

福岡県農業総合試験場特別報告

第14号

福岡県における良食味水稻品種の育成及び 育成品種の適応性に関する研究

平成11年3月

福岡県農業総合試験場

(福岡県筑紫野市大字吉木)

SPECIAL BULLETIN
OF
THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

NO.14

Breeding of Rice Cultivars with High Palatability and the Adaptability
of the Released Cultivars in Fukuoka Prefecture

by

IMABAYASHI Souichirou

THE FUKUOKA AGRICULTURAL RESEARCH CENTER

Chikushino, Fukuoka 818, Japan

March 1999

福岡県における良食味水稻品種の育成及び
育成品種の適応性に関する研究

今 林 惣 一 郎

1999

序

近年、食生活の多様化とともに消費者の良食味米への志向が高まり、産地間競争も日々激化している。このような情勢の中で、本県産米の評価を高めるために、本県独自の銘柄品種を早急に育成することが各方面から強く望まれてきた。このような状況を打開するため、1988年から水稻県単育種が開始された。しかし、水稻育種を開始するに当たっては、まず水稻品種育成に必要な基礎研究、実際の育種操作、また育成品種の適応性の評価など育種の基本技術の確立や育種の効率化を図ることが急務であった。さらに、これらの基本技術の確立と並行しながら、短期間に本県独自の銘柄品種を育成することが求められた。

本研究は、福岡県内に適する県独自の良食味品種を短期間に育成する目的で、そのために必要な基礎研究を行い、実際に育種目標どおりの新品種を短期間に育成し、育成品種と環境の交互作用を推定し、育成品種の環境適応性や安定性を明らかにした。その結果、これまでにない良食味安定品種の育成と育種の基礎的分野から応用に関してまで、育種の効率化のための新しい知見が得られたので、ここに特別研究報告として公表することとした。

なお、本報告は福岡県農業総合試験場において1988年から1997年にかけて、県単独事業「水稻の新品種育成」、「国際化に対応した水稻の新品種育成」に関する一連の試験成績を取りまとめたものである。

本研究の遂行およびとりまとめにあたって、ご指導、ご助言を頂いた宮崎大学農学部教授續栄治博士、九州大学助教授吉田智彦博士、に厚く御礼申し上げますとともに、福岡県農業総合試験場農産研究所水稻育種研究室、水稻育種プロジェクトチーム職員の方々の協力により、成果を上げることができたことを付記し、関係各位に深く感謝の意を表する。

平成11年3月

福岡県農業総合試験場場長

吉 村 大三郎

目 次

緒 言	1
第Ⅰ章 育種試験成績のデータベース化	3
第1節 緒 言	3
第2節 育種試験成績の簡易処理法とデータベース化	3
1 材料及び方法	3
2 結果及び考察	4
第3節 データベースを利用した解析	4
1 材料及び方法	4
2 結果及び考察	5
第4節 摘 要	9
第Ⅱ章 良食味品種の選抜法	10
第1節 緒言	10
第2節 理化学的特性と食味との関係	10
1 材料及び方法	10
2 結果及び考察	11
第3節 米の理化学的特性の年次間、産地間変動	13
1 材料及び方法	13
2 結果及び考察	13
第4節 穂発芽抵抗性の検定方法と抵抗性系統の選抜	19
1 材料及び方法	19
2 結果及び考察	20
第5節 摘 要	22
第Ⅲ章 良食味品種の短期育成法	23
第1節 緒 言	23
第2節 沖縄県石垣市の圃場を利用した世代促進法	23
1 材料及び方法	23
2 結果及び考察	23
第3節 現地試験を利用した選抜	24
1 材料及び方法	24
2 結果及び考察	25
第4節 極早生良食味品種の育成	27
1 材料及び方法	27
2 結果及び考察	29
第5節 早生良食味品種の育成	31
1 材料及び方法	31
2 結果及び考察	31
第6節 摘 要	33

第Ⅳ章 品種と環境の交互作用及び育成品種の環境適応性	35
第1節 緒言	35
第2節 収量における交互作用と環境適応性	35
1 材料及び方法	35
2 結 果	36
3 考 察	41
第3節 出穂期や稈長における交互作用と環境適応性	43
1 材料及び方法	43
2 結 果	44
3 考 察	53
第4節 摘 要	53
第Ⅴ章 総合考察	55
第Ⅵ章 総合摘要	59
引用文献	61
Summary	65

緒 言

近年、消費者の良食味志向が高まり、米に対する評価がより厳しくなる中で、福岡県では1987年より県、農業団体が一体となって「うまい米・売れる米づくり運動」を展開し、良質・良食味の自主流通米生産の拡大を強く推進してきた。

しかし、当時の本県の主要品種は、早生の日本晴と黄金晴、中生のニシホマレとツクシホマレ及び晩生のレイハウが全作付け面積の約80%を占めていた。これらの品種は栽培特性、収量性及び玄米の外観品質においては優れるが、食味において難点があり、良食味品種に対する消費者、流通及び販売関係者の要望に十分対応できなかった。さらに米の流通制度の改正等により県間の米の移出入が緩和され、産地間の競争が激化し、県内消費自主流通米の約80%が県外より移入される実状にあった。このような状況を打開するための一助として、福岡県独自の水稻品種育成の要望が従来にもまして行政や普及から強く打ち出されてきた。

福岡県的水稻育種は、古くは1902年から在来品種の純系淘汰と並行して、多収性品種神力を交配親として行われたのが最初で、以来1941年まで品質・食味よりむしろ多収を主要な育種目標に品種改良が続けられ、いくつかの品種（宮神力、大場都、筑紫、住吉）は普及に移されている（福岡県立農業試験場1979）。その後、国の育種組織の充実が図られ、県単育種は中断され今日に及んでいる。しかし、1987年以来良質・良食味の自主流通米生産の拡大の声は一層強くなり、全国的に県単独的水稻育種事業が広がってきた。この動きに拍車をかけたのが、あきたこまち、ゆきひかり、最近ではきらら397の出現（佐々木1997）である。このような気運を受けて福岡県においても、県下各地域の消費者、生産者、流通関係者等の多様な要望に対しきめ細やかな対応をするための水稻県単育種が開始される運びとなった。育種は長期間を要する。現在の社会情勢は新品種出現までの年月を待ってはくれず、短期間においての品種育成が要求された。このため、生産現場、行政、流通面への対応、また材料の扱いやすさから考えて、コシヒカリの栽培特性の改良をねらった品種育成が最も近道と考えられた。したがって、当面の育種目標を成熟期については極早生～早生、食味においてはコシヒカリ並みとし、これに強稈性と穂発芽難を付与した品種の育成を急ぐこととした。短期間での品種育成には、雑種集団の世代促進のみでなく全育成期間の短縮化、育成品種の評価や普及のために必要な品種と環境との交互作用や育成品種の適応性等についての過去の知見は必ずしも十分とはいえず、これらの基礎的研究が必要である。このためには従来の育種システムでは不十分で、短期間に品種を育成するための新たな育種システムの確立が急務であった。本論文では以下の研究を行った。第1章では、育種試験においては多量のデータを扱うため、データ処理の効率化のためのデータベース化を試み、そのデータベースを用いていくつかの解析を行った。第2章では、良食味品種の選抜法を確立するために、米の理化学的特性と食味との関係及び食味関連形質の年次変動を、あわせて穂発芽抵抗性の検定方法と抵抗性系統の選抜を試みた。第3章では、極早生～早生、極良食味、倒伏強、穂発芽難の品種を短期間で育成することを試みた。第4章では、品種と環境との交互作用の解析及び育成品種の適応性について検討した。

本研究は著者が1988年～1997年にかけて、水稻の新品種育成、国際化に対応した水稻の新品種育成に関する一連の研究として、福岡県農業総合試験場農産研究所水稻育種研究室（福岡県筑紫野市大字吉木）で行ったものである。本研究の遂行及び本論文のとりまとめから作成にあたって、終始懇篤なる指導と激励を賜った宮崎大学農学部教授續栄治博士に衷心から感謝を申し上げる。本論文の作成にあたって、懇切な指導と校閲を賜った九州大学農学部助教授吉田智彦博士に衷心から感謝し、厚くお礼を申しあげる。

本研究の端緒は元農業総合試験場長原田拓司氏、元農産研究所長鐘江寛氏に賜った。また当時の作物専門技術員藤村諭氏には県下各地域農業改良普及センターによる現地試験の実施を始めとして、県単品種育成への全面的な協力を賜った。各位に対し心から感謝する。研究の着手から途上に

において種々有益な助言と協力を賜った農業総合試験場農産研究所作物品種研究室長松江勇次博士、同水稻育種研究室長濱地勇次博士、元福岡県農業総合試験場特別研究員西山壽氏、温情のある指導と助言を賜った企画経営部長平川孝行氏、農産研究所長藤島直樹氏、前農産研究所長高崎登美雄氏、元農産研究所長須藤新一郎氏、生産環境研究所長神屋勇雄氏の各位に衷心より謝意を捧げる。また研究を実施するにあたって終始協力を惜しまれなかった水稻育種研究室職員一同、水稻育種プロジェクトチーム員一同に対し心から謝意を表す。さらに、研究の実施にあたっては、福岡県農業総合試験場の同僚の各位から多大なる援助と激励を頂き協力を惜しまれなかったことをここに記して深甚の謝意を表す。

2. 結果及び考察

第2図には1991年における生産力検定試験（早期栽培）ファイルの内容の一部を示した。データファイルには反復成績を含むが、成績書では平均値のみの表示にし、後の便のため、通し番号、全データに試験年次と試験名を付けた。成績書では一部項目を省略、罫線挿入等をして見やすい形式にするが、後の解析のためのデータファイルには必要項目がすべて含まれているほうがよく、このためデータ処理の最終段階まで表計算ソフトを使用するのが望ましい。選抜系統の決定後にワープロで、成績書用ファイルの必要事項を変更して翌年の設計書を作成し、翌年用のファイルは表計算ソフトに読み込んで次年に使用する。

育種試験におけるデータ処理の方法は、設計書作成、圃場データの計算、成績書作成までを計算機内で一貫処理するものから、単に成績書作成時のワープロ使用のみまで、試験地によって様々であると推察される。ワープロ利用のみではせいぜい翌年の設計書作成に役立つ程度で、データの効率的な処理や解析のためには不十分である。また複雑な一貫処理システムを作ると、データ処理が非常に効率的でも担当者以外にはわかりにくく、担当者が交代したときに困る事態が生じる（吉田1987）。一方、ここでのデータ処理や管理は一般に広く使われている表計算ソフトとワープロ利用であり、誰でも容易にできるものである。成績書作成から翌年の設計書作成までの一貫処理も可能で、しかもデータの有効な解析が可能である。年次や試験の種類別に多数のファイルができるので、将来はそれらの検索用ファイルを作る必要がある。

以上のように、育種におけるデータ処理や管理を手軽で誰にでもできる簡単な方法で行った。手軽ではあるが、十分満足できるデータ処理の効率や数値解析の機能を有しており、これを利用した各種解析が可能と思われる。また、ここでの方法は他の育種試験地、他の作物でも利用可能である。

通番	年次と種類	場所	番号	反復	品種名	出穂	稈長	穂長	穂数	収量
1	91生検早期	水稻育種	1	M	ちくし1号	7.20	79	19.4	316	46.9
2	91生検早期	水稻育種	1	a	ちくし1号	7.20	78	19.6	297	46.9
3	91生検早期	水稻育種	1	b	ちくし1号	7.20	80	19.1	334	46.8
4	91生検早期	水稻育種	2	M	ちくし2号	7.19	72	17.6	312	45.8
5	91生検早期	水稻育種	2	a	ちくし2号	7.19	71	17.7	292	45.6
6	91生検早期	水稻育種	2	b	ちくし2号	7.18	73	17.4	330	46.0
7	91生検早期	水稻育種	3	M	西南89号	7.10	69	16.0	291	32.6
8	91生検早期	水稻育種	3	a	西南89号	7.10	68	15.8	292	32.3
9	91生検早期	水稻育種	3	b	西南89号	7.10	70	16.1	290	32.8
10	91生検早期	水稻育種	4	M	コシヒカリ	7.22	82	20.6	310	48.0
11	91生検早期	水稻育種	4	a	コシヒカリ	7.22	81	20.6	316	48.7
12	91生検早期	水稻育種	4	b	コシヒカリ	7.22	82	20.5	303	47.2
13	91生検早期	水稻育種	5	M	キヌヒカリ	7.22	75	17.6	301	47.5

第2図 1991年生産力検定試験成績ファイルの一覧

第3節. データベースを利用した解析

前節においては、育種におけるデータ処理や管理が簡単にできるシステムを開発したので、今後の育種戦略の構築や効率的な選抜方法を探るために、このシステムを利用して各種の解析を行った。

1. 材料及び方法

前節で述べたデータベースを利用して、食味の重回帰分析、食味の組合せ能力の計算、現地試験

結果の解析, 主要形質の年次間相関や施肥量間の相関係数等の計算を表計算ソフトを用いて行った。また, Murphyら (1986) に従って育成品種間の近縁係数によるクラスター分析を行った。近縁係数は水田ら (1996) の方法で計算した。なお, 本節ではデータ解析が主目的であるため, 収量や食味などの測定法の記載はここでは省略した。

2. 結果及び考察

(1) 食味の重回帰分析

1992, 93年の生産力検定予備試験に供試された品種の食味値 (コシヒカリを基準とした値) を従属変数, 精米のアミロース含有率, 窒素含有率, 出穂期 (6月30日からの日数) を独立変数とした重回帰式を表計算の関数を利用して求めた (第1表)。1992年はアミロース含有率と出穂期, 1993年はアミロース含有率と窒素含有率の回帰係数が有意 (5%水準) となった。食味とアミロース含有率間の相関係数は $r = -0.5 \sim 0.6$, 食味と窒素含有率間は $r = -0.3 \sim 0.4$ であった (表略)。1992年の出穂期の回帰係数は正の有意な値で, アミロース含有率の影響を消去すると必ずしも早生品種が良食味とはならず, アミロース含有率や出穂期と食味の関係を, それら相互の影響を消去して考察する必要性を示唆した (大里ら 1998)。

第1表 食味(Y)を従属変数,アミロース含有率(X_1),窒素含有率(X_2),
出穂期(X_3)を独立変数とした重回帰式

年 次	回 帰 式	重相関係数	自由度
1992	$Y = -0.570X_1^* + 0.472X_2^{ns} + 0.0952X_3^*$	0.597**	40
1993	$Y = -0.175X_1^* - 2.38X_2^* - 0.00825X_3^{ns}$	0.575**	47

*;5%水準で有意,**;1%水準で有意,ns;有意でないことを示す。
以下の表や図も同様。

(2) 食味の組合せ能力

1991~94年の生産力検定予備試験に供試された品種を, 表計算のソート機能を利用して同一交配組合せ別に集めその食味の平均値を特定組合せ能力として第2表に示した。最少2品種の平均で, 年次の違いは無視した。表の平均の欄には交配の正逆をこみにして該当品種について平均した値を示し, 完備した組合せからのものではないが, その品種の一般組合せ能力とした。特定組合せ能力では, キヌヒカリ×ひのくにおとめが -0.07 , キヌヒカリ×コシヒカリが -0.12 と高く, 一般組合せ能力では, 数は少ないが初星の -0.35 , 愛知80号の -0.36 , キヌヒカリの -0.39 が高い値であった。

(3) 現地試験での食味

1994年に夢つくしを供試して県内33ヶ所で行った現地試験の結果から, 食味と他の形質との相関係数を表計算の関数を利用して求めた (第3表)。食味と試験場所の標高, 出穂期, 収量, 穂数, 籾数, アミロース含有率, 窒素含有率及び千粒重との間に有意な相関はみられなかった (炊飯米の外観と窒素含有率は0.462の1%水準で有意な相関があった)。食味と炊飯米の外観, 味, 粘りとは1%水準で有意な相関があったが, 硬さとの間には相関は認められなかった。第3図に栽培場所の標高と食味の関係を示した。両者に相関関係は認められず, 標高の高い場所産の米が良食味であるとはいえなかった。

第2表 食味の組合せ能力

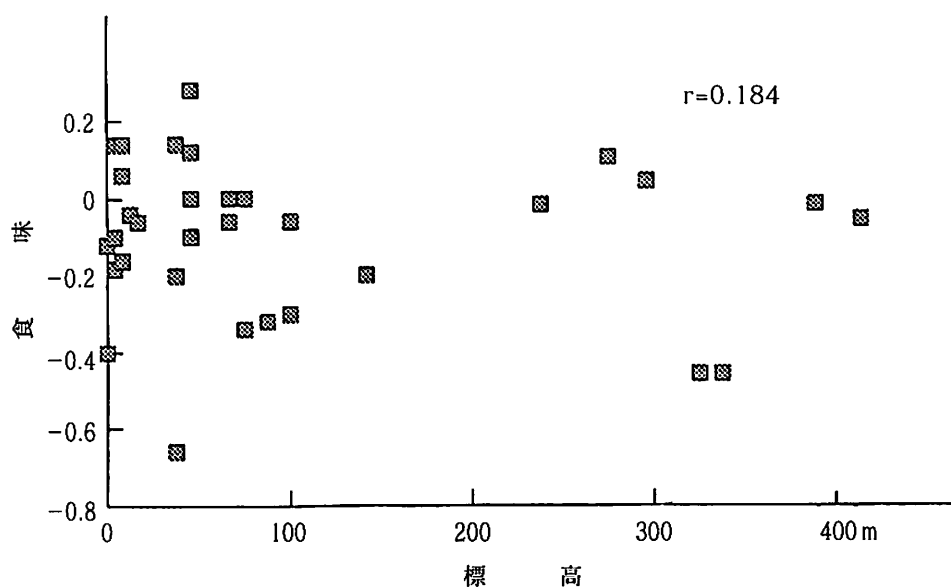
	キヌヒカリ	コシヒカリ	チヨニシキ	ツクシホマレ	ヒノヒカリ	ミネアサヒ	初 星	西海190号	平 均
キヌヒカリ	—	-0.12	-0.96	—	—	—	—	-0.70	-0.39
コシヒカリ	—	—	—	-0.92	—	—	—	—	-0.55
ひのくにおとめ	-0.07	—	—	—	—	—	—	—	—
ヒノヒカリ	—	—	—	-0.04	—	-0.35	-0.28	-0.41	-0.43
ユメヒカリ	—	—	—	-0.83	—	-0.49	—	-0.75	-0.69
愛知80号	—	-0.43	—	—	-0.29	—	—	—	-0.36
黄金晴	-0.08	-0.97	—	—	—	—	—	—	-0.53
月の光	—	-0.63	-0.66	—	-0.50	—	—	—	-0.60
西海176号	—	—	—	—	-0.88	-0.80	—	—	-0.84
中部56号	-0.44	—	—	—	-0.65	-0.42	—	—	-0.50
中部68号	—	-0.47	—	—	—	—	—	—	—
朝の光	—	-0.31	—	—	—	—	—	—	—
日本晴	—	—	—	—	—	-0.43	-0.43	-0.91	-0.59
農林22号	-0.38	—	—	—	—	—	—	—	—
平 均	—	—	-0.81	-0.60	—	-0.50	-0.35	-0.69	—

