

潤いのある水環境を保全する湖沼浄化システム

Lake Water Purification Systems for Amenity

高田国雄*

Kunio Takada

小林和男***

Kazuo Kobayashi

高橋 博**

Hiroshi Takahashi

都築浩一****

Kōichi Tsuzuki



快適な生活のための湖沼浄化システム

池や沼など中小規模の湖沼を対象に開発したソーラ噴水システムは、太陽光発電を利用した環境に優しい浄化システムである。

水はわれわれの社会生活や農業、水産などに不可欠であり、特に湖沼は貴重な水源となっている。また清らかな湖沼は、潤いのある水辺環境をもたらし、その流域には人が集中して居住する。しかし、湖沼流域に人口が増加すると、生活排水などの汚濁源も増加するため、汚濁抑制にはさまざまな努力が払われている。湖沼のように閉鎖的な水環境は、汚濁が進行しやすく、水質保全には継続的な努力が必要であるため、浄化性能に優れ経済的な浄化システムが

期待されている。また池、沼など小規模湖沼には水辺環境としての景観機能の要求も強い。

このようなニーズにこたえて日立製作所は、運転管理の容易性と、景観機能を兼ね備えたソーラ電源駆動の浄化システムや、経済性を追求して超電導磁石の応用で汚濁物を高速に分離処理する浄化システムの開発に取り組んでおり、すでに一部は実用化している。

* 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 産業機器事業部 **** 日立製作所 機械研究所 工学博士

1 はじめに

水はわれわれの社会生活に不可欠であり、特に淡水は飲料水、工業用水・農業用水など多目的に利用されている。そのため、水源の水質汚濁の影響は大きく、水質保全がきわめて重要な課題となっている。特に、湖沼は快適な生活のための水辺環境としても利用されるため、その湖沼流域の人口増加に伴う水質汚濁は深刻な問題となっている。

湖沼の貯水は、閉鎖的で滞留時間が比較的に長いこと、汚濁が進行しやすい。そのため、水質汚濁の抑制および浄化のために、浄化槽等による汚濁物の流入軽減策、清水の導水や底泥浚渫(しゅんせつ)等の大規模浄化策、および湖沼沿岸に植生を設けるなどの多面的な諸施策が実施されている。しかしこれら諸施策には、大規模な投資や維持管理費などを要する。

日立製作所は、このような背景から運転管理の容易性と経済性を追求して、湖沼の規模や汚濁状況に応じてトータル的に最適となる浄化システム技術の開発を進めている^{1),2)}。

ここでは、池やため池など小規模湖沼を対象に開発を完了し実用に供しているソーラ噴水システム、中小規模湖沼を対象にしたソーラ駆動が可能な流動床ろ過システム、およびアオコ(藍藻類)の異常繁殖など急激な汚濁進行に対して高速処理が可能な超電導磁気分離システムの開発内容について述べる。

2 ソーラ噴水システム

われわれの社会生活の高度化に伴って、生活環境に対するアメニティの要求も次第に強くなってきている。人

の集まる所には親水化の計画が多くなってきており、清らかな水と緑がマッチした景観機能が要求される。しかし、多くの水辺では水質の悪化が問題となっている。ここでは、窒素、りんなどの増加による富栄養化が引き金となって、太陽光と適度な温度環境下で植物プランクトンが異常増殖する。特に藍藻類は表面層にアオコとなって、景観を損ねると同時に悪臭を放つので問題となる。

こうした背景から小規模な池や湖沼を対象に、以下の効果で植物プランクトンの増殖抑制を図った噴水システムを開発した。

- (1) 噴水作用によって遮光
- (2) 深水を循環することによる表面層の低温化
- (3) 水滴化によるばっ気効果によって水中の酸素量を回復

特に、経済性や運転管理の容易性のために小型化を図り、設置のための土木工事を不要とし、さらに消費エネルギーはソーラ電源を採用した自給方式としている。ソーラ電源は、適正配置をすることによって景観に配慮している。

代表的な仕様例を図1に示す。

3 流動床ろ過システム

湖沼はその大きさによって湖沼内の流れ、水温、底泥、汚濁負荷の流入など汚濁要因の諸条件が季節によって変わるため、汚濁状況は場所的に必ずしも一律とはならない。そのため、湖面浮上方式で移動可能な浄化システムを開発した。このような方式では湖内装置であることから、特にメンテナンス性に優れたものが期待される。そのため、ろ材を1mm以下の微粒にし、水流によって流動できるようにして、汚濁物が固着したろ材の洗浄などの保守作業が不要なシステムとした。また、消費エネルギ

