

清らかな水環境を支える水圏浄化システム

Water Environment Control System to Ensure the Supply of Clean Water

桑原勅光* Norimitsu Kuwabara 馬場研二*** Kenji Baba
高橋 博** Hiroshi Takahashi 都築浩一**** Kouichi Tsuzuki



水環境を支える水圏浄化システム 清らかでおいしい水を目指した閉鎖性水域の浄化装置、プランクトンの画像計測、予測シミュレーション、そして広域できめ細かい計測と監視などのシステムは、水質保全に貢献する。

われわれの社会は経済活動の拡大に伴い、良質な水をより多量に必要とし、また、より多量の排水を水質源の中に廃棄し続けてきた。

その結果、河川や湖沼の水質が悪化し、これらを水源とする水道水に悪影響を与え始めている。

わが国では、河川の源流から海に至る流域のあらゆる部分でさまざまな用途に水を使用している。

したがって、水源の水質を保全するためには、流域全体を見据えた適切な対策を立てることが必要である。

日立製作所は、このような観点から水質保全を支援する機器や、監視およびシミュレーション技術、そしてそれらを統合した水圏浄化システムを開発している。

* 日立製作所 機電事業部 ** 日立製作所 システム事業部 *** 日立製作所 日立研究所 工学博士 **** 日立製作所 機械研究所

1 はじめに

人間社会は水に支えられて発展することにより、水への依存度をますます強めてきた。例えば、昭和56年当時、一人一日当たりの生活用水使用量は285 lであったが、平成2年度にはそれが335 lに増加している¹⁾。

このことは排水量の増大をも意味し、その流入によって河川や湖沼の水質悪化を引き起こしている。各方面での努力にもかかわらず、特に都市部の中・小河川や湖沼、ダムなどの閉鎖性水域では、依然として水質悪化が大きな問題となっている。さらに、最近20年間で水道水源に占める湖沼、ダムの割合が、20%から35%に増加するなど²⁾、水供給の安定化のために河川から湖沼、ダムへと水源の転換が進められてきたことが、これら水圏の水質問題をより影響の大きいものにしていく。

水質問題を解決するには、下水道などを整備して未処理排水をなくしていくと同時に、汚濁が進んだ河川や湖沼では、浄化システムの導入によって水圏自身の自然浄化力を強化する、いわゆる直接浄化が不可欠となる。

ここでは、日立製作所および日立グループ各社で開発している浄化システムの中核となる浄化装置、シミュレーション技術および監視技術について述べる。

2 浄化装置

日立グループは、これまでさまざまな浄化装置を開発してきている³⁾。どのような浄化装置を用いるかは、対象

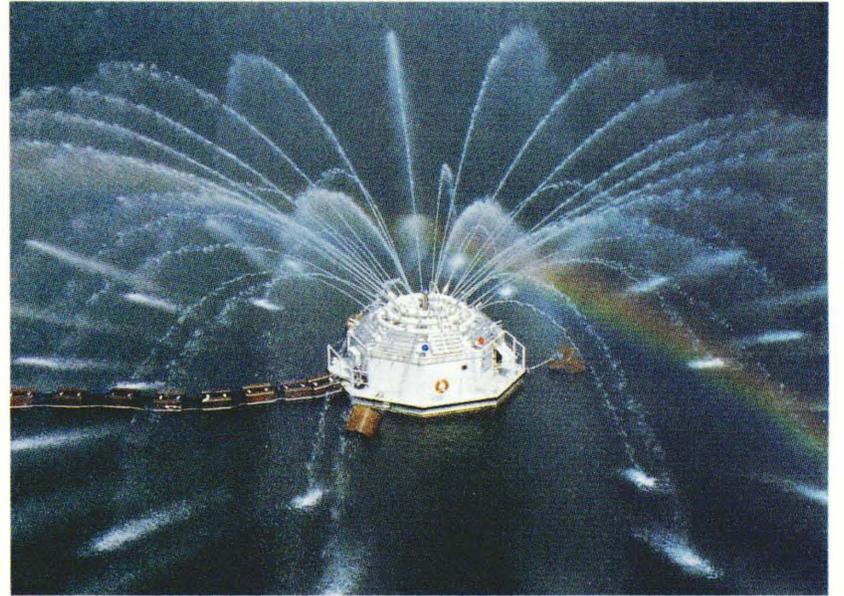


図1 噴水船システム 水質保全と景観向上に役立っている。

となる水圏の特性や汚濁の度合い、さらに市民や水圏管理者の社会的・経済的な判断によって決定される。例えば多くの地域では、水質保全対策と周辺の親水空間としての整備の両方を目的とした装置選定が行われる。

