

## リン欠乏水田への家畜ふん堆肥の選択的施用が水稻収量を向上させる

サブサハラアフリカの小規模農家にとって、自給可能な家畜ふん堆肥(FYM)を有効に活用する稲作技術の確立が重要である。FYMはリン欠乏水田で特に高い増収効果を示し、窒素肥料と併用することで最大  $3.1 \text{ t ha}^{-1}$  の水稻増収が得られる。本成果は、土壌のリン欠乏程度に応じた FYM 活用により、化学肥料への依存を抑えつつ、効率的なコメ増産につながることを示す。

キーワード：リン欠乏、家畜ふん堆肥、イネ、アフリカ

### 背景・ねらい

貧栄養土壌が広がるサブサハラアフリカでは、コメの需要が急増する一方で、単収は、 $2.3 \text{ t ha}^{-1}$  と依然として低い(FAOSTAT, 2025)。化学肥料による増収は可能だが、肥料価格の高騰により小規模農家の経済的負担は大きく、農家が自給できる家畜ふん堆肥(FYM)を効率的に活用して、収量を改善することが重要となる。

アフリカの強風化土壌では、リン欠乏が主要な生産阻害要因の一つとなる。土壌中のリンが鉄やアルミニウムに強く吸着されるため、リンが存在していても、作物は吸収できない。近年、FYMなどの有機物施用は、吸着リンを可溶化し、作物のリン吸収を促すことが示されており、リン欠乏条件下での増収効果が期待される。しかし、土壌のリン欠乏と FYM の増収効果との関係に着目し、農家圃場で体系的に検証した研究例は乏しく、FYM を効率的に利用するための科学的検証が必要となる。

そこで本研究では、リン欠乏水田が広がるマダガスカル中央高地において、可給態リン量が異なる4か所の農家圃場を対象に、FYMの施用効果を検証する。さらに、サブサハラアフリカの農家圃場で水稻への FYM の施用効果を検証した研究例を土壌のリン欠乏程度の影響から再解析することで、リン欠乏水田での FYM の有効性を広域的に検証する。

### 成果の内容・特徴

- マダガスカルの農家圃場において、慣行の施用水準に基づき、FYMを毎年、 $10 \text{ t ha}^{-1}$ （生鮮重）施用することで、水稻の増収効果が大きくなる。その程度は、非リン欠乏水田に比べて、リン欠乏水田で有意に大きい。FYM連用による増収効果は非リン欠乏水田では1年目  $0.1 \text{ t ha}^{-1}$ 、4年目  $0.6 \text{ t ha}^{-1}$ にとどまるのに対し、リン欠乏水田では1年目  $0.5 \text{ t ha}^{-1}$ 、4年目には  $2.0 \text{ t ha}^{-1}$ に達する（図1破線）。
- FYMの連用効果は、窒素肥料（尿素）と組み合わせることでより大きくなる。リン欠乏水田で FYM と窒素肥料を4年間連用すると、その増収効果は  $3.1 \text{ t ha}^{-1}$  となり、非リン欠乏水田に FYM のみを連用したときに得られる増収効果  $0.5 \text{ t ha}^{-1}$  に比べて有意に大きい

（図1・実線）。

- FYMの施用による4年間の増収効果の平均値は、リン欠乏水田が  $1.5 \text{ t ha}^{-1}$  で、非リン欠乏水田の  $0.4 \text{ t ha}^{-1}$  に比べて有意に大きい（図2）。リン欠乏水田では、化学肥料（窒素とリン）施用による平均増収量は  $2.0 \text{ t ha}^{-1}$  であり、FYMの増収効果はその77%に相当し、化学肥料へ依存せず、リン欠乏条件下での収量改善が可能であることを示す。
- 文献調査をもとに、サブサハラアフリカの6か国（マダガスカル、ケニア、ナイジェリア、コートジボワール、ガーナ、タンザニア）、計13地点で実施された圃場試験を分析した場合も同様の傾向がみられる。すなわち、FYMの施用による水稻の平均増収効果は、リン欠乏水田が  $2.3 \text{ t ha}^{-1}$  で、非リン欠乏水田の  $0.7 \text{ t ha}^{-1}$  に比べて有意に大きい（図3）。

### 成果の活用面・留意点

- 本研究は、土壌の可給態リン量に応じて FYM の増収効果が異なることを示し、リン欠乏水田への FYM の選択的施用の有効性を裏付ける。これにより、サブサハラアフリカに広く分布するリン欠乏水田において、化学肥料への依存を低減しつつ、自給可能な FYM を活用したコメ増産が期待できる。
- 効果をより安定して発揮させるためには FYM の施用量や原料組成、また腐熟の程度が増収効果に及ぼす影響について検証が必要である。
- 長期間にわたる連用効果や、FYM の施用を停止した後の残効効果については、継続的な検証が必要である。

### その他

予算区分：交付金プロ [B5 アフリカ稲作システム]、外部資金 [地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム(SATREPS)]  
研究実施期間：2017～2024年度  
研究担当者：浅井英利、辻本泰弘、西垣智弘（生産環境・畜産領域）、Andriamananjara, A., Rakotonindrina, H.（アタナナリボ大学）  
発表論文等：Asai et al. (2025) *Field Crop Research* 23: 590–601. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.109932>