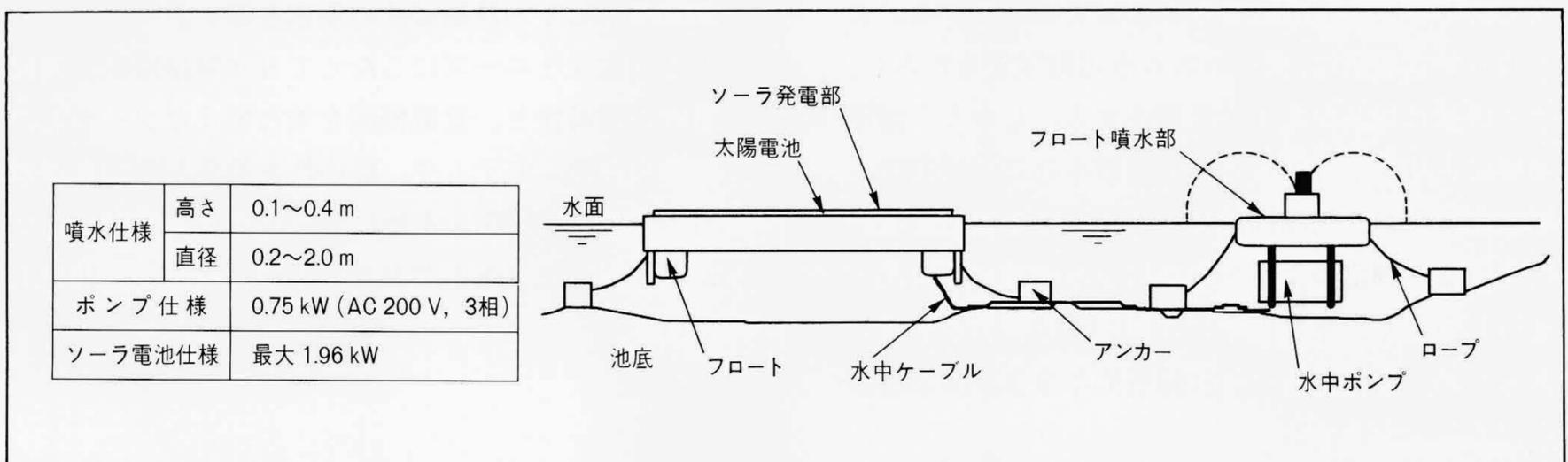


図1 ソーラ噴水システム

ソーラ発電を利用した省エネルギー型噴水システムである。小型化を図ったことによって経済性が高く、運転管理が容易となった。

ーが自給可能なようにソーラ電源も利用できるものとした。

開発したろ過システムは、**図2**に示すように浅瀬用にろ過槽を3段とした。水深によっては段数を減らすことにより、浮上部の小型化も可能である。またこのシステムは、ろ材に付着した微生物の捕食作用を利用した生物膜ろ過方式で、植物プランクトンなどの汚濁物をいったん濃縮するろ過槽と、ろ材表面から死滅して剥(はく)離した微生物を下流側で沈降分離させる沈降槽との構成を基本としている。前項の噴水システムのように、種々の景観機能を付加することも可能である。

今回実用機として開発したシステムの仕様は、設置した湖沼が3,000 m³であるため、処理容量を300 m³/dとして10日で一巡するようにした。機器性能としては、植物プランクトンの除去率が50~60%で、窒素やリンの栄養塩は20~30%除去できることを確認した。このシステムは約半年順調に稼動している。

4 超電導磁気分離システム

窒素やリンが増加して湖沼の富栄養化が進むと、植物プランクトンが繁殖しやすくなる。特に夏場に水温が高くなると数日で倍増する速さでアオコが繁殖する。アオコはミクロンオーダーの植物プランクトンの群体のため、従来は凝集剤を用いて、ある程度の大きさにいった

ん凝集し、水との比重差で分離し回収する方法が一般に行われている。しかし、この方式では処理速度が遅いため、アオコの繁殖速度に対応した、高速でかつ経済的な処理システムの実現が期待されている。高速処理システムとして、汚濁物に磁性粉を添加して混合する前処理を行った後、電磁石を用いて汚濁物を磁気分離する手法が試みられているが、通常の電磁石では消費電力が大きく、実用化には至っていない。

そのため、このほど処理量が15 L/min程度の小型の超電導磁気分離試験機を製作した。湖沼で発生したアオコを対象に試験した結果、実用化の見通しが得られ、現在製品化を推進中である。超電導磁気分離システムの除去フローを**図3**に示す。

試験機の仕様を通常電磁石の約2倍の1テスラの磁場強度としたことにより、磁石を超電導状態に保持するために必要な冷凍機の消費電力(電磁石自体はほとんどゼロ)が通常電磁石の数分の一で済むことが確認できた。アオコ等有形汚濁物の分離除去性能は、磁粉や凝集剤などを含め、100%に近い除去率が得られた。処理速度としては、従来手法の1けた大きい速度が可能となる。

