

鉄バクテリアを用いたリン回収における異なる木質材料の検討と
自然水域における吸着材としての可能性

**Test of woody materials for phosphorus recovery using iron-oxidizing
bacteria and adsorbing function in natural water bodies**

○山根教平*, 武田育郎**, 宗村広昭**, 佐藤裕和**

○Kyohei YAMANE, Ikuo TAKEDA, Hiroaki SOMURA, Hirokazu SATO

1. はじめに

リンは水域から陸域への経路がほとんどなく、循環に乏しい元素であるが、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を自然水域に浸漬させて鉄バクテリア集積物を収集し、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リンを回収することを提案している¹⁾²⁾。

これまで木質担体には主にスギ間伐材を用いていたが、本報告では別の木質担体についての検討を行った。また、自然水域から回収した木質担体のリン濃縮率は高いものの（約7,000倍）、木質担体が収集した酸化鉄はリンが飽和しているわけではないため、自然水域から回収した木質担体がリン吸着材として機能するかどうかを検討した。これについては、実験室内における高濃度のリン酸溶液の中では確認しているものの³⁾、自然水域におけるリン吸着能は不明であるため、一度浸漬させた木質担体のリン吸着量が、別の水域での浸漬によって増加するかどうかを検討した。さらに、木質担体が収集した酸化鉄の形状は複雑であるが、ここでは水溶性の鉄に着目し、その存在割合などを浸漬中の降水量などの観点から考察した。

2. 研究方法

浸漬試験については、これまでも報告してきた、鉄バクテリア集積物の堆積が見られるH地区の農業排水路で行った。鉄バクテリア集積物を担持させる担体には、既往のスギに加えて、提供されたカベ塗り材として使われる松粉と、自動車ボディーの材料としても使われる竹（竹粉・竹繊維）を用いた。これらを微細孔のある容器に入れて水中に浸漬させ、3～5週後に回収した。そして担体が担持した酸化鉄（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）を計測した。異なる水域におけるリン吸着能の検討については、上述のH地区において浸漬した木質担体のうち、鉄が比較的多く、リン吸着量が比較的少ない担体を選び、近隣のS地区の農業排水路においてH地区と同様の方法で浸漬した。水溶性の鉄は、フェナントロリン法で用いる鉄の沸騰抽出過程において3Mの塩酸を除外した定量を行った。

*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、木質担体、回収材

3. 結果と考察

スギ、松、竹を用いた浸漬試験を 2013 年と 2014 年の 5 月～9 月に実施し、その結果を図 1 と図 2 に示す。鉄の担持量の平均値は、松が最も多く、次いでこれまで用いていたスギ、そして竹粉、竹繊維の順となった。Bray-2 リン酸についても同様で、松が最も多く、次いでスギ、竹粉、竹繊維の順となった。ただし、竹繊維以外はバラツキが比較的大きく、統計的な有意差はリンの担持量における松と竹繊維のみに認められた。竹繊維でこれらの値が小さくなったのは、紛体と異なり担体の比表面積が他の材料と比べて小さいことが影響しているのではないかと考えられた。また、鉄の平均増加倍率（3 週から 5 週にかけての担持量の増加量を 3 週目の担持量で割った値）は、浸漬期間中の降水量によって異なり、これは増水時における掃流作用が影響しているのではないかと考えられた。異なる水域（S 地区）におけるリン吸着能の検討については、松粉を用いた担体の Bray-2 リン酸で 0.208mg/g が 0.353mg/g に、竹粉を用いた担体で 0.161mg/g が 0.237mg/g と約 1.5 倍に増加していた。S 地区で浸漬試験を行った農業排水路の PO₄-P 濃度は 0.009mg/L と H 地区の 0.032mg/L と比べて低かったにもかかわらず、リンの回収を認めることができた。水溶性の鉄については、どの木質材料においても 1.7～2mg/g であまり違いはなかった。ただし、担体が収集した鉄に占める水溶性の鉄の割合は、竹粉と竹繊維の担体では大きくなる傾向にあった。

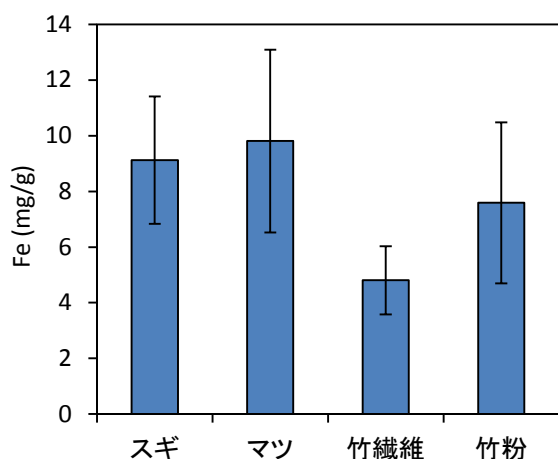


図 1 Fe 担持量 (N=8)

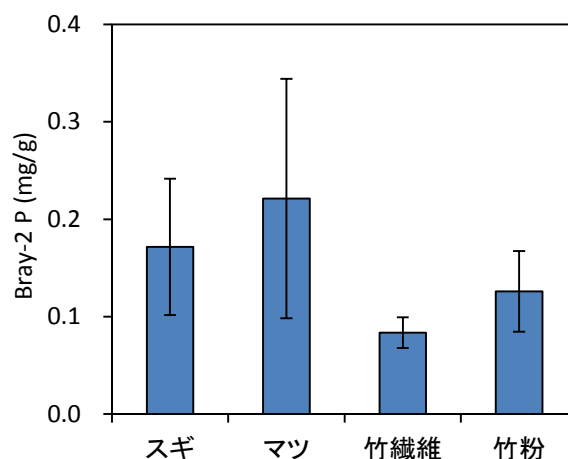


図 2 P 吸着量 (N=8)

4. おわりに

本方法による木質担体はそのまま農地に散布でき、リンの抽出工程や回収した吸着資材の処分を別途考える必要がないため、リン資源の循環利用や負荷削減としての安価な対策となりうると考えられた。また、鉄は生物生産の上で重要な役割を果たしているため、鉄バクテリア集積物を回収することは生物生産の上で役に立つと思われる。ただし、現状では回収した担体に占める木質組織の割合が非常に多いので、回収したリンの含有割合が小さいままであることが課題である。

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) 榎原他 (2013) 農業農村工学会大会講演会要旨