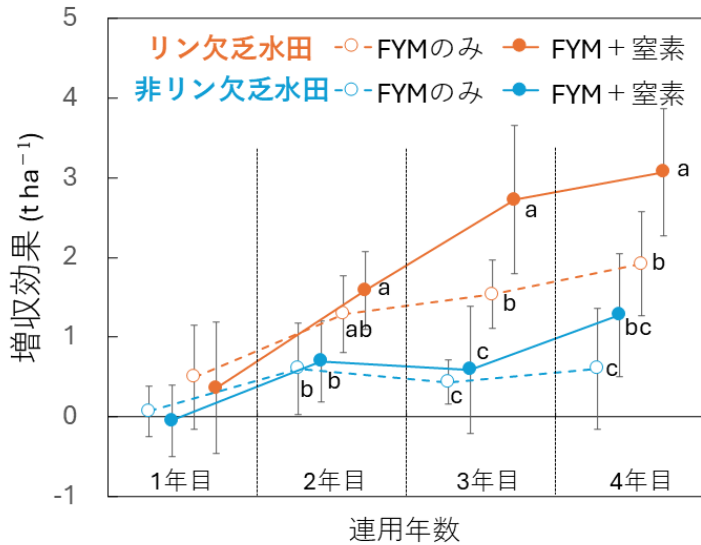


図1 家畜ふん堆肥(FYM)の連用効果

リン欠乏水田（2 地点）と非リン欠乏水田（2 地点）の平均値を示す。Dobermann (2000) の基準に従って、可給態リン含量（Bray-II 法）が $12 \text{ mg P kg}^{-1}$ 以下をリン欠乏水田に分類（リン欠乏水田： $6\sim 8 \text{ mg P kg}^{-1}$ 、非リン欠乏水田： $15\sim 23 \text{ mg P kg}^{-1}$ ）。増収効果は無施肥区との収量差として算出。FYM は牛糞、植物残渣、稲わらを原料とし、全ての地点で同一のものを施用。窒素施肥処理では、1 ha 当たり尿素として窒素 80 kg を施用した。異なるアルファベットは、Tukey 法により 5% 水準で有意差があることを示す。

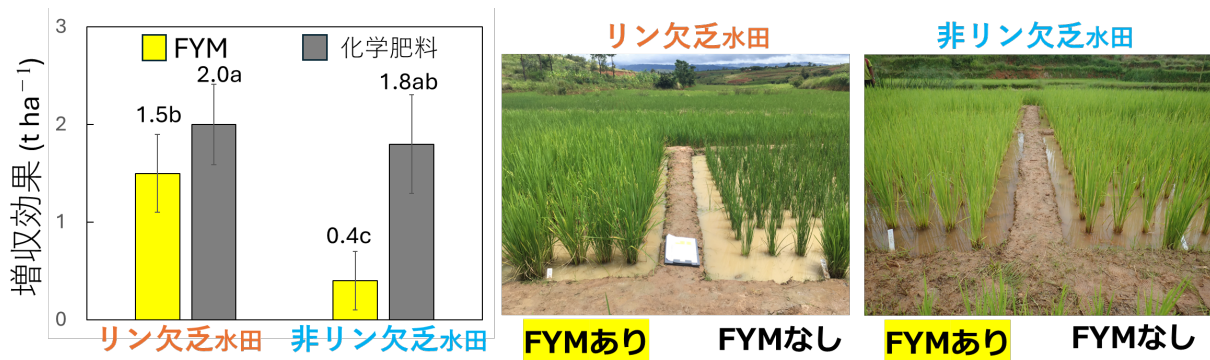


図2 家畜ふん堆肥(FYM)と化学肥料によるイネの増収効果

図（左）はリン欠乏水田（2 地点）と非リン欠乏水田（2 地点）での 4 作期平均の増収効果を示す。増収効果は無施肥区との収量差として算出。化学肥料は、各作期に 1ha 当たり窒素 80kg、リン酸 50kg を施肥。誤差バーは標準偏差を示す。異なるアルファベットは、Tukey 法により 5% 水準で有意差があることを示す。写真（右）は、化学肥料を施用しない条件下での移植後 70 日の生育状況（FYM 施用の有無の比較）を示す。

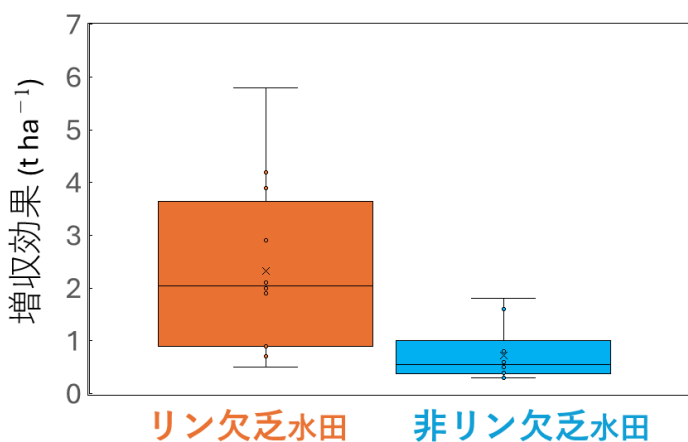


図3 サブサハラアフリカにおける家畜ふん堆肥(FYM)の増収効果

サブサハラアフリカで実施された圃場試験 13 例（リン欠乏水田 8 例、非リン欠乏水田 5 例）の増収効果を示す。全試験で化学肥料は施用されておらず、FYM 施用区と無施用区の収量差から増収効果を算出。可給態リンの土壌分析値に基づき、Dobermann (2000) の基準に従って、リン欠乏水田、非リン欠乏水田に分類。家畜ふん堆肥の材料、成分、施用量は試験ごとに異なる。 $t$  検定により、リン欠乏水田と非リン欠乏水田の間に 1% 水準で有意差を確認。

図は Asai et al. (2025) © Elsevier B.V. 2025 より転載・改変して作成（転載/改変許諾済み）