

リン吸着炭のリン酸肥料効果の検証

日本大学 学生会員 ○林 圭市
日本大学 正会員 中野 和典
(株)フジタ技術センター 法人会員 松澤 大起
(株)フジタ技術センター 法人会員 倉澤 響
(株)フジタ技術センター 法人会員 横山 茂輝
(株)フジタ技術センター 法人会員 袋 昭太

1. 研究背景及び目的

2016 年に発効したパリ協定の下で世界的な温室効果ガス排出規制が行われ、日本でも 2030 年までに温室効果ガス排出量 26%(2013 年比)削減に向けた取り組みが必要とされている。温室効果ガスの削減に向けた試みとして本研究では、木炭を畑地に埋め、土中に炭素を固定化することで温室効果ガスを削減する手法に注目した。炭は難分解性であり、炭素を地中に貯留できるだけでなく、その土壌改良作用によるメタンや亜酸化窒素などの温室効果ガスの発生抑制も期待できる。

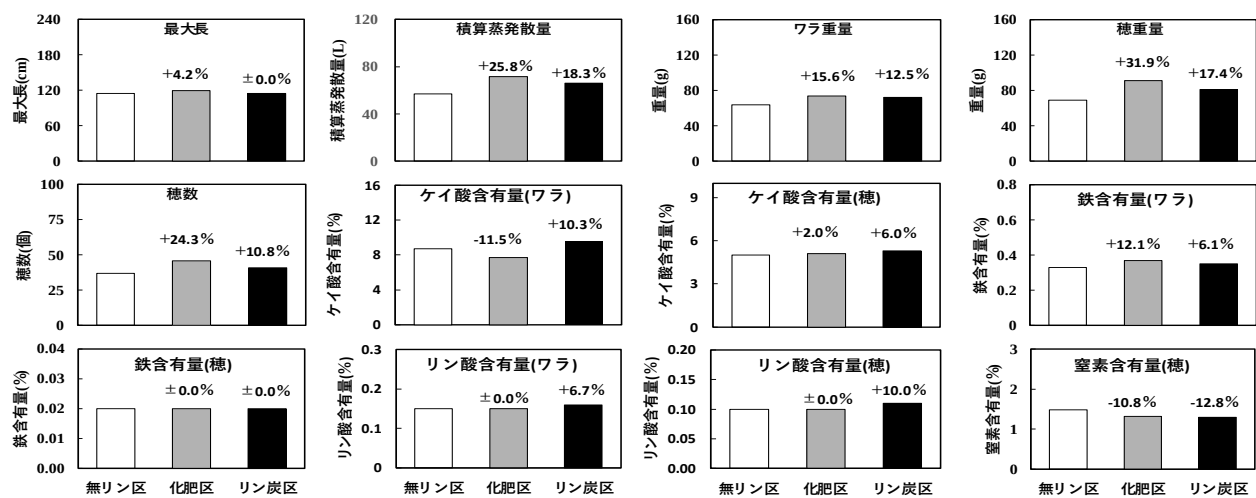
一方、肥料に必要なリン資源の枯渇も懸念されている。化学肥料由来のリン酸肥料の大部分は枯渇性資源であるリン鉱石からの製造であり、廃水などに含まれるリンを活用するリン循環社会を構築していくことが求められている。

本研究では、廃水中に含まれるリンを鉄含有木炭に吸着回収し、吸着後のリン吸着炭をリン酸肥料として利用することで、炭素の地中貯留とリンの循環利用を両立するシステムの確立を目指している。しかし、リン吸着炭のリン酸肥料としての効果に対してまだ知見はない。そこで本研究ではリン吸着炭のリン酸肥料効果を検証することを目的とした水稻のポット試験を行った。

2. 試験条件および方法

リン吸着炭(リン酸全量 7.5%、ク溶性リン酸 2.6%、可溶性リン酸 7.3%、水溶性リン酸<0.0%、鉄 18%)は、まず間伐材の木チップを原料として鉄を含有させた木炭を調整した。これをカラムに充填してリン酸二水素カリウム水溶液を 8 日間通水後、乾燥することで作製した。

ポット試験に用いる土壌(可給態 P_2O_5 10mg/ 100g)は福島県の水田から採取した。試験はリン無施肥区(無リン区)、化学肥料区(化肥区)及びリン吸着炭区(リン炭区)を設け、1 反復で行った。1/2000a ポットに土壌 7kg を充填し、無リン区はリン酸源を無添加とし、化肥区では過リン酸石灰、リン炭区ではリン吸着炭(ともに S- P_2O_5 として 0.5g/ポット)を添加



図ー1 無リン区、化肥区、リン炭区で生育させた稲の比較

キーワード： 炭素貯留、リン酸肥料、鉄含有木質炭化物、ポット試験

〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 日本大学工学部 土木工学科 環境生態工学研究室

し、硫酸アンモニウム(Nとして1.0g/ポット)及びケイ酸カリウム(K_2O として1.0g/ポット)と混合した土壌3kgを被せた。その後、蒸留水を投入して冠水状態とし、水稻の苗を1ポットにつき3株ずつ移植し(6月3日)、温室内で生育させた。蒸留水を添加して減水分を毎日供給することにより蒸発散量を推定した。採水はポットの上層と下層より行い、栄養塩濃度及びECを測定し、土壌中のORPの測定も行った。9月12日に水抜きを行い、9月18日に稲を収穫した。収穫した稲の最大長、穂重、ワラ重を測定後、それぞれのリン酸、ケイ酸、窒素及び鉄含有量を測定した。さらに収穫後の土壌を採取し、可給態リン酸を測定した。

