

# 実験水田でのリン吸着炭の肥料性能の検証

日本大学 学生会員 ○伊東和輝

日本大学 正会員 中野和典

(株)フジタ技術センター 非会員 松澤大起

(株)フジタ技術センター 非会員 倉澤 響

(株)フジタ技術センター 非会員 横山茂輝

(株)フジタ技術センター 非会員 袋 昭太

## 1.研究背景と目的

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、日本では政策として2050年までに温室効果ガス排出量を全体としてゼロにするというカーボンゼロが菅総理大臣により宣言された。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。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確立をすることができる。しかし、リン吸着炭の実際の水田でのリン酸肥料効果に対してはまだ知見がない。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、実際の水田において水稻の生育試験を行った。

## 2. 試験条件および方法

16.1m×84.4mの水田内に1m×3m=3m<sup>2</sup>の試験区を畔板で仕切ることによって4区画設置し、水稻の生育試験に使用した。4試験区は、リン無施肥区(無リン区)、化学肥料区(過石区)、リン吸着炭区(リン炭区)及びリン吸着炭+牛糞堆肥区(リン炭+堆肥区)とし、1試験区あたり水稻を4×15=60株植えた。リン吸着炭の有効成分は、リン酸全量1.5%、鉄18%、カリウム全量0.3%、石灰全量2.0%である。1試験区あたりの施肥量は、無リン区では尿素N=200g、硫酸カリK<sub>2</sub>O=200g、過石区では尿素N=200g、過石P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=600g、硫酸カリK<sub>2</sub>O=200g、リン炭区では尿素N=200g、リン炭P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=1400g、硫酸カリK<sub>2</sub>O=200g、リン炭+堆肥区では尿素N=200g、リン炭P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=600g、硫酸カリK<sub>2</sub>O=200g、堆肥4600gとした。7月から10月にかけて毎月1回、水稻の最大草丈、茎数及び葉緑素濃度を数値化したSPAD値を測定した。10月2日に収穫した稲の穂重、ワラ重、一反あたり穂重、全穂数及びびくず穂数を測定後、稲穂のリン酸、ケイ酸、窒素及び鉄の含有量を測定した。収穫した稲から脱穀した米の食味分析として、食味値、タンパク質及びアミロースの測定を官能食味評価に実績がある(株)サタケに委託した。

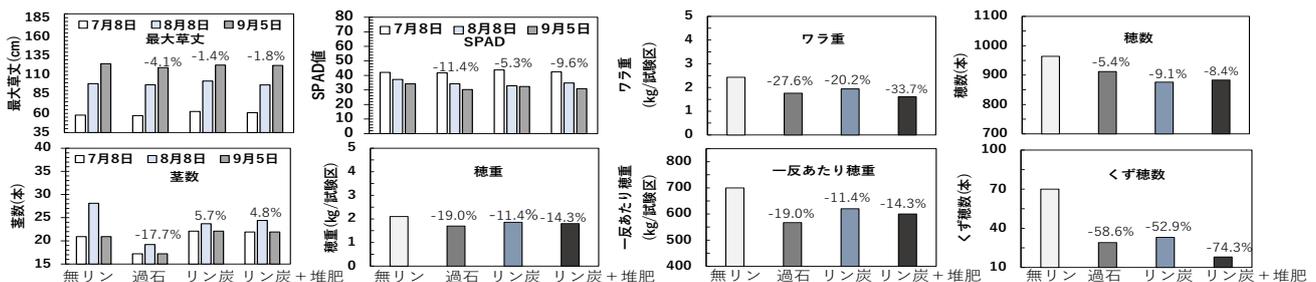


図-1 無リン区、過石区、リン炭区、リン炭+堆肥区で生育させた稲の比較

キーワード： 地球温暖化対策、リン資源、リン吸着炭、水田

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

### 3. 結果と考察

#### 3.1 リン吸着炭のリン酸肥料効果

圃場試験で得られた稲の生育結果の比較を図-1 に示す。9月5日のデータで比較すると、無リン区と比べて、リン炭区の最大草丈は同等であったが、茎数は約6%多く、SPAD 値は約5%少なかった。リン炭区の最大草丈、茎数及び SPAD 値は、過石区及びリン炭+堆肥区と同等以上のレベルであった。

