

細胞質雄性不稔を利用した一代雑種コムギの
実用化のための研究

荒 木 均

細胞質雄性不稔を利用した一代雑種コムギの実用化のための研究

荒 木 均

目次

緒言	-----	1
第一章 共通的耕種法及び調査法	-----	5
第二章 試験材料の由来及び新系統の育成	-----	8
第三章 一代雑種種子の採種	-----	13
1. 雄性不稔系統の増殖における採種能率	-----	13
1) 材料及び方法		
2) 結果		
3) 考察		
2. 密条播様式での一代雑種の採種能率	-----	15
1) 材料及び方法		
2) 結果		
3) 考察		
3. 普通畦立て様式での一代雑種の採種能率	-----	21
1) 材料及び方法		
2) 結果		
3) 考察		
4. 両親の混播による一代雑種の採種能率	-----	26
1) 材料及び方法		
2) 結果		
3) 考察		
5. 論議		

第四章 一代雑種の特性とヘテロシス ----- 35

1. 材料及び方法

2. 結果

3. 考察

4. 論議

第五章 一代雑種の品質 ----- 74

1. 材料及び方法

2. 結果及び考察

3. 論議

第六章 総合考察 ----- 88

摘要 ----- 91

summary ----- 95

引用文献 ----- 98

緒 言

自殖性作物にも他殖性作物と同様にかなり強い雑種強勢が見られることが知られるようになり、コムギにおいても1910年代から手交配での一代雑種を用いて雑種強勢に関する研究が行われるようになった (Briggle 1963)。しかしこの段階では、効率的な採種が困難であったので試験規模も概して小さく、いわば個体レベルでの比較が多かった。その後、細胞質雄性不稔の現象が発見されると、一代雑種の種子生産への利用が期待されて多くの研究が行われた。コムギにおいては、木原 (1951) が *Ae. caudata* 細胞質が普通コムギの雄性不稔を起こすことを初めて報告し、さらに多くの近縁種の細胞質が雄性不稔を起こすことが明らかにされて来た (Fukasawa 1953, Kihara and Tsunewaki 1961, Wilson and Ross 1962, Schmidt et al. 1962)。また、稔性回復遺伝子が発見されてからは実用化に向けた研究が盛んに行われるようになった。

雄性不稔細胞質は多数発見されているが、利用上は適切な稔性回復遺伝子があることや不良な随伴形質を持たないことなどの条件を満たすものでなければならぬ。例えば、*Ae. ovata* の細胞質はこれに対して強力な稔性回復遺伝子が見いだされているが、10日以上の出穂期の遅延を引き起こすこと、また、*Ae. caudata* 細胞質では高頻度で半数体を生ずるなどの欠点が報告されている (常脇 1968)。これに対し、*T. timopheevi* の細胞質は、チモフェービコムギとの交雑に由来する品種やスペルタコムギの品種の中から有効な稔性回復遺伝子が見いだされ、不良形質を伴わないことから最も有望視されて、実用化研究のほとんどがこの細胞質を用いて行われている (常脇 1968, Tahir and Tsunewaki 1971 a, b, Wilson 1968)。その他、核遺伝子雄性不稔を用いる方法や化学物質によって雄性不稔を引き起こす方法などが提案さ

れているが、研究の多くは細胞質雄性不稔を用いた方法である。

日本におけるコムギの雑種強勢の利用に関する研究は、京都大学の常脇らによって広範に行われている以外には試験例は少なく（Akemine and Kumagai 1966, 柏尾 1971, 末永ら 1987, 末永・中島 1988）、細胞質雄性不稔系統を利用した試験は京都大学の材料を用いたいくつかのものに限られている。近年、*Ae.kotschyi* 細胞質の利用による雄性不稔・稔性回復系の開発や中国でのハイブリッド水稻の成功などをうけて一代雑種コムギに対する関心が再び高まっている。

コムギの一代雑種利用の主たる目標は、いうまでもなく収量性の飛躍的向上にある。ところが、肝心の収量のヘテロシスに関する既往のデータは必ずしも一致した傾向を示しておらず、その原因として、試験規模が小さく周縁効果が大きくなることや播種密度の低いことが一代雑種に有利となって、収量が過大に評価される場合が多いことなど種々の問題点が挙げられている。

この収量性に関して、著者らの育種の対象地域である九州は、全国有数の麦作地帯であるが、平均収量が低く、過去10年間の平均収量は、全国平均の80～85%程度にとどまっている（農林水産省経済局統計情報部 1986）。また、年次変動も大きいのが実情である。そのため、収量性の向上は特に強調されるべき育種目標である。低収性の原因としては様々な要因が報告されているが、他地域に比較して穂数が少なく、全乾物生産量が少ないという特徴があるものと考えられている。これは、播種から出穂、成熟までの全生育期間が短く、生育不足の様相を呈することを反映しているものと考えられる。このような条件のもとでは、初期生育の優れる一代雑種の利用が有利であると期待される。また、西南暖地のコムギ作は稲作との2毛作であり、稲作との作期の競合状態を緩和するため、早生品種の育種が強く望まれている。早生品種ではさらに生育量が不足し勝ちになるため（田谷 1979）、一代雑種品種の有利性

が増大すると考えられる。

一代雑種品種の実用化を考える上で重要な要件として、品種の能力に次いで種子の価格がある。種子の価格は採種能率の高低に従って決まるものである。採種能率に関する既往の研究は、概して良好な着粒率を報告しているが、なお明らかにすべき点が多く残されている。また、一層の能率化のための研究が必要と考えられる。

品質の確保は、あらゆる作物で重要性を増している。米国等における研究によれば、一代雑種コムギの品質は概ね両親の特性を反映すること、チモフェービコムギの細胞質はコムギの品質に悪影響を与えないことなどが明らかにされている（Rooney et al. 1969）。しかし、わが国では一般に出穂期以後も降雨が多く品質の低下が起こりやすい。また、災害とは別に製粉性自体の問題も指摘されている。このような条件の違いがあるので一代雑種の品質の確認は重要と考えられる。

コムギをはじめ多くの作物で、短稈化による耐倒伏性の強化により多肥条件下で多収を上げる方向で品種の改良が進められている（野中 1986）。一代雑種品種は一般に長稈化しやすいので耐倒伏性に難点がある。耐倒伏性の強い一代雑種品種を育種するためには両親の短稈化が必要であろう。また、普通品種と同様早生化は強く求められる特性である。この点、近年の育成品種は、着実に早生・短稈の方向に改良されてきているので、これらの品種を素材として優良母本系統を育種することによって、より優れた一代雑種品種の育成が可能になると考えられる。

以上のような背景から、1976年に京都大学農学部農林生物学科遺伝学研究室よりチモフェービコムギの細胞質を素材とした育種材料の分譲を受けて本研究を開始し、1982年まで継続した。その結果、一定の知見が得られたので取りまとめ、報告するものである。なお、本試験はすべて農林水産省九州農

業試験場作物第1部作物第2研究室（福岡県筑後市、現水田利用部小麦育種研究室）において実施した。また、結果の一部は既に学会等で発表してきた（荒木ら 1976, 荒木・野中 1978, 田谷ら 1982）。

本研究の実施に当たり、育種材料の分譲を快諾され、種々の御教示と論文の校閲を賜った京都大学教授常脇恒一郎博士に深甚の謝意を表す。また、

前九州農業試験場作物第1部作物第2研究室長野中舜二博士（現 石川県立農業短期大学教授）には、本研究の遂行にあたり、終始懇切なご指導をいただいた。元作物第2研究室田谷省三氏（現 栃木県農業試験場栃木分場ビール大麦育種部長）には、同室の先輩として、貴重な助言・助力をいただいた。

元作物第2研究室山口勳夫博士（現 東北農業試験場作物開発部耐性育種法研究室長）には、品質調査への助力をいただいた。元農林水産技官板橋金夫氏、及び淵上総一郎、後藤勝進各技官には圃場試験において助力をいただいた。農業研究センター作物第1部 ヘテロシス育種研究室長丸山清明氏には未発表データの引用を許可していただいた。

ここに記し、上記各位に対し謹んで感謝の意を表す。

第一章 共通的な耕種法、調査法及び表記法

各試験材料は九州農業試験場のコムギ育種試験での慣行的な耕種法にしたがって栽培し、おおむね標準法にしたがって調査した。試験結果の評価に当たって重要な要因以外はこの章にまとめて記載し、冗長になるのを避けるため各個別の試験の項では説明を省くことにした。試験年次や系統名の表記なども同様にこの章で示した。

1. 耕種法

1) 栽植圃場

土壌は、比較的粘土分の多い肥沃な埴壤土である。コムギの後作には緑肥用ダイズを作付し、9月上旬に鋤込みした。

2) 栽植様式

採種法の試験の一部を除いて、畦立て栽培様式とした。畦間は70cmとし、散播の場合の播幅は18cm、点播の場合は1畦2条として、条間、株間とも12cmの千鳥型とした。

3) 播種量

収量試験の播種量は、原則的には一般材料の収量試験と同じ126粒/m²を基準として供試品種・系統の種子の千粒重と発芽率をもとに算出した。この量は4~5kg/10a程度相当であり、この地方の慣行栽培での播種量に準じて決められた。採種試験では、種々の理由で一定しなかった。

4) 施肥法

基肥は、化成肥料を用いて全面に施用し、ただちに耕深15cm程度のロータリー耕でかくはんした。施用量は窒素成分が4kg/10aになるように決め、リン酸、カリ成分については用いた化成肥料の種類によって異なった。追肥は、分けつ盛期に硫酸を用いて畦上に施用した。施用量は成分量で2kg

／10a相当であった。

2. 調査法

1) 出穂期

個体植えの場合は5割程度の個体が出穂を開始した日、その他の場合には全穂数の5割程度が出穂した日を出穂期とし、観察によって判定した。

2) 稈長、穂長

個体植えの場合は最長稈とその穂を測定した平均値、その他の場合は無作意に採った稈とその穂を測定した平均値をそれぞれ稈長及び穂長とした。調査数は、収量試験の場合は10単位程度であった。

3) 穂数

点播の場合は、株当たり穂数の調査を10株程度について行い、散播の場合は50cm間の穂数調査を各区2カ所について行い、面積当たり穂数に換算した。

4) 収量

試験区を全刈し、脱穀、乾燥、風選の各操作を加えたのち重量を測定し、単位面積当たり収量に換算した。水分含量による補正は行わなかった。

5) 千粒重

5g当りの粒数を1区2反復で調査し、算出した。

6) 容積重

リットル重測定器を用い1材料2反復で測定した。

7) 1穂小穂数、1穂粒数

無作意に採った10穂の小穂数を数えた後脱粒し、全粒数を計測した。

8) 不稔率、着粒率

コムギは無限花序のため穎花数を正確に決めることができないので収量試

験では上下位の弱勢小穂を除く小穂の第1, 2小花を対象として不稔小花数の百分率を調査した。採種試験では、1穂または1小穂当たりの平均着粒数を調査し、稔性回復系統などの正常稔性の材料との比較による着粒数率として評価した。

9) 倒伏程度

倒伏割合を観察によって調査し、倒伏状態を加味して判定した。反復による違いがある場合は、単純平均できないので範囲として表記した。

10) 縞萎縮病、赤かび病

いずれも観察によって相対的な発病の多少を判定した。

3. 表記法

1) 試験年次

コムギの作期は、秋播栽培の場合2か年にまたがるので播種期と収穫期では年次が変わる。一般的には播種年次をとってそのムギ作年度とするので、本報告では播種年次をもって試験年を表記する。例えば、1976年の試験とした場合は1976年播種で1977年に出穂、収穫した試験を表す。

2) 系統名及び品種名

細胞質雄性不稔系統は、後述のように十分世代が進んでいるので核置換した品種名の前にms (male sterileの略記) を付けることによって表し、戻し交配回数などは省く。稔性回復系統の場合も同様に、品種名の前にRf (restored fertility) を付ける。

3) その他

その他の名称等で支障ないものについては、初めに記載して略記する。

第二章 試験材料の由来及び新系統の育成

1. 供試材料の由来

この研究に用いられた材料は、核置換によって育成されたチモフェービコムギの細胞質をもつパンコムギ (*T.aestivum*) の細胞質雄性不稔系統とそれに対する稔性回復系統及び一代雑種である。これらの両親系統はすべて京都大学農学部農林生物学科遺伝学研究室で育成されたものであり、育成方法や経過については既に多くの報告がある(常脇 1968, 1980)。

九州農業試験場では1977年にこれらの育成系統の分譲を受け、増殖を開始した。導入材料の種類と導入時における材料の世代を第1表に示した。細胞質雄性不稔系統の多くはB₈~B₁₁程度まで戻し交配が行われた材料で、実用的には十分に斉一であったので、1977年に増殖して、以後の試験にあてた。また、一部の細胞質雄性不稔系統はB₆程度で、斉一度に問題はなかったが、毎年交配して世代を進めた。稔性回復系統の回復遺伝子は、スベルタコムギの品種中から見い出されたRf₃であった。これらの稔性回復系統は戻し交配がB₅~B₇、自殖世代がF₄からF₅であった。ほとんどの系統は十分に固定していたが、毎年栽培して世代を進めた。しかし一部には、若干の異型や不稔個体を分離する場合があったので親品種に近い特性の基本型個体を再選抜した。一代雑種種子は、1976年の最初の収量試験には京都大学より分譲を受けたものを用い、1977年以後は九州農業試験場で採種したものを用いた。ただし、1978年に供試した、複数の稔性回復遺伝子を持つ系統を父本とした一代雑種の種子は京都大学より分譲を受けたものである。この材料は、米国で見いだされた、チモフェービコムギそのものに由来すると考えられる2個の異なる稔性回復性遺伝子Rf₁、Rf₂とスベルタコムギ由来のRf₃とを同時に組み込んで育成された系統を花粉親として採種されたものである。

第1表 京都大学より分譲された材料

雄性不稔系統		稔性回復系統	
核品種名	世代	核品種名	世代
エビスコムギ	B ₉	アオバコムギ	B ₅ F ₄
キタカミコムギ	B ₈	エビスコムギ	B ₅ F ₄
コケシコムギ	B ₁₀	キタカミコムギ	B ₅ F ₄
シラサギコムギ	B ₁₁	コケシコムギ	B ₅ F ₄
ジュンレイコムギ	B ₁₁	シラサギコムギ	B ₅ F ₄
ナンプコムギ	B ₁₁	ジュンレイコムギ	B ₅ F ₄
ニチリンコムギ	B ₁₁	ナンプコムギ	B ₅ F ₄
フジミコムギ	B ₉	ニチリンコムギ	B ₅ F ₅
ミクニコムギ	B ₁₁	ミクニコムギ	B ₅ F ₅
ユタカコムギ	B ₁₀	ユタカコムギ	B ₅ F ₄
農林26号	B ₉	農林26号	B ₅ F ₅
農林29号	B ₁₀	農林29号	B ₅ F ₅
農林50号	B ₉	農林50号	B ₅ F ₅
農林52号	B ₉	農林53号	B ₅ F ₄
農林53号	B ₉	農林68号	B ₅ F ₅
農林61号	B ₁₀	農林69号	B ₅ F ₅
農林69号	B ₉	農林72号	B ₅ F ₄
農林72号	B ₁₀	農林75号	B ₇ F ₄
農林75号	B ₁₀		

2. 新系統の育成

京都大学で育成された雄性不稔及び稔性回復系統の母本品種の多くは、地域や時代を代表する多収の優良品種であるが、導入された時点で既に、九州地方の基準では熟期や稈長などの点で改良の必要性が感じられたので、ただちにより新しい品種を用いた系統の育成を開始した。育成の方法としては、チモフェービコムギの細胞質とスペルトコムギ由来の稔性回復性を合わせ持つRf農林26号を母親とし、後述の品種・系統を反復親として交配し、稔性回復性を持つ個体を選抜して戻し交配を繰り返す方法を用いた。1978年4月に交配を開始し、1978年10月には世代促進栽培で戻し交配(B₁F₁)を行った。以後は、世代促進栽培条件下では稔性回復性個体の確認が困難な材料があったので圃場やガラス室の栽培で年1回の戻し交配を続けた。1981年5月時点での育成材料と戻し交配回数を第2表に示した。なお、これらの材料は若干の追加、変更を加えて九州農業試験場において育成が継続されている。反復親として用いられた品種・系統の特性の概要を標準品種農林61号との比較で示すと次のようになる。

1) ヒヨクコムギ

出穂期が4～5日早い早生品種である。5cm以上短稈で、稈が太く耐倒伏性が強い。穂数はやや少なく、穂長は1cm程度長い穂重型系統である。生育量が多く、気象条件のよい年には極多収を示す。欠点としては、麦類萎縮病に弱く、外観品質がやや不良であることなどが挙げられる(吉田ら 1969)。育種の母本として多く用いられ、アサカゼコムギ、フクホコムギなどの多収品種をはじめ西海147号、関東100号など10系統以上の試作系統が育成されている。

2) シロガネコムギ

出穂期が5日程度早い早生品種である。10cm以上短稈で、稈はやや

第2表 新系統の育成材料の特性と交配世代

核品種名	主要特性	交配世代
ヒヨクコムギ	生育旺盛、早生	B ₃ F ₁
シロガネコムギ	早生、短稈、多収	B ₃ F ₁
ゴガツコムギ	極早生	B ₁ F ₁
セトコムギ	早熟	B ₃ F ₁
チクシコムギ	極多収、粒数多	B ₃ F ₁
アサカゼコムギ	極早生、短稈、多収	B ₃ F ₁
中国114号	極早生	B ₁ F ₁

1981年5月時点の世代

細かいが、しなやかで耐倒伏性は極強である。やや短穂であるが、穂数が多く安定して多収を示す。うどんこ病や赤さび病に弱い、縞萎縮病や赤かび病に強く、品質も良好である（吉田ら 1977）。この品種も、育種の母本として優れ、アサカゼコムギ、ニシカゼコムギなどの品種と10系統以上の短稈多収の試作系統が育成されている。

3) ゴガツコムギ

出穂期が7日程度早い極早生品種である。10cm程度短稈であるが、耐倒伏性は十分ではない。極早生品種としては収量性があるが、多収品種とはいえない。うどんこ病、縞萎縮病に強いが、赤かび病にやや弱い（吉田ら 1975）。

4) セトコムギ

出穂期が4日程度早く、登熟日数が短いため極早生品種並の早熟品種である。5cm以上短稈で、耐倒伏性が優る。穂数が多く、やや短穂であるが、

密穂で粒数が多いため安定して多収を示す（吉田ら 1978）。

5) チクシコムギ

出穂期は2日程度早いだけで、当時の育成品種としてはやや晩生である。5cm程度短稈であるが、耐倒伏性は十分ではない。穂数はやや少ないが、長穂であり、1穂小穂数や1穂粒数が特に多く、極多収を示す品種である（野中ら 1979）。

6) アサカゼコムギ

前述のヒヨクコムギとシロガネコムギの交配から育成された品種で、出穂期が1週間以上早い極早生品種である。10cm以上短稈で耐倒伏性は極強である。穂数が多く、極早生品種ながら安定して多収を示す（野中ら 1979）。

7) 中国114号

出穂期が10日程度早く、試作系統としては最も早生の系統である。5cm程度短稈である。極早生で、生育量が不足するため収量性は不十分であるが、極早生の育種素材として頻繁に利用されている。

以上の登録品種はすべて九州農業試験場で育成されたものであり、試作系統中国114号は中国農業試験場で育成されたものである。

第三章 一代雑種種子の採種

品種の普及には品種の能力と種子の価格の両方が大きく関与しており、高いヘテロシス効果と能率的な種子生産が共に実現してはじめて一代雑種品種の普及が可能になるものと考えられる。そこで、本章では、一般的な採種の難易、採種能率の向上のための両親組合せの条件や栽培条件を明らかにしようとした。

1. 細胞質雄性不稔系統の増殖における採種能率

1) 材料及び方法

1977年度に、試験材料の種子増殖のため、18系統の細胞質雄性不稔系統と各々の維持親品種とを同一畦上に並列的に植え付けて自然受粉による採種を行った。11月12日に、バットに播種して育苗し、11月下旬に圃場に植え付けた。条間、株間とも12cm、各系統8個体で1区畦長は1mとした。材料を隔離するため、出穂前に系統毎に周囲をポリエチレンフィルムで囲んだ。この時、上部は開放しておき通気を計った。稔実の評価に当たっては、各々の系統から無作意に5穂をとって着粒数と小穂数を調査し、1小穂当たりの着粒数を求めて、雄性不稔系統の値と維持系統の値とを比較した。

2) 結果

1977年度は、気象条件に恵まれ全般に生育良好であった。雄性不稔系統の稔実は良好で1穂当たりの粒数は全ての材料で30粒を越え、60粒以上の系統もあった。維持系統の着粒数との比較によって推定した稔実率は、最低のms農林52号でも50%を越え、大半の系統が70%以上を示した(第3表)。この場合、稔実の良否と系統の特性との間には明らかな関係は見いだせなかった。

第3表 雄性不稔系統の採種栽培における着粒程度(1977年)

試験 番号	材料名	1穂 小穂数	1穂 粒数	1小穂 粒数	着粒数率 (%)
1	ms 比'スコムキ'	19.6	42.2	2.15	75.0
	N //	18.8	54.0	2.87	
2	ms シラサキ'コムキ'	18.4	32.6	1.77	59.8
	N //	16.8	49.8	2.96	
3	ms ジ'ヨソレイコムキ'	21.6	60.8	2.81	106.1
	N //	19.6	52.0	2.65	
4	ms ナツ'コムキ'	20.2	34.8	1.72	73.8
	N //	21.0	49.0	2.33	
5	ms ニチリソコムキ'	21.2	63.0	2.97	91.5
	N //	20.1	65.6	3.25	
6	ms ミクニコムキ'	19.2	43.8	2.28	74.8
	N //	19.8	60.4	3.05	
7	ms 1'カコムキ'	22.0	54.8	2.49	86.1
	N //	20.6	59.6	2.89	
8	ms 農林26号	19.0	36.0	1.89	60.9
	N //	18.2	57.2	3.10	
9	ms 農林50号	22.0	51.2	2.32	73.8
	N //	21.0	66.1	3.15	
10	ms 農林52号	20.6	31.0	1.50	53.9
	N //	21.4	59.8	2.79	
11	ms 農林53号	20.8	51.4	2.47	93.1
	N //	20.2	53.6	2.65	
12	ms 農林61号	20.2	37.6	1.86	64.3
	N //	19.2	55.6	2.90	
13	ms 農林69号	21.0	50.6	2.41	76.6
	N //	20.6	64.8	3.15	
14	ms 農林75号	21.8	53.6	2.46	97.2
	N //	20.4	51.6	2.53	
15	ms ウツコムキ'	21.6	36.2	1.68	56.0
	N //	20.2	60.4	2.99	
16	ms オヤコムキ'	20.8	39.6	1.90	71.1
	N //	19.8	53.0	2.68	
17	ms コ'ソコムキ'	18.6	50.0	2.69	106.2
	N //	18.8	47.6	2.53	
18	ms サカ'ケコムキ'	17.4	37.0	2.13	75.5
	N //	16.4	46.2	2.82	

注) 着粒数率は維持系統に対する雄性不稔系統の1小穂数当たり着粒数の比率。

3) 考察

本試験の結果は、雄性不稔系統と維持系統とが極く接近し、ポリエチレンフィルムで囲まれているという好適な条件のもとでの結果であるが、すべての雄性不稔系統が良好な稔実を示し、一代雑種コムギの採種が比較的容易であることがうかがわれた。

2. 密条播様式での一代雑種の採種能率

1) 材料及び方法

1977年に、次年の収量試験の材料を育成するため4細胞質雄性不稔系統と4稔性回復系統とを組み合わせた16組合せの一代雑種の採種を行った。試験区は、稔性回復系統毎の4ブロックに分け、相互に距離を取って隔離を計った。また、他の普通栽培のコムギからも距離を取って隔離を計った。栽植は第1図のように播種して置いた稔性回復系統の間に別途育苗して置いた雄性不稔系統を植え込むことによって行った。稔性回復系統の播種期は11月30日、雄性不稔系統の播種期は11月12日であった。稔実の評価は、全個体の穂数と着粒数を調査して、1穂当たりの着粒数を求め、雄性不稔系統の値と稔性回復系統の値とを比較することによって行った。採種種子の純度検定は、次年度に約50個体を1粒播にして栽培し、異型個体数を調査することによって行った。

