

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 OWUSU-NKETIA Stella

論文題目

Root plasticity for adaptation to soil moisture fluctuation stress and its associated QTLs in rice plants (土壌水分変動ストレスへのイネ適応における根の可塑性の役割とそれに関与するQTL解析)

### 論文審査担当者

主査	名古屋大学教授	山内	章
委員	名古屋大学教授	江原	宏
委員	名古屋大学准教授	犬飼	義明
委員	名古屋大学講師	三屋	史朗
委員	名古屋大学特任助教	仲田	麻奈

## 論文審査の結果の要旨

天水田は世界の稲作面積の約 1/3 を占めるが、単収が灌漑水田の半分以下で、その生産性増加は、世界全体のイネ生産の増加に非常に大きなインパクトをもつ。これまでに多くの生産性制限要因が指摘されてきたが、本研究では、天水田において、不規則な降雨のために、イネが、湛水から乾燥の間を変動する土壤水分条件下で生育する点に注目した。そのような変動は、単純な乾燥とは異なるストレスとなり、収量を減少させる。根の可塑性は、そのような土壤水分が変動することによって生じるストレス環境に対する適応のために重要な役割を果たす形質である。これまでの研究で、乾燥ストレス条件下、乾燥-再灌水条件下、さらに湿潤と乾燥の繰り返し条件下で、根の可塑性が重要な機能的役割を担い、それらのストレス条件下での乾物生産の維持に貢献することが明らかにされてきた。そこで本研究では、計6回の圃場実験と、容器実験（ポットと根箱）を組み合わせて、根の可塑性の土壤水分変動条件下での乾物生産における役割を評価し、また同条件下で発揮される可塑性に関わる QTL を同定することを目的とした。

まず初めに、ニッポンバレ/KDML 105 の戻し交雑自殖系統群から、土壤水分変動条件下での生育をもとに選抜した3系統と両親を供試し、土壤水分変動条件下での根の可塑性の収量に対する役割を圃場条件で調べた。これらの材料を、常時湛水と、湛水-乾燥（強弱2段階）間変動の2条件下で生育させ、地上部、根系発育に関わる諸形質を計測した。常時湛水条件では、戻し交雑自殖系統群のうち、G3-3のみが、すべての計測した形質において、ニッポンバレとの間で有意差が認められなかった。一方、土壤水分変動条件下では、G3-3は、ニッポンバレより高い乾物生産や収量を示した。さらに、G3-3は、ニッポンバレに比べ、節根や側根の発育が促進され、生殖生長期においてより大きい根系を形成した。これらの結果は、土壤水分変動条件下で発揮された根の可塑性によって養水分吸収が促進され、乾物生産や収量が維持されたことを示している。またこの G3-3 の土壤水分変動に対する成育反応には、根の可塑性の発揮に関与している KDML 105 由来の1つ、あるいは複数の染色体断片が関与していると考えられた。そこで、ニッポンバレ/KDML 105 由来の F2 集団を用いて、栄養生長期と生殖生長期において、土壤水分変動条件下で発揮されるいくつかの根の形質に関わる QTL を同定しようとした。

その結果、総根長、総側根長、総節根長、総節根数に関わる、計27の QTL が同定され、両生育時期間では異なっていた。栄養生長期に、総側根長と総根長が第7染色体上に、生殖生長期に、第10染色体上に総根長、第12染色体上に総節根数の QTL が、G3-3 と同一の領域に同定され、これらが土壤水分条件への適応に重要な役割を担っていると考えられた。

次に、耐旱性に関わる QTL を有し、KDML 105 を主要な遺伝的背景として持つ染色体断片置換系統群から3系統と、反復親の KDML 105 を供試し、根の可塑性ならび

にその乾物生産ならびに収量における、それらの QTL の役割を評価しようとした。それらを、常時湛水と天水田条件で生育させた。その結果、常時湛水条件下では、同系統群と KDML 105 との間に、生長の差異は認められなかった。一方、天水田条件下では、同系統は KDML 105 より高い気孔コンダクタンスと乾物生産を示し、また収量も高かった。さらに、総根長によって評価した根系発達は、節根および側根の発育促進によって、同系統群の方が KDML 105 より有意に大きかった。これらの結果は、同 3 系統が有する耐旱性に関わる QTL は、天水田条件下での根の可塑性を制御し、同条件下での吸水を促進することによって、高い乾物生産や収量に貢献している可能性を示唆している。

3 番目に、KDML 105 と、根系発育が対照的で深根性を有する IRAT 109 を対象に、水が土壌表面のみから供給される水分変動条件下で、異なる土壌深度における、根の可塑性の発揮程度を比較した。その結果、KDML 105 は、硬盤層が存在しない条件では浅層(0-20 cm)で、また硬盤層が存在する場合には硬盤層より上で、節根や側根発育の可塑性を発揮し、高い気孔コンダクタンスや乾物生産を維持し、土壌水分変動条件に適応した。一方、IRAT 109 は、深層に水が存在しない場合、その特徴である深根性の可塑性を、とくに土壌深度が深い条件下で発揮することができなかった。同時に、硬盤層の上部でも、側根発育が抑制され、吸水、そして乾物生産が減少し、土壌水分変動条件に適応できなかった。

以上のように、本研究において、土壌水分条件下で発揮される根の可塑性には遺伝変異が存在し、それが同条件下での乾物生産や収量を大きく規定していることが明らかとなった。とくに、土壌水分変動が生じる硬盤層より上の土壌浅層における根の可塑性発揮が、天水田条件に対するイネの適応性に重要な役割を果たすことがわかった。したがって、染色体断片置換系統群、戻し交雑自殖系統 G3-3、ならびに同定された QTL は、土壌水分変動ストレスが生じる天水田条件に適応するイネ品種の育成にとって有用な遺伝子資源となることが期待される。

以上のように、本研究は、土壌水分変動ストレスに対する根系の可塑的発育反応が天水田に適応するための重要な形質であり、とくに、土壌の表層近傍に吸収可能な水が存在する、天水田で典型的な条件において、そこで発揮される分枝に関わる可塑性が、乾物生産や収量にとって重要な役割を担っている実態を明らかにし、今後のイネの栽培技術の向上ならびに品種育成に対して、基礎的な知見の提供を通じて大きく貢献すると認められる。したがって審査委員会は、本論文が博士（農学）の学位論文として十分な価値があると認め、論文審査に合格と判定した。

## 試験の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 第	号	氏名	OWUSU-NKETIA Stella
試験担当者	主査 山内章 江原 宏 犬飼義明 三屋史朗 仲田麻奈			
<p>(試験の結果の要旨)</p> <p>平成30年3月2日学位審査委員会において、主論文の内容を中心としてこれに関連する科目の学識および研究能力について試問し審査した結果、合格と判定した。</p>				