収穫した稲のワラ重、穂重、穂数で評価すると、無リン区と比べリン炭区ではすべて低いレベルであったが、くず穂数の割合は無リン区の半分以下であった。過石区及びリン炭+堆肥区と比べると、リン炭区はワラ重と穂重で上回り、穂数及びくず穂数の割合では下回った。くず穂数の割合が最も低かったのは、リン炭+堆肥区であった。このように収穫した稲のバイオマス量は無リン区に及ばなかったが、試験区の可給態リンが水田の目標値とされている10mg/100g 乾土を超えていたため、リンの施肥の有無が収穫量には影響せず、一反あたりの穂重はいずれの区も一般的な収量の範囲内となったことが考えられる。くず穂数の割合を考慮するとリン炭区の稲の品質は過石区と同等であり、リン吸着炭がリン酸肥料源として十分に機能することを実際の水田で確認することができた。

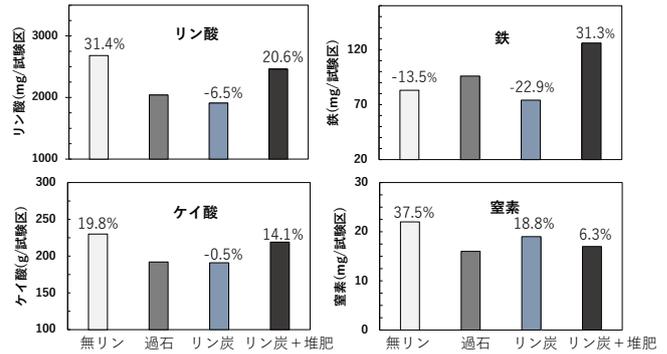


図-2 稲の各種成分含有量の比較

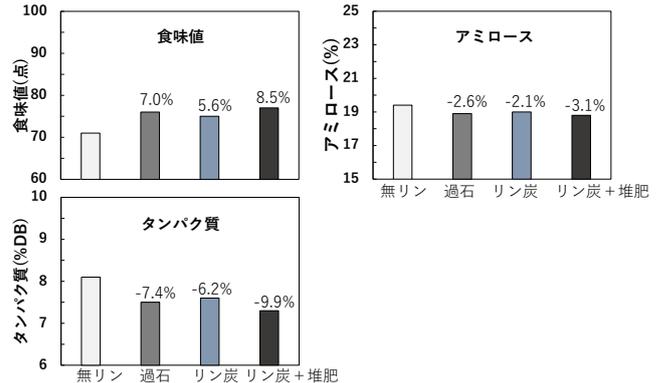


図-3 食味分析結果の比較

#### 3.2 リン吸着炭が稲の各種成分含有量に及ぼす影響

各試験区から収穫した稲の各種成分含有量の比較を図-2 に示す。リン炭区の稲の鉄及びリン酸含有量は、過石区より低かったが、リン炭+堆肥の稲の鉄及びリン酸含有量は過石区よりも高かった。ケイ酸含有量は、過石区とリン炭区で同等であったが、リン炭+堆肥区ではより高く、リン炭を堆肥と組み合わせて施用することで、耐倒伏性に優れた稲が生育する可能性が示された。リン炭区の穂の窒素含有量は、無リン区を下回ったが、過石区を上回った。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。

#### 3.3 米の食味に対するリン吸着炭の影響

収穫した米の食味分析の結果を図-3 に示す。3.2の穂の窒素含有量ではリン炭区が過石区を上回っていたにも関わらず、米のタンパク質含有率ではリン炭区と過石区が同等であった。米のタンパク質含有率が最も低かったのは、リン炭+堆肥区であった。アミロースの含有率を比較すると、無リン区>リン炭区>過石区>リン炭+堆肥区の順で高かった。食味値は、リン炭+堆肥区>過石区>リン炭区>無リン区の順で高い結果であった。米のタンパク含有率が高まると食味は低下し、アミロース含量が低い米は美味しいとされており、食味値の順位は、米のタンパク含有率及びアミロース含有率で想定される順位と一致する結果であった。これらの結果から、リン炭を堆肥と組み合わせて施用することで、食味に優れた米を生産できる可能性が示された。

### 4. まとめ

実際の水田で行った稲の生育試験により、リン吸着炭はリン酸肥料源として問題なく機能し、堆肥と組み合わせることで、耐倒伏性と食味に優れた稲を生産できる可能性を示す結果が得られた。今後はより大規模なスケールでリン吸着炭のリン酸肥料効果を確認する必要があるが、リン吸着炭を施用することによる炭素の地中貯留とリンの循環利用を両立したシステムの確立が期待できる。