

水稲へのリン浸漬処理 P-dipping は冠水害の回避にも有効

リン欠乏水田で高い施肥効果を発揮するリン浸漬処理 P-dipping は、水稲の生育日数を短縮して低温ストレスリスクを軽減するだけでなく、初期生育を改善するため、突発的な水位上昇にともなう冠水害の回避にも有効である。さらに、P-dipping と組み合わせることで、窒素施肥の効果が大きくなることから、P-dipping は様々な圃場環境や窒素施肥に効果的な技術である。

キーワード：イネ、P-dipping、冠水害、窒素施肥、マダガスカル

背景・ねらい

サブサハラアフリカの水田の多くは天水田に分類され、冠水や干ばつ、低温や高温など、様々な環境ストレスを受けやすい。加えて、土壌や肥料から供給される窒素、リンなどの養分が少ないため、水稲の生産性が著しく制限されている。水稲へのリン施肥技術 P-dipping は、リン欠乏水田で高い施肥効果を発揮することや、移植から収穫までの生育日数を短縮し、生育後半の気温低下にともなう登熟不良、すなわち、低温ストレスの回避に有効なことが分かっている（令和2年度国際農林水産業研究成果情報 B02「移植苗のリン浸漬処理はイネの施肥効率を改善し低温ストレスを回避する」）。一方で、冠水害*や窒素不足など、様々な条件をもつ農家圃場において、同技術がどの程度の増収効果をもつかについては、情報が限られる。そこで本研究では、マダガスカル中央高地で標高が異なる2つの地域（標高が約1,200mの温暖地域と1,400mの冷涼地域）から計18地点の農家圃場を選定し、P-dippingの標準的な効果を検証するとともに、様々な圃場環境や窒素施肥法の違いが同技術の効果に及ぼす影響を明らかにする。

*急激な田面水の上昇により、稲株の大半、もしくは全てが浸水することで呼吸や光合成が妨げられ、生育の阻害や枯死が生じる現象。

成果の内容・特徴

1. P-dipping を施すことで、18 地点の農家圃場におけるヘクタール当りの平均収量は、リン肥料なしと比べて 1.1 トン、同量のリン肥料を従来の表層施肥で与えた場合に比べて 0.5 トン増加する（図 1A）。
2. P-dipping と組み合わせることで窒素施肥の効果が大きくなる。窒素施肥によるヘクタール当りの平均増収量は、リン肥料なしで 0.5 トン、リン表層施肥で 0.9 トン、P-dipping で 1.3 トンとなる（図 1B）。
3. P-dipping は、初期生育（移植 60 日後の地上部乾物重）を大幅に改善するため、突発的な水位上昇にともなう冠水害を回避できる（図 2）。
4. 地域、移植時期、冠水害の有無、土壌特性など、

様々な圃場環境要因について、P-dipping による増収効果（リン肥料なしとの収量差）に及ぼす影響を重回帰モデルで解析した結果、冷涼地域や温暖地域でも移植日が遅いなど、低温ストレスを受けやすい圃場環境に加えて、生育初期に冠水害を受けた圃場で、P-dipping による増収効果が大きくなる。重回帰モデルの偏回帰係数**から、生育初期に冠水害を受けた圃場では、受けなかった圃場に比べて、P-dipping による増収効果は、ヘクタール当たり 0.94 トン高い傾向をもつ（図 3）。

**複数の要因が特定の結果にどのように影響するかを理解する重回帰モデルにおいて、それぞれの圃場環境要因が、他の要因に独立して、どの程度、P-dipping による増収効果に影響を与えているかを示す数値（t ha⁻¹）。

成果の活用面・留意点

1. 土壌のリン欠乏だけではなく、登熟期の低温ストレスや生育初期の冠水害など複合的なストレスが生じる圃場環境において同技術が利用できる。
2. リンと窒素の両方が欠乏する圃場では、P-dipping と窒素追肥の組合せで収量と施肥効率を改善できる。
3. 本成果は、マダガスカル中央高地にみられる様々な栽培環境での結果に基づくものである。その他の地域への適用については、追加検証が望ましい。

その他

予算区分：交付金プロ [B5 アフリカ稲作システム（第5期）]、外部資金 [SATREPS]

研究実施期間：2017～2023 年度

研究担当者：アウンゾーウー、辻本泰弘（生産環境・畜産領域）、Rakotoarisoa, N.M.（マダガスカル国立農村開発応用研究センター）、Andrianary, B.H.（アンタナナリボ大学放射線研究所）

発表論文等：Oo et al. (2023) Localized phosphorus application via P-dipping doubles applied P use efficiency and avoids weather-induced stresses for rice production on P-deficient lowlands. *European Journal of Agronomy* 149: 126901. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126901>