2) 結果

本試験は、普通栽培のコムギからの花粉の飛来を避けるため耕地として使用されていなかった建物の間の空き地など条件のよくない土地で行った。そのため、穂は小さく、1穂の着粒数も少なかった。また、ブロックによっても生育に差がみられた。各々のブロックの稔性回復系統の着粒数との比較から推

定した雄性不稔系統の着粒率は系統による差が大きく、最高82%から、皆無に近い系統までであった。また、ブロック間の差異も大きかった(第4表)。

組合せによる着粒の差異に関係する条件として、出穂期の同調と稈長の高低について検討した。第2図は、稔性回復系統を基準とした雄性不稔系統の出穂の早晚と着粒率の関係を図示したものである。この図から、雄性不稔系統の出穂が5日以上先行した組合せの値が高く、10日程度早くても高いことがわかった。これに対し、稔性回復系統が先行した場合には著しく低くなった。第3図は稈長の高低と着粒率の関係を図示したものである。この試験の範囲内では稈長の高低と着粒率の間には明瞭な関係が見られなかった。次年度の検定の結果によれば、得られた種子の純度は12組合せ中8組合せが95%以上であり、残りも1組合せを除くすべての組合せで80%以上の純度であった。

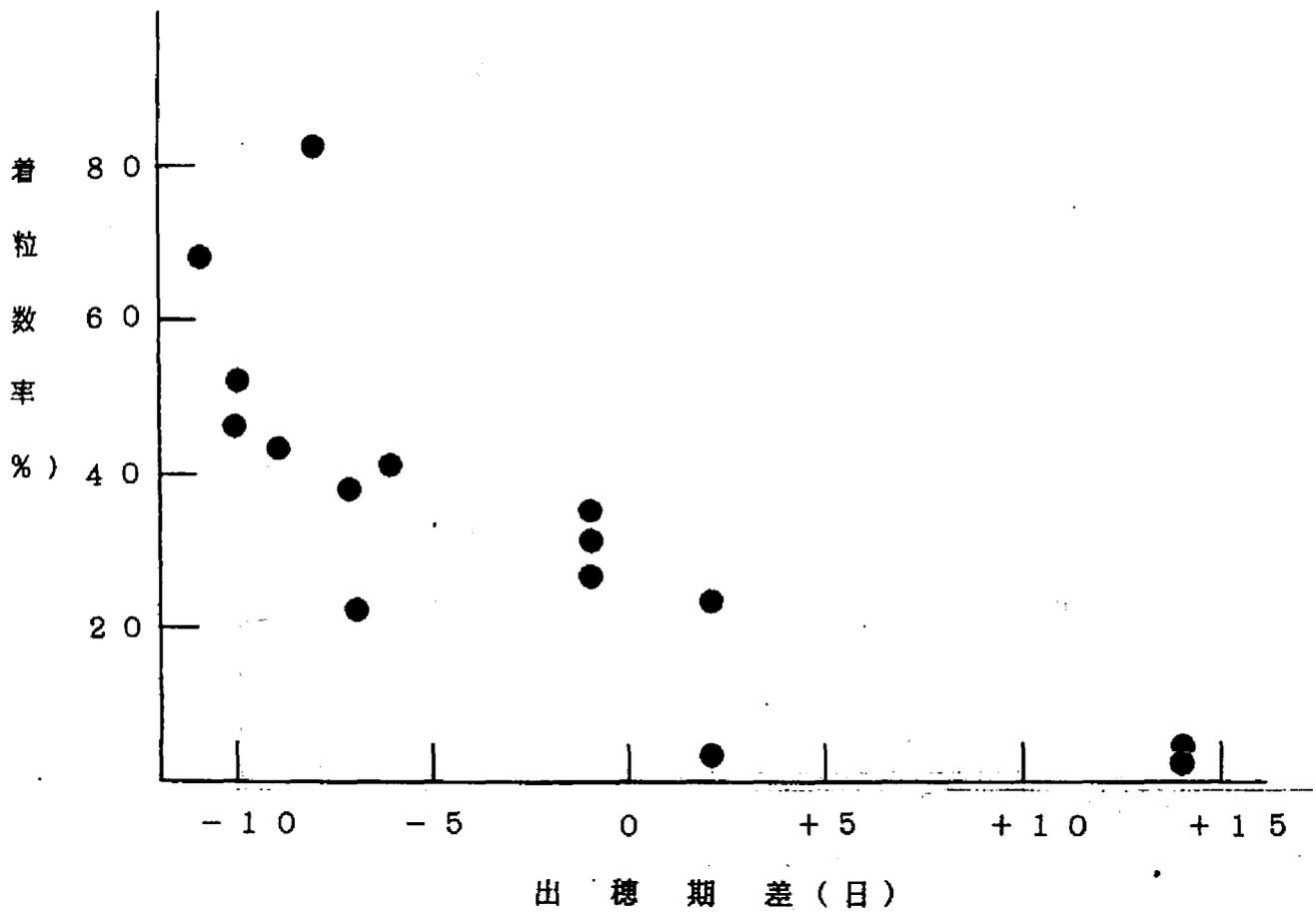
3) 考察

本試験も、両親系統が条間12cmという極く近接した栽植条件で行われたものである。それ故、実用的な規模への拡大は困難である。しかし、両親の出穂期と着粒の良否の関係については他の栽培方法にも当てはまると考えられる。両親の出穂期と着粒の関係について、Wilson(1968)は、出穂の同調が重要で、母本系統が1、2日早く開花するのが良いと述べているが、十分なデータは示されていない。雄性不稔親の出穂の方が先行する場合には、両親の出穂期が10日前後離れていても高い着粒率が得られることは、組合せを決める場合に出穂期の自由度が高いことを意味し、実用上都合の良いことと考えられる。このことはまた、出穂期の相対的な年次間変動に対する安全性を考えた場合にも好都合である。

第4表 密条播栽培による一代雑種種子の採種試験の結果(1977年)

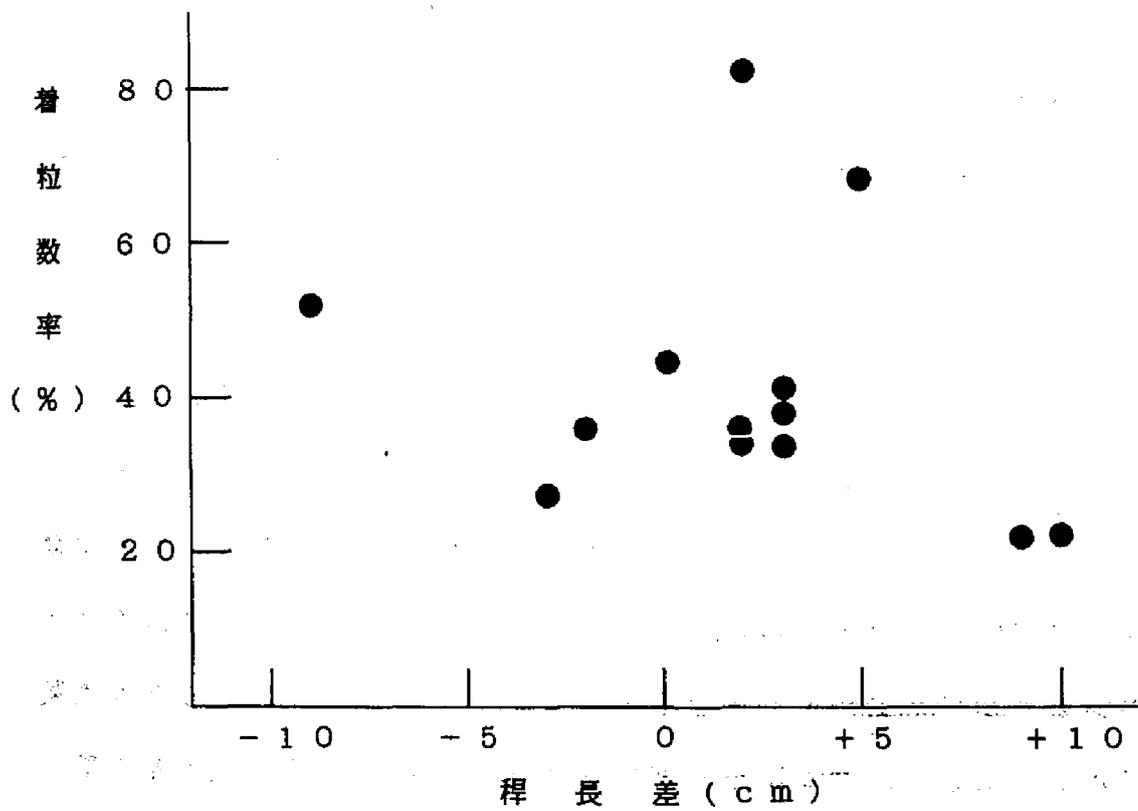
試験 番号	系 統 名	出穂期 (月. 日)	対RFP 差	稈長 (cm)	対RFP 差	1穂 粒数	粒数率 (%)	種子純度 (%)
AP	RF 比'スコムギ'	4.16	-	84	-	22.2	-	-
A1	ms シラギ'コムギ'	4.10	-6	87	+3	9.0	40.5	96
A2	ms ナブ'コムギ'	4.18	+2	107	+23	0.2	0.9	-
A3	ms 農林75号	4.30	+14	141	+57	0.1	0.4	-
A4	ms コケコムギ'	4.30	+14	60	-24	0.2	0.9	-
BP	RF ニシリコムギ'	4.17	-	87	-	36.9	-	-
B1	ms 農林26号	4.8	-9	87	0	16.0	43.4	96
B2	ms 農林50号	4.16	-1	89	+2	13.1	35.5	98
B3	ms 農林52号	4.10	-7	97	+10	8.1	22.0	98
B4	ms 農林53号	4.10	-7	90	+3	14.0	37.9	100
CP	RF 19'コムギ'	4.12	-	98	-	21.0	-	-
C1	ms 農林69号	4.14	+2	107	+9	4.6	21.9	34
C2	ms 比'スコムギ'	4.11	-1	100	+2	7.3	34.8	85
C3	ms ミシコムギ'	4.11	-1	95	-3	5.5	26.2	96
C4	ms 農林72号	4.11	-1	101	+3	7.0	33.3	83
DP	RF 7'ハ'コムギ'	4.20	-	99	-	28.3	-	-
D1	ms ニシリコムギ'	4.10	-10	90	-9	14.6	51.6	96
D2	ms 19'コムギ'	4.9	-11	104	+5	19.3	68.2	88
D3	ms 農林61号	4.10	-10	97	-2	10.0	35.3	-
D4	ms 比'スコムギ'	4.12	-8	101	+2	23.3	82.3	96

注) 種子純度は、1978年の調査結果。



第2図 密条播採種栽培における両親の出穂期差と
雄性不稔親の着粒数率の関係(1977年)

出穂期差は雄性不稔親が先行する場合をマイナスとした。



第3図 密条播採種栽培における両親の稈長差と
雄性不稔親の着粒数率の関係 (1977年)

極端に差が大きく着粒不良な3点を除外した。
稈長差は雄性不稔親が高い場合をプラスで表した。

3. 普通畦立様式での一代雑種の採種能率

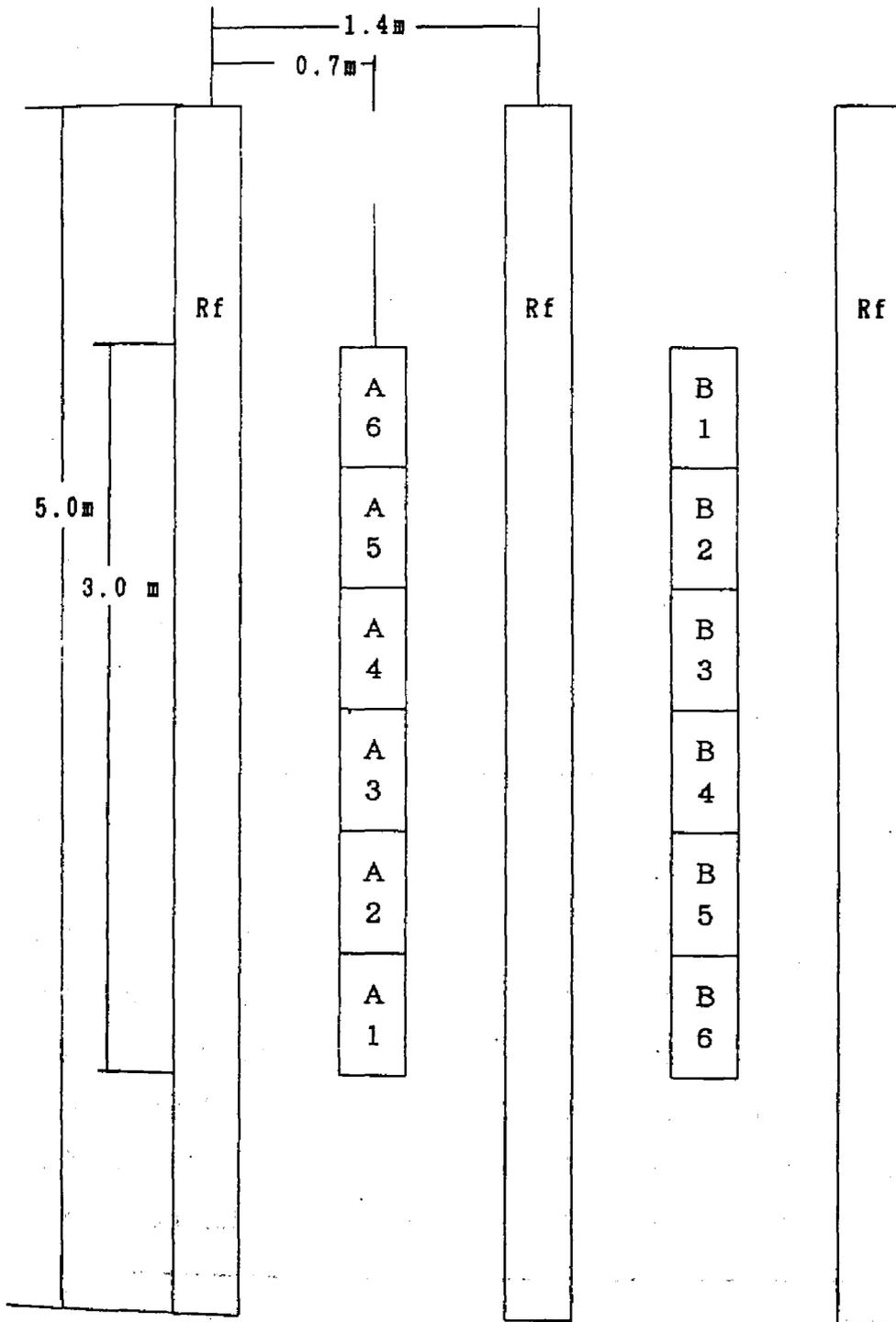
1) 材料及び方法

1978年に、採種の簡易化と採種上好ましい特性の組合せの解明のため、6雄性不稔系統と2稔性回復系統とを組み合わせた12組合せの一代雑種の採種を行った。試験区は稔性回復系統毎の2ブロックとし、第4図のような普通畦立様式として、隔列に雄性不稔系統を配した。1区の畦長は50cmとし、2反復とした。播種期は11月22日、播種密度は1平方メートル当たり126粒とした。稔実の評価は、1区の採種粒数、全穂数の調査から1穂当たりの着粒数を求め、雄性不稔系統の値と稔性回復系統の値とを比較することによって行った。

2) 結果

本試験も前年の試験と同様、条件の悪い土地で行ったため1穂着粒数は少なかった。また、2反復の試験区(無作意化せず)を設けたが、北半分は日陰となる時間が長く、軟弱となって倒伏したため各ブロックの南半分の区のみを調査対象とした。着粒数率は13%から75%程度までほぼ連続的になった(第5表)。出穂期の同調と着粒率の関係を第5図に示した。これによれば、前年の結果と同様に雄性不稔系統が5日程度以上早い場合には50%以上の高い着粒数率となり、稔性回復系統より遅れる場合には20%程度の低い値となった。稈長の差と着粒率の関係を第6図に示した。この場合は、前回同様、両者の間に明らかな関係はみられなかった。

稔性回復系統による違いという観点から比較すると、全体としてはRfアオバコムギを花粉親とする組合せの着粒数率が高かったが、出穂期の差が同程度の組合せの間では大差がなかった。



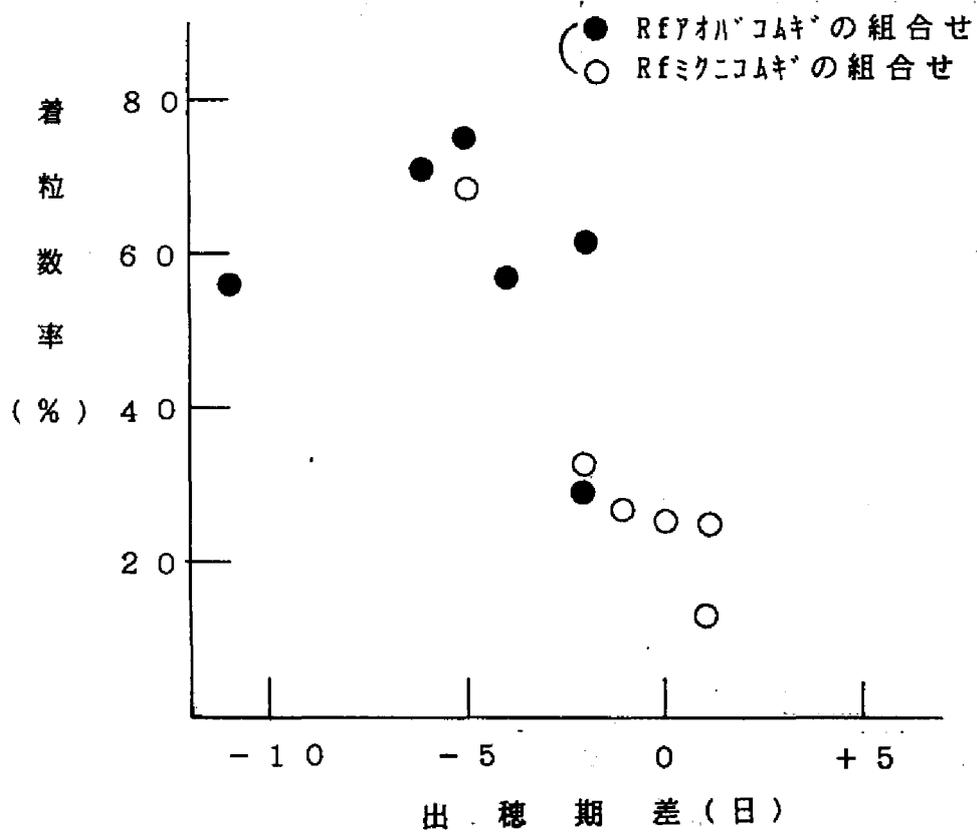
第4図 普通畦立て栽培による一代雑種採種試験区の配置法(1978年)

1~6: msナンブ'コムキ', msIビ'スコムキ', msシラサキ'コムキ', ms農林61号, msサカ'ケコムキ'
msオマセコムキ'

Rf: Rf7オハ'コムキ'またはRfミクニコムキ'

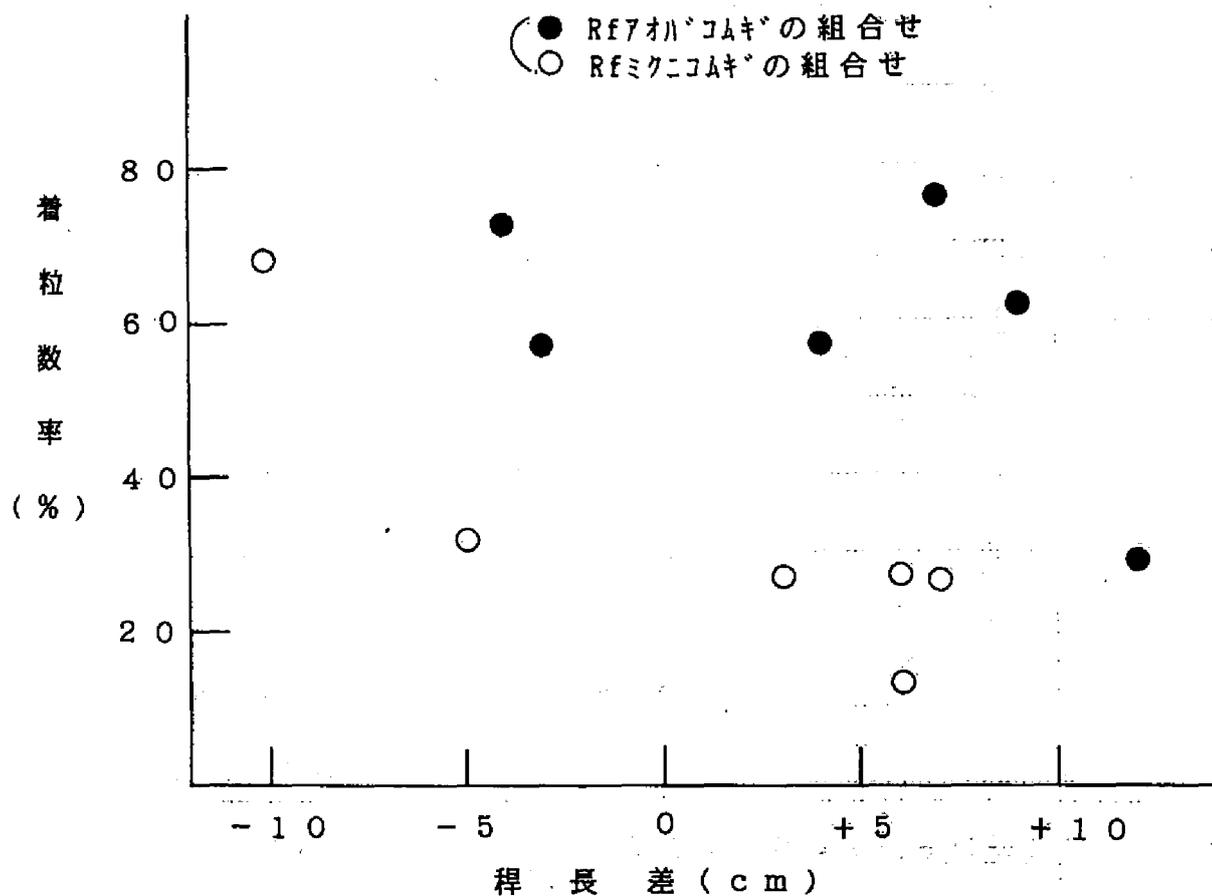
第5表 普通畦立栽培による一代雑種種子の採種試験の結果(1978年)

試験 番号	系 統 名	出穂期 (月. 日)	対RFP 差	稈長 (cm)	対RFP 差	1穂 粒数	着粒数率 (%)
AP	RF71A'JMキ'	4.17	-	77	-	32.1	(100)
A1	msナツ'JMキ'	4.15	- 2	88	+11	9.6	30.0
A2	msIビ'スJMキ'	4.13	- 4	81	+ 4	18.4	57.3
A3	msソラサキ'JMキ'	4.12	- 5	84	+ 7	24.3	75.7
A4	ms農林61号	4.15	- 2	86	+ 9	19.8	61.7
A5	msサキガ'ケJMキ'	4. 6	-11	74	- 3	18.3	57.0
A6	msオマセJMキ'	4.11	- 6	73	- 4	23.0	71.6
BP	RFミクニJMキ'	4.13	-	86	-	24.3	(100)
B1	msナツ'JMキ'	4.14	+ 1	92	+ 6	3.2	13.2
B2	msIビ'スJMキ'	4.12	- 1	92	+ 6	6.6	27.2
B3	msソラサキ'JMキ'	4.13	0	93	+ 7	6.4	26.3
B4	ms農林61号	4.14	+ 1	89	+ 3	6.3	25.9
B5	msサキガ'ケJMキ'	4. 8	- 5	76	-10	16.6	68.3
B6	msオマセJMキ'	4.11	- 2	81	- 5	7.7	31.7