第3表 現地試験での'夢つくし'の食味と他形質の相関係数

項 目	相関係数
標 高	-0.184 ^{ns}
出 穂 期	0.088 ^{ns}
収 量	-0.135 ^{ns}
穂 数	-0.038 ^{ns}
籾 数	-0.160 ^{ns}
アミロース含有率	-0.024 ^{ns}
窒素含有率	-0.170 ^{ns}
千 粒 重	-0.024 ^{ns}
炊飯の外観	0.517**
同 味	0.857**
同 粘 り	0.795**
同 硬 さ	0.191 ^{ns}

(4) 諸形質の年次間の相関

第4表には生産力検定試験に供試された品種（比較品種を含む）の諸形質について、年次間の相関係数を計算した結果を示した。収量は1991対92年で低く平均では0.562であったが、各形質の平均では穂数の相関が最も低く、出穂期が最も高かった。食味は0.750～0.933の高い相関係数が得られ、出穂期、稈長について高かった。これは供試された品種の中で食味のやや劣る比較品種を含むためであり、良食味品種のみを供試した場合はこの相関係数の値は低下することが予想される。



第3図 現地試験で夢つくしの食味と標高の関係

第4表 諸形質の年次間相関係数

年次	出穂期	稈長	穂長	穂数	収量	食味	自由度 ¹⁾
1991対92	0.949**	0.942**	0.860**	0.538 ^{ns}	0.061 ^{ns}	0.750*	7
1992対93	0.987**	0.943**	0.782*	0.824**	0.720*	0.908**	7(5)
1993対94	0.977**	0.722*	0.727*	0.060 ^{ns}	0.668*	0.790**	9(6)
1994対95	0.989**	0.865**	0.710*	0.257 ^{ns}	0.800**	0.933**	8
平均	0.978	0.868	0.770	0.420	0.562	0.845	7.8

1)()内は食味での自由度。

(5) 標準施肥対多肥間の相関

第5表に生産力検定試験に供試された品種（比較品種を含む）の諸形質について、標準施肥対多肥間の相関係数を計算した結果を示した。1991年における食味及び1991,93年の穂数の値が低く、相関は有意でなかった。しかし、その他の形質では年次間に有意な相関が認められた。

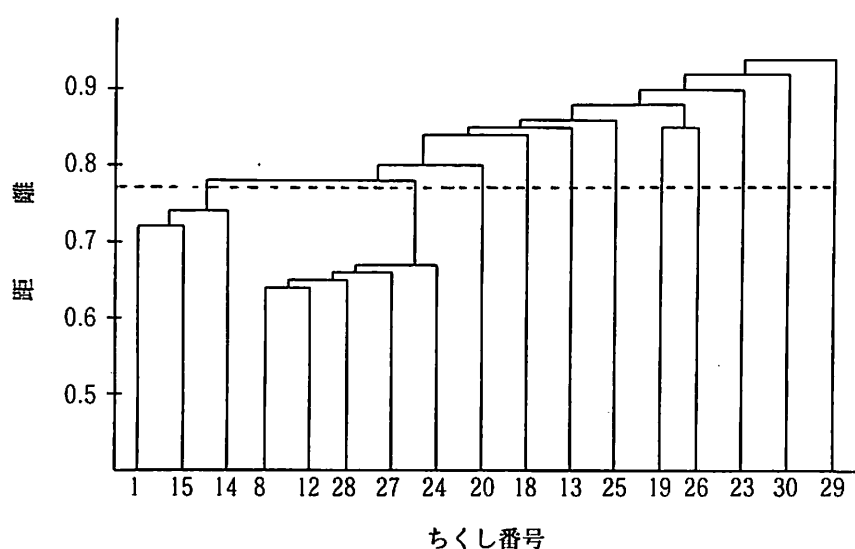
第5表 標準施肥対多肥間の相関係数

年次	出穂期	稈長	穂長	穂数	倒伏程度	収量	食味	自由度
1991	0.978**	0.972**	0.911**	0.316 ^{ns}	0.902**	0.603*	0.323 ^{ns}	10
1992	0.993**	0.989**	0.975**	0.624*	0.921**	0.951**	0.802**	13
1993	0.994**	0.985**	0.902**	0.329 ^{ns}	0.826**	0.782**	—	17
1994	0.998**	0.931**	0.987**	0.840**	0.969**	0.912**	0.858**	11
平均	0.991	0.969	0.944	0.676	0.905	0.812	0.661	12.8

第6表 ‘ちくし1～30号’ 相互間の近縁係数の品種別平均値

ちくし番号	1	8	12	13	14	15	18	19	20
近縁係数	0.360	0.396	0.386	0.328	0.327	0.330	0.330	0.320	0.327
ちくし番号	23	24	25	26	27	28	29	30号	総平均
近縁係数	0.281	0.432	0.294	0.295	0.380	0.403	0.264	0.265	0.357

1) 交配親が同じものは省略した。



第4図 育成品種間の近縁計数によるクラスター分析

(6) 近縁係数によるクラスター分析

福岡県で育成された品種、ちくし1～30号の内、交配両親が共通なものを除いた合計17品種相互間の近縁係数を計算し、品種別に平均したものを第6表に示した。総平均は0.357で、全体的に育成品種間の近縁度が進んでいた。第4図には近縁係数に基いて最短距離法によるクラスター分析を行って得たデンドログラムを示した。距離0.77を基準とすると、これらの品種は2つの群と、その他に分類できた。すなわち、第1群はコシヒカリやキヌヒカリを主な系譜とする、ちくし1,14,15号の品種群、第2群は月の光やヒノヒカリを主な交配親とする、ちくし8,12,24,27,28号の品種群、およびその他の品種であった。第1群は従来 of 良食味の極早生の品種同士を交配親としたもの、第2群は良食味で縞葉枯病抵抗性（愛知県育成品種）の導入を目的とした交配から得られたもの、その他は多収品種、耐病性品種、極早生品種など多様な交配両親からなる品種群であった。このように、近縁係数をクラスター分析することで育成品種の特徴づけが可能であった。

以上のように、データベースを利用した解析により、アミロース含有率や窒素含有率が食味と関連しており、その関係は出穂期の影響を除いてもみられること、食味の組合せ能力には差異があることなどが示された。また、諸形質の年次間や施肥量間の相関の値は選抜を行う際どの形質にどれ位の重みを置いて選抜すべきかの指標を提供した。育成品種間の近縁係数の値は手持ちの育種材料における遺伝的な構成の概況を知らせるものである。近縁係数によるクラスター分析は育成品種の分類を可能にし、分類された各群はさらに、特徴的な系譜関係をもつことが認められた。このことから、例えば、より良食味でかつ高度の耐病性品種育成のためには第1群と第2群の品種間の組合せが望ましいこととなろう。

このように本システムで構築したデータベースの解析により、今後の良食味水稻育種計画の策定に参考になる多くの重要な結果を得ることができ、本システムが有効であることが明らかになった。

第4節. 摘 要

育種試験では多量のデータを誤りなく、かつ効率的に処理、管理することが要求される。このため、育種試験成績の処理システムの確立について検討した。得られた結果は次のとおりである。

- (1) 水稻育種試験成績を簡素化するための、ワープロ及び表計算ソフトを利用した管理システムを作成した。
- (2) 確立された管理システムを利用することにより、育種データの解析が容易となり、育種事業を効率的に推進することが可能となった。
- (3) 食味の重回帰分析や組合せ能力の推定、現地試験の解析、主要形質の年次間や施肥量間関連の計算、近縁係数によるクラスター分析等、育種計画の策定に参考になる解析や計算が容易にできた。
- (4) 出穂期の影響を除いてもアミロースや窒素含有率が食味と関連していること、食味の組合せ能力に差があること、育種材料の遺伝的構成、系譜的關係による育成品種の分類が可能なこと等が示された。

第II章 良食味品種の選抜法

第1節 緒 言

良食味品種の選抜法を確立するためには、米の理化学的特性と食味との関係について明らかにする必要がある。米の理化学的特性と食味との関係については既に多くの報告がある（浪花ら1970、遠藤ら1973、稲津1982、竹生ら1983）ので、本論文では食味関連形質の変動を品種と年次間変動に分割し、その両者を比較することで品種間変動の大きい形質の抽出を試みた。また食味の年次間差を直接比較することは困難であるので、食味関連形質から食味の年次間差を推定しようとした。さらに、育種目標として暖地でしばしば問題となる穂発芽性にも重点をおいたので、穂発芽抵抗性の検定方法の確立と、良食味で穂発芽難の系統選抜も試みた。

第2節. 理化学的特性と食味との関係

今日の水稻育種において良食味は最も重要な育種目標であるが、食味を評価するための食味官能試験は多くの労力を要するため、理化学的特性による予備的な選抜が必要である。米の食味を理化学的特性で説明するため、タンパク質、アミロース、アミノ酸、遊離糖、アミログラム特性などが測定されてきた（竹生ら1983、稲津1988、古野ら1991、建部ら1994）。ここでは、精米中の窒素、アミロース、遊離糖、遊離アミノ酸の品種間差や、これら形質の栽培条件による変動について検討した。

1. 材料及び方法

1996年に試験場内の砂壤土水田で、福岡県において栽培されている代表的な6品種を標準施肥と多肥条件下で栽培した。株間15cm、条間31cm、1株3～4本植で、6月15～17日中苗を移植した。施肥量(基肥+第1回穂肥+第2回穂肥)は窒素成分(kg/10a)で、福岡県の熟期区分に従い、極早生種(コシヒカリ、夢つくし)が標準区5.0+2.0+1.5、多肥区7.0+3.0+2.0、早生種(日本晴とちくし15号)が標準区6.0+2.0+1.5、多肥区8.0+3.0+2.0、中生種(ヒノヒカリ)が標準区6.0+2.5+1.5、多肥区8.0+4.0+2.0、中・晩生種(ツクシホマレ)が標準区7.0+3.0+2.0、多肥区8.0+4.0+2.0とした。なお、試験区は1区7～8㎡とし、2反復とした。生育は順調で、倒伏はほとんどみられなかった。

平均的な60株を刈取後、ガラス室で天日乾燥し、玄米水分13.5～15%に調製した。玄米粒厚1.8mm以上の精玄米を歩留まり91%に搗精して精米とした。精米を粉碎して0.8mmの篩を通した米粉について、アミロースはオートアナライザーII型(ブランルーベ社製)を用いてJuliano(1971)の自動分析システムを応用した稲津(1988)の方法により比色定量した。窒素はケルダール法で分析し、全窒素の値にタンパク質換算係数5.95を乗じて求めた。遊離糖とアミノ酸は、米粉10gに、80%エタノール約30mlを加え、環流させながら100℃で20分振とう後、濾過し、これを3回繰り返す、40℃で減圧濃縮して約10mlとしたものを試料とした(杉山ら1995)。試料は高速液体クロマトグラフ(島津製LC-10A型)を用い、5μlを注入し、ポストカラム反応後蛍光検出法(Kinoshitaら1991)に準じて定量分析した。アミノ酸は、試料1μlに100mMフェニルイソチオシアナート0.5mlと1Mトリエチルアミン0.5mlを加えて1時間反応させ、定量分析した。

食味官能試験は食糧庁の方法(食糧庁1978)に準じたが、パネル員数は15～17、1回の試験

点数は基準米を含め10点とした（松江ら1991b）。食味総合評価値は（以後食味とする）、コシヒカリを基準（0.00）とした。

2. 結果及び考察

第7表には6品種を標準施肥と多肥栽培したときの食味とアミロース、タンパク質及び遊離糖とアミノ酸含有率の値を示した。検出された遊離糖のうちグルコース（Glu）、フラクトース（Fru）、シュクロース（Suc）、遊離アミノ酸のうち、アスパラギン酸（Asp）、グルタミン酸（Glu）について第7表に示した。第8表には分散分析の結果を示した。食味は品種間と施肥量間差が、アミロース含有率は品種間差が、タンパク質含有率は品種間差、施肥量間差、およびその両者の交互作用が有意であった。遊離糖含有率はいずれも有意な差はなかった。遊離アミノ酸はアスパラギン酸、

第7表 6品種を標準施肥と多肥栽培したときの食味とアミロース、タンパク質、遊離糖、遊離アミノ酸含有率の値

		コシヒカリ	夢つくし	日本晴	ちくし15号	ヒノヒカリ	ツクシホマレ	平均
食 味	標準	-0.130	-0.110	-0.600	-0.230	-0.130	-0.915	-0.353
	多肥	-0.685	-0.170	-1.165	-0.800	-0.325	-1.180	-0.754
	平均	-0.408	-0.240	-0.883	-0.515	-0.228	-1.048	-0.553
アミロース	標準	16.2	15.7	17.8	17.8	17.4	19.2	17.3
	多肥	15.1	15.4	17.7	17.6	17.7	19.1	17.1
	平均	15.6	15.5	17.7	17.7	17.5	19.0	17.2
タンパク質	標準	7.9	8.2	8.0	7.6	7.2	7.4	7.7
	多肥	9.2	8.9	8.9	8.2	7.1	7.4	8.3
	平均	8.5	8.6	8.4	7.9	7.1	7.4	8.0
Glu	標準	3.3	4.0	2.9	4.0	3.2	3.4	3.4
	多肥	2.6	2.4	3.5	3.0	5.3	3.5	3.4
	平均	2.9	3.2	3.2	3.5	4.2	3.4	3.4
Fru	標準	2.0	2.0	1.9	2.3	1.7	2.1	2.0
	多肥	1.4	1.3	2.0	1.9	2.9	2.6	2.0
	平均	1.7	1.7	2.0	2.1	2.3	2.3	2.0
Suc	標準	87	99	75	112	108	116	100
	多肥	90	88	95	81	138	118	102
	平均	89	93	85	97	123	117	101
遊離アミノ酸								
Asp	標準	5.7	2.4	2.9	6.1	10.5	10.5	6.6
	多肥	5.9	4.5	2.9	5.1	15.8	17.0	8.5
	平均	5.8	3.5	2.9	5.1	13.2	13.7	7.4
Glu	標準	16.6	16.9	15.0	22.7	30.9	39.3	23.6
	多肥	19.9	23.6	14.5	22.0	47.8	42.2	28.3
	平均	18.3	20.2	14.7	22.3	39.4	40.7	25.9

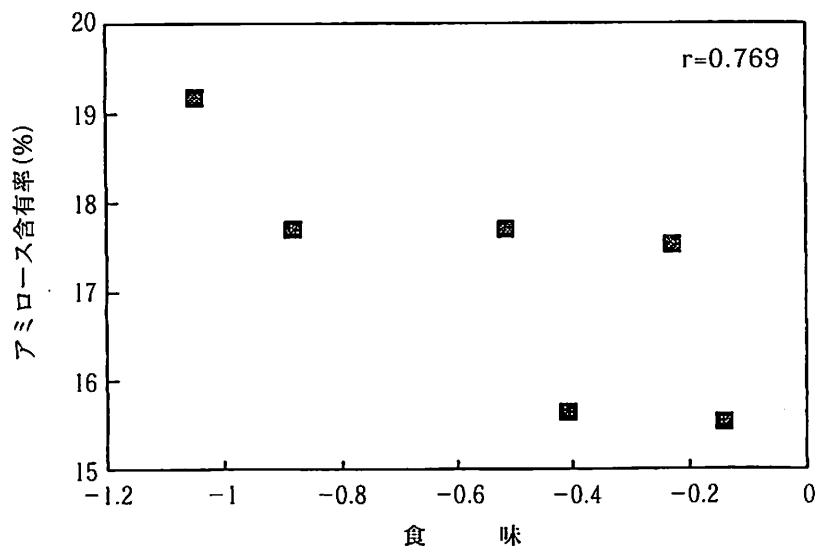
アミロース、タンパク質は%；Gluはグルコース，Fruはフルクトース，Sucはシュクロースを示しており，単位はmg/100g；Aspはアスパラギン酸，Gluはグルタミン酸を示しており，単位はμg/gである。

グルタミン酸とともに多肥で増加した。食味とアミロース含有率との相関は -0.769 で（施肥量の平均値について計算）、自由度が少なく有意ではなかったが、アミロース含有率が低い品種で良食味の傾向を示した（第5図）。タンパク質、遊離糖含有率及びアミノ酸と食味との相関は、タンパク質含有率において 0.137 、グルコースにおいて 0.246 、フラクトースにおいて -0.377 、シュエークロースにおいて 0.006 、アスパラギン酸とが -0.198 、グルタミン酸とが -0.141 で（図は省略）、有意な相関関係は認められなかった。多肥条件ではいずれの品種も食味が低下し、それはタンパク質含有率が多肥条件下で増加したためと考えられる。アミロース、遊離糖含有率は施肥量の違いによる影響は認められなかった。

遊離糖については、炊飯米のグルコースやフラクトース含有率と食味との相関（丸山1983）や、米粒外層のマルトオリゴ糖の甘味への寄与（田島ら1992）が報告されているが、精米の遊離糖含有率と食味との関係についてはまだ十分解明されていない。また、栽培条件と遊離糖含有率の関係（田島ら1992）についても十分な研究はなされていない。本論文における結果も、良食味品種はアミロース含有率が低い傾向にあり、また多肥は精米のタンパク質含有率を増加させ食味が低下するという過去の知見（松崎ら1973、石間ら1974、竹生ら1983、稲津1988）と一致するものである。

第8表 6品種を標準施肥と多肥栽培したときの食味とアミロース、タンパク質、遊離糖、遊離アミノ酸含有率の分散分析表(平方和の値)

要 因	自由度	食 味	アミロース	タンパク質	遊離糖			遊離アミノ酸	
					Glu	Fru	Suc	Asp	Glu
品 種	5	2.319**	39.01**	7.655**	4.140	1.767	4998	458.2*	2520**
施肥量	1	0.968**	0.363	2.086**	0.027	0.000	28.4	28.5	135
品種×施肥	5	0.160	0.978	1.290**	8.688	2.698	2336	46.7	215
反 復	1	0.042	0.100	0.032	5.838	7.393	252.3	42.8	3.77
誤 差	11	0.653	1.084	0.230	7.485	2.582	35207	214.3	7.31
LDS(5%)		0.54	0.69	0.32	1.8	1.1	124.5	6.9	12.7



第5図 アミロース含有率と食味との関係

ったが、遊離糖含有率等と食味との関係については明確にすることができなかった。遊離アミノ酸では、Tamakiら（1989）及び松崎ら（1992）がアスパラギン酸やグルタミン酸と食味との関係を示唆しているが、本研究ではそれらと食味との関係はみいだせなかった。

