

東北大学工学部 学生員 ○越智 孝敏
 東北大学工学部 正会員 佐藤 敦久
 東北大学工学部 正会員 高崎みつる

1 はじめに

湖沼における藻類の大増殖は、底泥からの栄養塩の溶出効果を見做することができない。また富栄養化防止の観点からは、排水流路変更や高度処理等によって栄養塩の流入量を削減したとしても、底泥から溶出した栄養塩によって予期した水質回復が得られないという報告もある。このような理由から効果的な富栄養化対策を実施するためには、底泥からの栄養塩溶出についての知見が必要となる。とくに今回対象としている湖は強制循環導入によって底泥からの栄養塩溶出を抑制している湖であり、その効果を量的に評価することは大変重要である。本研究では、1986年6月に強制循環を導入した増間ダムの底泥を対象に、夏期における底泥からの $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出速度を求め、それを実際の湖に照らし合わせた。

2 調査対象

調査は、図-1に示す千葉県安房郡三芳村にある増間ダムで行った。増間ダムは、1986年6月18日に強制循環を開始した水道専用ダムで、表面積 55000m^2 、最大水深 20m、有効貯水量 500000m^3 である。



図-1 増間ダム

3 底泥溶出実験

実験は好気性条件下（エアレーション）と嫌気性条件下の2つの系について行った。好気系は、図-2に示すようにコアサンプルを現場に近い環境下に設置し、一定時間ごとに採水を行って $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出量を求めた。（コア擬似現場法）嫌気系は、数本のコアサンプルを湖底泥付近に吊り下げ、一定時間ごとに採水を行って $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出量を求めた。（コア現場法）結果を図-3に示す。これより好気系では $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出は起こらず、嫌気系では約 $10\text{mg}/\text{m}^2\text{ day}$ の速度で $\text{PO}_4\text{-P}$ が溶出することが示された。

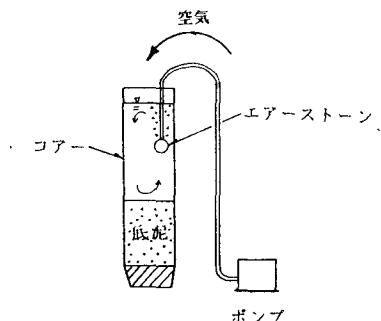


図-2 好気性条件下での実験系（コア擬似現場法）

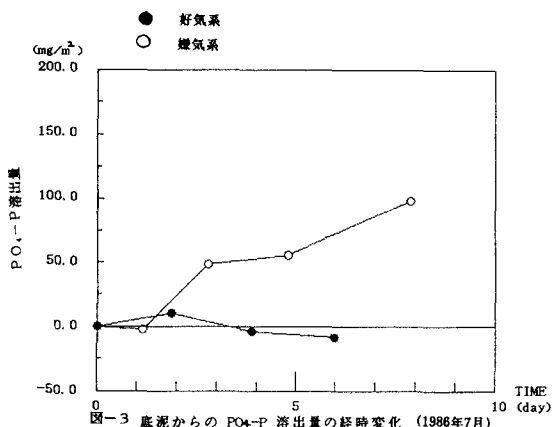


図-3 底泥からの $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出量の経時変化（1986年7月）

4 底泥実験と現場との比較

増間ダムについて底泥実験で得られた結果と現場を比較する。湖における栄養塩収支を図-4のような簡単モデルで表す。また式で表すと式(1)のようになる。

$$V \cdot (dC/dt) = Q \cdot C - Q \cdot C - S \cdot A + R \cdot A \quad (1)$$

ただし Q : 流入水量 (m^3/day)

V : 湖の体積 (m^3)

Q : 流出水量 (m^3/day)

A : 湖の底面積 (m^2)

C : 流入水中の栄養塩濃度 (mg/m^3)

C : 流出水中の栄養塩濃度 (mg/m^3)

C : 湖水中の栄養塩濃度 (mg/m^3)

