

前貯水池底質における栄養塩溶出に関する研究

東北大学 学生員 ○新井 裕照
 東北大学 学生員 阿部 寛之
 東北大学 正 員 我妻 貞男
 東北大学 正 員 宮原 高志
 東北大学 正 員 野池 達也

1. はじめに

ダム湖の富栄養化は、景観を損ねるばかりではなく、水源として利用する際にも大変問題となっている。現在建設中のMダムは流域に多くの非特定汚濁源が存在するため、土粒子により供給される懸濁態のリンによる富栄養化が懸念されている。そのため、流入河川水直接浄化のためダムの上流に栄養塩除去を目的とした前貯水池も同時に建設された。

水質浄化を目的とした前貯水池において、除去された汚濁負荷の大部分が底質に蓄積されることになる。ところが、底層水の様々な状況変化によって底質よりリンや窒素が溶出するため期待された水質改善効果が得られない。特に底泥界面付近でのリンの挙動は複雑であり、多くの環境因子によって影響を受けている。そこで、本研究では環境因子としてpHに着目し、底泥接触水のpHを変化させ、リン溶出の関係を調べた。

2. 実験方法

2. 1 pH変化による栄養塩溶出に関する実験（攪拌条件）

供試底質は、1997年11月13日にH前貯水池中央部（水深5.5m）で採取したもので、採泥にはエックマン・バージ型採泥器を用いた。供試水は、ポンプを用いて蛇石前貯水池同地点水深5mより採水し、濾紙（Whatman GF/C）で濾過したものを十分空気曝気し使用した。図-1に示した反応槽に供給水3 lおよび底質30 g（湿重量）を加えスターラーにより攪拌した。供給水のpH調整は、図-1に示すように空気よりCO₂を除去した空気およびCO₂で曝気する方法（以下CO₂ Removingと略記）によりpHを7から9に調整する他、対象実験として0.1N HClおよび0.1N NaOHを用いても調整した。実験時間は24時間であり、任意の時間間隔でサンプリングを行った。実験装置は恒温槽内に設置し、水温を20℃に保った。分析項目は、PO₄-P、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、DO、D-FeおよびD-Mnである。

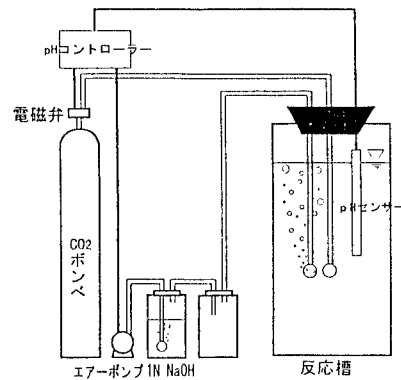


図-1 反応槽概略図

2. 2 pH変化による栄養塩溶出に関する実験（静置条件）

本実験では、底質を静置した条件下での栄養塩溶出について検討した。供試底質および供試水は上記2. 1と同様に採取されたものである。底泥は図-1に示した反応槽（内径15.4cm）内に約10cmの厚さに敷き、その上に試水を底質を攪拌しないように十分注意しながらポンプを用いて静かに注いだ。注入水量は2.8 lである。直上水のpH調整は、上記2. 1と同様の方法によりpHを8および9に調整した。実験期間は40日であり、任意の時間間隔でサンプリングを行った。実験装置は恒温槽内に設置し、水温を20℃に保ち、連続空気曝気により好気状態を維持した。分析項目は、PO₄-P、NO₃-N、NO₂-N、NH₄-N、DO、D-FeおよびD-Mnである。

2. 3 アルカリ度変化による栄養塩溶出に関する実験

供試底質および供試水は上記2. 1と同様に採取されたものである。供試底質は60℃で24時間乾燥させた後、十分粉砕し250μmの篩を通したものをを用いた。供給水には、10⁻²~1Nとなるように