以上のことから、食味の予備的な選抜には、アミロース含有率によるのが最も有効であると考えられた。

第3節. 米の理化学的特性の年次間、産地間変動

気象や栽培環境の変動に対して安定した良食味米生産技術の確立及び良食味品種育成のためには、食味及び米の理化学的特性の年次間や産地間変動を明らかにする必要がある。米の理化学的特性についての年次間、産地間変動について検討した報告は少なく（本庄1971，前重1981，山内・大内1982，狩野・岡野1984），またそれら環境変動と品種間変動の相対的比較を行った報告もみあたらない。そこで、米の理化学的特性値の年次間及び産地間変動とその変動要因を検討し、さらに理化学的特性値の品種間変動と年次間変動の大きさの比較を行った。

1. 材料及び方法

(1) 米の理化学的特性の年次間変動

極早生種（コシヒカリ，キヌヒカリ，夢つくし，ミネアサヒ），早生種（日本晴），中生種（ヒノヒカリ）及び晩生種（レイハウ，ユメヒカリ）を1992年～1995年の4カ年試験場内で普通期，標準施肥で栽培した。1区は10.5㎡で2反復とした。その他の栽培法は前節と同様であった。アミログラム特性はビスコグラフE型（ブラベンダー社製）を用い，松江ら（1991b）の方法に準じて測定した。テクスチャー特性はテクスチュロメーター（全研社製）を用いて，江幡・平沢（1982）の3粒法に準じて測定を行った。窒素とアミロースは前節に述べた方法によった。気象データは試験場内の観測値を用いた。

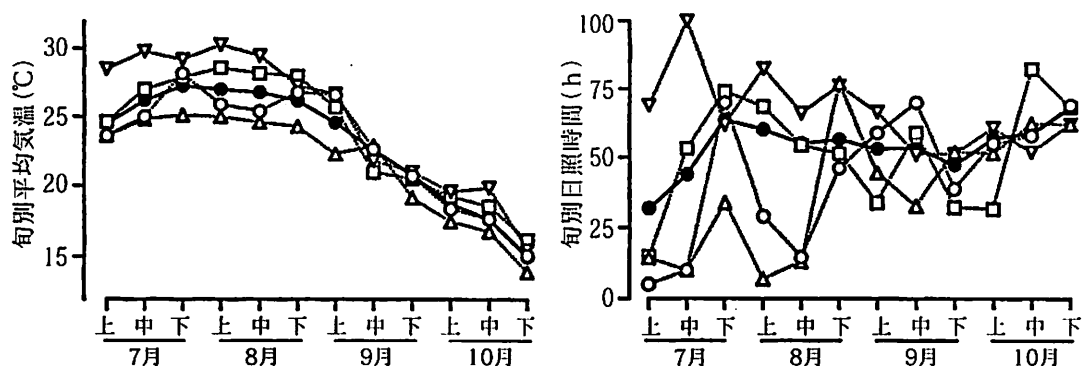
(2) 米の理化学的特性の産地間変動

1994年に福岡県内のほぼ全域を占める市町村30カ所で夢つくしを現地の慣行法に従って栽培した（尾形ら1995）。移植時期は5月17日～6月21日で，全試験区における出穂期の幅は14日であった。施肥量は10a当たり窒素成分の総量で4.8～9.6kgの範囲であった。アミロース，アミログラム特性の分析方法は上記（1）に準じたが，タンパク質は近赤外分光分析計（ブラン・ルーベ社製，インフラライザー500）で，テクスチャー特性はテクスチュロメータを用いて，遠藤ら（1980）の0.6g測定法に準じて行った。

2. 結果及び考察

(1) 気象および生育概況

1992年～1995年の4カ年における生育期間中の旬別平均気温と日照時間を第6図に示した。1992年は，7月の前半と8月の日照不足により作況指数は98のやや不良となった。1993年は7月中旬～8月中旬にかけては九州管区气象台始まって以来の記録的な低温・寡照条件が続き，作況指数は74の著しい不良となった（尾形ら1994）。1994年は气象台観測史上記録的な高温・多照条件で経過したため，作況指数は111となり，史上最高の作柄となった。1995年も高温・多照条件で経過し，作況指数は103のやや良となった（注：農林水産省統計情報部1994～1997年，平成4～7年産作物統計）。



第6図 1992～1995年の旬別平均気温と日照時間

注)……○……1992年,……△……1993年,……▽……1994年,
……□……1995年,……●……平均値(1979～1996年)

(2) 米の理化学的特性の年次間変動

品種別に1992～1995年における理化学的特性値の平均値と年次間の分散から計算した変動係数を第9表に示した。品種をこみにすると、アミログラム特性の最高粘度とブレイクダウン及びテクスチャー特性のH/ーHとH/A3の変動係数はそれぞれ15.1, 25.6及び13.1, 21.4と大きく、次にアミロース含有率7.3の順で大きかった。一方、タンパク質含有率の変動係数は3.5と他の理化学的特性値に比べて小さかった。次に年次間の変動が大きかったアミログラムとテクスチャー特性の変動係数を品種別にみると、コシヒカリでは最高粘度、ブレイクダウン、H/ーH及びH/A3の変動係数はそれぞれ10.2, 16.6, 10.5, 12.8と供試品種のなかでは最も小さく、逆にユメヒカリでは15.6, 34.0, 17.0, 31.5と変動係数は最も大きかった。このように米の理化学的特性の年次間変動の大小は理化学的特性の項目によって異なることと、米の理化学的特性の年次間変動の大小には品種間差があることが認められた。

次に第10表と第11表に年次と品種を繰り返しのない二元配置とした分散分析の結果と、平均平方の分散成分から推定した年次間と品種間の分散成分の値(スネデカー1966)を示した。理化学的特性の全項目において年次間と品種間に有意な差が認められた。年次間と品種間の分散成分の値をみると、アミロース含有率、最高粘度及びH/A3では年次間の分散の方が品種間の分散より小さく、一方、タンパク質含有率、ブレイクダウン及びH/ーHは年次間の分散が品種間の分散より大きかった。これらの結果から、アミロース含有率、最高粘度及びH/A3は品種の違いによる差の方が大きく、タンパク質含有率、ブレイクダウン及びH/ーHは栽培環境条件の影響が大きいことが示唆される。

米の理化学的特性は出穂の早晚を通して登熟温度の影響を受けることから、1992～1995年における品種をこみにして登熟温度と理化学的特性との関係を検討した。まず登熟温度とタンパク質含有率との関係を検討したところ、両者間には一定の関係は認められなかった(第7図)。これはこれまでの結果(木戸・梁取1965, 本庄1971, 前重1981)と必ずしも一致するものではなかった。一方、登熟温度と最高粘度(第8図)及びブレイクダウン(第9図)との間において正の、アミロース含有率(第10図)、H/ーH(第11図)及びH/A3(第12図)との間において負の相関関係が認められ、これは稲津(1988), 松江ら(1991b)の結果と一致するものであった。出穂期が早く、登熟気温が高いほど精米中のアミロース含有率は低く、アミログラム特性値は高く、テクスチャー特性値は小さくなる傾向を示した。さらに、これら理化学的特性の要因相互間の影響を取り除いた登熟温度との偏相関係数では、アミロース含有率($r = -0.666^{**}$)とアミログラム特性(最高粘度 $r = 0.406^{*}$), ブレイクダウン($r = -0.435^{*}$)において有意な値が得られ、単相関係数が有意であったテクスチャー

第9表 1992～1995年における品種別、米の理化学的特性の平均値と変動係数(%)

		タンパク質 含有率 %	アミロース含 有率 %	アミログラム特性		テクスチャー特性	
				最高粘度 B.U.	ブレイクダウン B.U.	H/-H	H/A ₃
極早生							
コシヒカリ	平均値	7.5	16.8	450	200	2.94	8.37
	変動係数	3.1	8.0	10.2	16.6	10.5	12.8
キヌヒカリ	平均値	7.7	17.2	449	198	2.88	8.54
	変動係数	3.3	9.2	14.5	25.0	15.1	20.3
ミネアサヒ	平均値	7.2	17.6	421	186	2.92	8.15
	変動係数	1.8	7.5	15.1	23.3	12.1	16.3
夢つくし	平均値	7.5	16.7	469	209	2.84	8.12
	変動係数	4.4	8.3	13.7	19.3	13.1	20.0
早 生							
日本晴	平均値	7.8	19.4	375	154	3.24	9.49
	変動係数	5.8	5.4	20.2	30.7	8.7	18.7
中 生							
ヒノヒカリ	平均値	7.4	19.7	374	156	3.42	9.74
	変動係数	4.4	7.1	18.6	24.2	12.8	24.3
晩 生							
レイホウ	平均値	7.5	21.7	289	96	3.77	13.52
	変動係数	4.8	6.6	12.9	31.8	15.3	27.2
ユメヒカリ	平均値	7.7	20.9	291	115	3.34	10.93
	変動係数	0.7	6.0	15.6	34.0	17.0	31.5
変動係数の平均		3.5	7.3	15.1	25.6	13.1	21.4

第10表 1992～1995年の米8品種の理化学的特性の分散分析(平均平方の値)

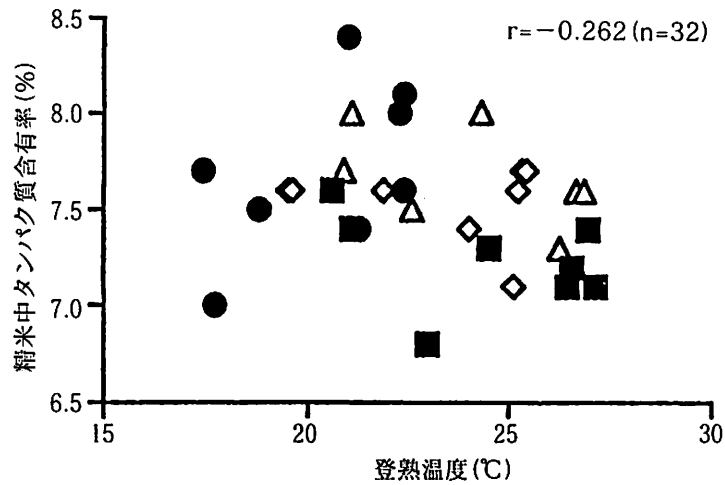
要 因	自由度	タンパク質 含有率	アミロース 含有率	アミログラム特性		テクスチャー特性		平均平方の 分散成分
				最高粘度	ブレイクダウン	H/-H	H/A ₃	
年 次	3	0.44**	13.66**	30016**	13609**	1.54**	43.67**	$\sigma^2 + 8\sigma_y^2$
品 種	7	0.14*	16.48**	19830**	6954**	0.44**	13.75**	$\sigma^2 + 4\sigma_c^2$
誤 差	21	0.05	0.49	1153	563	0.06	1.89	σ^2

σ_y^2 年次間の分散; σ_c^2 品種間の分散; σ^2 誤差の分散成分。

第11表 1992～1995年の米8品種の理化学的特性の年次間と品種間の分散成分

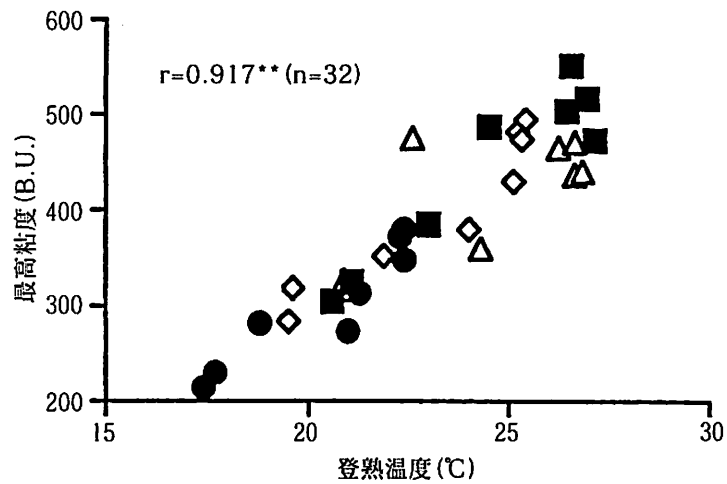
要 因	分散成分	タンパク質 含有率	アミロース 含有率	アミログラム特性		テクスチャー特性	
				最高粘度	ブレイクダウン	H/-H	H/A ₃
年 次	σ_y^2	0.048	1.646	3608	1693	0.185	5.23
品 種	σ_c^2	0.023	3.999	4669	1598	0.095	10.48

年次間と品種間との分散成分は第10表の平均平方の分散成分から推定した。

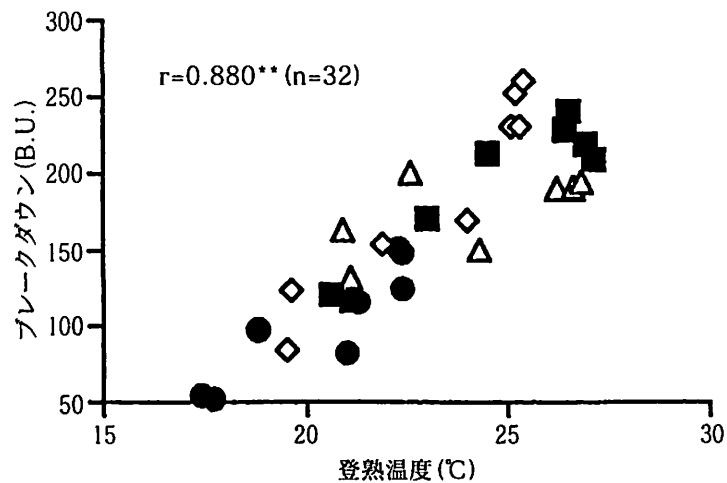


第7図 登熟温度と精米中タンパク質含有率との関係

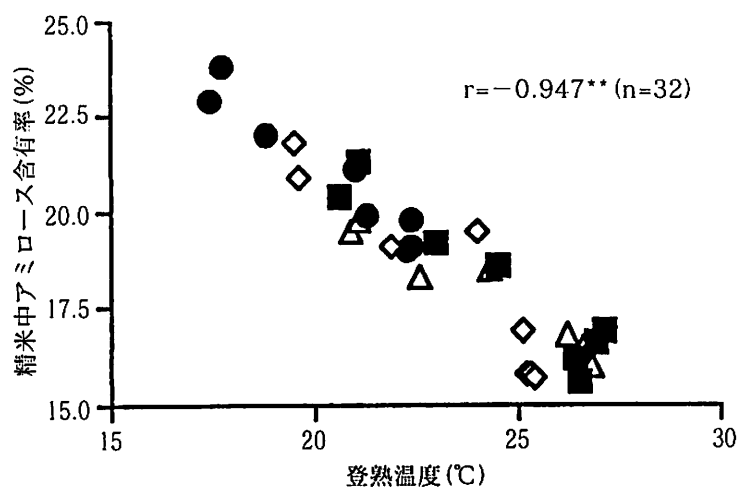
◇, 1992年; ●, 1993年; ■, 1994年; △, 1995年
(第8図～第12図も同様)



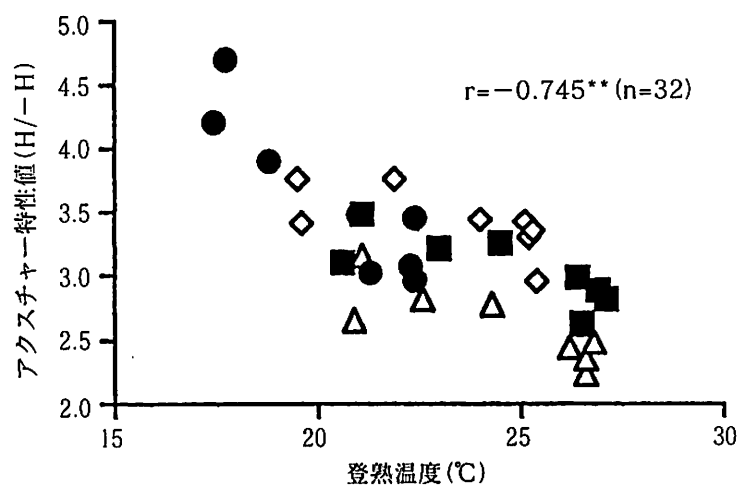
第8図 登熟温度と最高粘度との関係



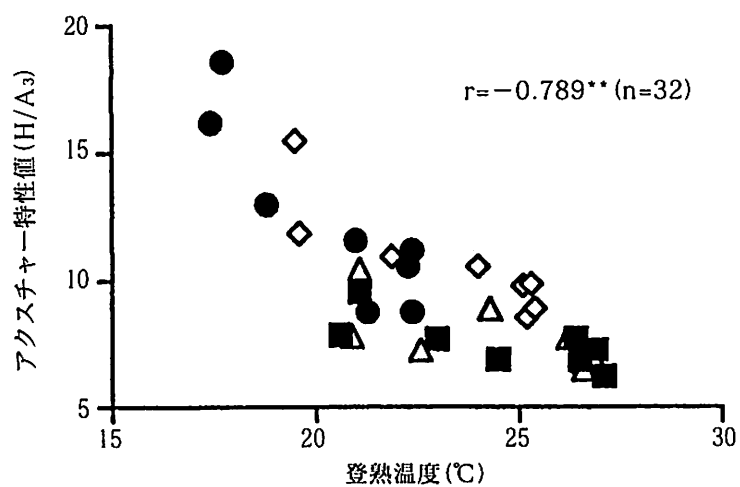
第9図 登熟温度とブレークダウンとの関係



第10図 登熟温度と精米中アミロース含有率との関係



第11図 登熟温度とテクスチャー特性値 (H/-H) との関係



第12図 登熟温度とテクスチャー特性値 (H/A₃) との関係

一特性($H/-H$ $r=0.125$, $H/A3$ $r=-0.219$)とタンパク質含有率($r=-0.215$)には有意な値は得られなかった。このことは、年次間の変動が大きかったアミロース含有率とアミログラム特性は登熟温度の影響を直接受け、一方、テクスチャー特性は登熟温度で変わるものの、その変動は他の要因によっていることを示している。

登熟温度と精米の理化学特性との関係(第7～12図)から、1994年産精米は他の年度産のそれと比較して最高粘度は高く、ブレイクダウンは大きかった。また、アミロース含有率は低く、 $H/-H$ と $H/A3$ は小さかった。松江ら(1992)は食味の年次間の比較は困難であるとしているが、精米の理化学特性から判断すると1994年産米は他の年度産のそれより食味が優れていたことが推察された。

