

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 亀 岡 笑

論 文 題 目

イネ耐旱性における土壌乾燥ストレスに  
応答した根系の発育的可塑性の役割

### 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	渡邊	彰
委員	名古屋大学教授	谷口	光隆
委員	名古屋大学准教授	犬飼	義明
委員	名古屋大学助教	三屋	史朗



## 論文審査の結果の要旨

天水田イネの栽培面積は世界のイネ栽培面積のうちの約3分の1を、とくにアジアにおいては約半分を占める。天水田イネの平均反収は灌漑水田イネの半分以下であり、この生産性の向上は世界全体のイネ生産量の増加に計り知れないインパクトを与える。特にイネは他の作物と比較して土壌乾燥に弱く、天水田特有の土壌乾燥ストレスに適応するための形質の同定が急務である。そこで本研究では、天水田における根系の水吸収能改善を通じて生産性を向上させることを目指し、特に根系発育の可塑性および水通導性に着目して、天水田イネの根系が具備すべき形質を、発育学的、生理学的観点から明らかにすることを目的とした。

第1章では深さが30 cm から70 cm の傾斜模擬圃場装置を用いて、標高の増加に伴う土壌乾燥条件下において、根系発育の可塑性が水吸収に果たす役割を評価することとした。まず、本傾斜模擬圃場装置において、地下水位を人為的に変化させることによって乾燥ストレス強度制御が可能となること、さらに、標高の増加（地下水位の低下）に伴い土壌表層の乾燥強度が連続的に強まることを確認した。続いて、同傾斜模擬圃場装置を用い、タイ天水田で広範に栽培され、種子根および側根発育に優れたKDML105、ならびに深根性に優れた陸稲イネIRAT109を供試し、硬盤層が存在しない天水圃場を想定した栽培試験を実施した。その結果、標高の増加に伴う地下水位の低下に対し、KDML105は側根発育の可塑性を特異的に土壌表層において発揮したが、一方で地上部乾物重を有意に低下させた。対照的にIRAT109は、標高の増加に伴う地下水位の低下に対し、土壌深さごとの根重の配分比率を可塑的に変化させ、土壌深層において側根発育の可塑性を発揮した。すなわち地下水位が低下するに従って、根重および根長を土壌浅層では顕著に低下させ、一方で土壌深層では根重および根長を顕著に増加させた。その結果、IRAT109は地下水位の低下にかかわらず、地上部乾物重を一定に維持した。これらの結果を通じて、標高の増加に伴う地下水位の低下に対して根系の吸水能および地上部乾物生産を維持するためには、地下水位の位置の変化に従って根系資源分配を可塑的に変化させ、より多くの水分が分布する土壌層において根系発育の可塑性を発揮させることが重要であることが明らかとなった。一方、標高のばらつきが少ない天水田では、土壌表層から硬盤層までの深さの土壌層（土壌水分が保持される）における根系発育の可塑性が吸水能において重要な役割を果たすことが示唆された。

第2章では、KDML105とIRAT109を含めた遺伝背景の大きく異なる6品種を供試し、硬盤層の存在を想定した深さ20 cmの圃場において、ラインソーススプリンクラー法によって土壌水分勾配条件を形成し、異なる乾燥強度が節根発育および側根発育に及ぼす影響について検討した。その結果、側根発育は軽度～中程度の土壌乾燥によってすべての供試品種で促進されたが、節根発育は乾燥強度に対して品種ごとに異なる反応を示した。すなわち軽度の土壌乾燥では節根発育がすべての品種において維

持される一方で、中程度の土壌乾燥では KDML105 を含む複数の品種において節根発生の顕著な抑制が確認された。根系の吸水能の指標とされる総根長と各根系形質との相関関係を調べた結果、側根発育は軽度の土壌乾燥において、節根発育は中程度の土壌乾燥において、それぞれ総根長との間に正の有意な相関関係を示した。これらの結果から、節根発育は側根発育に比べて土壌乾燥によってより強く抑制されること、また土壌乾燥の強度によって総根長を規定する根系形質が異なることが明らかとなった。さらに同栽培試験において、軽度～中程度の土壌乾燥に対して総根長が顕著に増加し、一方で地上部乾物重が顕著に抑制される品種が見出された。この結果から、土壌乾燥によって単位根長あたりの吸水能（水通導性）が抑制され、さらにその抑制程度に品種間差が存在することが示唆された。

第3章では、土壌乾燥が根の水通導性および根系の形態的発育へおよぼす影響を評価することを目的とし、第2章で用いた6品種に LTH（ジャポニカ育成品種）を加えた7品種を供試して栽培試験を行った。グロスチャンバー内において乾燥区と湿潤区の2処理区を設け、土壌を充填した直径4 cm、高さ50 cmのマイラー樹脂円筒管にそれぞれの品種を21日間栽培し、土壌を洗い流してサンプリングした後にプレッシャーチャンバー法を用いて根系全体の水通導性を測定した。その結果、全品種において根表面積あたりの水通導性（以下、 $L_{pr}$ とする）は土壌乾燥によって顕著に低下し、さらに土壌乾燥に対する $L_{pr}$ の低下割合には品種間差が認められた。土壌乾燥が根系発育に及ぼす影響について根系形質ごとにみると、節根発育は土壌乾燥によってすべての品種で同程度に抑制されたが、一方土壌乾燥が側根発育に及ぼす影響には品種間差が認められた。すなわち土壌乾燥によって直径0.10 mm～0.20 mmの側根発生数はすべての品種で促進され、一方で土壌乾燥に対して高い $L_{pr}$ を示した品種のみ、直径<0.05 mmの側根発生が顕著に抑制された。これらの結果から、土壌乾燥による根系の水吸収能の抑制程度には品種間差が存在すること、さらにその品種間差には土壌乾燥に応答した側根の形態的構造変化が密接に関わることが示唆された。さらに、土壌乾燥条件下では湿潤条件下と同じ根長に対してより低い根表面積が認められたことから、根系による水吸収能の正確な評価には、根長以外に水通導性を含めた異なる形質評価が必要であることが示唆された。

以上より、天水田イネが具備すべき形質としての可塑性に、天水田の条件に応じた異なる種類のものが必要とされること、根系を構成する節根と側根では土壌乾燥に対する反応性が異なること、さらには、土壌乾燥に対する根系の発育反応に加えて、水通導性にも品種間差異が存在することを明らかにし、今後の天水田適応イネ品種の育成にとって有用な発育学的、生理学的知見を提供した。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、審査論文に合格と判定した。