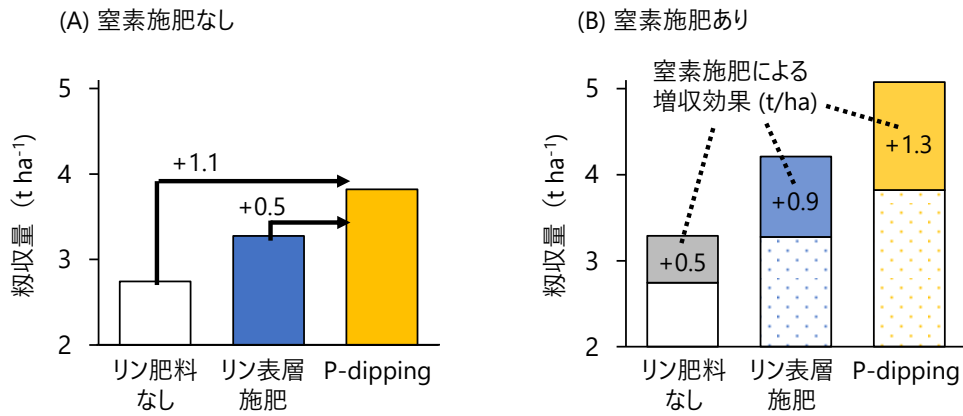


図1 異なる窒素施肥条件において P-dipping で得られる水稻の増収効果の比較

18 農家圃場で観測された平均値を示す。リン表層施肥と P-dipping は、いずれもヘクタール当たり 13 kg のリン肥料を重過リン酸石灰で移植時に施用した。窒素施肥ありは、ヘクタール当たり計 60 kg の窒素を硫酸アンモニウムで移植後 21 日目と 60 日目に施用した。処理間の平均値は、いずれも Tukey の多重比較検定により $P < 0.05$ で有意。

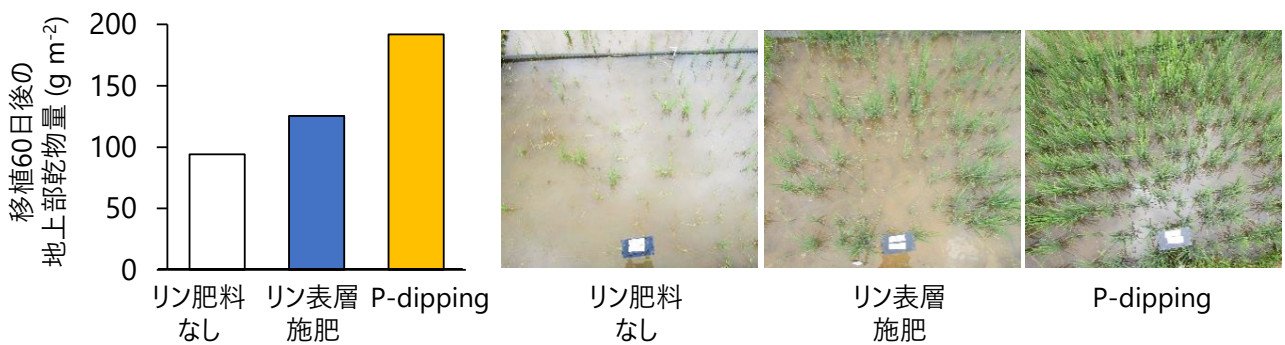


図2 P-dipping が移植 60 日後の地上部乾物重と水位上昇時の冠水程度に及ぼす効果

地上部乾物重は 18 農家圃場で観測された平均値（窒素施肥ありなしの両処理区を含む）。処理間の平均値は、いずれも Tukey の多重比較検定により $P < 0.05$ で有意。3 枚の写真は、同一圃場内の隣接する処理区で同じ日に撮影。

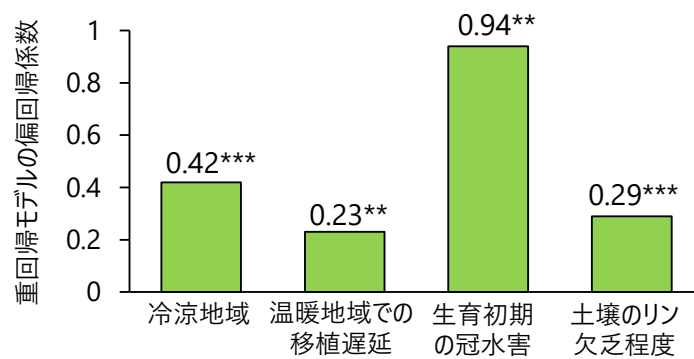


図3 P-dipping による増収効果の違いを説明する重回帰モデルの圃場環境要因とその偏回帰係数

** $P < 0.01$, *** $P < 0.001$ で有意。「温暖地域での移植遅延」は、通常より、約 1 ヶ月移植日が遅く、低温指数（出穂日 15 日前から 7 日後までの期間に日平均気温が 22°C を下回った数値の積算値）が 10 を超えた圃場。「生育初期の冠水害あり」は、毎週撮影した群落画像をもとに、移植から移植 60 日後頃までの期間に、田面水の上昇による稲株の一部ないし全部が冠水し、その後の欠株が顕著に観察された圃場。「土壌のリン欠乏程度」は、各圃場がもつ土壌特性値の主成分分析によって、Brayll リン含量やシウ酸塩抽出リン含量など、土壌のリン特性に関わる要素からなる主成分の主成分得点のこと。これらを説明変数として、P-dipping による増収程度 (t ha^{-1}) の圃場間差に対する重回帰モデルを構築した。モデルの自由度調整済み決定係数は 0.89。