

湖沼等の閉鎖性水域の環境保全



* 高柳淳二

1. 湖沼環境の現状と改正湖沼法

近年、湖沼等の閉鎖性水域の環境保全について、より一層の対策の必要性が認識されている。

湖沼の水面や周辺の緑は人々に安らぎと潤いを与えてくれる。また治水機能の確保、水資源の確保、魚類等水産資源の育成、生態系保全等の様々な恩恵を私達にもたらしてくれている。これらの恩恵を持続的に確保するには、まず、良好な水質の保全を含む環境保全が必要である。

しかし、湖沼や貯水池のように周囲の大部分を陸地で囲まれた閉鎖性水域では、川と違って水の入れ替わりが少なく、流入した汚濁物質が溜まりやすい。このため、水質汚濁が進みやすい上にその改善が容易でないという特性がある。湖沼周辺での農地や宅地開発などの土地利用の変化による汚濁負荷量の増加や湖沼環境の変化などから、各種の水質保全対策の実施にも関わらず多くの湖沼の水質は顕著な改善傾向が見られない状況にある。

平成17年度の公共用水域水質測定調査結果（環境省水・大気環境局水環境課）によると、有機汚濁の代表的な水質指標であるBOD（生物化学的酸素要求量）又はCOD（化学的酸素要求量）の環境基準達成率は、河川で87.2%、海域で76.0%であるのに対して、湖沼では53.4%と引き続き低い状況となっている。

昭和59年に湖沼水質保全特別措置法（湖沼法）が制定されて以来23年になるが、指定湖沼（湖沼法に規定される釜房ダム貯水池、霞ヶ浦、印旛沼、手賀沼、諏訪湖、野尻湖、琵琶湖、中海、宍道湖、児島湖の10湖沼）においては、COD、全窒素及び全磷の濃度が高く、水質改善も全体としては停滞している。

指定湖沼は、湖沼の水質環境基準を保つため特に総合的な対策が必要な湖沼であり、関係府県が湖沼水質保全計画を策定し、これに基づいて下水道整備等の水質の保全に資する事業、各種汚濁源に対する規制等の様々な対策が進められてきた。

それにも拘らず水質改善が頭打ちになっている原因の一つとして、流域の農地や市街地の面源負荷対策の遅れが指摘されるとともに、湖岸周辺の自然浄化機能の活用を推進すべきことも指摘された（総務省による湖沼の水環境の保全に関する政策評価、中央環境審議会の「湖沼環境保全制度」答申）。これらを踏まえ湖沼法が改正され、非特定汚染源対策の推進（流出水対策地区の新設）、自然浄化機能の活用（湖辺環境保護地区の新設）、負荷量規制の既設事業場への適用などを内容とする改正湖沼法が平成18年4月に施行された。

2. 本特集の企画趣旨

湖沼の汚濁要因は、外部要因（生活排水・工場排水等の点源負荷、農地・市街地等からの面源負荷）と内部要因（底泥からの溶出、プランクトンの増殖）とに大きく二つに分けられる。富栄養化の進んだ湖沼では、内部要因の比重が高くなっていると考えられる。湖沼の水質汚濁を防止し改善するには、それぞれの要因の比重を踏まえ、外部要因に対する点源負荷対策、面源負荷対策、内部要因に対する湖内対策をバランスよく組み合わせる必要がある。

点源負荷対策としては、生活排水は主に下水道の整備で、工場排水等は排水規制により対応が進んでいる。流入負荷量は着実に減少している。

これに対し、面源負荷対策は、汚濁負荷が低濃度で広範囲に散在しており発生源の特定が困難なことなどから対応が進んでいない。農地や市街地などからの汚濁負荷発生・流出機構を解明し、地域住民の理解と協力を得て、適切な対策を推進していく必要がある。なお、面源負荷を河川等の水域に流入する前に処理することが不可能な場合には、水域内での浄化対策が必要となる。

