

作物の育種・その理論と応用(4)

誌名	農業技術
ISSN	03888479
著者	田辺, 秀男
巻/号	32巻7号
掲載ページ	p. 296-298
発行年月	1977年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



細胞質雄性不稔を利用したテンサイの一代雑種育種 (2)

— 講座 作物の育種・その理論と応用 4 —

田 辺 秀 男

5. 一代雑種の育成

前述のようにテンサイの一代雑種は、種子親には二倍体単胚雄性不稔系統が用いられ、花粉親には二倍体多胚系統と四倍体多胚系統が用いられているが、テンサイの基本型は二倍体の多胚である。ここではこの基本型より単胚雄性不稔系統および四倍体系統の育成方法を、次にこれら育成された系統の組合せ能力の検定方法を、最後に組合せ能力を検定しながら種子親系統と花粉親系統を同時に育成する方法について述べる。

1) 種子親系統 (単胚雄性不稔系統) の育成 北海道農試てん菜部では次のような方法で単胚雄性不稔系統を育成している。

(a) 単胚系統の育成: 単胚性(m)は単因子によって支配され多胚(M)に対して劣性で、これらの $F_1(Mm)$ は多胚となる。従って多胚の育種素材を単胚化するには従来からある単胚種にこれを連続戻交配するが、通常3~5回の交雑を行なう。単胚性については F_2 として分離させ固定させる。これには育種年限短縮のため一年生単胚種も利用される。

(b) 雄性不稔系統の育成: テンサイで単交配, 三系交配, 複交配などの種子親に利用される雄性不稔は F. V. Owen によって発見された細胞質雄性不稔 (CMS) である。その細胞質は S で表わされ正常の細胞質を N で表わす。 S 細胞質を持つ個体は雄性不稔となる筈であるが、この形質の発現には更に2対の核遺伝子 X と Z が関与しており、これらの遺伝子がともに劣性ホモの場合 (S_{xxxx}) にはじめて完全な雄性不稔となり、優性の遺伝子がある場合 (S_{xxzz} , S_{zzzz} , S_{xxzz} , S_{zzzz}) は不完全な雄性不稔となる。

この完全雄性不稔の個体 (S_{xxxx}) は肉眼でも容易に判別され、テンサイの開花集団の中にもしばしば見出され特にまれな現象ではない。しかし、このような個体が得られ、仮に自殖遺伝子を持つ場合でも雄性不稔のためその個体単独では種子は得られない。種子を得るためには他個体からの受粉が必要であるが、優性の X , Z 遺伝子を持つ花粉がかかった場合は、その後代は前述のように S 細胞質を持つにもかかわらず完全な雄性不稔とはならない。後代が親と同様な雄性不稔個体になるには劣性の x , z 遺伝子を持つ正常細胞質の個体 (N_{xxxx}) の花粉が

必要であり、テンサイではこの個体を O (オー) 型と称し、雄性不稔系統の維持系統に相当する。

従って雄性不稔系統を育成するには先ず O 型系統を選抜するのが先決であり、 O 型系統が見出されればこれを他の雄性不稔系統に連続戻交配することにより O 型と同質の雄性不稔系統を得ることができる。この O 型個体は、外見はもちろん、内部的にも通常の個体と全く差異がなく、その判定は雄性不稔個体 (S_{xxxx}) にテスト交配して、その子孫が雄性不稔となるか否かを見て判定する以外に方法はない。テンサイは二年生作物のためこのテスト交配には2年を要するが、幼苗の低温長日処理によって1年内に開花させたり、一年生の雄性不稔系統をテスターとして利用している。

