

を植栽したバイオパーク方式の浄化システムを製作し、水質浄化能の検討を行った。その結果、浄化速度はアシ、ガマの10倍近くあり、かつ、植物の適切な間引き収穫を行うことにより、浄化能力の保持が可能であることが明らかになった。さらに、植物を間引き収穫するというこの方式は、生産物としての有価物資源の回収も可能であることが明らかとなった。これは、市民参加型で間引き収穫を行うことにより、浄化能力の向上のみならず、市民の環境に対する意識を向上させる環境教育の場としても有効な浄化システムであることがわかった。

上記以外にも、既設浄化槽の改良による窒素・リン除去機能強化技術、キャピラリーろ過浄化技術、微生物製剤による池沼直接浄化技術、オゾン酸化難分解性有機物分解技術、抽水植物活用汚水浄化技術等を開発できた。

霞ヶ浦水質浄化を図るためには、要素技術の開発および水質改善に最も効果的かつ実現可能となる開発要素技術の面的整備手法の確立を行い、霞ヶ浦の水質改善を目に見える形で推進する上で汎用化可能な要素技術として、低コスト、低維持管理、資源循環を考慮した実用化システムの構築を目指し、実証現場において、技術の改善のあり方、更なる高度化を可能とするよう各要素技術の適正な組み合わせ手法の開発を強化する必要がある。さらに、茨城県に配備される霞ヶ浦環境センター(仮称)および国立環境研究所バイオ・エコエンジニアリング研究施設でのシステム技術の定着化、普及整備の具現化に繋がるような体制、組織の構築を進める必要がある。このことにより、住民の目に見えるような形のプロジェクトの成果が国内外を問わず波及でき、効果が発揮できるようになるものと大きく期待できる。

3.2 松村研究グループ(湖内対策技術の開発)

汚濁湖沼の直接浄化という世界でも未だ確立されていない新規領域の要素技術開発を任務とするWG が平成9年10月に発足し、平成11年度までの基礎研究期間を経て、平成12年より4サブグループの中から重点要素技術を選抜し、これらをシステム化する実用化研究に移行した。

サブグループA「湖沼底質の改善・浄化」では、湖底における溶存酸素濃度の季節特性を考慮し、溶存酸素濃度の高い冬季には、耐冷性有機物質分解菌を用いて底泥の無機化を促進し、溶存酸素濃度が低下する夏季には密度流拡散装置を稼働させて底層の好気化を図ると共に、浮泥を酸素の豊富な水中に再懸濁させて有機物質の酸化分解を促進させるという新たなシステムの構築を目指した。

基礎研究期間において分離した耐冷性有機物質分解菌は、16SrDNA の解析によって新菌であることが判明し、*Flavobacterium acuanticum sp. nov.* と命名して新菌登録を行った。水深の浅い湖沼に適用できるように改造した密度流拡散装置を試作し、これを汚染の最もひどい霞ヶ浦高浜沖に設置した。設置後、水流の発生によって魚が群集する、この地域で絶滅した貝が生存し得るなどの効果が認められた。

サブグループB「生物学的藍藻類除去システム」では、溶藻性細菌を用いたアオコと原生動物アムーバーを用いた糸状性藍藻オシロトリアの直接除去システムの実用化を重点的に進めた。

フェーズ で分離されたアオコ溶藻細菌は、16SrDNA の解析によって *Bacillus cerues* であり、アオコ分解機構は菌体外に分泌される新規溶藻物質によることが判明した。この培養菌体をパッキング

剤として市販されている澱粉由来の生分解性プラスチック(5mm角に調製)に固定化し、アオコが繁茂する高崎市の城沼において実証実験を実施した。固定化製剤散布後2日間でほぼ全てのアオコが水面から消失し、その効果の高いことが実証できた。しかし、処理期間が長間にわたる実用に際しては固定化担体の浮上性の改善が要求され、浮上性ヘドロセラミックスを新たに開発し、その評価を行った。その結果、浮上性は極めて優れていたが菌体付着性に難があり、これをアラビアゴムによる担体表面修飾で克服した。この除去手法は装置の導入が困難な岸辺のアオコ除去に効果を発揮出来る実用性の高いものとなった。

霞ヶ浦ではマイクロキスティスからオシラトリアへと変遷しており、これに対処し得る技術の開発が急務であった。原生動物のアメーバー類が糸状性藍藻を効率よく捕食することを見出し、活性炭の充填塔に湖沼水を自吸する装置を試作し、この充填塔に微小動物を繁茂させて湖水に懸濁する糸状性藍藻を分解除去する手法を提案した。霞ヶ浦湖沼水を用いた実験により堅調な除去性能が確認された。

