

学 位 論 文 題 名

イネの遺伝的雄性不稔と雑種不稔性に関する育種学的研究

学位論文内容の要旨

イネでは種々の遺伝的要因により、不稔性を生じることが知られている。その中で、雄性不稔性と雑種不稔性は共にイネの一代雑種育種に関わる重要な特性として注目されている。

1. 雄性不稔遺伝子の遺伝様式

品種「ニホンマサリ」より人為的に誘発された29種の雄性不稔突然変異系統を用いて、雄性不稔に関する核遺伝子の同定と作用性を明らかにした。各雄性不稔系統に農林9号を交配して得られた29種の F_1 植物では、花粉稔性と種子稔性がともに正常に近くまで回復した。したがって、各系統の雄性不稔遺伝子はすべて劣性であることがわかった。29種の交雑組合せによる F_1 を自殖して作った F_2 集団のうち、23組合せにおいては可稔：不稔が単遺伝子による分離比に適合した。その適合度が低かった6組合せのうち、MS-19を交雑親とした場合には15：1の重複遺伝子による分離比に適合した。一方、分離比への適合度がよくなかった5種の雄性不稔系統について B_1 集団を作ったところ、4組合せでは、いずれも単遺伝子による分離比に適合した。MS-19を用いた場合には3：1に適合し、重複遺伝子による仮説が支持された。

2. 遺伝子同定

各雄性不稔系統の有する核遺伝子間相互の異同を明らかにするため、各雄性不稔系統と「農林9号」の交配による F_1 を花粉親として、他の雄性不稔系統と

交配して、総当たり交雑を行った。その結果、次代ではMS-4とMS-9間ならびにMS-15とMS-29間の各組合せでは、可稔：不稔を1：1の比に生じた。したがって、MS-4とMS-9間、MS-15とMS-29間には、それぞれ同一の雄性不稔遺伝子が関与していた。また、27種の雄性不稔遺伝子は互いに異座であることを確かめた。

3. 葯の形態

各雄性不稔系統を通じて正常型の葯は「ニホンマサリ」と同様に黄色を呈し、葯長もほぼ等しく、花粉粒数も多かった。花粉粒を全く含まぬ葯は透明な白色で、小型であった。花粉粒数が減少している葯の多くは淡黄色を呈し、長さも中間型の系統が多かった。各雄性不稔系統の葯色は、1核期後期以降の花粉膜が肥厚した花粉を多数含む場合には黄色になり、少数であれば淡黄色となり、全く含まぬ時は白色となった。I-KIによる染色性花粉はいずれも3核期以降の花粉で、稔率にかかわらず、葯色は黄色となった。以上の観察結果から開花時における葯の形態から雄性不稔系統を5型へ分類すると、A：正常型葯（1系統）、B：黄色退化型葯（9系統）、C：淡黄色退化型葯（9系統）、D：白色退化型葯（7系統）、E：白色小型退化型葯（3系統）となった。

4. 花粉の発育異常

正常型ならびに各雄性不稔系統について、葉耳間長を指標として幼穂を採取し、特定の穎花（第1枝梗第4穎花）を材料として花粉の発育を比較検討した。自然光グロースキャビネット内（昼間27.5℃、夜間20.5℃）で栽培した材料を用いて、原品種である「ニホンマサリ」を正常型の指標とした。各雄性不稔系統の異常花粉の出現時期や発育異常によって雄性不稔29系統を以下の7群へ類別した。①花粉母細胞残存型（3系統）、②4分子-小孢子期異常型（5系統）、③タベート細胞異常型（9系統）、④小孢子中期異常型（2系統）、⑤空虚花粉型（4系統）、⑥花粉核残存型（3系統）、⑦充実花粉型（3系統）。

5. 開花習性

各雄性不稔系統と「ニホンマサリ」について第1枝梗から第4枝梗上に着生した穎花について開花習性を調査した。

正常型の「ニホンマサリ」の開花習性は、出穂後直ちに開花が始まり、2日目に開花最盛期となり、1週間で開花を終えた。未開花穎花の出現率は1%程度であった。開花は正午頃が最盛期となり、早朝や夕方には開花しなかった。

