

メタ解析で解き明かされたイネの再生特性と再生イネの穂数依存型の収量構成

親イネ（一期作）に比べて、再生イネ（再生二期作）の穂数は19%増加する一方、生育期間は41%短縮し、一穂籾数や籾収量はそれぞれ48%、56%減少する。また、生育期間の短縮は、草丈、穂長、籾収量の減少に影響を与える。すなわち、再生イネの株出し栽培は、出穂を早め、幼穂分化を制限し一穂籾数を半減させ、収量を穂数に依存する収量構成へと転換させることを示唆している。

キーワード：水稻、ひこばえ、再生能、メタ解析

背景・ねらい

再生二期作は、育苗、代かき、田植えを省略できるため、低投入・低コストの栽培方法として注目される一方、慣習の水稻二期作に比べ、大きく減収する点が課題である。特にアジアでは近年、農業労働者の高齢化や減少が深刻化しているため、再生二期作への関心が高まっており、これまでに、再生能*の高い品種や形質の探索に関する研究が数多く実施されている。しかし、遺伝的・環境的要因の違いから、研究間で異なる見解も多く、イネの再生特性を分かりにくくしている。

本研究では、世界14か国で実施された51件の栽培試験データを用いたメタ解析**により、イネの収量性、早晚生、栽培地などの栽培条件の違いが収量関連形質の再生能に与える影響を評価し、イネの再生特性と収量性との関係について明らかにすることを目的とする。

*本研究では再生能（あるいは再生率）を親イネと再生イネの最終的な生長比と定義する。

**複数の研究結果を統合し、全体像や傾向を明らかにする手法。

成果の内容・特徴

- 1976年から2022年までの親イネと再生イネの栽培試験データから、9つの収量関連形質（草丈、茎数、穂長、一穂籾数、穂数、千粒重、登熟歩合、生育期間、籾収量）および栽培地や施肥量等の栽培条件の情報を抽出し、データベースを構築する。統計分析手法を用いて、収量関連形質の再生率、品種（収量性、早晚性）や栽培環境（地域、窒素施用量）などの遺伝的および環境的要因の差異が再生率に与える影響、再生率と収量性との関係を明らかにする。
- 再生イネの生育期間は、親イネに比べて41%短縮し、一穂籾数や籾収量はそれぞれ48%、56%と大きく減少する一方で、茎数や穂数はそれぞれ19%の増加に留まる（図1）。これらの結果は、再生イネ栽培は収穫を早め、収量構成要素の役割を変化させることを示している。親イネでは収量構成が1つの穂に多くの籾をつけることで収量を確保する「穂重型」に対して、再生イネ

は穂の数が多く小さい穂をつけることで収量を確保する「穂数型」となる（図2）。

- 再生イネの茎数は、品種や栽培環境などの遺伝的および環境的要因の影響を受けやすく、変動しやすい一方、一穂籾数、生育期間、千粒重は比較的影響を受けにくいことを示唆している（図3）。
- 各形質の再生率における相関・因果関係の分析から、生育期間は籾収量、草丈、穂長に、穂長は一穂籾数に、そして茎数は草丈、穂数に有意な直接効果（ $p < 0.05$ ）を示す（図4）。つまり、再生イネの生育期間の短縮により出穂が早まることで、一穂籾数の決定に影響を与える茎頂の生育や幼穂分化が制限される一方、穂数はそれほど増加しないため、その結果として籾収量が減少することを示唆している。

成果の活用面・留意点

- 再生率は再生二期作における適用品種、栽培環境の適応性、栽培技術に対する評価指標として、品種や栽培管理技術の開発に活用できる。
- 再生イネの収量は穂数に大きく左右されるため、イネの再生を促進させ、茎数を確保することが重要な栽培管理の一つとなる。
- 本研究はメタ解析により、イネの再生特性の一般的な傾向を示したものであり、特定の栽培条件や品種によっては再生率の差異が大きくなる可能性がある。

その他

予算区分：交付金プロ [A1 気候変動総合（第5期）]、外部資金 [科研費 20K20456]

研究実施期間：2021～2023年度

研究担当者：白木秀太郎（農村開発領域）、Kywae, Thura, Lae, L.M., Thin, M.C., Kyaw, M., Nwe, N., May, T.O., Loon, P.P., Aung, K.T.（ミャンマー農業研究局）

発表論文等：Shiraki et al. (2024) *Agron. J.* 1–16. <https://doi.org/10.1002/agj.2.21521>

