

論文題目 Root plasticity for adaptation to soil moisture fluctuation stress and its associated QTLs in rice plants (土壤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)

氏名 OWUSU-NKETIA Stella

天水田においては、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。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、そのようなストレス環境に対する適応のための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、3つの圃場実験を実施し、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選んだ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、生殖成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、根の可塑性に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、栄養生長期と生殖成長期において、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、生殖成長期に、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、これらが土壌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。

次ぎに、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、根系発育が対照的なKDML 105と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、浅層(0-20 cm)ならびに硬盤層より上で、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ため、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。