

II-318 湖沼底泥のリン脱吸着のpH依存性について

東京大学大学院 学生員 ○古 米 弘 明
東京大学工学部 正員 大 垣 真一郎

1. はじめに

湖沼などの閉鎖水域では、底泥に多量に集積されているリンの挙動が、水質汚濁に深く係わっていると考えられる。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。既に、湖沼底泥のリン脱吸着の温度依存性について若干の知見を示したが、本報告では、主に環境因子としてpHに注目し、リン脱吸着実験を行ない、リン脱吸着へのpHの影響を調べた。加えて、泥粒子表面に吸着していると考えられる交換可能なリン(exchangeable-P)の量についても検討した。

2. 実験方法

供試底泥は霞ヶ浦高決入中央部より、コアサンブラーによって採取したものである(1982年11月5日)。採取後、5cmおきにスライスし、3500rpm 5分間遠心し、4℃で冷蔵保存して実験に用いた。

図1に示したように、恒温条件下でpH調整して回分実験を行ない、水質経時変化を追った。サンプルはピペットで採取をした後GF/Cフィルターで濾過し、濾液のortho-Pを定量した。

3. 実験結果及び考察

3-1 pH調整実験

pH = 5 ~ 10で底泥と蒸留水を攪拌混合した実験のリン濃度経時変化を、図2に示した。酸化還元電位は、pHにより異なるが、約450 ~ 600mVを示したので、好気条件であると言える。

初期($t=0$)でのリン濃度が0でないのは、pHの調整を開始する前に、底泥を蒸留水に分散させる際脱着されたリンに起因するものである。pH = 5 ~ 7では、一度脱着されたリンが吸着されて平衡状態へ移行する。一方、pH = 8以上ではさらに脱着が進行する。すなわち、光合成といったpH上昇要因によって、底泥界面が、pHの高い水に触れることにより、泥に吸着されていたリンが脱着される可能性があると言える。また、その量は、本実験で、0.1 mg/lの濃度上昇は0.04 mg-P/g(dry)のリンの脱着に相当しており、pH = 9, 10では泥の全リンの8 ~ 13%程度のリンが放出されていることになる。

3-2 交換可能なリン量の測定実験

各pH調整実験で、リン濃度が平衡状態に達したと考えられる16 ~ 17時間後の時点に、放射性同位元素 ^{32}P を投入する。

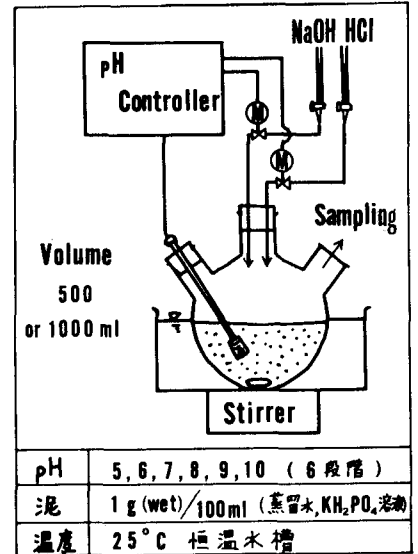


図1 実験装置と条件

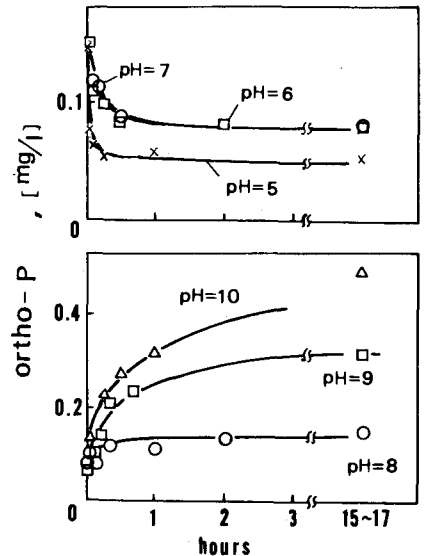


図2 リン濃度経時変化(脱着実験)

溶液から泥粒子へ ^{32}P が移行する過程を調べた結果を、図3に示した。 $\text{pH}=6\sim 8$ では、溶液側の ^{32}P の分率は急激に低下後1~2時間後まで徐々に減少し安定してくる。しかしながら、 $\text{pH}=9, 10$ では ^{32}P 投入直後に急激に低下した後、若干上昇の傾向を示している。これは、 $\text{pH}=9, 10$ では、 $\text{pH}=6\sim 8$ での吸着過程とは異なる反応で泥へリンが移行していると考えられる。