湖内対策としては、栄養塩の溶出対策としての浚渫、植物プランクトンの増殖抑制のために曝気などが実施され、効果を上げている。しかし、従来の物理的な対策に加え、生態系の浄化機能（生態系サービス）を活用した対策の促進が望まれている。生態系の機能を活用する方法は、生物多様

*国土交通省国土技術政策総合研究所環境研究部長
（前 独立行政法人土木研究所つば中央研究所水環境研究グループ長）

性、エネルギー消費など地球環境を視野に入れた時、ますます重要になってくると思われる。

本特集においては、以上の状況の中で、湖沼等の環境保全に寄与することを目的として土木研究所で実施した最近の調査研究成果について報告するものである。以下に概要を記す。

(1) 湖沼における水質・生態系保全の評価手法に関する研究

湖沼の水質変動は、各湖沼特有の水理・水文状況に生態系活動が反応して生起している。そこで、湖沼水質変動を詳細な流動計算と水質計算により表現する数値モデルを開発した。現場における水質調査結果を利用してモデル解析を実施することで、水の流れと生態系反応が駆動する種々の動的な水質変化が解明された。

このモデルでは水生植物の消波、底泥巻き上げ抑制効果による湖沼水質改善効果が定量的に評価可能となり、今後の湖沼における自然再生事業の実現可能性の判断材料を得ることが可能である。

(2) 沈水植物群落の再生による湖沼環境改善手法の提案

流入水質対策が容易に奏功しない浅い富栄養化湖沼における、湖底生態系に配慮した新しい底泥処理手法として、沈水植物群落の再生による湖沼環境改善手法を提案した。沈水植物群落を再生することで、底泥の巻き上げが抑制され、透明度向上、更なる植生繁茂、水質改善が促進される。再生の際には、在来種の再生が必要であるが、そのために、失われた沈水植物の再生材料として底泥中に存在する散布体（種子や卵胞子）に着目し、その分布特性、発芽ポテンシャルを解明した。

今後、現場（霞ヶ浦）での現地実験に本手法を適用して消失した沈水植物の再生に関する実証実験を行うこととしている。

(3) 湖沼の面源負荷対策としての湖内湖の効果

湖内湖浄化法とは、湖沼等に流入する河川の河口に仕切り堤などを用いて人工的に設置された小さな水域（湖内湖）を使用して汚濁削減を図る浄化法をいう。霞ヶ浦における湖内湖浄化法の効果について、平水時・雨天時のデータを取得し評価した。その結果、水質・水量の変動は大きいものの平均的現象としては滞留時間や水面積負荷、負荷速度などが除去率を決める要因であることが明らかになった。

既に霞ヶ浦では4箇所の湖内湖が設置されているが、これまでの調査・検討結果より、「湖内湖の設計のための手引き」をとりまとめ中であり、

今後の同種事業の参考に供したい。

(4) 貯水池底泥からの栄養塩類溶出量推定手法の開発

湖沼等の閉鎖性水域では、流域からの流入及び内部生産によって生じる汚濁物質は、水との境界面付近の底泥に蓄積することが多く、また、底層の貧酸素化等によっては底泥から多量に溶出し水質に悪影響を及ぼすことがある。このため、底泥における栄養塩類の溶出のメカニズムの解明が求められている。

富栄養化対策の観点から、底層水のDO濃度と栄養塩類溶出速度との関係など栄養塩類溶出の主要な機構を解明するとともに、底層水への高濃度酸素供給装置と連続水質監視システムを開発し、現場水質データから栄養塩類溶出量を推定する方法を提案した。

なお、民間企業と共同開発した底層水への高濃度酸素供給装置は、いくつかのダム貯水池で実証実験が行われ、水質保全効果が確認されつつある。

(5) 沈水植物の有無が水質、生態系に及ぼす影響水辺植生帯の環境機能として沈水植物の浄化効果を評価した。

沈水植物は実験池を用いて検討し、沈水植物の実験池に対する体積比（PVI）が、大きくなると植物プランクトンが抑制され、透明度が高くなることが分かった。また、沈水植物の有無により底生生物相も異なることが分かった。