図1に示す噴水船は、上記のような目的で湖沼やダム向けに開発したものである。水質保全の観点からは、(1)深層部の低温水をくみ上げて水面に散布することにより、水面の温度を低下させ、かつ散布による表面での水しぶきが日光を遮断するために、アオコが増殖しにくい環境になる、(2)くみ上げ時の加圧がアオコ自体の増殖能力を低下させる、以上の二つの理由によって、アオコの異常繁殖とそれに起因する水道水の異臭味を防止する効

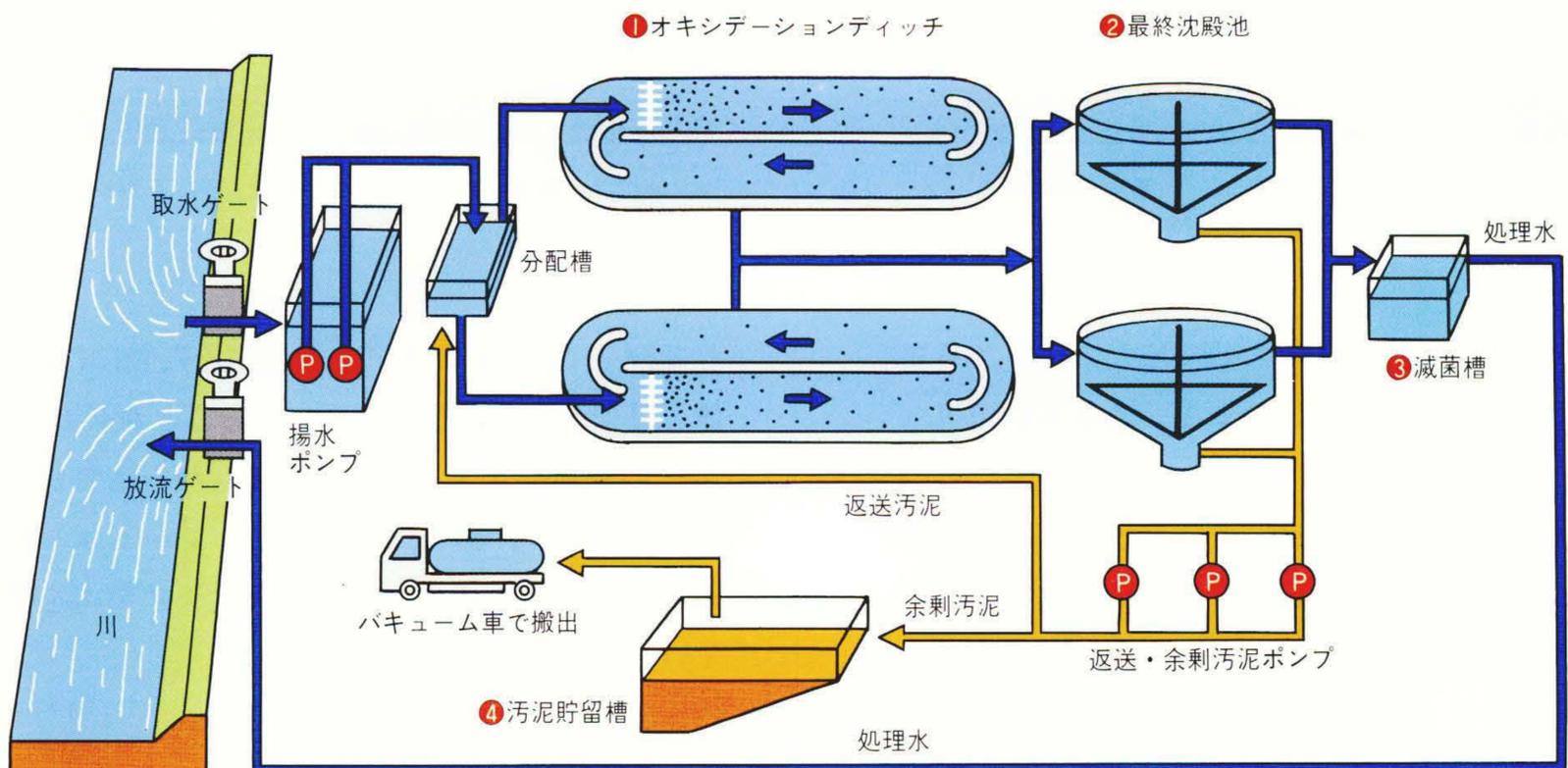


図2 河川浄化オキシデーションディッチ法システムの構成

設置面積3,400 m²の設備で処理能力2,000 m³/d、放流BOD15 mg/lが可能である。

果がある。

この噴水船は、水深約10 mの水をくみ上げて直径50 mの範囲に毎時200 mmの降雨量に相当する散水能力を持っている。さらに、水辺空間整備の観点から30 mの高さまで噴水を打ち上げる噴射ノズルと、夜間ライトアップ用照明を装備し、湖沼やダムに新たな景観を提供する。