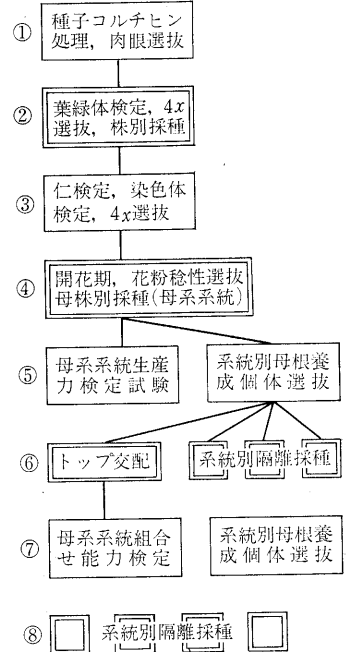
上記の雄性不稔はすべて、テンサイの自然集団より見出された材料であるが、最近ガンマー線処理によって人為的に雄性不稔が作り出されている。しかし、まだこの材料は実用品種に利用されるには至っていない。

2) 花粉親系統

の育成 二倍体の花粉親は基本型と同じである。従ってここでは、北海道農試てん菜部で実施している四倍体花粉親系統の育成方法について述べる。

その概要は第8図のとおりで、1年目は、催芽させた種子を0.4%のコルヒチン液で25°C 4時間処理し、苗床に播種する。肉眼で処理効果の見られたものを選抜して本ぼに移植

して、第1世代(C_0)を養成する。2年目は抽苔株の枝単位に葉の孔辺細胞の葉緑体数 ($2x$ は16前後, $3x$ は21前後, $4x$ は26前後)を調べて四倍体と見られる枝のみ



第8図 四倍体系統の育成

を残して開花交雑させ第2世代(C_1)種子を収穫する。この葉緑体検定の精度は余り高くないので、3年目は C_1 株について仁の染色中心の数($2x$ は2, $3x$ は3, $4x$ は4個)を調べて再選抜するが、これによっても異数体は区別できないので、さらに染色体数($4x=36$)を調査して真正四倍体を選抜する。選抜された四倍体は4年目に開花期、花粉稔性、採種量、発芽率などにより選抜され、 C_2 種子を株別に収穫して母系系統とする。母系系統は5年目に生産力検定試験を行なって選抜し、6年目にトップ交配(後述)を行ない、7年目にその後代検定を実施して組合せ能力についても選抜して、8年目に種子を増殖する。

3) 組合せ能力の検定 上記のようにして育成された系統は組合せ能力を検定されて一代雑種の親となるが、テンサイ系統の組合せ能力を検定する方法にはトップ交配、多交配、単交配などがある。

(a) トップ交配: この方法は多数の材料について一般組合せ能力を検定し、少数の優れた材料に絞る場合に利用される。

テンサイは前述のように両性花で花粉管理が困難なため、被検定材料が雄性不稔の場合を除き何らかの方法で交雑を確認する必要がある。テスターとしては遺伝的ベースの広い材料が望ましいが、前述の理由もあって北海道農試では食用ビートより由来した優性の赤色標識遺伝子を持つ赤ビートを多用している。交雑は隔離ほ場に被検定材料とテスターとを畦毎に交互植えて行なうが被検定材料より得た種子にはテスターとの交雑種子と被検定材料間の交雑種子が混合しているので、播種後間引き時に赤色の交雑種のみを残して後代検定に供する。これと似た方法に胚軸色を利用して交雑を確認する方法もあるが、この場合は前もって材料の胚軸色を揃えなければならない不便さがある。

テスターに雄性不稔系統を利用する方法も確実に交雑種子が得られ、正確に組合せ能力を検定できる方法であるが、この場合は被検定材料毎に別々の隔離交配ほ場を要し材料数の多い場合には適さない。

トップ交配によってどの程度正確に一般組合せ能力が検定できるかについては、使用するテスターの遺伝子構成に左右されると思われる。トップ交配によって選抜された系統は、いずれ他の実用的な系統と組合わされ、一代雑種として利用されるので、テスターは将来の交雑相手に類似した遺伝子構成を持つものが望ましい。

(b) 多交配: この方法はトップ交配のように特定のテスターを使用せず、被検定材料が相互にテスターとしての役目を果たす方法で、H. M. Tysdal らによりアルフ

