    |
| 13  | 1980    | 福井県北部       | 6 町          | 23    |
| 14  | 1980    | 香川県高松市域     | 1 市          | 19    |
| 15  | 1980    | 全国          |              | 50    |
| 16  | 1981    | 愛知県西三河      | 1 市 2 町      | 19    |
| 17  | 1981    | 福井県越前平野南部   | 2 市 8 町 3 村  | 27    |
| 18  | 1981    | 福岡県福岡市      | 1 市          | 45    |
| 19  | 1982    | 北海道帯広・芽室    | 1 市 1 町      | 9     |
| 20  | 1982    | 福井県嶺南       | 2 市 5 町 1 村  | 12    |
| 21  | 1982～84 | 埼玉県北東部 3 地域 | 8 市 10 町 3 村 | 165   |
| 22  | 1983    | 福井県奥越・高志    | 2 市 3 町 2 村  | 35    |
| 23  | 1983    | 熊本県八代市      | 1 市          | 18    |
| 24  | 1984    | 沖縄県本島中南部    | 4 市 1 町 1 村  | 30    |
| 25  | 1984    | 埼玉県西部・南部    | 12 市 2 町     | 60    |
| 26  | 1985    | 三重県宮川下流     | 1 市 1 町 1 村  | 20    |
| 27  | 1985    | 埼玉県南東部 他    | 10 市 8 町     | 56    |
| 28  | 1986    | 三重県北伊勢      | 2 市 3 町 1 村  | 24    |
| 29  | 1987    | 香川県小豆島      | 3 町          | 19    |
| 30  | 1988    | 熊本県熊本地域     | 2 市 15 町 2 村 | 62    |
| 31  | 1989    | 茨城県古河総和     | 1 市 2 町 1 村  | 44    |
| 32  | 1990    | 静岡県富士市      | 1 市          | 50    |
| 33  | 1991    | 埼玉県坂戸鶴ヶ島    | 2 市          | 30    |
| 34  | 1992    | 茨城県下館結城     | 4 市 2 町      | 25    |
| 35  | 1993    | 熊本県第 2 次熊本  | 15 市町村       | 57    |
| 36  | 1993    | 石川県手取川扇端    | 1 市 4 町      | 22    |
| 37  | 1994    | 栃木県小山       | 1 市 2 町      | 24    |
| 38  | 1995    | 石川県手取川扇頂    | 1 市 3 町      | 20    |
| 39  | 1996    | 栃木県佐野市      | 1 市 1 町      | 15    |
| 40  | 1996    | 栃木県南部       | 1 市 4 町      | 23    |
| 41  | 1999    | 群馬県館林邑楽     | 1 市 4 町      | 15    |
| 42  | 2000    | 静岡県中遠地域     | 1 市 2 町      | 24    |
| 43  | 2001    | 静岡県中遠地域     | 1 市 3 町 1 村  | 16    |
| 44  | 2001～   | 石川県手取川扇状地域  | 1 市 4 町      | 8     |

## 2.24 クリーナープロダクション技術を用いた水再生利用技術調査 2000(H12)～2003(H15)年度

この調査は、「工業用水の合理的使用方法」及び「廃水処理再生利用技術」を「クリーナープロダクション (CP) 技術 (用水・廃水再利用分野)」として再構築するとともに、水処理技術関連のガイドラインとなる技術指導書等の資料を作成することを目的とした。

平成 12 年度は、次の調査を行った。

### (1) 文献調査等による調査

- ①先進国、東南アジアにおける CP についての研究・開発動向の調査
- ②CP 技術における水使用合理化・廃水再生利用の位置づけに係わる調査

### (2) 日本における研究開発動向、実施例等調査のための工場訪問調査

食品、繊維染色、紙パルプ及び電気メッキ業について、合計 12 工場を訪問し、水使用合理化・廃水再生利用に関わる最新の実施事例を調査した。

この結果、次のことが明らかとなった。

### (1) 水使用合理化・廃水再生利用技術の CP 技術としての意義

水使用合理化・廃水再生利用技術は、我が国の製造業において合理的な廃水処理システムを構築する手段として既に定着し、多くの経験と実績が蓄積されている。

### (2) 水使用合理化・廃水再生利用技術の CP における位置付け

CP 技術は欧米諸国をはじめ、開発途上国や我が国でも国際的な取り組みが進められている。当技術は、水使用量の削減、水及び資源の循環利用量の増加を図ることにより、水域・土壌への汚濁物質排出量を削減するものである。

### (3) 工場訪問調査

産業界には既に各社独自の工夫からなる改善策事例が多数潜在していることが分かった。

平成13年度は、次の事項を実施した。

### (1) CP 実施事例アンケート調査

電気メッキ、紙パルプ、食品及び繊維染色の 4 業種を対象に、合計で 348 事業所に対して、CP の実施事例についてのアンケート調査を行った。

### (2) CP 実施事例工場訪問調査

アンケートの回答があった事業所のうち、優れた実施事例の紹介があった事業所(工場)を、神戸地区、広島地区、福井地区及び伊予三島地区近辺から13事業所を選び、訪問調査を実施した。

### (3) ガイドブックの作成

平成 12～13 年度の調査で得られた成果に基づき、「製造事業所における水使用合理化・排水再生利用に関わるガイドブック」を作成した。

平成 14 年度と 15 年度は、CP 技術を利用して、工場の工程改善を実施し、生産コストの縮減と環境への負荷の低減を図るための実践的技術を手法として整理することを目的として行った。

平成 14 年度は次のような調査を行った。

### (1) 現状の把握

調査対象として染色工場を選定し、プロセス、設備仕様、原材料、ユーティリティ使用量及び原料、ユーティリティ単価等に関する実態調査を実施して、現状を把握した。

### (2) 現状の解析

実態調査結果を基に、物質収支、エネルギー収支、原料・ユーティリティ原単位及び各工程の製造コストを算出し、現状の工程状況及びコストの解析を行った。その結果、用水・排水及び蒸気のコストが製造原価の約 30%を占めていることが分かった。

### (3) 改善計画検討

解析結果から、工程改善を計画し、工程改善により、製造原価を 10%以上削減できる可能性があることが分かった。また、工場の合理化のためには、工場管理方法の改善まで追求する必要があることも分か

った。

また、廃棄物や排水の処理等の環境対策を合理的に行うためには、従来の排出末端で実施するだけでなく、製造工程までさかのぼって実施することが必要である。

平成 15 年度には、この観点から製造工程改善により環境保全と収益向上の両立を図る CP 技術の工場への適用促進のため、以下のとおり製造工程の改善、水使用方法の改善等いくつかのモデルケースについて具体的な導入手法の検討を行った。

(1) 製造工程改善実施の検討

ポリエステルニット染色工場及び綿織物染色工場の工程改善案を策定し、CP 技術による製造プロセスの改善、水使用合理化などの改善実施の方法を具体的に検討した。その結果、用排水の削減、熱回収の強化により、さらに、ユーティリティコストを 20%以上削減できることが明らかとなった。

(2) 製造工程改善手法の検討

工場診断及び改善計画策定手法について検討し、課題を整理した。その結果、改善効果を上げるには、工場全体を合理化の対象とし、工学的手法、コンピュータシミュレーション技術などの活用が必要であることを指摘した。

補 助 : (財)JKA

## 2.25 業種別工業用水使用合理化基礎調査 1998 (H10) ～2007(H19) 年度

本調査は、技術革新の進展や産業構造の変化による工業用水をとりまく情勢の変化を踏まえ、各業種の工業用水使用実態と動向分析を行い、工業用水の長期需要予測や、用水使用合理化の可能性と方策を検討する際に必要な基礎資料を整備することを目的とした。

平成 10 年度は、「食料品製造業」、「飲料品製造業」から抽出した 5 事業所について訪問調査を行い、工業用水使用の状況、水使用合理化の状況、水使用合理化実施上の問題点等を把握した。