河川、特に都市の中・小河川では周辺の人口密度が高いため、排水などの流入汚濁負荷が大きく、汚濁による影響が深刻な場合が多い。そのような河川は水量が小さいので、水処理装置的な浄化装置で対応できる。中・小河川の浄化用に開発したオキシデーションディッチ法の浄化システムの構成を図2に示す。1日当たり2,000 m³の水を、水質汚濁の指標であるBOD(生物化学的酸素要求量)で90 ppmから15 ppmにまで浄化することができる。

この装置の導入により、都市の中・小河川下流にある主幹の河川や湖沼などの水質が保全されるだけでなく、中・小河川それ自身が潤いのある水辺空間として再生することになる。

3 シミュレーション技術

導入する浄化装置の規模や配置を決定するには、シミュレーションによる検討が不可欠である。ここでは、その実施例として貯水池にアオコ対策用プロペラ型水流発生

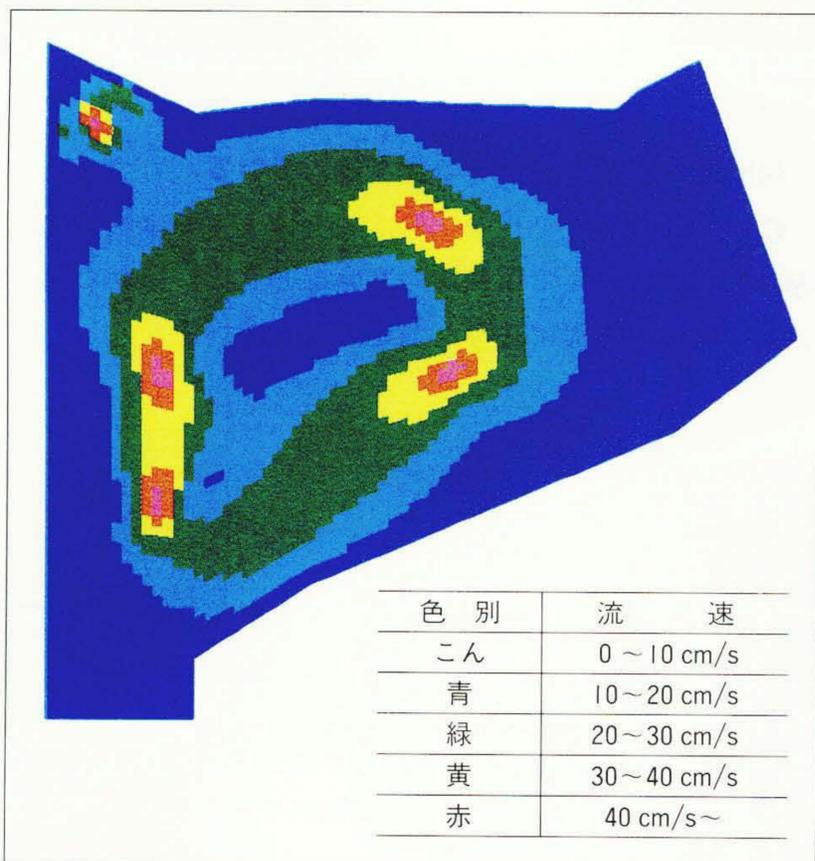


図3 貯水池内の流速分布 水流発生機によって誘起される水流の速度分布を、有限要素法によってシミュレートした。

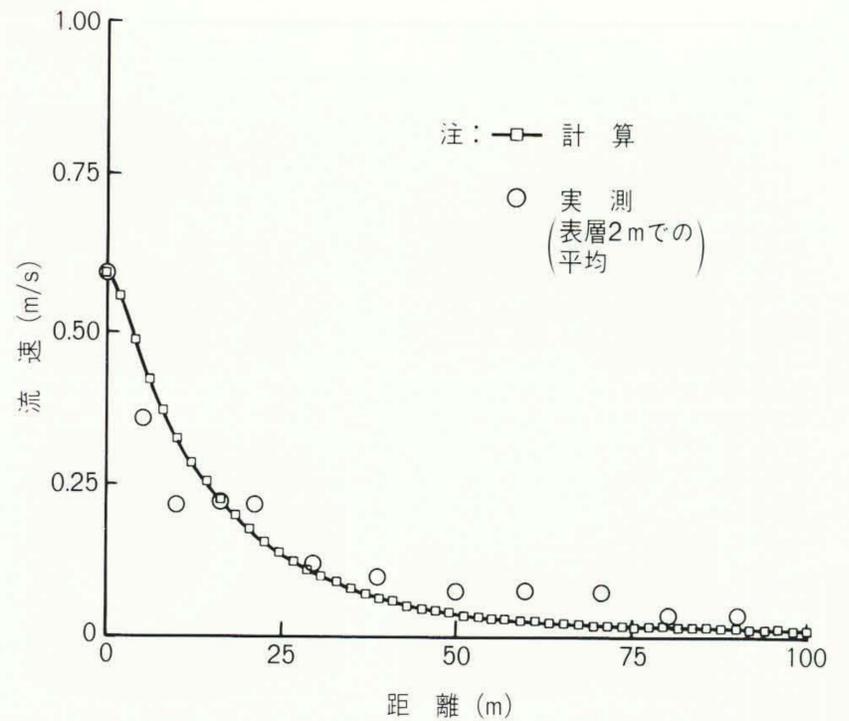


図4 水流発生機からの距離と流速の関係 現地実測値と計算値の比較結果を示す。

生装置を設置したケースについて述べる。

貯水池は周囲約1.5 km、最大水深10 mで、取水を行わない時期にマット状のアオコ層が水面に形成されていた。水流発生機は水面に流れをつくることでアオコの発生を抑制させるものであり、有限要素法による粘性流シミュレーションにより、アオコの抑制に有効な水流が確保される範囲を検討した。

水流発生機を5台設置した場合のシミュレーション結果を図3に示す。これは流速を色別表示したものであり、水流発生機の運転によって広範囲にわたって水流が確保されることがわかる。水流発生機による流速が距離によって変化する様子について、現地での実測値とシミュレーションとを比較した結果を図4に示す。現地での測定精度を考慮すると、両者はよく一致していると言える。

今後、シミュレーションによる予測精度の向上と相まって、その重要性はますます増大すると予想される。

4 プランクトンによる水質監視