第5図 普通畦立て採種栽培における両親の出穂期差と雄性不稔親の着粒数率の関係(1978年)

出穂期差は雄性不稔親が先行する場合をマイナスとした。



第6図 普通畦立て採種栽培における両親の稈長差と雄性不稔親の着粒数率の関係(1978年)

稈長差は雄性不稔親が高い場合をプラスで表した。

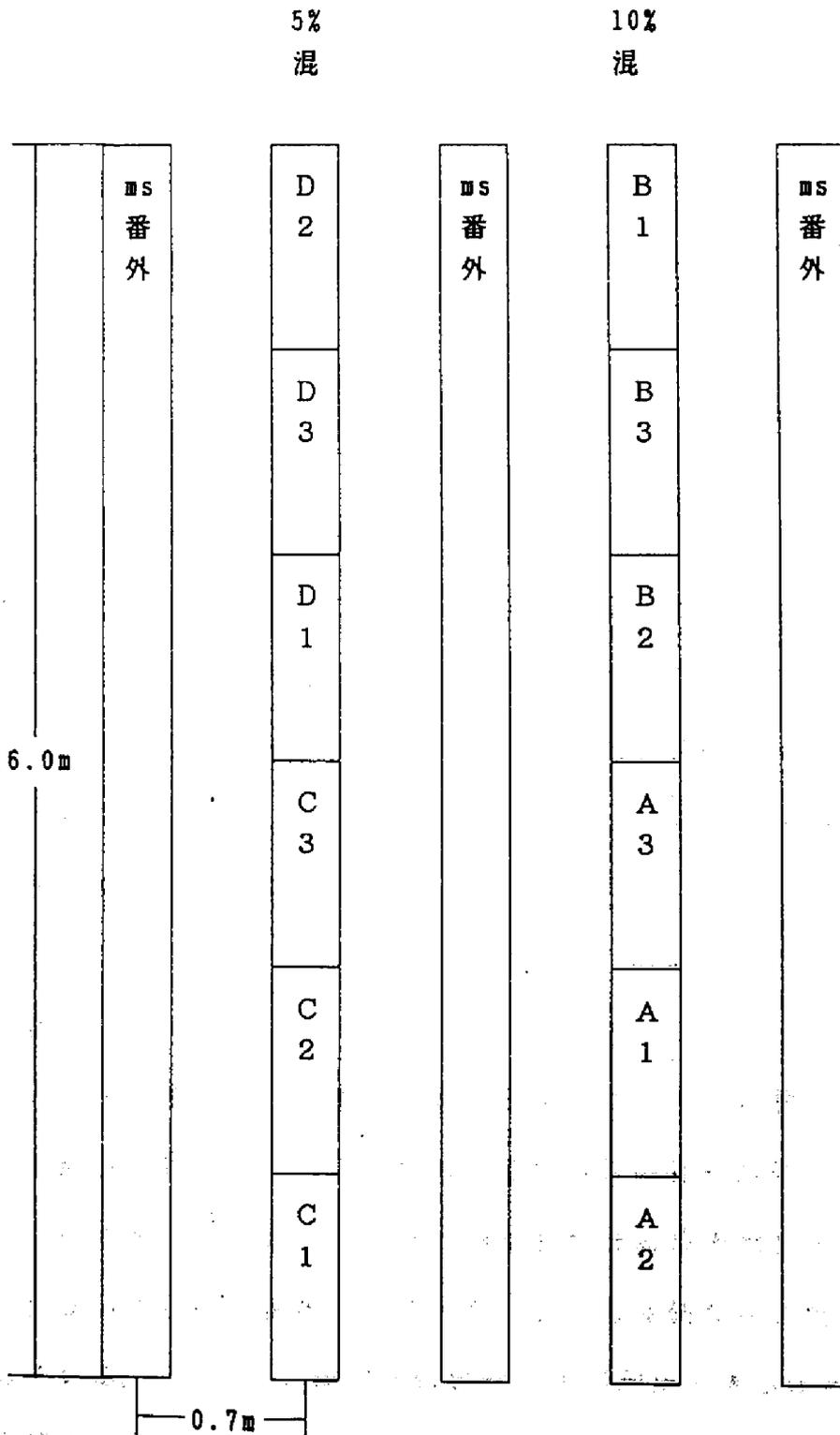
3) 考察

本試験は、九州地方の標準的な栽植法である畦立様式で行った。この様式は、播種や刈取りの際に両親の区別が比較的容易であり、機械化も可能である。このため、ここで得られた結果は実用的な規模でも再現できると考えられる。むしろ、このような小規模の試験では、稔性回復系統の花粉は圏外に飛散してしまうものが多くなるので効率を下げていると考えられ、規模を大きくすることによって着粒率の向上が期待される。本試験からも、雄性不稔系統の出穂の先行が稔実率の向上のために重要な要因であることが確認された。ここで得られた結果から、適切な両親系統を選び、1列おきに播種した場合、雄性不稔親は75%程度着粒するものと期待される。母本品種の10a当たりの収量水準を400kgとすれば、 $400\text{kg} \times 0.5$ (母本栽植率) $\times 0.75$ (着粒率) から150kg/10aの一代雑種種子が得られることになる。これは、慣行栽培での5kg/10aの播種量を基準とすれば、3ha分の種子量となる。

4. 両親の混播による一代雑種の採種

1) 材料及び方法

1979年度に、採種能率の飛躍的向上と省力化を目的として、細胞質雄性不稔系統に5%または10%の稔性回復系統を混合して播種した。第7図のように3雄性不稔系統と1稔性回復系統とを組み合わせた2反復の区を設け、区間に雄性不稔系統の1畦をはさんだ。1区畦長は1m、播種密度は1平方m当たり141粒とした。播種期は11月22日であった。稔実の評価は、両親を別々に収穫して採種粒数と穂数の調査から1穂当たりの着粒数を求め、雄性不稔系統の値と稔性回復系統の値とを比較することによって行った。この場合、両親は稈色によって識別できるようにした。



第7図 雄性不稔、稔性回復系統の混播による一代雑種採種試験区の配置法（1979年）

①②③: MSレ' スコムキ、MSラサキ' コムキ、MS農林26号

A, B: Rf' ユンレコムキ' を5%混播

C, D: Rf' ユンレコムキ' を10%混播

2) 結果

第6表に試験結果を示した。穂数全体に占める稔性回復系統の穂数割合は、播種量の割合よりもやや多くなった。この原因は明らかではなかった。両親の出穂期に関しては、稔性回復系統の方が約2日早く、不適当な組合せとなった。このため、雄性不稔系統の着粒数率は、最高でも25%程度で不良であった。

3) 考察

本試験では、高い着粒数率が得られなかった。これは、稔性回復系統の出穂期が雄性不稔系統のそれよりも約2日早く、前年までに得られた好ましい組合せの条件から外れていたことが主な原因と推察される。それでもなお、10%の混播で得られた25%の着粒は、母本の収量水準を400kg/10aとすれば、 $400\text{kg} \times 0.9$ (母本栽植率) $\times 0.25$ (着粒率) で90kg/10aに相当することになる。

5. 論議

早くから一代雑種品種の利用が行われるようになった作物は、雌雄異株や雌雄異花で交配が容易であるか、一度の交配で多数の種子が得られるなどの条件を満たすものであった。また、園芸作物などでは単位面積当たりの必要種子数が比較的少ないことや生産物の単価が高いことも高価な一代雑種種子の購入を可能にしている。コムギでは細胞質雄性不稔が利用できるようになって、なお単位面積当たりの必要種子量が多く、かつ、生産物の単価が高くないためあまり高価な種子では普及が困難になると考えられる。それ故、採種能率の向上は重要な課題として取り上げられ、多くの研究が行われてきた。

第6表 雄性不稔、稔性回復系統の混播による
採種試験の結果（1979年）

系統名	出穂期 (月. 日)	R f 系統 混合率(%)	R f 系統 穂数率	着粒数率 (%)
R f ジュンレイコムギ	4.14	-	-	100
m s エビスコムギ	4.17	5	5.6	10.6
		10	12.0	12.1
m s シラサギコムギ	4.16	5	9.7	16.4
		10	14.7	18.9
m s 農林26号	4.16	5	5.4	13.4
		10	14.9	25.2

1) 再開穎性と採種能率

花器の形態や開花習性の把握は、自殖性作物であるコムギを他殖性作物のよ
うに扱って採種しようとするこの体系では最も重要なことと考えられる。

De Vries (1971) の総説によればコムギ小花の開花継続時間は短かく、
10分から30分前後である。しかも開花は長時間にわたって緩漫に行われる
傾向がある。このような特性は採種上著しく不都合であると考えられる。とこ
ろが、実際には、Wilson (1968) の総説や国内における常脇 (1966)
の報告にも明らかなように、比較的良好な着粒率を得ている報告が多い。また、
本研究では、両親の出穂期の違いが大きくても雄性不稔親の出穂、開花が先行
する場合にはよい結果が得られている。

このような結果を、合理的に説明するコムギの特性として、再開穎性がある。
すなわち、冷害などによって受精が行われなかった小花は一旦開花し、2、3
日後に再開穎する現象である。星川 (1960) は、コムギ埼玉27号を用
い、開花直前の小花を人工的に除雄して観察したところ、2日目から開穎が始
まり3日目で87%、5日目では98%の小花が再開穎したことを報告してい
る。また、これらの小花は数日間受精能力を保持することを述べている。雄性
不稔化したコムギにも同様な再開穎が起こり、その後の飛来花粉によって受粉、
受精が行われるとすれば、高い着粒率と出穂期の関係がよく理解できる。冷害
や高温障害による受精障害は、いわゆる“ちょうちん穂”としてよく知られ、
オオムギ、コムギ、ライムギなどに広く観察されるものである (山本 19
41, 星川 1960, 鶴内 1966)。それ故、コムギの雄性不稔系統にも
広く再開穎が起こるものと考えられる。事実、この現象は本研究実施中に多数
の材料で観察された。このように、再開穎性は一代雑種コムギの採種能率を高
めている決定的な性質と考えられるが、既往の報告には全く記述がみられない。

2) 雌蕊の受精能力保持期間と採種能率

出穂期の同調と着粒率との関係について論ずるとき、雌蕊の受精能力保持期間が重要な要因として挙げられる。この点については、人工交配技術との関連で多くの報告があるが、その保持期間については、5～6日程度とするものから10日以上とするものまで幅がある (Florell 1934, 吉田 1949, 星川 1960, 戸田ら 1965, De Vries 1971)。Imrie (1966) は、一代雑種コムギの採種を想定して、温度と湿度を変えた条件のもとで雄性不稔系統の雌蕊の受精能力の保持期間を調査し、高温高湿条件下では受精能力が早く失われることを明らかにしている。この報告からも明らかのように、過去の報告にみられる受精能力の保持期間に関する差異は、調査地の気象条件の差異に基づくものと考えられる。

報告事例によって期間には幅があるものの、コムギは開花後かなりの期間受精能力を保持することには違いない。それ故、雄性不稔親は出穂期以後しばらくの間は受精可能な小花数を日毎に増加させることになる。受精可能な小花数が最大に達したとき、つまり最初に開花した小花が受精能力を失う直前に稔性回復親の開花が最盛期になるような条件が着粒率を向上させると考えられる。実際、本研究では雄性不稔親の出穂期が5日から10日程度早い場合に良好な着粒率が得られている。

しかし、実用的な問題として出穂期差を余り大きくすることには懸念が生ずる。星川 (1960) によれば、再開穎花の受粉は老花受粉であり、胚乳は開花後日数が経つほど退化が進むため、受精しても発育が不完全になるものが出てくる。一代雑種コムギの種子はしばしば外観、発芽とも不良になることがあり、この胚乳の老化と関係があるかも知れない。また、開穎している小花は降雨や乾燥による障害を受けやすく、赤かび病などにもかかりやすいことが考えられる。

これらの問題点を考慮すれば、両親の出穂期は雄性不稔親を3～5日早める程度にし、出穂をできるだけ斉一にするのが適当と考えられる。

3) 種々の形質と採種能率

再開穎性以外に採種能率の著しい向上を可能にする形質としては、雌蕊の柱頭露出性、すなわち、閉花後も柱頭の一部が穎外に露出したままになる性質が挙げられる。この性質は、再開穎性のないイネの一代雑種の採種において大いに注目され、中国において成功を収めようとしているものである(加藤・生井 1987, 鳥山・池橋 1988)。コムギにおける柱頭露出性については否定的なものを含めわずかの報告があるに過ぎないが(De Vries 1971)、今後注目すべき形質と考えられる。この性質を持った雄性不稔系統が育成できれば、出穂期差の少ない組合せでの着粒率の向上が期待でき、種子の品質も改善できる可能性があると考えられる。

両親の相対的な稈長の長短は、花粉の飛散、落下との関係で採種能率に大きな影響を持つと考えられる。高い位置の穂は同一条件下では広範囲に花粉を飛散させるであろう。本研究では、もともと材料数が少なく、出穂期の効果が大きかったために稈長の影響は明らかでなかったが、雄性不稔親の短稈化は重要な要因になると考えられる。イネの一代雑種利用では、第一節間だけが特異的に伸長する劣性の長稈遺伝子(*eui*:elongation upper internode)を短稈の稔性回復系統の遺伝的背景に導入して、一代雑種の短稈性を確保しつつ両親に有利な稈長差をもたせることが提案されているほどである(Rutger 1981)。

芒の有無や穂密度の違い、開穎角度などが着粒に影響するといわれている(常臨 1969)。実用的な段階では、多数の形質それぞれについての改善が組み合わせられることによって高い採種能率が実現されることが考えられる。

4) 栽植様式の改良と採種能率

単位面積当たりの採種量は、雄性不稔親の穎花数に着粒率をかけたものになる。採種能率の向上のためには、雄性不稔親の割合を高め、かつ着粒率を高く維持することが求められる。また、播種や収穫に要する労力の節減も重要な課題である。海外では、大型機械での播種を前提にして、播種幅が2～3m程度で、雄性不稔親と稔性回復親を1:1ないし1:2の割合で播種する例が報告されている(Miller et al. 1976)。わが国でも近年は、トラクターやドリルシーダーなどの普及がみられ、中大型機械による作付体系を想定する必要がある。このような場合には、雄性不稔親の栽植比率の増加にともなって両親間の平均距離が著しく増加することになって、受粉態勢の点で好ましいことではない。両親を別々に帯状に播種することは、作業性や労力の点からも、問題がある。同一の播種比率の場合、種子を混合播種すれば稔性回復親が全体に均一に分布するため授粉が効率的に行われると考えられる。富田ら(1987)は、イネの一代雑種の採種において両親の隔列植えよりも株内に混植する方が明らかに多収になったことを報告している。

本研究では、混播によって十分な着粒が得られなかったが、これは両親の出穂期の関係が適切でなかったためであり、適切な組合せでは10%程度の混播でも高い着粒率が得られるものと考えられる。作物は異なるが、中国における一代雑種イネの採種では、1列:10列程度の栽植比率で多収が上げられるようになったという報告がある(Yuan 1987, 鳥山・池橋 1988)。

混播した場合、得られた種子の純度が問題になる。既知の特性を持つ稔性回復親の少量の混入は実用上、支障ないかも知れないが、制度上は不適である。筆者等(未発表)はイネにおいて、いくつかの品種特性の差異に基づいて、混合種子の能率的かつ完全な選別が可能であることを明らかにしている。コムギにおいても選別を可能にする形質を見いだすことができるものと考えられる。

混合種子を機械播種し、収穫された種子を選別するような体系が開発されれば、コストを含めた採種効率の向上が可能になると考えられる。

第四章 一代雑種の特性とヘテロシス

コムギの一代雑種利用の主な目的は、収量性の飛躍的向上にある。一代雑種の収量については多数の報告があるが、試験規模や方法に問題がある場合が多いことが指摘されている。そこで、ここでは育種試験で採用されている標準的な試験規模を確保し、普通栽培に準じた栽培法によって一代雑種の収量性を検討した。また、これまでの収量性に関する試験の多くは、通常品種の手交配によって得られた種子が用いられているため実用化に直結するものではなかった。ここでは、チモフェービコムギに由来する細胞質雄性不稔系統と稔性回復系統との間の放任受粉による一代雑種を供試して実用化に直結する検討を行った。特に、チモフェービコムギの雄性不稔細胞質は、最も好ましい細胞質として広範に試験されているが、これまでに見いだされた稔性回復遺伝子の効果が地域や気象条件の違いによって十分でない場合が報告されているので、九州地域の普通栽培での稔性回復程度の評価にも重点をおいた。

実用的な一代雑種品種は、一般品種と同様に、適当な熟期をもち、かつ耐倒伏性、耐病性に優れ、良質でなければならない。一代雑種と両親及び普及品種の形質の比較から、目的にあった両親の選択と育種の方角を明らかにしようとした。

1. 材料及び方法

試験年次は、1976年及び1978年から1980年までの3か年の合計4年間で、1978年には異なる材料からなる2種類の試験を行った。

供試した材料は、1978年のA試験を除いては稔性回復遺伝子 Rf_3 を持つ系統を花粉親として採種されたものであり、1978年のA試験は、 Rf_1 、 Rf_2 、 Rf_3 の稔性回復遺伝子を合わせ持つと推定される系統を花粉親とし

て京都大学で採種された材料である。

各試験の規模、耕種法などを第7表に示した。試験区は、原則として2反復、乱塊法によって配置した。以下、各年の試験方法について概要を述べる。

1) 1976年

前年度に京都大学で採種された一代雑種種子の分譲を受けて供試した。種子量が少なく、発芽不良が予想される材料があったため予め催芽して発芽粒のみを点播した。比較として、両親品種を供試した。一部の材料は、種子が不足したため一区のみで試験した。調査は第一章に示した慣行法によって行った。しかし、容積重は、収量が少なく標準法での測定ができなかったため、2デシリットル枴を代用して測定した。

2) 1978年

A試験：京都大学から種子の分譲を受けて供試した。両親品種は供試せず、比較には、普及品種の農林61号と早生で多収の新しい育成品種アサカゼコムギを供試した。調査法は、慣行によった。不稔率は、結果として倒伏が著しく調査が困難であったため、別途晩播しておいた材料から10穂をとって調査を行い、その結果を参考にした。

B試験：前年度に九州農試で採種した材料を用いた。見本栽培の一部として供試し、両親品種は供試しなかった。

3) 1979年

前年度九州農試で採種した材料とその両親及び比較品種を供試した。調査は慣行にしたがって行った。1穂粒数、不稔率などの調査は各区10穂を無作意に採って行った。

第7表 一代雑種コムギの収量試験の耕種概要

年度	供試系統数 (内比較品種数)	1区面積 (m ²)	反復	播種法	播種量 (粒/m ²)	播種期 (月.日)	施肥量 (N:P:K成分kg/a)
1976	32(17)	2.1	2	点播	71	11.22	0.6:0.5:0.5
1978A	36(2)	1.4	2	散播	126	11.20	0.6:0.5:0.5
1978B	7(2)	2.1	2	散播	200	11.20	0.6:0.5:0.5
1979	18(8)	2.1	2	散播	126	11.20	0.6:0.4:0.4
1980	20(10)	3.3	2	散播	126	11.18	0.6:0.4:0.4

4) 1980年

九州農試で前年度または前々年度に採種した材料とその両親、比較品種を供試した。これまでよりも一区面積を広げ、次章の製粉試験に備えた。調査は同様に行った。

2. 結果

年次毎に供試材料の半数以上が変わり、生育の様相も異なったため、年次別に結果を述べ、次節で形質毎に通年した結果を考察する。

1) 1976年

発芽時に雨が多く、除草剤(CAT)による薬害が発生した。さらに、生育期の前半の異常低温によって薬害が助長された。生育期の後半は一転して高温に経過したため生育量が不足したまま出穂期になり、赤かび病の発生も多かった。このため、収量水準が著しく低かった。一部の組合せは、不斉一または稔実不良であった。

調査結果を第8、9表に示した。また、一代雑種の値を中間親値(以下MP: mid parentと略記)や優良親値(以下BP: better parentと略記)と比較して第10表に示した。

稈長、穂長、千粒重の3形質はほとんどすべての一代雑種がBP値を上回った。穂数もまた多くの組合せでBP値を上回った。出穂期は、MP値に近くやや早生になる場合が多かった。肝心の収量に関しては、MP値に達しない組合せが多かったが、msエビスコムギ×Rfアオバコムギは供試材料中最多収であった。容積重は、この場合調査法が標準と異なるので絶対値での評価はできないが、両親に比較して著しく低く、問題点の一つであることが判明した。

倒伏は、稈長が低く生育量も少なかったため問題にならなかった。赤かび病

第8表 1976年実施の一代雑種の小規模の収量試験の結果

試験 番号	系統 番号	組合せ		出穂期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	収量 (kg/a)	千粒重 (g)	容積重 (g/l)	育一性	赤かび病	その他
		母	父										
1	1251	エビスコムギ	アオバコムギ	4.20	80	10.8	283	31.7	40.4	825	良	少	
2	1253	シラサギコムギ	農林68号	21	75	9.7	254	16.8	36.2	750	不良	中	
3	1254	ジュンレイコムギ	シラサギコムギ	18	76	9.8	234	14.3	36.3	772	不良	中~多	
4	1256	ナンブコムギ	エビスコムギ	22	86	11.3	243	20.9	42.9	785	良	中	
5	1257	ニチリンコムギ	ジュンレイコムギ	21	75	10.0	245	21.7	36.6	769	良	少	
6	1260	ミクニコムギ	アオバコムギ	20	80	10.2	267	26.9	37.3	801	良	中~多	
7	1267	農林29号	エビスコムギ	26	104	13.2	277	8.4	37.8	722	良	少	不稔多
8	1268	農林50号	ジュンレイコムギ	21	73	10.3	231	22.0	35.6	769	不良	少~中	
9	1269	農林50号	農林68号	20	81	11.0	289	13.6	35.6	772	不良	少	不稔多
10	1270	農林53号	アオバコムギ	19	83	10.6	274	25.0	36.6	785	良	多	
11	1271	農林61号	アオバコムギ	21	79	10.8	246	26.1	37.9	794	良	少~中	
12	1272	農林61号	ジュンレイコムギ	20	74	10.7	167	17.9	38.6	789	良	少	
13	1274	農林69号	アオバコムギ	20	88	11.5	223	21.0	42.4	750	良	中~多	
14	1275	農林69号	ジュンレイコムギ	20	81	11.2	245	14.8	43.3	711	良	少~中	
15	1277	農林72号	ジュンレイコムギ	18	84	10.4	213	16.3	35.0	756	良	多	
16	P	エビスコムギ		20	76	10.3	230	28.4	36.9	801	良	少	
17	P	アオバコムギ		22	77	9.2	230	23.9	34.3	804	良	多	
18	P	シラサギコムギ		20	69	8.2	184	20.6	36.3	806	良	中~多	
19	P	農林68号		23	58	8.5	112	13.3	32.1	-	良	少	
20	P	ジュンレイコムギ		18	71	9.3	207	20.6	34.5	822	良	中	
21	P	ナンブコムギ		21	81	11.2	242	27.3	42.0	806	良	中	
22	P	ニチリンコムギ		23	62	9.1	225	19.1	30.6	807	良	少	
23	P	ミクニコムギ		21	75	9.0	239	26.5	33.1	802	良	少	
24	P	農林29号		29	94	12.2	250	26.4	37.2	776	良	少	
25	P	農林50号		22	66	9.5	235	22.2	31.4	825	良	少	
26	P	農林53号		19	75	9.9	255	26.0	32.7	783	良	中	
27	P	農林61号		21	73	10.1	246	29.7	36.2	828	良	少	
28	P	農林69号		24	75	9.9	197	21.0	41.4	778	良	少~中	
29	P	農林72号		17	81	10.0	229	18.7	32.8	751	良	中~多	

注) 2, 9, 12番は1区のみ

第9表 1976年度試作の一代雑種の収量に関する分散分析の結果

要因	自由度	平方和	平均平方	F値
全体	53	2220.01	41.89	
処理	26	1591.54	61.21	3.03**
ブロック	1	103.34	103.34	5.12*
誤差	26	525.13	20.20	

