

## 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 (2)

### 鉄成分の挙動と利用可能性

#### Phosphorus recycle by using wood biomass and iron oxidizing bacteria (2)

#### Behavior and of iron compounds and availability

○榎原未遥, 本多弘樹, 武田育郎, 宗村広昭

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

### 1. はじめに

前報<sup>1)</sup>で述べたように、著者らは木質バイオマスを用いて、自然水域におい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。本報では、木質バイオマス担体に担持する鉄バクテリア集積物量と、それに影響する水域の水質環境との関係について明らかにするとともに、ここで用いた木質担体の利用可能性について考察した。

### 2. 研究方法

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）を用い、これを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川および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、鉄バクテリア集積物が担持した担体を回収した。そして、担体に担持された鉄を、酸可溶性の鉄としてフェナントロリン法で定量した。なお、ここで、木質バイオマスに着目した理由は、自然水域においては、水生植物や木片等の有機物に多く増殖する事が観察されたこと、また、木材の組成が樹種によらず99.5%以上が炭素、水素、酸素であり、窒素、リンをほとんど含まない事にある。また、針葉樹については、腐朽菌に対する分解抵抗性が大きいリグニンを多く含み、さらに、中空の細長いパイプ状細胞である仮道管が木質組織全体の約97%を占めるため、細かく破碎すると大きな比表面積が期待できるという利点がある。

また、上述のA川とB川において週1回水質調査を行い、水質と木質担体に担持される鉄量との関係について考察した。さらに、2007年12月13日については広域調査として、鉄バクテリアのコロニーの発達が多くみられる8地点の水田排水河川で採水を行い、窒素、リン、鉄、および酸化還元電位などの測定を行った。

### 3. 結果と考察

木質担体に担持された鉄は、浸漬期間が10日で8mg/g程度、20日で12mg/g程度、30日で14mg/g程度が確認されたが、鉄の担時速度は浸漬期間が20日以降はやや低下する傾向にあった。なお、鉄は作物栽培においては必須元素の一つであるが、一方で過剰害も報告されている。これについては、土壌の平均鉄濃度は約4% (40mg/g) であるため、木質担体をリン酸肥料として用いる場合、問題の無い鉄の量であると考えられた。

また、図1にB川の鉄濃度変動を示す。T-Fe濃度は冬季に高く、夏季に低い傾向が見られる。これは、夏季には灌漑によって流域外から低濃度の用水が大量に供給されるためであり、冬季は水量が少なく、繁殖した鉄バクテリアの集積物が水中にも多く存在するためである。一方、D-Fe濃度については、夏季の灌漑期に高くなる傾向にあった。これは、湛水状態にある水

田からの暗渠排水の影響が大きいと考えられた。また、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 が低下している。これは鉄細菌が溶存鉄の酸化を促進し、鉄細菌集積物が増加したためと思われる。

さらに、図2に2007年12月13日に行った8地点の水田排水河川での広域調査のpHと酸化還元電位の結果を示す。斜線の間範囲は生物学的に鉄酸化起こりうる範囲で、鉄細菌を有効に活用できる範囲とされているが、図より、調査した8地点では、pHが中性、酸化還元電位が0mV前後であり、概ねこの範囲の近くに位置している事がわかった。また、8地点の平均T-Fe濃度は11.362mg/Lである一方、平均PO<sub>4</sub>-P濃度は0.004mg/Lと低い値であった。これは鉄細菌が多く繁殖しており、鉄細菌が鉄を酸化する際に、PO<sub>4</sub>-Pが鉄に吸着されたためと思われる。

#### 4. 担体の利用可能性

ここで、水中から回収した木質担体の利用可能性について、以下のような事が考えられた。

- ほ場整備などの農地整備が行われた場所では、排水路を以前よりも深く掘るため、水路等に地下水や浸透水が多くなり、水路が赤く変色して鉄細菌集積物の堆積に苦慮している事例が見受けられる。しかしながら、このような場所に担体を浸漬させ、鉄細菌集積物をリン資源の循環利用や水質浄化材の媒体として利用することができれば、環境保全や資源循環に配慮した各種地域整備に貢献できる可能性がある。
- 現在、針葉樹人工林の間伐が進められているが、間伐材の十分な利用には至っておらず、また、微細な木質バイオマスは、廃棄されるかペレットとして燃料に用いられることが多い。しかしながら、ここに示す用途に利用可能であれば、間伐材の新たな用途や木質廃棄物の減少につながる可能性がある。また、木材の燃焼はカーボン・ニュートラルではあるものの、燃焼によるCO<sub>2</sub>の排出抑制にもつながる可能性がある。
- 鉄細菌集積物には、リンのほかヒ素、カドミウム、鉛などの重金属を吸着する性質があるので、鉄細菌を利用した水質浄化材や土壌浄化材が提案されている。しかしながら、これらの浄化材は、鉄細菌集積物に加えて製造過程で添加される多くの化学物質を含むため、多くのコストとエネルギーを投入する必要がある。このようなことから、ここに示す担体では、わずかなコストとエネルギーの投入によって、これらの物質の吸着材を得ることができる可能性がある。

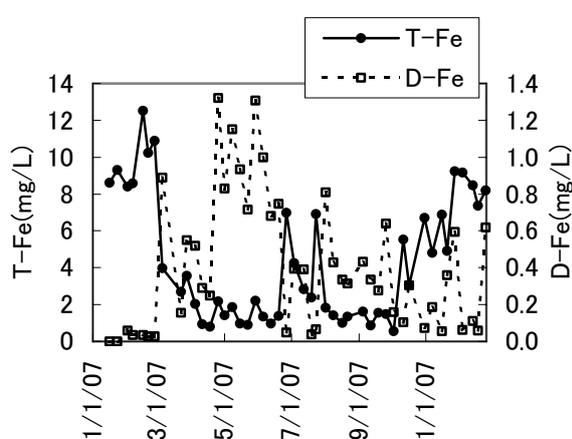


図1 B川の鉄濃度の推移

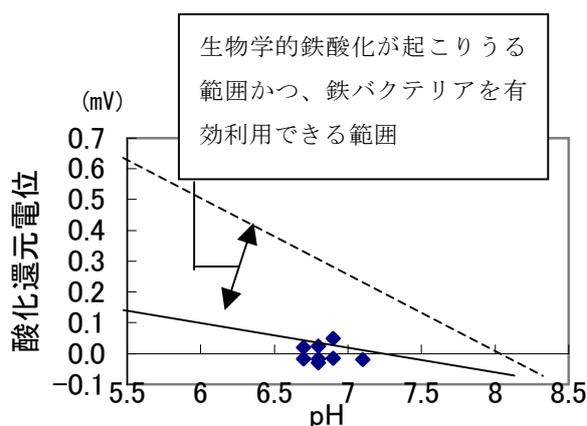


図2 8地点のpHとEh