

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 RAKOTOARISOA Njato Mickael
論文題目 Enhancing phosphorus use efficiency of rice with P-localized application in P-deficient paddy field
(リン欠乏水田における局在施用によるイネのリン酸利用効率の向上)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院生命農学研究科教授 江原 宏

委 員 名古屋大学大学院生命農学研究科教授 近藤 始彦

委 員 名古屋大学農学国際教育研究センター教授 犬飼 義明

委 員 名古屋大学農学国際教育研究センター助教 仲田 麻奈

委 員 国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター・
生産環境・畜産領域プロジェクトリーダー 辻本 泰弘

論文審査の結果の要旨

リンは植物の成長に不可欠であり、サハラ以南アフリカの主要作物であるイネでは特に重要である。土壌のリン欠乏は大きな課題で、作物の収穫量を大きく制限する。一般的な肥料散布では、土壌中のリン固定、そして何より農家の購買力が限られているため、アフリカの農地では十分な効果がない得られないことが多い。最近の研究では、費用対効果の高い代替手段として、移植前のリン酸浸漬（P ディッピング）などのリンの局所的施用が提案されている。著者が参画しているプロジェクトで開発したリン酸浸漬では、イネの苗の根を、リンを豊富に含むスラリーに浸してから水田に移植する。この方法は、リンの使用量を減らしながらも収穫量を増やすという有望な結果を得ている。しかし、土壌の肥沃度の違いや、高温環境にある場合、あるいは塩ストレスや苗の植え傷みのリスクなどの課題もある。それであっても、リン酸浸漬は、冠水ストレスに対する回復力の向上や生育期間の短縮など、潜在的な利点があると考えられる。一方で、この技術の有効性に関する根の役割についての知見は限られている。そこで著者らのグループでは、苗の根サイズの変異が、根に付着したリン酸スラリーの量に影響を与える可能性があるという仮説を立てた。そして、リン酸浸漬によるバイオマスと収量を最大化するために最適な苗の葉齢を、まず検討することに取り組んだ。さらに、最適な技術の適用のために、リン酸浸漬と特定のイネの根の表現型の相乗効果を理解するための解析に取り組んだ。

最初に、苗の葉齢が進んでいると根のボリュームが大きく、リンスラリーの増加につながる可能性があるかと仮定しました。しかし、移植用苗としての活力が下がる葉齢の進んだ苗では、リン浸漬による高リン濃度による肥料焼けによって植え傷みの生じるリスクが考えられた。一方、若い葉齢の進んでいない苗は回復が早く、これらのリスクが低い可能性が窺われたが、根のボリュームが比較的小さいため、リンスラリーを主圃場に多く持ち込むことができなかった。そのため、さまざまな葉齢の苗を用意してポット実験を実施し、リン酸浸漬によって苗の根に付着した量の変化を調査した。その結果、リン浸漬によるスラリーの量は苗の葉齢に対して直線的ではなく曲線的に増加し、葉齢 6.0 付近で横ばいになることが明らかになった。そして、初期の乾物成長に対するリン浸漬の効果は、葉齢 6.0 付近で最大になり、それ以上の葉齢では、移植による植え傷みの期間が長くなって効果が減じた。

次に、マダガスカル中央高地の 90 農家の圃場で、リン酸施肥の無い条件とリン酸浸漬処理を比較する試験を実施したところ、苗を葉齢 4.5 未満の若い苗、葉齢 4.5 ~ 6.3 の中苗、葉齢 6.3 超の成苗の 3 つのグループに分けて試験した結果、中苗を用いた場合で移植後 40 日の乾物重が最も大きく、収量増加も若い苗より中苗で高くなるという結果であった。これらの結果より、リン酸浸漬に 葉齢 6 くらいまでの中苗を使用することが有効であると考えた。

さらに、側根発生の異なる *our1* と呼ばれる変異体遺伝子とその野生型 (WT) を用いた根箱でピンボード実験を行った。この変異体は、細い S 型側根を抑制することで側根の総密度を阻害する *our1/osbzip1* 遺伝子を持つ。P 浸漬処理と均一な P 施用 (通常的全層施肥) で比較したところ、P 浸漬は WT で根長と根長密度の増大を刺激したが、*our1* 変異体ではこの効果はみられなかった。さらに、P 浸漬では、*our1* と比較して WT で S 型側根長の発生・伸長が促進された。従って、P 浸漬による S 型側根の増加が、WT での P 吸収の増強に重要な役割を果たしているものと理解された。

結論として、本件では、稲作におけるリン欠乏症の解決に移植前のリン酸浸漬 (P ディッピング) が有効であることを、その作用機作をあわせて改めて示すことができた。中苗、すなわち葉齢 6 程度では、植え傷みを緩和しながら乾物増加量と収量への効果を最適化できることを示し得た。さらに、リン酸浸漬によって誘発される S 型側根の増加により、特定の遺伝子型においてはリン吸収が大幅に促進されることが明らかになった。

これらの知見は、リン欠乏土壌での持続可能な稲作のためにリン酸浸漬のメリットを最大化する上で、苗齢と根の特性が重要であるという重要な情報を提供するものであり、減肥と問題土壌における作物のレジリエンスと生産性の向上に向けて極めて重要な情報を提供するものといえる。審査委員会は、本論文で得られた研究成果の成果が熱帯地域における稲作の生産量の増大と安定化のために有用であり、博士 (農学) の学位論文として十分であることを認め、論文審査に合格と判定した。