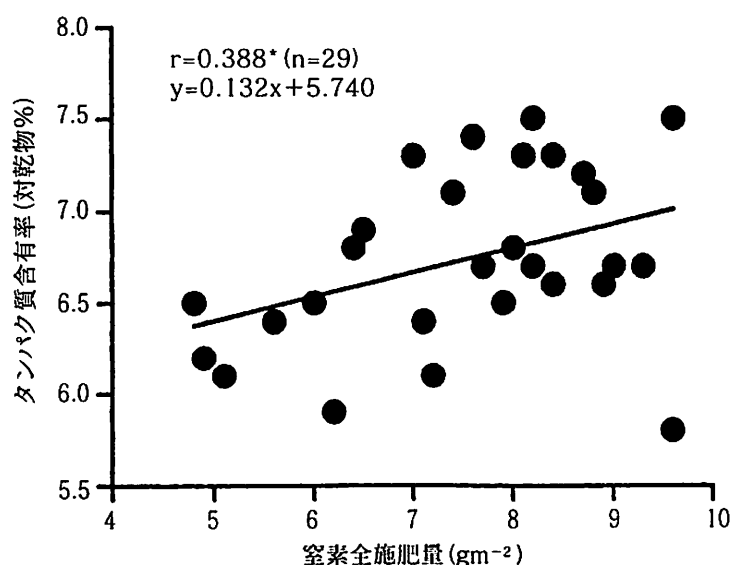
(3) 米の理化学的特性の産地間変動

福岡県内の産地30カ所間における理化学的特性値の平均値と変動係数を第12表に示した。理化学的特性値の変動係数をみると、テクスチャー特性($H/A3$: 26.9, $H/-H$: 24.7)が最も大きく、ついでタンパク質含有率の7.0の順であった。アミロース含有率とアミログラム特性の最高粘度はともに4.4と小さかった。

さらに理化学的特性の相互関係を検討すると、変動係数の最も大きかったテクスチャー特性の $H/A3$, $H/-H$ とタンパク質含有率の間にはそれぞれ10%, 5%水準で正の相関関係が認められた($r=0.306$, $r=0.394$)。この結果は稲津の報告(1988)と一致するものである。また、タンパク質含有率と各産地の窒素全施用量(第13図)や穂肥施用量($r=0.380^*$)の間にはそれぞれ有意な正の相関関係が認められ、窒素全施用量や穂肥施用量が多い産地は精米中のタンパク質含有率が高い

第12表 産地30カ所における理化学的特性の平均値と変動係数(1994年)

	タンパク質 含有率 %	アミロース 含有率 %	アミログラム特性		テクスチャー特性	
			最高粘度 B.U.	ブレイクダウン B.U.	$H/-H$	$H/A3$
平均値	6.8	18.0	545	305	10.87	16.63
変動係数(%)	7.0	4.4	4.4	5.9	24.7	26.9



第13図 窒素全施肥量と精米中タンパク質含有率との関係

傾向を示した。

このように同一品種を用いた場合、理化学的特性のなかではテクスチャー特性(H/A3, H/—H)とタンパク質含有率は産地による変動が大きかった。テクスチャー特性は、タンパク質含有率の影響を大きく受けることが知られており(稲津1988, 土屋・上本1988, 川上・長澤1992), 本研究においてもテクスチャー特性とタンパク質含有率との間に密接な関係があることが認められた。さらに、タンパク質含有率は窒素施用量と関係が深いことから、テクスチャー特性の変動が大きかった要因の一つは、窒素施用量の違いによるタンパク質含有率の変動によるものと考えられる。一方、アミロース含有率やアミログラム特性は、産地による変動が小さいことが明らかとなった。アミロース含有率やアミログラム特性は品種固有の出穂の早晩による登熟温度の影響を強く受けることが知られている(稲津1988, 松江ら1991b, 佐々木1993)。アミロース含有率は、品種、栽培環境による変動要因のなかでは品種が最も大きく(稲津1988), また、アミロース含有率は窒素施肥量の影響をほとんど受けないことも指摘されている(山下・藤本1974, 稲津1988, 小田原ら1992)。これらのことから、アミロース含有率やアミログラム特性が産地間で変動が小さい理由の一つは、作期が大きく相異しない場合においてはこれら両形質は栽培環境条件よりも品種固有の遺伝的特性に強く支配されているためと考えられる。また、このことは前述のアミロース含有率と最高粘度における品種間の分散が年次間のそれより大きいという結果を裏付けるものである。

第4節. 穂発芽抵抗性の検定法と抵抗性系統の選抜

極早生品種は、品種特性の面から早期栽培、早植栽培であるため収穫期が大幅に早進化する。このため成熟期が高温で、降雨に遭遇する機会が多く穂発芽の発生しやすい環境条件となる(永松ら1959)。穂発芽は収量、品質低下のみならず米の食味も低下させる(館野1959, 松江・矢野1991a)。このため、暖地の水稻育成地では穂発芽性難品種の育成は重要な育種目標の一つである。そこで、本節では水稻の穂発芽性の検定法の確立と抵抗性系統の選抜を試みた。

1. 材料及び方法

穂発芽検定法については、各育成地の事情により方法、時期が異なり(岩下1971, 池橋1973, 藤井ら1990, 1991, 橋本1995)統一されたものはない。このため、各育成地の報告を参考にし著者独自の方法で行った。1989年に、キヌヒカリ×コシヒカリのF₃世代993系統を供試し、出穂後35日前後に圃場で採取した穂について、採取後直ちに30cm×60cm, 深さ3cmの木箱(底にビニールと湿潤な脱脂綿を敷く)に1系統当たり2穂置床し、穂の上から散水後脱脂綿でさらに覆い、28℃の定温器に入れ、置床後7日目に穂発芽率を調査した。また、採取後直ちに検定ができない場合を想定して、温度5℃, 湿度40%の低温貯蔵庫に約2カ月間貯蔵した後に同様な方法で穂発芽率を調査した。

また、1989年には穂発芽検定のための採穂時期と穂発芽性の検定時期について検討した。供試品種は穂発芽性難のコシヒカリ, 穂発芽性易のキヌヒカリ, 同ミネアサヒの3品種で、移植時期は5月19日, 6月5日, 6月20日の3時期, 採穂時期は成熟期前10日, 同5日, 成熟期及び成熟後5日の4時期, 置床日数は5日, 7日, 9日とした。調査方法は上記とほぼ同様であった。

さらに、1997年に穂発芽性とコムギの穂発芽検定に用いられているフォーリングナンバー値(Perten 1964)との関係について検討した。試験場内で標準栽培した1996年産の常温貯蔵3カ月後の粉を使用した。供試品種はコシヒカリ, 夢つくし, ミネアサヒ, キヌヒカリの4品種を用いた。水温25℃の流水中で、粉を6, 24, 48, 72時間浸漬して穂発芽処理後、粉の水分が15%に

なるまで乾燥し、粉すりした。その後玄米を90%に搗精し、ラボラトリーミル3100型（Perten社）にて粉碎し、試料とした。測定はフォーリングナンバー1800型（Perten社）を用いて、水分15%に換算した試料7.0gに25mlの蒸留水を加え、0℃で試験管内で60秒間攪拌した。攪拌棒が糊化した懸濁液中を一定距離降下する時間をフォーリングナンバー値（以下FN値）とした（Perten 1985）。試験は2反復とした。

2. 結果及び考察

採穂直後と低温貯蔵2カ月後の穂発芽性は、1%水準で有意な相関（ $r=0.673$ ）がみられた（図略）。したがって、穂発芽性の検定は採穂直後の検定と同様低温貯蔵2カ月後の検定も可能であると考えられる。穂発芽検定のための採穂時期は、成熟期前10日、5日と早い場合には品種間差異が明瞭でなかったが、成熟期以降に採穂すれば各作期とも品種間差異が明らかとなった（第13表）。

また、穂発芽率の調査は置床5～7日後が品種間差異が判定しやすく適当と考えられた（第14表）。

これらの条件を適用して、キヌヒカリ×コシヒカリのF₃世代993系統の中から、穂発芽性難の系統として512系統（52%）を選抜した（第14図）。図中の◎印は穂発芽性難の品種として育成された夢つくし（後述）を示す。このような方法で検定することによって穂発芽抵抗性の系統を選抜できることが明らかとなった。穂発芽処理による穂発芽率とFN値の変化を品種別に第15図に示した。6時間処理に比べ、いずれの品種も24時間、48時間、72時間と処理時間が長くなるほど穂発芽率は増加し、それに伴いFN値が低くなった。品種間の比較では、72時間処理のミネアサヒは他の品種より発芽率が高く、FN値は低かった。6～48時間処理では、コシヒカリや夢つくしよりもキヌヒカリやミネアサヒの発芽率が高かった。第16図に示すように全品種、浸漬時間をこみにしたところ、穂発芽程度とFN値との間には1%水準で有意な負の相関がみられた。このように、コムギの穂発芽による α -アミラーゼの活性化を推定するために用いられているFN値は米においても穂発芽程度を推定するための尺度となることが示唆された。

第13表 3品種における移植期及び採穂時期が穂発芽率に及ぼす影響

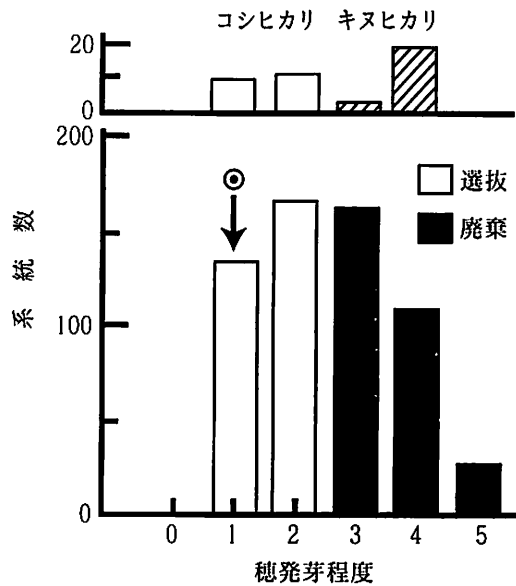
採穂時期	5月19日移植			6月5日移植			6月20日移植		
	コシヒカリ	キヌヒカリ	ミネアサヒ	コシヒカリ	キヌヒカリ	ミネアサヒ	コシヒカリ	キヌヒカリ	ミネアサヒ
成熟前10日	0.7	1.6	3.2	0.5	0.2	0.8	0.4	0.2	1.4
成熟前5～6日	0.7	1.8	4.7	1.3	1.0	3.9	1.8	3.5	5.6
成熟期	3.0	6.5	6.0	0.9	7.3	8.9	2.9	16.0	12.8
成熟後4～5日	2.5	—	12.6	2.1	13.4	14.4	5.6	25.2	29.0

置床後7日目調査で、値は%。

第14表 熟期が異なる穂における置床後日数と穂発芽率

置床日数	成熟前5～6日			成熟期			成熟後4～5日		
	コシヒカリ	キヌヒカリ	ミネアサヒ	コシヒカリ	キヌヒカリ	ミネアサヒ	コシヒカリ	キヌヒカリ	ミネアサヒ
置床後5日	0.9	1.3	2.6	1.8	6.9	6.0	1.7	6.2	10.8
置床後7日	1.3	2.1	4.7	2.3	9.9	9.2	3.4	19.2	18.7
置床後9日	1.8	3.5	6.3	5.1	17.7	17.9	11.3	6.8	33.2

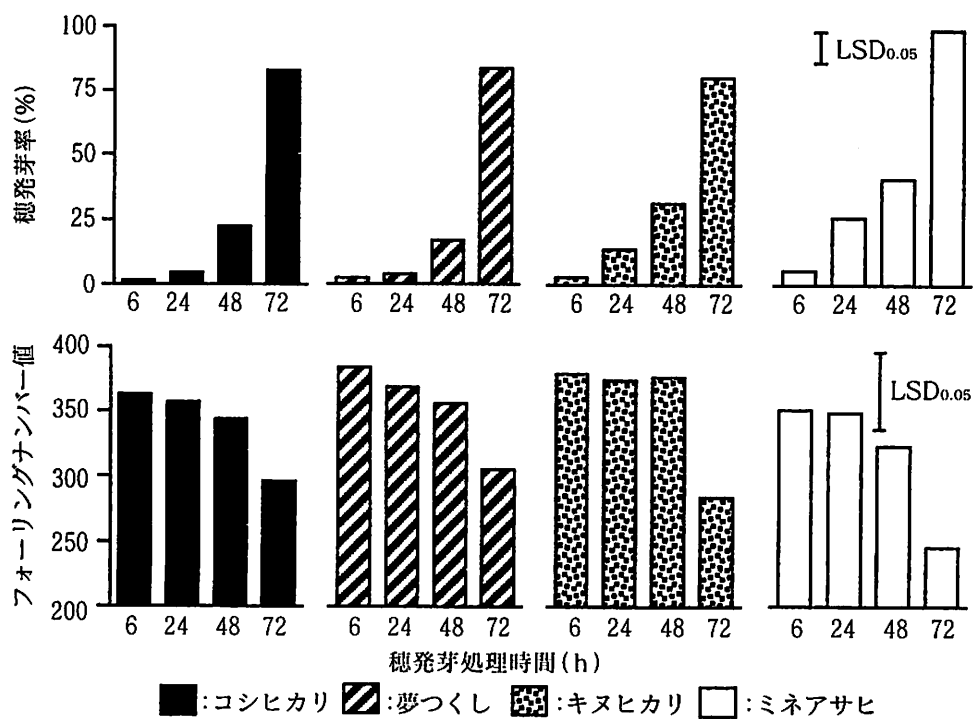
各値は5月19日、6月5日、6月20日、3移植期の平均値。値は%。



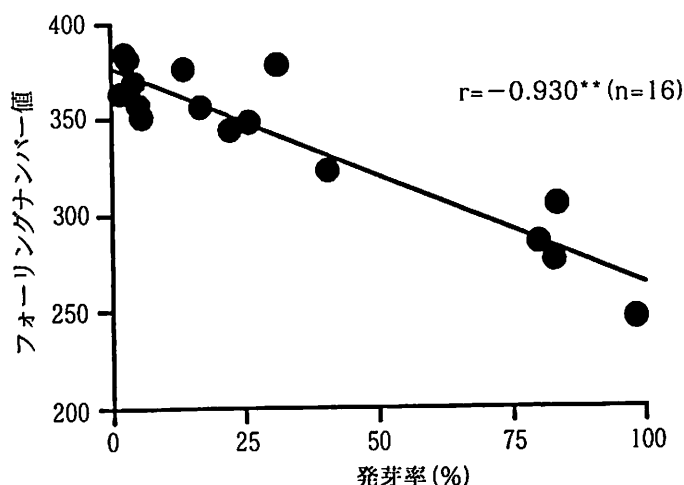
第14図 穂発芽性による選抜

穂発芽程度を0(無)～5(基)に分類し、キノヒカリ／コシヒカリのF₃材料を用いた検定結果から選抜した。

⊗は夢つくしのF₃での穂発芽程度を示す。



第15図 品種別の穂発芽程度が穂発芽率やフォーリングナンバ値に及ぼす影響



第16図 穂発芽処理した米の穂発芽率とフォーリングナンバー値の関係

第5節. 摘 要

良食味品種の選抜法を確立するために、米の理化学的特性と食味との関係及び食味関連形質の年次間変動を検討した。また、穂発芽抵抗性の検定法の確立と、良食味で穂発芽難の系統選抜を検討した。

- (1) 米の食味は、品種間比較ではアミロース含有率と関係があり、アミロース含有率の低い品種は良食味であった。多肥でタンパク質含有率が増加し、食味は低下した。食味と遊離糖との関係は明確でなかった。
- (2) 年次間と品種間の分散を比較すると、アミロース含有率、最高粘度およびH/A3では品種間の分散が年次間の分散より大きく、これらの特性は品種の効果が大きかった。逆に、タンパク質含有率、ブレイクダウンおよびH/Hは年次間の分散が品種間の分散より大きかった。
- (3) 理化学的特性値からは1994年の食味が良かったと思われる。
- (4) テクスチャー特性のH/A3、H/Hとタンパク質含有率は産地による変動が大きかった。一方、アミロース含有率およびアミログラム特性は、産地による変動が小さかった。
- (5) 穂発芽程度はフォーリングナンバー値によりある程度推定が可能であった。
- (6) 穂発芽性の選抜方法を確立し、穂発芽難系統の選抜を行った。

第Ⅲ章 良食味品種の短期育成法

第1節 緒 言

効率的に初期世代の世代促進を進めるため、試験場内の温室と圃場、及び沖縄県石垣市の農家圃場を利用した世代促進を行い、特に冬期に沖縄県石垣市の圃場での農業形質による選抜を試みた。あわせて、世代促進期間中の立毛、穂発芽性、玄米品質及びアミロース含有率による選抜についても検討した。また、多数の新品種系統を現地試験に同時に供試し、収量、品質、食味についてコシヒカリ、ミネアサヒ、キヌヒカリと地域適応性を比較し選抜を行い、奨励品種決定までの年数の短縮化を試みた。なお、ここでは短期育成を重要な育種目標としたが、育種法は葯培養による半数体育種ではなく、従来から広範囲に利用されている交雑育種とした。これは、半数体育種では、固定系統を得るまでの年限短縮には有効であるが、葯培養技術の習熟やその育種体系への導入に時間がかかり、また多数の育種材料が得にくいので遺伝的組み換えも少なく、両親の優れた形質を組み合わせるためにはあまり効果的ではないと判断したためである。

第2節 沖縄県石垣市の圃場を利用した世代促進法

短期間の品種育成には世代促進が不可欠であるが、温室での世代促進では面積に制約があり、また農業形質での選抜が困難である。冬季に熱帯あるいは亜熱帯地域の圃場で世代促進ができれば多数の材料の養成ができ、農業形質の選抜もある程度可能で育種効率が高くなる。荒木・池橋(1984)は石垣島における稲の世代促進の中で、1月播きが可能であると報告している。そこで、石垣島で1月播～5月収穫による世代促進を試みた。

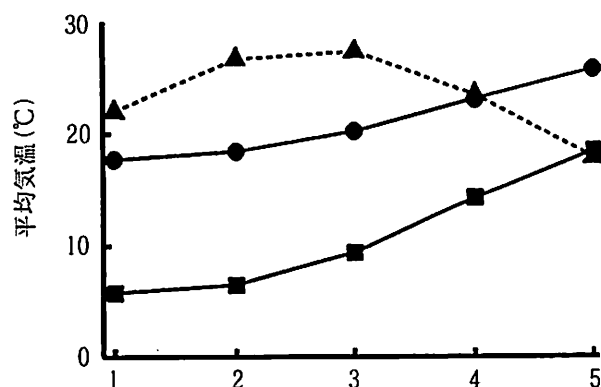
1. 材料及び方法

世代促進に、沖縄県石垣市字川平の現地農家圃場を使用した。供試材料は、キヌヒカリ×コシヒカリの組合せ他7組合せの雑種集団である。播種法は直播(催芽粃)で長さ15m、幅2m、高さ10cmの畦に1月17日に播種した。施肥量は窒素成分、10a当たりで8.4kg、追肥1.4kg、計9.8kgとした。その他は現地農家の慣行法に従った。また、比較として試験場内の温室(温度25℃)で、世代促進を通常の方法で行った。