平成 11 年度は、「パルプ・紙製造業」、「繊維工業」から抽出した 5 事業所について訪問調査を実施し、合理化の状況について検討した。

平成 12 年度は、「電気機械器具製造業」及び「輸送用機械器具製造業」から抽出した 8 事業所について訪問調査を実施した。

平成 13 年度は、「化学工業」、「石油・石炭製品製造業」から抽出した 8 事業所を対象に訪問調査を実施した。

平成 14 年度は「窯業土石製品製造業」と「非鉄金属製造業」をとりあげ工業用水の使用実態と水使用合理化に関する調査を行った。

平成 15 年度は「鉄鋼業」と「ゴム製品製造業」を選定し、工場への訪問調査を中心に、工業用水の使用実態と水使用合理化に関する調査を行うとともに、工業用水に対する要望調査を実施した。

平成 16 年度は「一般機械器具製造業」と「プラスチック製品製造業」の 2 業種を選定し、工業用水の使用合理化への取り組みを中心としたアンケート調査を実施した。

平成 17 年度は、「鉄鋼業」を対象として選定し、工業用水の取水・用水処理及び排水処理など、工業用水使用に係る費用について、工業用水の使用合理化の観点からアンケート及び工場訪問による調査を行った。

平成 18 年度は「繊維染色業」を対象として工業用水の取水・用水処理及び排水処理など、工業用水使用に係る費用について、アンケート及び工場訪問により調査を行った。

平成 19 年度は、「化学工業」を対象として、工業用水の取水・用水処理及び排水処理など、工業用水使用に係る費用について、アンケート及び工場訪問により調査を行った。

請 負: 経済産業省

## 2.26 工業用水使用合理化調査 2002 (H14) 年度

近年、各地で渇水が起こるなど利水安全度が低下しており、平成 14 年度も近畿圏では琵琶湖、淀川水系、紀の川水系及び市川水系等で渇水が発生し、取水制限が実施され、工業生産と国民生活に影響を及ぼした。しかし、新規の水源開発には長期の年月と莫大な費用がかかり、かつ近年の環境問題への関心の高まり等により、ダム建設は非常に困難な状況となっている。またこれまで工業用水の貴重な水源であった地下水においても、過剰な汲み上げが地盤沈下、地下水の枯渇、塩水化等を招くことから、新たな水源として利用することはあまり期待されなくなっている。

このような現状をみると、将来の水資源対策の一環として水使用合理化を一層進めることが非常に重要になってきていることは衆目の一致するところである。このような背景に基づいて、過去に経済産業省が実施した水使用合理化調査の成果物を利用し、現在各工場で行われている水使用合理化の状況を調査するとともに、水使用合理化方法として一般に普及している技術を調査整理し、最近の状況等を踏まえた修正を行ったうえ、実際に適用検討ができる合理化手法を取りまとめた。

水使用合理化の必要性、合理化の進め方(合理化の手法・具体的な進め方・計画上の留意点)、用途別の合理化方策(主要な用途とその特性・合理化の内容・ボイラー用水等の用途別方策)、業種別の合理化方策(主要な業種とその特性・業種別の合理化内容)などが主な内容である。

また、報告書から抜粋して水使用合理化技術を分かりやすく解説したパンフレットを作成した。報告書及びパンフレットは平成 15 年 3 月に開催された第3回世界水フォーラム「産業と水」分科会において参考資料として配布された。

請 負 : 近畿経済産業局

## 2.27 工場における工業用水の回収使用の実施例集作成 1998 (H10) ～1999(H11) 年度

この事業は、各種製造業の工場内における工業用水の回収使用状況を調査し、実施例集を作成するものである。資料収集の範囲は、公刊資料、本財団が作成した報告書、本財団が独自に収集した資料等とし、実施例は工場毎に一定形式に整理してそれを業種毎にまとめた。水使用合理化指導を行った中小規模の工場が多く対象となっている。

平成 10 年度は、国内の食料品 17 工場、飲料 4 工場、繊維工業 10 工場、パルプ・紙 6 工場及び化学工業 9 工場の工場合計 46 工場について、水使用量、製造工程、用途別使用水量、用水・廃水フローを示す実施例集を作成した。結果の概要は次のとおりである。

(水量単位 : m<sup>3</sup>/日)

| 業 種   | 工場数 | 従業員数   | 補給水量    | 回収水量      | 総使用水量     | 回収率   |
|-------|-----|--------|---------|-----------|-----------|-------|
| 食料品   | 17  | 2,945  | 14,339  | 47,286    | 61,625    | 76.7% |
| 飲 料   | 4   | 549    | 7,524   | 7,606     | 15,130    | 50.3% |
| 繊維工業  | 10  | 2,824  | 73,592  | 21,432    | 95,024    | 22.6% |
| パルプ・紙 | 6   | 2,624  | 396,864 | 821,377   | 1,218,241 | 67.4% |
| 化学工業  | 9   | 4,292  | 167,507 | 1,407,879 | 1,575,386 | 89.4% |
| 合 計   | 46  | 13,234 | 659,826 | 2,305,580 | 2,965,406 | 77.7% |

平成 11 年度は、国内の石油・石炭、プラスチック、ゴム製品、皮革、窯業・土石の 5 業種の 47 工場について同様に実施例集を作成した。結果の概要は次のとおりである。

(水量単位 : m<sup>3</sup>/日)

| 業 種    | 工場数 | 従業員数  | 補給水量    | 回収水量      | 総使用水量     | 回収率   |
|--------|-----|-------|---------|-----------|-----------|-------|
| 石油・石炭  | 9   | 3,669 | 181,339 | 1,683,465 | 1,864,804 | 90.3% |
| プラスチック | 12  | 1,161 | 6,257   | 50,033    | 56,290    | 88.9% |
| ゴム製品   | 12  | 2,807 | 4,900   | 6,188     | 11,088    | 55.8% |
| 皮 革    | 2   | 214   | 2,435   | 14        | 2,449     | 0.6%  |
| 窯業・土石  | 12  | 1,543 | 12,798  | 109,261   | 122,059   | 89.5% |
| 合 計    | 47  | 9,394 | 207,729 | 1,848,961 | 2,056,690 | 89.9% |

助 成 : (財) 河川環境管理財団

## 2.28 工業用水使用実態調査 2000 (H12) ～2001(H13) 年度

この事業は、工場内における工業用水の回収使用の状況を調査し、その状況をまとめたものであり、平成 10、11 年度に行われた上記の実施例集作成調査に続くものである。

平成 12 年度は、鉄鋼業、非鉄金属、金属製品、一般機械、電気機械の 5 業種の 45 工場を対象に、生産工程、用水・排水状況、水再利用状況などを調査し、とりまとめた。結果の概要は次のとおりである。

(水量単位 : m<sup>3</sup>/日)

| 業 種  | 工場数 | 従業員数   | 補給水量   | 回収水量    | 総使用水量   | 回収率   |
|------|-----|--------|--------|---------|---------|-------|
| 鉄鋼業  | 10  | 1,859  | 13,839 | 32,678  | 46,517  | 70.2% |
| 非鉄金属 | 9   | 3,699  | 38,887 | 85,778  | 124,665 | 68.8% |
| 金属製品 | 9   | 3,241  | 11,218 | 91,541  | 102,759 | 89.1% |
| 一般機械 | 7   | 6,222  | 5,065  | 23,542  | 28,607  | 82.3% |
| 電気機械 | 10  | 8,909  | 18,836 | 78,297  | 97,133  | 80.6% |
| 合 計  | 45  | 23,930 | 87,845 | 311,836 | 399,681 | 78.0% |

平成 13 年度は、輸送用機械、精密機械等の業種の中から 45 工場を選定し、アンケート調査及び訪問調査を行って、水源別・用途別の水使用状況、製造工程と水使用の関係、廃水処理、水回収の状況などに関する実施例集を作成した。結果の概要は次のとおりである。

(水量単位 : m<sup>3</sup>/日)

| 業 種    | 工場数 | 従業員数   | 補給水量   | 回収水量    | 総使用水量   | 回収率   |
|--------|-----|--------|--------|---------|---------|-------|
| 輸送用機械  | 28  | 32,944 | 48,725 | 891,110 | 939,835 | 94.8% |
| 精密機械   | 10  | 2,898  | 2,208  | 6,120   | 8,328   | 73.5% |
| その他製造業 | 7   | 1,431  | 1,110  | 5,301   | 6,411   | 82.7% |
| 合 計    | 45  | 37,273 | 52,043 | 902,531 | 954,574 | 94.5% |

