

学位論文題名

Genetical study on nucleo-cytoplasmic hybrids in wheat

(小麦の核・細胞質雑種に関する遺伝学的研究)

学位論文内容の要旨

コムギの核と近縁種から由来する細胞質とを組合せて作る核・細胞質雑種の中には、雄性不稔性、半数体作出あるいは出穂遅延などの変異により育種的に利用価値の高いものが含まれている。

本研究では核と細胞質の新しい組合せにより有用な核・細胞質雑種を作出し、新変異の創成を試みると共に核・細胞質雑種に係わる遺伝現象や一代雑種利用のために重要な $F_1$ の花粉稔性に対する環境変異などを検討した。

一粒系コムギの3種 *T. boeoticum*, *T. monococcum* ならびに *T. urartu* のもつ細胞質遺伝要因を連続戻し交雑によりそれぞれ二粒系コムギへ導入したところ、育成された核・細胞質雑種はすべて雄性不稔性と生育弱勢ならびに出穂期の遅延を示し、3種の細胞質間には遺伝的分化がみられなかった。一方、これまで作られている一粒系コムギの細胞質を導入した6倍性の核・細胞質雑種はすべて雄性不稔性を示すと共に生育が著しく劣る欠点を有していた。そこで、本研究では新たに合成複二倍体の (*boeoticum*) AADD を雌性親に用いて、普通系のコムギ系統の Chinese Spring へ連続戻し交雑を行ない、その後代から *boeoticum* 細胞質と共に合成複2倍体のAゲノムからの稔性回復遺伝子を導入した結果、新たに雄性稔性で生育力の完全な核・細胞質雑種を作出した。同一の交雑の後代からは雄性不稔系統も作出されたので、稔性回復遺伝子についてのみ異なる同質遺伝子型系統を作って、互いに比較したところ、稔性回復遺伝子 *Rfboe-1* の作用性が花粉稔性の回復のみならず草丈、分けつ数や、穂長の増大といった生育力の回復にも作用していることが明らかになった。なお優性の *Rfboe-1* は劣性の *rfboe-1* に比べて雄性配偶子を通じて約1.5倍も多く次代へ伝達されることがわかった。検定交雑により、6倍性のコムギ種中の *T. aestivum* var. *graecum* が *boeoticum* 細胞質に対する弱稔性回復遺伝子を有することを見出した。*boeoticum* 細胞質を持つ雄性不稔系統に対してはこれまで稔性回復親が無かったために、一代雑種の作成に利用できなかったが、今回複2倍体から強力な作用力を有する *Rfboe-1* が導入され、しかも従来の欠点であった生育力の不良を完全に回復できたこと

から、雄性不稔系統、維持花粉親 (Chinese Spring) および稔性回復系統の 3 者が揃ったことになり、一代雑種作成へ利用が可能となった。

一粒系、二粒系および普通系コムギにそれぞれ含まれている A ゲノム染色体間では遺伝的内容に分化を生じているため、F<sub>1</sub> 雑種では 1 対の相同染色体について解対合を生じる。本研究により D ゲノム中の対合抑制遺伝子が A<sup>1</sup> (一粒系) と A<sup>0</sup> (普通系) の対合を妨げており、A、B ゲノムの染色体を D ゲノム染色体によつて置換した系統を検定親とする交雑実験を行った結果、A ゲノムの解対合を示す染色体は 4 A<sup>1</sup> であることが同定された。

次に *Aegilops ovata* 由来の細胞質に対する稔性回復遺伝子の座乗する 1 C 染色体あるいはその構造変異の 1 C' および 1 D 染色体の間において生じる受精競争を調べた結果、1 C の伝達率は 1 D の約 100 倍であり、競争力は 1 C > 1 C' > 1 D の順となった。また、1 C や 1 C' にある *Rfov* 遺伝子は孢子体的に作用していることがわかった。

雄性不稔性の一代雑種への利用のための前提条件として重要な稔性回復遺伝子の作用力についての環境変異性を調べた。コムギ属の 5 種の近縁種から由来した細胞質に対応する稔性回復遺伝子のホモとヘテロ型の個体を作り、札幌の春播条件と横浜の秋播条件で花粉稔性を比較した。一般に高緯度の札幌におけるヘテロ個体において稔性低下が著しかったが、*Aegilops ovata* 由来の細胞質の場合にはむしろ札幌で F<sub>1</sub> の稔性が向上した。コムギの一代雑種育種の実用化にすでに用いられている *T. timopheevi* 細胞質と *Rf3* の組合せの F<sub>1</sub> は札幌の春播栽培下では花粉稔性がきわめて低く、一代雑種品種に利用することは困難と考えられる。

*Ae. squarrosa* 細胞質とコムギの D ゲノム染色体 (1 D) との生存に係わる必須関係は木原・大塚 (1976) により知られている。本研究では実際に *Aegilops squarrosa* の細胞質を有する 5 倍体雑種と正常細胞質を有する 5 倍体雑種の後代において染色体数変異の推移を比較した。競争交雑下での雄性配偶子の受精は遺伝仮説から期待される理論値にはほぼ適合し、さらに *squarrosa* 細胞質を有する 5 倍体雑種の F<sub>1</sub> 代以降では 2 n = 42 またはその周辺に収れんし、2 n = 34 以下のいわゆる減少群はすべて消滅した。この結果は従来の遺伝仮説を完全に立証した点で遺伝学的意義が大きい。

