

審査の結果の要旨

氏名 小川 諭志

窒素は植物の成長に最も重要な栄養要素である。施用された窒素は植物の根によって吸収されるが、現状ではその大部分が利用されずに失われており、農家の経済的損失であるとともに、環境汚染や地球温暖化ガス（ N_2O ）の発生に寄与して深刻な問題を引き起こしている。

本論文は、根系の改良によって窒素吸収をより効率的にすることを目的に、イネ品種の根系構造とその低窒素に対する応答、およびそれら係わる量的遺伝子領域（QTL）を、南米の陸稲品種と野生種を交配させた染色体断片置換系統群（CSSLs）を用いて解析したものである。今後、低窒素施肥条件下で収量の高い品種を遺伝マーカー支援育種で育成することを目指したもので、コロンビアの国際熱帯農業センター（CIAT）で行った3年間にわたる実験室・屋外圃場での研究結果である。

第1章は論文全体の序章であり、窒素利用効率向上の重要性を論じるとともに、広範な文献レビューによって、コロンビアにおけるイネの重要性、コスト削減のための施肥利用効率向上の必要性、また最新のマーカー支援育種技術等について論じている。特に南米のコロンビアでは米の生産コストに占める肥料コストが高く、輸入米の方が安くなるという現象が起きている点を指摘しており、本研究の社会的意義について十分な目配りがあることが特筆される。

第2章では、野生種を含む15品種のイネの根長および根系構造の窒素応答性を、メッシュフロート法とバスケット法を用いて解析した。窒素としてはアンモニア態と硝酸態の両者を用い、異なる濃度および生育時期で評価を行った。その結果、イネの根系構造はアンモニア濃度への応答性が大きいことが、その中から野生種を中心に応答性が少なく耐性のある品種を見出した。また品種を根系構造が異なるいくつかのタイプに分類することに成功し、深根と浅根をバランスよく持つ浅深両備型が、無窒素施肥区の圃場での収量減が少なく効率的に窒素吸収を行っていることが解明された。また根系構造の時間的経過を量的に把握した。イネの成長にともなう根系構造の時間的変化を解明したのは本研究がはじめてである。

第3章では、前章の実験結果から特に対照的な根系構造と窒素応答性を持つ2品種 *Curinga* と *O. rufipogon* を選抜し、それらを両親とする染色体断片置換系統群（CSSLs）を用いて QTL マッピングを行った。その結果、根の伸長に係わる3つの QTL ならびに深根数に

係わる1つのQTLを第1染色体に、浅根数に係わる1つのQTLを第12染色体に同定した。

第4章では、第2章で見出した対照的な根系構造をもつ5品種を用い、窒素施用量を変えた実験水田において窒素欠乏耐性にかかわる形質を評価した。用いた品種は浅根型のIR64、深根型のCuringaならびにNERICA、両方兼備型の*O. rufipogon*およびFedearroz174である。浅深兼備型がもっとも高い窒素欠乏耐性を示し、窒素効率を向上させるために有望な根系形質であることが明らかになった。

第5章では、さらに根系構造や窒素欠乏耐性に係わる遺伝的形質について解明するため、前章と同様の圃場実験を染色体断片置換系統群(CSSLs)を用いて実施した。その結果、収量形質にかかわる8つのQTLと、窒素欠乏耐性に係わる3つのQTLを見出すことができた。また、第3章で同定した根長や根系構造に関するQTLsと位置の比較を行った。種子根長のアンモニア阻害耐性の形質と深根性形質および収量の窒素不足耐性のQTLsは第1染色体に確認され、その2つがオーバーラップした遺伝子領域内に検出された。このことからこれらの形質が1つの遺伝子または連鎖する遺伝子によって制御されているのではないかと示唆された。

第6章は総合考察である。根系構造を意図的に改良して新作物・新品種に結びつけた成功例は多くはなく、本研究の成果、すなわち作物の生産性を向上させるための窒素利用効率向上に関わる根系構造、そのQTL解析、将来の育種対象形質とその遺伝子マーカー情報は今後の遺伝育種改良にとって重要である。現在は第1染色体内に見られた遺伝領域に関するCSSLsの戻し交配体を用いて、当該形質に関わる遺伝子を特定するための準備を進めている。

以上、本論文は、これまであまり行われてこなかった根系の構造について、圃場での低窒素耐性との関係を明らかにするとともに、その両者のQTL領域を解明して比べることによって、関連染色体領域の解明に成功した。特に第1染色体の長腕領域には根長や深根数に関わるQTLsと低窒素条件でも収量が落ちにくいQTLが混在しており、今後の育種に重要な領域であることが明らかになった。また深い根と浅い根をバランスよく持つ、浅深兼備型根系構造は低窒素条件でも収量が落ちにくい形質とも高い相関を示しており、窒素利用効率向上に関わる根系構造の一つであると示唆された。

これらの研究の成果は学術上応用上寄与するところが少なくない。よって、審査委員一同は本論文が博士(農学)の学位論文として価値あるものと認めた。