また開発したシステムは、磁気分離部と冷凍機を一体化し、直冷方式のシステムとするようにくふうを凝らして小型化を図っている。製品化イメージとしては船に搭載して移動回収できるシステムを検討している。

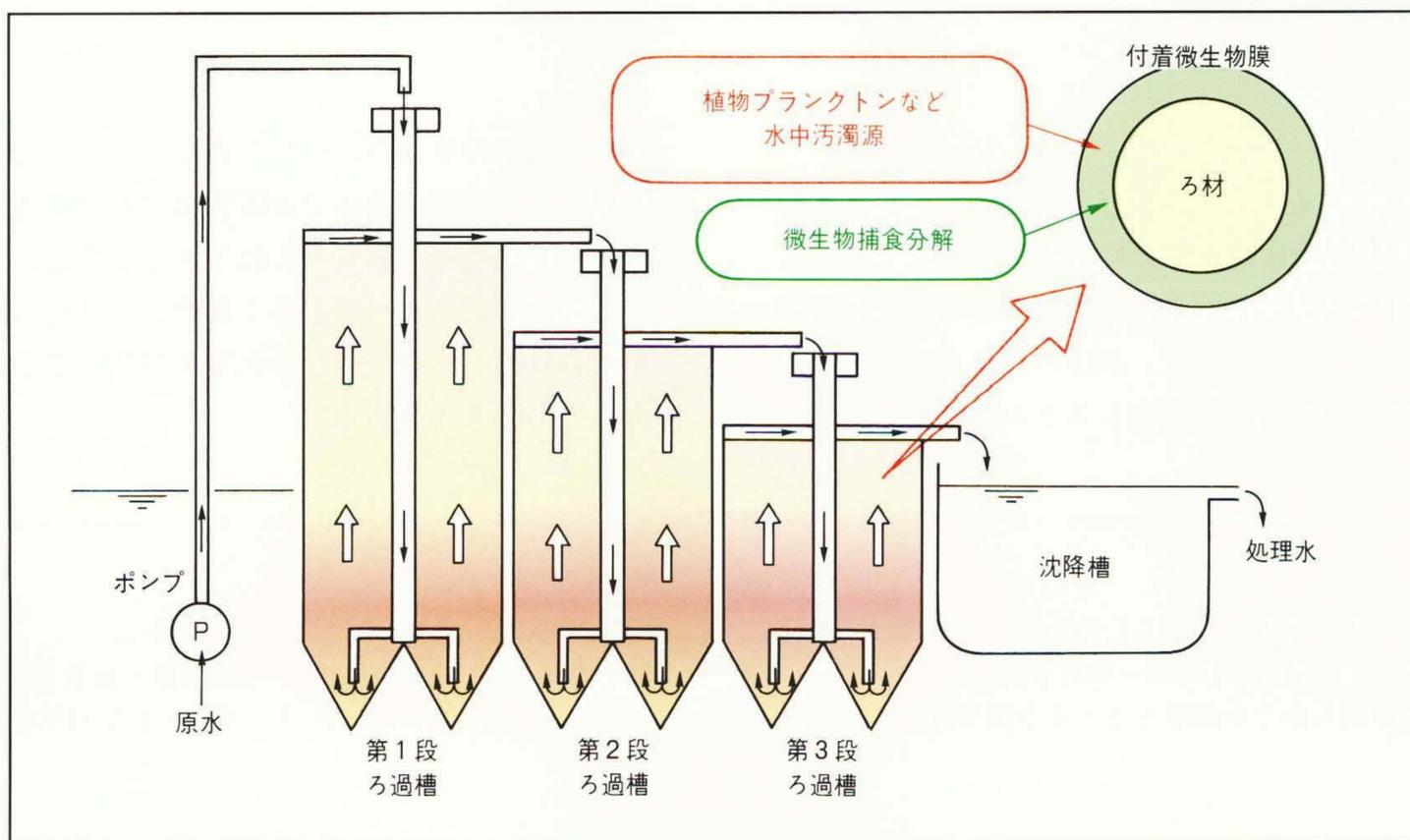


図2 流動床ろ過システム

この流動床ろ過システムは、ろ材を1 mm以下の微粒にし、水流によって流動できるようにして、汚濁物が固着したろ材の洗浄などの保守作業を不要としたので、メンテナンス性に優れている。