助 成 : (財) 河川環境管理財団



## 2.29 工業用水渇水対策調査 1998(H10)～2002(H14)年度

この事業は、平成 6 年夏期を主体とした渇水に対して、水多消費型産業を中心とする各企業が講じた対応策を調査し、緊急的な水使用方策に係る現状の利用システムや開発課題及び期待される効果等について総括するものである。

平成 10 年度は、平成 6 年度において特に渇水の著しかった東海、山陽、北部四国及び北部九州について、非鉄金属製造業、化学工業、電気機械等を対象に調査を実施した。調査の結果、渇水時の被害や各工場が講じた渇水対策等について把握し、平成 6 年の渇水時には調査を実施した 11 工場で補給水量が平均 40%減少していたことが分かった。

また、平成 6 年度からの調査結果の総合的なとりまとめを行った。

平成 11 年度の調査は、工場における渇水に対する脆弱性、対応力等について業種別に分析し、排水等の再利用の有効性を明らかにするため、鉄鋼業、紙パルプ製造業、化学工業等の約 100 工場に対してアンケート調査を行い、約 30 工場から得た回答を基に、データの整理解析を行った。

また、平成 12 年度から 14 年度にかけては、工業生産に対する渇水の影響を最小化することを目的として、工場における節水(省エネ)型製造工程及び節水・省エネ型機器の導入状況及び導入効果を調査した。

平成 12 年度調査においては、水処理装置メーカー約 100 社を対象に、エネルギー需給構造改革投資促進税制(通称:エネ革税制)対象機器のうち、以下の水処理装置についての普及実績等に関するアンケート調査を実施した。

(対象設備)

- |              |               |
|--------------|---------------|
| ①超純水製造装置     | ②膜浸漬吸引式污水处理装置 |
| ③污泥減容式污水处理装置 | ④凍結式廃液処理装置    |
| ⑤冷凍機内蔵冷却塔    | ⑥有機物廃液処理装置    |
| ⑦オゾン水処理装置    | ⑧水平蒸気加熱管型蒸発缶  |

その結果、以下のような結論が得られた。

- (1) 污泥減容式污水处理装置については、現在取り扱っている企業は 1 社のみであるが、今後取り扱う予定の企業は 6 社あり、今後活発化していくことが予想される。
- (2) 超純水製造装置は、平成 12 年度税制申請件数は 6 件であるが、実際の設備納入数は 20 件以上あった。水平蒸気加熱管型蒸発缶も税制申請数は 0 件であるが、実際の納入数は 35 件であり、優遇税制の利用度の低いことが明らかとなった。
- (3) 本税制に対する意見として、「営業上有利な制度なので、今後も継続してほしい。」という意見がある一方で、本制度はユーザーのための制度であり、メーカー間の競争においては利点がないために「本制度を営業利点として売り込むことはない。」という消極的な意見もあった。

平成 13 年度は、節水・省エネ型製造工程及び機器の導入状況とその効果等について、食料品製造業、飲料製造業、繊維工業及び電機機械器具製造業等のユーザー 500 社を対象にアンケート調査を実施した。

アンケート調査の内容は次のとおりである。

- (1) 渇水時の水使用量と対策
- (2) エネルギー需給構造改革投資促進税制(エネ革税制)の利用状況

その結果、渇水時には、冷却水循環水の濃縮度の上昇や総合廃水処理水再利用で対応している工場の多いことが示された。また、エネ革税制については約 3 分の 2 の事業所が税制を知らなかった、という状況であり、更に多くのユーザーに本制度の内容を知らせる必要があることが明らかとなった。

平成 14 年度の調査では、平常時及び渇水時における水使用合理化への取組み状況を調査するとともに、12 年度及び 13 年度に引き続き、「エネルギー需給構造改革投資促進税制(エネ革税制)」に関するユーザーへのアンケート調査を行った。調査結果は以下のとおりである。

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>(1) 食料品や紙パルプの事業所 130 余に対して調査を行ったが、平常時水使用合理化の一貫として排水再生利用を行っている事業所は、紙パルプを中心に 32 事業所であり、比較的多くの事業所で排水再利用が行われている。</p> <p>(2) 喝水時の対応として最も多い対策は「ステッカー等による節水の呼びかけ」であり、半数以上の事業所が実施していた。また、約1割の事業所が排水再生利用で対応するとの回答であった。</p> <p>(3) エネ革税制は発足以来約20年以上が経過しているが利用率は低く、未だ一般社会に浸透しているとは言いが、利用した企業からは手続きが容易であり、免税額も大きいので良い制度であると好評である。</p> <p>(4) 税制対象の設備は必ずしもすべてが節水型の機器ではないが、廃水再利用にも利用できる機器もあるため、本制度が喝水対策としても有効であると回答した企業が全体の 20%あった。</p> <p>(5) 今後、機会があったら本制度を利用したいと考えている企業は 30%あり、本調査がエネ革税制の PR に役立ったものと思われる。</p> |
| 請 負：通商産業省                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.30 松山市都市活動用水合理化調査 1998(H10)～2000(H12)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>松山市は、喝水に悩まされることが多く、工業用水、生活用水などの多方面にわたって水使用合理化を進めていくことが期待されている。そうした背景をもとに、都市活動用水の合理化計画を作成したものである。</p> <p>水使用合理化の対象とする施設は、学校、病院、ホテル、大店舗等であり、平成 10 年度は、31 の施設を対象に合理化調査を行い、合理化の準則を策定した。その結果、準則に基づいて算定される節水率は 31 事業所の水使用量の約 15%となることが明らかになった。</p> <p>平成 11 年度及び 12 年度には同様に 29 施設、及び 30 施設を対象に調査を行い、合理化計画を作成するとともに、都市用水の適正な使用を推進するよう技術的指導を行った。</p> |
| 委 託：松山市                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.31 今後の水供給(処理)事業の在り方に関する調査研究 2001(H13)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>水処理分野では、民営化業務の促進による公的サービス部門への民間事業者の積極的な参加が求められている。公的事業の民営化の検討に当たっては、現状の経営主体である自治体の考え方や必要とともに、水関連産業が有する技術・ノウハウの有効活用の観点から、関連産業の主体的取り組みが課題となっている。</p> <p>この調査研究では、上水道・工業用水道・下水道等の水処理・供給事業を対象として、民間企業の参画による効率的かつ効果的な公共サービスの在り方について次の調査を行った。</p> <p>(1) 国内外の文献調査</p> <p>(2) 東京都金町浄水場、阪神水道企業団尼崎浄水場等水道の PFI 事業施設や民間委託施設の訪問調査</p> <p>(3) イギリスとフランスにおける民間水道の設備調査</p> <p>この時期の2年ほどの間に、国内においては大手の水処理会社等により民間水道を目的とした会社が数社設立され、水道の民営化が現実味を帯びてきていた。本報告書では、そうした動きについて触れるとともに、海外調査で得た資料も翻訳し掲載した。</p> |
| 委 託：日本機械工業連合会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.32 水関連情報整備調査 2000 (H12) ～2002(H14) 年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <p>本事業は、水に関わる問題の迅速な解決のため、水関連技術情報を継続的に収集・蓄積し、コンピューター処理が可能な形にデータベース化し、関係者がこれら情報に容易にアクセスできるシステムの整備を図るものである。</p> <p>造水促進センターのホームページ <a href="http://www.wrpc.jp/">http://www.wrpc.jp/</a> に水関連技術情報システムを付加して運用を開始した。本システムには水に関連する技術や研究機関等のWebサイト493件と、造水促進センターが昭和48年度から平成13年度までに行った研究開発・調査事業113件の報告書抄録が登録されており、分野別に検索・閲覧が可能である。造水促進センターの報告書抄録は年度、委託元、キーワードからも検索できる。また、問い合わせ用のメール機能、意見発表のために掲示板機能を搭載している。</p> |
| 請 負 : 経済産業省                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2.33 日本国際博覧会(愛知万博)に係る水環境関係調査 1999 (H11) 年度                                                                                                                                                                                                                        |
| <p>本財団は2005年に愛知県で開催される愛知万博の計画に対して、環境に優しい未来型の排水・廃棄物の循環処理技術の設置と展示に関する提案を行ってきた。</p> <p>本調査では、環境が主テーマである愛知万博で、環境保全に貢献している水処理技術の現状と方向性、今後実用化されると考えられる新しい技術についてまとめるとともに、愛知万博に対する企業の関心度等に係るアンケート調査を行い、また「自然の叡智」のテーマに沿って、新しい水消費スタイルのあり方を検討し、万博展示における「見せる」観点からの検討を行った。</p> |
| 委 託 : (財)2005年日本国際博覧会協会                                                                                                                                                                                                                                           |