S : 底泥への栄養塩沈殿速度 ($mg/m^2 day$)

R : 底泥からの栄養塩溶出速度 ($mg/m^2 day$)

t : 時間 (day)

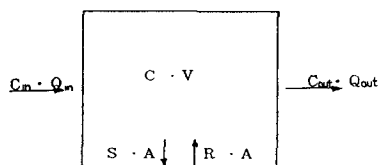


図-4 栄養塩の収支モデル

強制循環を行っていない1985年7月18日～7月22日と、1986年6月18日から強制循環開始35日目に当たる1986年7月22日の、底泥からの PO_4-P 全溶出量の差と湖水中の全 PO_4-P 量の差は以下のように考えられる。

$$P_1 = (R_{1986} - R_{1985}) \cdot A \cdot t \quad (2)$$

$$P_2 = (C_{1986} - C_{1985}) \cdot V \quad (3)$$

ただし P_1 : 1986年と1985年の底泥からの全 PO_4-P 溶出量の差 (mg)

P_2 : 1986年と1985年の湖水中の全 PO_4-P 量の差 (mg)

R_{1986} : 1986年7月の底泥からの栄養塩溶出速度 ($mg/m^2 day$)

R_{1985} : 1985年7月の底泥からの栄養塩溶出速度 ($mg/m^2 day$)

C_{1986} : 1986年7月22日の湖水中の平均栄養塩濃度 (mg/m^3)

C_{1985} : 1985年7月22日の湖水中の平均栄養塩濃度 (mg/m^3)

底泥実験より、夏期において嫌気性条件下では底泥から PO_4-P が $10mg/m^2 day$ の速度で溶出し、好気性条件下では底泥から PO_4-P は溶出しないという結果を得ている。実際、増間ダムにおいて底泥直上水中の DO 濃度は、1985年7月は $0.5mg/l$ 、1986年7月は $6.1mg/l$ であった。そこで底泥直上水は、1985年7月は好気性条件下にあり1986年7月は嫌気性条件下にあったと考え、式(2)を計算すると1986年は1985年より底泥からの溶出量はダム全体で $19.25kg$ 減少したと考えられる。次に PO_4-P の水深方向の濃度分布を図-5に示す。これより湖水中の PO_4-P の平均濃度は1985年は $0.040mg/l$ 、1986年は $0.004mg/l$

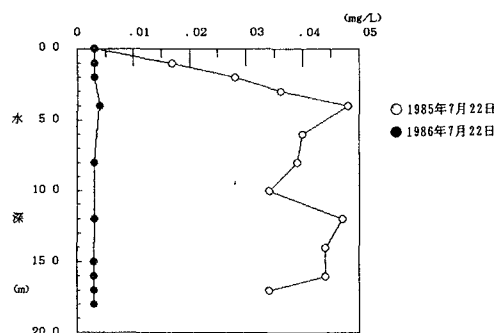


図-5 PO_4-P 濃度の鉛直分布

であった。これを式(3)に代入すると1986年は1985年より湖水中の全 PO_4-P 量は $18kg$ 減少していることがわかる。これは底泥からの PO_4-P の溶出量の減少量とほとんど同じである。これより夏期においては底泥からの PO_4-P の溶出を抑制すると湖水中の PO_4-P 濃度が下がることが予想できる。

5 おわりに

強制循環を行い底泥直上水の DO 濃度を増加させることによって、底泥からの PO_4-P の溶出を抑制することは湖水のリン減少には大いに役に立ち、リン制限の湖ではそれに見合った藻類の減少も起こると考えられる。しかしながら増間ダムは窒素制限の湖であり、藻類の減少は起こらなかった。今後強制循環を引き続き行うことによってさらに湖水中の PO_4-P 濃度を減少させれば、リン制限になることも考えられ、引き続き調査を行っていく必要がある。

<謝辞> 実験を行うに当たり、御協力を戴きました東北大学工学部学生依田雄二郎氏に心から感謝致します。