注1) *, **は5%及び1%水準での有意性を示す。

注2) 系統間の5%及び1%のLSDは各々6.13kg及び8.07kg。

注3) 反復区を設けた27系統のみの結果を示す。

第10表 1976年実施の収量試験における一代雑種の形質比較

番号	出穂期(月・日)			稈長(cm)			穂長(cm)			穂数(本/m ²)			収量(kg/a)			千粒重(g)			容積重(g/l)		
	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比
1	21	-1	0	77	+3	+3	9.8	+1.0	+0.5	230	+53	+53	26.2	+5.5	+3.3	35.6	+4.8	+3.5	803	+22	+21
2	22	-1	+1	64	+11	+6	8.4	+1.3	+1.2	148	+106	+70	17.0	-0.2	-3.8	34.2	+2.0	-0.1	-	-	-
3	19	-1	0	70	+6	+5	8.8	+1.0	+0.5	196	+38	+27	20.6	-6.3	-6.6	35.4	+0.9	0.0	814	-42	-50
4	21	-1	+1	79	+7	+5	10.8	+0.5	+0.1	236	+7	+1	27.9	-7.0	-6.4	39.5	+3.4	+0.9	804	-19	-21
5	21	0	+3	67	+8	+4	9.2	+0.8	+0.7	216	+29	+20	19.9	+1.8	+1.1	32.6	+4.0	+2.1	815	-46	-51
6	22	-2	-1	76	+4	+5	9.1	+1.1	+1.0	235	+32	+28	25.2	+1.7	+0.4	33.7	+3.6	+3.0	803	-2	-3
7	25	+1	+6	85	+19	+10	11.3	+1.9	+1.0	240	+37	+22	27.4	-19.0	-20.0	37.1	+0.6	+0.6	789	-67	-82
8	20	+1	+3	69	+4	+2	9.4	+0.9	+0.8	221	+11	-4	21.4	+0.6	-0.2	33.0	+2.6	+1.1	824	-55	-56
9	23	-3	-2	62	+19	+15	9.0	+2.0	+1.5	174	+115	+54	17.8	-4.2	-8.6	31.8	+3.8	+3.5	-	-	-
10	21	-2	0	76	+7	+6	9.6	+1.0	+0.7	243	+31	+19	25.0	0.0	-1.0	33.5	+3.1	+2.3	794	-9	-19
11	22	-1	0	75	+4	+2	9.7	+1.1	+0.7	238	+8	0	26.8	-0.7	-3.6	35.3	+2.6	+1.7	816	-18	-34
12	20	0	+2	72	+2	+1	9.7	+1.1	+0.6	227	-60	-79	25.2	-7.3	-11.8	35.4	+3.2	+2.4	825	-36	-39
13	23	-3	-2	76	+12	+11	9.6	+1.9	+1.6	214	+7	-7	22.5	-1.5	-2.9	37.9	+4.5	+1.0	791	-41	-54
14	21	-1	+2	73	+8	+6	9.6	+1.6	+1.3	202	+43	+38	20.8	-6.0	-5.2	38.0	+5.3	+1.9	800	-89	-111
15	18	0	+1	76	+8	+3	9.7	+0.7	+0.4	218	-5	-16	19.7	-3.4	-4.3	33.7	+1.3	+0.5	787	-31	-66

注) 試験番号は第8表と同じ。

は一代雑種にやや多い傾向がみられたが、組合せによる差が大きかった。

2) 1978年

播種後から生育期の前半が高温に経過し、その後低温、少雨、多日照になったため、全般に生育が良好であった。

A試験：稈長が著しく伸びて、早期に全面倒伏した。倒伏しなかった比較品種は多収を示した。調査結果を第11表に示すが、倒伏のために評価が困難なため晩播における不稔率を主な評価の対象とした。また、供試材料中、Rf農林53号、RF農林68号を父本とした10組合せは基本型が不明な程度に不育で稔実も不良だったので調査対象から除外した。3個の稔性回復遺伝子をもたせたこれらの材料にも20～30%以上の不稔を発生するものが多かったが、Rfアオバコムギを父本とした組合せは不稔がほぼ10%以下で少なかった。この場合、比較品種の不稔率は2%前後であった。

B試験：調査結果を第12表に示した。全体の収量水準は高く、また、発芽不良の1組合せを除いて、5組合せ中4組合せの収量が標準の農林61号を上回った。しかし、アサカゼコムギより優れたものはなかった。一代雑種には6.9%から20.6%の範囲で不稔が見られた。

3) 1979年

生育初期は比較的高温・多照であったが、中期は低温に経過し、その後は平年並みの気温であった。そのため、穂数は少なめであったが、登熟期は低温に経過して収量水準は高めとなった。しかし、標準品種の農林61号は縞萎縮病が発生したため収量が低下した。倒伏は多めであった。

調査結果を第13、14表に示した。また、両親品種との比較値を第15表に示した。穂長と千粒重は、ほとんどの組合せがBP値を上回った。稈長は、

第11表 1978年実施の複数の稔性回復遺伝子をもつ稔性回復系統を片親とする一代雑種の試作結果

試験 番号	組 合 せ 母 父	出穂期 (月・日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	収 量 (kg/a)	晩 播 区 育一度 不稔率(%)
1	ソユルイコムギ 7オバコムギ	4.11	108	11.0	381	23.4	良 3.9
2	ミカコムギ //	12	109	10.8	459	24.9	やや良 6.1
3	シラギコムギ //	12	112	10.8	425	38.4	やや良 10.2
4	農林50号 //	13	109	11.6	450	38.9	良 2.5
5	農林69号 //	14	114	12.5	370	20.3	やや不良 4.9
6	農林72号 //	11	104	11.7	433	29.0	やや良 2.4
7	ユカコムギ ヲソコムギ	12	102	10.4	344	12.3	やや不良 38.7
8	農林52号 //	11	106	11.1	349	15.3	中 38.3
9	農林53号 //	11	106	9.4	415	9.5	不良 27.5
10	農林72号 //	10	102	9.9	434	16.8	やや良 23.4
11	北コムギ 農林26号	12	103	11.9	446	30.1	良 25.5
12	ソユルイコムギ //	11	102	11.1	362	28.8	やや良 20.2
13	ニリコムギ //	13	102	12.0	402	19.1	やや良 29.4
14	シラギコムギ //	12	101	10.9	361	19.4	やや良 28.7
15	農林53号 //	12	102	10.5	369	23.9	やや良 22.8
16	農林61号 農林29号	13	100	11.8	354	23.3	やや不良 30.4
17	北コムギ //	14	109	12.0	415	27.2	良 36.3
18	ソユルイコムギ //	13	108	11.4	406	24.2	中 29.2
19	オバコムギ //	14	109	11.7	420	27.3	良 27.1
20	農林52号 //	13	107	12.3	477	16.0	やや良 34.1
21	農林53号 //	13	104	10.9	467	17.4	やや良 27.3
22	農林61号 //	16	105	12.4	279	18.4	中 61.3
32	ミカコムギ 農林68号	13	109	11.2	493	29.9	不良 10.1
34	農林52号 //	13	116	13.2	474	24.7	不良 18.5
35	農林61号(標準)	12	101	9.6	452	51.5	良 2.2
36	アサカゼコムギ	1	79	9.4	419	48.5	良 1.2

注) 23~31及び33番は著しく不斉一のため調査を打ち切り

第12表 1978年実施の Rf_3 遺伝子のみを持つ稔性回復親を片親とする 収量試験の結果

試験 番号	組 母	合 せ 父	出穂期 (月・日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	収量 (kg/a)	対標準比 (%)	不稔率 (%)
1	農林26号	ニチリンコムキ'	4.10	92	10.0	347	46.3	103	6.9
2	ニチリンコムキ'	アサカコムキ'	13	94	11.6	344	47.0	104	11.1
3	イタカコムキ'	〃	13	97	11.7	377	58.3	130	13.5
4	農林61号	〃	14	90	13.0	190	24.3	54	20.6
5	エビ'スコムキ'	〃	13	96	12.1	388	49.9	111	9.5
6	農林61号 (標準)		13	90	9.9	395	45.0	100	2.4
7	アサカゼコムギ		2	75	9.5	409	59.4	132	1.2

第13表

1979年実施の一代雑種の収量試験の結果

試験 番号	組 合 母 父	出穂期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	収量 (kg/a)	対標準比 (%)	1穂 小穂数	1穂 粒数	不稔率 (%)	千粒重 (g)	倒伏 程度	縞萎 縮病	
1	エビスコムギ	アオバコムギ	4.15	90	11.6	348	46.2	168 (104)	19.0	39.9	7.6	37.5	少~中	無
2	農林61号	"	4.16	88	11.4	328	36.0	131 (81)	17.4	37.0	9.2	37.6	少	無
3	シラサギコムギ	"	4.14	92	10.6	323	42.4	155 (95)	16.2	42.9	5.2	37.9	微~少	無
4	オマセコムギ	"	4.12	88	10.1	403	46.4	169 (104)	17.8	40.5	3.3	37.3	少~中	無
5	サキガケコムギ	"	4.12	88	11.8	316	35.0	128 (79)	17.1	38.1	8.5	38.0	少~中	無
6	エビスコムギ	ミクニコムギ	4.13	91	11.0	364	39.3	143 (88)	17.7	43.8	12.2	36.4	少~中	微
7	農林61号	"	4.15	86	10.5	286	27.4	100 (62)	17.1	39.0	11.0	36.5	微	微
8	シラサギコムギ	"	4.13	89	9.8	290	36.2	132 (81)	16.3	35.7	9.2	37.7	無~少	無
9	オマセコムギ	"	4.12	81	10.2	260	35.0	128 (79)	16.4	43.8	7.8	36.0	無	無
10	サキガケコムギ	"	4.9	78	10.6	301	23.3	85 (52)	15.7	39.6	15.0	35.8	微~少	無
11	アオバコムギ		4.19	91	9.7	340	36.9	135 (83)	19.0	40.2	2.4	35.1	少	無
12	ミクニコムギ		4.16	87	9.5	297	40.0	146 (90)	17.3	46.7	0.7	32.9	微~少	無
13	エビスコムギ		4.16	83	11.2	305	38.1	139 (86)	18.0	44.4	1.5	35.6	微	微
14	シラサギコムギ		4.14	85	8.9	313	39.1	143 (88)	15.1	41.9	0.8	37.3	無~微	無
15	オマセコムギ		4.13	74	8.6	288	35.0	128 (79)	16.8	35.4	1.1	34.7	無	無
16	サキガケコムギ		4.7	75	9.7	314	27.7	101 (62)	14.2	38.1	3.1	33.2	微	無
17	農林61号 (標準)		4.17	78	10.0	261	27.4	100 (62)	16.0	42.9	0.7	35.4	無~微	少
18	アサカゼコムギ		4.7	71	9.6	352	44.5	162 (100)	14.5	39.9	1.2	36.2	無	無

注) 収量の対標準比の項のカッコ内はアサカゼコムギに対する百分比率を示す。

第14表 1979年試作の一代雑種の収量に関する分散分析の結果

要因	自由度	平方和	平均平方	F値
全体	35	1855.52	53.02	
処理	17	1487.68	87.51	4.16**
ブロック	1	9.60	9.60	0.46 ^{NS}
誤差	17	358.23	21.07	

注1) **は1%水準で有意,NSは有意でないことを示す。

注2) 系統間の5%及び1%のLSDは各々7.34kg及び10.45kg。

第15表

1979年実施の収量試験における一代雑種の形質比較

番号	出穂期(月・日)			稈長(cm)			穂長(cm)			穂数(本/㎡)			1穂粒数			収量(kg/a)			千粒重(g)		
	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比
1	4.18	-3	-1	87	+3	-1	10.5	+1.1	+0.4	323	+24	+8	42.3	-2.4	-4.5	37.5	+8.7	+8.1	35.4	+2.1	+1.9
2	4.18	-2	-1	85	+3	-3	9.9	+1.5	+1.4	301	+27	-12	41.6	-4.6	-5.9	32.2	+3.8	-0.9	35.3	+2.3	+2.2
3	4.17	-3	0	88	+4	+1	9.9	+1.3	+0.9	327	-4	-17	41.1	+1.8	+1.0	38.0	+4.4	+3.3	36.2	+1.7	+0.6
4	4.16	-4	-1	83	+5	-3	9.2	+0.9	+0.4	314	+89	+63	37.8	+2.7	+0.3	36.0	+10.4	+9.5	34.9	+2.4	+2.2
5	4.13	-1	+5	83	+5	-3	9.7	+2.1	+2.1	327	-11	-24	39.2	-1.1	-2.1	32.3	+2.7	-1.9	34.2	+3.8	+2.9
6	4.16	-3	-3	85	+6	+4	10.4	+0.6	-0.2	301	+63	+59	45.6	-1.2	-2.9	39.1	+0.2	-0.7	34.3	+2.1	+0.8
7	4.17	-2	-1	83	+3	-1	9.8	+0.7	+0.5	279	+7	-11	44.8	-5.8	-7.7	33.7	-6.3	-12.6	34.2	+2.3	+1.1
8	4.15	-2	-1	86	+3	+2	9.2	+0.6	+0.3	305	-15	-23	44.3	-8.6	-11.0	39.6	-3.4	-3.8	35.1	+2.6	+0.4
9	4.15	-3	-1	81	0	-6	9.1	+1.1	+0.7	292	-32	-37	41.1	+2.7	-2.9	37.5	-2.5	-5.0	33.8	+2.2	+1.3
10	4.12	-3	+2	81	-3	-9	9.6	+1.0	+0.9	306	-5	-13	42.4	-2.8	-7.1	33.9	-10.6	-16.7	33.1	+2.7	+2.6

注) 試験番号は第13表と同じ。

M P 値より高かったが、この年はB P 値よりも低いものが多かった。出穂期は、M P 値よりも早いばかりでなく、早生親よりも早いものが多かった。穂数は、材料によって異なり、一定の傾向を見いだせなかった。

不稔の発生は、一代雑種では最低3.3%、最高15.0%であり、親品種の最高3.1%に比べて高かった。このうち、R f アオバコムギを父本とした組合せはいずれも10%以下で稔実が良かった。1穂小穂数及び1穂粒数は、穂長が著しく伸びているにもかかわらずM P 値と同程度かやや少ない場合が多かった。ただし、1穂粒数には不稔の影響があり、補正した場合M P 値をわずかに越える組合せが多かった。

収量に関しては、標準の農林61号が縞萎縮病のため比較が困難になったが、例年多収を示すアサカゼコムギよりも多収となった組合せがあった。両親との比較では、R f アオバコムギを稔性回復親とした組合せではすべてがM P 値を越え、B P 値を越えた多収組合せもあった。

一代雑種は、かなり倒伏した。しかし長稈の割合には倒伏時期が遅かったため収量や品質に対する影響が少なかった。

4) 1980年

生育初期から中期にかけて低温に経過し、生育が抑制されたが後期には回復し、登熟期の条件がよかったため多収となった。縞萎縮病の発生は少なかった。登熟中期に暴風雨があり倒伏が多かった。

調査結果を第16、17表に、両親との比較を第18表にそれぞれ示した。この年は、これまでの試験と比較して、収量をはじめ多くの形質でヘテロシス効果が大きく表れた。特に穂数の増加が顕著であった。

出穂期はM P 値に近いやや早生のものが多かった。稈長は、全てM P 値を越えた。穂長は、例年と同様にB P 値を越える組合せが多かった。穂数は、前

第16表 1980年実施の一代雑種の収量試験の結果

試験 番号	組合せ 母 父	出穂期 (月.日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	収量 (kg/a)	対標準比 (%)	千粒重 (g)	外観品質	容積重 (g/l)	硝子率 (%)	倒伏 程度	縞萎 縮病
1	ナンブコムギ 7才ハコムギ	4.21	97	11.5	417	42.1	104	43.3	中上	776	58.8	少~多	無
2	エビスコムギ //	4.20	95	11.1	448	51.2	127	38.6	//	775	40.5	少	無
3	シラサギコムギ //	4.20	98	10.8	436	45.9	114	39.6	上下	767	57.8	少~甚	無
4	オマセコムギ //	4.18	92	10.6	371	48.3	120	37.2	中上	765	44.8	微~多	無
5	サキガケコムギ //	4.16	89	11.1	404	37.2	92	39.7	上下	767	47.8	無~微	無~微
6	農林26号 ジュンレイコムギ	4.17	95	8.7	405	37.1	92	38.9	中上	755	33.5	微	無
7	エビスコムギ //	4.19	94	10.4	377	38.9	97	39.6	//	753	35.0	無~微	微
8	シラサギコムギ //	4.18	93	9.1	387	36.3	90	39.0	//	745	38.5	微~多	無
9	オマセコムギ //	4.18	93	9.3	460	45.7	113	35.7	//	766	31.5	無~微	無
10	サキガケコムギ //	4.16	94	10.0	348	41.6	103	39.1	//	755	39.8	無~微	無~微
11	農林26号	4.19	89	8.9	347	45.6	113	37.5	中上	792	34.8	無	無
12	農林61号(標準)	4.22	87	9.9	328	40.3	100	34.4	//	765	36.0	無	無
13	エビスコムギ	4.21	84	10.5	313	37.5	93	35.3	//	768	37.3	無	無
14	シラサギコムギ	4.18	90	8.6	343	43.3	107	39.0	//	765	37.8	無	無
15	オマセコムギ	4.18	78	8.9	278	41.5	103	37.6	//	794	38.3	無	微~少
16	サキガケコムギ	4.14	75	9.6	281	36.7	91	38.5	中上	785	38.0	無	微
17	アオバコムギ	4.21	89	9.4	405	32.3	80	33.9	上下	763	83.5	無	無
18	ナンブコムギ	4.21	95	11.2	344	44.9	111	44.2	中上	785	45.8	無~少	無
19	ジュンレイコムギ	4.18	98	8.7	382	39.9	99	37.1	//	768	30.8	無~少	無
20	アサカゼコムギ	4.12	75	9.3	419	45.9	114	38.1	上下	765	24.8	無	無

第17表 1980年試作の一代雑種の収量に関する分散分析の結果

要因	自由度	平方和	平均平方	F値
全体	39	1101.16	28.24	
処理	19	861.98	45.37	5.84**
ブロック	1	91.49	91.49	11.77**
誤差	19	147.69	7.77	

注1) ** は5%及び1%水準での有意性を示す。

注2) 系統間の5%及び1%のLSDは各々4.24kg及び5.97kg。

第18表 1980年実施の収量試験における一代雑種の形質比較

番号	出穂期(月・日)			稈長(cm)			穂長(cm)			穂数(本/m ²)			収量(kg/a)			千粒重(g)			容積重(g/l)		
	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比	MP	MP比	BP比
1	4.21	0	0	92	+5	+2	10.3	+1.2	+0.2	375	+42	+12	38.6	+3.5	-2.8	39.1	+4.2	-0.9	774	+2	-9
2	4.21	-1	-1	87	+8	+6	10.0	+1.1	+0.6	359	+89	+43	34.9	+16.3	+13.7	34.6	+4.0	+3.3	766	+9	+7
3	4.20	0	+2	90	+8	+8	9.0	+1.8	+1.4	374	+62	+31	37.8	+8.1	+2.6	36.5	+3.1	+0.6	764	+3	+2
4	4.20	-2	0	84	+8	+3	9.2	+1.4	+0.4	342	+29	-34	36.9	+11.4	+6.8	35.8	+1.6	-0.4	779	-14	-29
5	4.18	-2	+2	82	+7	0	9.5	+1.6	+1.5	343	+61	-1	34.5	+2.7	+0.5	36.2	+3.5	+1.2	774	-7	-18
6	4.19	-2	-1	94	+1	-3	8.8	-0.1	-0.2	365	+40	+23	42.8	-5.7	-8.5	37.3	+1.6	+1.4	780	-25	-37
7	4.20	-1	+1	94	0	-4	9.6	+0.8	-0.1	348	+29	-5	38.7	+0.2	-1.0	36.2	+3.4	+2.5	768	-15	-15
8	4.18	0	0	88	+5	-5	8.7	+0.4	+0.4	363	+24	+5	41.6	-5.3	-7.0	38.1	+0.9	0.0	767	-22	-23
9	4.18	0	0	88	+6	-5	8.8	+0.5	+0.4	330	+130	+78	40.4	+5.0	+4.2	37.4	-1.7	-1.9	781	-15	-28
10	4.16	0	+2	87	+7	-4	9.2	+0.8	+0.4	332	+16	-34	38.3	+3.3	+1.7	37.8	+1.3	+0.6	777	-22	-30

注) 試験番号は第16表と同じ。

述のように増加し、多収の原因になった。収量は、絶対値としても高く、3組合せが比較品種の中で最多収のアサカゼコムギよりも多収を示した。両親との比較でも、8組合せがMP値を越え、半数以上がBP値を越えた。千粒重は、親品種も含め例年になく大きかった。ヘテロシス効果も明らかであった。容積重は、絶対値は高めであったが、両親との比較ではやや低めのものが多かった。倒伏は一部の一代雑種が多かった。倒伏程度「少」以上のものには収量に対する悪影響があったと考えられる。

3. 考察

主要な形質について、材料数が比較的多く、比較として両親品種を供試した1976、1979、1980年の結果を中心に考察する。第19表は、形質別、年次別に母本品種と一代雑種とを比較したものである。第20表には、中間親値と一代雑種の値の相関係数を示した。

1) 出穂期

一代雑種の出穂期は、各年ともMPよりもやや早い組合せが多く、早生親よりも早い場合もあった。平均的には、MPより1日程度早く、早生親よりも遅くなった。また、MP値との相関が明らかであった。実用的には、両親の選択によって一代雑種の出穂期を自由に変えることができることが判明した。

2) 稈長

一代雑種の稈長は高くなる場合が多く、MP値との相関が高かった。

1976年の結果では、一代雑種の稈長は例外なく長稈親よりも高かった。1979、1980の両年には、MPより高かったが、長稈親と同程度にとどまるものが多かった。しかし、標準品種との比較で見ると、全ての一代雑種が長稈であった。しかも、標準とした農林61号は、現在の基準では長稈で、倒

第19表 3年次における一代雑種と両親の形質比較

形質	種類	1976年		1979年		1980年	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
出穂期 (4月)	F1	20.5	1.88	13.1	2.02	18.3	1.70
	MP	21.3	1.71	15.7	2.00	19.1	1.60
	MP差	-0.9	1.22	-2.6	0.84	-0.8	0.92
	BP差	+0.9	2.09	-0.2	2.20	+0.5	1.18
稈長 (cm)	F1	81.2	7.70	87.1	4.41	94.0	2.54
	MP	73.1	5.99	84.2	2.39	88.6	3.98
	MP差	+8.1	5.22	+2.9	2.64	+5.5	2.88
	BP差	+5.6	3.79	-1.9	3.81	-0.2	4.76
穂長 (cm)	F1	10.77	0.86	10.76	0.67	10.26	0.95
	MP	9.58	0.72	9.67	0.49	9.31	0.54
	MP差	+1.19	0.46	+1.09	0.46	+0.95	0.59
	BP差	+0.84	0.42	+0.74	0.64	+0.53	0.56
穂数 (本/m ²)	F1	246	31.3	322	41.7	405	35.7
	MP	216	26.6	308	15.6	353	16.4
	MP差	+29	43.1	+14	37.4	+52	35.0
	BP差	+15	35.8	-1	34.5	+12	34.2
収量 (kg/a)	F1	19.8	6.08	36.7	7.42	42.4	5.17
	MP	22.9	3.57	36.0	2.77	38.5	2.69
	MP差	-3.1	5.77	+0.7	6.58	+4.0	6.84
	BP差	-4.6	5.79	-2.1	8.21	+1.0	6.51
1穂小穂数	F1			17.1	0.97		
	MP			17.1	0.82		
	MP差			0.0	0.47		
	BP差			-1.2	0.86		
1穂粒数	F1			40.0	2.78		
	MP			42.0	2.44		
	MP差			-1.9	3.74		
	BP差			-4.3	3.73		
千粒重 (g)	F1	38.2	2.78	37.1	0.82	39.1	1.94
	MP	35.0	2.22	34.7	0.90	36.9	1.30
	MP差	+3.0	1.40	+2.4	0.56	+2.2	1.81
	BP差	+1.6	1.18	+1.6	0.88	+0.6	1.55
容積重 (g/l)	F1	770	29.5			762	10.0
	MP	805	12.9			773	6.3
	MP差		-33	29.0			-11
	BP差		-44	34.1		-18	14.4

