

木質バイオマスと鉄バクテリアを用いた水域からのリン資源の回収 (1)
水田流域における鉄の収支とリンの回収量
Recovery of phosphorus resources using woody biomass and iron-oxidizing bacteria (1)
Mass balance of iron and recovery of phosphorus contents

○高田竜ノ介, 武田育郎, 宗村広昭

○Ryunosuke TAKATA, Ikuo TAKEDA, Hiroaki SOMURA

1. はじめに

地下水や浸透水の流入が多い自然水域の底部において、しばしば観察される鉄バクテリア集積物には、リン吸着能を持つ鉄化合物とそれに吸着したリンが多く存在している。したがって、鉄バクテリア集積物が、水域からのリン回収や循環利用に重要な役割を果たしうると考えられる。このようなことから、著者らは、木質バイオマスを用いた担体を自然水域に浸漬させ、これをリン酸肥料又はリン吸着材として利用できる形態で効率的に回収することを試みている¹⁾。また、鉄は土壌中には豊富に存在する元素であり、還元的な環境では地下水とともに水路などに容易に排出する性質がある。特に、暗渠の設置された水田排水路などにおいては、こうした鉄バクテリア集積物が多く観察されるため、多くの鉄が流域から排出されていると考えられる。このようなことを踏まえ、本研究では鉄バクテリア集積物の多い水田流域における鉄の物質収支を把握し、流域からの鉄の排出量を定量した。また、この水田流域において、木質担体に吸着される鉄とリンの定量評価を行った。

2. 研究方法

本研究では、島根県東部の斐伊川下流域に位置する 3ha の水田流域を調査対象流域に選定した。対象流域では、降水と灌漑水以外の集水域への水の流入はなく、排水の分岐もなかった。また、用水は、斐伊川から導水された水と、地域の排水河川である併川の水が導水されていた。当地区の水田では暗渠が埋設してあり、非灌漑期においても常時、暗渠排水の流出が観察できるため、地下に浸透した水の多くが排水路に現れるものと考えられた。流域からの排水量については、排水路末端に設置した水位計を用いて計測し、蒸発散量については、近隣のアメダス（出雲）のデータを用いて Makking 式によって計算した。また、降水量は現地では計測しなかったため、前述のアメダスのデータを用い、用水量については計測が困難であったので、貯留量変化をゼロとして水収支式を用いて算出した。水質分析用のサンプルは、流域の排水路末端、用水源である斐伊川、それに併川において原則として週 1 回の頻度で採水し、全鉄 (T-Fe) および溶存鉄 (D-Fe) の分析を行った。また、鉄バクテリア集積物を担持させる担体には針葉樹の間伐材であるヒノキとスギを用い、これをそれぞれ微細孔のある容器に入れて排水路内に浸漬させた。そして、一定期間の後、木質担体を回収し、鉄バクテリア集積物に吸着された鉄とリンを定量した。なお、リンについては、植物に利用可能な画分であり、土壌肥沃度の指標の一つである Bray No2 法を用いた。

3. 結果と考察

灌漑期の水田流域の水収支と鉄収支を表 1 に示す。T-Fe の用水負荷量が 18.21 kg/ha、排水負荷量が 44.00 kg/ha となり、D-Fe の用水負荷量が 4.70 kg/ha、排水負荷量が 4.01 kg/ha と

なった。このことから、T-Fe で 25.79 kg/ha の排出があり、逆に D-Fe では 0.69kg/ha の量が減少していることがわかった。

次に、水田排水路における鉄濃度の変動を図 1 に示す。T-Fe 濃度は非灌漑期に高く、灌漑期に低い傾向が見られる。これは、灌漑期には流域外から低濃度の

用水が大量に供給されるためである。一方、D-Fe 濃度については、灌漑期に高くなる傾向にあった。これについては、灌漑期に水田湛水によって底部が嫌気化し、それによって溶存鉄 (Fe²⁺) が溶出し D-Fe 濃度が高くなったものと思われる。さらに、T-Fe と D-Fe の濃度変動を比較すると、T-Fe が上昇すると D-Fe が低下する傾向がある。これは鉄バクテリアが溶存鉄の酸化を促進し、鉄バクテリア集積物が増加したためと思われる。また、木質担体に担持された鉄担持量 (平均値と標準誤差) を図 2 に示す。スギとヒノキの担持量に差はみられなかったが、灌漑期と非灌漑期の担持量を比較すると、スギとヒノキの両方で約 2 倍の差がみられた。