2. 結果及び考察

稲の生育期間に当たる石垣島の1～5月の平均気温の推移をみると(第17図)、福岡の稲作期間(6月～10月)の平均気温よりは登熟期間を除きやや低いものの、稲の生育には適するものと判断された。出芽期は1月25日前後であった。温室を利用し世代促進を行った種子を使用したか、休眠打破処理を行ったにもかかわらず出芽率はかなり低下した。その後の生育は良好で、稈長は平均70cm、1株穂数は20本程度であった。4月18日に出穂を始めた。出穂期および出穂期から黄熟期までの期間は組合せにより、また組み合わせ内の個体間でかなりの幅がみられた。病虫害及び不稔の発生は比較的少なく、倒伏もみられなかった。

選抜は、同時期に行った同一材料の温室での世代促進が供試個体数約9,600、選抜(穂)系統数約2,800であったのに対し石垣島では約10aの圃場で、供試個体数約30,000、選抜(穂)系統数約13,000であった(第15表)。このように石垣島での世代促進は温室に比べて、多数の材料養



第17図 石垣島、福岡の月平均気温の推移

●-●:石垣島, ■-■:福岡, ▲.....▲:福岡(6月~10月)
農林水産省・気象庁(1983年):農業気象のための気象資料による

第15表 石垣島と温室における供試個体、選抜系統数

場 所	組合せ数	世 代	供試個体数	選抜系統数
石垣島	8	F ₂ ~F ₃	30,000	13,000
温 室	8	F ₂ ~F ₃	9,600	2,800

成ができ、また圃場での立毛観察による選抜も可能で選抜効率が高かった。なお、同じ組合せを温室と併行することにより、危険分散が可能であった。

石垣島での世代促進の問題点としては：1) 直播は出芽・初期生育が不安定であるので、できれば移植の方が望ましい。2) 播種または移植期は1月上旬が適当で、これより早い場合不稔の発生が懸念される。また、出穂期の年次変動が予想されるので、収穫時期が遅れる危険性がある。3) 収穫時(5月中旬)が梅雨期間中であるので収穫物の乾燥に留意する、などがあげられる。しかし、冬期間の圃場利用により多数の材料について農業形質の選抜を早期に行うことが可能であり、短期間での品種育成のためには、石垣島の利用が極めて効率的であると考えられた。

第3節 現地試験を利用した選抜

短期間に品種育成を図るため、選抜と固定を進めながら、奨励品種決定調査と併行して現地試験を早期に試みた。

1. 材料及び方法

1991年にちくし1号~ちくし10号の10系統を供試し、試験場本場(以下本場と略する、筑紫野市; 県中央の山麓地~平坦地、砂壤土)、同筑後分場(大木町; 県南の平坦肥沃地、埴土)及び同豊前分場(行橋市; 県北の平坦地、埴壤土)において生産力検定試験を行った。また県内の現地

4カ所で早期栽培，普通期栽培を行い地域適応性を検討した。ちくし1号～10号は極早生で，いずれもコシヒカリを父本として1988年に交配され，世代促進を経て1990年までに生産力検定予備試験，特性検定試験等を行い，収量，食味，穂発芽等についてある程度選抜された系統であり，世代はF₇で実用形質は十分固定していた。さらに，1992年には10系統について収量性，外観品質，食味の面からさらに選抜を加え，ちくし4，5，6，7号の4系統を選抜した。これらの選抜系統は，本場と2分場及び現地早期栽培4カ所，普通期栽培11カ所の合計17カ所の地域適応性試験に供された。

2. 結果及び考察

1991年の結果によると，ちくし4号，5号，6号の3系統は，コシヒカリと比較して収量性は同程度かやや劣る程度であったが，検査等級と食味は同程度かやや優れ有望と判定された（第16表，17表）。ちくし7号は肥沃地における収量性が優れ，食味もコシヒカリと同程度に優れるが，検査等級がやや劣り，試験継続と判定された。一方，ちくし8号は上記4系統と比較して，収量が安定し，検査等級，食味ともコシヒカリと同程度であったが，耐倒伏性において劣った（データ略）。ちくし9号は検査等級，食味はコシヒカリと同程度であったが，収量性において不十分であった。ちくし10号は食味がやや不十分であった。さらに，ちくし1号，2号及び3号は穂発芽性が劣り（データ略），これら6系統はいずれも不適と判断された（第16表，17表）。したがって，1992年はちくし4号，5号，6号及び7号の4系統に絞り試験を実施した。1992年の結果から，ちくし6号，7号の2系統の収量，食味は県内17カ所の試験地の平均値で基準品種と同等か優れていることが明らかとなった（第18表）。これらの場内並びに現地試験2年間の試験結果及び穀物検定協会における食味検定結果（第19表）から判断すると，4系統とも極早生で短稈，耐倒伏性は優れ，

第16表 1991年の試験場及び現地試験における収量、検査等級

	収 量							検査等級						
	本 場 標肥 多肥	豊前 分場	筑後 分場	嘉穂 町	矢部 村	久留 米市	瀬高 町	本 場	豊前 分場	筑後 分場	嘉穂 町	矢部 村	久留 米市	瀬高 町
(標)コシヒカリ	447, 466	490	486	410	452	304	508	2.0, 2.5	2.5		3.5	2.5	3.0	2.5
(比)キヌヒカリ	88, 87	94	99			98	98	2.0, 3.0	2.0				2.0	4.0
(比)ミネアサヒ	98, 92	94		87	98			2.0, 2.0	1.5		6.5	3.0		
ちくし1号	94, 87	88						2.0, 2.5	2.5					
" 2号	88, 91	92						3.0, 3.0	1.5					
" 3号	87, 86	90			88		101	2.0, 3.0	2.3					4.0
" 4号	90, 90	97	92		81		104	2.0, 2.0	1.0		2.5			3.0
" 5号	92, 92	96		87				1.3, 2.0	2.0		6.5			
" 6号	96, 95	104		101		93		2.0, 3.0	1.0		7.0		2.0	
" 7号	94, 91	94	102			113	100	2.7, 3.5	2.0				2.5	3.5
" 8号	94, 103	96	100	90		104	102	1.7, 3.0	1.5		5.0		2.0	2.5
" 9号	89, 91	93	98	96	102	95		2.0, 3.0	1.0		4.0	2.5	2.0	
" 10号	96, -	96	96	104	99	105	94	2.3, -	2.5		7.0	3.0	3.0	3.0

収量はコシヒカリは精玄米重(kg/10a)で，他はコシヒカリに対する精玄米重比率(%)。
検査等級は1(上の上)～7(下の下)。

第17表 試験場及び現地試験における食味

	本 標肥	場 多肥	豊前分場	筑後分場	嘉穂町	矢部村	久留米市
(標)コシヒカリ	0.00,	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(比)キヌヒカリ	0.18,	0.20	-0.44	0.50			-0.39
(比)ミネアサヒ	-0.16,	-0.01	-0.43		0.00	0.46	
ちくし1号	0.23,	0.07	-0.08				
" 2号	-0.05,	-0.07	-0.28				
" 3号	0.23,	-0.07	-0.28			0.31	
" 4号	0.38,	0.14		0.29		-0.15	
" 5号	0.24,	0.07	-0.15		-0.59*		
" 6号	0.08,	0.06	0.00		-0.07		-0.23
" 7号	0.25,	0.38	-0.31	0.21			0.15
" 8号	-0.09,	0.19	-0.31	-0.29	0.07		0.08
" 9号	0.12,	0.25	-0.23	0.07	-0.14	0.62*	-0.08
" 10号	-0.20,	-	-0.23	-0.29	0.07	0.46	0.08

食味はコシヒカリを基準とした食味総合評価値。

第18表 1992年のちくし4～7号の収量、検査等級及び食味

	ちくし4号	ちくし5号	ちくし6号	ちくし7号	ミネアサヒ	キヌヒカリ	コシヒカリ
収量(kg/a)	45.2	45.7	47.5	46.4	45.8	46.0	43.8
比率(%)	99	100	104	101	100	100	96
検査等級	2.7	2.9	2.9	3.5	2.3	3.1	3.2
食 味	0.32	0.36	0.51*	0.61*	0.00	0.22	0.30

試験場及び現地(n=17)における平均値。

収量比と食味はミネアサヒを基準とした。

検査等級:1(1等の上),2(同中),3(同下),4(2等の上)。

第19表 ちくし4～7号の生育特性

	成熟期	稈 長	穂 数	倒伏程度	穂発芽性	食 味
	月.日	cm	本/m ²			
ちくし4号	9.17	70	275	1.7	難	0.00
" 5号	9.16	68	298	1.5	難	0.25*
" 6号	9.17	71	294	1.6	難	0.30*
" 7号	9.18	64	308	1.2	難	0.20
ミネアサヒ	9.24	73	309	0.5	易	-0.10
キヌヒカリ	9.16	74	280	1.0	易	0.15
コシヒカリ	9.17	82	302	3.2	難	0.10

試験場本場における1991年と1992年の試験結果の平均値。

倒伏程度:0(無)～5(甚)。

食味は日本穀物検定協会九州支部の調査で、滋賀県産日本晴を基準とした。

穂発芽性は難であった（第19表）。収量についてみると、6号、7号が高く、検査等級では4号、5号、6号が良く（第18表）、食味は6号、7号が優れていた（第18表、19表）。選抜された4系統について総合的に判定した結果ちくし6号が最も有望と考えられ、最終的に有望系統として選抜された。

育種試験で、交配3年後に有望系統を生産力検定試験に供試することはさほど珍しいことではないかもしれない。しかし、多数の新品種候補系統を同時に奨励品種決定調査や現地試験に供試し、奨励品種や種苗登録に必要な調査を行うとともに、普及予定場所での適応性を検定しながら選抜を行った事例はいままでみあたらない。ここでは、短期間の新品種育成を目標として各種の試験を併行して行い交配4年後で2カ年目の現地試験を実施して、多数の系統の中から最良の系統を短期間で選抜することができた。このような育種法の採用によって短期間であっても、供試系統はほぼ固定し、さらに2カ年の現地試験の場所を多くとれば、十分な安定性や県内での適応性を有する優れた系統を選抜できるものと考えられる。

第4節. 極早生良食味品種の育成

1990年においては極早生（種苗特性分類による、暖地では早生の早）の良食味品種（コシヒカリ、ミネアサヒ、キヌヒカリ）が福岡県で全作付面積の約30%を占めていた。しかし、これら品種はいずれも欠点を有し、コシヒカリは倒伏しやすく、またミネアサヒ及びキヌヒカリは穂発芽しやすく、良質、安定生産の面で不十分であった。

そこで、これらの極早生品種の欠点を改良し、良質、良食味の安定多収な品種の育成を試みた。

1. 材料及び方法

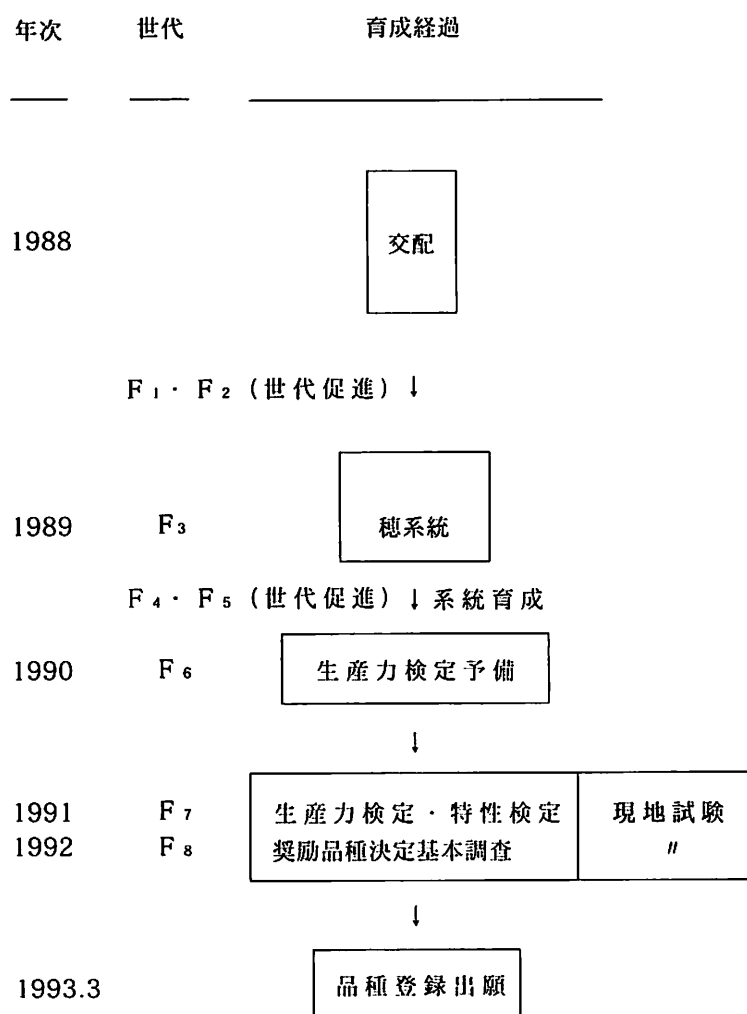
1988年7月極早生の良食味で、穂発芽性難かつ強稈品種の育成を目標として、キヌヒカリ（良食味、強稈）を母本とし、コシヒカリ（良食味、穂発芽性難）を交配した。1988年秋期（9～12月）に温室栽培でF₁を、1989年冬期（1～5月）に沖縄県石垣市でF₂集団を養成した。同年5～9月に本場内の圃場栽培で4,400の穂系統（F₃）を養成し、立毛により短稈を主とした600系統を選抜した。収穫物については穂発芽性、玄米品質及びアミロース含有率を検定した。併行して秋期にはF₄世代を、冬期にはF₅世代を温室で系統栽培した。1990年（F₆）以降は本場内で温室栽培を行い系統選抜と固定を行った。また、F₃世代の収穫物の検定結果を用いて、穂発芽性はF₄、アミロース含有率はF₅世代から選抜した。F₄世代で穂発芽性難で玄米品質が優れた192系統を、F₅世代でアミロース含有率の低い110系統を選抜した（第20表、第18、19図）。さらに、収量試験の結果から1991年は18系統、1992年は6系統を選抜した。これら選抜された系統の中から育種目標に合った系統の一つに、1990年（F₆）にフ系98の系統番号を、また翌年にはちくし6号の系統名を付して、生産力検定試験、特性検定試験に供試するとともに、奨励品種決定調査及び現地試験に加えて地域適応性を検討した。1993年3月（交配の4年8カ月後）に種苗法による品種登録を出願した（第18図、第21表）。さらに、1994年2月には福岡県の準奨励品種に採用され、翌年の1995年に夢つくしと命名された。

なお、1992年には、同じ組合せに由来する4系統とコシヒカリを含めた極早生品種を福岡県内の15～16カ所の現地に栽培し、育成品種の現地における食味の安定性を検討した。

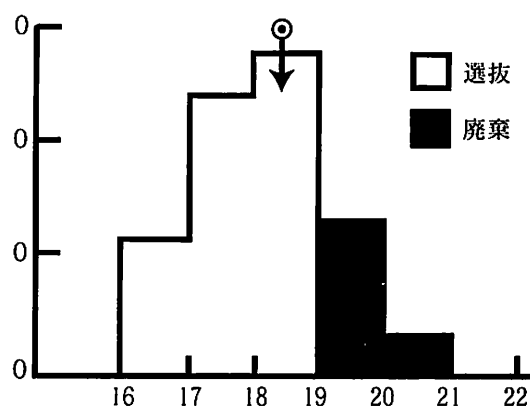
第20表 極早生品種育成のための世代促進の実施状況と選抜経過

	1988		1989		1990	
	交 配	F ₁ (温室)	F ₂ (石垣)	F ₃ (圃場)	F ₄ (温室)	F ₅ (温室)
供 試 系 統 数				4,400	600	192
個 体 数		600	6,147			
選 抜 系 統 数					192	110
個 体 数		7,477粒	4,477穂	600		
備 考	穂系統					
	穂発芽 ¹⁾ アミロース ¹⁾					
	品質 ¹⁾					

1)穂発芽性,玄米品質およびアミロース含有率による選抜を行ったことを示す。



第18図 「夢つくし」の育成経過



第19図 アミロース含有率による選抜 (F)

- 1) F₃材料を用いた検定結果から選抜した。
2) ⊙は夢つくしのF₃におけるアミロース含有率を示す。

第21表 極早生品種育成のための生産力検定試験,特性検定試験
および奨励品種決定基本調査の実施状況

年次世代	1990 F ₆	1991 F ₇	1992 F ₈
供試系統(群)数 ¹⁾	110	8(+10) ²⁾	4(+2)
選抜系統数	18	4(+2)	2
生産力検定	予 検	生 検	生 検
標肥：反復数	1	3	3
多 肥		2	2
配 特性検定		3	6
布 奨励品種決定基本調査			
数 本場・分場		2	3
現 地		5	14
備 考	フ系98	ちくし6号	

- 1) 1990年は系統数、その他は系統群数で示す。
2) ()内の系統は生産力検定予備試験での供試系統群数を示す。

2. 結果及び考察

交配からF₅世代までは、本場内の圃場と温室、沖縄県石垣市の圃場を有効に利用して世代促進を行ったが、特に石垣市でのF₂集団の養成は、温室と比較して多数の材料を養成できるなどの有利性を生かした。

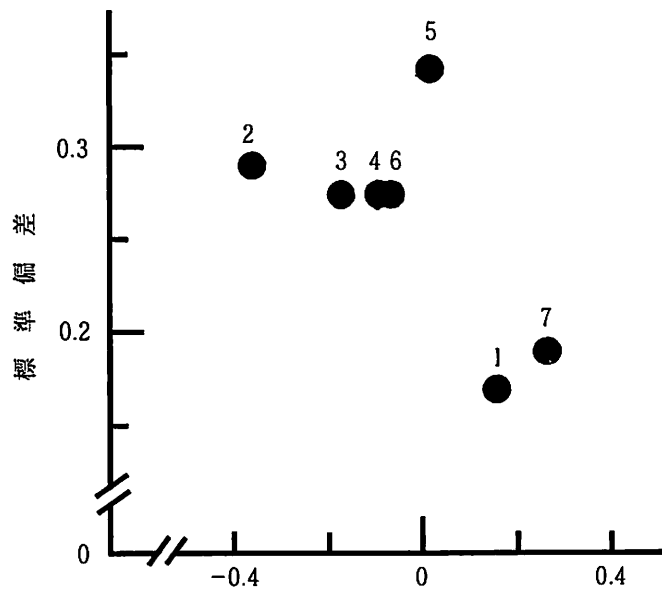
第22表に両親と夢つくしの特性を示した。育成地における夢つくしの出穂期はキヌヒカリと同程度の極早生種である。稈長はキヌヒカリよりやや短く、穂長は同程度で、穂数はキヌヒカリより多かった。また夢つくしは穂発芽性難、耐倒伏性はやや強で、収量性はキヌヒカリより、玄米品質はコシヒカリやキヌヒカリよりやや優れた。食味はコシヒカリやキヌヒカリ並の極良であった(第22表)。なお、葉いもち圃場抵抗性は弱、穂いもち抵抗性はやや弱であった(データ略)。

