

東北大学工学部

学生員 ○平城俊雅

学生員 李 淳和

正会員 高崎みつる

正会員 佐藤敦久

1. はじめに

現在大きな問題になっている湖の富栄養化は人口の増加、産業などにより多量の栄養塩類が湖に流入し藻類及び水生植物による一次生産が急に増加する、いわゆる人為的富栄養化である。このような富栄養化した湖の対策には様々な方法が選択されているが、湖水を強制的に循環させて水質改善を行う方法は1960年代後半頃からアメリカで行われている。わが国においてもいくつかの湖で行われており対外的に強制循環を導入した湖の水質改善効果を発表している例もいくつか報告されている。

強制循環の水質改善効果としては循環によりプランクトンの増殖抑制、臭気の解消及び発生防止、魚族の増殖、循環筒を導入する前に無酸素層である深水層まで十分な溶存酸素を供給して底泥からの栄養塩溶出を抑制し、さらに湖水中の有機物を酸化させ栄養塩濃度を減少するなど多くの長所が認められ、特にそのような広範囲な効果に比べ低いコストで水質改善可能な点が注目されている。しかし、このような効果に関して実際現場の実験を基づくその特性を論じている報告は少ない。従って、ここでは強制循環の導入前後と一年後の水質変化を考察するため、特に富栄養化した湖でもっとも重要因子である窒素とリンに着目し検討を行った。

2. 調査対象湖及び調査方法

対象とした湖は千葉県安房郡三芳村にある水道専用ダムとして用いられている増間ダムである。このダムは有効貯水量50万 m^3 最大水深20mで1986年6月18日から強制循環を行っているダムである。* 調査は循環を行う前の1985年7月と、循環機を導入した直後1986年7月、そして1年後1987年7月に各々10日～17月にかけて調査を行ってきた。調査手法は全て上水試験方法に準じた。

3. 結果及び考察

増間ダムは集水地域内に大きな点源負荷を持たないものの山林などからの面源負荷によって汚濁が進行したダム湖である。Fig. 1は年度別によるSS濃度の鉛直分布を示す。1986年7月のSS分布を見ると表面から4m頃まではほとんど差が認められなかったが深水層に行くほど増加していく傾向を示す。この調査期間中には表面水温が27～28℃、5m以深では10～15℃であり夏期成層期間中の安定した躍層を明確に表していた。特に溶存酸素の変化も水温躍層より下では急激に低下し15m以深からは無酸素層を示した。そ

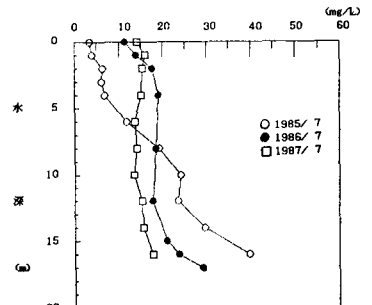


図-1 増間ダムのSS濃度の鉛直分布

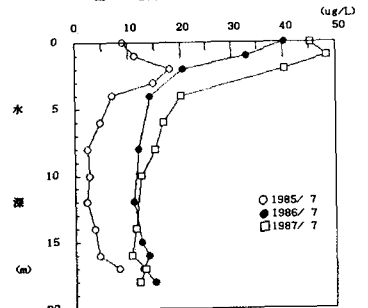


図-2 増間ダムのChl-a濃度の鉛直分布

れに比べ強制循環を行った直後1986年7月のSS分布は全体的に量が増加していることがわかった。このことから強制循環による水温躍層を壊す循環流は沈澱物の巻上げにも影響し、そのためSS濃度が増えたと考えられる。しかし、循環開始1年後のSS分布を見ると表面から底層までほとんど変わらない鉛直分布を示していた。ここには示していないが底泥の実験から強制循環開始直後1986年7月の溶存酸素消費速度が1985年に比べて大きいことを確かめている。一方、溶存酸素とSSの関係同様、水中の酸素消費速度と密接な関係があるchl-aは植物プランクトン量の概略を知るのによく用いられている量であるが、この図からは生産層では強制循環によって増加した事、又鉛直分布は水温、SSなどと異なり、鉛直方向に均一な分布を示さないことがわかる。増間ダムの例では、このように植物プランクトン量が強制循環によって減少する傾向を認められず、この点では他のダム湖での報告と異なっていた。

湖の富栄養化現象の機構を解明して、富栄養化を抑制するためには湖水中の窒素やリンの挙動を把握しなければならない。Fig.

3 は年度別 T-P 平均値をしめす。強制循環を行う前の分布より、表面から深水層にむかうほど T-P量が増えることがわかり、またその量は $0.08 \sim 0.18 \text{ mg/l}$ と高い値を示していた。これに対して、循環を行った直後には表面から底層まで 0.12 mg/l 頃の量の変化もほとんどなく一直線の分布を示し、循環前に比べ全体的な量はだいたい同じであった。しかし、強制循環1年後の分布は、鉛直傾向は同じであるが量的な差は非常に大きく1年前に比べ50%以上減少することを示した。また、この時 $\text{PO}_4\text{-P}$ の変化をみると循環前(1985.7)の平均 0.04 mg/l の $\text{PO}_4\text{-P}$ に比べ1986年7月と1987年7月の $\text{PO}_4\text{-P}$ 量は両方とも 0.005 mg/l と1/10以下に減少していた。このように、大きなT-P量の減少はFig. 1に示したSSの減少と $\text{PO}_4\text{-P}$ の減少だけから説明することは難しく本質的には保存物質であるPの変化は興味深い。湖水中のTIN鉛直分布をFig. 4に示す。1985年7月には水温躍層近く、また、それ以深で濃度がばらついてしたが、循環直後1986年7月には 0.8 mg/l とほぼ同じ鉛直分布を示していた。1987年7月の結果は1年前より約 0.3 mg/l 程度減少しているが、これは脱窒の影響が関与しているものと考えられる。

4. おわりに

以上の結果をまとめると強制循環を行う事によってT-P, TIN が減少していき、また、その変化は循環直後には現れず、水質改善効果は徐々に進行していくことがわかった。

<参考文献> 1) L. Bengtsson, C. Gelin: "Artificial Aeration and Suction Dredging Method for Controlling Water Quality", proceeding of a Symposium, The Effect of Storage on water Quality, 1975, pp. 313~341 2) Corvallis Environmental Research Lab, Oreg. "A Guide to Aeration/Circulation Techniques for lake Management" 3) 日本水質汚濁協会篇; "湖沼環境調査指針" 公害対策技術同友会、1981

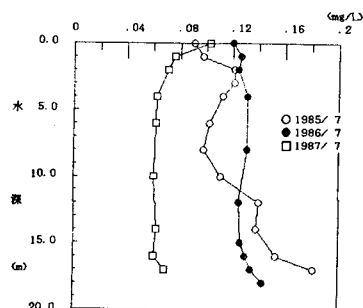


図-3 増間ダムの T-P 鉛直分布

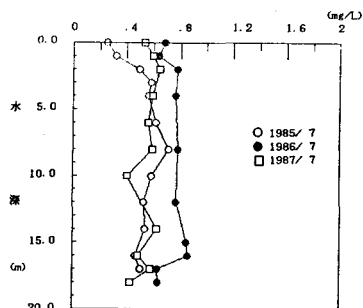


図-4 増間ダムの TIN 鉛直分布