### 第3章 造水関連技術調査(海外)

#### 3.1 中東地域における海水淡水化需要調査 2008(H20)年度

海水淡水化は、水源の乏しい中東地域においては重要な技術であり、1970年代からサウジアラビアをはじめとして中東の各地で蒸発法による海水淡水化が導入されてきている。従来、水インフラ、電力インフラを一体的に整備する観点から、中東地域における海水淡水化は蒸発法を中心に整備が進められてきたが、近年、維持管理の容易性や淡水化コストの比較から逆浸透法の設備の導入も進められている。

逆浸透法の導入は、海水の清浄な紅海側では進みつつあるが、塩分濃度が高く、また海水の汚濁の進んでいるアラビア湾側では逆浸透法への信頼感が確立されておらず、あまり導入が進んでいない状況にある。アラビア湾側での逆浸透法の信頼を確立するために、経済産業省の「産油国石油精製技術等対策事業費補助金」により、平成15年度から18年度にかけてカタール国ドハーンにおいて逆浸透法海水淡水化装置の運転研究が行われ、アラビア湾の海水でも逆浸法が適用できることが確認された。

本調査においては、アラビア湾側諸国における逆浸透法による海水淡水化の需要調査を行うとともに、上記逆浸透法海水淡水化装置の運転結果を現地で紹介し、逆浸透法が信頼性のある技術であることを紹介し、普及可能性の調査を行うもので、カタール国及びバーレーン国を対象として行った。

調査の結果、カタール国においては、2014年には水の需要量が供給量を上回ることが予想されるが、現状においては、そのための新たな淡水化施設の計画の具体策については確認されていなかったが、逆浸透法による海水淡水化の計画の資料を入手した。また、バーレーンにおいては、昨年、数万 m<sup>3</sup>/dの施設の入札が行われ、事業主体が決定されたが、最近の経済危機により現在は計画が停止しているという状況が把握できた。この設備が完成すれば、バーレーンにおいては当分新しい海水淡水化の計画は無いものと予想される。

補助：(財)JKA

#### 3.2 ハイブリッド方式海水淡水化システムの普及可能性調査 2002(H14)年度

湾岸諸国では、水インフラに係る費用は莫大であり、如何にこのコスト負担を軽減するかが大きな関心事であり、各国とも効率的で低コストの技術を必要としている。これらの国では、従来、水インフラ、電力インフラを一体的に整備する観点から、発電・海水淡水化の二重目的プラントの建設が大勢を占めているが、従来の海水淡水化は蒸発法が主体であった。

近年、逆浸透法海水淡水化システムの開発が進み、蒸発法に対する経済優位性が証明されつつあるが、発電・海水淡水化の二重目的プラントとしては、海水淡水化として、蒸発法に逆浸透法を併設する方法、いわゆる「ハイブリッド方式海水淡水化システム」が、海水淡水化の総合効率を高めることが世界的に認知されつつある。しかしながら、湾岸諸国では、逆浸透法による海水淡水化システムの信頼性が薄く、ハイブリッド方式の認知・導入が進んでいない。

本事業は、かかる背景のなかで、クウェート、カタール及びアブダビの3か国に対し、ハイブリッド方式海水淡水化システムのフィージビリティ調査を実施し、従来法に対するハイブリッド方式の優位性を示し、これらの国の同方式への理解度を深め、我が国の逆浸透法海水淡水化システムの普及、ひいては、ハイブリッド方式の普及を促進し、これらの国の、水インフラコストの低減に寄与しようとするものである。

本調査では、各国の発電と水の需給バランスに適するハイブリッド発電・海水淡水化システムの概念設計を行った。また、ハイブリッド発電・淡水化方式と現状の発電・蒸発法淡水化システムとの経済性比較を行い、ハイブリッドシステムの優位性を明らかにするとともに、上記3か国を訪問し、調査結果を報告説明した。

助成：日本貿易振興協会

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>3.3 サウジアラビア・サウジ・アラムコ社工場排水再生利用事業化調査 2008(H20)年度</p> <p>本調査は、JETRO が一般公募した「石油資源開発等支援事業」として実施された調査事業で、本財団、住友商事(株)及び三菱重工業(株)が共同で実施したものである。</p> <p>近年、サウジアラビアにおいては排水再利用が水不足対策の有力な方法であることが認識されてきている。そのような背景をもとに、本調査においては、サウジ・アラムコ社から要望のあったリヤド製油所を対象に、排水再生処理装置の概念設計、再生水のコスト計算、経済分析、環境・社会面の検討、資金調達の見通しの検討等を行った。</p> <p>その結果、リヤド製油所では、工業用水及び廃水処理費が無料であるため、再生水の経済性は成り立たないが、平均的な生産能力である 30 万バーレルのモデル工場を対象にした排水再利用では経済性のあることが分かった。また、環境・社会面でも廃水再利用が何ら問題の無いことが明らかとなった。</p> <p>委託：日本貿易振興機構(JETRO)</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>3.4 リビア NOC との共同研究「随伴水処理調査(水処理)」に係わる委託業務 2007(H19)年度</p> <p>リビアでは、石油生産に伴い排出される水(随伴水)が砂漠に長年放置されて大小多数の水溜を形成している。随伴水は年々増加傾向にあり、また、この水溜に流入する水の成分は地下に浸透、あるいは蒸発を繰り返す過程で局所的に濃縮していると予想されることから、土壌・地下水等への環境汚染を引き起こす可能性が危惧されている。近年の環境に対する意識の高まりから、リビアにおいても周辺諸国等と同等の環境対策を講じる必要があり、JOGMEC 及び NOC (National Oil Company、リビア国営石油会社)が共同でリビア国内のモデル地域を対象に随伴水に係わる汚染等の状況を調査することとなり、本財団は JOGMEC からの委託を受けて本調査を実施した。</p> <p>この調査結果を基に具体的な水処理技術の適用性調査を実施し、リビアにおける環境汚染の防止と水資源の確保に資する提案を報告書として取りまとめた。</p> <p>委託：(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)</p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>3.5 サウジアラビア・ジュベイル地区工場排水高度利用可能性調査 2007(H19)年度</p> <p>本調査は、JETRO が一般公募した「石油天然ガス資源開発等支援及びエネルギー使用合理化設備導入可能性調査」として実施された調査事業で、本財団とユニコインターナショナル(株)の共同で実施した。</p> <p>サウジアラビアにおいては、排水処理再利用が水不足対策の有力な方法であることが認識されてきた。このような背景をもとに本調査では、同国における主力産業である石油精製及び石油化学工業を主体とする代表的な大規模工業団地であるアルジュベイル工業地区の工場排水を高度処理し、工業用水として再利用する可能性について調査した。</p> <p>その結果、アルジュベイル工業地区の中央排水処理場の処理水およびサウジアラムコ石油精製工場の排水のそれぞれを、膜法により高度処理を行えば、工業用水としての再利用が、技術的・経済的に十分可能であることを明らかにした。また、本調査で想定した再利用プロセスの導入により、現在海水淡水化によって製造されている工業用水の量を大幅に削減できることが判明した。</p> <p>委託：日本貿易振興機構(JETRO)</p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>3.6 大規模ジメチル・エーテル (DME) 製造に伴う副生廃水の再生利用実用可能性調査 2005(H17)年度</p> <p>ジメチル・エーテル (DME) 製造プラントは大量の副生廃水を生成する特徴があり、その量は、製造される DME の体積比で 8 割にも達する。DME 製造に伴い副生する廃水は、通常の石油精製や石油化学プラントからの油分を多く含む廃水とは性状が大きく異なり、特定の不純物さえ適切に除去すれば十分に再利用が可能な清澄な廃水である。本調査研究は、DME 製造プラントからの副生廃水を単独浄化処理し、工業用水や農業用水、さらには飲料水やボイラー給水として再利用する技術を確認し、その経済性を検証することにより、廃水再生利用による新たな水資源の創出を目的としている。</p> <p>調査研究は、イランの Bandar Assaluyeh 地区で、イラン国営石油会社傘下の石油産業研究所 (Research Institute of Petroleum Industry-RIPI) が建設を計画している大型商業 DME 製造プラントを対象とし、その廃水再生処理設備の概念設計及びコスト試算を実施し、その実現可能性を検討する。</p> <p>本事業は、東洋エンジニアリング(株)との共同事業として実施した。また、協力企業として(株)エンバイロンメンタルエンジニアリング(ECC 社)の協力を得た。</p> <p>本事業で実施した調査項目・内容は下記のとおりであり、平成 17 年 9 月末に、調査事業を完了した。</p> <p>(1) 第 1 回現地調査</p> <p>平成 17 年 6 月に第 1 回現地調査を実施した。カウンターパートの、RIPI を訪問し、廃水再生装置の概念設計に関わる基本設計方針、再生利用水の用途、水質基準、環境への影響などについて打合せを行った。また、プラント建設予定地を視察し、現地での水事情の調査などを行った。</p> <p>(2) DME 廃水浄化再生処理に係る基礎実験の実施</p> <p>ECC 社の協力を得て、国内で廃水処理基礎実験を実施し、概念設計の設計諸元を決定した。</p> <p>(3) DME 廃水浄化再生処理プラント概念設計の実施</p> <p>基礎実験の結果を踏まえて、実装置の概念設計を実施した。</p> <p>(4) コスト試算及び収益性の検討</p> <p>概念設計結果に基づき、廃水浄化再生処理プラント建設の経済評価を実施し、DME 廃水再生利用が、DME 製造プラントの工業用水消費量を削減し、且つ海域環境保全に貢献し、総合的に経済性に優れることを確認した。</p> <p>(5) 第 2 回現地調査</p> <p>9 月に第 2 回現地調査を行い、RIPI を訪問し、当方で作成した概念設計結果について意見交換を行い、最終的に DME 廃水再生利用の実現可能性について RIPI の合意を得た。</p> <p>委託：(独)日本貿易振興機構 (JETRO)</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>3.7 東南アジアにおける省エネルギー型汚泥減容化技術適用可能性調査 2002(H14)</p> <p>廃水処理における有機性廃水処理技術として活性汚泥法が世界各国で広く利用されている。しかし、余剰汚泥の発生が避けられず、汚泥の処理及び処分に係る費用が大きく、運転管理においても汚泥管理が重要になっている。</p> <p>近年、余剰汚泥の処分地不足、環境問題から余剰汚泥の削減及び余剰汚泥を発生しない廃水処理方法が注目されている。さらに地球温暖化ガス排出量削減効果の高い、省エネルギー型汚泥減容化技術が求められている。</p> <p>本調査研究では、廃水処理における汚泥減容化技術に関して技術の現状及び省エネルギー型環境負荷低減型汚泥処理技術に関して文献資料調査を行った。また、産業発展が著しく、汚泥処理の改善に課題があり、高い関心を示しているタイ及びマレーシアを代表的対象国とした調査を行った概要は次のとおり。</p> <p>(1) 汚泥問題関連の政府及び民間機関を訪問し、現状の課題及び将来の政策・規制、処理規模などの</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

