

鎌北湖(入間郡毛呂山町)における13年間の水質モニタリング結果

水環境担当 田中仁志

1 はじめに

鎌北湖(入間郡毛呂山町)は、大谷木川を堰き止めて昭和10年に竣工した、水面標高 168.3m、面積 3.45ha、貯水量 $2.79 \times 10^5 \text{m}^3$ 、最大水深 20m、湖水が入れ替わる回転数およそ1回/月の水田灌漑用人工湖である。T-P、クロロフィル a、透明度から栄養レベルの分類(OECD、1982)を行うと、調和型・富栄養湖に分類される。鎌北湖の集水域は 2.21km^2 であるが、その 94% はスギ、ヒノキなどの針葉樹林が占める。また、点在する人家と旅館が1件存在するものの、工場などの人為的な汚染源は存在しない(写真1)。また、鎌北湖は、ヘラブナ釣りやボート遊びなどのレクリエーションにも利用されるとともに、桜の名所としても知られ、多くの観光客が訪れている。環境科学国際センターは開設以来、環境省の委託事業である酸性雨総合モニタリング調査²⁾に調査機関として参加している。したがって、鎌北湖の調査は、公害センター(環境科学国際センターの前身)が調査を始めた1988年度から通算すると、約1年の浚渫工事による調査中断があったものの、2001年度で13年目を迎えたことになる。本発表では、これまでに得られた水質データから鎌北湖の水質の季節的、経年的変化および浚渫工事の水質改善効果について報告する。

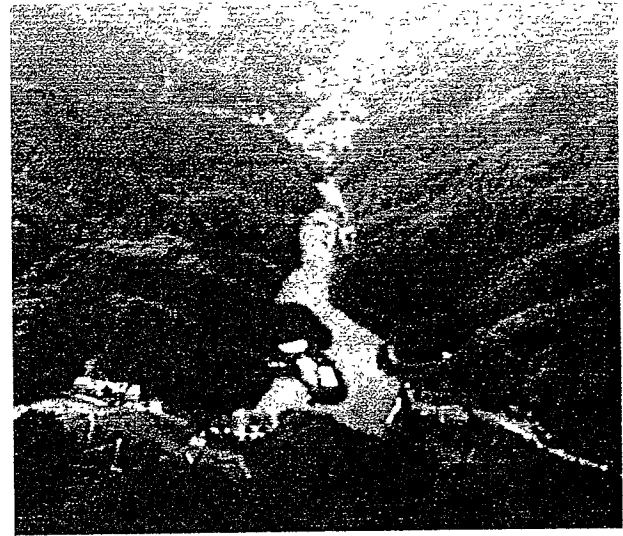


写真1 上空から見た鎌北湖全景
(1998年8月撮影)



図1 鎌北湖のサンプリング地点

2 調査内容

2.1 調査地点

鎌北湖における調査地点は、流入・流出河川(A、B)、湖内2カ所(C、D)の4地点である(図1)。最深地点はD地点である。

2.2 調査項目

酸性雨モニタリング調査は大きく分けると基礎調査および水質調査から構成されている(表1)。

表1 調査項目一覧

調査名	項目	細目
水質データ等	水質データ等	流入流出河川水量(年鑑変動・年間総水量)
		湧水等の水量(年間変動・年間総水量)
		降雨・降雪量(年間変動・年間総量等)
基礎調査	気象・	湖沼からの蒸発量(年間変動・年間総量)
	地質データ等	浮遊物質量(年間変動・年間総量・ガス状物質等の情報)
		気温等の年間変化、周辺の土壌・植生・地質情報
	湖沼生物	資料・文献調査、聞き取り調査
水質調査	測定項目①	pH、アルカリ度、EC、水温
	測定項目②	透明度、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- 、 Cl^- 、 PO_4^{3-} 、 NH_4^+ 、 CO_3^{2-} 、 Al^{3+} 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 、 Mn^{2+} 、 Fe^{2+} 、COD、TOC(DOC)、クロロフィル a

2.3 調査方法(水質分析法、流量測定法等)

基礎調査は、既存の情報を可能な範囲で収集、整理して行った。

2000年度における測定項目①、②の分析及び流量測定は、2000年7、8、11月、2001年2月に計4回行った。なお、浚渫工事が1998年度に行われたため、1998年11月以降は貯水量0が続き、測定できなかった。工事完了後、貯水量が、調査が可能となる満水時のおよそ8割に達したのは2000年6月頃であった。

採水方法および水質分析方法は、東アジア陸水モニタリングの手引きおよび精度管理プログラム^{註2)}に従い、pH、EC、水温、COD、TOC(DOC)、全 Al^{3+} 、 Fe^{2+} およびアルカリ度はJIS K 0101に、クロロフィル a (Chl-a)はSCOR-Unescoの方法にそれぞれ準拠した。また、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Na^+ 、 K^+ 、 NH_4^+ 、 PO_4^{3-} 、 SO_4^{2-} 、 NO_3^- およびClは、イオンクロマトグラフ法によった。なお、透明度は、湖沼環境調査指針によって測定したほか、流入・流出河川水量の測定は、JIS K 0094に準拠して行った。

