

学位論文題名

イネの形態および生理的突然変異に関する遺伝学的研究

学位論文内容の要旨

イネ(*Oryza sativa* L.)の形態形質は収量等の農業形質との関連が深く、また様々な遺伝変異に富むことから、育種学や遺伝学の重要な研究対象となってきた。本研究では、イネの形態形質の中から農業的にも重要な意味を持つ粒大および分けつに関する変異体に着目し、遺伝子分析を行った。また、突然変異体の中に温度条件に反応して、形態が著しく変化する条件変異体(conditional mutant)を見出し、それらの遺伝解析を行った。研究結果は以下のように要約される。

1. 粒大の遺伝子分析

水稻品種「しおかり」から人為的に誘発された変異体に由来する長粒系統N-173の長粒性にはLk-f(房吉長粒)と同座の不完全優性遺伝子が関与していた。N-173の形態的特性を原品種「しおかり」と比較すると、籾長、玄米長は1.2~1.3倍、千粒重は約1.4倍となり、長稈、長穂および穂数の減少等の多面作用が認められた。連鎖分析の結果、Lk-fとMi(極小粒)の間には連鎖関係が示され、両遺伝子は染色体3に座乗していることが明らかになった。

長粒系統IRAT13の長粒性にはLk-fとは座を異にする劣性遺伝子(lk-i)が関与しており、さらに粒大に係わる微動遺伝子も集積されていると推定された。lk-iの作用は、Lk-fと同様に籾長を増大させ、籾幅にはあまり影響を与えないことが認められたが、その作用力はLk-fより小さかった。連鎖分析からlk-iは染色体4に座乗していることが明らかになった。

粒大に係わる主働遺伝子間の相互作用を検討するために、長粒遺伝子としてLk-f、lk-i、短粒遺伝子として、Mi、d-2(夷型矮性)、d-11(農林28号型矮性)

を用いて、長粒×長粒、長粒×短粒、短粒×短粒の数種の交雑組合せを育成し、後代の粒大変異を調査した。各遺伝子は稈長に対する長短の方向、作用力に差はみられたものの、上位性は認められず、遺伝子を共有する個体は長粒と長粒ではより長粒、短粒と短粒ではより短粒、長粒と短粒では作用を相殺し合い中間型となったことから、各遺伝子は相加的に作用することが明らかとなった。

葉化穎不稔遺伝子(lhs-1)を有する系統を交雑親に用いて、稈と玄米の大きさ・形に関する遺伝子分析を行ったところ、lhs-1型個体の葉片化した稈長および稈による規制のない玄米長にもMiとLk-fが作用することが示された。lhs-1を用いるならば切穎処理実験と同様に、稈の規制を受けない玄米本来の大きさの遺伝解析を行うことが可能である。

2. 少分けつ変異体

人為的に誘発された突然変異体に由来する4種の少分けつ系統(N-133、N-174、N-176、N-175)およびそれらの原系統を水田条件(低温区)とビニールハウスのポット条件(高温区)で栽培し、特性を比較した。低温区では著しい少分けつと短稈を示し、高温区では正常型を示す低温感受性型(N-133、N-176、N-175)と、温度反応が小さく、茎数の減少以外には形質の変化が小さいN-174の2群に分類された。水田条件下では、rcn-1がrcn-2、rcn-3およびrcn-4(t)に対して上位性を示したことから、rcn-1の低温感受性程度が最も高かった。

4種の少分けつ系統について、遺伝子分析と対立性検定を行ったところ、各系統の少分けつ性は互いに異なり、独立関係にある単純劣性遺伝子の関与することが示され、各少分けつ遺伝子をrcn-1(N-133)、rcn-2(N-174)、rcn-3(N-176)およびrcn-4(t)(N-175)と命名した。連鎖分析の結果、rcn-1は染色体6に、rcn-2は染色体4に座乗していることが明らかになった。

分けつ数に関して作用方向が逆である少分けつ遺伝子と分矮遺伝子との2重劣性型を水田条件下で育成し、遺伝子間の相互作用を調べたところ、rcn-1は分けつ矮性遺伝子のd-10、d-3、d-4、d-5に対して、分けつ数に関しては上位的に作用していた。rcn-2、rcn-3およびrcn-4(t)と4種の分けつ矮性遺伝子(d-10、d-14、d-17(t)、d-27)は分けつ数に関しては相反する方向とはなるが