計画について調査を行った。

両国では産業排水処理汚泥の処分は埋め立て処分が主流であるが、メタンガスの発散、臭気の発生の問題が顕在化している。また、将来的には埋め立て用地確保、汚泥処分費用の問題があり、汚泥発生量低減、減容化技術に関心が高い。

(2) 両国を対象として今後導入を検討する汚泥量低減、減容化システムの各種方式について、日本及び海外で実用実績があり、東南アジアに適する省エネルギー型システムについて比較検討を行った。

委託：新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)

### 3.8 フィリピン国における廃水からのメタンガス回収利用事業 FS 調査 2004(H16)年度

1997 年 12 月に開催された国際連合気候変動枠組条約第 3 回締約国会議(COP3)において「京都議定書」が採択され、日本は、2008 年から 2012 年の第 I 約束期間内に温室効果ガス (GHG)排出量を 1990 年レベルより 6%削減することが定められた。

この削減目標を達成するため、「クリーン開発メカニズム(CDM)」や「共同実施(JI)」、「排出権取引(ET)」等の京都メカニズムが柔軟性措置として盛り込まれており、省エネ先進国である日本においては、これらの措置を導入しなければ削減目標の達成が困難であるといわれている。

CDM/JI の事業化に向け、経済産業省や環境省では、1999 年度から CDM/JI として有力なプロジェクトの発掘を目的に、CDM/JI プロジェクトのフィージビリティ(FS)調査を継続的に支援している。

本調査では、上記の経済産業省の FS 調査の一環であり、その目的は、フィリピンでも有力な製紙会社である Container Corporation of the Philippines 社(CCP 社)を CDM 実施事業所に選定し、同社の故紙を原料とするダンボール用紙製造工程から排出される高濃度の COD を含む廃水の処理を、現在の好気性処理から嫌気性処理に改善し、高 COD 成分からバイオガス(メタンガス)を生産し、そのバイオガスを既設ボイラーの燃料として生産工程の熱源に利用するシステムに関する CDM 事業の可能性について調査した。

調査は順調に遂行され、本プロジェクトの PDD 作成及び PDD 有効化審査(プレバリデーション)まで終了した。

なお、本プロジェクトは、廃水処理を好気性処理から嫌気性処理に改善することで、以下の 3 つのカテゴリーにより GHG 排出量を削減するものである。

- (1) バイオガスを燃料として利用することによる化石燃料の代替
- (2) 嫌気性処理導入による省エネルギー
- (3) 汚泥発生量削減によるメタンガス排出量の抑制

委託：(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)

### 3.9 クリーナープロダクション技術普及促進調査 2004(H16)年度

クリーナープロダクション (CP) は工場のエンドオブパイプ (EOP) での負の投資による環境対策だけに頼らず、生産工程を改善して省資源、省エネルギーを図り、環境への負荷を低減することにより環境保全と収益向上の両立を目指すものである。

本調査では、開発途上国の工場の環境対策、生産技術、設備の近代化を効率的に推進することを目的に、CP 普及にかかわる実状を調査し、今後の普及のための課題と方策を検討した。調査内容としては、文献・資料による過去の技術援助と途上国の状況の調査と、タイとベトナムの政府機関、企業に対するアンケートとヒアリングによる現地調査を行った。

調査の結果、両国とも政府機関による CP 普及の努力はなされており、企業は CP の概念と有効性は十分に理解している。タイでは企業の競争力強化が課題となっているが実施に必要な改善手法を持たないため、工程改善が思うようには進んでいない。ベトナムは旧式設備の工場が多く、環境対策が始まったばかりで、環境対策に CP 技術を使うことを望んでいるが、資金不足が深刻で設備改善はできない状況にあることが明らかになった。

CP 普及を効果的に行うには、CP に関する概念の普及、意識の向上を図り、対象国の実状に合った実効の上がる実践技術の移転が必要である。具体的には、生産工程まで踏み込んだ水使用合理化と省エネルギー化の技術移転が必要となるものと思われる。

補助：(財)機械振興協会

### 3.10 海外工業地域における水需給等実態調査 2006(H18)年度

本調査は、海外、特に東南アジアの工業地域に立地している日系企業の工場等の立地状況に関する調査、それらがおかれている工業用水の需給に関する実態の調査及び当該国における政策・法律・助成金等、工業用水に係る制度の整備状況についてとりまとめ、今後の工業用水施策の企画・立案の参考にするとともに、我が国の水関連産業の技術提供が可能な分野について検討することを目的として行った。