NaOH をそれぞれに加え実験に供した。これら供試水 100ml あたり 1g (乾燥重量) の乾燥底質を加え、スターラーにより 24 時間攪拌した。装置は恒温槽内に設置し水温を 20℃ に保った。分析項目は、 $\text{PO}_4\text{-P}$ 、 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{NH}_4\text{-N}$ 、D-Fe および D-Mn である。

3. 実験結果および考察

3. 1 pH による栄養塩溶出の影響 (攪拌条件)

本実験による $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化を図-2 に示す。溶存酸素濃度は、全系とも終始 7.25~8.92mg/l を示していたので好気条件下であったといえる。しかし、好気条件下であっても pH の上昇に伴いリンの溶出が促されることが観察された。また、pH 9 においては pH 調整方法によって $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が大きく異なっていることがわかる。これは、底質中には NaOH に可溶性画分が多く含有しているため、pH 調整方法として NaOH を用いたことにより $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出量が増大したと考えられる。すなわち、高 pH 状態においてはアルカリ度の増加に伴って $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出量が増大すると考えられる。

3. 2 pH による栄養塩溶出の影響 (静置条件)

本実験による $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化を図-3 に示す。溶存酸素濃度は、全系とも終始 6.91~8.56mg/l を示していたので好気条件下であったといえる。しかし本実験においても、好気条件下であっても pH の上昇に伴いリンの溶出が促されることが観察された。また、同 pH 値であっても pH 調整方法によって $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度が大きく異なっていることも確認された。これも前実験同様、pH 調整方法として NaOH を用いることにより $\text{PO}_4\text{-P}$ が可溶化し濃度が増大したと考えられる。すなわち、底層環境が高 pH 状態である時、底質からの $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出にはアルカリ度の大小が大きく関与していると考えられる。そこで、アルカリ度を変化させた条件の溶出変化を次に検討する。

3. 3 アルカリ度による栄養塩溶出の影響

アルカリ度を変化させた溶出実験による $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化を図-4 に示す。溶存酸素濃度は、全系とも終始約 8.04mg/l を示していたので好気条件下であったといえる。NaOH 添加量の増加に伴って $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出量が増大し、また NaOH 添加量が 10^{-4}N から 10^{-2}N までに大きく $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出量が大きく変化していた。

まとめ

1. 底質からの $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出量は高 pH 値であるほど増大する。
2. 底質からの $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出にはアルカリ度の大小が大きく関与し、アルカリ度の増加に伴って $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶出量は多くなる。

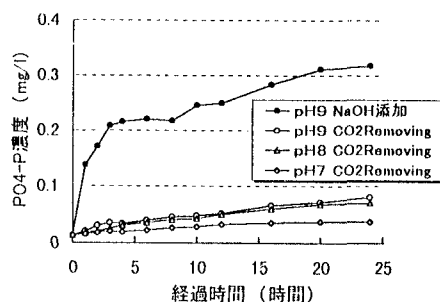


図-2 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化

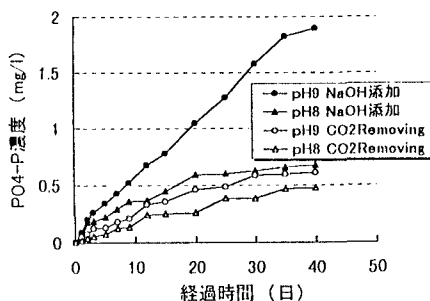


図-3 $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度の経時変化

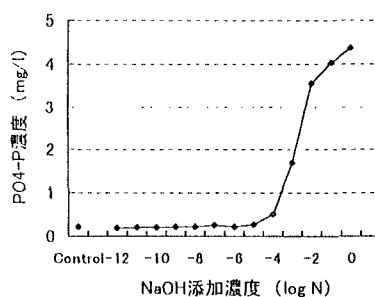


図-4 アルカリ度変化による $\text{PO}_4\text{-P}$ 濃度