11.8

第20表 3年次における一代雑種と中間親の相関係数

形質	1976年度	1979年度	1980年度
出穂期	0.734**	0.912**	0.847**
稈長	0.736**	0.861**	0.693*
穂長	0.845**	0.727*	0.833**
穂数	-0.060	0.447	0.275
収量	0.378	0.475	-0.462
1穂小穂数	-	0.875**	-
1穂粒数	-	-0.013	-
千粒重	0.870**	0.790**	0.729*
容積重	0.388	-	0.005

注) *, **は5%及び1%水準での有意性を示す。

伏しやすい品種とされるので、ここで供試された一代雑種はすべて長稈で、倒伏しやすかったといわざるを得ない。その原因は、ほとんどの親系統がそれ自体長稈であるためと考えられる。

長稈でも耐倒伏性が強ければ、むしろ好ましいと考えられる。強稈性品種を片親に用いた場合に、一代雑種の耐倒伏性が強かったとする報告（柏尾 1971）も見られるが、一般的には短稈化による耐倒伏性の強化が容易であり、実際の育種も短稈化の方向で進んで来た（Gotoh 1977, 野中 1986）。稈長は、長稈が優性と考えられるので、短稈の一代雑種を育成するためには両親の短稈化が必要である。

3) 穂長

全年次、組合せを通じ、わずかの例外を除き明らかなヘテロシスが見られた。穂長の増加は一般的にはシンクサイズの増加につながる場合が多く、好ましいと考えられる。しかし、後述のように1穂粒数の増加が極く小さく、収量増加への寄与が小さい可能性がある。

4) 穂数

1979年には、穂数の増加が少なかったが、その他の年は概して穂数の増加がみられ、特に1980年にはほとんどの組合せがMPに優った。穂数の増加は、一定の水準までは収量の増加と密接に関係すると考えられ、特に九州では、一般に穂数の確保が容易ではないので有用な特性と考えられる。

一代雑種の穂数に関しては、増加が少ないとする報告が多い（Wienhues 1968, Singh and Singh 1971, Zeven 1972）が、増加が大きかったとする報告（末永 1986）もある。穂数は、材料の組合せ、気候、栽培条件などによって変動しやすいものであって、穂数の少ない段階では増加し

やすいものと考えられる。

5) 収量

両親との比較が可能な3か年のうち2か年は一代雑種の収量がMPの値を上回り、1978年のB試験でも高い収量水準であった。また、標準の農林61号よりも多収を示した組合せは、1976年は1/15、1978年は4/5、1979年は8/10、1980年には6/10であった。ただし、1979年は標準の農林61号に縞萎縮病が多発して低収であったために相対値が高くなったものである。また、多収の対照品種アサカゼコムギと比較した場合、1979年に2/10、1980年に2/10の組合せが多収となったに過ぎない。しかし、これらの試験には、倒伏や不稔の影響があったことを明記しておく必要がある。それらの影響を除けばさらに多くの組合せが対照品種に優れたものと考えられる。

4か年の収量試験を通じて、msエビスコムギ×Rfアオバコムギは農林61号よりも多収を示した。またmsオマセコムギ×Rfアオバコムギも2か年も多収であった(第21表)。

収量に關係する要因を解析する目的で、形質間の相関係数を求めて、第22、23、24表に示した。収量との相関係数が有意であった形質は、1976年では容積重、1979年では稈長、穂数、小穂数、不稔率、1980年では容積重があった。しかし、もともと材料数が少なく、特定の親の効果が現れているとみられる場合が多い。例えば、1979年にはRfアオバコムギを父本とした組合せが多収を示し、同時に長稈で穂数が多く、不稔が少なかったことよって有意な相関係数が得られたものと考えられる(第8~13図)。

第21表 全収量試験を通してみられた多収一代雑種組合せの特性

材 料 名	年次	出穂期 (月. 日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	収量 (kg/a)	対標準比 (%)	千粒重 (g)	倒 伏 程 度
m s エビスコムギ × R f アオバコムギ	1978	4.13	94	11.6	344	47.0	104	-	-
	1979	4.15	90	11.6	348	46.2	168	37.5	少～中
	1980	4.20	95	11.1	448	51.2	127	38.6	少
	平均	4.16	93	11.4	380	48.1	128	38.1	少～中
農 林 6 1 号	1978	4.13	90	9.9	395	45.0	100	-	-
	1979	4.17	78	10.0	261	27.4	100	35.4	無～微
	1980	4.22	87	9.9	328	40.3	100	34.4	無
	平均	4.17	85	9.9	328	37.6	100	34.9	無～微
アサカゼコムギ	1978	4. 2	75	9.5	409	59.4	132	-	-
	1979	4. 7	71	9.6	352	44.5	162	36.2	無
	1980	4.12	75	9.3	419	45.9	114	38.1	無
	平均	4. 7	74	9.5	393	49.9	133	37.2	無

第22表 1976年試作の一代雑種の形質間相関係数

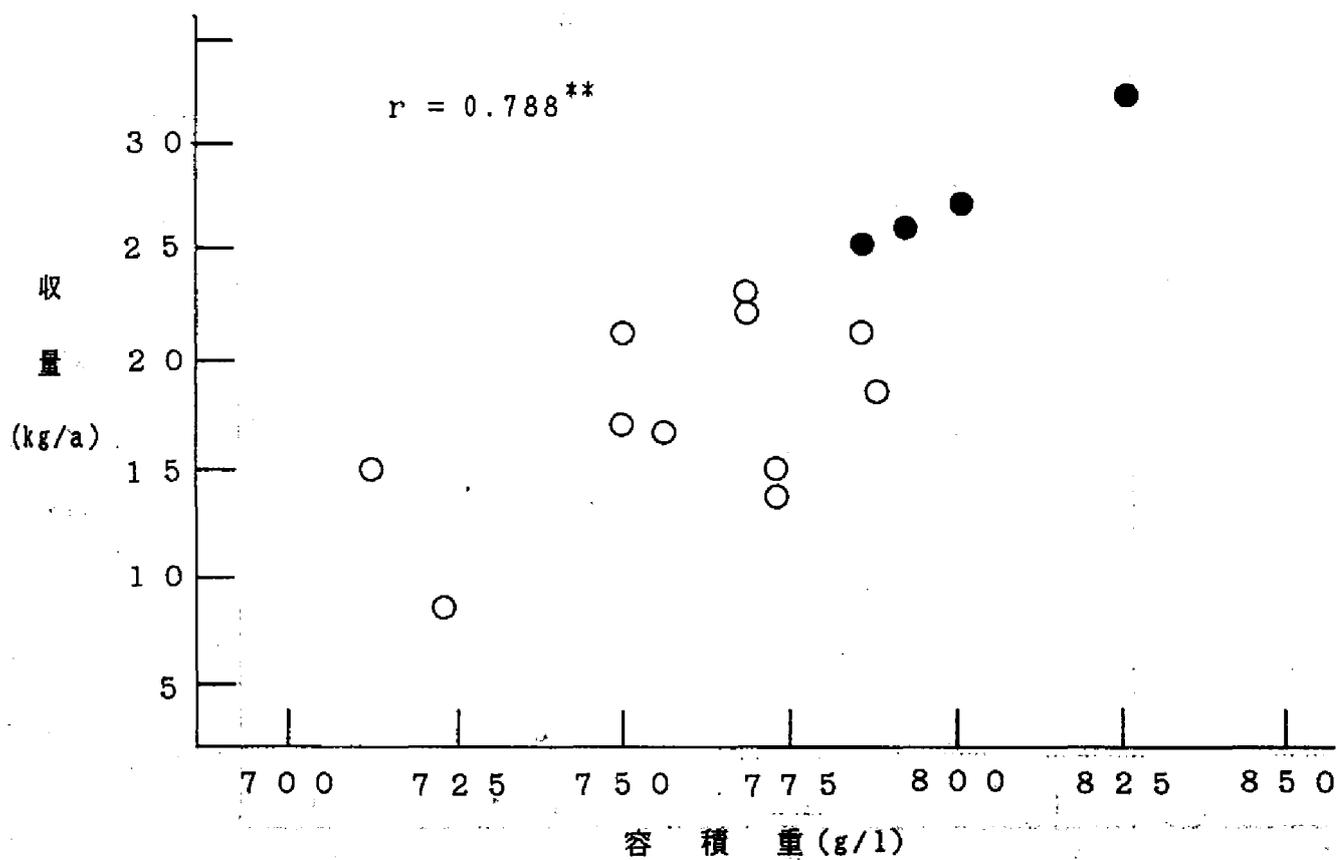
形質	出穂期	稈長	穂長	穂数	収量	千粒重	容積重
出穂期	-	0.620*	0.715**	0.283	-0.288	0.170	-0.320
稈長	0.620*	-	0.893**	0.334	-0.381	0.265	-0.417
穂長	0.715*	0.893**	-	0.211	-0.365	0.436	-0.400
穂数	0.283	0.334	0.211	-	0.136	-0.083	0.076
収量	-0.288	-0.381	-0.365	0.136	-	0.137	0.788**
千粒重	0.170	0.265	0.436	-0.083	0.137	-	-0.129
容積重	-0.320	-0.417	-0.400	0.076	0.788**	-0.129	-

注) *, ** は5%及び1%水準での有意性を示す。

第23表 1979年試作の一代雑種の形質間相関係数

形質	出穂期	稈長	穂長	穂数	収量	小穂数	粒数	不稔率	千粒重
出穂期	-	0.646*	0.306	0.092	0.379	0.534	-0.180	-0.303	0.479
稈長	0.646	-	0.257	-0.522	0.726**	0.516	-0.017	-0.487	0.745**
穂長	0.306	0.257	-	0.215	0.113	0.513	-0.092	0.127	0.318
穂数	0.092	0.522	0.215	-	0.678*	0.634*	0.134	-0.392	0.305
収量	0.379	0.726*	0.113	0.678*	-	0.640*	0.247	-0.797**	0.571
小穂数	0.534	0.516	0.513	0.634*	0.640*	-	0.012	-0.309	0.283
粒数	-0.180	-0.017	-0.092	0.134	0.247	0.012	-	-0.131	-0.446
不稔率	-0.303	-0.487	0.127	-0.392	-0.797**	-0.309	-0.131	-	-0.607**
千粒重	0.479	0.745**	0.318	0.305	0.571	0.283	-0.446	-0.607*	-

注) *, **は5%及び1%水準での有意性を示す。



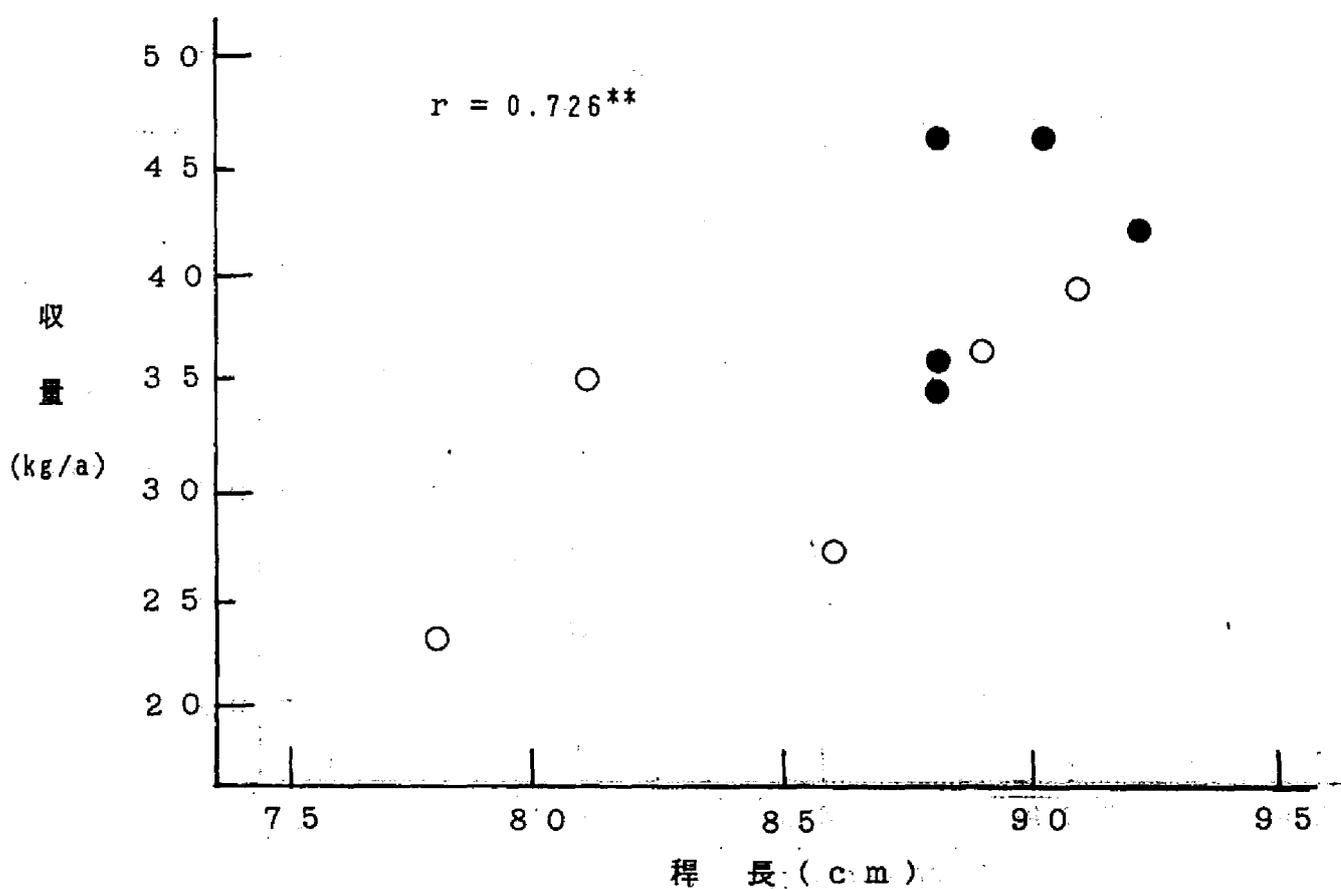
第8図 1976年試作の一代雑種における容積重と収量の相関図

●印: Rf701ハルコムキを父本とする一代雑種
容積重は2デシリットル枡で測定した値

第24表 1980年試作の一代雑種の形質間相関係数

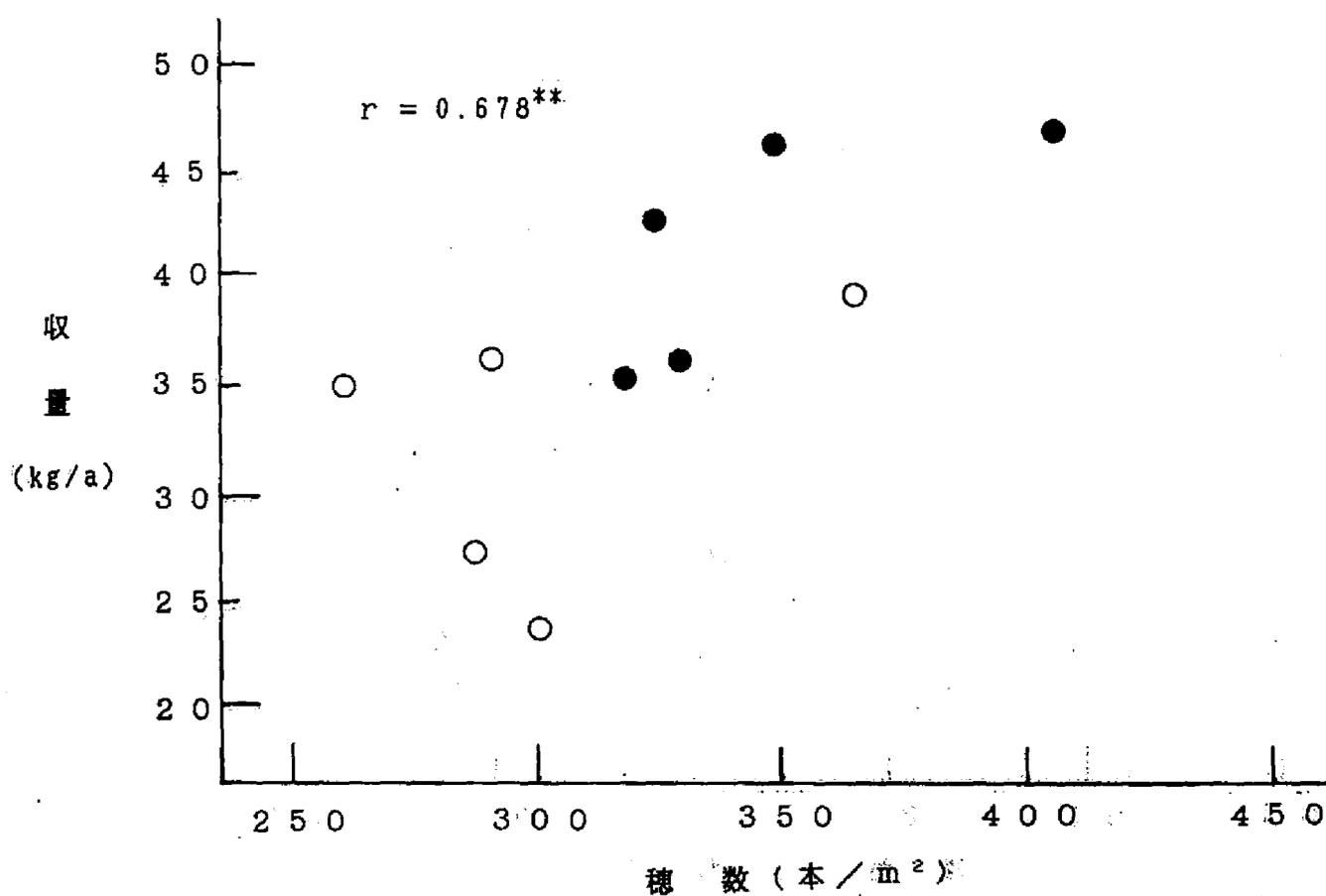
形質	出穂期	稈長	穂長	穂数	収量	千粒重	容積重
出穂期	-	0.720**	0.482	0.495	0.472	0.409	0.512
稈長	0.720**	-	0.110	0.293	0.284	0.410	0.218
穂長	0.482	0.110	-	0.112	0.417	0.522	0.740**
穂数	0.495	0.293	0.112	-	0.435	-0.145	0.604*
収量	0.472	0.284	0.417	0.435	-	-0.327	0.665**
千粒重	0.409	0.410	0.522	-0.145	-0.327	-	0.212
容積重	0.512	0.218	0.740**	0.604*	0.665*	0.212	-