湖沼やダムの汚濁では、植物プランクトンであるアオコの異常繁殖が問題になることが多い。植物プランクトンは汚濁の進行に伴って、ケイ藻類から緑藻類そしてラン藻類へと優先種が遷移する。したがって、プランクトンのモニタは、水質の汚濁状態が抑制すべき対象で直接把握できるという、優れた水質監視方法であると言える。

この点に着目して、これまでに水中のプランクトンを撮影し、画像処理で形状の特徴を抽出してその種類を識別する技術を開発した⁴⁾。その一例を図5に示す。

	取り込み画像	処理画像
メロシラグラヌラータ		
メロシラジャポニカ		

図5 プランクトンの画像処理 プランクトンを画像処理し形状、特徴から種類を区別できる。

水中にはプランクトンのほか、さまざまな形状のごみや土砂の粒子が混じっており、そのためにプランクトンの認識精度が低下してしまうことがある。これらの混入物とプランクトンを分別するための有効な手法の一つは、紫外線によって植物プランクトンに含まれるクロロフィルaが、蛍光を発することを利用する方法である。

植物プランクトンに紫外線を照射した例を図6に示す。同図から、活性度の高いプランクトンが紫外線を照射することで発光し、それによってプランクトンの識別精度を向上させる可能性があることがわかる。

5 おわりに

水圏浄化技術は、高度な複合技術である。そこには課題もまだ多く、日立製作所および日立グループ各社はその解決のための研究開発を推進している。

例えば、ここで述べたプランクトンによる水質監視技

名称	明視野画像	蛍光画像
オビケイ藻		
星形ケイ藻		

図6 蛍光顕微鏡によるプランクトンの観察例 蛍光を利用することにより、植物プランクトンだけを画像処理できる。

術に関して、財団法人ダム水源地環境整備センターとの共同開発により、システム化を進めている。

このような開発を行っていくことによって水圏浄化システムをより高度で信頼性の高いものとし、豊かで清らかな水環境の回復に寄与したいと考えている。

参考文献

- 1) 国土庁：日本の水資源 平成5年度版, p.319
- 2) 高橋 裕編：首都圏の水—その将来を考える, 東大出版会, p.114
- 3) 依田, 外：安全で快適な暮らしのための水環境と水質保

全, 日立評論, 75, 8, 549~554(平5-8)

- 4) 大淵, 外：画像処理による植物プランクトンの識別, 第4回環境システム自動計測制御国内ワークショップ論文集, 226~369(平4-9)