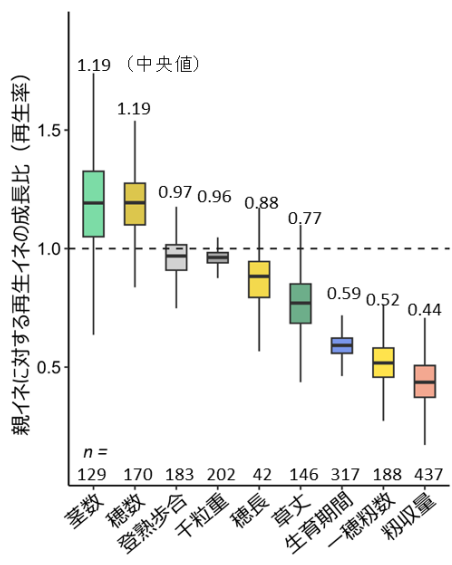


図1 各収量関連形質の親イネに対する再生イネの成長比（再生率）

箱ひげ図はデータの分布を表し、ひげの上端が最大値、下端が最小値、箱内の線が中央値（図中の数値）を示す。nはデータ数。

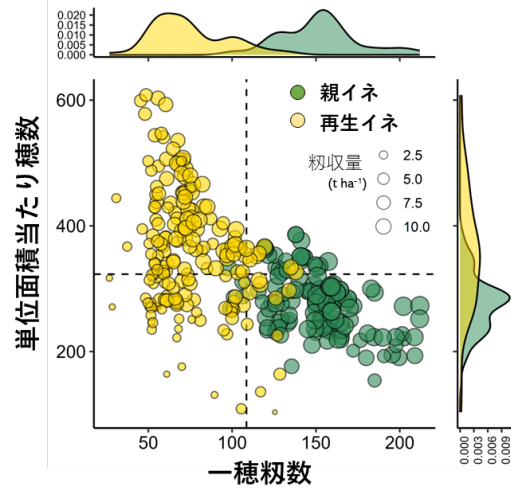


図2 親イネと再生イネの単位面積当たり穂数と一穂粒数との関係 データ数 n = 170

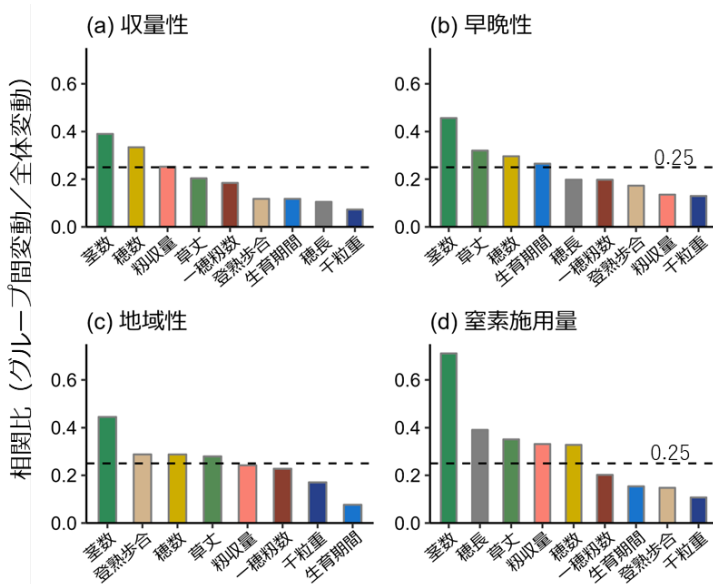


図3 品種や栽培管理などの遺伝的および環境的要因の差異が収量関連形質の再生率に与える影響

相関比とは、質的データ（大、中、小などのグループ）と量的データの関係の強さを示す指標（例えば、早生、中生、晩生品種の違いは再生率をどれだけ変動させるのか）。一般的に相関比 0.1 未満で「相関なし」、0.1 以上で「相関あり」、0.25 以上で「やや強い相関」を示す。グループ分けは(a)収量性が小収（平均 4.0 t ha⁻¹）、中収（平均 6.5 t ha⁻¹）、多収（平均 9.0 t ha⁻¹）、(b)早晩性が早生（平均 110 日）、中生（平均 130 日）、晩生（平均 147 日）、(c)地域性が南・東南アジア、東アジア、アメリカ、アフリカ、(d)窒素施用は少肥（100 kg N ha⁻¹ 未満）、中肥（100 kg N ha⁻¹ 以上 300 kg N ha⁻¹ 未満）、多肥（300 kg N ha⁻¹ 以上）である。

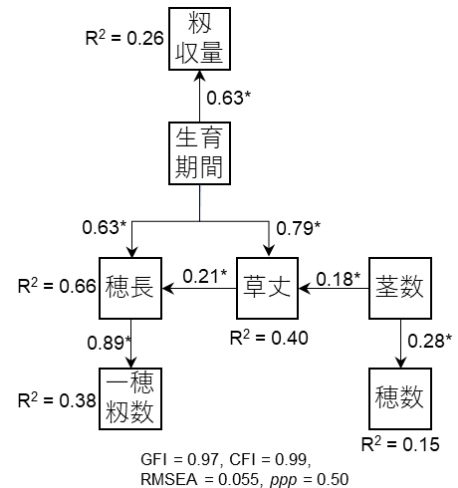


図4 各収量関連形質の再生率における相関・因果関係の分析

形質間の数値はパス係数（* $p < 0.05$ ）、 R^2 は決定係数を示す。例えば、生育期間比が1.0 増えると収量比が 0.63 増える。各適合度指標(GFI, RMSEA, CFI, ppp)の値からモデルは適合する。