

## 農業排水路中の底泥のリンの吸着特性

### Adsorption characteristics of phosphate to the sediment in an agricultural drainage canal

○大菅 勝之\*, 濱 武英\*, 青木 丈\*, 川島 茂人\*, 中村 公人\*

Osuga Katsuyuki, Hama Takehide, Aoki Takeru, Kawashima Shigeto, Nakamura Kimihito

**1. はじめに** これまで著者らは、琵琶湖岸の水田地区において、水質保全対策の一環として実施された循環灌漑の効果を検討してきた。循環灌漑を実施した場合、水田から流出した栄養塩類は排水路内に滞留し、地区外への排出負荷が減少する。しかしながら、排水路内の栄養塩類の貯留は、降雨時や非灌漑期の排出負荷を相対的に増大させる可能性がある。したがって、循環灌漑の効果を評価する上で、排水路内の栄養塩類動態を明らかにする必要がある。そこで、著者らは、底泥への栄養塩類の吸着現象に焦点を当て、水温等の物理化学的条件の違いによって吸着現象にどのような違いが現れるかを調べた。ここでは、底泥へのリン酸の吸着特性について報告する。

**2. 実験概要** 試料は、琵琶湖南湖に隣接する水田地区の農業排水路から採取した底泥である。当水田地区では、4月下旬から6月下旬までの約60日間、循環灌漑が実施される。

**a) 吸着速度実験** リンの吸着の経時変化を調べるため、吸着速度実験を行った。250 $\mu\text{m}$ ふるいを通過した底泥を実験試料とした。試料5gをビーカーに取り、1  $\text{mgP L}^{-1}$ の $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶液250mlを加え、試水凝集反応装置(200rpm)で攪拌した。 $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶液の添加から3, 5, 10, 20, 30, 60, 90, 120 min後に採水した。実験は約17 $^{\circ}\text{C}$ の室温で行った。

**b) 粒径別吸着実験** 粒径による吸着特性の違いを調べる吸着実験を行った。試料を①75 $\mu\text{m}$ 以下、②75 $\mu\text{m}$ ~106 $\mu\text{m}$ 、③106 $\mu\text{m}$ ~250 $\mu\text{m}$ にふるい分けた。試料2.5gをビーカーに取り、所定の濃度に調整した $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶液250mlを加え、試水凝集反応装置(200rpm)で約2時間攪拌した。添加した $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶液の濃度は、0(蒸留水)、0.1, 1, 10 $\text{mgP L}^{-1}$ である。実験は約20 $^{\circ}\text{C}$ の室温で行った。

**c) 水温別吸着実験** ビーカーに試料2.5gを入れ、所定の濃度の $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶液250mlを加え、試水凝集反応装置(200rpm)で約2時間攪拌した。

ただし、粒径別吸着実験の結果をふまえ、75 $\mu\text{m}$ 以下のみの試料について実験を行った。添加した $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶液の濃度は、0, 0.1, 0.3, 0.5, 1, 3, 5, 10 $\text{mgP L}^{-1}$ である。実験の温度は10, 20, 30 $^{\circ}\text{C}$ で行った。各実験では、採水後、試料溶液を遠心分離(5000rpm, 10min)し、0.20 $\mu\text{m}$ フィルターに通して測定溶液とした。

**3. 結果と考察** 吸着速度実験の結果をFig.1に示す。ここで縦軸は単位乾燥重量あたりの吸着量( $\text{mgP kg}^{-1}$ )である。底泥へのリ

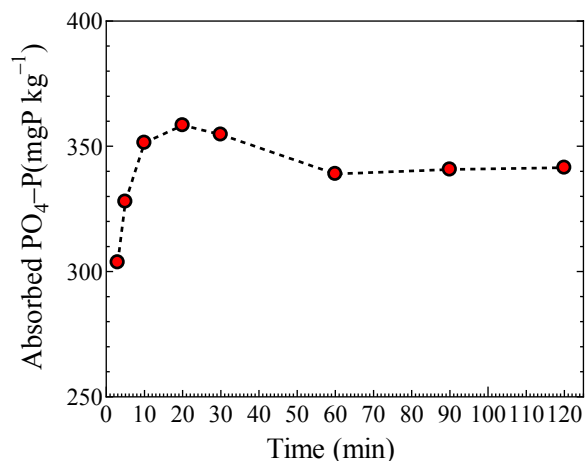


Fig.1 吸着速度実験における吸着態リン濃度変化  
Changes in adsorbed  $\text{PO}_4\text{-P}$  in sorption experiment

\* 京都大学大学院農学研究科 Graduate School of Agriculture, Kyoto University

キーワード: 底泥, 吸着, リン酸

ンの吸着は速やかに進行し、約1時間で平衡に達することがわかる。

Fig.2 は、粒径別のリン酸の吸着実験の結果である。75 $\mu\text{m}$ 未満と75 $\mu\text{m}$ 以上の粒径では、吸着量が大きく異なった。したがって、底泥へのリン酸の吸着量は75 $\mu\text{m}$ 以下の土粒子の存在量に大きく影響されるといえる。