1穎花の開花時間は大体2時間以内であった。

雄性不稔系統では、出穂後直ちに開花する系統は少なく、開花開始日と開花終了日がそれぞれ正常型より遅延した。開花最盛日も遅くなった。多くの雄性不稔系統では開花期間はほぼ1週間となり、正常型に等しかったが、1部の系統は長期間にわたった。多くの雄性不稔系統では、未開花穎花率は10%未満であったが、未開花穎花の多い系統もあった。開花時刻は、早朝から始まる場合が多く、開花最盛時刻は正常型とほぼ同時刻であったが、開花は夕方まで持続した。各穎花の開花時間は長く、2時間以上にわたるものが70%程度あった。

6. 細胞質・核遺伝子型雄性不稔系統

Bhutimiri-36×農林9号のF₁に「農林9号」を反復親として連続戻し交雑を行い、Bhutimiri-36の細胞質と「農林9号」の核を有する置換系統を作成したところ、完全な雄性不稔性を示した。この育成系統(K-11)と新城の育成したBoro細胞質型雄性不稔系統(I-127)を自然光グロースキャビネット内で栽培し、花粉退化に関する細胞学的観察を行った。

両系統の花粉発育を比較するとその差異は全く見られず、両系統共1核期から2核期に至るまで異常が全くなく、花粉核第2分裂も正常に行われた。しかし、それ以降は花粉径の増大が認められず、発育が停止した。花粉粒は開花日に至るまで、栄養核内の仁が酢酸カーミンにより濃染し、円形を保持したままであったが、生殖核は楕円形で染色性が悪く、隣接する場合が多かった。した

がって、花粉の形態異常を生じたのは、従来の報告と相違し、花粉核第2分裂期以降であることが明らかになった。

7. 遠縁品種間交雑にみられる F_1 の雑種不稔性

インド型に属する5品種と日本型1品種を用い、日本型×インド型の F_1 を作成し、合計6種の交雑組合せの F_1 個体について花粉形態を調査した。

(1) 花粉不稔性の高かった F_1 個体では、小型で内容物の蓄積に乏しい退化花粉が多数みられた。それらの花粉核の形態としては、栄養核内の仁が酢酸カーミンによって濃染する3核退化型および2核退化型に加えて、稀ではあるが1核退化型および空虚花粉型を生じて、合計4型が含まれていた。

(2) 交雑組合せを異にすると、3核退化型や2核退化型が多かったものの、空虚花粉の多く出現した場合もあり、交雑組合せ間でこれらの退化型の出現が相違していた。

(3) 花粉径を測定した結果、 F_1 個体では多数の小型花粉（退化花粉）が広い幅の変異域で連続分布を示した。さらに交雑組合せ間でもそれぞれ相違する分布型となったが、稔性花粉と不稔花粉の2頂分布を示す場合と、稔性から不稔まで一連の連続変異を示す場合がみられた。

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

イネの遺伝的雄性不稔と雑種不稔性に関する育種学的研究

イネの一代雑種育種に関する重要な特性である遺伝的雄性不稔性と雑種不稔性に関して遺伝解析並びに細胞学的観察などを行った。つぎに細胞質・核遺伝子型雄性不稔と雑種不稔性に関する細胞学的観察を行った。

本論文は5章より成り、117頁で表17と図20を含む、主な内容は下記の如く要約される。

1. 雄性不稔遺伝子の遺伝機構

まず、品種「ニホンマサリ」より人為的に誘発された29種の雄性不稔突然変異系統を用いて、各雄性不稔系統に「農林9号」を交配し、29種の F_1 植物では稔性が正常に回復し、 F_2 集団では、23交雑組合せにおいて、可稔：不稔が3：1の単遺伝子の分離比に適合した。MS-19を交雑親とした場合には15：1の重複遺伝子による分離比へ適合した。一方、 F_2 で3：1へ適合しなかった5種の雄性不稔系統について B_1 集団を作ったところ、4組合せでは、いずれも単遺伝子による1：1の分離比に適合し、MS-19の戻し交雑では重複遺伝子に基づく分離比が再確認された。