相加的に作用し、2重劣性型個体では作用が相殺され、両親の中間型の分けつ数を示した。少分けつ遺伝子とオーキシンの前駆物質L-トリプトファン合成を阻害する la (もつれ) との2重劣性型を育成し、遺伝子間相互作用を調べた。rcn-2 と laの間には相互作用は認められなかったが、rcn-3 と laの2重劣性型では rcn-3が発現する低温条件下で「もつれ」の程度が弱まり、稈がやゝ起き上がった。

分けつの発生に関与することが知られている合成オーキシン(NAA)、抗オーキシン(TIBA)およびサイトカイニン(BA)を3種の少分けつ系統(N-174、N-176、N-175)に処理したところ、各変異体の反応は異なっており、少分けつ性発現の生理的機構にも差異のあることが示唆された。

3. 温度感受性変異体

人為突然変異体に由来する N-172の小粒型矮性には単純劣性遺伝子の関与することが明らかとなり、既報の矮性とは特性が異なったことから、遺伝子記号を d-58(t) とした。連鎖分析から d-58(t)は染色体6に所属することが明らかとなった。N-172 と原系統の AC-85を異なる温度条件下で栽培し、形質を比較したところ、N-172 は低温条件下では生育が抑制され、半数体様の矮性、小粒、不稔を示したが、高温条件下では生育や稔性が回復する顕著な温度反応を示した。N-172×H-69 のF₂集団を2分して、水田(低温区)とビニールハウス(高温区)にそれぞれ栽培したところ、d-58(t) は、低温条件下でのみ変異形質を発現する低温感受性遺伝子であることが明らかになった。

突然変異系統のMutant-1が示す一穂内に正常な穎花から種々の奇形穎花が混在する変異には単純劣性遺伝子 (mls-3(t)) が関与していた。連鎖分析から mls-3(t)は染色体4に所属することを明らかにした。Mutant-1を高温区と低温区に栽培し、形質を比較したところ、高温区では奇形穎花の頻度は50%以下で、種子稔性は50%以上を示し、低温区ではほぼ 100%の奇形と完全不稔を示し、明確な低温感受性が認められた。

N-133(rcn-1)と高温感受性のふ系71号矮性(d-50=d-12)の交雑F₂集団を高温区と低温区に栽培して表現型を比較したところ、rcn-1は低温条件下でのみ発

現し、低温区では rcn-1がd-50に対し上位性を示した。

本研究で明らかにした連鎖関係は以下の通りである。

染色体3 Mi - bc-1 - Lk-f - An-3 - lhs-1 - dl - d-20

染色体4 lg - Ph - Pr - mls-3(t) - rcn-2 - lk-i

染色体6 wx - C - rcn-1 - fs-1 - H1-a - d-58(t)

以上の遺伝変異は、育種的に遺伝資源として役立つことの他に、染色体上の座位が明らかになったことから標識遺伝子として、形態形成の機構を探るための研究材料として有用である。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 木 下 俊 郎

副 査 教 授 中 世 古 公 男

副 査 教 授 島 本 義 也

学位論文題名

イネの形態および生理的突然変異に関する遺伝学的研究

イネの農業形質とも関連の深い粒大および分けつ数の突然変異体に関して遺伝子分析と形質表現に及ぼす遺伝子作用を調べた。さらに、温度条件に反応して、形態が著しく変化する条件突然変異体(conditional mutant)についても遺伝解析を行った。

本論文は5章より成り、147頁で表48と図35を含む。主な内容は下記の如く要約される。

1. 粒大突然変異

品種「しおかり」の人為突然変異体である長粒性には、先に房吉長粒から見い出された Lk-f 座の不完全優性遺伝子が関与していた。この遺伝子は長稈、長穂および穂数の減少等の多面作用を有し、Lk-f と Mi (極小粒) の間に連鎖関係があり、染色体3に座乗していた。