3 結果と考察

3.1 水質の鉛直方向の変化

鎌北湖では、春(例年3月頃)から秋(例年11月頃)にかけては、表層の温度が底層に比べて高くなり、湖水が混ざりにくい成層を形成するため、鉛直方向に水質の変化が生じる(図2・左)。一方、冬季は、表層と底層まで水温の変化が小さくなり、湖水が混ざりやすくなるので、鉛直方向の水質は均一となる(図2・右)。

3.2 水質の経年変化

一般に湖水が酸性化すると、まずアルカリ度が減少し、次にpHが低下するといわれている。1988年から2001年までのアルカリ度の経年変化を図3に示す。図3から流入河川、表層および底層のアルカリ度は、周期的に変化していることが分かる。これまでの調査からは、具体的な鎌北湖の酸性化の進行を示すような結果は得られていない。

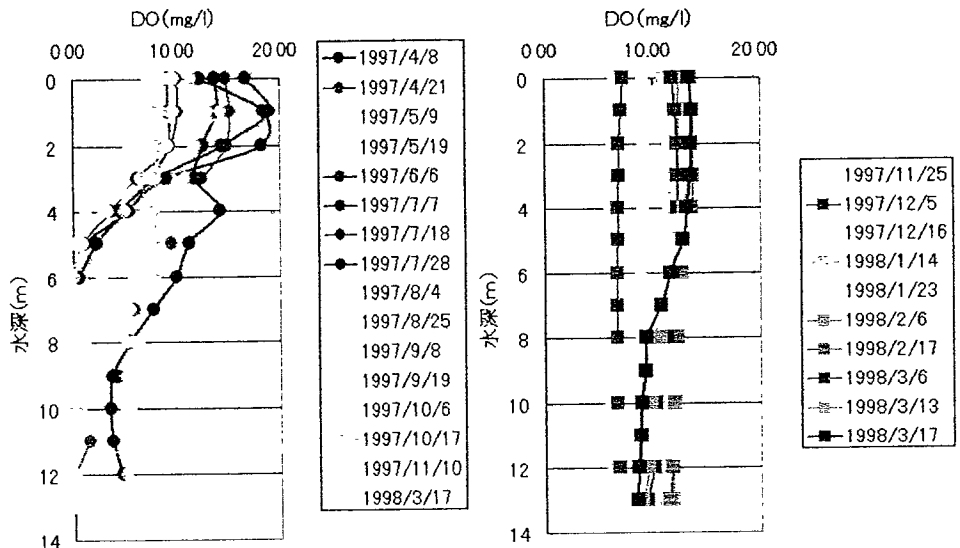


図2 鎌北湖(D地点)の春～秋季(左)と冬季(右)の溶存酸素量の垂直分布('97.4~'98.3)

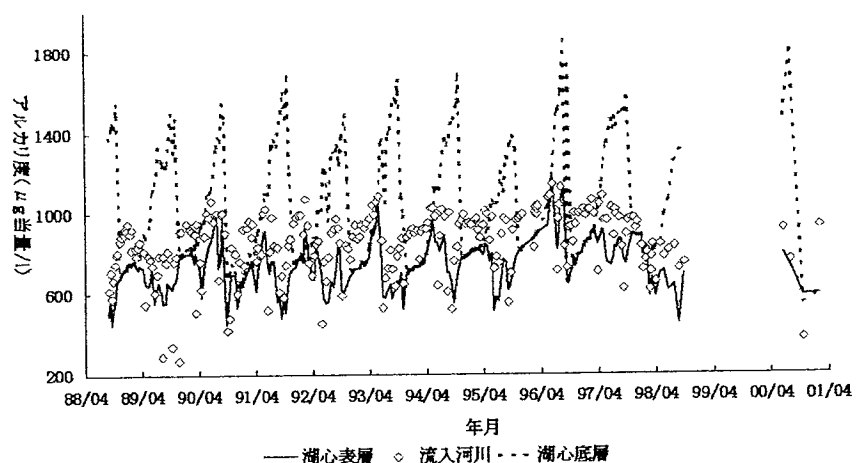


図3 鎌北湖(D地点)のアルカリ度の変化('88.9~'01.2)