注) *, **は5%及び1%水準での有意性を示す。



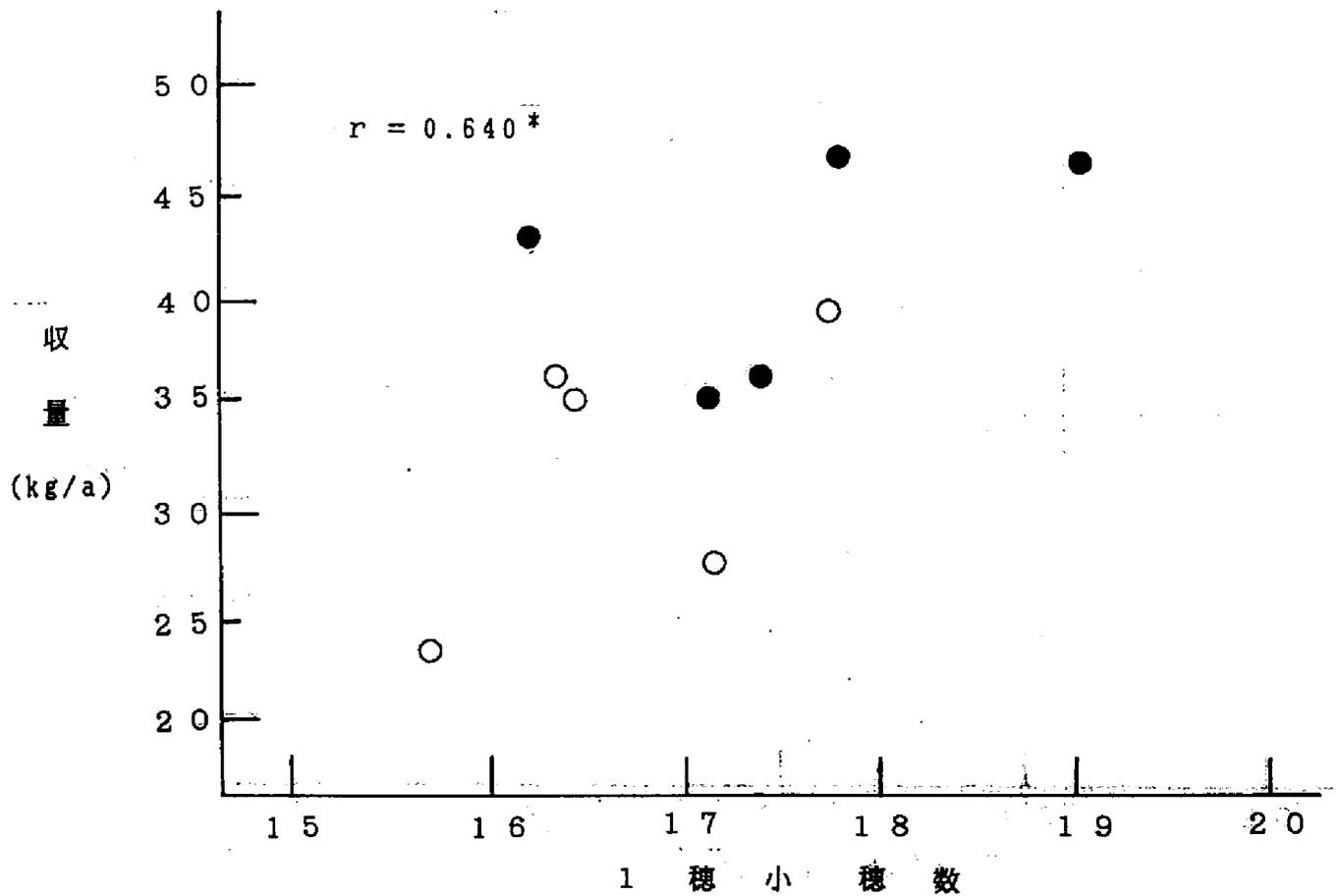
第9図 1979年試作の一代雑種における稈長と収量の相関図

●印: Rf7株*コムキ*を父本とする一代雑種

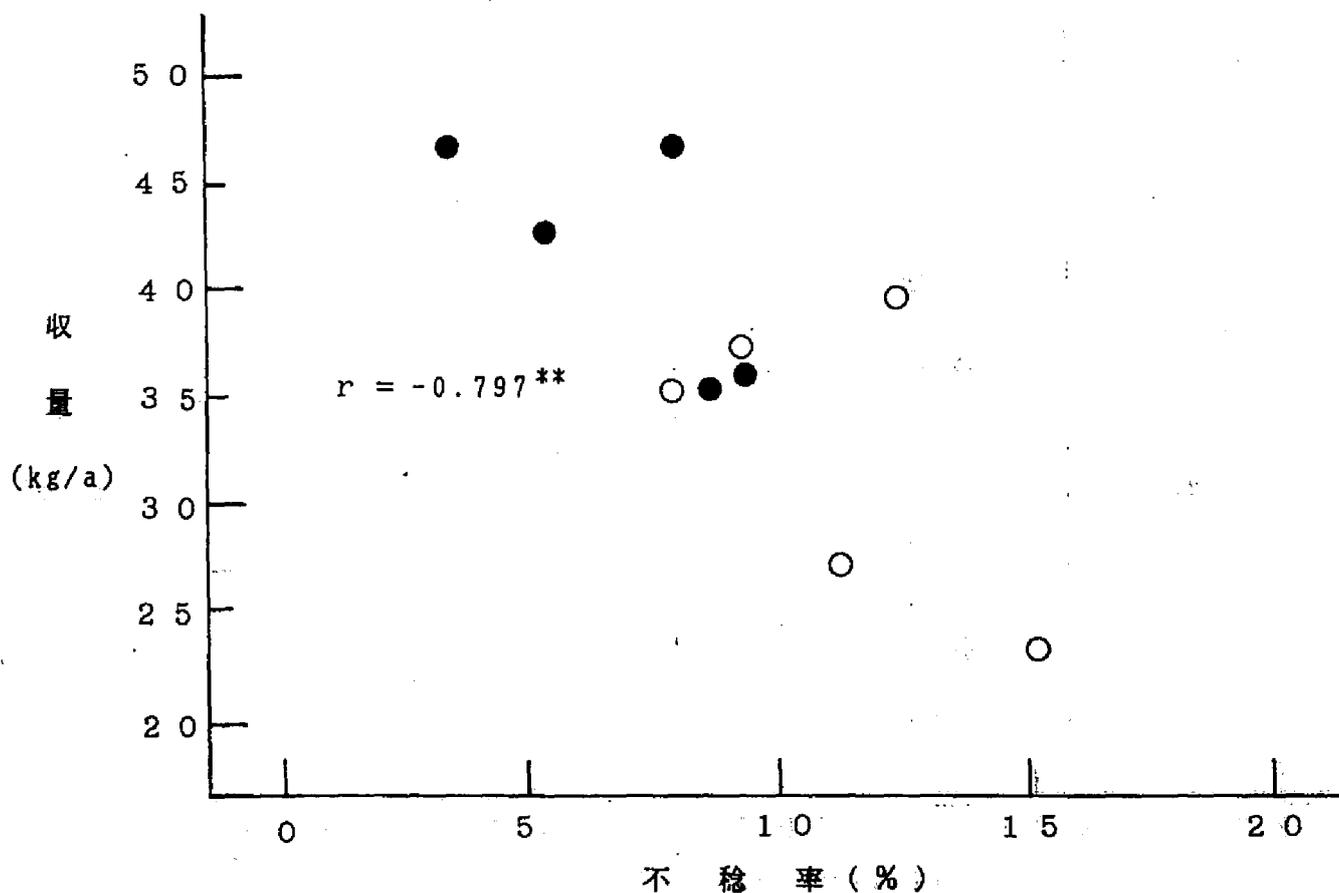


第10図 1979年試作の一代雑種における穂数と収量の相関図

●印: Rf7ホムコキを父本とする一代雑種

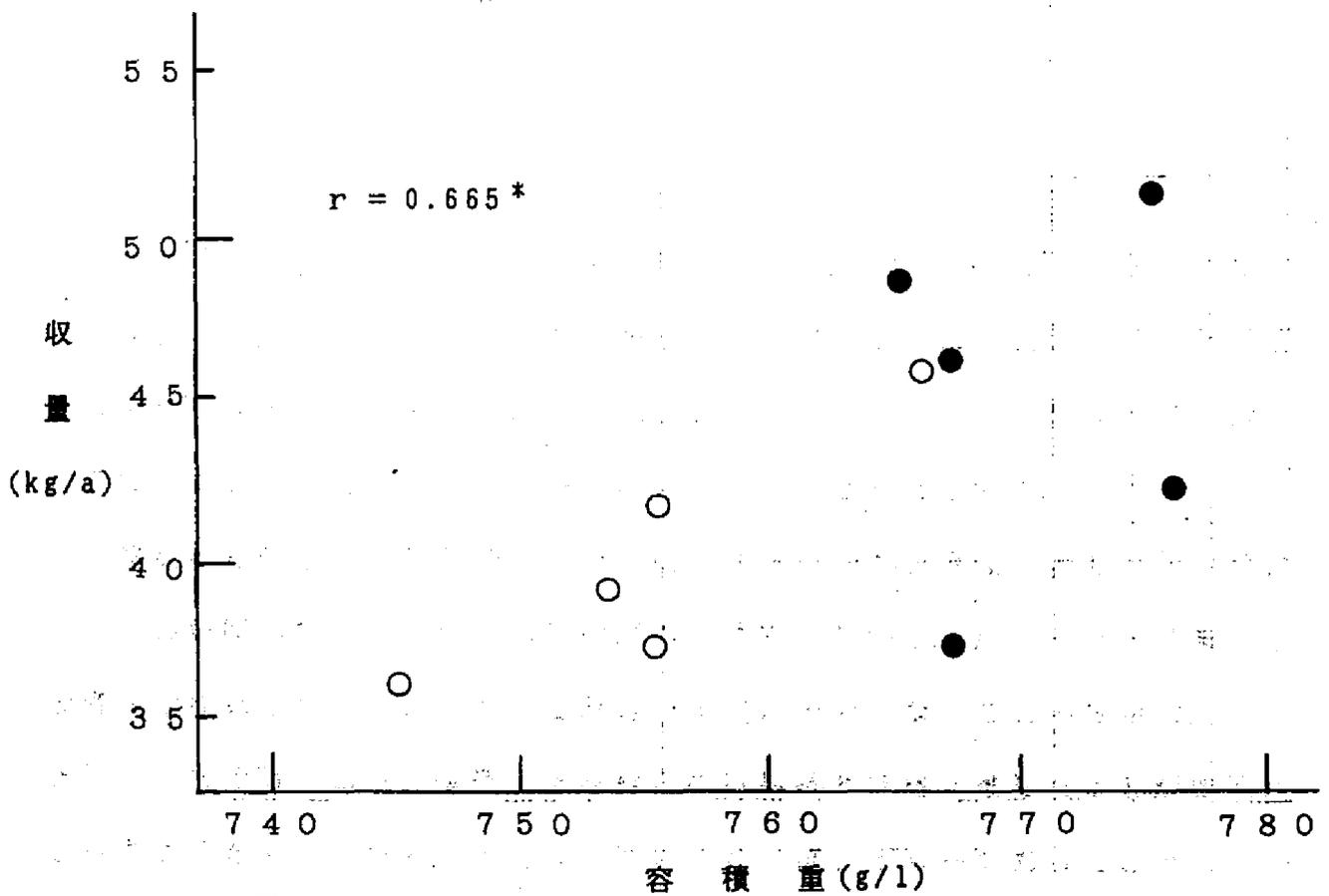


第 1 1 図 1977-9年試作の一代雑種における1穂小穂数と収量の相関図
●印: R17株を父本とする一代雑種



第12図 1979年試作の一代雑種における不稔率と収量の相関図

●印: Rf7011704キを父本とする一代雑種



第13図 1980年試作の一代雑種における容積重と収量の相関図

●印: Rf7/Ch'3Aキを父本とする一代雑種

6) 1穂小穂数及び1穂粒数

1979年のみの結果であるが、前述のように、穂長の著しい増加にもかかわらず小穂数はMP程度の場合が多く、BPを越えるものは全く見られなかった。穂長の増加は、穂密度を変えるにとどまったように見える。1穂粒数にもまた明らかな増加はみられなかった。ただし、稔実率をもとに補正した場合にはMPよりも高くなった。これらの事から、穂長の増加は直接にはシンクサイズの増加に結びつかないものと考えられる。

7) 稔実率

1978年と1979年のみの調査であるが、一代雑種は様々な程度の不稔を発生した。しかし、アオバコムギを稔性回復親とした組合せでは90%程度以上の稔実率が確保された。これは、穂数や粒重などの増加によって十分なヘテロシスが得られれば多収を上げ得る稔実率と考えられる。

複数の稔性回復遺伝子の取込みを図った系統を稔性回復親とした組合せにも、この範囲内では大差のない不稔がみられた。しかし、用いた材料はまだ十分斉一でないものが多かった。これは、固定が十分でないことのほかに、F₁種子の採種段階で稔性回復遺伝子を持たない品種と自然交雑したことが原因になったものと考えられる。不稔率が高い組合せほど不斉一であったこともこのことを裏付けている。

8) 千粒重

親品種との比較が可能な3か年の試験を通じ、ほとんどの組合せがBPよりも高くなった。その程度も比較的大きいことから、収量の増加に寄与するところ大と考えられる。ただし、1穂粒数の増加がなく、不稔が発生していることの補償作用も若干影響している可能性があると考えられる。

9) 容積重

一代雑種の容積重は、多くの場合に両親よりもかなり低下した。そして、1976年では外觀の品質の低下と一致していた。これには稔実不良や倒伏が影響を与えていたと考えられる。また、一般に、大粒品種の容積重は低い傾向があるので、一代雑種の容積重の低下は著しい千粒重の増加とも関係していると考えられる。

4. 論議

ヘテロシスの最終の目的は子実の増収にあるが、収量には様々な要素が関与するため、実用性の評価に当たって、得られた収量のみでの評価では潜在的な可能性を見逃す恐れがある。本質的なヘテロシスの大きさ、ヘテロシスの利用を可能にする細胞質雄性不稔・稔性回復の体系、今後の改良が可能な材料特性の問題等を各々分けて考える必要がある。

1) ヘテロシスの程度

コムギの一代雑種のヘテロシスに関する報告は数多くあり、得られたヘテロシスの程度は様々である。著しく高いヘテロシスがあるとする報告についての問題点としては、播種密度が著しく低いこと、試験規模が小さいこと、隣接区との競合が生じることなどが挙げられている。播種密度が著しく低い場合、初期生育の差がそのまま生育量の差、ひいては子実重の差となって現れるため一代雑種が有利になると考えられる。しかし、播種密度の影響がみられなかったとする報告や(Zeven 1972)、さらには、密播条件の方が相対的なヘテロシスが大きかったとする報告もある(末永 1988)。試験規模が小さい場合、周縁効果が大きく現れて、初期生育が優れ、稈長が高くなる一代雑種が有利になって、大規模試験で得られるヘテロシス効果よりも高く評

面されることがあると考えられる。

隣接区との競合については、周縁効果を減少させるために区間の距離を縮めた場合に、区間で競合が起こり、草丈や稈長の大きな一代雑種が有利になることがあると考えられる。丸山ら（未発表内部資料）は、水稻において、異なる稈長の品種の間に二列植えしたコシヒカリの子実重を比較し、長稈品種の間に植えられた場合と短稈品種の間に植えられた場合では25%程度の差が生じることを確かめている。

一方、ヘテロシスに懐疑的な報告についての問題点としては、組合せが適当でないこと、倒伏や病害の影響があったことなどが考えられる。

一般的に、近縁品種間の一代雑種はヘテロシスが現れにくいといわれる。ところが、特定の地域で栽培されている品種は相互に近縁である場合が多く（福永・稲垣 1985）、適応性の高い品種のみを選べば近縁間での試験が行われやすくなると考えられる。また、遠縁間での試験が行われた場合には、逆に、適応性におけるなんらかの欠点のために一代雑種が低収になることも考えられる。倒伏は収量に対して大きな障害となる。一代雑種は長稈になる場合が多く、倒伏しやすい材料となる。そのため、生育が優れていても倒伏のために多収にならないことが多々あると考えられる。

病害抵抗性は優性である場合が多いが、劣性の場合もある。後者の場合、収量に対する影響の大きな病害が多発すると、当然、一代雑種の収量は低下するであろう。

雄性不稔細胞質に対する稔性回復遺伝子の効果が不十分な場合は、ヘテロシス効果が減殺される。また、細胞質が生育に与える影響も皆無ではないとみられている（常臨 1968）。

実際の試験は、ここに述べたような問題点を多少とも包含するものと考えられ、それが様々な評価の違いの原因になっている可能性がある。

純粹に基礎的なヘテロシス効果の大小を明らかにすることを試験目的とする場合、生育の途中段階での比較でかなり多くの部分が評価できるものと考えられる。例えば、穂揃期の乾物重の大小と収量の多少は相対的によく一致することが知られている（田谷 1979）。このような方法によれば、適当な雄性不稔系統を用い、稔性回復遺伝子の有無にかかわらず広範な普通品種を交配することによって多様な材料が試験でき、種子量の確保が容易なので、規模の大きな試験が可能になると考えられる。

この研究における試験の多くもいくつかの問題点を含むが、規模、播種密度、競合などの問題はおおむね取り除くことができた。そのような条件のもとで、少なくともRfアオバコムギを片親とする2、3の組合せはかなり安定して多収を示した。これらの組合せは長稈で、耐倒伏性に難があるが、育種によって実用的な材料に改良できる素材であると考えられる。あるいは、アオバコムギを母本として改良された品種を用いることによって目的が達せられるかも知れない。

また、さらに遠縁の素材を改良、育成することによって、より高い収量を期待できると考えられる。

2) 稔性回復の程度

一代雑種の稔実率は1978、1979の2か年の3種の試験を通じて親品種よりも明らかに低かった。不稔の程度は、最低3%から30%を越えるものまであったが、Rfアオバコムギを父本とした組合せは、稔実良好で、10%以下の不稔率であった。これは、常臨（1977）の結果と一致している。

チモフェービコムギ由来の不稔細胞質に対する稔性回復遺伝子の効果は、米国の南部地方では高く、北部地方では低いことが報告されている（Johnson et al. 1968）。このことから、日長や気温が稔性回復に影響を与えるものと

考えられている。

日本でも、九州農業試験場、京都大学、農事試験場（埼玉県鴻巣市）などにおける栽培では稔実がかなり良かったが、北海道端野町での春播栽培では完全不稔になったことが報告されている（Tsunewaki 1980）。長日条件が稔実に不適當と仮定すれば、九州では他の地方よりも短日期に出穂するので好条件であることになる。本試験で得られたような90%程度の稔実率が安定して得られるならば、ある程度の不稔は、粒大の増加によって補償されるので実用上は問題ないものと考えられる。しかし、実際には、かなり多くの材料がより低い稔実率であり、粒数の著しい増加が期待できないので、稔性回復が制限要因になっていることは明らかである。

これらのことから、チモフェービコムギの細胞質雄性不稔と稔性回復遺伝子（ Rf_3 ）による一代雑種利用の体系は、九州では実用性があると考えられることができるが、育種能率や安定性を考慮すれば、よりよい体系の開発が望まれる。

新しい体系として、現在、*Aegilops kotschyi* 由来の細胞質雄性不稔を利用する方法が注目されている（Mukai and Tsunewaki 1979, 鳥山 1987, 常脇ら 1988）。これによれば、稔性回復遺伝子は多くの普通コムギが持っているので父本の育成には特別な育種が不必要であり、一代雑種の稔実も安定している。しかし、細胞質雄性不稔系統の育成に複雑な操作を要するという欠点がある。

水稻では、中国において日長感応性の核遺伝子雄性不稔が発見されて一代雑種利用への応用が検討されている（石 1985、馮 1985）。このイネは、長日条件下（13時間45分以上）では完全な雄性不稔となり、短日条件下（13時間30分以下）では稔実する性質を持っている。この性質は、単純劣性遺伝子に支配されているので一代雑種の稔実は正常であり、種子の増殖が、晩植や低緯度地帯での栽培で容易に行えるので、採種法の問題としても注目さ

れている。このような性質がコムギでも見つければ、一代雑種の利用が著しく容易になると考えられる。

3) 一代雑種の形質

出穂期はおおむね両親の中間かやや早い値を示した。重要な形質であるが、特別な問題のない形質であり、近年育成された早生品種を母本とすることによって早生化が可能であると考えられる。稈長は、ほとんどの一代雑種が長稈となって倒伏しやすくなった。しかし、多くの場合、親系統自体が長稈であったことが大きな原因であり、短稈品種を両親に用いることによって実用的な稈長の一代雑種を育成できると考えられる。この場合、母本を極短稈系統にすれば、採種の面からも有利になると考えられる。農林10号のような半矮性遺伝子を複数持つ系統を両親にすれば、長稈化と倒伏の問題は一挙に解決されるが、現在普及している収穫機械（自動脱穀機型コンバイン）では短稈過ぎて刈取りができない（野中 1986）。将来、収穫機械が変われば半矮性遺伝子のより有効な利用が考えられる。穂長は著しく伸びる。しかし、小穂数の増加はみられないことから、穂密度は減少するものと考えられる。穂密度の減少は登熟や品質にいい影響を与えるので好ましいと考えられる。穂数はやや増加する。穂数は収量に与える影響が概して大きいですが、一定の水準に達すれば、むしろ1穂重が収量増加の大きな要因になると考えられる。1穂粒数は、穂長の著しい増加にもかかわらず、中間親程度の場合が多かった。この点では、籾数の著しい増加の見られるイネの一代雑種とは大きな差異がある。イネの一代雑種では、不稔率が30%以上あっても多収になったとする報告がある（吉田・藤巻 1985, 丸山 1988）。千粒重はほとんどの組合せで増加し、その程度も大きかった。このことから、母本には小粒で1穂粒数の多い系統を、父本には大粒の系統を用いて組み合わせれば、採種粒数が多く、一代雑種は大粒で1

穂粒数の多いものになると考えられる。

見かけの品質、容積重などはやや低下した場合と著しく低下した場合とがあった。容積重と収量の間には2か年にわたり有意な相関がみられた。また、稔実不良の組合せは概して品質が不良であった。品質の不安定性は解決すべき課題の1つと考えられる。病害としては、赤カビ病の発生が最大の問題であると考えられる。本研究の範囲では細胞質の効果によるものかどうかは明らかではないが、チモフェビーコムギは一般に赤かび病に弱いといわれている。また、素材の問題として、外国品種や北日本の品種は概してこの病気に弱く、九州など暖地の品種は比較的強いが、主働遺伝子による高度な抵抗性は見いだされていないので、外国品種等の遺伝的背景をあまり変えないで抵抗性の系統を育成すること、つまり遠縁性を保ったままで改良することはかなり困難と考えられる。

第五章 一代雑種コムギの品質検定

コムギは製粉され、粉が各種の用途に利用される。このため、品質評価にはいくつかの段階があり、大まかには原粒の充実度や色つやなどの外観品質と加工適性とに分けられる。加工適性はさらに、製粉性などの第一次加工適性と生地の特性を評価する第二次加工適性とに分けられる。ここでは、加工適性としての品質の検定を行い、両親との比較で評価した。

1. 材料及び方法

品質検定に供した材料は第4章に示した1980年の試験(1981年6月産)で得られた玄麦である。これらの玄麦は約半年間貯蔵した後の1982年の冬期に製粉試験に供した。製粉及び生地試験は「小麦品質検定法—小麦育種試験における」(農林省農林水産技術会議事務局 1968)に準拠して行った。この検定法は、当時の農林省の機関を中心にした特別研究による4場所、3か年にわたる連絡試験の結果に基づいてまとめられたもので、省内のコムギ育種機関での標準法として採用されているものである。

1) 製粉性

製粉試験はビューラー式テストミルで行った。供試量は1点3kgとし、試料の目標水分を13.5%として約24時間前にテンパーリングを行った。

1点の製粉時間は1時間程度になるように試料の流量を調節した。

2) 灰分含量

原粒、60%粉、末粉について次のような操作で調査した。予め恒量を測定しておいた磁性ルツボに試料約3gを取って正確に秤量し、助燃剤を定量加え、電熱器で加熱して煙が出なくなるまで焼いた(予焼)。予焼後、予め加

熱して600度C(±50度C)に保たれたマッフル炉に入れて、3~4時間加熱した。加熱終了後、デシケーターに入れて室温になるまで放冷した後秤量し、ルツボ重、ブランクの増量、試料重などから灰分含量を計算した。

3) 粉色

分光光度計を用い、粉6gを8mlの純水に於いてペースト状にした試料の反射率を測定した。測定光の波長は455mμ、554mμの2種で、それぞれ粉の白さ、粉の明るさを表す。

4) ファリノグラム

ブラベンダー・ファリノグラフを用いて測定した。この装置は、粉をこねるときの抵抗の大きさを測るものであり、一定の硬さにこね上げるときの加水量、硬さの変化などを測定する。1点の供試試料は50gであった。

5) エクステンソグラム

ブラベンダー・エクステンソグラフを用いて測定した。この装置は、一定のかたさの生地を作り、ねかせた生地の引きに対する抵抗や伸びを測定するものである。300gの粉を前記のファリノグラフを用いて生地にし、150gの生地2個を作り、30度Cに保った温室にねかせたものを調査した。

6) アミログラム

ブラベンダー・アミログラフを用いて測定した。この装置は、粉のデンプンの糊化特性を測定するものである。65gの粉を450mlの純水に於いてセットし、一定の速さ(1.5°C/分)で加熱して、糊化による抵抗の大きさとその変化を測定した。

2. 結果及び考察

加工適性についての調査項目は多数あるが、ここでは試験規模、供試量の関係からすべてを調査することはできなかつた。また、調査した項目についても、重要と考えられる形質に重点をおいて評価した。評価にあたっては、「小麦粉 - その評価と加工品 - 」(日本麦類研究会 1976)を参考にした。第25、26表に主な測定値を示した。また、第27、28表には、一代雑種を両親と比較した場合の評価を記号で示した。第14～16図には代表的な材料のブラベンダー試験機で描かれた図形を示した。

1) 製粉性

製粉性は、胚乳歩合の多少、皮離れの良否、粉の物理性など多くの要素によって決まるが、総合的には製粉歩留やミリングスコアによる評価が一般的である。製粉歩留は組合せによる違いが大きかつた。すなわち、Rfアオバコムギを花粉親とした組合せは、概して良好な歩留を示し、MPに優り、BPに優る組合せもあつたが、Rfジュンレイコムギを花粉親にした組合せは、両親との比較でも標準品種との比較でもかなり劣つていた。ミリングスコアは、ふすまの切れ込みの多少の指標となる粉の灰分含量によって歩留の値を補正したものである。Rfアオバコムギの組合せは、粉の灰分含量が高く、相対的にはやや低下したものの、比較的高いミリングスコアを示した。これに対して、Rfジュンレイコムギの組合せは著しく低かつた。

一般的に、硬質のコムギは粉の篩抜けがよく、小規模製粉では製粉歩留が高いとされる。Rfアオバコムギの組合せは、硝子質率が高く、やや硬質的な特徴を持っていたために高い歩留を示し、灰分がやや高くてもミリングスコアが高かつたものと考えられる。これに対して、Rfジュンレイコムギの組合せでは、ブレーキ粉とミドリング粉の比率(BM率)の比較から、粉の篩抜けが不

第25表

1980年度産一代雑種コムギの品質検定結果 (1)

試験 番号	組合せ		外観 品質	容積重 (g/l)	硝子率 (%)	製粉歩留 (%)	BM率 (%)	ミルグ スコア	灰分(%)			色相		
	母	父							60%粉	ストレート粉	原粒	R455(%)	R554(%)	D455-D554
1	ナンブコムギ	アオハコムギ	中上	776	58.8	69.5	45.5	80.5	0.46	0.48	1.49	51.6	68.6	0.124
2	エビコムギ	〃	〃	775	40.5	68.9	47.9	81.4	0.43	0.45	1.60	52.0	69.5	0.126
3	シラサキコムギ	〃	上下	767	57.8	67.5	47.7	81.0	0.42	0.43	1.55	53.5	68.5	0.107
4	オマセコムギ	〃	中上	765	44.8	66.0	47.1	78.0	0.45	0.46	1.54	53.0	68.7	0.113
5	サキガケコムギ	〃	上下	767	47.8	64.3	45.1	75.8	0.46	0.47	1.61	53.3	68.7	0.110
6	農林26号	ジュンレイコムギ	中上	755	33.5	60.6	56.4	74.6	0.42	0.42	1.63	54.4	67.9	0.096
7	エビコムギ	〃	〃	753	35.0	57.3	59.0	71.3	0.42	0.42	1.50	52.5	68.3	0.114
8	シラサキコムギ	〃	〃	745	38.5	58.5	56.6	71.5	0.44	0.44	1.55	52.8	66.9	0.103
9	オマセコムギ	〃	〃	766	31.5	60.1	56.6	73.6	0.43	0.43	1.59	53.4	68.3	0.107
10	サキガケコムギ	〃	〃	755	39.8	64.2	59.3	75.7	0.47	0.47	1.59	52.6	67.1	0.106
11	農林26号	〃	〃	792	34.8	68.7	55.9	83.2	0.39	0.41	1.52	53.6	68.2	0.105
12	農林61号	〃	〃	765	36.0	67.1	51.4	78.1	0.47	0.48	1.49	52.8	69.4	0.119
13	エビコムギ	〃	〃	768	37.3	65.5	47.7	78.5	0.43	0.44	1.50	50.4	68.6	0.134
14	シラサキコムギ	〃	〃	765	37.8	67.2	51.8	82.2	0.39	0.40	1.37	52.7	67.3	0.106
15	オマセコムギ	〃	〃	794	38.3	65.7	53.6	78.2	0.44	0.45	1.49	51.6	67.6	0.117
16	サキガケコムギ	〃	〃	785	38.0	63.4	54.9	75.9	0.45	0.45	1.52	53.2	67.5	0.103
17	アオハコムギ	〃	上下	763	83.5	65.1	41.7	78.1	0.47	0.44	1.51	51.6	66.4	0.110
18	ナンブコムギ	〃	中上	785	45.8	64.6	48.1	77.1	0.44	0.45	1.60	49.4	68.3	0.141
19	ジュンレイコムギ	〃	〃	768	30.8	66.4	57.8	79.4	0.43	0.44	1.52	51.9	66.5	0.108
20	アサカセコムギ	〃	上下	765	24.8	65.8	60.3	81.8	0.37	0.38	1.53	53.5	68.3	0.106

