

学 位 論 文 題 名

イネの穀粒形質に関する遺伝学的研究

学位論文内容の要旨

イネの穀粒形質を改良するための基礎的知見を得ることを目的として、収量と関連する粒大や食味に影響する胚乳成分などの穀粒形質に関する遺伝解析を行った。研究内容は次の3章から成る。第1章は粒大に関する4種の突然変異体の遺伝子分析、第2章は矮性遺伝子の穀粒形質に及ぼす多面作用の解析、第3章はF₂集団における分子マーカーと穀粒形質との遺伝的關係である。

I. 粒大に関する遺伝子分析

系統「永山77402」から見出された3種の長粒突然変異体(N-179, N-182, N-183) および「キタアケ」の蒴カルスへ20kRのガンマー線照射を行って、再生個体から生じた小粒突然変異体(AT-130)について、粒大に関する遺伝子分析を行った。

3種の長粒変異体と原系統「永山77402」を比較すると、各変異体に共通して、籾長は約12%増加し、籾幅には差異がなく、穂数と一穂穎花数が減少した。また、N-179とN-183では種子稔性の低下、N-182では稈長の減少がそれぞれ認められた。小粒変異体を原系統の「キタアケ」と比べると、籾長は約15%、籾幅は20%、種子稔性が58%減少したが、到穂日数は約24日増加した。

N-179の長粒性には Lk-f (房吉長粒) や lk-i (IRAT13長粒) とは異なる新しい単純劣性遺伝子が関与し、N-182の長粒性には不完全

優性遺伝子、N-183の長粒性には単純劣性遺伝子がそれぞれ関与していた。また、同型接合体間の粒大の比較から、3遺伝子はそれぞれ粉長を約10%増加させ、粉幅には作用しないことが明らかになった。小粒性には既知の極小粒(Mi)とは異座の単純劣性遺伝子が関与し、粉長を10%、粉幅を20%減少させた。

上記の突然変異遺伝子と既知の粒大遺伝子とを用いて長粒×長粒、長粒×小粒、小粒×小粒の交雑組合せを作り、粒大に関して各遺伝子間に相加作用のみられることを明らかにした。なお、lk-3(t)は染色体4、lk-2(t)は染色体11にそれぞれ座乗していた。

II. 矮性遺伝子の穀粒形質に及ぼす多面作用

19種類の矮性遺伝子に関する準同質遺伝子系統と原系統の「しおかり」を水田と温室の各条件に栽培して、矮性遺伝子の穀粒形質に対する多面作用を調べた。矮性遺伝子の多面作用は遺伝子型および栽培条件によりそれぞれ異っていた。到穂日数と胚乳のアミロース含量との間には温室条件では相関が認められなかったが、水田条件では正の相関がみられた。また、到穂日数とタンパク質含量の間には両栽培条件において負の相関が認められ、早生系統では胚乳のタンパク質含量が高く、晩生系統ではタンパク質含量の低い傾向がみられた。

矮性遺伝子の穀粒形質に及ぼす作用性は主成分分析によって4群へ分類された。すなわち、A群は原品種の「しおかり」を含む多面作用の少ないグループ、B群は粉幅を広くするグループ、C群は短粒でアミロース含量が低く、タンパク質含量も高いグループ、D群は穂数が多く粉幅が狭いグループとなった。A群に属する半矮性(sd-1)は不良な多面作用が少ないので良質の品種を育成する材料として適する。

Ⅲ. 分子マーカーと穀粒形質の遺伝的關係

半矮性(sd-1)を有する準同質遺伝子系統の ID-47と Jodonの検定系統の 83N1168との交雑からのF₂集団を作成し、まず分子マーカーの遺伝子分析を試みた。

両親系統間では 121種の RFLPプローブのうち 21種について多型が検出され、その内 18種はF₂集団で 3 : 1 あるいは 1 : 2 : 1 に分離した。また、RAPDマーカーでは PCRに用いた 60種のプライマーの内 25種では両親間に多型が検出され、その中の 18種についてはF₂集団で 3 : 1 の分離を生じた。RAPDマーカーの内 OPV10-420は染色体 6 に、OPP1-960、OPV8-1000、OPV6-920および OPP14-1140はそれぞれ染色体 9 へマッピングされた。さらに sd-1を加えた 37種のマーカーを用いて、マーカーと穀粒形質間の遺伝的相関関係を調べた。

F₂集団を各マーカーごとに優性と劣性または同型接合体と異型接合体へ分類して、各形質の平均値を算出して、それらの 2 型または 3 型間の差の有意性を求め、マーカーと形質間の遺伝的相関関係を調べた。その結果、稈長と sd-1(染色体 1)間、籽長と sd-1、RG140(染色体 1)、RG650(染色体 7)、RG304(染色体 11)、OPV6-920(染色体 9) および OPV7-1240の各マーカー間、籽幅と RG140、RG147(染色体 1)および RG13(染色体 5)の各マーカー間、到穂日数と RG28(染色体 8)および RG650(染色体 7)の各マーカー間、アミロース含量と RG28(染色体 8)および OPC15-630の各マーカー間、千粒重と sd-1、RG140、RG147(染色体 1)、RG213(染色体 6)および RG304(染色体 11)の各マーカー間、一穂穎花数と RG140(染色体 1)および RG341(染色体 12)の各マーカー間、穂長と RG13(染色体 5)および RG650(染色体 7)の各マーカー間、種子稔性と RG341(染色体 12)、OPP1-960(染色体 9)および OPC15-630の各マーカー間にはいずれも遺伝的相関関係が認められた。マーカーが少なかつたため量的遺伝子座を正確には