松江ら(1992)は、産地間の食味の安定性を検討し、コシヒカリは安定性が高いことを報告し

第22表 夢つくし及び両親の特性

	夢つくし	キヌヒカリ	コシヒカリ
出穂期(月.日)	8.13	8.12	8.13
成熟期(月.日)	9.16	9.15	9.16
稈 長(cm)	72	75	82
穂 長(cm)	17.6	17.7	19.5
穂 数(本/m ²)	321	300	324
耐倒伏性	やや強	強	弱
穂発芽性	難	易	難
玄米重(kg/10a)	476	458	476
同上標準比率(%)	103	100	103
玄米千粒重(g)	22.6	22.6	22.5
玄米品質	上下	中上	中上
食 味	上中	上中	上中

1) 試験場の普通期, 標肥栽培における1990～1992年の3年間の
平均値で示した。



第20図 夢つくしの食味の地域安定性

- 1) 1992年に供試した15～16点の食味総合値より求めた。
- 2) 食味はすべて試験場のコシヒカリを基準とした。
- 3) 1, 夢つくし: 2, ミネアサヒ: 3, キヌヒカリ: 4, コシヒカリ: 5, ちくし4号: 6, ちくし5号: 7, ちくし7号

ている。1992年に産地間の食味の安定性を検討した結果、夢つくしは供試した品種の中で食味の平均値が高く、標準偏差は小さい傾向を示し（第20図）、夢つくしは食味において安定性が高いものと考えられた。

このように、1992年までに2カ年の現地試験を経て、当初の育種目標どおりの極早生、良食味、強稈、穂発芽性難で安定性の高い品種を短期間に選抜することができた。交配後奨励品種採用、品種の命名の手続き及び種苗登録の申請までの年数は、夢つくしではわずか4年7カ月であり、これを温室による世代促進が効率的に行われた日本晴（香村1979）の育種年限と比較すると、前者は後者より約1年も短縮されたこととなる（第21表、第18図）。このように育種目標どおりに短期間で品種育成ができたのは；1）育種目標を倒伏性、穂発芽性などの既存の極早生品種の欠点の改良にしばったこと；2）交配両親に極早生の良食味品種を用いて、世代促進を効率的に行ったこと；3）多数の系統を育成して、立毛、穂発芽性、玄米品質並びにアミロース含有率などの選抜を効率的に行ったこと；及び4）いくつかの新品種候補系統を多数の現地試験に同時に供試し、広範囲に地域適応性を検討しながら最終的な選抜を行ったことによるところが大きいと考えられる。

なお、本品種はコシヒカリに由来する良食味品種の共通の欠点であるいもち病圃場抵抗性が不十分であり、いもち病抵抗性の付与が重要な課題の1つである。しかし、前述したように当初の育種目標を緊急なものにしたり、いもち病抵抗性を当面除外したことがむしろ目標どおりの品種を短期間に育成できた一つの要因ともいえる。

第5節 早生良食味品種の育成

福岡県の主食用品種における早晩性の構成比率は1994年現在で極早生品種が33%、早生品種が12%及び中、晩生品種が55%となっており、早生品種の占める比率が低い。このため、適期作業、気象災害や病害虫の危険分散、経営規模の拡大及び大規模共同乾燥施設の有効利用を図るうえから、早晩性のバランスのとれた品種構成が必要である。早生の主要品種は日本晴、黄金晴であるが、近年食味に対する評価がより厳しくなる中で、これらの品種の食味では不十分であり、同じ熟期で収量性が優れ、しかもコシヒカリ並の良食味を有する品種が求められていた。そこで、早生で、収量性が優れた良食味品種の育成を試みた。

1. 材料及び方法

1988年に、早生、強稈、良食味を育成目標として、良食味の農林22号と、強稈、良食味のキヌヒカリとの交配を行った。以後、通常の選抜を行い、育種目標どおりの品種つくし早生を育成した。つくし早生は、1992～1994年の3年間に生産力検定試験と、1993、1994年の2年間に福岡県内の延べ21カ所の現地において現地試験を行い、収量性や食味を検討した。

2. 結果及び考察

育成地における、つくし早生の特性を日本晴、黄金晴と比較すると（第23表）、つくし早生は出穂期と成熟期が日本晴よりそれぞれ2日、3日遅く、福岡県の熟期区分では早生に属する。短稈で、穂長は日本晴、黄金晴と同程度で、穂数は日本晴より㎡当たり約40本少なく、黄金晴と同程度であった。倒伏の発生は日本晴より少なかった。玄米千粒重は日本晴、黄金晴よりそれぞれ1.5g、1.7g重く、玄米重はそれぞれ6.9%多かった。外観品質は日本晴よりやや優れ、黄金晴と同程度であった。つくし早生の食味は日本晴、黄金晴より外観が良く、粘りがあり、食味総合評価が優れ、

第23表 つくし早生の特性

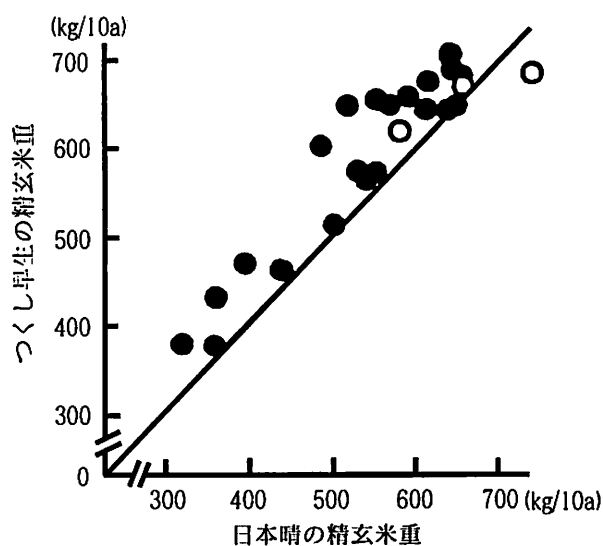
	つくし早生	日本晴	黄金晴
出穂期(月.日)	8.24	8.22	8.22
成熟期(月.日)	10.5	10.2	10.1
稈 長(cm)	70	79	77
穂 長(cm)	19.8	19.9	19.7
穂 数(本/㎡)	346	384	344
倒 伏	0	2.5	0.1
精玄米重(kg/10a)	535	503	492
同上標準比率(%)	106	100	98
玄米千粒重(g)	23.3	21.8	21.6
玄米品質	2.7	4.0	3.2
検査等級	1.9	2.3	2.0
食 味	上中	中上	中上

1) 試験場における1992～1994年の3年間の平均値。

2) 倒伏:0(無)～5(甚)。

3) 玄米品質:1(上上)～9(下下)。

4) 検査等級:1(1等上)～9(3等下)。



第21図 つくし早生と日本晴の精玄米重の比較

1) 1992年～1994年の3年間の育成地と1993～1994年
2年間の奨励品種決定基本調査の延べ24カ所の試験結果。

2) ○, 山ろく地～中山間地: ●, 平坦地。

第24表 早生系統群の特性

	出穂期	収 量	比 率	玄 米 の 外 観 品 質	食 味
	月・日	kg/a	%		
ちくし11号	8.20	53.8	95	3.8	-0.99*
ちくし12号	8.21	53.6	95	2.3	-0.38
ちくし15号	8.24	57.3	101	3.0	-0.10
ちくし16号	8.25	60.1	106	3.8	-0.08
ちくし17号	8.26	61.1	108	4.3	-0.18
日 本 晴	8.23	56.7	100	4.3	-1.14*
黄 金 晴	8.23	54.9	97	3.5	-0.47

1) 育成地における1993年の数値。食味はコシヒカリを基準(0.00)とした。

2) 玄米の外観品質:1(上上)~9(下下)。

3)*は5%水準で有意であることを示す。

コシヒカリと同程度であった(第23表)。

収量性の地域適応性をみるため、育成地を含む県下24カ所で行ったつくし早生の精玄米重を日本晴と比較した結果によると(第21図)、つくし早生の収量は日本晴より優れ、平均値では10a当たり589kgを示し、日本晴の555kgに対して6%高かった。地域別にみると、平坦地では日本晴対比108%、山ろく地から中山間地では同100%と、平坦地でより高い収量性を発揮した。また同様に食味の安定性をみると、つくし早生と日本晴の食味の平均値(分散)はそれぞれ-0.164(0.029)、-0.936(0.060)と、つくし早生は食味の平均値が日本晴より高く、つくし早生の食味の分散は食味が安定した品種とされる日本晴(松江ら1992)より小さい傾向にあった。

なお、同時に供試された早生系統群(交配組合せは各種からなる)の出穂期、収量、食味の値を第24表に示した。日本晴と同程度の熟期の早生品種では、良食味品種が得られにくいとされていた。しかし、いくつかの系統はコシヒカリ並の食味であり、適切な選抜を行うことで、早生でもコシヒカリ並みの食味をもつものが育成できることが明らかになった。

これまで福岡県内において早生の良食味品種の育成が生産者や流通、販売関係者から強く要望されていたにもかかわらず、収量性が優れ、しかもコシヒカリ並の良食味を有する早生品種はみられなかった。本試験において日本晴、黄金晴の食味の欠点を補い、しかも収量性や耐倒伏性が優れた早生品種を育成することができた。

第6節. 摘 要

水稻の品種育成には通常長年月を用すが、短期間の品種育成が各方面から要望されていたので、良食味品種の短期育成法について検討した。

- (1) 冬季間沖縄県石垣市の圃場を利用した世代促進は、多数の材料について農業形質での選抜をすることができ、短期の品種育成のために極めて効率的であった。
- (2) 新品種候補を数系統同時に奨励品種決定調査や現地試験に供試し、検討することで、地域適応性の検討や、奨励品種や種苗登録申請のために要する年限を短縮することができた。
- (3) コシヒカリの耐倒伏性、キヌヒカリの穂発芽性を改良することを主な育種目標として、キヌヒカリ×コシヒカリを交配し、本場内の圃場と温室、沖縄県石垣市の圃場を有効に利用して世

代促進を行い、その中で、多数の穂系統を養成し、短稈、穂発芽性、アミロース含有率の選抜をした。さらに、収量性、品質、食味評価は地域適応性を加えた試験結果から選抜を行い、交配の4年7カ月後に育種目標に合った極早生の新品種を育成した。

- (4) 日本晴、黄金晴より玄米重がそれぞれ6%、9%高く、また、食味がコシヒカリ並に優れる、早生の良食味の新品種を育成した。

第Ⅳ章 品種と環境の交互作用及び育成品種の環境適応性

第1節 緒 言

いくつかの品種を異なる環境条件下で栽培したとき、それらが同一の反応を示すとは限らない。育種試験地では比較品種よりかなり多収な品種でも、異なる場所、年次等ではそれほど差が認められない場合がみられる。このような品種と環境の交互作用は、異なる環境下で品種間差が異なることを示すものであり、統計的には反復付きの収量試験を分散分析し、その交互作用項の有意性として検出される。新品種育成において、特定の条件下で高い性能を発揮する品種の育成や、あるいは広い範囲でも安定して高い性能を発揮する品種育成のためには、このような品種と環境の交互作用を考慮しながら選抜する必要がある (Fehr 1987)。そこで品種とこれら環境条件との交互作用を評価し、どのような環境条件下で品種間差の変動が大きいのか、あるいは品種間差があまり異ならないのかを明らかにしておくことは、多大な労力を要する新品種育成試験や奨励品種決定調査の効率化を図る上で重要であると考えられる。また、最近の育成品種は食味に重点を置いたので、収量性等の安定性に欠けるのではないかと危惧が指摘される場合があり、良食味の育成品種について、収量などの農業特性の環境適応性や安定性について解析しておくことがこれらの危惧を払拭するのに役立つと思われる。

第2節 収量における交互作用と環境適応性

福岡県において育成された品種とコシヒカリ、キヌヒカリ及びミネアサヒを供試して、収量に対する品種と環境条件の交互作用を、年次、場所、施肥量、作期について検討した。また、同時に収量における品種の適応性を回帰分析により量的に評価した。

1. 材料及び方法

供試品種は福岡県で育成されたコシヒカリ～日本晴並の極早生～早生の良食味品種と既存の比較品種である。なお、試験の種類によって品種構成は若干異なった。

収量における品種と環境条件の交互作用を2元配置の分散分析から求めた (スネデカー 1966)。各品種相互間の差の検出のために Duncan の多重検定を行った。

(1) 年次と品種の交互作用

1991～93年の3カ年、5品種 (ちくし6号 (夢つくし)、ちくし7号、コシヒカリ、キヌヒカリ、ミネアサヒ) を供試し、標準施肥 (3反復) と多肥 (2反復) 条件を設け普通期で試験した。

標準施肥と多肥の別に計算を行い、この2つの分散分析の計算結果は反復的なものとして扱った。

(2) 場所と品種の交互作用

試験場本場、同筑後分場及び同豊前分場の3カ所で、1991年に7品種 (ちくし4,7,8,9号、コシヒカリ、キヌヒカリ、ミネアサヒ) を普通期で栽培した。1992年には7品種 (ちくし4～7号、コシヒカリ、キヌヒカリ、ミネアサヒ) を、1993年には12品種 (ちくし6,7,11,12,15,16,17号、コシヒカリ、キヌヒカリ、ミネアサヒ、日本晴、黄金晴) を1991年同様栽培した。いずれも2反復とした。年次別に場所と品種の交互作用を求めた。

(3) 施肥量と品種の交互作用

標準施肥区（窒素総施肥量が8.5kg/10a）と多肥区（同10.0kg/10a）を設け、1991年には12品種（ちくし1～9号、コシヒカリ、キヌヒカリ、ミネアサヒ）を普通期で2反復で栽培した。また1992年には15品種（ちくし4～8, 11～14号、コシヒカリ、キヌヒカリ、ミネアサヒ、日本晴、黄金晴、ヒノヒカリ）を、1993年には9品種（ちくし11, 12, 15, 16, 17号、日本晴、黄金晴、ほほえみ、愛知92号）を供試し、1991年同様栽培し、年次別に施肥量と品種の交互作用を求めた。

(4) 作期と品種の交互作用

早期（4月22日～23日移植）と普通期（同6月10日）で、1991年に11品種（ちくし1～9号、コシヒカリ、キヌヒカリ）を2反復で、1992年に6品種（ちくし4～7号、コシヒカリ、キヌヒカリ）を3反復で栽培した。年次別に作期と品種の交互作用を求めた。

(5) 適応性の検定

1992年に6品種（ちくし4～7号、コシヒカリ、キヌヒカリ）を供試し、福岡県内の現地8カ所で早期、17カ所で普通期の標準施肥栽培をした。この合計25の試験の、2～3反復された平均値について、Finlay・Wilkinsonの方法（Finlay and Wilkinson 1963）で回帰分析を行い品種の適応性（Adaptability）を量的に評価した。また、1991～93年に本場で4品種（ちくし6, 7号、コシヒカリ、キヌヒカリ）を早期と普通期、標準施肥と多肥の合計11（全部の組合せはない）の環境条件で栽培した結果についても同様に回帰分析を行った。品種と環境条件の交互作用を回帰による平方和とその残差に分割し、残差項を誤差としてF検定した。

(6) 収量と食味との関係

1991～95年の育成品種間で、収量と食味の相関係数を年次別に計算した。育成品種はいくつかの交配組合せからなっており、普通期で標準施肥栽培した。2～3反復をしたが、その平均値について計算した。品種数は年次で異なり、13～37である。

2. 結 果

(1) 年次と品種の交互作用

分散分析の結果を第25表に示した。3カ年をこみにした品種間差は標準施肥では有意でなく、多肥では有意であった。単年でみると、標準施肥も1991年以外すべて9品種間で有意差があった（表は略）。1991年の収量が2回の台風の襲来でやや不良となり、1992年はほぼ平年並みであったが、1993年は異常な低温と寡照によりかなり低収となった。このため年次間の差はいずれも有意であった。

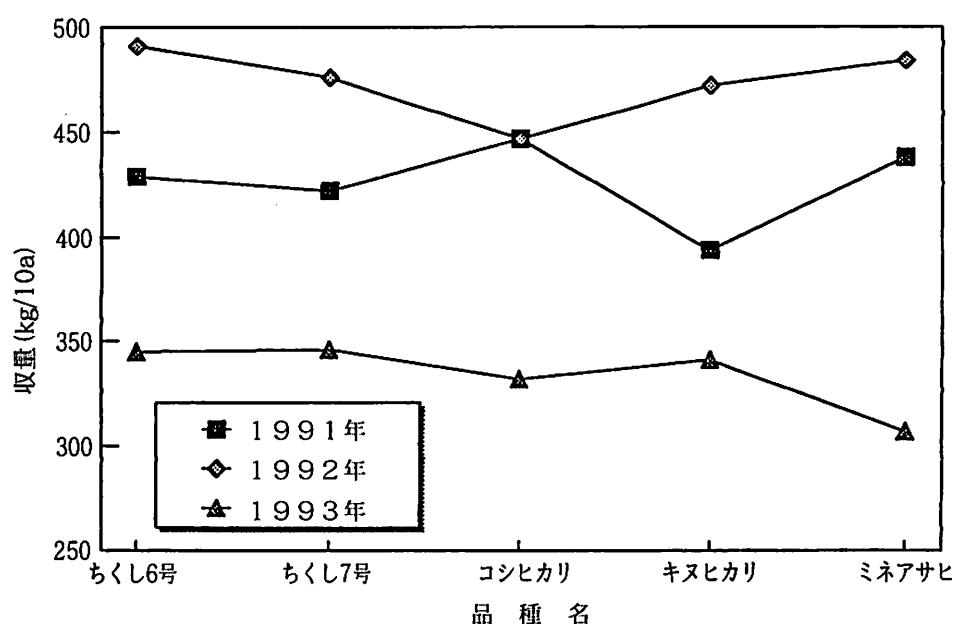
年次と品種の交互作用は標準施肥栽培、多肥栽培共に有意で、収量の品種間差が年次で異なった。第22図に標準施肥における各品種の収量を年次別に示した。図によると、コシヒカリは1991年は5品種中最大の収量であったが、1992年は最低であり、年次の違いによって収量の品種間差が逆転していた。

(2) 場所と品種の交互作用

分散分析の結果を第26表に示した。1991年以外には品種間の差が有意であった。場所間の差はいずれも有意であった。1991年以外、場所と品種の交互作用は有意で、場所の違いにより収量に品種間差があった。第23図に1992年における各品種の収量を場所別に示した。図によるとちく

第25表 収量における年次と品種の交互作用

要 因	標準施肥		多 肥	
	自由度	平均平方	自由度	平均平方
品 種	4	4.718ns	4	6.663*
年 次	2	758.0**	2	499.5**
交互作用	8	11.66*	8	9.016**
反 復	2	1.887ns	1	2.241ns
誤 差	28	5.013	14	1.509

