

農業排水路におけるリンの動態と吸着特性

Dynamics and adsorption characteristics of phosphorus in an agricultural drainage canal

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

Osuga Katsuyuki, Hama Takehide, Aoki Takeru, Sugiyama Sho

Kawashima Shigeto, Nakamura Kimihito

1. はじめに 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ている循環灌漑の効果をこれまで調査してきた。その結果、灌漑期、特に代かき時期の排出負荷削減に寄与することが明らかになった。しかし排水路に貯留された栄養塩類は、灌漑終了後に溶出などにより再び流出する可能性が考えられる。したがって、循環灌漑の効果は非灌漑期を含めた通年での排水路内栄養塩類動態に基づいて評価されるべきである。そこで我々は、年間を通して排水路内の栄養塩類を測定するとともに、排水中の栄養塩類の挙動を解明するために水温別の吸着実験を実施した。今回は、リンに関する結果について報告する。

2. 材料と方法

a) 調査概要 調査は、琵琶湖南湖の東岸に位置する、滋賀県守山市木浜にある水田地帯で行った (Fig.1)。木浜地区 (面積 148ha) では、地区を3つに分割して3年周期で転作が実施されている。

地区の中央を長さ約 1.5 km の幹線排水路が縦断し、その南端には浄化池 (南部浄化池) が設けられている。本地区では2通りの灌漑方式が用いられている。水入れから中干し前までは、幹線排水路の南北2ヶ所にあるポンプを用いて循環灌漑が行われる。中干し後は、琵琶湖水を取水する従来の灌漑 (湖水灌漑) が行われる。

水文諸量の観測のため、地区南部に雨量計、全日射計、気温計、風速計を設置した。また、幹線排水路の両端に流量計と水位計を設置し、南部浄化池に水温計を設置した。水温は水深 25cm の深さで測定した。気温等の欠測値は、調査地区の対岸に位置する琵琶湖博物館の気象観測データを用いて補完した。また、幹線排水路の両端に濁度計を設置し、排水の濁度を計測した。週1回の頻度で濁度計付近の排水の採水し、浮遊物質 (SS) を計測した。濁度計の計測値は、排水のSS値を用いて mg L^{-1} の単位に換算した。

2007年5月から2010年10月まで、幹線排水路の南端に設置した自動採水器を用いて、毎日正午に排水を採水し、全窒素 (TN) および全リン (TP) を計測した。また、週1回採水した排水の栄養塩類 (リン酸 ($\text{PO}_4\text{-P}$) 等) の測定も行った。

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

** 東京ガス株式会社 Tokyo Gas Co., Ltd.

Keywords: 循環灌漑, リン, 吸着, 水温

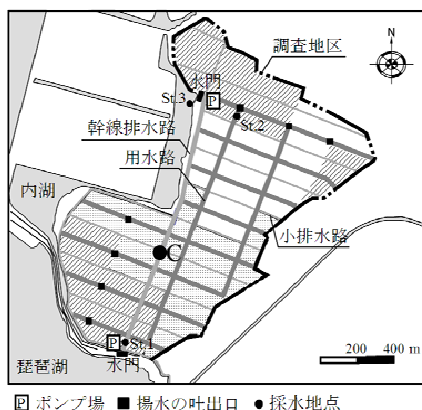


Fig.1 調査地区概要
Study site

b) 実験概要 底泥への $\text{PO}_4\text{-P}$ の吸着特性を調べるために吸着実験を実施した。試料は幹線排水路C地点 (Fig.1) において底泥表層を採取し、 110°C で炉乾させ、 $125\ \mu\text{m}$ 篩を通過したものをを用いた。500 mlビーカーに乾燥試料0.5 gを入れ、濃度を調整した $\text{PO}_4\text{-P}$ 溶液を250 ml添加した。添加する $\text{PO}_4\text{-P}$ の初期濃度は0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2 mgP L^{-1} に調整した。攪拌時間は2時間、実験水温は0, 10, 20, 30, 40°C に設定した。