対象国としてタイ、インドネシア及び韓国を選定した。なかでも工業用水供給に問題があるタイを重点国として、次の(1)から(3)について詳しく調査した。

(1) 日系企業立地動向調査

(2) 工業用水需給実態調査

(3) 工業用水制度整備状況調査

韓国は、最も産業が発展しており、工業用水の供給に関し日本と同じような問題を抱えている。インドネシアは東南アジアで最も人口が多く、将来産業が発展することが期待されている。

調査の結果、タイでは、バンコク周辺7県に、水使用量の多い企業が集中しているが、殆どが、地下水を使用している。約2年前、政府は地下水取水制限に関する法律を制定したので各企業は、その対策に追われている。日系企業は主に工業団地に入居している。進出企業数、業種、所在地、工業用水使用量等を確認できた。

インドネシアに関しては、ジャカルタ市とバンドン市の間に、日系工業団地が集中している。その多くは日本の商社が管理する工業団地であり、工業用水供給に関しては、日本国内と同様、水量、水質ともによく管理された運営がなされている。日系企業以外の民族系企業においては、工業用水の供給より、廃水処理に問題があり、環境庁が厳しく指導しているが廃水処理施設の管理が十分ではないのが現状である。

また、韓国は、環境庁の指導が厳しく、河川は COD の総量規制を実施しており、排水処理に膜分離装置を導入している企業も多い。工業用水も不足気味で、節水や廃水再生利用に関心が高く、日本との技術交流を希望しているという現状が明らかとなった。

委託：経済産業省

### 3.11 東南アジア地域での小規模水道事業の可能性調査 2006(H18)年度

工業発展の著しい東南アジア地域においては、大都市周辺への人口集中にともない、安全な飲料水の確保が急務の課題となっている。特に、周辺の中小規模の市町村や、病院等の医療機関、小学校や中学校等の教育機関においても安全な飲料水の確保が要望されている。

一方、近年わが国の水道関連の技術としては膜処理技術の進歩でめざましいものがあり、小規模の浄



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>水場を中心に、今までの凝集沈殿法から膜処理法への転換が行われつつある。また、そうした流れの一環として、自治体が供給する高い水道料金に対する自衛策として、医療機関などにおいて、自前で膜処理設備を設置して地下水を水源として膜処理することにより飲料水を得るという自家用水道建設の動きが国内各地にある。</p> <p>本調査は、わが国で開発された膜処理設備による水道施設を、東南アジア地域の中小市町村や観光地、病院、学校等において小規模水道として普及させるための可能性について、技術的、社会的観点から調査を行うものである。</p> <p>本調査では、東南アジアの国の中から特に近年経済発展が目覚しく、また日系企業の進出の盛んなベトナムを調査対象として選定し、文献調査と2回の現地調査を行った。</p> <p>その結果、ベトナムの各地において良質な水道水の供給が希望されていること、数千人の従業員を抱える日系企業では従業員の飲料用水として自前の水道施設の希望のあることがわかった。</p> <p>以上の事から、地下水などを膜処理し水道水として供給する分散型水道事業の可能性が見出され、そのため、モデルプラントにより当該技術を実証することが重要であることも明らかとなった。</p> |
| 委託：(財)機械振興協会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.12 産油国研修事業(イラク研修) 2007(H19)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>本研修事業は、イラクの復興支援を目的として、2005年12月にイラク国石油大臣と、我が国の経済産業大臣により発表された共同声明に基づいて実施されたもので、イラクの石油及び天然ガス関係の技術者を日本に招聘し、技術研修を行うものである。</p> <p>本事業の発注者は JOGMEC ((独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構) であり、本財団は、JOGMEC から依頼を受けた AOTS に協力して水処理に関連する「ボイラー用水・冷却用水・防火用水等工業用水の処理と応用」(コースA) 及び「石油及び天然ガス関連工場における廃水処理の設計と運転管理」(コースB)の2コースについて、具体的な研修カリキュラムを作成し、講義及び国内関連施設の現場研修を実施した。</p> |
| 委託：(財)海外技術者研修協会(AOTS)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.13 台湾研修受入れ 2008(H20)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p>台湾政府の駐日事務所である台北駐日経済文化代表処からの依頼を受けて、9月上旬に2週間にわたって台湾政府経済部工業局及び水資源業務を担当している水利署の職員計3名に対する廃水処理・再利用に関する研修を実施した。</p> <p>研修内容は講義と関連施設の視察からである。講義では、下水の再利用やビル廃水の再利用等、日本の先端的な再利用状況を紹介するとともに、膜処理技術やオゾン処理技術等の新しい技術を紹介した。また視察では、講義内容にあわせて、ビル廃水の再利用施設や、膜処理、オゾン処理等の施設が設置され再利用が実際に行われている施設を訪問した。</p> <p>研修員からは、日本の先端的な技術を理解することができて有意義であった、との感想があった。</p> |
| 委託：台北駐日経済文化代表処                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

|                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.14 タイ工業用水技術研究所プロジェクト支援 1998(H10)～2005(H17)年度                                                                                                                                                                                                       |
| <p>本事業は、タイ国工業省工場局 (DIW) からの要請を受けて(独)国際協力機構 (JICA) が実施しているプロジェクト技術協力事業で、日本国内における工業用水の使用合理化や廃水処理に関する技術について、DIW 職員からなるタイ側技術者に技術移転・技術指導を行い、将来的には技術移転を受けたタイ側技術者が国内の各工場に技術指導を行うことを目的として実施したものである。本財団は国内支援団体として長期専門家派遣、短期専門家派遣、日本国内研修等、技術的側面から本事業に協力した。</p> |
| 委託：(独)国際協力機構 (JICA)                                                                                                                                                                                                                                  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3.15 国内機械産業の中国、東南アジア地域での公共事業への進出支援調査 2003(H15)年度                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <p>中国や東南アジアの国々においては、工業化の進展や衛生意識の高まりに伴い、水道や下水道等水関連分野でのインフラ整備が緊急の課題となっている。また、これらの国々におけるインフラ整備は国家予算が限られているために、海外の民間資金を利用した PFI 方式による設備建設が多くなっている。</p> <p>本調査では、我が国の水関連企業が中国・東南アジアに進出する場合に想定される課題の検討と対応策を調査とりまとめ、機械産業界に提言することで、我が国機械産業の海外進出を促すものである。</p> <p>本調査は現地訪問調査を中心に進め、パキスタン、中国、マレーシア及びタイの訪問調査を行った。その結果、以下の結論を得た。</p> <p>(1) 中国</p> <p>①北京市の水がめである密雲ダムでは、年々貯水量が減っており、新水源の開拓、水使用合理化が緊急の課題である。</p> <p>②2008 年の北京オリンピックに向けて、「南水北調」計画が進んでいる。</p> <p>③予算不足から、BOT 方式による民間水道が大都市を中心に進んでいる。</p> <p>(2) パキスタン</p> <p>①浄水場の運転管理の悪さに加え、水道管の老朽化により水道には問題が多い。</p> <p>②水道施設の運転管理の充実や水道管の更新など、現在の設備を整備する方法と、水使用個所で膜処理設備等を設置して安全な飲料水を確保する方法の 2 方法が考えられる。</p> <p>③緊急を要する病院や学校などでは後者を優先的に進めていく必要がある。</p> <p>(3) マレーシア</p> <p>①水道・下水道に関して新設や改造の計画はあるが予算の不足から実施に移せない計画が多い。</p> <p>②国内企業以外は公共事業ができない体制であることから、PFI 事業として進出する場合にはマレーシア国内企業と緊密な関係を築く必要がある。</p> <p>(4) タイ</p> <p>①地盤沈下対策として地下水の使用を禁止し、上水道への切替を進めているが、現状では上水道に対する水質、水量等不安要素が多い。</p> <p>②PWA (地方水道公社) 管轄の全国で、227 の水道施設のうち、9 施設について民間水道で運営されている。</p> <p>③現在 PWA 自体の公社化の計画が進んでいる。PWA の管轄内においては、現在新しい民間水道の計画はない。</p> |
| 補助：(財)機械振興協会                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

## 第4章 造水技術シンポジウム・講演会

(財)造水促進センターの主催により開催された最近 10 年間のシンポジウム・講演会の実績を示す。

### 4.1 造水シンポジウム2009ー東南アジアにおける河川浄化と地下水保全の課題と展望ー

＜河川浄化、地下水保全、造水技術の国際協力＞

日 時：平成21年12月18日(金) 9:30～17:00

場 所：主婦会館プラザエフ「クラルテ」(東京都)