遺伝子同定では、ある雄性不稔系統と「農林9号」の交配による F_1 へ他の雄性不稔系統を交配して、次代に稔：不稔を1：1に分離すれば、供試した2種の雄性不稔遺伝子は同じであると言う検定交雑により、MS-4とMS-9間ならびに

MS-15とMS-29間では、それぞれ同一の雄性不稔遺伝子が関与していることを明らかにした。また、27種の遺伝子が互いに異なることも同定した。

2. 葯の形態と花粉の発育

雄性不稔系統の葯色は、1核期後期以降の花粉膜が肥厚した花粉を多数含む場合には黄色となり、少数であれば淡黄色になり、全く含まぬ時は白色となった。また、I-KIによる染色性花粉は3核期以降の花粉で、それを含む場合は稔率にかかわらず、葯は黄色であった。

正常型と各雄性不稔系統について、葉耳間長を指標として幼穂を採取し、特定の穎花（第1枝梗第4穎花）を材料として花粉の発育を比較検討した。雄性不稔の29系統は異常花粉の出現時期や発育停止に関する遺伝子作用の類型化から、花粉母細胞残存型、4分子-小孢子期異常型、タペート細胞異常型、小孢子中期異常型、空虚花粉型、花粉核残存型、充実花粉型の7型へ分類された。

3. 開花習性

各雄性不稔系統と正常型の「ニホンマサリ」を用いて開花習性を比較した。

正常型では、出穂後直ちに開花が始まり、2日目に最盛期となり、1週間で開花を終えた。未開花穎花の出現率は1%程度であった。開花は正午頃に限られており、1穎花の開花時間は大体2時間以内であった。それに対して、雄性不稔系統では、出穂後直ちに開花する系統は少なく、開花開始日と開花終了日がそれぞれ正常型よりかなり遅延した。多くの雄性不稔系統では開花期間はほぼ1週間で、なかには長期間にわたるものもあった。未開花穎花率は10%未満が多かった。開花時刻は、早朝から夕方までにわたり、各穎花の開花時間も2時間以上が70%程度あった。

4. 細胞質・核遺伝子型雄性不稔系統

Bhutimiri-36×農林9号から戻し交雑法で核置換型の雄性不稔系統を作成し

て、Boro型細胞質雄性不稔系統と共に花粉退化の細胞学的観察を行った。

両系統の花粉発育は共に1核期から2核期に至るまで異常が全く認められず、花粉核第2分裂完了後に花粉の発育が停止した。花粉粒は開花日に至るまで、栄養核内の仁が酢酸カーミンにより濃染し、円形を保持したままであった。また、生殖核は楕円形で染色性が悪く、隣接する場合が多かった。

5. 遠縁品種間交雑のF₁にみられる雑種不稔性

日本型×インド型の6種の交雑組合せのF₁の中で花粉不稔性の高いF₁個体では、小型で内容物の蓄積に乏しい退化花粉が多数みられ、3核退化型と2核退化型に加えて、稀には1核退化型および空虚花粉型を生じた。交雑組合せ間で退化型に相違がみられ、花粉径の頻度分布は交雑組合せにより、稔性花粉と不稔花粉の2頂分布を示す場合と、単頂型の連続変異を示す場合がみられた。

以上の成果は一代雑種種子の採種へ深い係り合いを持つ遺伝的雄性不稔や雑種不稔性に関して新しい遺伝学および細胞学的知見を加えたのみならず、雄性不稔に関する遺伝資源の拡大によりイネ育種への貢献も大きかった。

よって審査員一同は、別に行った学力確認試験の結果と合わせて、本論文の提出者田丸典彦は博士（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。