

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 UCH Chanthol  
 論文題目 Growth performance of the photoperiod-sensitive rice varieties released for the rainfed lowland in different soil types in Cambodia  
 (カンボジアの土壌タイプが異なる条件における天水田向け感光性イネ品種の生育および生産特性)

### 論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院生命農学研究科教授	江原 宏
委 員	名古屋大学大学院生命農学研究科教授	近藤 始彦
委 員	名古屋大学農学国際教育研究センター教授	犬飼 義明
委 員	名古屋大学農学国際教育研究センター准教授	榎原 大悟
委 員	名古屋大学農学国際教育研究センター准教授	伊藤 香純
委 員	名古屋大学農学国際教育研究センター助教	仲田 麻奈
委 員	三重大学大学院生物資源学研究科教授	梅崎 輝尚

## 論文審査の結果の要旨

カンボジアのコメ生産量は世界 10 位となり、精米輸出量は著しく増加して世界 9 位と国際市場での位置を高めているが、未だに稲作の約 7 割を天水田に依存しており、天水田用品種の育成に向けた品種特性の評価、天水田稲作に対する環境要因の影響評価などが重要な課題である。そこで学位申請者は、1990 年代以降に天水田向きとして育成された 10 品種を供試し、稲作が盛んな州の中から、土壌の粘土含量が高い地域から砂質が多い地域まで土壌肥沃度が大きく異なる 4 つの州 (Battambang, Pursat, Kampong Thom, Siem Reap) を選定し、まず、2019 年の雨季に各州で 2 サイトずつ、合計 8 サイトにおいて各地の慣行農法、施肥量における稲体の成長と生産特性を比較した。そして、イネ品種の遺伝的形質と、天水田稲作における環境要因が水稻の生産性に及ぼす栄養、ならびに遺伝的形質 (G) と環境要因 (E) の複合的な影響について明らかにしようとした。

その結果、各地の土壌の自然肥沃土を示す化学的特性は大きく異なり、粘土含量と全炭素含量、全窒素含量、全リン含量、陽イオン交換容量、および交換性カリ含量の間に高い正の相関が認められ、粘土含量の多少により土壌の肥沃性が大きく規定されることが明らかになった。10 品種の籾収量は品種、環境により大きく異なり、Phka Rumduol, Phka Romdeng, Phka Mealdei, CAR4 の 4 品種はいずれの環境においても、平均以上の収量を示した。二元配置の分散分析の結果、G も E もそれぞれの収量構成要素ならびに籾収量の差異に影響に効果を及ぼしており、G×E の複合的な効果も有意なものであった。そして、主成分分析の結果、籾収量の差異は、抽出された 2 成分で 73.2%説明できることが明らかになり、第一主成分は主に遺伝的に規定された要因であり、第二主成分は環境要因によるものと考えられた。また、品種間での籾収量の変異と、異なる環境での籾収量の変異が単面積当収量の差異に及ぼす影響を検討したところ、G よりも E の方が収量差との関係性が明瞭であった。さらに環境要因の中で比較したところ、降水量よりも気温や自然肥沃土を示す土壌の形質の影響が大きいものと理解された。品種間の差異についてみると、多収品種は、肥沃な土壌、痩せ地、中間的な肥沃度の土壌、いずれの環境でも比較的高い収量を示し、逆に低収なものは、全ての土壌環境で収量が低いという結果であった。収量の品種間差を規定する収量構成要素を検討したところ、株当り穂数、登熟歩合は何の土壌環境でも収量と有意な正の相関を示し、相関係数も高かったのに対して、籾 1000 粒重は正の相関関係にあるものの、相関係数やや低く、1 穂籾数は、肥沃度が中程度の 1 サイトを除いて、収量との間に有意な関係はみられなかった。そして、重回帰分析によってそれら収量構成要素の変化にみられる収量差への貢献度を検討したところ、肥沃な土壌環境と痩せ地の環境では登熟歩合が、中程度の肥沃土の環境では 1 株籾数が単位面積当たり収量を強く規定していた。

