

審査の結果の要旨

氏名 Ramalingam Poornima (ラマリングラム プールニマ)

作物の干ばつ抵抗性は、干ばつ下の収量の遺伝環境相互作用が大きいいため、直接選抜での改良効果は限定的であり、そのため間接選抜が提案されてきたが、候補となる耐乾性形質は多様であり、それぞれの測定や遺伝子座の同定にも労力・コストがかかる。代替的な方法として、種々の耐乾性形質を総合した、干ばつ応答指数(drought response index; DRI)という指標の活用が提案されてきたが、イネの DRI の生理形態学的・遺伝学的解析はほとんど進められていない。本研究では、干ばつ適応性、フェノロジー、根系に関する形質について、品種群、準同質遺伝子系統、マッピング集団の様々な材料を駆使して、第 1 に、DRI のフェノタイプは根の伸長角度によって影響されるかどうかを検証した。第 2 に、遺伝的背景の異なるマッピング集団で DRI の量的遺伝子座 (QTL) を同定し、エピスタシスや QTL 環境相互作用、根の伸長角度の QTL との関連性について、明らかにした。

第 1 章は緒言で、第 2 章は DRI を含むイネの耐乾性に関する文献レビューである。第 3 章から第 5 章までは、生理形態学的な研究、第 6 章と第 7 章は遺伝学的な研究で、第 8 章が総合考察である。

第 3 章では、畑条件での干ばつへの適応性の異なるイネ品種、出穂日の異なるコシヒカリ準同質遺伝子系統の DRI を、通常播種と、出穂日を揃えるように播種日をずらしての播種とで算出した。DRI は干ばつ下の収穫指数、稔実性や乾物生産と正の相関が強く、不稔穂の割合、出穂遅延、草丈減少と負の相関が強かった。Dular やゆめのはたもちでは予想通り DRI が最も高かった。

第 4 章では、根の伸長角度または中心柱の断面積の異なる IR64 準同質遺伝子系統の DRI が、根の伸長角度と、それに次いで中心柱の大きさに影響されていることを示し、水平に対する根の伸長角度が大きく根が鉛直方向に向かっていると DRI が高くなり、干ばつ耐性が向上することを示した。

第 5 章では、根の伸長角度と根の深層の根長密度の間の関係を、第 4 章の準同質遺伝子系統 Dro1-NIL とその親品種とを用いて、土壌鎮圧の 3 段階の圃場

試験で2年間、定量的に解析した。その結果、土壌強鎮圧区 (1.8MPa) の場合、深根性に寄与する根の伸長角度の遺伝子 (*DEEPER ROOTING 1*) を導入した *Dro1-NIL* の深根性の発現が小さくなることを示すとともに、鉛直に近い伸長方向 (45~90°) の根数と 30 cm以下の深層の根長密度の間には処理や年次によらず強い正の相関があることを示し、根の伸長角度が、鎮圧区を含む異なる環境下でも、イネの生産に貢献しうる深根性の指標であることを証拠づけた。

第6章では、畑条件の干ばつへの適応性に差異のある品種を親とする3つの異なるマッピング集団 (オトメモチ/ゆめのはたもち、アキヒカリ/*IRAT109*、亀の尾/*Dular*) を用いて、*DRI* が収穫指数や収量構成要素と強い正の相関があることを示した。出穂日との相関はなく、最も厳しいストレスが強かった条件の試験では、干ばつ後の回復成長、すなわち再灌水後に出穂した穂の子実重とも強い正の相関があった。*DRI* の *QTL* が、オトメモチ/ゆめのはたもち集団では、2年間のデータからも第2染色体の *RM6911-RM6379* の領域に、オトメモチ/ゆめのはたもち集団とアキヒカリ/*IRAT109* 集団とに共通して第4染色体 *RM5953* 近傍に、亀の尾/*Dular* では、第8染色体に2か所、*DRI* の *QTL* が検出された。これらのいずれの *QTL* も他のゲノム領域とエピスタシスがあり、またエピスタシスの検出数は主効果の *QTL* の数よりも多かった。*DRI* の相加効果と環境 (年次) の交互作用は、*QTL* の相加効果の寄与率よりも大きかった。

第7章では、第6章と同じ集団について、コントロール畑条件で根の伸長角度を計測し、その *QTL* を同定し、熱帯ジャポニカに由来するアキヒカリ/*IRAT109* でのみ、第9染色体の *DEEPER ROOTING 1* の近傍に、深根性に寄与する根の伸長角度の *QTL* を検出した。

これらをまとめると、準同質遺伝子系統を使用した試験から、深根性に寄与する根の伸長角度は *DRI* のフェノタイプを決める重要な形質であるが、より多様な遺伝的背景の材料で見ると、*DRI* は干ばつ下の子実重形成に関わる形質 (収穫指数、収量構成要素など) に最も影響を受けることを示した。*DRI* の *QTL* が第2、第4、第8染色体に同定され、エピスタシスと *QTL* 環境交互作用が大きいことが示された。根の伸長角度の *QTL* と *DRI* の *QTL* はゲノム上の同じ位置には検出されなかったが、根の伸長角度に関するエピスタシスと、干ばつ下の生産に関するの諸々の形質とのゲノム上の位置に関して関連性は認められた。

これらの研究成果は、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。