

鉄バクテリアのリン回収に及ぼす酢酸の影響と攪拌条件での吸着速度
The effect of acetic acid on phosphorus recovery in the iron-oxidizing bacteria
method and adsorption rate in stirring condition

○槇原さゆり*, 武田育郎**, 宗村広昭**, 佐藤裕和**

○Sayuri MAKIHARA, Ikuro TAKEDA, Hiroaki SOMURA, Hirokazu SATO

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赤褐色または黄褐色の鉄バクテリア集積物には、リン吸着能を持つ酸化鉄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は、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で鉄バクテリア集積物を集め、これをリン酸肥料又はリン吸着材としてそのまま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⁾²⁾。本研究では、酢酸が鉄バクテリアの増殖に有効であるという知見があることから、これまで用いてきた木質担体を酢酸処理して浸漬試験を行い、酸化鉄とリンの吸着量が変わるかどうかを調べた。また、木質担体に担持した酸化鉄の吸着材としての機能を定量評価するため、攪拌条件での吸着実験を行い、これまでの静置条件の吸着特性と比較した。

2. 研究方法

浸漬試験は、島根県東部の鉄バクテリア集積物の堆積が見られる水田排水路で行った。鉄バクテリア集積物を担持させる担体には、これまでのスギ担体 (AB10S)、これを 110°C で 1 週間乾燥させ、加水分解に伴う酢酸の生成を促したもの (DRY)、そして酢酸溶液に 1 週間漬けたもの (CH3) の 3 種類を用いた。これらを微細孔のある容器に入れて水域に浸漬させ、3~5 週後に回収した。そして、担体に担持した酸化鉄 (フェナントロリン法) とリン (植物に利用可能な画分である Bray-2 リン酸) を計測し、これらの結果に統計的な有意差があるかどうかを調べた。吸着実験については、浸漬後のスギ担体 1g を 10mg/L のリン酸 ($PO_4\text{-P}$) 溶液 40mL に入れ、攪拌条件下でのリン酸の濃度変化を調べた。攪拌はシーソー (40RPM) で行い、リン酸の定量前に遠心分離 (3000RPM を 15 分間) した。

3. 結果と考察

3 種類の担体に担持された酸化鉄吸着量 (平均値と標準偏差) を図 1 に示す。平均値をみると、3 種類の担体では、酢酸に漬けた担体 (CH3) が最も多く、次に乾燥させた担体 (DRY)、そして、これまでのスギ担体 (AB10S) が最も少なかった。一方、リン吸着量 (図 2) では、酢酸につけた担体 (CH3) が最も多く、これまでのスギ担体 (AB10S) と乾燥させた担体 (DRY) ではほぼ同じであった。しかしながら、これらの 3 種類の担体の吸着量について多重比較検定を行ったところ、鉄とリンの両方において、統計的な有意差は認められなかった。なお、多重比較検定には、得られたデータが正規分布とみなせ、また等分散と考えてよかったため、Tukey 法を用いた。ここで

*島根大学大学院生物資源科学研究科, Graduate school of Life & Environmental Science, Shimane University

**島根大学生物資源科学部, Faculty of Life & Environmental Science, Shimane University

キーワード: 木質バイオマス, 鉄バクテリア, リン回収, 酢酸, 攪拌

回収した3種類の担体のリン吸着量(mg/g)をppmに換算し、同様に河川のリン酸濃度もppmに換算すると、担体におけるリンの濃縮率は、酢酸に漬けた担体(CH3)で約20,300倍、他の2種類の担体で約12,500倍となった。このことは、自然状態では乱雑さが増大する一方のリンについて、本方法は、逆方向の循環経路を提供するものであると言える。

次に吸着実験における濃度の経時変化を図3に示す。これを見ると、リン酸濃度は実験開始から12時間までに約1mg/Lになり、その後はあまり変化しなかった。一方、これまでに報告した静置条件での担体1gを用いた実験では、7mg/L低下するのに30日を要した²⁾。攪拌条件と静置条件での一日当たりの吸着速度は、それぞれ14.7mg/L、0.233mg/Lとなり、攪拌した場合の吸着速度は、静置した場合よりも63倍速いことがわかった。なお、静置した場合での1日あたりの吸着速度は、木質担体0.5gでは0.133mg/L、0.2gでは0.300mg/Lであったので、リン吸着に対する攪拌の効果が大きいと言える。ここで、鉄1g当たりのリン吸着量について、本研究の結果と鉄鋼スラグ担体の結果³⁾を比較したところ、本研究では34.3mgP/gFeとなり、鉄鋼スラグ担体の26.0mgP/gFeよりも多くなった。この理由としては、木質担体の比表面積が鉄鋼スラグ担体より大きいことが考えられた。

4. おわりに

今後は、ここで示した浸漬試験のサンプル数を増やすとともに、攪拌条件でのリン酸濃度や担体量を変化させた場合の吸着特性についても検討する予定である。

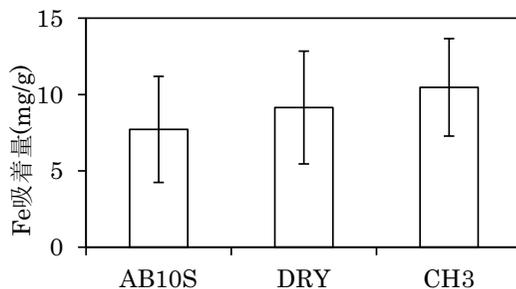


図1 Feの吸着量の平均値と標準偏差

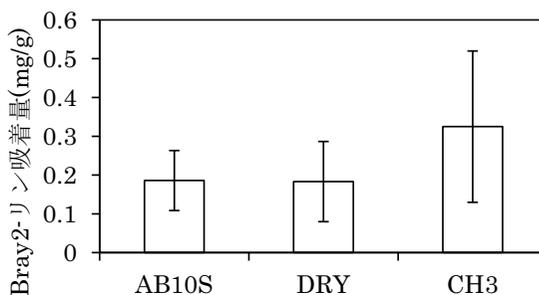


図2 Pの吸着量の平均値と標準偏差

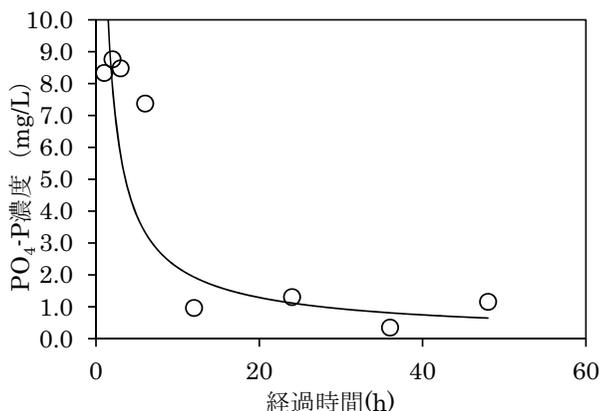


図3 吸着実験のグラフ

文献： 1)武田他(2008)環境技術, 37, 347-351. 2)Takeda et al (2010) *Ecological Engineering*, 36, 1064-1069. 3)Zeng et al (2004), *Water Research*, 38, 1318-1329.