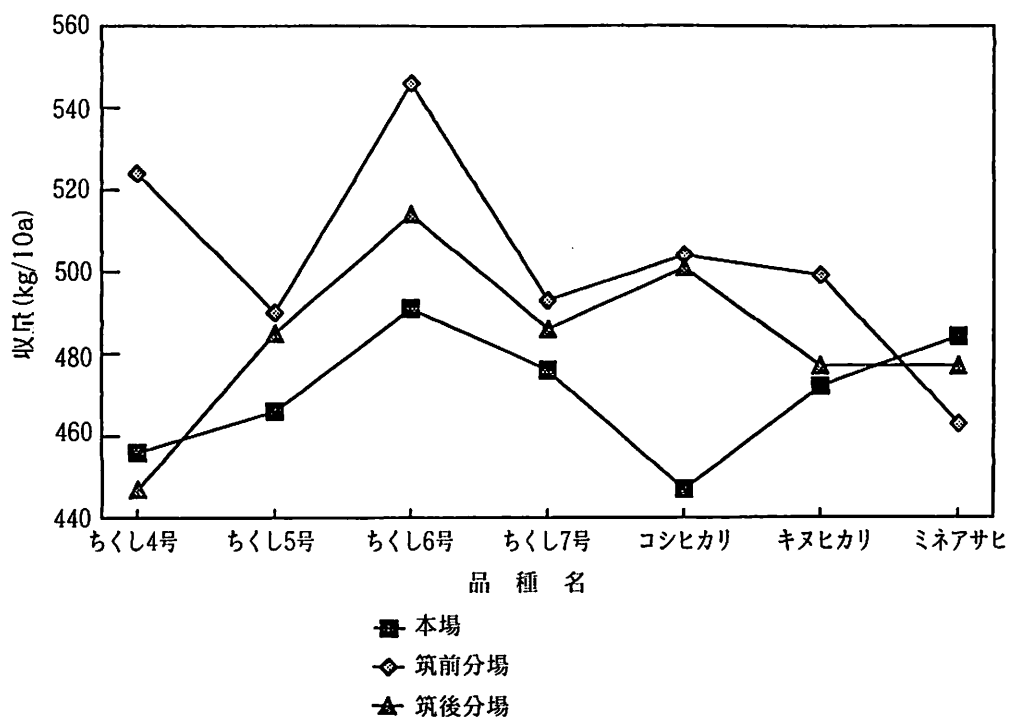


第22図 年次別の各品種の収量 (標準施肥)

注) 品種番号だけのものは、ちくし・号を示す。

第26表 収量における場所と品種の交互作用

要 因	1991年		1992年		1993年	
	自由度	平均平方	自由度	平均平方	自由度	平均平方
品 種	6	9.14ns	6	15.2**	11	232**
場 所	2	181**	2	50.4**	2	1263**
交互作用	12	3.91ns	12	11.5*	22	6.12**
反 復	1	18.0ns	1	0.01ns	1	4.86ns
誤 差	20	8.01	20	3.61	35	2.38



第23図 場所別の各品種の収量 (1992年)

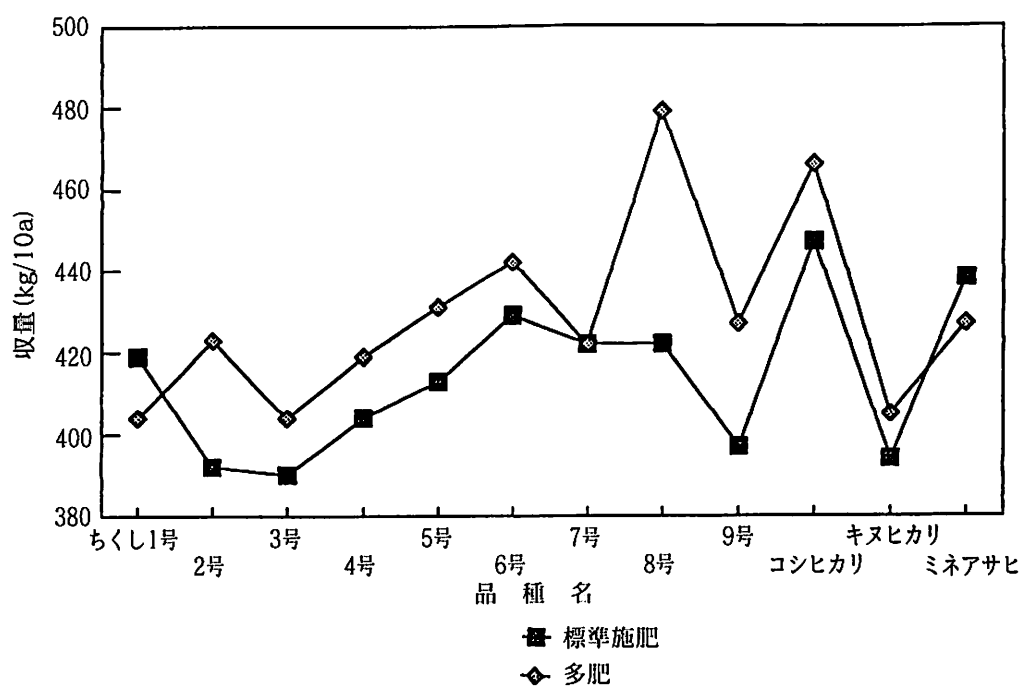
し4号は豊前分場では第2位だが、本場や筑後分場では下から2位や最下位であり、場所の違いによって収量の品種間の順位が大きく異なった。

(3) 施肥量と品種の交互作用

分散分析の結果を第27表に示した。いずれの年次においても品種間差は有意であった。また、施肥量間においても1993年以外は有意な差が認められた。どの年次も交互作用は有意でなかった。第24図に1991年における各品種の収量を施肥量別に示した。図によると、一部の品種で収量の逆転はあるものの標準施肥と多肥の差は、ほぼ10a当たり10～20kg程度の一定した傾向を示した(差の平均は14.5kg/10a)。ここでは施肥量の違いによる収量の施肥量間の差はどの品種でも変わらなかった。

第27表 収量における施肥量と品種の交互作用

要 因	1991年		1992年		1993年	
	自由度	平均平方	自由度	平均平方	自由度	平均平方
品 種	11	15.24*	14	68.30**	8	13.9*
施 肥 量	1	37.99**	1	54.34**	1	0.83ns
交互作用	11	4.842ns	14	2.921ns	8	4.99ns
反 復	1	0.725ns	1	0.002ns	1	7.20ns
誤 差	23	5.824	29	1.930	17	3.67



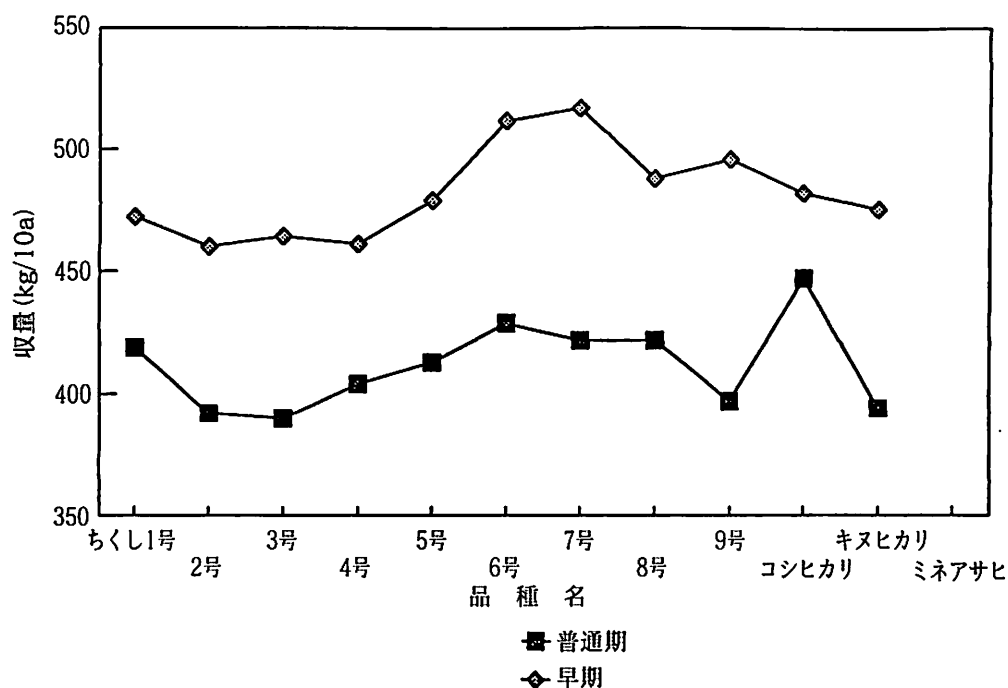
第24図 施肥量別の各品種の収量（1992年）

(4) 作期と品種の交互作用

分散分析の結果を第28表に示した。収量の品種間差異は1991年は有意であったが、1992年は有意でなかった。作期間差は両年共に有意であった。交互作用は両年共に有意でなかった。第25図に1992年における各品種の収量を作期別に示した。図によると、コシヒカリ以外、早期と普通期栽培での収量の差はどの品種もほぼ一定で、作期の違いによって品種間差は変わらなかった。

第28表 収量における作期と品種の交互作用

要因	1991年		1992年	
	自由度	平均平方	自由度	平均平方
品種	10	10.17*	5	16.14ns
作期	1	566.6**	1	385.5**
交互作用	10	5.846ns	5	6.896ns
反復	1	0.638ns	2	8.190ns
誤差	21	4.129	22	6.400



第25図 作期別の各品種の収量 (1992年)

(5) 適応性の検定

Finlay・Wilkinsonの回帰分析による回帰の品種間差についての分散分析の結果を第29表に示した。現地での品種間差は有意であり、本場の試験では品種間差は有意でなかった。いずれも回帰の品種間差は有意でなく、回帰分析によって適応性の品種間差を検出することはできなかった。

第30表には品種別の回帰係数および収量と食味の平均値を示した。回帰係数が1のときは平均安定性で (菊池1983), しかも平均値が高ければすべての環境によく適応していることを, 1より大きいものは安定性が低いが, 好適環境には適応していることを, 1より小さいものは安定性が高く, 不良環境に適応していることを示す。福岡県内25の現地試験の回帰係数は0.91~1.09, 本場のそれは0.86~1.07を示し, すべて1に非常に近く, 供試品種はいずれも同程度の安定性を示していた。収量は現地試験の結果では, ちくし5号, 6号がコシヒカリより有意に多収であった。本場内の試験では, ちくし6号が最も多収を示したが, 品種間には有意差は認められず, 福岡県で育成された品種と比較品種との間に有意な収量の差は認められなかった。

第29表 収量における回帰の品種間差についての分散分析

要 因	現 地		本 場	
	自由度	平均平方	自由度	平均平方
品 種	5	23.24**	3	10.08ns
環 境	24	219.3**	10	111.1**
交互作用	120	5.027ns	30	3.573ns
回帰の品種間差	5	4.498ns	3	2.448ns
残 差	115	5.05	27	3.677

第30表 収量における回帰分析による品種別の回帰係数と、
収量や食味の平均値

		現 地		本 場		食 味
		回帰計数	収 量 (kg/10a)	回帰計数	収 量 (kg/10a)	
ちくし4号		0.97	470bc	—		0.02a
同	5	1.01	477ab	—		0.06a
同	6	1.07	487a	1.07	454a	0.21a
同	7	0.94	470bc	1.03	449a	0.31a
コシヒカリ		1.09	458c	0.86	434a	0.00a
キヌヒカリ		0.91	472bc	1.04	437a	-0.08a

収量や食味の値についての同一記号間には5%水準で有意差がない

(6) 収量と食味との関係

第31表に、年次別の収量と食味の間的相关係数を示した。相関係数はすべて負であるが1991,92年以外値は小さく、1991,92年を含めていずれの年次においても収量と食味の間に関連はみられなかった。

第31表 収量と食味的相关係数

年 次	自由度	相関係数
1991	11	-0.467ns
1992	16	-0.457ns
1993	16	-0.152ns
1994	22	-0.073ns
1995	35	-0.093ns

3. 考 察

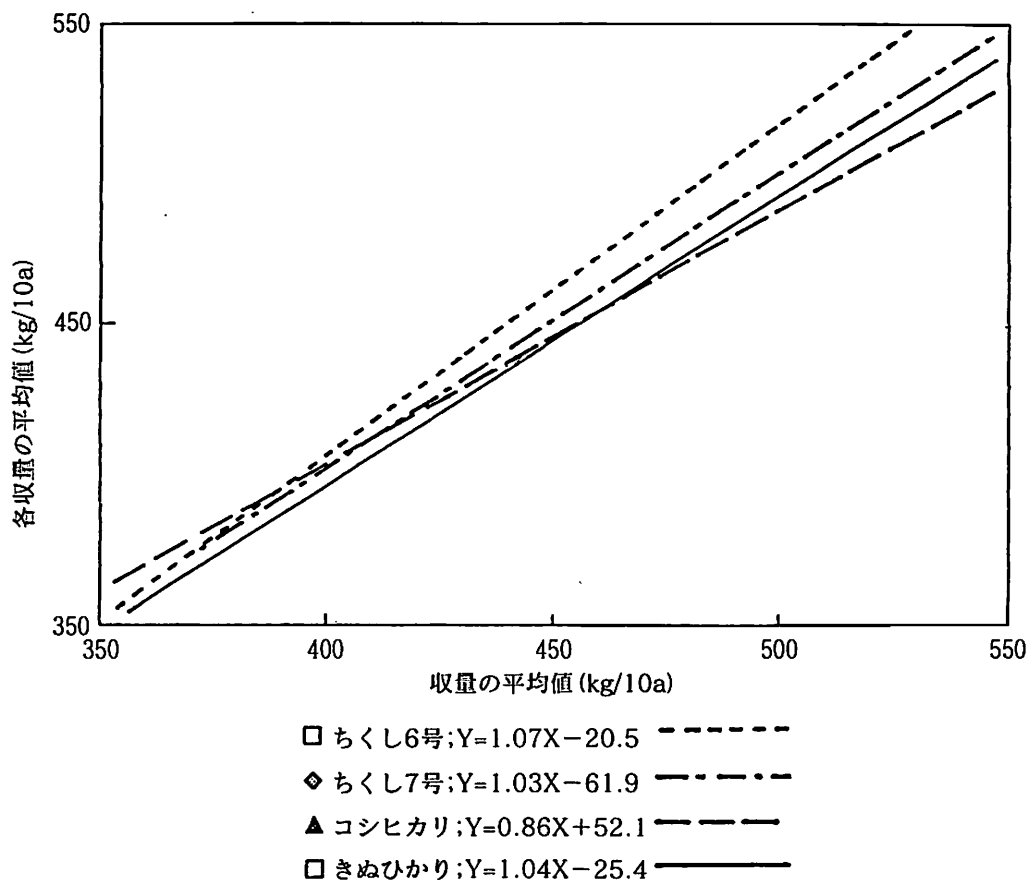
良食味品種でも安定多収は欠くことができない。そのため年次、場所、作期及び施肥量等が異なる条件下で品種間比較のための収量試験が行われている。環境条件を変えても品種間差があまり変わらず、そのような条件下での収量試験の意義が小さい場合や、逆に品種間差が大きく変動し、試験が必須である場合がありうる。これらを明らかにするため、極早生～早生の良食味品種の収量における数種環境条件と品種の交互作用を検討した。なお、福岡県で育成された品種（適応性を検定した4品種）の食味は、コシヒカリ並（第30表）で、また、育成品種全体の食味の変異は0.16～-0.96（平均値は-0.27、日本晴は-1.22、表は略）を示し、比較品種のそれは0.18～-1.22であった。したがって、本研究で対象とした品種はコシヒカリ並または日本晴以上の食味を有するものであった。

検討した環境条件のうち、年次と品種に交互作用がみられた。これは、異常な低温・寡照な1993年で特に収量低下の著しい品種があったこと、平年やあるいはやや不良年の1991,92年に

においても年次により品種間の変異に差異（第22図）がみられたためであり、年次の違いで品種間差は異なることが明らかになった。また1991年以外の場所と品種には交互作用がみられ、場所の違いによって品種間差が異なった。これらは既報（Gravoisら1991、戸田1993）の結果と一致し、早生良食味水稻品種の収量を評価する際にも年次や場所を変えた試験の重要なことが示された。オオムギでは3年間、6カ所、3反復の試験が時間やコストの面も考慮すると品種間差の検定に最適とされている（Rasmsson and Lambert 1961）。

施肥量と品種には交互作用が検出されず、本試験の範囲内での品種、施肥量では収量の品種間差はあまり変わらなかった。このことは、施肥量が増えれば収量は増加するがその増加程度はどの品種も一定で、特に施肥反応が良い品種があるといったことのないことを示しており、本研究の範囲内での多肥試験は意義が小さいと言えよう。

稲の収量についての過去の報告では、施肥量と品種との間に交互作用があるとしたもの（堀江ら1967、松尾・角田1950）と、逆にないとしたもの（Datら1978、De Datta and Broadbent 1988、長峰・和田1982）とがあり、結果は必ずしも一定していない。また、耐肥性に品種間差異があるとの報告（高橋ら1959、角田1953）は、品種と施肥量との間に交互作用があることを示している。但し施肥量と品種の交互作用があるとすれば、それは施肥量の処理幅が大きかったり、耐倒伏性の弱い品種を含んでおり、倒伏などの障害のために交互作用がみられる場合が考えられる。このような場合は収量における交互作用というより、倒伏などの障害抵抗性における品種と施肥量の交互作用を検出することになる。本実験で倒伏はほとんどなく、このような条件下では多肥による収量増加程度はどの品種も一定であった。もちろん、安定多収のために耐倒伏性などの障害抵抗性を具備した品種育成は重要であるので、そのためには本報告より多肥にした試験で耐倒伏性検定



第26図 収量におけるFinlay-Wilkinsonの回帰分析による回帰直線

のための試験（瀬古1962）を実施する必要があるだろう。

作期による収量の品種間差の変動についても、幅の広い作期や品種を供試すれば（薦田1938、松林ら1959）交互作用の存在が予想される。ここでは作期と品種に交互作用は検出されず、収量の品種間差は作期が違ってあまり変わらなかった。このことは、作期を変えた場合に特に多収になる品種があるといったことのないことを示しており、本試験の範囲内での作期を変えた試験は意義が小さいと言えよう。ただし食味については作期と品種の交互作用があるので（大里ら1996b）、良食味品種育成のためには作期を変えた試験が必要である。その場合、収量を評価するような規模で行う必要はなく、食味試験を行うのに必要な面積や調査項目で行えばよいと考えられる。

品種の適応性を回帰分析で評価したところ、供試品種の回帰係数は県内の多数現地試験の結果でも、本場内での3カ年にわたる各種試験の結果（第26図）でもその値は1に近く、福岡県で育成された品種と比較品種とで適応性についての差は検出できなかった。Finlay・Wilkinsonの分析による回帰係数は、オオムギで0.14～2.13（Finlay and Wilkinson 1963）、直播水稻で0.392～1.518（長峰・和田1982）、中晩生水稻で0.5～1.5（和田1984、和田・矢野1985）と、幅の広い品種間差が報告されている。それらに比べると、ここで得られた回帰係数の品種間差異は小さかった。また、育成品種の収量を比較品種のそれと比較すると、前者は同程度かやや高い値を示した。これらのことから、福岡県で育成された品種は既存のコシヒカリやキヌヒカリと同程度の収量性を示し、また、収量について適応性や安定性を有することが明らかになった。