決定できなかったが、関係の深いマーカーの近くの染色体上に各量的遺伝子座の存在することがわかった。

粒大、草型やアミロース含量などは、言うまでもなくイネ育種にとって重要な形質である。本研究で示された遺伝的關係から分子マーカーを用いる穀粒形質の効率的な選抜 (marker-aided selection) を期待できる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 木 下 俊 郎

副 査 教 授 島 本 義 也

副 査 教 授 三 上 哲 夫

学 位 論 文 題 名

イネの穀粒形質に関する遺伝学的研究

イネの多収性や良食味と関係の深い粒大や胚乳成分に関して遺伝解析を行った。本論文は5章より成り、132頁で表34と図25を含む。主な内容は以下の如く要約される。

1. 粒大に関する遺伝子分析

系統「永山77402」から見出された3種の長粒突然変異体および「キタアケ」のガンマ一線照射による小粒突然変異体(AT-130)について、粒大の遺伝子分析を行った。

3種の長粒変異体に共通して、籾長は原系統より約12%増加し、籾幅に差異がみられず、穂数と一穂穎花数が減少した。一方、小粒変異体では原系統と比べ、籾長は約15%、籾幅は20%、種子稔性が58%減少したが、到穂日数は約24日増加した。

N-179の長粒性には $\underline{Lk-f}$ (房吉長粒) や $\underline{lk-i}$ (IRAT13長粒) とは異なる新しい単純劣性遺伝子が関与し、N-182の長粒性には不完全優性遺伝子、N-183の長粒性には単純劣性遺伝子がそれぞれ関与していた。 $\underline{lk-3(t)}$ は染色体4、 $\underline{lk-2(t)}$ は染色体11にそれぞれ座乗していた。また、小粒性には既知の極小粒($\underline{Mi}$)と異座の単純劣性遺伝子が関与していた。

数種の粒大遺伝子を用いて長粒×長粒、長粒×小粒、小粒×小粒の各交雑組合せを作り、粒大に関する各遺伝子が互いに相加作用を有することを明らかにした。

2. 矮性遺伝子の穀粒形質に及ぼす多面作用

19種類の矮性遺伝子に関する準同質遺伝子系統と原系統を共に水田と温室の各条件に栽培して、矮性遺伝子の多面作用を調べた結果、各遺伝子が異なる多面作用を有し、栽培条件によっても作用が変わることを明らかにした。すなわち、到穂日数と胚乳のアミロース含量との間には温室条件では相関が認められなかったが、水田条件では正の相関が認められた。また、到穂日数とタンパク質含量の間には両栽培条件において負の相関が認められ、

早生系統では胚乳のタンパク質含量が高く、晩生系統ではタンパク質含量の低い傾向がみられた。

矮性遺伝子の作用性は主成分分析によって4群へ分類され、A群は原品種を含む多面作用の少ないグループ、B群は籾幅を広くするグループ、C群は短粒でアミロース含量が低く、タンパク質含量も高いグループ、D群は穂数が多く籾幅が狭いグループに分かれた。A群に属する半矮性 (sd-1) は良質の品種を育成するために不利な多面作用を有さぬことが判った。

3. 分子マーカーと穀粒形質の遺伝的關係

ID-47 (sd-1系統) と Jodon の検定系統の 83N1168 との交雑F₂ 集団では、121種のRFLPプロープのうち18種でのみ分離が認められた。また、RAPDマーカーではPCRに用いた60種のプライマーの内18種で分離を生じた。RAPDマーカーの内 OPV10-420は染色体6に、OPP1-960、OPV8-1000、OPV6-920および OPP14-1140はそれぞれ染色体9へマッピングされた。さらに sd-1 を加えて37種のマーカーについて、穀粒形質との間で遺伝的相関関係の有無を調べた。

その結果、稈長と染色体1のマーカー間、籾長と染色体1、7、9、11を含む6種のマーカー間、籾幅と染色体1と5の3種のマーカー間、到穂日数と染色体7と8の2種のマーカー間、アミロース含量と染色体8を含む2種のマーカー間、千粒重と染色体1、6、11の5種のマーカー間、一穂穎花数と染色体1と12の2種のマーカー間、穂長と染色体5と7の2種のマーカー間、種子稔性と染色体9と12を含む3種のマーカー間で、それぞれ何らかの遺伝的相関関係が認められた。染色体別に分けた場合に、マーカー数が少なかつたため量的遺伝子座の決定に至らなかったが、各量的形質に係わる遺伝子の座乗染色体が上記のように推定された。

粒大、草型やアミロース含量などは、イネ育種にとって重要な形質であり、突然変異体の遺伝分析による新たな遺伝資源の拡充並びに穀粒形質と分子マーカーとの遺伝的關係からの効率的な選抜法 (marker-aided selection) が可能となり、イネ遺伝育種学へ大きな貢献をした。

よって審査員一同は、最終試験の結果と合わせて、本論文の提出者洪梅珠は博士 (農学) の学位を受けるのに十分な資格があるものと認定した。