Fig.3 は、各水温における平衡濃度と吸着量の関係を示したものである。ここで、各水温の吸着等温線に以下のラングミュア式、線形式を適用した。

$$q_a = \frac{bQC_e}{1 + bC_e} - a \quad q_a = K_d C_e - RSP$$

ここで、 $q_a$ は単位乾燥重量あたりの吸着量 ( $\text{mgP kg}^{-1}$ )、 $C_e$ は溶液の平衡濃度 ( $\text{mgP L}^{-1}$ )、 $Q$ 、 $b$ は吸着エネルギーに関するパラメータ、 $K_d$ は分配係数、 $a$ と $RSP$ は初期吸着量である。0~10 $\text{mgP L}^{-1}$ の濃度領域(全濃度領域)にはラングミュア式を適用し、最大吸着量を求めた。0~0.1 $\text{mgP L}^{-1}$ の濃度領域(低濃度領域)には、線形式を適用し、分配係数を求めた。

最大吸着量は温度の上昇とともに大きくなる傾向が見られた。一方、低濃度領域においては、分配係数 $K_d$ は温度が高くなるにつれて小さくなった。すなわち、低濃度領域では、温度が低いほど土粒子に吸着されやすいことが示唆された。

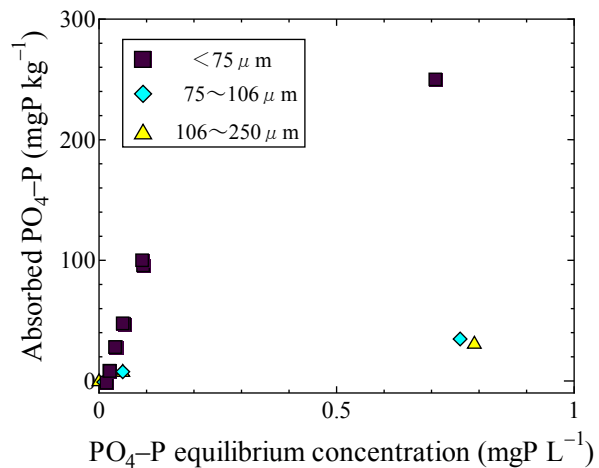


Fig.2 粒径別のリン酸吸着等温線  
Adsorption isotherms of  $\text{PO}_4\text{-P}$  at different particle sizes

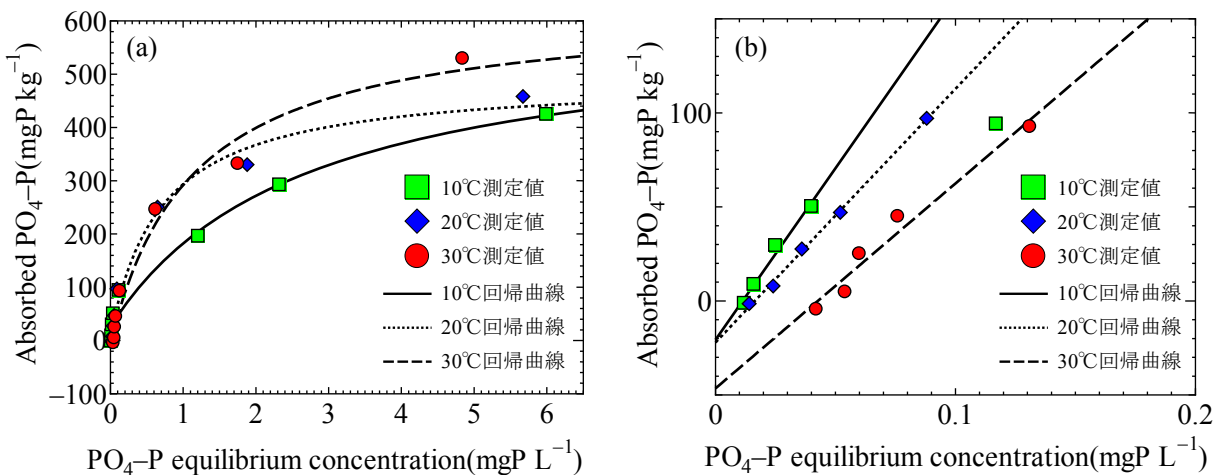


Fig.3 水温によるリン酸吸着等温線の違い, (a)全濃度領域(Langmuir 式); (b)低濃度領域(線形式)  
Adsorption isotherms of  $\text{PO}_4\text{-P}$  at different water temperature, (a)total range, (b)low range of concentration

4. おわりに 今後は、さらに水温設定を細分化させ、分配係数の温度依存性について検討するとともに、線形式の $RSP$ における温度依存性についても調べていく予定である。

謝辞 本調査では、木浜土地改良区、木浜農業組合、滋賀県、守山市の関係諸氏に多大なご協力を頂いた。付記して謝意を表す。