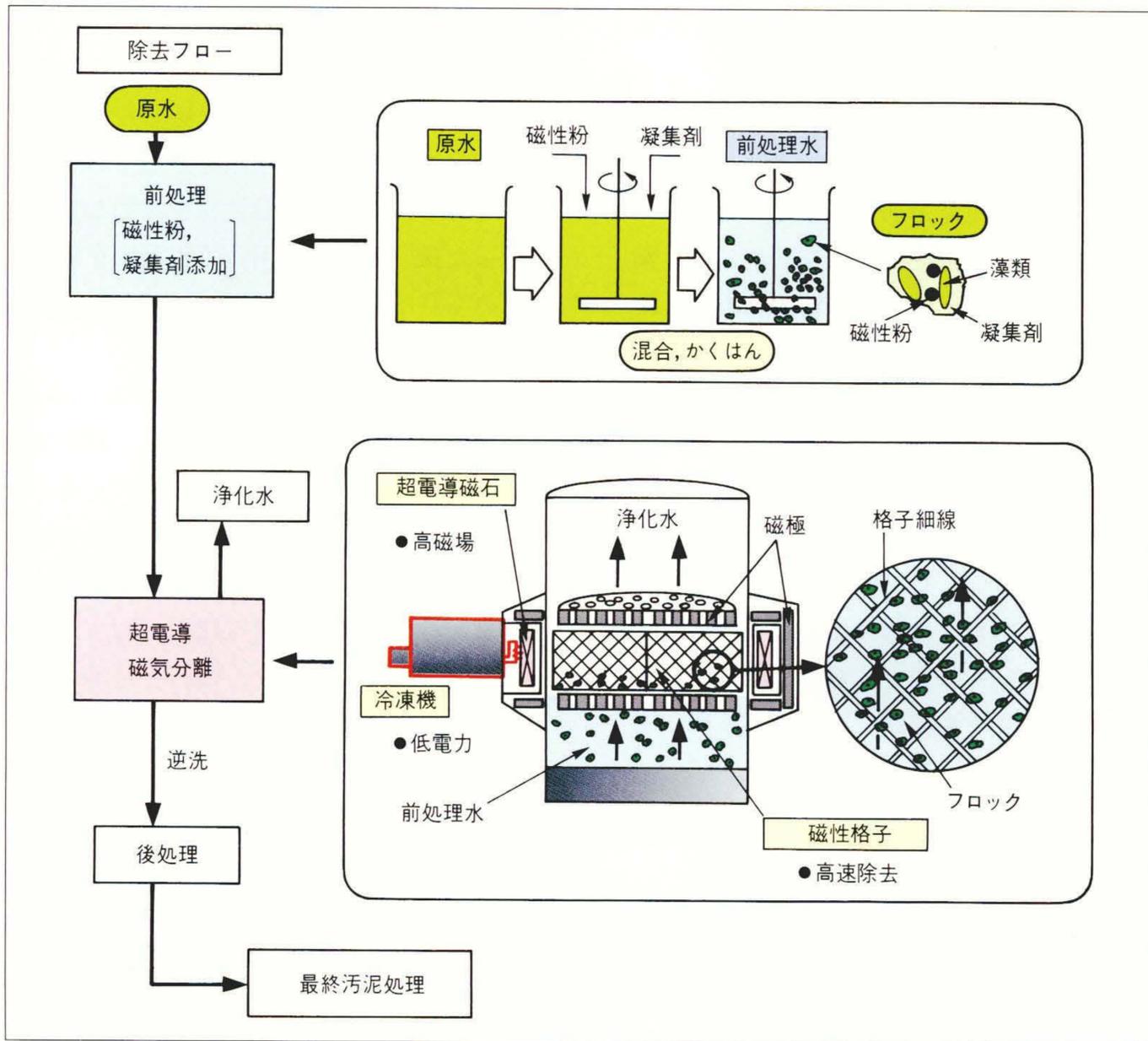


図3 超電導磁気分離システム
アオコなどの汚濁物に磁性粉を添加し、超電導磁石を用いて高速、大容量でアオコの分離、除去を行う。

5 おわりに

湖沼浄化に関するニーズは、社会生活の高度化と人口増加などから将来的にはますます高まるものと思われる。しかし、湖沼の汚濁や浄化は自然生態系を含み、多面的で複雑である。ここで述べた、湖沼の大きさや汚濁状況に応じて湖内適用を図った浄化システムの開発内容は、

湖沼浄化への取組みの一部である。湖沼浄化は、長期的展望に立って湖沼全体を診断予測する評価技術が必要と考え、関連技術の開発をこれと並行して進めている³⁾。

今後は、実績データを多く蓄積し、浄化効果を評価しながら該当湖沼に最適な浄化手法が提案できるように努力していく考えである。

参考文献

- 1) 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)
- 2) 桑原, 外: 清らかな水環境を支える水圏浄化システム,

- 日立評論, 76, 3, 225~228(平6-3)
- 3) 都築, 外: 湖沼浄化技術の開発, 第6回世界湖沼会議 霞ヶ浦 '95 論文集Vol. 3, 1528~1531(1995)