

汽水湖沼における底泥からのリンの溶出

九州大学大学院 学生員 ○井上徹教 九州大学工学部 正 員 中村由行、小松利光
通産省地質調査所 山室真澄 島根県衛生公害研究所 神谷 宏

1. はじめに

島根県東部に位置する宍道湖は面積約80km²・平均水深約4.5mのわが国を代表する汽水湖である。しかし他の多くの湖沼と同様、西端の斐伊川からの都市排水の流入等の影響を受けて近年富栄養化が深刻な問題となっている。湖水は大橋川・中海を介して日本海と連絡しているため、天文潮や低気圧の通過による日本海の海面上昇に伴い、海水の逆流が不定期に起こっている。この時湖心部底層には厚さ数10cmの明確な高塩水層が形成され、しばしば貧酸素化がおり、底層水へのリンの蓄積がみられる。このため宍道湖全体へのリンの供給のうち、湖底部からの溶出が大きな割合を占めている可能性が考えられる。

本稿では、溶存酸素濃度とリンの溶出量との関係を調査する目的で行った、現場観測及び湖心部の底泥を用いた擬似現場実験の結果について報告する。

2. 現場観測及び実験内容

A. 現場観測 1994年8・11月において数日の間隔で湖心部の底層水を採取した。採水は船上から長さ2m、内径40.5mmの亚克力パイプを底泥に差し込むことによって底質と共に底層水を乱さないように行った。その後、30分以内に実験室へ持ち帰り栄養塩濃度の鉛直微細構造を調べた。

B. 擬似現場実験 1994年8月においては図-1に示す様な連続培養型の実験系を用いた。下流部に配置されたポンプにより供給水がサンプルコア内に、サンプルコア内の水が二手に別れてDOメーター(TOA製 DO meter DO-25A)と栄養塩サンプリング用チューブに送ら

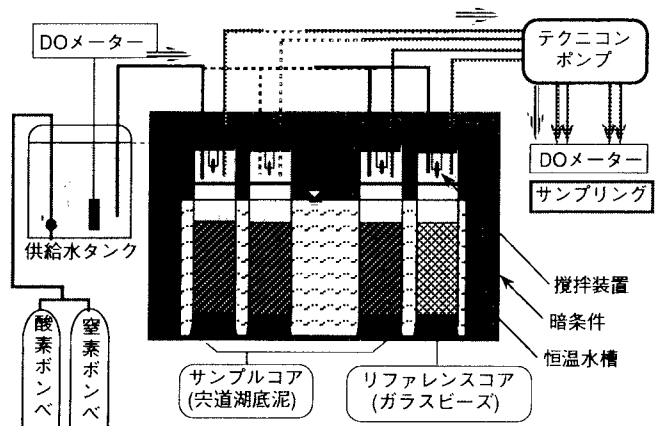


図-1 擬似現場実験装置概略図

れる。湖心部において採取した内径10cmの未攪乱底泥コアを暗条件下でサンプルコアとして用いた。恒温水槽内は採泥時の現場水温にあわせ29℃とした。サンプルコア内の水はスターラーによって攪拌した。供給水には採泥現場付近の底層水を濾紙(Whatman GF/C)で濾過したものを、窒素・酸素混合ガスで曝気することによりDO濃度を調整したものを用いた。各コアは採泥後直ちに上述の実験系に設置し、供給水を流し始めてから約24時間後にDO濃度(供給水については30分毎に、コアからの流出水については30分毎に1コアずつ順番にDOメーターで測定)と栄養塩濃度(1時間毎)の測定を開始した。この実験系では一定のDO・リン濃度の濾過底層水が常に供給されるので、直上水の濃度を定常に保つことが可能である。また、供給水流量を変化させることで直上水の底泥接触時間が変わり、結果として直上水のDO濃度が変化するという特徴を持つ。また、1994年11月、1995年8月においては上述の実験系を若干変更したものを用いた(恒温水槽内はそれぞれの現場水温にあわせた)。主な変更点はコアの内径を8.5cmとしたこと、コア内の攪拌をプロペラにより行ったことである。攪拌方法の変更によりコア内の流れを容易に変化させることが可能になった。

3. 現場観測及び実験結果

A. 現場観測結果 1994年8月の現場(底面付近のDO濃度は0.3mg/l、水温は29℃程度)でのリン濃度測定結果を図-2に示す。観測期間中現場付近の流況は穏やかであり、躍層が壊れることはなかった。このため2日間での底層水におけるリン濃度の増加は底泥からの溶出によるものであると考えられる。また、1994年11