3. 結果と考察 2007年度における降雨量、排水路内排水のTP, SS, 水温 (WT) の経時変化をFig.2に示す。排水路内のTPは主に降雨日に高い値を示した。また、循環灌漑期のSSとTPは、晴天日の湖水灌漑期や非灌漑期のそれらに比べて高くなる傾向が見られた。TPに占める懸濁態の割合が高かったため(75%), 水田からの土壌流出や底泥の巻き上げにより排水路内のSSが増加したと考えられる。排水の水温は $0\text{-}35^\circ\text{C}$ 程度で推移した。循環灌漑期と非灌漑期を比べると、気温が同程度の場合でも、水温は循環灌漑期の方が高かった。これは循環灌漑期にはSSが高く、排水が暖められやすかったためと推察される。

Fig.3に水温別の $\text{PO}_4\text{-P}$ の吸着等温線を示す。ただし、実験試料には現地底泥を用いており、試料にはすでに一定量の $\text{PO}_4\text{-P}$ が吸着されていたため、縦軸の正值は、初期の底泥に吸着している $\text{PO}_4\text{-P}$ に対しての増加量(吸着)、負値は減少量(溶出)を表す。溶液の $\text{PO}_4\text{-P}$ が低い領域では、吸着等温線は線形として見る事ができる。 x 切片の濃度は、底泥からの $\text{PO}_4\text{-P}$ の溶出と、底泥への $\text{PO}_4\text{-P}$ の吸着の平衡濃度を表し、この濃度より排水の $\text{PO}_4\text{-P}$ が低ければ底泥から $\text{PO}_4\text{-P}$ が溶出する。水温が高いほどこの平衡濃度は高いことが示された。したがって、水温の低い非灌漑期の晴天日にTPが低いのは、底泥から $\text{PO}_4\text{-P}$ が溶出しにくかったためと考えられる。

4. おわりに 今後は排水路内のリン以外の成分についても考察するとともに、同時に行っている現地の底質調査の結果もふまえて、底泥-排水間の相互作用の解明を行っていく予定である。

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。

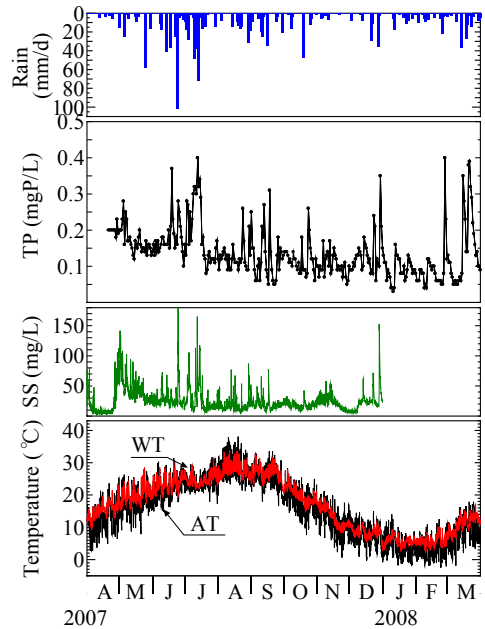


Fig.2 降雨量と排水のTP, SS, 気温(AT)と水温(WT)の経時変化
Temporal variations in rainfall, TP, SS, atmosphere temperature (AT) and water temperature (WT) of drainage water

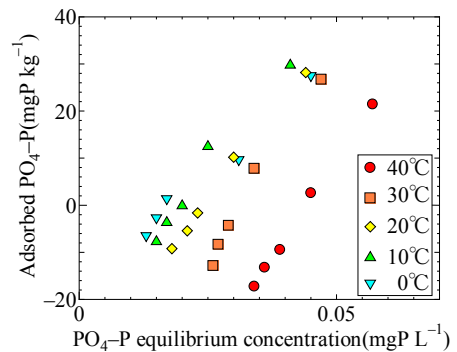


Fig.3 リン酸の水温別吸着等温線
Adsorption isotherms of phosphate at different water temperature