

主論文の要約

Role of root plasticity in hardpan penetration and growth under soil moisture fluctuations in rice

論文題目 (土壌水分変動条件下でのイネ根可塑性の硬盤層貫入および生長における役割)

氏名 Nguyen Thi Ngoc Dinh

論文内容の要約

天水田の典型的な特徴は、土壌水分条件が変動し、また硬盤層が深層への根の伸長を抑制し、水不足時に、植物体による吸水を妨げていることである。したがって、硬盤層への根の貫通能力が、とくに降雨が少なく、表層の土壌水分が不足する乾燥期間における深層からの吸水を可能にする深根性にとっての重要な形質である。また、これまでの研究で、硬盤層貫入に対して、根の可塑性が重要な役割を果たしており、とくに、可塑性発揮による根の伸長促進と、土壌水分変動条件下での、水分とそれと相互作用を持って変化する貫入抵抗の低下との時期的な一致が重要であることが明らかにされており、さらに多くの品種等で検証される必要性が指摘されていた。

そこで本研究では、1) 土壌水分変動条件下での、節根による硬盤層貫入能力を4品種間で比較し、2) ササニシキとハバタキとの交配から作成された染色体断片置換系統群を用いて同様な比較をし、3) その中で最も強い可塑性を発揮したCSSL439(SL39)とササニシキ由来のF2集団を用いて、硬盤層貫入と深根性に関わるQTLを同定しようとした。

まず第2章において、浅層、人工硬盤層、硬盤層下の湿った深層から成る根箱を用いて、ササニシキ、ハバタキ、ニッポンバレ、カサラスの4品種を用いて、土壌水分変動条件下での、節根伸長による硬盤貫入と深層での側根発達に関わる可塑性を、2回の実験によって比較した。可塑性は、土壌水分変動条件と湿潤(対照)条件との間の、各根形質の差異によって数値化した。2回の実験を通じて、ハバタキは一貫して、他の3品種に比べて乾燥後の灌水に対してより高い可塑性を発揮する傾向を示し、灌水によって含水率が上昇し貫入抵抗値が減少する時期に、節根伸長が促進され硬盤層に貫入し、深層での側根発達が促進された。この可塑性が、吸水の促進を通じて乾物生産の増加に貢献した。さらに、ハバタキでは、土壌水分変動条件下で、硬盤層下の深層の根が他の2層に含まれた根に比べて有意に高い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示したことから、これ

らの根は、可塑性発揮によって発育した相対的に若い根から構成されていると考えられ、 $\delta^{13}\text{C}$ を、可塑性発揮の指標として用いることができる可能性が示された。また、ササニシキ／ハバタキ染色体断片置換系統群が、硬盤層が存在し、土壌水分変動が起きている天水田条件下における、QTL 解析にとって適切な材料であると考えられた。

そこで第3章では、その系統群を供試し可塑性を評価した。ササニシキと比べて、水耕栽培ならびにポット土耕実験において、乾燥-再灌水条件下ではより高く、また湿潤条件下では同等の乾物生産を示した系統として、CSSL434 (SL34)、CSSL435 (SL35)、CSSL439 (SL39)を選抜し、根箱-ピンボード法と、前章で開発した実験系を用いて、土壌水分変動条件下での根の可塑性を評価した。いずれの実験系においても、SL39 は、ササニシキに比べて有意に大きな根長を示したが、浸潤条件下では有意差は認められなかった。このことより、SL39 は、ハバタキ由来の可塑性に関わる QTL を含む染色体断片を有していると考えられた。

第4章では、ササニシキと SL39 由来の F2 集団から 108 個体と、ササニシキと SL39 を供試し、可塑性に関わる QTL 解析を行った。幼植物期の検定には水耕系を用いて、PEG による疑似乾燥処理後に、PEG を含まない水に戻す処理と、PEG を含まない条件（対照）で生育させた。栄養成長期での検定には、プラスチック製の円筒を用い、土壌柱の途中に人工硬盤層を設けて、土壌水分条件と湿潤条件（対照）下で植物体を生育させた。検出された QTL はすべて 1 2 番染色体上に座乗していた。幼植物期では、RM6905 近傍に座乗する QTL (qTRL-12)が乾燥ストレス処理後にストレス解除に対して発揮される根の可塑性に関与することを明らかにした。栄養生長期において、SL39 はササニシキに比べて、土壌水分変動条件下では有意に大きい根長を示した一方、湿潤（対照）条件下ではその差は有意ではなかった。

栄養成長期では、土壌水分変動条件下における深層での根系発達および根系全体の可塑性と関連する形質と関連して、総根長、総側根長、深層における側根長、節根長、およびそれらの総根長に対する QTL (qTRLW-12, qTRLW-12, qTRLB-12, qTLRB-12, qTNRB-12) が RM3813 近傍に座乗することが分かった。さらに硬盤層における側根長の QTL (qTRLH-12)、および総節根長に対する QTL (qTNRW-12) がそれぞれ RM2197、RM1986 近傍に検出された。ハバタキの遺伝子がこれらの形質の増加に貢献していた。幼植物期に検出された QTL は、これまでに報告されている、通気組織形成ならびに L 型側根形成に関わる QTL と重なっていたが、栄養生長期に検出された QTL は、1 2 番染色体上でこれまで報告されている根に関わる QTL とは重なっていなかった。また、硬盤層内の根長に関わる QTL が本研究では検出されなかったことから、ハバタキは、硬盤層貫入に直接関わる QTL ではなく、乾燥後の再灌水に鋭敏に反応し伸長を促進する可塑性に関わる QTL を有し、再灌水に伴って柔らかくなった硬盤層を貫通し、硬盤層下での根系を発達させている可能性があると考えた。この QTL は、土壌水分が変動し、かつ硬盤層が形成されている典型的な天水田条件に適応性を有した品種の開発にとって、極めて有用である可能性がある。