次に、水田排水路におけるリン濃度の変動を図 3 に示す。T-P 濃度は一部を除くと 0.2mg/L 付近でわずかな変動をしていた。PO₄-P 濃度については、灌漑期に濃度が上昇していることが分かる。これは、灌漑期になると水田から多くの浸透水が流入してくるためである。浸透水中のリンはリン酸イオンとして存在しており、それが流入してくるため濃度が上昇する。また、木質担体に吸着されたリン吸着量 (平均値と標準誤差) を図 4 に示す。これも、鉄と同様にスギとヒノキの吸着量に差がみられなかったが、灌漑期と非灌漑期では約 4 倍の差がみられた。

表1 灌漑期における水田流域の水収支と鉄収支

項目	降水	用水	流出	蒸発散
水量 (mm)	569	1126	1061	600
T-Fe (kg/ha)	—	18.21	44.00	—
D-Fe (kg/ha)	—	4.70	4.01	—

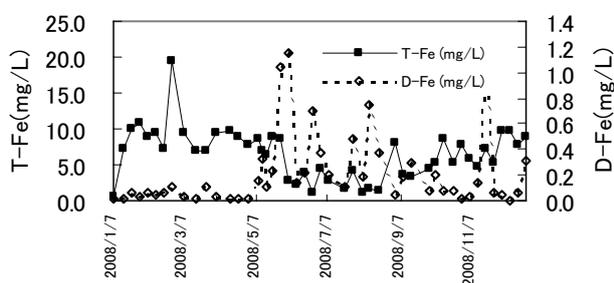


図1 水田排水路の鉄濃度の推移

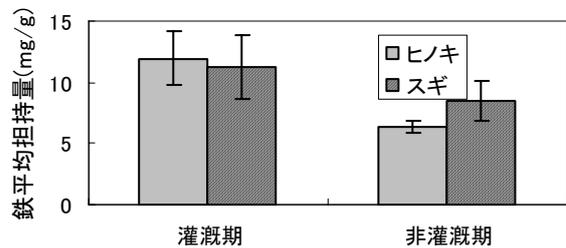


図2 木質バイオマス担体に担持した鉄量

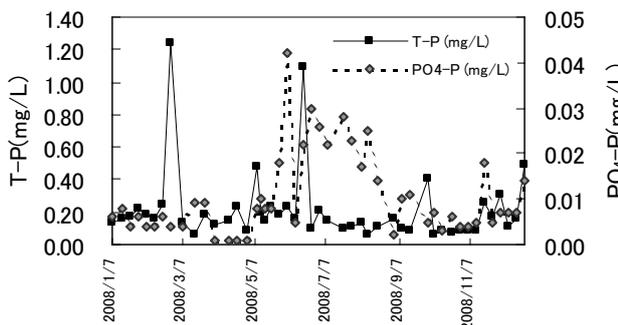


図3 水田排水路のリン濃度の推移

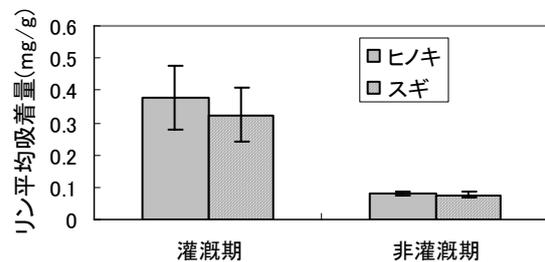


図4 木質バイオマス担体に吸着したリン量

4. おわりに

本研究では、水田流域における鉄の収支と鉄バクテリア集積物の性質について検討した。今後は、鉄の負荷量と鉄バクテリアに担持される鉄やリンの関連等について考察する予定である。