3. 結果と考察

3.1 リン吸着炭のリン酸肥料効果

ポット試験で得られた稲の生育結果の比較を図-1に示す。無リン区と比べリン炭区の最大長は同じレベルであったが、蒸発散量は18.3%多かった。最大長・蒸発散量は化肥区より低いレベルであった。また、収穫した稲のワラ重・穂重・穂数も無リン区と比べリン炭区で高い傾向になっており、化肥区にはやや及ばないもののリン吸着炭がリン酸肥料源として機能していたことを確認することができた。

収穫した稲の穂とワラの成分に着目すると、リン炭区のケイ酸含有量は無リン区だけでなく、化肥区をも上回っていたことから、リン吸着炭の施肥により耐倒伏性に優れた稲が生育する可能性が示唆された。また、リン炭区の稲のリン酸含有量も試験区間で最も高く、リン吸着炭は稲のリン含有量を増加させる可能性が示唆された。

これに対しリン炭区の稲の鉄含有量は無リン区や化肥区と比べ特に高くなかったことから、木炭に含有させた鉄は稲の鉄含有量には影響しないことが推察された。一方、リン炭区の穂の窒素含有量は、試験区間でリン炭区が最も少なかった。玄米の窒素含有量は食味の評価基準となっており、低いほど良いとされている。

3.2 土壌環境に及ぼすリン吸着炭の影響

各試験区の土壌の上層及び下層のORPとECの推移の比較を図-2に示す。上層のORPは試験区によって異なる傾向を示したが、稲の生長に伴ってORPが低くなる傾向を示したのはリン炭区だけであった。これに対し下層のORPは、試験区によらず同様の傾向を示し、すべての試験区において稲の生長に伴ってORPは低くなった。

上層のECはどの試験区も低く、稲の生長に伴って低下する傾向を示した。これに対して下層のECは上層と比較して高く、化肥区では上層と同様に稲の生長に伴って低下する傾向を示したが、無リン区とリン炭区では逆に増加する傾向が得られた。

ORPが低い条件で鉄やリンの溶出しやすいことを考慮すると、上層・下層ともにORPが低い傾向を示したリン炭区ではリン吸着炭からの鉄やリンの溶出が促進され、ECが増加するとともに稲によるリンの吸収が促進された可能性があり、リン炭区の稲のリン酸含有量が高くなった理由として推察された。

3.3 土壌中のリン酸存在形態に及ぼすリン吸着炭の影響

ポット試験開始時と収穫時の各試験区の土壌中のリン酸存在形態の比較を図-3に示す。収穫時のリン存在形態に着目すると、リン炭区の可給態リン酸は、無リン区や化肥区と同じ傾向を示しており、木炭に含有させた鉄による可給態リンの減少は起こらなかったことが確認できた。

4. まとめ

本研究により化肥区には収量でやや及ばないもののリン吸着炭がリン酸肥料として機能していたことを確認することができた。また、化肥区と比べ、リン炭区の稲のケイ酸含有量とリン含有量は高く、稲の耐倒伏性の向上にリン吸着炭が貢献できる可能性が示唆された。

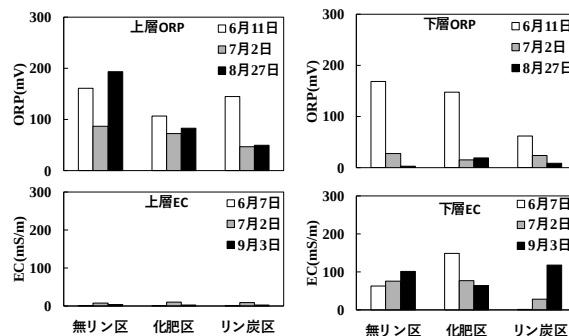


図-2 無リン区、化肥区及びリン炭区におけるORP及びECの推移の比較

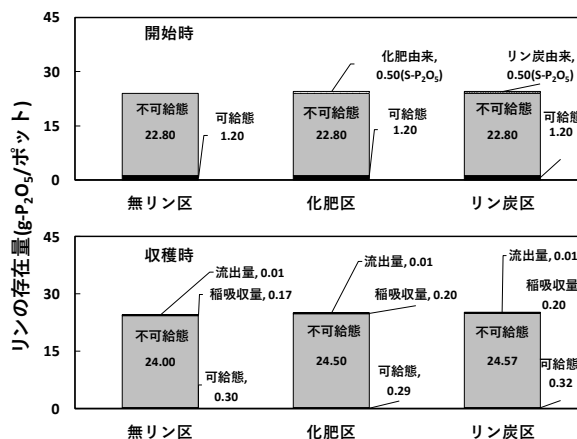


図-3 無リン区、化肥区及びリン炭区の土壌中のリン酸の存在形態の比較