系統IRAT13の長粒性には単純劣性遺伝子が関与し、lk-i は籾長を増大させ、籾幅にはあまり影響を与えなかったが、その作用力は Lk-f より小さかった。また、lk-i は染色体4に位置していた。

長粒と反対方向の短粒性に関する Mi (極小粒)、d-2 (夷型矮性) および d-11 (農林28号矮性) との関係を交雑実験により調べた結果、

各遺伝子の長短両方向への作用については遺伝子間の上位性が認められず、長粒と短粒への作用は互いに相殺し合って、たとえば Lk-f Lk-f Mi Miなる遺伝子型では中間の正常型に固定した。

内外穎が葉片化する遺伝子の lhs-1を用いて、粃がらによる規制を受けない状態を作り、Lk-fとMiが玄米長に及ぼす作用性を調べたところ、これまで玄米本来の大きさが粃がらと不均衡な発育をするという説とは異なり、Lk-fやMiによる玄米の長さの変異は粃長とよく調和していた。

2. 少分けつ性突然変異

突然変異で生じた4種の少分けつ系統をそれぞれの原系統と共に水田条件（低温区）とビニールハウス条件（高温区）で栽培したところ、低温区では著しい少分けつや短稈を示したのに対して、高温区では正常型に復帰するような低温感受性が見い出された。水田条件下では、いずれの変異体にも単純劣性遺伝子が関与し、4種のうちのrcn-1は他の3種、rcn-2、rcn-3 および rcn-4(t)に対して上位性を示した。連鎖分析の結果、rcn-1は染色体6に、rcn-2は染色体4に座乗していた。

分けつ数を異常に増加させる短稈性遺伝子との相互作用を調べた結果、rcn-1は分けつ矮性遺伝子のd-10、d-3、d-4、d-5に対して上位性を示した。しかし、他の3種（rcn-2、rcn-3 および rcn-4(t)）と4種の分けつ矮性遺伝子（d-10、d-14、d-17(t)およびd-27）との間では分けつ数に関して相加作用がみられ、2重劣性型が両親の中間の分けつ数を示した。3種の少分けつ系統（N-174、N-176およびN-175）へ合成オーキシン（NAA）、抗オーキシン（TIBA）およびサイトカイニン（BA）をそれぞれ単独で処理すると、各変異体においてそれらへの反応が異なり、4種の少分けつ性では生理的機構にも差

異のあることがうかがわれた。

3. 温度感受性突然変異

小粒型矮性(N-172)は永田条件下では単純劣性遺伝子が関与し、d-58(t)は染色体6に位置していた。N-172を高温条件下で栽培すると、生育や稔性が回復して、顕著な温度反応を示した。N-172×H-69のF₂集団を2分して、水田(低温区)とビニールハウス(高温区)でそれぞれ栽培したところ、d-58(t)は低温条件下でのみ形質を発現する低温感受性遺伝子であった。

低温区ではほぼ100%の奇形と完全不稔を示し、各種の奇形穎花が混在する突然変異体のMutant-1には単純劣性遺伝子が関与し、mls-3(t)は染色体4に座乗していた。この変異体は高温条件(ビニールハウス)下では奇形穎花の頻度を50%以下にまで減少させ、種子稔性も50%以上となった。

高温感受性のふ系71号矮性(d-12)と低温感受性のN-133(rcn-1)との交雑のF₂集団を高温区と低温区に分けて栽培したところ、rcn-1は低温条件下でのみ発現し、低温区ではrcn-1がd-12に対して上位性を示した。

4. 連鎖地図

本研究を通じて、染色体3では7遺伝子、染色体4では6遺伝子並びに染色体6では6遺伝子の配列が判明し、それらの染色体の遺伝子地図が補完された。

以上の研究成果は、農業形質と関係を有する突然変異形質について遺伝資源としての特性並びに遺伝子座や作用性を明らかにするとともに、形態形成の機構や遺伝子と環境条件の相互作用を解明したことにより、遺伝育種学上の有用な知見をもたらした。

よって審査員一同は別に行った学力認定試験の結果と合わせて、
本論文の提出者高牟禮逸朗は博士（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。