参加者：70 名

#### 講 演

「日本の地下水管理について」

経済産業省経済産業政策局地域経済産業グループ産業施設課課長補佐 小 宮 康 則

「地下水・土壌汚染評価システムの開発と活用事例」

独立行政法人産業技術総合研究所地圏資源環境研究部門副研究部門長 駒 井 武

「地下水保全の最新情報:地下水人工涵養を中心に」

秋田大学名誉教授 肥 田 登

チェンマイ大学准教授(理学博士) フォンサワード・シンハラワラパン

「ベトナムにおける河川水・地下水利用の現状と問題点及び問題解決のための施策と研究について」

ベトナム科学技術院(VAST) 地球物理研究所応用地球物理部門長 グエン・バン・ザング

「インドネシアにおける河川水・地下水利用の現状と問題点及び問題解決のための施策と研究について」

インドネシア科学院(LIPI)地質工学研究センター地球保全・地質工学部門

主任研究員 エディ・プラセチュ・ウトモ

「東南アジアにおける地下水・河川の水循環システムの現状と展望」

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻教授 滝 沢 智

「パネルディスカッション」 司 会： 滝 沢 智 (東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻教授)

### 4.2 2009造水技術シンポジウムー省エネ型水処理技術開発とMBR技術の最前線ー

日 時：平成21年2月12日(木) 10:00～17:00

場 所：発明会館ホール(東京都)

参加者：160 名

#### 講 演

「省エネ型水処理技術開発」

経済産業省経済産業政策局産業施設課工業用水道計画官 内 田 富 雄

「PVDF 平膜を用いた MBR モジュールとその応用例」

東レ株式会社 水処理技術開発センター部員 北 中 敦

「中東における MBR-RO システムによる下水再利用の実用例」

株式会社日立プラントテクノロジー

環境システム事業本部水処理・環境事業部海外統括部海外部部長 大 熊 那夫紀

「液中膜を用いた MBR の特徴と適用事例」

株式会社クボタ 膜ソリューション技術部技術グループ長 大 井 裕 亮

「中空糸膜を用いた MBR の特徴と適用事例」

三菱レイヨン・エンジニアリング株式会社技術企画部アクア技術グループ担当部長 藤 井 渉

|                                     |     |         |
|-------------------------------------|-----|---------|
| 「MBR の技術概要と導入状況」                    |     |         |
| 旭化成ケミカルズ株式会社                        |     |         |
| 膜・水処理事業部イコローザ・テクニカルマーケティング部主幹研究員    |     | 橋 本 知 孝 |
| 「PTFE 製 MBR 用膜モジュールの特徴とその応用例」       |     |         |
| 住友電工ファインポリマー株式会社モジュールプロジェクト統轄       |     | 森 田 徹   |
| 「セラミック膜を用いた MBR の特徴と適用事例」           |     |         |
| メタウォーター株式会社開発センタープラント開発部水処理開発グループ主任 |     | 甘 道 公一郎 |
| 「浸漬型中空糸膜を用いた MBR の処理特性と適用事例」        |     |         |
| 株式会社神鋼環境ソリューション 技術開発本部              |     |         |
| 水・汚泥技術開発部水処理室課長                     | 石 山 | 明       |
| 「槽外設置型 MBR の特徴と実用例」                 |     |         |
| 日本ノリット株式会社メンブラン地域担当マネージャー           | 糸 川 | 博 然     |
| 「NEDO の役割と研究開発事業の進め方の紹介」            |     |         |
| 独立行政法人新エネルギー産業技術総合開発機構              |     |         |
| 環境技術開発部主任研究員                        | 唐 沢 | 順 市     |

#### 4.3 造水シンポジウム2007-アジア・太平洋水サミット関連＜アジア太平洋における造水の課題と展望＞

日 時：平成19年11月13日(火) 9:50～16:45

場 所：発明会館ホール(東京都)

参加者：120名

##### 講 演

「アジアにおける水事情の課題と展望」

アジア工科大学教授 チョンラック ポンプラサート(タイ)

「シンガポールにおける安定的な水供給管理の戦略」

シンガポール公共用水局技術・水質部部長 ハリーセア(シンガポール)

「ベトナムにおける繊維染色廃水の課題と展望」

ベトナム繊維研究所 グエンワントン(ベトナム)

「タイにおける MBR・RO プロジェクトの課題と展望」

タイ科学技術研究所 ソムチャイ ダララタナ(タイ)

「中国北部における水源確保の開発」

遼寧石油化工大学副校長 チェンボードン(中国)

「質疑と総括」

司 会：東京大学環境安全研究センター長教授 山 本 和 夫(日本)

#### 4.4 2007造水技術シンポジウムー流域圏の持続可能な水代謝システムにおける膜の重要性と展望ー ＜MBR適用のさらなる可能性をめざして＞

日 時：平成19年2月5日(月) 9:50～16:15

場 所：虎ノ門パストラル「マグノリア」(東京都)

参加者：130名

##### 講 演

「流域圏の持続可能な水代謝システムにおける膜の役割と展開」

|                                                   |                               |
|---------------------------------------------------|-------------------------------|
| 北海道大学大学院工学研究科環境創生工学専攻教授                           | 渡 辺 義 公                       |
| 「タイにおける MBR-RO システムによる工場排水再利用とアジアの MBR の実状」       |                               |
| 財団法人造水促進センター国際協力部首席研究員                            | 川 崎 睦 男                       |
| 「MBR シミュレーションとその展開」                               |                               |
| 東レ株式会社水処理技術開発センター部員                               | 高 畠 寛 生                       |
| 「円筒型 MBR モジュールの特徴と応用例」                            |                               |
| 旭化成ケミカルズ株式会社マイクロ・サ・テクニカルマーケティング部 主幹研究員            | 橋 本 知 孝                       |
| 「MBR における処理水再利用の可能性について」                          |                               |
| 株式会社日立プラントテクノロジー水処理システム事業本部水処理システム技術統括部           |                               |
| 開発部課長                                             | 能 登 一 彦                       |
| 「MBR 安定運転のための留意点」                                 |                               |
| 三菱レイヨン・エンジニアリング株式会社 Aqua 事業部メンブレン営業技術グループグループリーダー |                               |
| 担当課長                                              | 藤 井 渉                         |
| 「総括と質疑応答」                                         | 司 会：東京大学環境安全研究センター長教授 山 本 和 夫 |

|                                      |                           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| 4.5 造水技術の近未来像＜すぐ傍まで来ている新造水技術の実像を捉える＞ |                           |
| 日 時：平成18年2月24日(金) 10:00～17:00        |                           |
| 会 場：ホテルルポール麹町「マーブル」(東京都)             |                           |
| 参加者：150 名                            |                           |
| 講 演                                  |                           |
| 「MBR技術の現状と今後の展望」                     | 東京大学環境安全研究センター長教授 山 本 和 夫 |
| 「海水淡水化技術の近未来像」                       |                           |
| 財団法人造水促進センターエグゼクティブアドバイザー            | 後 藤 藤太郎                   |
| 「排水再生利用技術の近未来像＜膜技術を中心に＞」             |                           |
| ダウケミカル日本(株)御殿場研究所セパレーショングループ主幹研究員    | 前 田 恭 志                   |
| 「膜モジュールの現状と近未来像」                     |                           |
| 財団法人造水促進センター 国際協力部首席研究員              | 川 崎 睦 男                   |
| 「パネルディスカッション」                        | 司 会：藤 田 賢 二 (東京大学名誉教授)    |

|                                                 |                   |
|-------------------------------------------------|-------------------|
| 4.6 平成18年度 造水技術講演会                              |                   |
| 三重大学大学院生物資源学研究科「環境創成学講座・環境保全学講座開設シンポジウム」        |                   |
| 日 時：平成18年11月16日(木) 9:3～17:15                    |                   |
| 会 場：三重北勢地域地場産業振興センター(三重県)                       |                   |
| 参加者：150 名                                       |                   |
| 講 演                                             |                   |
| 「資源循環型排水処理の新展開」                                 | 早稲田大学理工学部教授 平 沢 泉 |
| 環境創成学講座開設シンポジウム                                 |                   |
| 「伊勢湾及び大阪湾地域で求められている水利用技術の考え方」座 長：三重大学教授 佐 藤 邦 夫 |                   |

