

木質バイオマスと鉄バクテリアを用いたリンの循環利用（1） リン吸着特性

Phosphorus recycle by using wood biomass and iron oxidizing bacteria (1) Characteristics of phosphorus adsorption

○本多弘樹， 榎原未遥， 武田育郎， 宗村広昭

○Hiroki HONDA, Miharu NARAHARA, Ikuo TAKEDA, Hiroaki SOMURA

1. はじめに

地下水や浸透水の流入が多い河川，水路，沼沢などの自然水域の底部では，しばしば底質とともに赤褐色，黄褐色又は茶褐色を呈する浮泥状又は膜状の柔らかな塊がみられるが，これらの多くは鉄バクテリアの作用によって集積した鉄バクテリア集積物である。一方，わが国がその使用量のほぼ全量を輸入に依存しているリンは，今後数十年でリン鉱石の枯渇が懸念されるため，リン鉱石産出国においては重要な貿易戦略物資となっている。これらに関しては，水域の底部に堆積す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ので，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。しかしながら，鉄バクテリアを利用する技術としては，浄水場や鉱山湧水における除鉄などが知られているが，自然水域における鉄バクテリア集積物を，リンと関連づけて利用する事は行われていない。その理由として，鉄バクテリア集積物は浮遊性に富んでいるので，雨天時には拡散して濁り水となり，多くの場所では忌避されている事，また，鉄バクテリア集積物の下部の底質はしばしば悪臭を放つ嫌氣的なヘドロであるため，鉄バクテリア集積物のみを水中から効率的に回収することが困難である事などが挙げられる。

このような事を踏まえ，著者らは自然水域において，木質バイオマスを担体として鉄バクテリア集積物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（図1）¹⁾。本報では，鉄バクテリア集積物のリンの吸着特性について検討した。

2. 研究方法

鉄バクテリアは多様で，独立栄養細菌に分類されるものと従属栄養細菌に分類されるものがあるとされているが，農業排水路などで流速が緩やかな場所では，鉄バクテリア集積物が木片や水生植物などの有機物質に特に多く肥厚する事が確認された。このようなことから本研究では，鉄バクテリア集積物を担持させる担体として木質バイオマス（針葉樹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自然水域（鉄バクテリアによって底部が赤褐色になった島根県東部の水田地域のA川とB川）に浸漬させる浸漬実験を行った。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

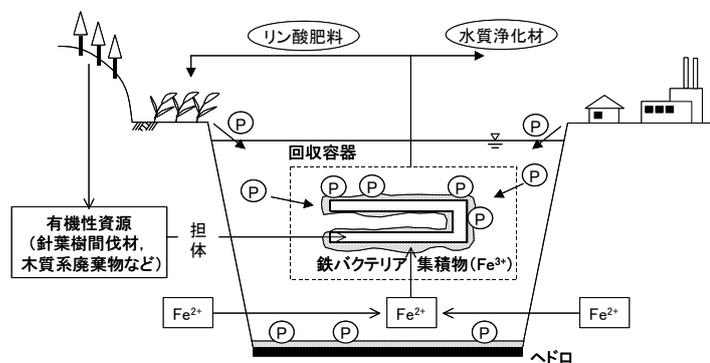


図1 有機性資源と鉄バクテリアを用いたリン資源の循環利用（概念図）

れたリンを、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 法で定量した。また、同時に河川のリン水質も測定した。

また、木質担体を浸漬させた河川のリン濃度が必ずしも高くない場合、あるいは、回収後の担体には十分なリン吸着能がある場合には、担体がリン吸着材として利用できることが予想されたため、実験室においてリン吸着実験を行った。すなわち、回収の後、乾燥させた木質担体 0.1g を、リン酸濃度 = 1mg/L の溶液 50mL に添加し、実験室において常温で静置させ、溶液のリン濃度の推移を測定した。また、対照サンプルとして、リン酸溶液に浸漬前の担体を添加したものとリン酸溶液のみのものを用意し、溶液の全リン (T-P) 濃度の推移を測定した。なお、ここでリン酸濃度ではなく全リン濃度を測定した理由は、木質担体に吸着されず、懸濁態の形態で水中にリンが存在する可能性が考えられたためである。

3. 結果と考察

表 1 および表 2 に、それぞれ浸漬期間 0~10 日、0~20 日の担体のリン最大吸着量を示す。最大吸着量は、前者で A 川ヒノキ担体の 0.250mg/g、後者で B 川ヒノキ担体の 0.378mg/g であった。これらを、通常の可給態リン酸の単位表示にすると、それぞれ、57.3, 86.6mgP₂O₅/100g となり、十分なリン酸肥沃度であると考えられた。

また、リン吸着実験では、対照サンプルのリン濃度に変化はみられなかったが、水域から回収後の木質担体では、リン濃度の低下がみられた。そして、28 日後のリン濃度は、担体に担持されていた鉄量が多いほど低くなる傾向にあった (図 2)。また、担体の鉄量が多いほど吸着実験期間中に多くのリンを吸着する傾向にあった (図 3)。

表1 浸漬期間0~10日の担体のリン最大吸着量

0~10日	最大吸着量(mg/g)
A川ヒノキ	0.250
A川スギ	0.089
B川ヒノキ	0.160
B川スギ	0.106

表2 浸漬期間0~20日の担体のリン最大吸着量

0~20日	最大吸着量(mg/g)
A川ヒノキ	0.250
A川スギ	0.108
B川ヒノキ	0.378
B川スギ	0.187

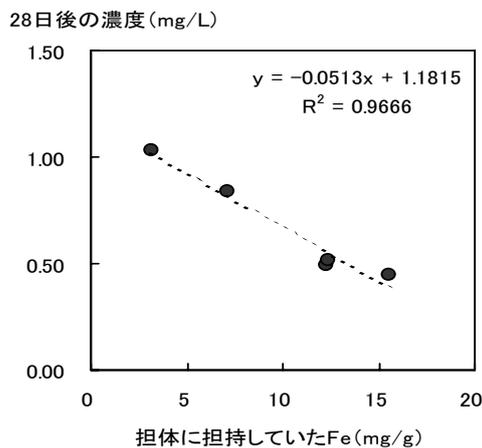


図 2 担体に担持していた鉄と 28 日後のリン濃度の関係

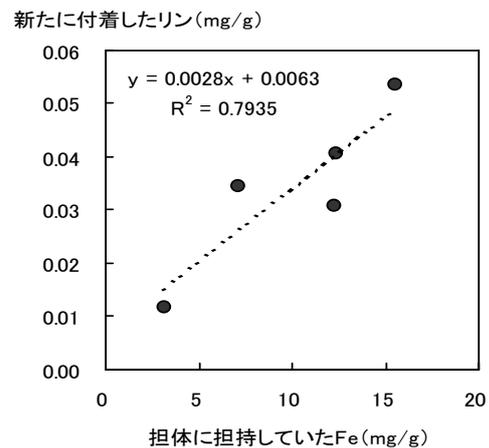


図 3 担体に担持していた鉄と新たに付着したリンの関係

4. おわりに

本研究では、鉄バクテリア集積物の担持した木質担体のリン吸着特性について検討を行った。その結果、木質担体はリン吸着の機能があることが確認された。今後は、異なる濃度での吸着実験やスギとヒノキの差異の理由などについて、考察する予定である。