次に、2020 年の雨季に、前年と同じ 4 州で各州 1 サイトずつとし、先の実験か

ら特徴的な 4 品種, Phka Rumduol, Phka Mealdei, Raing Chey, CAR を選び, 同様の圃場実験を繰り返した。その結果, 収量の差異に対する G, E ならびに G×E の影響には同様の傾向が認められた。収量構成要素と単位面積当たり籾収量の関係性も同様であり, 1 株穂数や登熟歩合の差異が品種間差を大きく規定することが明確となった。また, 1 株穂数穂数は栄養成長期間の長さとの負の関係, 分けつ盛期の茎数と肥沃土壌では負の, 痩せ地土壌では正の相関関係にあった。このことから, 痩せ地で茎数が少ないような環境ではより多くの茎数を最高分けつ期に確保することが, 逆に肥沃土壌ではむしろ茎数が少ない方が穂数を多く確保する上で有効なことが明らかになった。さらに, 分けつ盛期の茎数と有効茎歩合の関係をみると, 高い有効系歩合を得るために適切な茎数があることが窺われ, 品種を通じて, 1 株当たりの茎数が 10 本程度であると, 有効茎歩合が 80%程度と高くなるものと理解された。そして, 有効茎歩合と 1 株穂数は正の関係にあった。そして, 有効茎歩合は止葉の葉身窒素含有率と正の相関関係にあり, 葉身窒素含有率が高い品種, 個体では葉身幅が大きく, そのような稲体では登熟歩合が高い傾向がみられた。葉身窒素含有率が高い稲体では葉身幅が大きく, 葉面積が大きい, 一般に葉身が著しく長くなるようなカンボジア品種では, 葉面積の拡大を葉身の伸長でなくて葉幅の増大に依存する品種が, 生育後期の光合成を高く維持でき, より登熟歩合が高まるものを理解された。止葉の窒素含有率と登熟歩合は正の相関関係にあった。

さらに, 収穫した籾の品質について比較したところ, 単位面積当たり収量が高いものでは, 玄米の炭水化物含有率が低くなり, タンパク質含有率が高く, 炭水化物/タンパク質比が低くなる傾向が認められた。そして炭水化物/タンパク質比の安定性に注目すると, Phka Rumduol がもっとも変動が少なく, 次いで Phka Mealdei, Raing Chey, CAR 4 の順であった。

2021 年には, 先の 2 年間の実験を行った土壌肥沃度が大きく異なる Battambang 州, Pursat 州, Kampong Thom 州, Siem Reap 州の土壌をプノンペンに運び, 王立農業大学の両側面を開放としたビニール内で, 2020 年と同じ 4 品種を用いてポット栽培を行った。品種間, 異なる土壌間での籾収量と収量構成要素の差異は, 先の 2 年間と同じ傾向が灌水量, 気温が同じ条件で確認されたことから, カンボジアの天水田向として作出された品種群では, G よりも E の影響が大きく現れ, E の影響は土壌肥沃度による違いが最も顕著に収量を規定することが明確になった。籾収量を規定する収量構成要素も 2 年間のフィールド実験と同じ傾向にあり, 高い籾収量を得る上では, 十分な 1 穂籾数と登熟歩合を確保することが重要であることが明瞭であった。そしてさらに, 止葉の葉身窒素含有率は地上部/地下部比 (T/R 比) と有意な負の相関関係にあることが認められたことから, 地上部に対して地下部の量的な比率が大きいこと, すなわち根部の割合が大きい草型の品種, あるいは環境変異に対して

根系形態形成が十分に応答できる高い可塑性を示し得る品種において窒素吸収力が高く確保され、望ましい穂数や登熟歩合につながる成長が得られて良好な収量をあげられるものと考えられた。

これらの成果は、今後の地域ごとの奨励品種の選定や、新品種の育成に向けて極めて重要な情報を提供するものといえる。審査委員会は、本論文で得られた研究成果の新規性、独自性が熱帯地域における稲作の生産量の増大と安定化、品質の向上のために極めて有用であり、博士(農学)の学位論文として十分であることを認め、論文審査に合格と判定した。