|                              |                                    |
|------------------------------|------------------------------------|
| (1) 大学サイドから見た最近の水事情とその観点     | 三重大学環境創成学講座教授 加治佐 隆 光              |
| (2) 三重県の工業用水に関連した話題          | 三重大学環境創成学講座助教授 木 本 凱 夫             |
| (3) 淀川水系／流入汚濁の総負荷量管理に向けた取り組み | 木津川源流研究所所長 川 上 聡                   |
| (4) 海洋汚染防止にも有効な養殖場の給餌システム開発  | 三重大学環境創成学講座助手 山 下 光 司              |
| 講 演                          |                                    |
| 「オゾンを利用した水再生利用技術」            | 三菱電機株式会社端技術総合研究所環境システム技術部長 廣 辻 淳 二 |
| 「ISO/TC224 と我が国水道事業への展開      | グローバルウォータ・ジャパン代表 吉 村 和 就           |
| 環境保全学講座開設シンポジウム              |                                    |
| 「三重県を中心とした自然災害研究」            | 座 長:三重大学教授 盛 岡 市                   |
| (1) 伊勢湾と三河湾に関する海洋学的研究の紹介     | 三重大学環境保全学講座教授 関 根 義 彦              |
| (2) 豪雨による旧宮川村の土砂災害           | 三重大学環境保全学講座教授 林 拙 郎                |
| (3) 三重県での水害の現状とその防御計画        | 三重大学環境保全学講座教授 葛 葉 泰 久              |
| (4) 防災への IT と GIS の活用」       | 三重大学環境保全学講座教授 福 山 薫                |
| (5) 三重県の森林被害の関する話題           | 三重大学環境保全学講座助教授 近 藤 観 慈             |

|                                           |                                |
|-------------------------------------------|--------------------------------|
| 4.7 急速に進化する膜処理技術、その方向と今後の展開               |                                |
| 日 時：平成 17 年 2 月 17 日 (木) 午前 10 時～午後 5 時まで |                                |
| 場 所：主婦会館プラザエフ「クラルテ」(東京都)                  |                                |
| 参加者：185 名                                 |                                |
| 講演ー1. 造水促進センターにおける膜による造水技術の発展と実用化         |                                |
| 「茅ヶ崎研究所の活動と膜による造水技術の発展」                   |                                |
|                                           | 財団法人造水促進センター淡水化技術部長 太 田 敬 一    |
| 「タイにおける膜を用いた排水処理・再生利用技術協力」                |                                |
|                                           | 財団法人造水促進センター国際協力部首席研究員 川 崎 睦 男 |
| 講演ー2. 膜による非在来型水資源開発一造水・水循環の展望             |                                |
| 「下水処理の高度化と再生利用」                           |                                |
|                                           | 日立プラント建設株式会社松戸研究所第一部長 大 熊 那夫紀  |
| 「福岡の逆浸透法海水淡水化施設」                          |                                |
|                                           | 福岡地区水道企業団海水淡水化施設開設準備室長 濱 野 利 夫 |
| 「世界における逆浸透法海水淡水化」                         |                                |
|                                           | 日東電工株式会社メンブレン事業部開発部課長 岩 堀 博    |

「アジア地域の下水・廃水再生利用」

ダウ・ケミカル日本株式会社御殿場研究所セパレーショングループ主幹研究員 前 田 恭 志  
「パネルディスカッション」 司 会：後 藤 藤太郎（財団法人造水促進センター顧問）

#### 4.8 造水技術講演会－水先端技術の応用と実例－

日 時：平成 16 年 11 月 15 日（月）午前 10 時 30 分～16 時 30 分

場 所：栄ガスビル（愛知県）

参加者：150 名

##### 講 演

「省エネルギー型廃水処理技術の開発－愛・地球博実証試験の概要－」

京都大学大学院教授 津 野 洋

「渇水に強い都市造り－雨水利用と用水貯留技術－」

株式会社大林組 小 川 幸 正

「オンサイト型メタン発酵装置による蓄糞処理とバイオマス発電」

株式会社荏原製作所技術調査開発室 鈴 木 隆 幸

「水再生利用と広域水循環－豊川流域における調査結果と提言－」

豊橋科学技術大学教授 藤 江 幸 一

#### 4.9 創立 30 周年記念行事記念講演会

期 日：平成 15 年 5 月 16 日（金）13:30～17:00

場 所：虎ノ門パストラル「葵の間」（東京都）

参加者：230 名

「基 調 講 演 －21 世紀における水際題－」

放送大学教授（前国連大学副学長）

鈴 木 基 之

「造水促進センターの歩み」

財団法人造水促進センター専務理事

門 脇 秀 一

「パネルディスカッション」

司 会：藤 田 賢 二（東京大学名誉教授）

#### 4.10 造水技術シンポジウム

期 日：平成 13 年 9 月 10 日（月）

会 場：翠山荘「カトレア」（山口県）

参加者：110 名

##### 講 演

「アジアの水事情」

財団法人造水促進センター常務理事 後 藤 藤太郎

「オゾンを用いた最新水処理技術」

徳山大学学長 杉 光 英 俊

「パネルディスカッション」

司 会：山 本 和 夫（東京大学環境安全研究センター教授）

|                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>4.11 東地域造水技術講演会</p> <p>日 時：平成13年8月7日(火)10:00～15:40</p> <p>場 所：静岡県コンベンションアーツセンター「1001-1 会議室」(静岡県)</p> <p>参加者：100名</p>                                                                                                                                        |
| <p>講 演</p> <p>「静岡県の水事情」</p> <p style="text-align: right;">静岡県企業局水道室長 海 野 隆 欣</p> <p>「深層海水利用について」</p> <p style="text-align: right;">静岡大学理学部生物地球環境科学科教授 鈴 木 款</p> <p>「膜分離技術を用いた廃水再利用」</p> <p style="text-align: right;">日立プラント建設株式会社技術開発本部松戸研究所第一部部長 大 熊 那夫紀</p> |

|                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>4.12 工業用水使用合理化講演会</p> <p>期 日：平成13年8月3日(金)</p> <p>会 場：ウイルあいち「大会議室」(愛知県)</p> <p>参加者：124名</p>                                                                                               |
| <p>講 演</p> <p>「水資源の有効利用と環境保全」</p> <p style="text-align: right;">東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻助教授 滝 沢 智</p> <p>「水使用合理化～最近の工場事例から」</p> <p style="text-align: right;">財団法人造水促進センター水処理技術部部長代理 長 沢 末 男</p> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>4.13 水使用合理化等造水技術に関する普及啓発活動</p> <p>講習会(水使用合理化等進水技術に関する普及啓発活動)</p> <p>テーマ：水環境制御における最近のバイオ技術の応用</p> <p>日 時：平成13年5月21日(月)9:30～16:45</p> <p>場 所：主婦会館プラザエフ「クラルテ」(東京都)</p> <p>参加者：100名</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <p>講 演</p> <p>「水環境行政の動向について」</p> <p style="text-align: right;">環境省環境管理局水環境部企画課課長補佐 瀬 川 恵 子</p> <p>「地下水・土壌環境のバイオレメディエーション」</p> <p style="text-align: right;">東京大学大学院工学系研究科付属水環境制御研究センター教授 矢 木 修 身</p> <p>「バイオ・エコエンジニアリングを活用した水環境の修復」</p> <p style="text-align: right;">国立環境研究所水・土壌・環境領域主席研究官 稲 森 悠 平</p> <p>「バイオレメディエーション実用化の現状」</p> <p style="text-align: right;">株式会社荏原製作所総合事業統括環境修復事業センター技術開発部部长 北 川 政 美</p> <p>「排水処理における最近の生物処理技術」</p> <p style="text-align: right;">栗田工業株式会社プラントサービス事業開発センター技術部排水技術課 田 中 倫 明</p> |



この事例集は、河川整備基金の助成事業として  
財団法人 河川環境管理財団からの助成を得て  
作成したものです。