第26表

1980年度産一代雑種コムギの品質検定結果(2)

試験 番号	組合せ		吸水率(%)	ファリノグラム			エキステンソグラム					アミログラム		
	母	父		DT(分)	Stab(分)	Weak(B.U.)	V.V.	面積(cm ²)	R(B.U.)	E(cm)	R/E	GT(° C)	MVT(° c)	MV(B.U.)
1	ナンブ'コムキ'	アオハ'コムキ'	64.0	3.0	3.1	85	47	73	278	183	1.5	58.0	97.0	740
2	エビ'スコムキ'	〃	62.8	1.6	2.4	85	42	80	398	143	2.8	58.8	97.0	710
3	シラサキ'コムキ'	〃	63.3	2.2	2.5	85	44	71	258	186	1.4	58.5	97.0	555
4	オマセコムキ'	〃	61.1	1.7	2.3	80	44	69	305	158	1.9	58.2	94.3	765
5	サキガ'ケコムキ'	〃	61.2	1.7	2.0	95	41	76	303	172	1.8	56.8	93.3	695
6	農林26号	シ'ェンレイコムキ'	61.8	2.2	1.3	100	42	77	265	197	1.3	57.3	97.3	1025
7	エビ'スコムキ'	〃	60.5	1.2	2.1	85	41	71	295	160	1.8	57.7	96.7	810
8	シラサキ'コムキ'	〃	61.0	1.8	1.7	100	40	79	270	199	1.4	58.3	96.4	935
9	オマセコムキ'	〃	60.1	1.1	1.4	90	39	81	325	169	1.9	57.0	94.3	960
10	サキガ'ケコムキ'	〃	61.0	1.8	2.1	95	41	79	288	184	1.6	54.0	94.0	740
11	農林26号		59.0	1.8	1.6	105	39	81	360	155	2.3	58.2	97.9	980
12	農林61号		57.5	1.7	2.7	80	44	94	375	168	2.2	56.4	94.3	845
13	エビ'スコムキ'		59.0	1.8	2.1	90	42	62	260	154	1.7	58.0	95.8	735
14	シラサキ'コムキ'		59.8	1.9	1.6	100	40	66	243	182	1.3	57.6	97.8	910
15	オマセコムキ'		58.8	1.9	1.6	105	40	59	250	154	1.6	56.8	94.8	910
16	サキガ'ケコムキ'		58.2	2.5	2.1	85	45	82	320	164	2.0	55.8	94.3	970
17	アオハ'コムキ'		63.9	2.8	2.1	70	49	64	250	172	1.5	57.3	96.3	770
18	ナンブ'コムキ'		61.8	3.2	2.1	80	49	77	286	196	1.5	56.5	95.8	950
19	シ'ェンレイコムキ'		60.2	2.2	2.0	95	43	100	373	180	2.1	56.8	96.7	1020
20	アサカセ'コムキ'		57.0	2.2	1.8	85	44	82	310	173	1.8	58.0	97.8	735

第27表の 1980年度産一代雑種コムギ品質の両親との比較(1)

試験 番号	組合せ		製粉歩留		灰分(%)			色相	
	母	父	(%)	ミリング スコア	60%粉	ストレート粉	原粒	R455(%)	R554(%)
1	ナブコムギ	7オハコムギ	○	○	▲	×	○	○	○
2	エビコムギ	〃	○	○	△	×	×	○	○
3	シラサキコムギ	〃	○	△	△	▲	×	○	○
4	オマセコムギ	〃	○	×	△	×	×	○	○
5	サキガケコムギ	〃	△	×	△	×	×	○	○
6	農林26号	シユルイコムギ	×	×	×	△	×	○	△
7	エビコムギ	〃	×	×	○	○	△	○	△
8	シラサキコムギ	〃	×	×	×	×	×	○	△
9	オマセコムギ	〃	×	×	△	○	×	○	○
10	サキガケコムギ	〃	▲	×	×	×	×	×	△

注) 記号は各々以下のことを表す。

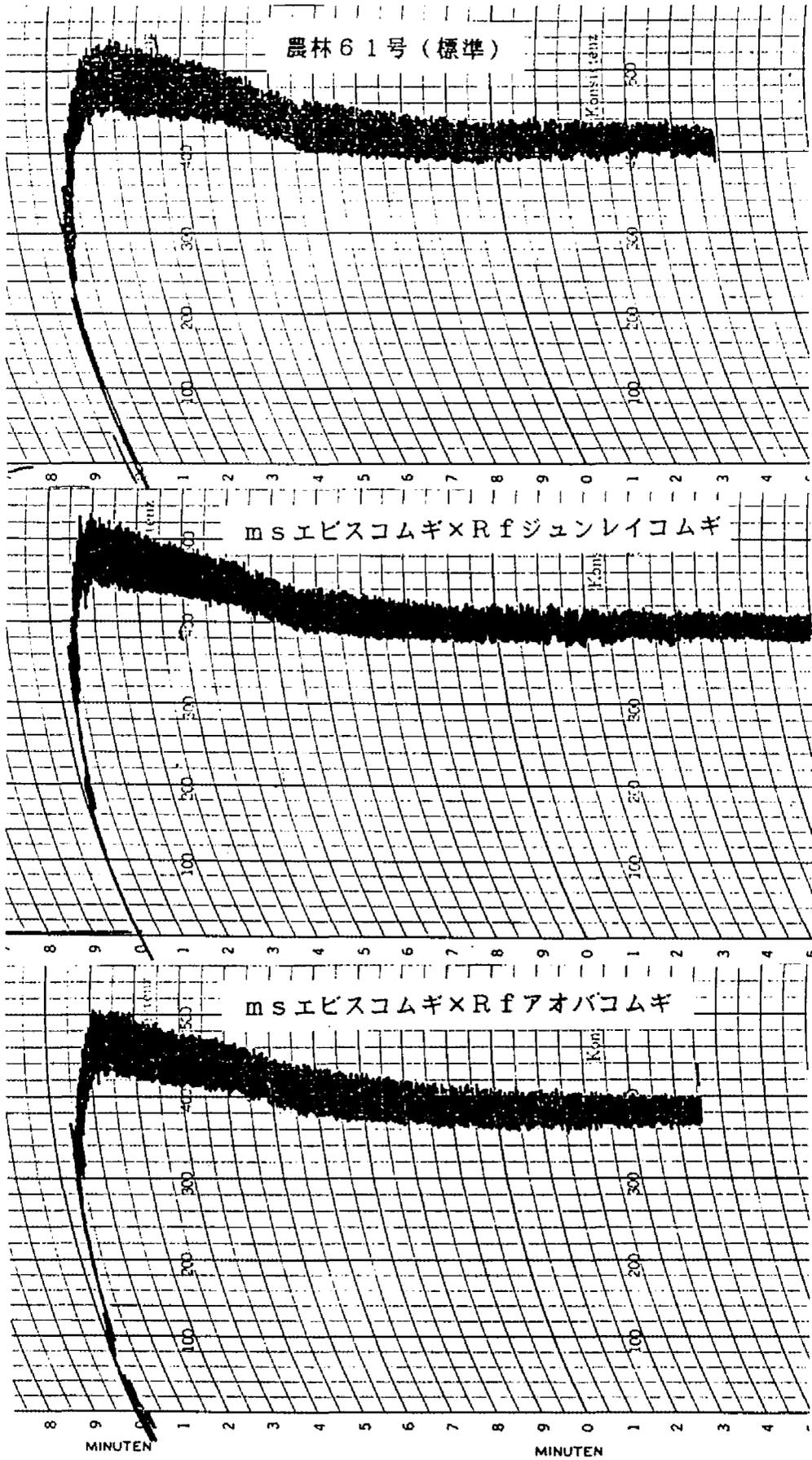
- 一代雑種が優良親に優る。
- △ 一代雑種が両親の間で中間親に優る。
- ▲ 一代雑種が両親の間で中間親に劣る。
- × 一代雑種が両親に劣る。

第28表

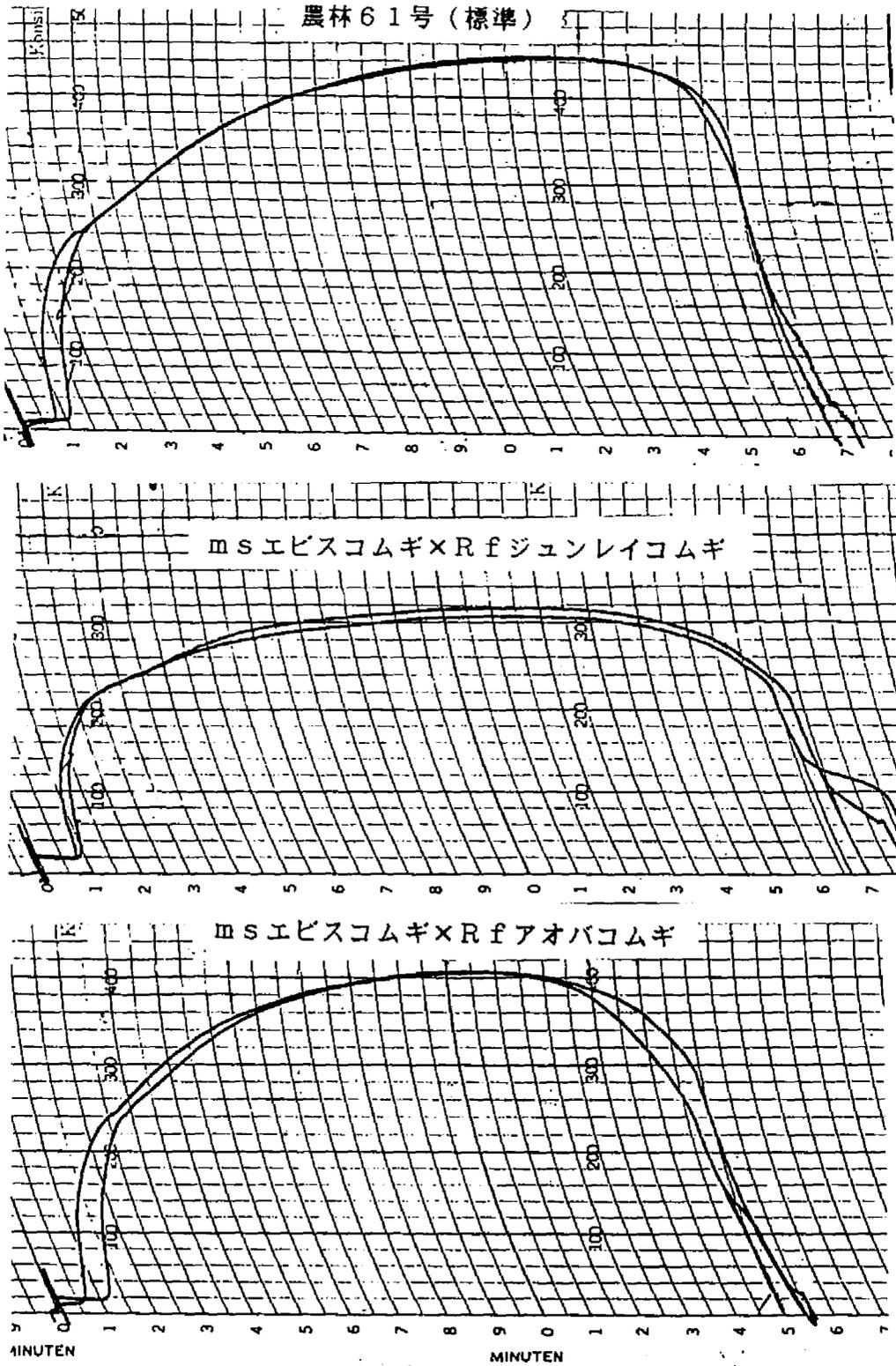
1980年度産一代雑種コムギ品質の両親との比較(2)

試験 番号	組 合 せ		77リノグラム					エキステンソグラム				7ミログラム		
	母	父	吸水率(%)	DT(分)	Stab(分)	Weak(B.U.)	V.V.	面積(cm ²)	R(B.U.)	E(cm)	R/E	GT(° C)	MVT(° c)	MV(B.U.)
1	ナブ'コムギ'	77ハ'コムギ'	○	△	○	×	×	△	△	▲	△	×	×	×
2	エビ'スコムギ'	"	△	×	○	▲	▲	○	○	×	○	×	×	×
3	シラサキ'コムギ'	"	△	▲	○	△	▲	○	○	○	△	×	△	×
4	オマセコムギ'	"	▲	×	○	▲	▲	○	○	▲	○	×	○	×
5	サキガ'ケコムギ'	"	△	×	×	×	×	△	△	△	△	△	○	×
6	農林26号	シ'エンレコムギ'	○	△	×	△	△	×	×	○	×	△	▲	○
7	エビ'スコムギ'	"	○	×	△	○	×	▲	▲	▲	▲	▲	×	▲
8	シラサキ'コムギ'	"	○	×	▲	△	▲	▲	▲	○	▲	×	○	▲
9	オマセコムギ'	"	△	×	×	○	×	△	△	△	△	×	○	▲
10	サキガ'ケコムギ'	"	○	×	△	△	×	×	×	○	×	○	○	×

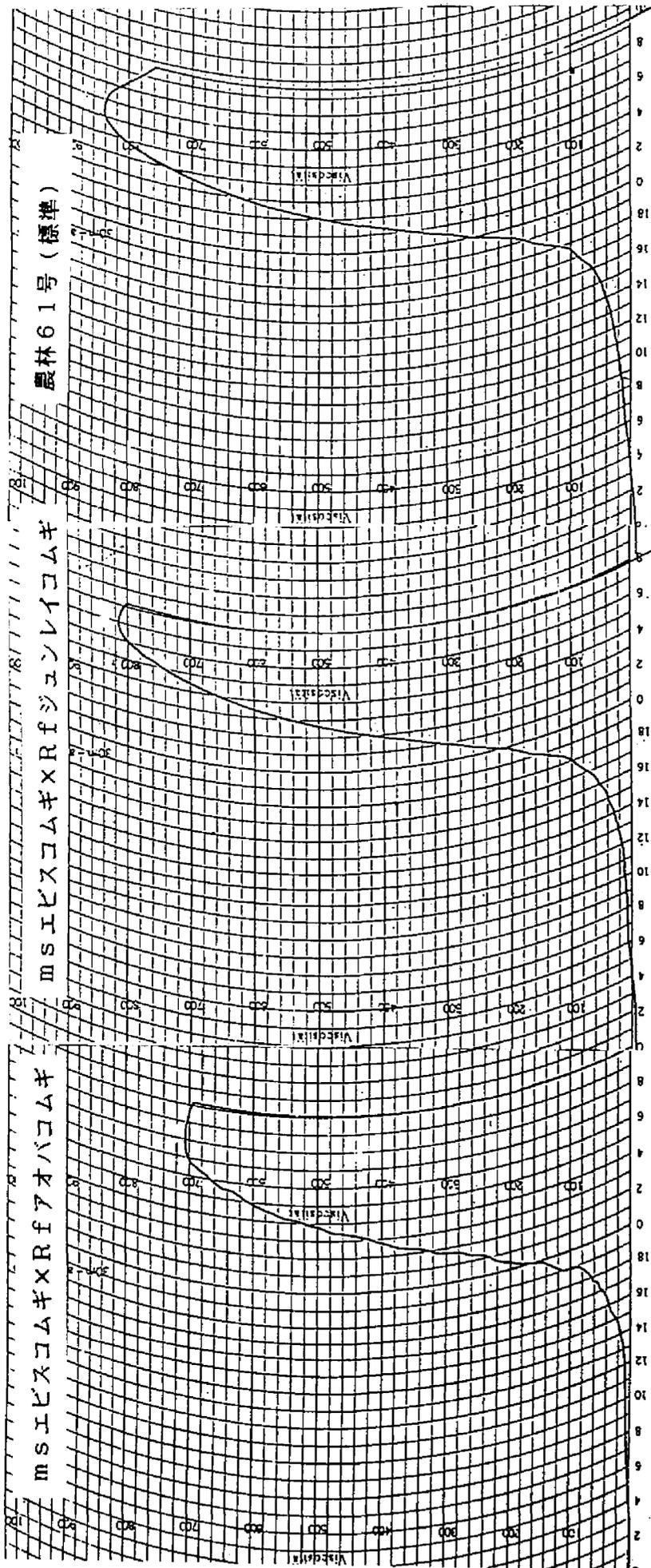
注) 記号は27表と同じ。



第14図 一代雑種コムギのファリノグラム



第15図 一代雑種コムギのエクステンソグラム



第16図 一代雑種コムギのアミログラム

良であったことがうかがわれた。

2) 灰分含量

灰分は、粉ではふすまの切れ込みと、原粒では皮部の量と関係するとされ、共に含量が低いことが好ましいとされる。60%粉とは、歩留の差異が灰分に与える影響を補正するため、篩分けされた6段階の粉を良質の粉から順に合わせて歩留60%相当までの粉を混合したものであり、これを生地試験に供する。残った粉を末粉と言い、ストレート粉とはこれをも混合したものを意味する。実際には、60%粉に調製されるので、ストレート粉灰分は末粉の灰分含量を加味した計算上の数字になる。60%粉灰分は、組合せによる違いはあるが、平均的な傾向としては両親の中間程度であった。これに対し、原粒灰分は、ほとんどの組合せが高灰分親よりも高かった。ストレート粉灰分も両親よりやや高い組合せが多かった。

灰分含量に関しては、全体的に一代雑種が高い傾向をみせた。これは、一代雑種に倒伏が多くあり、容積重が低下したことから推量して、登熟不良の傾向があつて、それが灰分含量に影響した可能性があると考えられる。

3) 粉色

R455は1組合せを除いて、両親よりも高い値を示した。つまり、一代雑種は粉が白い傾向を示した。R554も概して高く、特にRfアオバコムギの組合せは高かった。2つの波長での反射率の対数から計算されるD455-D554は粉の黄色味を表すとされ、優劣では評価されない要素である。一代雑種はおおむね両親の中間の値となった。

粉色はかなり重視される形質である。一代雑種が色の白さや明るさの点で優れていたことは注目される。

4) ファリノグラム

吸水率は最大の粘性値を500 B. U. (Brabender Unit)にするのに必要な加水量を示し、一般的に強力コムギの方が高い。一代雑種は、ほとんどの組合せがMPよりも高い値を示した。これは、一代雑種の硝子質率がやや高かったことと関係していると考えられる。生地形成時間(D.T. Dough Development Time)も、強力コムギの方が長いのが一般的であるが、この場合は、一代雑種の方が両親に比べて短い場合が多かった。生地の安定度(Stab. Stability)は、Rfアオバコムギの組合せは両親よりもやや高く、Rfジュンレイコムギの組合せではやや低い傾向であった。生地の弱化度(WK Weakness)は、概して大きかった。両親との比較では、Rfアオバコムギの組合せはやや大、Rfジュンレイコムギの組合せはやや小であった。しかし、絶対値としては、逆の傾向であった。バリリメーター・バリュー(V.V. Valorimeter Value)は、強力、薄力の程度を示す値で、一代雑種は両親に比べてやや薄力的である場合が多かった。

以上のように、ファリノグラムでみた一代雑種の生地の特性は、吸水率や安定度についてはやや高く、やや硬質的であったが、その他の要素でみると両親よりもやや薄力的である場合が多かった。

5) エクステンソグラム

測定操作は、45分、90分、135分後の3回行った。ねかせる時間が長い方が伸長抵抗が大きくなり、品種特性が明瞭になるので、ここでは135分の結果を代表させて評価した。伸長抵抗(R. Resistance to extention)は、いづれの一代雑種も目立った差異はないが、両親との比較では、Rfアオバコムギの組合せはやや大、Rfジュンレイコムギの組合せではやや小であった。面積(A. Area)は、伸長抵抗とほぼ同様な傾向であった。これは、伸長

度 (E. Extensibility) の系統間差が小さかったため、伸長抵抗の大小が面積の大小を決めたためと考えられる。形状係数 (R/E Ratio figure) も実数には大差ないが、両親との比較では伸長抵抗と同様な傾向であった。エクステンソグラムの各測定値を通じ、親品種のアオバコムギは通常の傾向とは異なり、硬質的要素がみられなかった。この原因は明らかではない。

以上のように、エクステンソグラムでみた場合の特性は、両親と大差なく中カコムギとしては比較的良好であった。

6) アミログラム

最高粘度 (M.V. Maximum Viscosity) は、R f アオバコムギの組合せでは両親と比較してかなり低くなった。しかし、その絶対値はいずれも 500 B. U. 以上で実用的に問題となる程ではなかった。R f ジュンレイコムギでは MP と大差なく、絶対値も高かった。糊化開始温度 (G.T. Gelatinization Temperature) は、やや高めになった組合せが多かった。最高粘度時の温度 (M.V.T. Maximum Viscosity Temperature) は、逆にやや低めになった組合せが多かった。

3. 論議

細胞質雄性不稔を用いた一代雑種コムギの品質を考える場合、一代雑種本来の品質特性と細胞質の影響とを分けて考えてよいであろう。海外においては、既にこのような観点から一代雑種の品質に関する研究が行われている。一代雑種本来の品質について、Shebeski (1968) は、各種の特性について一代雑種が両親に優る場合がかなり多いことを明らかにしている。細胞質の効果については、Wilson and Villegas (1966) や Rooney ら (1969) の報告がある。Rooney らは、細胞質雄性不稔系統 (チモフェービコムギ細胞質) とそ

の維持系統の種子やその各々に稔性回復系統を交配して得た一代雑種に突った種子の容積重や製粉収量、ミキソグラムや蛋白含量などを調査し、細胞質雄性不稔を持つ材料の稔実が不良となった場合に著しい差が生じる以外は、細胞質による品質の違いがないことを明らかにしている。

しかし、品質は多くの要因の影響を受けて変動しやすいものである。特にわが国では、多雨多湿の環境条件のもとでしばしば品質の低下に悩まされているのが現状である。それ故、一代雑種の品質、特に雨害に対する安全性の確保は重要と考えられる。他方、国産コムギの品質に関しては、皮離れや、篩抜けが良くないために、製粉しにくく、歩留が低いなどの欠点があつて実需者から改良が求められている。

本研究での品質検定は、単年度のものであり、供試材料も2稔性回復親を用いた10組合せの一代雑種という限られたものであるので、普遍的な傾向を導くことはできないが、1事例としていくつかの興味深い点を読み取ることができ。

硬質コムギの特性を持つRfアオバコムギを花粉親とした一代雑種は硝子質率がやや高く、製粉歩留、ミリングスコア共に良好であつた。これらは、BM率が低くセモリナ生成率が高かつたことから、粉の粒子が硬く、篩抜けが良かったものと考えられる。しかも、ファリノグラムの値をみると、ナンブコムギとの組合せを除けば比較の中力品種と大差なく、麵用としての適性があるものと考えられる。粉の色も国産コムギの欠点として取り上げられる形質である。この点についても一代雑種は比較的良好であつた。このような特性は、育種素材の選択に当たって重要な意味を持つであろう。

他方、原粒やストレート粉灰分はやや高くなつた。また、アミログラムの最高粘度がやや低下した。しかし、実用上は問題ない水準であり、適当な組合せを選択すれば一代雑種の品質は問題ないものになると考えられる。

