

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 PERDIGUERRA Kim Nyka Caraan

論文題目

Narrowing yield gaps in rice production in the Philippines using genotype by environment by management approach

(遺伝子型×環境×栽培管理アプローチによりフィリピンにおけるイネ生産の収量ギャップを狭める)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学准教授 三屋史朗

委 員 名古屋大学教授 江原 宏

委 員 名古屋大学教授 谷口光隆

委 員 名古屋大学教授 山内 章

委 員 名古屋大学助教 仲田麻奈

論文審査の結果の要旨

PERDIGUERRA 氏はフィリピンにおけるイネ収量の増加を最終目的として、フィリピンの各地域におけるイネ収量のバリエーションに注目して遺伝子型 (G)・環境 (E)・栽培管理 (M) の相互作用を解析し、各地域の収量差を生じる環境要因と適した遺伝子型、各地域ごとの収量のバリエーションを生じる栽培管理要因と収量増加のための方策を示した。以下にその要旨を記載する。

フィリピンはイネ生産が盛んであるが、その平均収量は 4.1 k ha^{-1} と決して高くはない。そのためイネの自給率は 2019 年時点で 79.8% であり、自給率向上は重要な課題である。この低い平均収量および低自給率の理由のひとつとして、イネ収量が不安定であることが挙げられている。フィリピン各地のイネ生産地域は気候や土壌の特徴が異なる。また、同じ栽培品種であっても各地域で異なる収量を示すなど、遺伝子型と環境、またこれらの交互作用が各地のイネ収量のバリエーションを生じる。さらに、各地域における農家の慣行栽培方法も異なり、遺伝子型、環境、および栽培管理の三要因とその交互作用が各地域のイネ収量を決定する。そこで PERDIGUERRA 氏は、フィリピン各地域におけるイネ遺伝子型データ、環境データ、栽培管理データを収集し、 $G \times E$ または $G \times E \times M$ 交互作用を解析することによって、フィリピンの各地域に適した品種とその理由、各地域の栽培管理方法の改善点、塩害地で耐塩性品種の耐性を発揮させるための栽培管理方法を調べた。

はじめに、 $G \times E$ 交互作用に注目した。栽培管理方法のバリエーションを除くため、窒素や灌漑水量、病害虫の発生が収量制限要因とならない栽培管理方法によって栽培されたイネ収量、および気候データを、フィリピンの異なる 7 地域から雨季と乾季の 2 シーズン収集した。イネ遺伝子型としてフィリピン主力品種である PSB Rc18、NSIC Rc222、NSIC Rc202H の 3 品種を用いた。収量の差を生じる主な要因は地域差 (61.0%) であり、次いでシーズン (12.7%)、遺伝子型 (6.1%) であった。ハイブリッド品種である NSIC Rc202H は他の 2 品種に比べて高い収量を示すことが予想され、本研究でも全地域の平均では NSIC Rc202H が最も高い収量を示した。しかし $G \times E$ 交互作用を AMMI (Additive main effects and multiplicative interaction) モデルと GGE バイプロット分析により調べたところ、収量の地域間およびシーズン間での安定性は NSIC Rc222 が 3 品種の中で最も収量が安定すること、RSB Rc18 は収量が地域によって大きく異なり PSB Rc18 の方が最も収量が高い地域があるなどの $G \times E$ の交互作用がみられた。NSIC Rc202H の高収量は高いバイオマス生産に依存したが、一方 NSIC Rc222 の収量安定性は、異なる環境下での安定した収穫指数が理由であり、重要育種目標として示された。これらの結果から、フィリピン各地域での適したイネ品種を提案することができた。また、国の試験機関などある地点において各遺伝子型が示すポテンシャル収量で優秀な品種を選ぶのではなく、 $G \times E$ 交互作用を考慮して収量の安定性や地域特異性も調べる必要があることを示した。

次に、 $E \times M$ 交互作用に注目し、フィリピンの各地域でイネ収量制限要因となる栽培管理要因を調べた。フィリピンの 7 地域から 2 シーズン (雨季と乾季) に渡り、NSIC Rc222

の収量制限要因を解析した。解析手法として、ステップワイズ法を用いた多変量解析回帰解析を用いて、地域ごとに収量を説明する栽培管理要因を抽出した。各地域での達成可能収量と現地農家により慣行栽培された実際の収量には違いが有り、雨季には 11.0%から 22.2%実際の収量が低く、乾季には 19.6%から 22.0%低くなった。窒素施肥量はいずれの地域、シーズンでも収量制限要因として抽出され、最も重要な要因であった。また乾季にはどの地域でも灌漑水量が収量制限要因となるなど、共通した要因もみられた。一方、農薬の散布、一株あたりの苗数は地域特異性を示し、同様の栽培方法の指導が必ずしも全地域の収量を増加させるわけではないという、E×M 交互作用を示すことを明らかにした。例えば乾季のコタバトでは一株あたり苗数が収量制限要因となり、一株あたり苗数を 1 から 3 に増やすことでこの地域の収量は増加するが、他の地域ではこの方法は必ずしも収量を増加しない。以上より、各地域でのイネ収量増加のために改善すべき栽培管理方法を提案し、また収量増加には地域ごとでの G×E×M 交互作用を考慮する必要があることを示した。

さらに、塩害地における収量減少を緩和させるため、耐塩性機構と窒素施肥量の交互作用に注目した。本研究では耐塩性品種として、根から地上部への塩輸送量が少ない FL478、耐塩性機序が不明な Salinas24、Salinas29 の 3 品種、塩感受性品種として NSIC Rc222 を用いた。結果、栄養成長期に耐塩性品種が塩感受性品種よりも高い生育量を示すためには十分量の窒素施肥が必要であり、耐塩性品種 (FL478) が窒素施肥に応答して塩の吸収・蓄積を減らし、抗酸化物質の蓄積を増加させた。さらに生殖成長期においても、窒素が十分量施肥された場合は耐塩性品種 (FL478、Salinas24、Salinas29) が窒素施肥に応答して収量を増加させたのに対し、塩感受性品種は塩害下で窒素施肥に応答した収量増加を示さなかった。これらの結果より、塩害地において収量減少を緩和させる場合、耐塩性品種を用いるだけでなく、その耐塩性機構を発揮させるための栽培管理条件、本研究では窒素施肥をすることが重要であることを示した。一方、窒素を施肥しても塩害による収量は低下するため、窒素施肥のためのコストと窒素施肥による収量増加 (ベネフィット) の関係をさらに調べ、塩害地に適した栽培管理方法の提案をすべきであると結論づけた。

以上、PERDIGUERRA Kim Nyka Caraan 氏による博士論文は、フィリピン各地域におけるイネ収量のバリエーションを生じる環境要因を明らかにし、さらに G×E の相互作用解析から、各地域での最適イネ品種を示した。さらに G×E×M 相互作用解析から、フィリピン各地域のイネ収量を制限する栽培管理要因を明らかにし、各地域のイネ収量を増加させる栽培管理方法を提案した。各地域のイネ収量の差を生じる要因の解明、および収量差を解消する方策の提案は農学分野の重要課題であり、本研究は農学分野のさらなる発展だけでなく、フィリピンの稲作の発展に大きく貢献するものである。以上の理由により、本論文の内容が博士 (農学) の博士論文として十分価値のあるものと認め論文審査に合格と判定した。