サブグループC「物理化学的手法による藍藻類除去システム」では、アオコ異状発生時に緊急かつ迅速に対処出来る処理システムの開発を目指し、電気化学的処理の2課題について重点開発が行われた。電気分解を用いたアオコ浮上分離は、既存の加圧浮上法に比して装置費、ランニングコストの面で優位にあり、残存が懸念されるアルミニウムについても操作条件を適切に選択することで克服できることが明らかになった。また、冬季に底泥中で越冬しているアオコを電気浮上法で分離除去し、夏場のアオコ発生を防止するという予防手段を提案した。この効果を検証するため、間沢池の底泥を処理し、その後のアオコ発生を観察した。処理汚泥を含む装置内ではアオコの発生は見られず、処理効果の高いことが認められた。

一方、高電圧パルスを用いる電気化学的手法についても顕著な成果が得られた。パルスによって発生するラジカルの酸化力によってアオコは分解され、アオコから溶出する有機物質も酸化されることが判明した。この強力な酸化力をより広範囲な排水に利用すべく、生活排水、養豚排水の処理を試み、良好な成績を収めた。また、銚田町における生活排水の実証試験では、CODのみならず窒素、リンも共沈除去できることが明らかとなり、新たな高速度処理システムとして注目されている。

サブグループD「藍藻類・汚泥の有効利用」では、藍藻類の油化を将来技術と位置づけて基礎研究を推進すると共に、ヘドロのセラミックス化が重点課題と位置づけられた。

ヘドロセラミックスについては、キルンを用いた2種類のセラミックス大量製造技術が確立した。沈降性セラミックスは、浄化槽の固定床に用いられ、生物付着性の高い多孔性担体として実用化された。また、焼成条件などの工夫によってヘドロセラミックスに浮上性を付与できることが明らかとなり、これをアオコ溶藻性細菌の担体として利用可能であることが認められた。

油化については反応操作条件と油回収率との関係、アオコ以外の処理などの基礎研究が進められ、今後の資源循環型技術の一翼を担うものとなると期待されている。

以上述べたように、第2フェーズにおいて重点開発課題として選択された技術は、底泥処理、湖沼の内部および岸辺に懸濁する藻類にも考慮して系統的に開発されたものであり、それぞれほぼ完成の域に達していると考えられる。これらの技術を下記の図に示すように展開することによって汚濁湖沼の浄化が期待される。

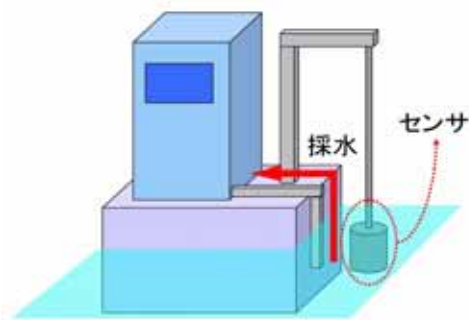


湖内対策技術の適応イメージ

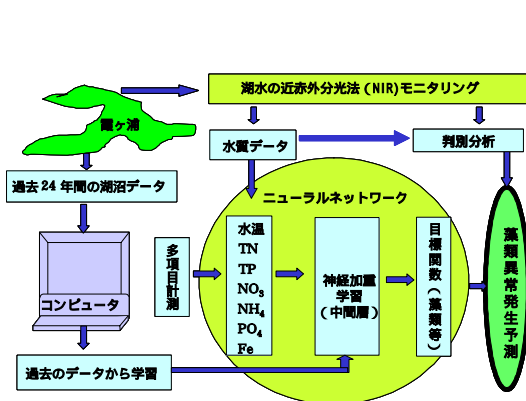
3.3 前川研究グループ(モニタリング技術の開発)

湖沼の水質改善のためには、汚濁物質の削減・除去技術が対象への直接的な対策手法となる。しかし、水質のモニタリングは、水圏環境の管理において、各技術の効果を計り、適正な施策を策定する上で、重要な役割を持つ。本研究グループは、霞ヶ浦を対象とした新規なモニタリング・環境評価技術の開発を任とし、活動を行ってきた。

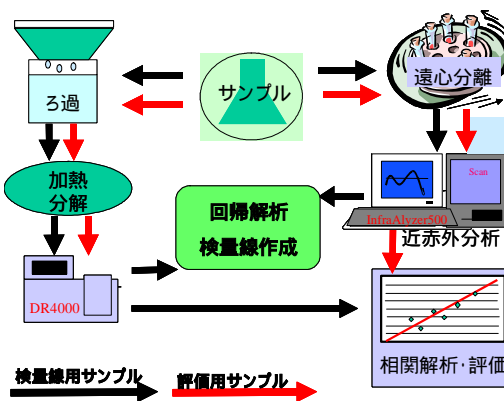
湖沼の水質をあらゆる化学的項目は多岐にわたり、煩雑な手順や薬品を使用するもの



自動採水・測定装置



NIR法とニューラルネットワーク法



NIR法による迅速水質評価