

## 審査の結果の要旨

氏名 Deshmukh Vivek Vasant(デシュムク ヴィヴェク ヴァサント)

作物生産における水資源の効率的な利用の指標である水生産性(water productivity)は、世界各地域で集計されているが、イネでは他の穀物よりも低く、水生産性の向上による食料生産の安定化と水資源の有効利用とが期待されている。間断灌漑による節水栽培法(alternate wet and dry irrigation; AWD)がアジア各地域で試験・導入されてきたが、環境条件と水生産性との関連性や、水生産性の品種間差をもたらす形質については十分に調べられていない。本論文では、稲作の水利用に特色のある北多摩(日本、東京)、ビルドフナガル(インド、タミルナードゥ)、サルダーニャ(コロンビア、トリマ)の3地域で水生産性を定量し、水生産性を高める栽培管理・環境条件と品種間差の基礎となる形質を明らかにすることを目的としている(第1章、緒言)。第1に、より乾燥した気象環境では水生産性が低下するという仮説を、水生産性を異なる年次・季節にわたって3か国で推定し実証した。第2に、深根性と出穂日とが、水生産性の向上と節水栽培適応性とに影響するという仮説を、節水条件を含む多様な環境下において準同質遺伝子系統を用いて実証した。第3に、蒸散効率と関連する炭素安定同位体比( $\delta^{13}\text{C}$ )が効率的な水利用のもう1つの指標になるという仮説を、北多摩での圃場試験とビルドフナガルのため池灌漑稲生態系でのフィールド調査により検証した。

第2章では、北多摩の実験圃場で、深根性遺伝子(*DEEPER ROOTING 1*)を導入したIR64準同質遺伝子系統を、湛水水田での慣行栽培、AWD節水栽培、畑節水栽培して、深根性遺伝子の導入により、節水栽培を含む異なる水条件で、水生産性と収量が向上することを示した。中心柱の断面積を広くする遺伝子(*Stele Transversal Area 1*)の導入により収穫指数は向上したが、収量と水生産性は向上しなかった。節水による水生産性の向上は、多雨年の方が少雨年よりも大きいことを示した。

第3章では、出穂日を調節する遺伝子を導入したコシヒカリ準同質遺伝子系統を、第2章と同様の3つの異なる水条件で栽培して、コシヒカリより8日間

早く出穂する極早生系統は約 120 mm 節水できるが収量と水生産性は低下すること、4 日早く出穂する早生系統は約 60mm 節水し収量と水生産性の双方も維持できることを示し、適正な早生化が節水栽培にとって重要であることを示した。また、湛水栽培から AWD 栽培に軽度な節水をすると、炭素安定同位体比は変化せず水生産性のみが向上し、AWD 栽培から畑栽培により強い節水をすると炭素安定同位体比は低下し、水生産性は向上しないことを示した。

第 4 章では、ビルドフナガルの地域コミュニティ管理下にある大小 2 つのため池による灌漑水田生態系において、2012 年から 14 年までの主作期の収量・水生産性、灌漑用水の利用について、インタビュー調査とフィールド調査によって解析した。水生産性と収量は、大きなため池の方が小さなため池よりも高く安定しており、小さなため池では、水生産性が低い生育不良水田で稲わらの炭素安定同位体比が高かった。ため池から遠い末端の水田での水生産性が低く、干ばつ年（2012 年）には収量も水生産性も低下することを示した。

第 5 章では、乾田直播による窒素多投入とかけ流し灌漑による集約的栽培が行われているサルダーニャで、灌漑間隔を延ばすことによる節水効果を、窒素施肥量あるいは品種選択の影響とともに、2015 年（乾季）と 2016 年（雨季）に試験した。灌漑間隔を 3 日から 6 日に延長する節水法では、雨季試験でのみ収量低下なしに水生産性が向上することを示した。窒素施肥量を 220kgN/ha から 140kgN/ha まで減らしても、収量や水生産性は低下せず窒素利用効率を向上させられ、また、季節・節水段階の延べ 6 環境を通して、FEDEARROZ174 と FEDEARROZ473 が多収で、FEDEARROZ67 がエルニーニョによる生育前半が高温で推移した雨季には最も多収であることを示した。

これらをまとめると、AWD などの節水栽培による水生産性の向上は少雨条件・乾季作・干ばつ年よりも、多雨条件・雨季作の方が期待できる。深根性に寄与する根の伸長角度は節水栽培条件を含む異なる水条件での水生産性の向上に貢献する。炭素安定同位体比は、生育・生産に必要以上の余剰水を節水する範囲では変化せず、植物体へのストレスが負荷される強度な節水段階ではより高い値を示し、効率的な水利用のための指標として活用し得る。

これらの研究成果は、学術上応用上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位論文として価値あるものと認めた。