アルファで最初に用いられた。前述のテンサイの母系系統育成法に類似し、1年目に優れた個体を選抜し、2年目にこれら個体間で自然交雑を行なわせる。同時に、何らかの方法で供試株の遺伝子型が別に保存される。即ちテンサイでは自殖が可能な場合は自殖によって、それが不可能な場合は母株の分割、あるいは抽苔茎のさし木によって遺伝子型を保存し、後代検定の結果を見て優れた組合せ能力を示した遺伝子型を選抜して合成する。このサイクルを繰り返すといわゆる循環選抜となる。

多交配では母系系統育成の場合と異り、1年目に選抜された株の組合せ能力を検定することが主目的なので、2年目の交雑は各母株間で均一に行なわれることが望ましい。そのためテンサイでは母株を分割して交雑ほ場に反復して配置する方法もとられる。

また、多交配はその変法として育成が完了した系統にも利用される。この場合も多交配ほ場の交雑が均一に行なわれるように、同一系統の個体を幾つか反復して配置するが、そのため系統内の交雑も起こるので、その配置は慎重に行なう必要があり、テンサイでは精度の高いモデル配置図も作成されている。

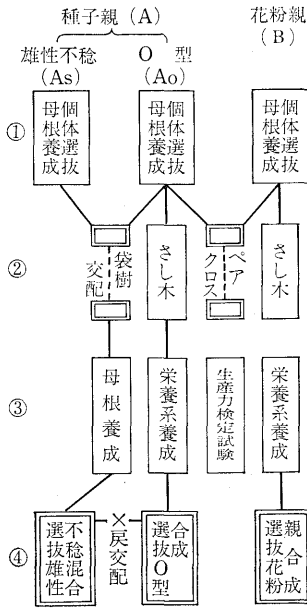
以上のように多交配は、トップ交配と同様に多数系統の組合せ能力を比較的容易に検定できる特徴を持っている。しかしその検定内容は供試材料間での組合せ能力を見る形になるので、材料数が少ない場合は一般組合せ能力よりも平均組合せ能力に近いものとなり、その材料の範囲内で品種を育成する合成品種の育成に適している。

(c) 単交配: 単交配は個々の系統間の特定組合せ能力を検定する方法であり、供試された材料間のすべての組合せについて検定した場合は、ダイアレル交配となる。

単交配は最も正確に特定あるいは平均組合せ能力を検定でき、一代雑種を育成する場合は最終的には単交配によって組合せ能力を検定しなければならない。しかしこの方法は多くの労力と費用を要するので、前述のトップ交配や多交配などによってふるわれた少数の材料について実施されるのが普通である。

4) 種子親系統と花粉親系統の同時育成 この方法は一代雑種育成のために、北海道農試でん菜部で最近開発された育種法である。先ず材料としては、雄性不稔とO型の揃った単胚種子親系統Aと花粉親系統Bを選ぶ。これらの材料は遺伝的に適度なヘテロ性を持つことが必要であるが、過度なヘテロ性は不適当と思われる。実際には母系系統、兄妹系統などが利用される。またこれらA, B系統間にはすでに高い組合せ能力のあることが確かめられていることが望ましい。

育成方法は第9図のとおりで1年目は母根養成して個体選抜を行なうが、個体選抜の効果が余り期待されない時は単なる母根養成とする。2年目はAのO型(A₀)とBよりそれぞれ1個体ずつ取り出してペアクロスするが、このようなペアクロスを多数行なう。一方これらペアクロスに供したA₀株とB株は多交配の場合と同様に自殖あるいは抽苔茎のさし木によりその遺伝子型を保存する。またA₀株は片方で雄性不稔株(A_s)にも交雑する。3年目はペアクロス種子(A₀, Bをこみにして採種)の生産力検定試験を実施する。4年目は優れた



第9図 ペアクロスによる相反選抜成績を示したペアに相当するA₀とBの栄養系(自殖の場合は母根)をそれぞれ合成して育成を完了する。また同時にA₀をA_s株に戻交配するとA₀に近いA_sが同時に育成されていることになり、更にもう1回の戻交配でA₀とほぼ同質のA_sが得られる。