3.3 浚渫が水質に及ぼす影響

1998 年度に鎌北湖の浚渫工事(浚渫量 $4.6 \times 10^4 \text{ m}^3$)が行われた。この浚渫工事によって水質にどのような変化が起こったかを明らかにするために、浚渫前後の水質を比較した。浚渫前の水質データは、埼玉県が 1983 年 8 月から行ってきた湖沼水質調査結果²⁾、および酸性雨調査結果^{3,4)}を利用した。また、浚渫後の水質データは、2000 年 7、9、11 月、2001 年 3 月に当センターが行った調査データを利用した。なお、浚渫前の経過時間と水質項目(pH、DO、COD、T-N、T-P、クロロフィル a (Chl-a)、EC 等)について単相関分析を行ったところ、湖心(D地点)表層の Chl-a、T-P ($p < 0.05$)は経時的に有意な正の相関が見られた。これは、時間の経過とともに鎌北湖では、植物プランクトンとリンの量が増加したことを示している。また、浚渫による改善効果が最も大きかったものは T-P であったのに対し、T-N ではあまり変化が見られなかった(図4・上)。一方、湖心底層では、Chl-a ($p < 0.01$)および COD、T-N ($p < 0.05$)に経時的に有意な正の相関が見られた。さらに、底層では、表層とは異なり、T-N、T-P のいずれにおいても改善が見られ、とくに浚渫後の T-P は浚渫前の 13 %程度に改善され、87 %が除去された⁵⁾(図4・下)。

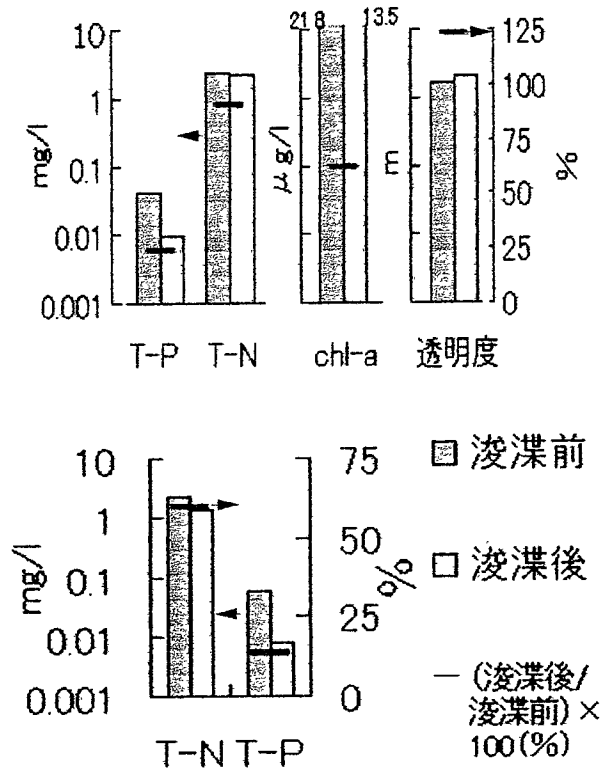


図4 鎌北湖の浚渫前('83.8~'98.2, n=30)と浚渫後('00.7~'01.3, n=5)の平均値による水質の比較。D地点表層(上)、底層(下)

4 おわりに

環境科学国際センターでは、その前身である公害センターを含めると、浚渫工事期間を除き、1988 年度から継続して鎌北湖の酸性雨モニタリング調査を行っている。その結果、アルカリ度や pH の低下といった酸性雨が原因で引き起こされる酸性化の現象は、これまでのところ認められなかった。一方、季節や水深が関係した循環期や成層期といった現象が明らかになるなど、鎌北湖の様々な物理化学的、生物学的特徴が分かったことに加え、浚渫の水質改善効果についても考察できた。今後も引き続きデータの収集に努め、湖沼の水質管理等の研究に有効活用したい。

参考資料および注釈

1)平成 12 年度酸性雨モニタリング調査、環境庁委託業務結果報告書、埼玉県(2001)、2)環境白書、埼玉県、3)環境庁委託業務酸性雨調査研究(総合パイロットモニタリング調査)結果報告書、埼玉県(1989-1998)、4)酸性雨調査研究・陸水影響調査(鎌北湖総合調査)結果報告書、埼玉県環境生活部(1999)、5)田中ら、日本陸水学会第 66 回大会講演要旨集、p.135 (2001)

注1)酸性雨は、欧米等において湖沼や森林等の生態系に深刻な影響を与え、地球規模の問題の一つとして国際的にも関心を集めている。ここでいう酸性雨モニタリング調査とは、国内における酸性雨による中長期の影響の把握のため、モニタリング調査の対象となっている湖沼およびその周辺環境の変化に注意しながら湖水等の採水、分析および流入河川水量等の調査を行い、湖沼や河川の水質のデータを継続的に収集、整理、検討するとともに気象情報等についても情報収集していくことを目的とする。調査対象湖沼は、鎌北湖(埼玉県)のほかに、沢の池(京都市)、桑沼(宮城県)、伊自良湖(岐阜県)、蟠竜湖(島根県)、双子池(長野県)、亀の原池(島根県)、山居池(新潟県)、桶沼(福島県)、有峰湖(富山県)、夜叉が池(福井県)、今神御池(山形県)の合計 12 湖沼がある。(環境庁資料より)

注2)東アジア地域における酸性雨モニタリングの統一化を目的とした 2000 年 3 月に採用されたモニタリングの手引きである。採水方法、分析の方法や分析値の信頼性を向上させるための精度管理について定められている。