

1.技 術	1.3 生物処理による下废水の処理
2.事 業 名	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 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	<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.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理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

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。

(6) 汚泥油化技術の開発

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、高圧下（約 300℃、100kg/cm²）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。

(7) ベンチプラントの運転研究（システム化研究）

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。

(8) パイロットプラントの運転研究（実証研究）

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。

6.成 果

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

	<p>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> <ol style="list-style-type: none"> ① 高 BOD 除去率の達成 ② 後処理の負荷低減 ③ 設置面積の大幅な節減 ④ ろ液の清澄度安定維持 ⑤ 流量、温度の変動にも安定的に対応 ⑥ 運転のスタートアップ時間の短縮 ⑦ HRT と独立した SRT の制御 <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>
7.参 照	<p>NEDO 委託事業、経済産業省委託事業 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>