^{32}P は ^{31}P と同じ化学特性を有しているので、 ^{32}P の分率が定常に達したときは、以下の式が適用でき、泥自体が持つ交換可能なリン量を推定できる。

$$\text{Sed exch } ^{31}\text{P} = ^{31}\text{P}_{\text{sol}} \times \frac{\text{Sed exch } ^{32}\text{P}}{^{32}\text{P}_{\text{sol}}} \quad (1)$$

Sed exch P : 底泥側の交換可能なリン濃度

P_{sol} : 溶液側のリン濃度

図3の結果に、(1)式を適用して交換可能なリン量を推定した結果を図4に示した。 $\text{pH}=7, 8$ で最も低い値を示し、ここを境として pH が下がるほどまた上がるほど、泥の交換可能なリン量が増加することがわかる。特に、 $\text{pH}=8$ から9への上昇は、急激な変化があることは、注目に値する。つまり、この pH 領域では、わずかな pH 変化も泥からのリン吸脱着に大きな影響を及ぼしている。

図5は、リン吸着実験(初期添加リン濃度 $=5.0\text{ mg/l}$)において平衡状態を得た後、 ^{32}P を投入した実験結果を示したものである。上記と同様に、(1)式を適用して Sed exch P を求めると 0.509 mg-P/g となる。一方、添加リン濃度と平衡濃度との差から求められるリン吸着量は、 0.494 mg-P/g となり、ほぼ両者は一致した。したがって、Sed exch P を吸着量とみなして、リン吸着平衡関係を調べることもできると思われる。特に、底泥自体が既に吸着保持しているリン量が無視できなくなる低濃度下での吸着脱着量の把握に、 ^{32}P は有効に使えると考えられる。

4. まとめ

底泥のリン吸着が pH の変化により大きく影響を受けることが、実験的に確認された。すなわち、好気条件下でも pH 上昇により、吸着が起こり、泥自体の交換可能なリン量も増加することがわかった。最後に、放射性同位元素を使用した実験において、助言ならびに協力をいただいた東京大学アイソトープセンターの森岡正名氏、田中優子氏に深く感謝の意を表します。

<参考文献> 1) 古米・庄司・文雄：第37回年講 2) Li et al: Soil Sci Soc Amer Proc 36 1972

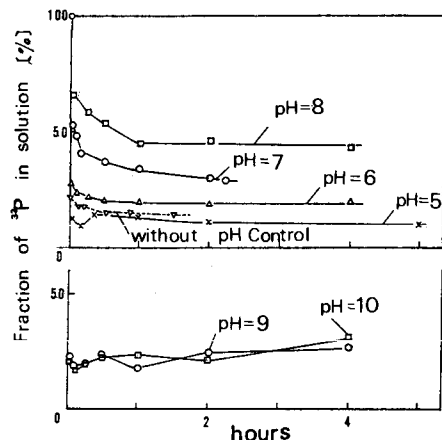


図3 溶液側の ^{32}P の分率の経時変化

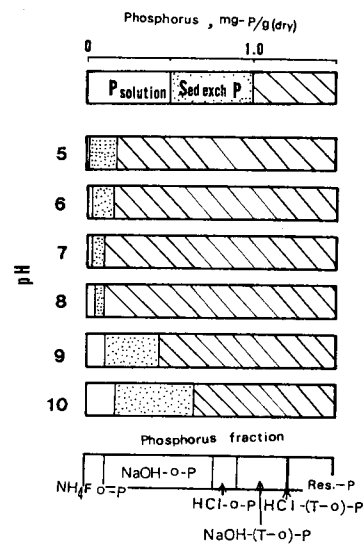


図4 各 pH における交換可能なリン量

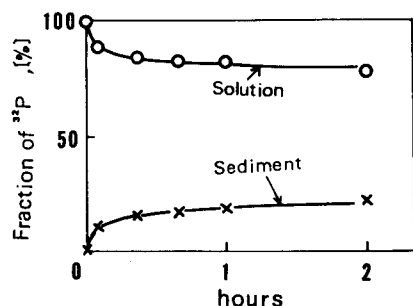


図5 ^{32}P の分率の経時変化(リン吸着)