月に行った観測(底層付近の水温は約15℃)ではリン濃度は水深方向に一様であり、底泥からのリンの溶出はなかったものと思われる。

B. 擬似現場実験 1994年8月に行った水温を29℃に設定した場合の実験結果の一例を図-3に示す。これを見るとより高いDO濃度の方がリンの溶出が抑えられていることがわかる。1995年8月には同程度の水温でDO濃度が2mg/l以上の実験を行ったが、リンの溶出は観測されなかった。さらに1994年11月には水温を15℃に設定し、実験を行った。この時、直上水がほぼ無酸素の場合でも有意なリンの溶出は見られなかったが、水温を29℃に上げて再度実験を行うと相当量のリンの溶出が観測された。

4. 考察

1994年8月における湖心部底面付近でのリン濃度の増加はすべて底泥からの溶出によるものと仮定すると、リンの溶出フラックスは約15mg/m²/dayであったと推定される。この推定値と水温が29℃の場合の実験結果から得られたDO濃度とリンの溶出フラックスの関係を図-4に示す。これを見るとDO濃度が大きくなるにつれてリンの溶出フラックスは抑えられ、DO濃度が約2mg/lでリンの溶出は止まることがわかる。以上の結果から夏期における宍道湖湖心部でのリンの溶出フラックスとDO濃度との関係を求めると次式のようになる。

$$[P-Flux] = -10.6[DO] + 23.0 \quad (DO < 2\text{mg/l})$$

$$[P-Flux] = 0 \quad (DO > 2\text{mg/l})$$

また、底層付近の水温が約15℃となる秋期においては直上水のDO濃度にかかわらずリンの溶出はないことがわかる。これは水温が低いために底泥内部の酸化還元電位が十分に下がらないことが原因であると考えられる。

5. 結論

宍道湖湖心部における現場観測、及び湖心部底泥を用いた擬似現場実験により、底泥からのリンの溶出フラックスには直上水のDO濃度が大きく依存していることがわかった。さらに夏期・秋期におけるリンの溶出フラックスをDO濃度の関数として定量的に評価することが可能になった。

今後は底泥内部の硫化物濃度やFe、Mn及びNO₃濃度(夏期における底泥表層付近の濃度はTotal S=0.5mg/g wet sed、Fe²⁺=0.4mg/l程度であった)等がリンの溶出フラックスに及ぼす影響についても実験・考察していく予定である。

参考文献

1) Ishikawa and Nishimura (1989), Water Research, Vol.23, pp.351-359

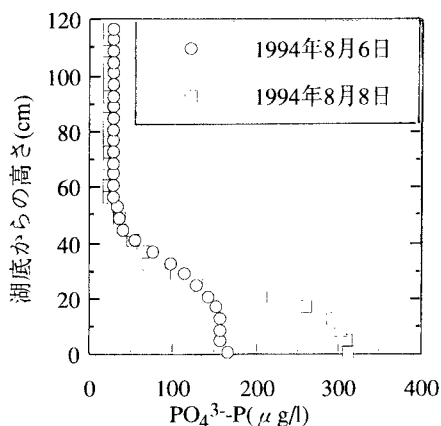


図-2 現場での底層水のリン濃度分布

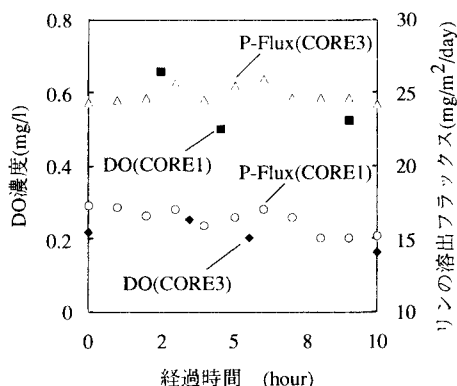


図-3 擬似現場実験におけるリンの溶出フラックスとDO濃度の時間変化

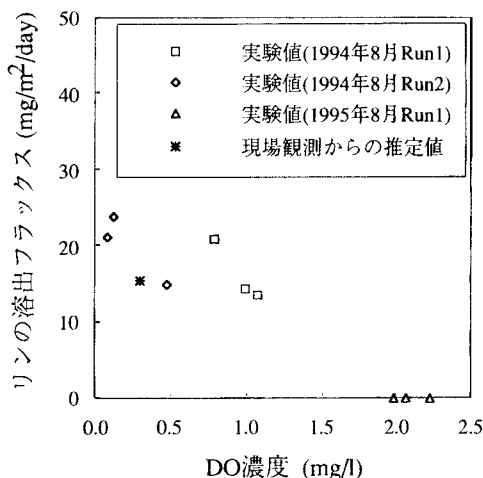


図-4 DO濃度とリンの溶出フラックスとの関係