第六章 総合考察

一代雑種品種の普及は、増収効果に代表される品種の能力と種子価格の水準によって決まり、計算上は容易に目安を決めることができる。しかし、そのような状況は一定の基盤が整ってから現れることである。その前に、採種組織の確立という大きな関門があると考えられる。実状としては、固定品種の原採種事業においても、気象災害や年次変動あるいは品種別の需給の変動などによってかなりの困難があると言われている。一代雑種の採種では、固定品種の採種とは比較にならないほど困難が多く、より計画的かつ組織的な運営が必要になるであろう。それ故、一代雑種品種の実用化には、効率的で、安定性のある採種法の開発が不可欠の前提になると考えられる。

幸い、一代雑種コムギの採種は、比較的容易であることがうかがわれた。すなわち、雄性不稔親の出穂期が先行する場合には、両親の出穂期差が5～10日程度ある場合にも良く着粒し、それは、コムギの雌蕊の受精能力維持期間が長く、条件によっては開花後10日以上に及び、しかもその穎花は再開穎という受粉に都合の良い性質を持つためであることが明らかになった。このことは、単に可能な組合せの範囲が広げられるというだけでなく、出穂期の年次変動によって相対的な出穂期の関係がずれる場合や天候不良で花粉の飛散が不良になるような場合にも後日の受粉によって着粒数を確保しやすいということをも意味する。

採種の効率化のためには、作業の単純化や機械化が不可欠であると考えられる。このような目的のために、両親系統の種子を混合して播種することは有効と考えられる。この場合、得られた一代雑種種子に花粉親の自殖種子が混入することを容認するか、分別する方法を開発する必要がある。自殖種子の一定量の混入は、熟期や稈長が近似している場合には特に問題がないであろう。混合

種子の分別はよりよい方法であり、品種の様々な特性の違いに基づいて分別方法が開発できるものと考えられる。両親の混合播種はまた、雄性不稔親の栽植割合を増加して絶対的な採種収量を増加させようとする場合に有効であろう。混合播種によって、稔性回復親の分布を均一にできるため、着粒率の確保が容易になると考えられるからである。

一代雑種利用の第一の目的は収量性の飛躍的向上にある。この研究を通じて2、3の組合せは標準品種に比べてかなり多収であった。しかし、平均的には一代雑種は多収を上げることができなかった。

その原因の第一には、稔性回復が不十分であったことが挙げられる。R f アオバコムギを父本とした組合せでは不稔率が低く、収量に対する影響は少なかったと考えられるが、多くの組合せでは不稔によるマイナスを補償できなかったものと考えられる。R f アオバコムギのような材料が現存するので、チモフェービコムギ細胞質を用いた体系は実用性があると言えるが、育種効率の面からもより確実な稔性回復性の期待できる体系の開発が望まれる。イネで見いだされた日長感應性核遺伝子雄性不稔のような形質がコムギでも見いだされれば育種も容易であり、採種体系も簡易になるので有用であろう。

潜在的に多収な組合せでも、その潜在力を実際の収量増加として現実のものにするには多くの障害があると考えられる。前述の不稔が最たるものであり、倒伏や病気は、たちまち一代雑種の多収性を減殺するであろう。本研究で用いた系統の多くは、現在の基準では長稈であるなどの欠点を持つため、実用化のためには新しい系統の育成が不可欠である。

育種方法として、従来は、既存品種による核置換によって同質または準同質遺伝子系統の育成が行われてきた。九州農試でも同様に育成を進めてきたが、実際育種の観点から見直せば、稔性回復親では同質化の必要性はなく、通常の単交配か1、2回の戻し交配による雑種集団から多様な系統を選抜するのが有

利であると考えられる。特に、世代促進栽培などを利用して早急な材料育成を図る場合、同質遺伝子系統の育成のためには、毎世代稔性回復遺伝子を持つ個体を正確に選択して戻し交配を繰り返す必要があるので、通常の育種法が有利であると考えられる。雄性不稔系統の育成には維持系統が必要なので、雄性不稔親として望ましい特性の品種または系統を用い、これまでのように核置換するのがよいであろう。

一代雑種の親系統として最も重視すべき形質は稈長であろう。将来的には、各種の半矮性遺伝子の利用も有望と考えられる。倒伏による作業能率の低下や品質の悪化はゆゆしい問題であり、固定品種においても今後一層の短稈化が進むものと考えられる。

その他の形質は、固定品種と同様に重要である。特に赤かび病耐病性は海外や東北地方の品種を利用する場合に問題となる。

材料の遠縁性も組合せの選択において重要な要素となるであろう。この研究でアオバコムギの組合せが多収を示したのも遠縁であったためかも知れない。そのために、多様な素材から多様な材料を育成する必要があると考えられる。

一代雑種コムギの品質は、基本的には問題ないものと考えられる。硬質コムギの特性を持つR f アオバコムギを片親とした組合せは、製粉性が良好でしかも中力的特性を有していた。このような一代雑種の利用によって国産コムギの欠点の1つである製粉性が改良できる可能性があるものと考えられる。粉の色も比較的良好であった。しかし、灰分含量の増加など懸念される事例もみられた。これらは、材料の選択によって解決できるものと考えられる。

摘 要

コムギの収量性の飛躍的向上を目標として、チモフェービコムギ由来の細胞質雄性不稔とスペルタコムギ由来の稔性回復遺伝子の利用による一代雑種コムギ体系の九州における実用化の可能性を検討した。本研究で用いた細胞質雄性不稔系統及び稔性回復系統は、すべて京都大学農学部で育成された系統である。本研究は、一代雑種種子の採種、一代雑種の特性及び一代雑種の品質の3点について行った。また、これと並行して新系統の育成による特性の改良を図った。

1. 一代雑種種子の採種

採種能率を明らかにし、更に効率化するため、3か年にわたり、4種類の試験を行った。この結果、次のことが明らかになった。

1) 稔性回復系統あるいは維持系統と並列的に混植された雄性不稔系統の稔実率は、皆無に近いものから80%以上のものまで多様であったが、かなり多くの材料の稔実が良好であった。

2) 稔実の良否と材料特性の関係を解析したところ、両親の出穂期の同調が最も大きな要因であり、雄性不稔親の出穂期が4、5日から10日程度先行した組合せの稔実率が高かった。この結果は、コムギに広く観察される再開穎現象と雌蕊の受精能力維持期間がかなり長いという特性によって説明できる。すなわち、コムギの不受精穎花は開花日に一旦閉穎するが、2、3日後にはほとんどの穎花が再度開穎し、その後は受精するか老化するまで開穎を継続するという性質があり、雌蕊は、条件によって10日以上も受精能力を維持するため、雄性不稔親の出穂期がある程度先行する場合にかえって着粒率が向上するものと考えられる。

3) 画期的な能率化を達成するため、両親系統の混合播種を試行した。稔

性回復系統の5%または10%の混合の結果、稔実率は低かったが単位面積当たりの採種量は比較的高かった。このことから、適切な組合せでは稔性回復親の少量混播によって能率的な採種ができるものと期待される。

2. 一代雑種の特性とヘテロシス

一代雑種の収量性と稔性回復の程度に重点をおいて、5か年にわたり、5種類の生産力検定試験を行った。この結果、一代雑種の形質の発現について次のようなことが明らかになった。

1) 出穂期は、おおむね中間親に近く、やや早生になる場合が多かった。このことから、一定の早生化は両親の選択のよって容易に達成できるものと考えられる。

2) 稈長は、長稈親程度かそれ以上に高くなる場合が多かった。また、標準品種との比較でも長稈で倒伏しやすかった。中間親との相関が高いので、短稈系統の利用によって短稈化が図れる。

3) 穂長は、著しいヘテロシスを示して長くなった。しかし1穂粒数の増加には結び付かない傾向があった。

4) 穂数は、組合せ、年次による差があったが、全体的には増加して、収量の増加に寄与したものと考えられる。

5) 収量は、組合せによる差が大きく、平均的には多収とは言えなかった。msエビスコムギ×Rfアオバコムギの組合せは供試した4か年のすべての試験で標準品種にまさる収量であった。また、Rfアオバコムギを片親とした組合せは、多くが多収であった。

6) 1穂小穂数及び1穂粒数はともに、著しい穂長の増加にかかわらず中間親程度であった。

7) 稔性回復の程度は、十分でない組合せがかなり多かった。複数の稔性

回復遺伝子を取り込もうとした系統を片親にした組合せもこの範囲内では、同様な結果であった。アオバコムギを片親にした組合せはかなり稔実がよい傾向であった。

8) 千粒重は、最もヘテロシス効果がはっきりしていた形質のひとつであった。収量の増加に寄与したであろう。

9) 容積重は、両親より著しく低下した場合とやや低下した場合があった。年次や材料により、不稔の多発や倒伏による影響が大きかったものと考えられる。

3. 一代雑種の品質

1980年の生産力検定試験でえられた玄麦を供試して加工適性の検定を行った。この結果、供試した一代雑種コムギの品質には次のような特徴のあることがわかった。

1) 製粉性は、組合せによって大きな差があり、硬質のRfアオバコムギを片親とした組合せは、製粉歩留やミリングスコアが高く、良好であった。これに対し、Rfジュンレイコムギを片親とした組合せでは著しく不良であった。

2) 粉色は、両親にまさるものが多かった。逆に、粉の灰分はやや高い傾向であった。

3) ファリノグラムからみた生地の特徴は、吸水率や安定度についてはやや高く、硬質的な面がみられたが、弱化度やバロリメーター・バリューについてはむしろ薄力的であった。

4) エキステンソグラムからみた生地の特徴は母本系統に類似し、中力コムギとしては比較的良好であった。

5) アミログラムについては、最高粘度が両親より低い場合があったが、いずれも500B. U. 以上の値で特に問題はなかった。

以上の結果を総合して、細胞質雄性不稔を利用した一代雑種コムギの九州地域における実用性を評価すると、稔性回復が不十分な場合があるが、材料を選択することによって稔実のよい一代雑種が得られ、多収事例が得られたこと、採種が比較的容易と考えられること、品質にも特に問題がないことなどから実用性があると考えられる。この評価は、今後の育種による、熟期、耐倒伏性、赤かび病抵抗性などの改良を前提としたものである。また、この一代雑種コムギの体系では、稔性回復の程度が系統や栽培地域で大幅に異なるという欠点があるので、より優れた体系の開発が望まれることも明らかである。

Summary

Kyushu area is one of the major wheat producing areas in Japan. Though the average yield per unit area has gradually increased, its level is lower than that of other major areas like Hokkaido and Kanto region. Of many problems which reduce yield, the basic factor for the low yield is suggested to be inadequate vegetative growth. Relatively high temperature in winter may shorten the growth period, and restrict the growth. Under this conditions, Hybrid vigor may straightly contribute to high yield. Therefore, studies on hybrid wheat using cytoplasmic male sterility were started in 1976 as one of the breeding programs for high yielding varieties.

Materials used in this study were all introduced from the Laboratory of Genetics, Faculty of Agriculture, Kyoto University. These materials were the male sterile lines with a G cytoplasm of *T.timopheevi* and restorer lines with a restoring gene *Rf₃* from *T.spelta*.

Subjects dealt with in this study are hybrid seed production, agronomic characters of F₁ hybrids and qualities of the grains produced.

Hybrid seed production

Seed production is an important, and difficult problem in the practical use of hybrid wheat. The efficiency of seed production is closely linked with seed cost closely. From 1977 to 1979, the following experiments were conducted. 1) Male sterile lines and restorer or maintainer lines were grown in alternate rows isolated from another wheat. Seed set ratio and some traits relating to seed setting were investigated. And, 2) Seeds of male sterile and restorer lines were mixed at a ratio of 90:10 or 95:5, and grown by standard procedures. The heading date and seed set ratio were investigated.

From these experiments, The following results were obtained: Seed

set of male sterile lines varied from 0 to more than 80%, and about a half of the line gave seed setting rate higher than 50%. Seed setting rate was closely related with the degree of heading synchronization between the male and female lines. Seed setting ratio was higher when male sterile lines headed five to ten days earlier than the restorer.

This result is explained by long receptivity of stigma and re-opening of wheat glumes when not fertilized. The stigma keeps receptivity during at least five days to more than ten days depending upon conditions. The glumes of wheat florets which missed fertilization open again a few days after first flowering, and keep opened until fertilization.

Seed setting ratio in the mixed seeding experiment was 10 to 25%. The low seed setting ratio may be due to the low degree of synchronization of heading between male and female lines, i.e. male sterile lines headed two days later than restorers. Its seed yield, however, was relatively high, because the ratio of male steriles to restorers was high. Seed production by mixed seeding seems to be useful, if the hybrids seeds are separated easily from those of restorer lines. A method of their Separation may be devised.

Agronomic characters of F_1 hybrid

High yielding is an essential factor for practical use of hybrid wheat. From 1976 to 1980, five-times replicated yield trials were conducted with the standard scale plot and plant density. Materials were not the same among different trials.

Average yield of F_1 hybrid was not higher than that of the standard cultivar, Norin 61. F_1 hybrids of several cross combinations yielded higher than standard cultivar. Especially, the F_1 hybrid between ms Ebisukomugi and Rf Aobakomugi was exceeded the standard cultivar in yield in every four trials.

Low yielding F_1 hybrids generally showed low fertilization ratio. Low fertility restoration was the problem of a primary importance in almost a half of the trials. The second important problem was lodging, as the F_1 hybrids were taller than the parents.

Beneficial heterosis appeared on ear number per unit area, ear length and 1000 grain weight, but not on spikelet and grain number per ear despite of increased ear length.

Improvement of the parental lines is necessary for breeding high yielding hybrid wheat, on such characters as early maturity, short culm and resistance to redscab.

Quality of the grains produced

Milling and flour quality of ten F_1 hybrids and their parents were evaluated with grains produced in 1980 at a yield trial. The milling test was conducted using Buhler test mill. Flour test was conducted using Brabender Farinograph, Extensograph and Amilograph. Ash content and flour color were measured by standard method.

A large difference was observed on flour yield among the materials. F_1 Hybrids, one parent of which was hard type Rf Aobakomugi, showed better flour yield than the better parent. F_1 hybrids having medium type Rf Junreikomugi as male parent showed lower flour yield than the both parents.

Flour quality was differed among materials. F_1 hybrids were superior on flour color, whereas inferior on ash content than the parental lines.

Generally speaking, the F_1 hybrids showed the same level of overall quality as their parents.

引用文献

- Akemine, H. and Kumagai, K. 1966 Heterosis in wheat hybrids. *Seiken Zihō* 18:64-75
- 荒木均・野中舜二・常脇恒一郎 1977 細胞質雄性不稔利用による一代雑種小麦の実用化.
1. 小規模の圃場試験. 育種学雑誌27別冊2: 136-137
- 荒木均・野中舜二 1978 細胞質雄性不稔利用による一代雑種小麦の実用化.
2. 両親の出穂期、稈長の差とF₁種子着粒率の関係. 育種学雑誌28別冊2: 96-97
- Briggle, L.W. 1963 Heterosis in wheat - A review. *Crop Science* 3:407-412
- De Vries, A.P. 1971 Flowering biology of wheat, particularly in view of hybrid seed production - A review. *Euphytica* 20:152-170
- De Vries, A.P. 1972 Some aspects of cross-pollination in wheat (*Triticum aestivum* L.).
1. Pollen concentration in the field as influenced by variety, diurnal pattern, weather conditions and level as compared to the height of the pollen donor.
Euphytica 21:185-203
- 馮雲慶・王長義・李全新 1985 湖北長日核不育水稻的研究与利用. 作物学報 11:227-234
- Florell, V.H. 1934 A method of making wheat crosses. *J. Heredity* 6:157-162
- Fukasawa, H. 1953 Studies on restoration and substitution of nucleus in *Aegilotriticum*.
1. Appearance of male-sterile *durum* in substitution crosses. *Cytologia* 18:167-175
- 福永公平・稻垣正典 1985 日本のコムギ品種の育成系譜. 育種学雑誌 35:89-92
- Gotoh, T. 1977 Semidwarf Norin 10 wheat and its contribution to the progress of wheat breeding. *Gamma Field Symp.* 16:85-102
- 星川清親 1960 小麦における再開穎小花について. 日作紀 28:103-106
- Imrie, B.C. 1966 Stigma receptivity in cytoplasmic male sterile.
Aus. J. Exp. Agr. Ani. Husb. 6:175-178
- Jhonson, V.A. and Schmidt, J.W. 1968 Hybrid wheat. *Advance in Agronomy* 20:199-233

- 柏尾俊光 1971 小麦F₁雑種の一特性について. 中国農業研究 43:15-16
- 加藤浩・生井兵治 1987 イネF₁採種時の自然交雑率を高める花器形質と環境条件.
育種学雑誌37:318-330
- Kihara,H. 1951 Substitution of nucleus and its effect on genome manifestations.
Cytologia 16:177-193
- Kihara,H. and Tsunewaki,K. 1961 Pistillody of *Triticum durum* induced by an
alien cytoplasm. Seiken Ziho 12:1-10
- 丸山清明 1988 ハイブリッドライス開発の現状と戦略. 遺伝 42(5):28-31
- Miller,J.F. and Lucken,K.A. 1976 Hybrid wheat seed production method for
North Dakota. Crop Sci. 16:217-221
- Mukai,Y. and Tsunewaki,K. 1979 Basic studies on hybrid wheat breeding. VIII. A new
male sterility-fertility restoration system in common wheat utilizing the
cytoplasms of *Aegilops kotschyi* and *Ae.variabilis*. Theor.Appl.Genet. 54:153-160
- 日本麦類研究会 1976 小麦粉—その原料と加工品. 日本麦類研究会 東京
- 野中舜二・吉田美夫・鶴政夫・北原操一・田谷省三・荒木均・牛腸英夫 1979
小麦新品種「チクシコムギ」について. 九州農業試験場報告20(3):195-208
- 野中舜二・吉田美夫・鶴政夫・北原操一・田谷省三・荒木均・牛腸英夫 1979
小麦新品種「アサカゼコムギ」について. 九州農業試験場報告202(3):221-237
- 野中舜二 1986 半矮性コムギの育種. 育種学最近の進歩 27:69-79
- 農林水産省経済局 1988 作物統計(昭和61年産)
- 農林省農林水産技術会議事務局 1968 小麦品質検定方法—小麦育種試験における.
- Rooney,L.W.,Gustafson,C.B. and Porter,K.B. 1969 Influence of *Triticum timopheevi*
cytoplasm on the quality of wheat (*Triticum aestivum* L.). Crop Sci. 9:431-435
- Rutger,J.N. and Canahan,H.L. 1981 A fourth genetic element to facilitate hybrid
cereal production - A recessive tall in rice. Crop Sci. 21:373-376

- Shebeski, L.H. 1966 Quality and yield studies in hybrid wheat (*Triticum aestivum* L.).
Can. J. Genet. Cytol. 8:375-386
- 石明松 1985 对光照長度敏感的隱性不育水稻的發現与初步研究. 中国農業科学 2:44-48
- Singh, K.B. and Singh, J.K. 1971 Potentialities of heterosis breeding in wheat.
Euphytica 20:586-590
- 末永一博・佐藤暁子・川口数美 1986 日本コムギ実用品種における一代雜種の収量性並びに
収量構成要素 育種学雑誌36別冊2: 336-337
- 末永一博・中島章介 1988 大穂系統を片親とした一代雜種コムギの収量性.
育種学雑誌38別冊1: 328-329
- Tahir, C.M. and Tsunewaki, K. 1971a Distribution of fertility-restoring gene in
hexaploid wheats for *Ae.ovata* and *T.timopheevi* cytoplasm. I
Japan. J. Breed. 20:1-6
- Tahir, C.M. and Tsunewaki, K. 1971 Distribution of fertility-restoring gene in
hexaploid wheats for *Ae.ovata* and *T.timopheevi* cytoplasm. II
Japan. J. Breed. 21:49-51
- 田谷省三・荒木均・野中舜二 1979 暖地小麦品種の収量性、特に乾物生産面からみた
品種間差. 日本作物学会紀事48別冊2:105-106
- 田谷省三・荒木均・野中舜二 1982 細胞質雄性不稔利用による一代雜種小麦の実用化.
3. 加工適性について. 育種学雑誌32別冊2: 36-37
- 戸田正行・依田富男・三木昌平 1965 小麦生殖器官の受精能力保有期間ならびに
老熟受精について. 育種学雑誌15:146-148
- 富田桂・荒木均・丸山清明 1987 株内混植によるイネ F₁ 品種採種体系の確立.
1. 株内混植と条植との結実率の比較. 育種学雑誌37別冊1:284-285
- 鳥山国土・池橋宏 1988 中国のハイブリッド・ライスと育種の展開. 農業技術43(1):1-6
- 常脇恒一郎 1968 一代雜種コムギの育成に関する研究. 育種学最近の進歩10:3-21

- Tsunewaki, K. 1969 Basic studies on hybrid wheat breeding. IV. Natural cross-fertilization in male sterile wheat. *Seiken Ziho* 21:1-5
- 常脇恒一郎 1977 一代雑種小麦の育成 - 京都における試作と問題点.
育種学雑誌27別冊2:134-135
- Tsunewaki, K. 1980 Genetic diversity of the cytoplasm in *Triticum* and *Aegilops*.
Japan Soc. Prom. Sci. Tokyo
- 常脇恒一郎 1987 コムギ・エギロブス属における細胞質変異とその育種的利用
育種学最近の進歩28:62-74
- 常脇恒一郎・松尾礼次・パナヨトフ I. 1988 S^v型細胞質利用による3元雑種コムギの試作
育種学雑誌38別冊1:330-331
- 鶴内孝之 1964 二条大麦に生じた穂型異常の原因について. II. 再開えいを機会とする
裸麦との自然交雑. 日本作物学会九州支部会報 27:14-16
- Washington, W.J. and Maan, S.S. 1974 Disease reaction of wheat with alien cytoplasm.
Crop sci. 14:903-905
- Wienhues, F. 1968 Long-term yield analyses of heterosis in wheat and barley:
variability of heterosis, fixation of heterosis. *Euphytica Supplement* 1:49-62
- Wilson, J.A. and Ross, W.M. 1962 Cross-breeding in wheat, *Triticum aestivum*.
I. Frequency of the pollen-restoring character in hybrid wheat having
Aegilops ovata cytoplasm. *Crop Sci.* 1:191-193
- Wilson, J.A. and Villegas, E. 1966 Genetic interaction for the hybridization of
wheat and their effect upon quality. *Cereal Science Today* 11:306-309
- Wilson, J.A. 1968 Problem in hybrid wheat breeding. *Euphytica Supplement* 1:13-33
- 山本幸雄・寺田孝一郎 1940 不稔大麦「提灯穂」に就いて. *農業及び園芸* 15(10):33-35
- 吉田久・藤巻宏 1985 イネ一代雑種利用のための雄性不稔・稔性回復系の開発.
6. 雑種不稔による収量向上の制限. 育種学雑誌35別冊2:220-221

吉田鎮雄 1949 小麦の雌蕊受精能力保持期間並びに其の種子の活力に就いて。

日作紀18:150-152

吉田美夫・鶴政夫・北原操一・桐山毅・福岡寿夫・吉富研一・井手義人 1969

小麦新品種”ヒヨクコムギ”について。九州農業試験場彙報14(3):399-410

吉田美夫・鶴政夫・北原操一・桐山毅・福岡寿夫・吉富研一・牛腸英夫・柏尾俊光

荒木均 1977 小麦新品種”シロガネコムギ”について。

九州農業試験場報告19(1):1-12

吉田美夫・鶴政夫・北原操一・福岡寿夫・牛腸英夫・柏尾俊光・荒木均 1977

小麦新品種”ゴガツコムギ”について。九州農業試験場報告18(1):43-52

吉田美夫・野中舜二・鶴政夫・北原操一・福岡寿夫・田谷省三・荒木均・牛腸英夫 1978

小麦新品種「セトコムギ」について。九州農業試験場報告20(1・2):113-127

Yuan,L. 1986 Hybrid rice in China. Chinese J. Rice Sci. 1:8-18

Zeven,A.C. 1972 Plant density effect on expression of heterosis for yield and its components in wheat and F_1 versus F_3 yields. Euphytica 21:468-488

Zeven,A.C. 1967 Transfer and inactivation of male sterility and sources of restorer genes in wheat. Euphytica 16:183-189.