以上要するに、この育成法はペアクロスの技術を用いて個体単位の組合せ能力を検定しながら、近交度を余り高めずに(従って比較的小さな育種規模で)種子親と花粉親を同時に育成する方法であり、上記のサイクルを繰り返すことにより相反循環選抜となる。

6. おわりに

上述のように最近のテンサイの育種はヘテロシスの利用、倍数性の利用、雄性不稔性の利用など、その手法は広範囲かつ高レベル化し、さらにこれに単胚性、他殖性、2年生などの要素が加わって実際の育種操作は極めて複雑となる。またテンサイの試験では、常に根部の収量と蔗糖濃度を測定しなければならないが、根部は付着した土砂を除くための洗浄作業の必要があり、蔗糖濃度は分析によらねば測定できないという煩雑さがある。

ヨーロッパの先進諸国におけるテンサイの育種は、公共機関よりもむしろ種子会社や製糖会社によって大規模に実施されているのが実情であり、アメリカにおいては

国家の研究機関も各所に存在するが、製糖会社の果す役割が大きい。我が国の場合は、製糖会社の規模が小さく、独立してテンサイの育種を行なうことは極めて困難である。かつては、国を中心として、関係団体、製糖会社の協力によってテンサイ研究所が設立された。これは上述のように、最近のテンサイ育種技術の高度化により小規模な研究体制ではその効果が期待し難い理由からであった。現在は、幸い北海道農試がテンサイ研究所の育種体制を引き継ぎ、種々な事情により規模はやや縮小せざるをえなかったが、北海道立農試をはじめ関係団体、会社の協力によりその研究を継続しており、我が国の環境条件に最も適した品種の育成が期待されている。

(北海道農業試験場てん菜部)

参考文献

- 1) Bosemark, N.O. (1976). The genetic basis of variety buffering. I. I. R. B. 39th winter congress: 27~31.
- 2) 藤本文弘 (1971), てん菜育種における母系選抜法の評価に関する研究, てん菜研究報告, 第10巻
- 3) 今西茂, 武田竹雄 (1969), てん菜育種における雄性不稔利用の現状と問題点, 育種学最近の進歩, 第10巻: 22~32.
- 4) 今西茂, 武田竹雄 (1971), てん菜の雄性不稔利用に関する研究, てん菜研究報告, 第11巻
- 5) 木下俊郎, 高橋万右衛門 (1969), ガンマー線照射によって生じたてん菜の細胞質型雄性不稔性, 育種学雑誌, 第19巻: 445~457.
- 6) 増谷哲雄, 中島淳吉 (1970), てん菜の倍数性育種に関する基礎的研究, てん菜研究報告, 第9巻
- 7) McFarlane, J.S. (1971). Variety development. Advances in sugarbeet production (Edited R. T. Johnson), Iowa State Univ. Press. 401~436.
- 8) Owen, F.V. (1945). Cytoplasmically inherited male-sterility in sugar beets. Jour. Agr. Res., 71: 423~440.
- 9) Savitsky, V.F. (1950). Monogerm sugar beets in the United States. Proc. Am. Soc. Sugar Beet Tech. 6: 156~159.
- 10) 田辺秀男 (1973), てん菜の雑種強勢育種に関する基礎的研究, 一多交配による組合せ能力検定の誤差とその消去法—てん菜研究報告, 第17巻
- 11) Tysdal, H.M. and B.H. Crandal (1948). The polycross progeny performance as an index of the combining ability of alfalfa clones. J. Amer. Soc. Agron. 40: 293~306.

東大教授 農博 松尾孝嶺編

稲の形態と機能

—稲作多収の基礎理論—

A 6判 上製 235頁 定価 1500円 千 200円

主要目次: I編 稲の形態形成 II編 稲の形態と栄養 III編 同化作用と物質生産 IV編 形態と機能からみた多収性品種