以上の研究結果から一粒系コムギ *T. boeoticum* 細胞質を有し、稔性や生育力の完全な新たな核・細胞質雑種を育成できたこと、また、花粉稔性回復遺伝子を有する異なる染色体間に受精競争のあることや一代雑種利用に必要な F<sub>1</sub> の花粉稔性の環境変異を確かめた。さらに *Ae. squarrosa* 細胞質と D ゲノム染色体 (1 D) の必須関係が 5 倍体雑種後代においても成立し、染色体数の推移は増加群の 2 n = 42 へ収れんすることを明らかにした。

## 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

コムギの核と近縁種から由来する細胞質とを組合せて新しい核・細胞質雑種を作成し、核と細胞質の相互作用に関する遺伝現象や一代雑種利用の育種のために重要な  $F_1$  の花粉・種子稔性に関する環境変異性などを調べた結果である。

本論文は英文で5章より成り、163頁で表58と図6を含む。主な内容は以下の如く要約される。

一粒系コムギの3種 *T. boeoticum*, *T. monococcum* ならびに *T. urartu* のもつ細胞質遺伝要因を連続戻し交雑によりそれぞれ二粒系コムギへ導入して作った核・細胞質雑種はいずれも雄性不稔性と生育弱勢ならびに出穂期の遅延を示したことから、3種の細胞質間には遺伝的分化のみられぬことを明らかにした。一方、新たに合成複二倍体の (*boeoticum*) AADD を雌性親に用いて、普通系のコムギ系統の Chinese Spring へ連続戻し交雑を行ない、その後代から *boeotium* 細胞質と共に合成複2倍体のAゲノムからの稔性回復遺伝子を持つ雄性稔性で生育力の完全な新しい核・細胞質雑種である稔性回復系統を育成した。同一の交雑後代からは雄性不稔系統も得られており、稔性回復には *Rfboe-1* 遺伝子が関与し、その作用性は花粉稔性回復のみならず、草丈、分けつ数や、穂長の増大という生育力の回復にも作用することが明らかになった。なお優性の *Rfboe-1* は劣性の *rfboe-1* に比べて、雄性配偶子を通じて約1.5倍も多く次代へ伝達された。*boeoticum* 細胞質を持つ雄性不稔系統はこれまで適当な稔性回復親がなかったため、一代雑種作成には利用できなかったが、今回同一の交雑から雄性不稔系統と生育不良を完全に回復できる優良な稔性回復系統が共に作出されたので、雄性不稔維持花粉親となる Chinese Spring をも加えて一代雑種育種への利用が可能となった。

一粒系、二粒系および普通系コムギにそれぞれ含まれるAゲノム間には染色体の遺伝的分化を生じており、一粒系と二粒系間の交雑の  $F_1$  では1対の相同染色体について解対合を生じる。A、Bゲノムの染色体をDゲノム染色体により置換した系統を検定親とする交雑実験から、A'ゲノムの解対合を示す染色体は4A'であることが同定された。

次に *Aegilops ovata* 由来の細胞質に対する稔性回復遺伝子の座乗する1C染色体あるいはその構造変異の1C'および1D染色体との間で受精競争を調べたところ、1Cの伝達率は1D

の約100倍であり、競争力は $1C > 1C' > 1D$ の順となった。また、 $1C$ や $1C'$ に含まれる *Rfov* 遺伝子は孢子体的に作用していた。

一代雑種利用に必要な稔性回復遺伝子の作用力についての環境変異性を調べるために、5種の近縁種から由来する細胞質に対応する稔性回復遺伝子のホモとヘテロ型個体を作り、札幌の春播条件と横浜の秋播条件下で花粉及び種子稔性を比較した。一般に高緯度の札幌においてはヘテロ個体の稔性低下が著しかったが、*Aegilops ovata* 由来の細胞質の場合にはむしろ札幌でヘテロ個体の稔性が向上した。一部で実用化されている *T. timopheevi* 細胞質と *Rf3* のホモ及びヘテロ個体では札幌の春播栽培下でいずれも花粉・種子稔性がかなり低下したので、高緯度地方では一代雑種への利用が困難と考えられる。

*Aegilops squarrosa* 細胞質とコムギのDゲノム染色体(1D)の間にはその生存に係わる必須関係があるという仮説(大塚・木原 1976)に基づいて、*Aegilops squarrosa* の細胞質を有する5倍体雑種の後代における染色体数変異を検証した。競争交雑下での雄性配偶子の受精は遺伝仮説から期待される理論値にほぼ適合しており、さらに *squarrosa* 細胞質を有する5倍体雑種のF<sub>4</sub>代以降では $2n=42$ またはその周辺の染色体数に収れんし、 $2n=34$ 以下のいわゆる減少群はすべて消滅した。

以上のように一粒系コムギ *T. boeoticum* の細胞質を有し、稔性や生育力の完全な新たな核・細胞質雑種を育成して一代雑種育種への利用の途を開いたこと、また花粉稔性回復遺伝子の受精競争やF<sub>1</sub>雑種の稔性の環境変異について有用な知見が得られたこと、並びに *Aegilops squarrosa* 細胞質とDゲノム染色体(1D)の必須関係が5倍体雑種後代においても支持されることを実証したことはいずれもコムギの遺伝・育種に寄与するところが大きいと考えられる。

よって審査員一同は別に行った学力検定試験の結果とあわせて本論文の提出者松原重厚は博士(農学)を受ける十分な資格を有するものと認定した。