以上のことから、収量の品種間差異は年次や場所の違いによって変化するが施肥量や作期の違いではあまり変わらず、そのため新品種育成試験や奨励品種決定調査で収量を評価する際には、年次や場所を変えた試験に重点を置いて広域適応性を有する品種、あるいは特定場所に適する品種の抽出を行うべきであることが明らかになった。また福岡県育成の良食味品種の適応性や収量が既存の良食味比較品種よりも劣ることはないことも明らかになった。これらの知見は良食味の新品種育成や普及、およびそのために必要な各種試験の効率化に参考になる点が大きいと考えられる。

第3節. 出穂期や稈長における交互作用と環境適応性

収量以外の形質でも品種と環境の交互作用が存在し、作期の違いによって出穂期の品種間差が異なったり（朝隈1958）、施肥量の違いで稈長の品種間差が異なる（堀江ら1967）ことが報告されている。しかし、最近育成の良食味水稻品種については、出穂期や稈長における品種と環境の交互作用を報告した例は見受けられない。出穂期は生育ステージ中最も重要な時期で、穂肥施用時期などの決定にとって重要な形質であり、また稈長は収量、品質に大きな影響を与える倒伏と密接に関連している。したがって、新品種の普及に必要な栽培技術指針の策定のためには、最近育成の良食味品種の出穂期や稈長が、異なる環境下でどう反応するかを明らかにしておくことは欠かせない。

ここでは、前節と同様な材料や方法により出穂期や稈長における品種と環境条件の交互作用を、年次、場所、施肥量、作期について検討した。同時に、回帰分析により品種の出穂期や稈長の安定性を検定したので合わせて述べることとする。

1. 材料及び方法

出穂期や稈長における品種と環境条件の交互作用を二元配置における分散分析から求めた。出穂期は、全茎数の40～50%の茎で穂が止葉の葉鞘より抽出した日とし、観察により判定した。出穂期については6月30日からの日数を用いた。稈長は、1区で20個体の最長稈の長さを計測し、その平均を用いた。

(1) 年次と品種の交互作用

1991～93年の3カ年に、5品種を供試し、標準区及び多肥区を設け、3反復で普通期栽培した。その他、品種名や栽培法の詳細は前節に記した。標準施肥と多肥別に年次と品種の交互作用を求めた。

(2) 場所と品種の交互作用

本場と2つの分場の3カ所で、1991年と1992年に7品種、1993年に12品種を普通期栽培した。但し、1991年の稈長では場所は2カ所である。いずれも2反復とした。年次別に場所と品種の交互作用を求めた。

(3) 施肥量と品種の交互作用

1991年に標準施肥（窒素施肥が合計で8.5kg/10a）と多肥（同10kg/10a）で、12品種を普通期で2反復で栽培した。1992年に同様に15品種、1993年に9品種を栽培した。年次別に施肥量と品種の交互作用を求めた。

(4) 作期と品種の交互作用

早期（4月22～23日移植）と普通期（同6月10日）で、1991年に11品種を2反復、1992年に6品種を3反復で栽培した。年次別に作期と品種の交互作用を求めた。

(5) 安定性の検定

福岡県内の現地17カ所で、1992年に6品種を普通期栽培した。Finlay・Wilkinsonの方法で回帰分析をして、品種の適応性を量的に評価した。また、1991～93年には4品種を本場内の場所の異なる2カ所で、標準施肥と多肥の合計9（全部の組合せはない）の環境条件で普通期栽培した結果について同様に回帰分析を行った。収量の適応性についての解析とは異なり、出穂期や稈長では値の大きくなることが必ずしも好ましいことではないので、適応性の内の安定性のみについて考察し、回帰係数が1のときは平均安定性、1より大きいものは環境の影響を受けやすく安定性が低く、1より小さいものは環境の影響を受けにくく安定性が高いとした。

2. 結 果

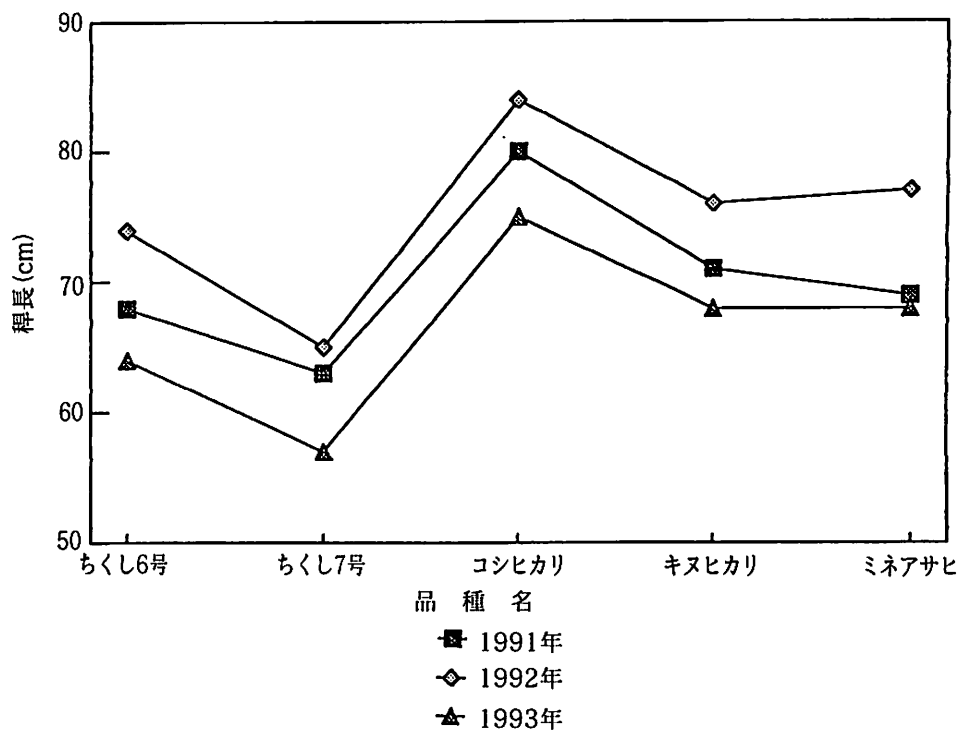
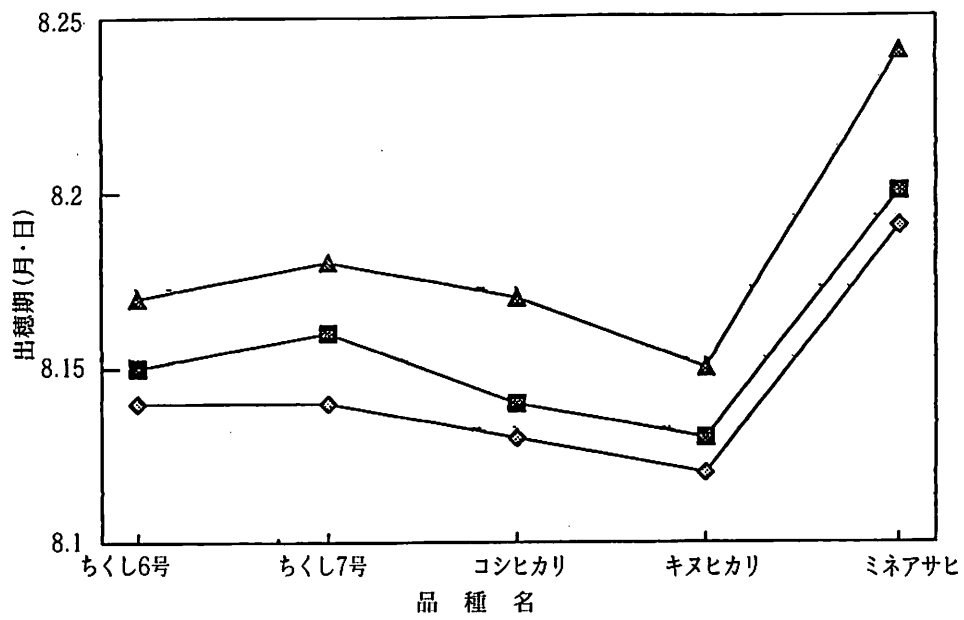
交互作用を検定した分散分析の結果、すべての環境条件で出穂期や稈長の品種間差は有意であった。

(1) 年次と品種の交互作用

分散分析の結果を第32表に示した。出穂期では、年次間の差は標準施肥区、多肥区共に有意であった。年次と品種の交互作用は標準施肥区、多肥区共に有意で、出穂期の品種間差が年次で異なった。

稈長では、年次間の差は標準施肥区、多肥区共に有意であった。年次と品種の交互作用は標準施肥区では有意であったが、多肥区では有意でなかった。

第27図によると標準施肥区1993年のミネアサヒが他品種より相対的に出穂期が早くなった。稈長でも、1991年のミネアサヒは他品種より相対的に低くなった。



第27図 年次別の各品種の出穂期と稈長（標準施肥）

第32表 出穂期と稈長における年次と品種の交互作用

要 因	標準施肥		多 肥	
	自由度	平均平方	自由度	平均平方
出 穂 期				
品 種	4	87.7**	4	47.0**
年 次	2	65.7**	2	70.2**
交互作用	8	1.52*	8	1.44**
反 復	2	0.69ns	1	0.53ns
誤 差	28	0.21	14	0.250
稈 長				
品 種	4	379**	4	259**
年 次	2	287**	2	307**
交互作用	8	4.37**	8	3.43ns
反 復	2	0.689ns	1	16.1*
誤 差	28	1.21	14	2.21

df; 自由度, ms; 平均平方,

(2) 場所と品種の交互作用

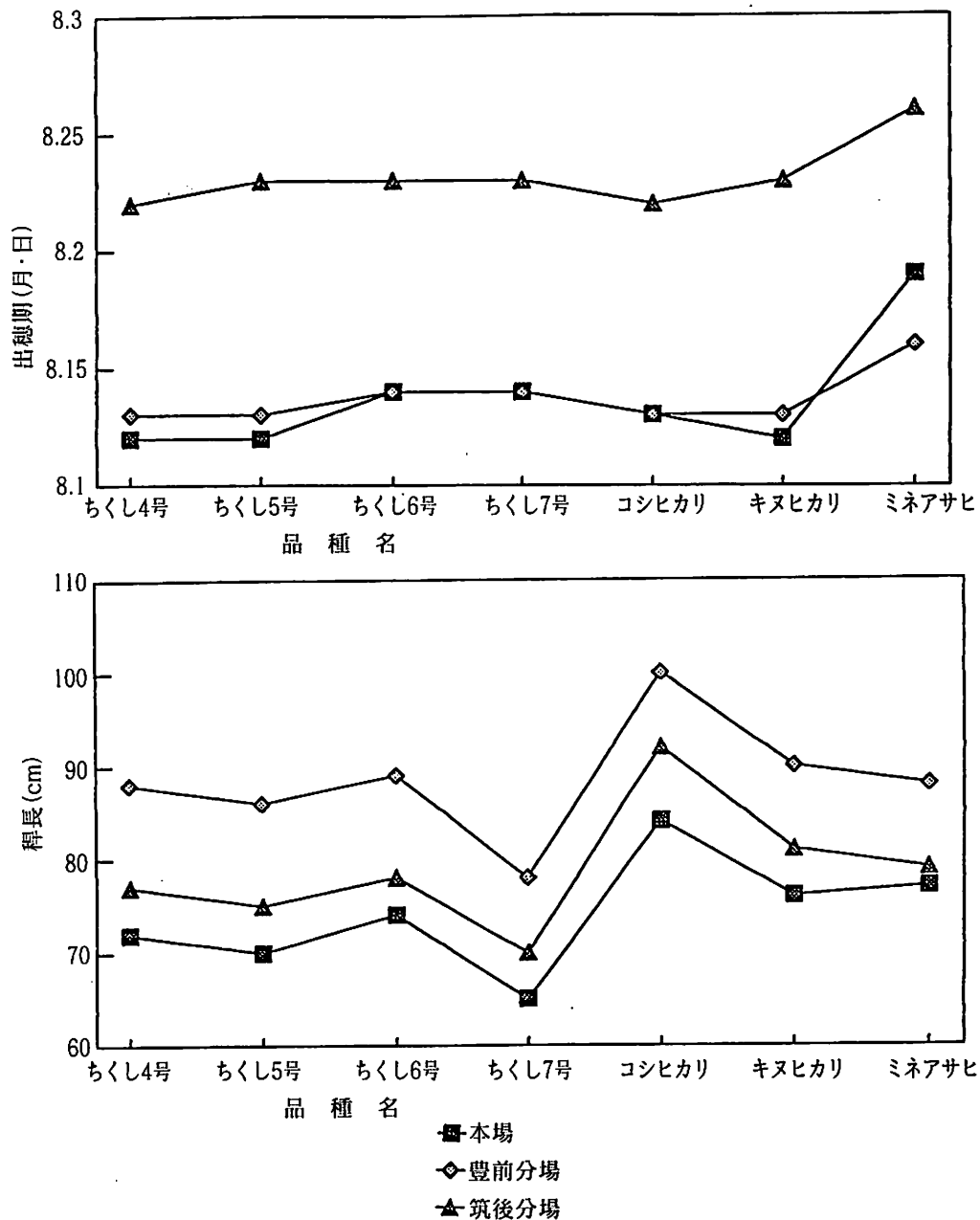
分散分析の結果を第33表に示した。出穂期では、場所間の差はいずれも有意であった。場所と品種の交互作用はすべての年次が有意で、場所の違いにより出穂期に品種間差があった。

稈長では、場所間の差はいずれも有意であった。1991, 92年は場所と品種の交互作用は有意でなく、場所の違いにより稈長の品種間差はみられなかった。1993年は交互作用が有意で場所の違いにより稈長の品種間差がみられた。

第33表 出穂期と稈長における場所と品種の交互作用

要 因	1991年		1992年		1993年	
	自由度	平均平方	自由度	平均平方	自由度	平均平方
出 穂 期						
品 種	6	6.98**	6	14.3**	11	91.5**
場 所	2	315**	2	393**	2	191**
交互作用	12	0.794**	12	1.42**	22	7.39**
反 復	1	0.0952ns	1	0.381ns	1	0.056ns
誤 差	20	0.145	20	0.131	35	0.169
稈 長						
品 種	6	144**	6	234**	11	232**
場 所	1	12.9**	2	758**	2	1263**
交互作用	6	2.48ns	12	3.36ns	22	6.12**
反 復	1	4.32ns	1	2.29ns	1	4.86ns
誤 差	13	1.40	20	2.15	35	2.38

第28図に1993年における出穂期と稈長を場所別に示した。図によると、本場のミネアサヒの出穂期が他品種と異なる傾向を示した。稈長では、交互作用は検出されたが、全体的には場所が違って品種間差はあまり変わらなかった。



第28図 場所別の各品種の出穂期と稈長 (1993年)

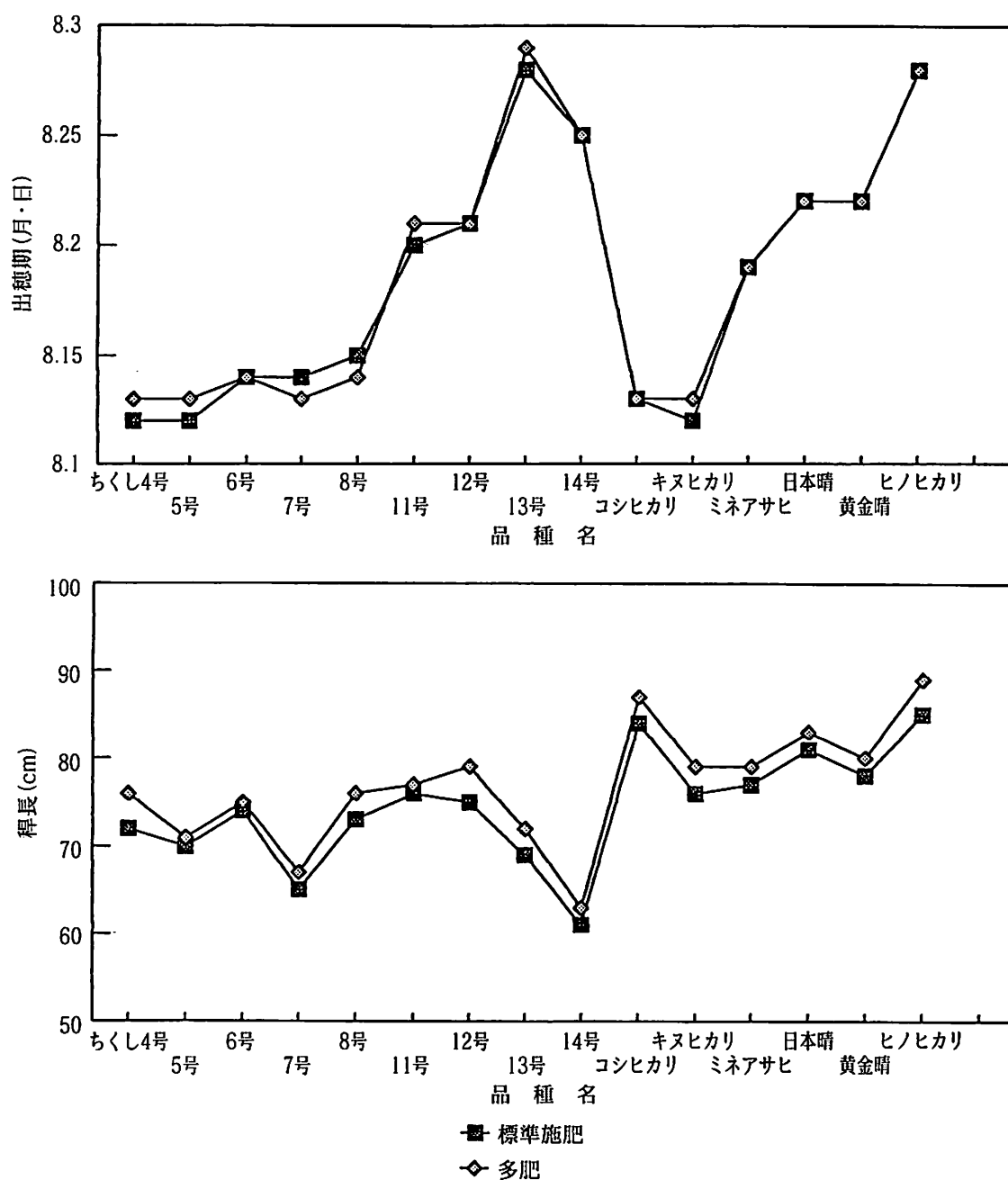
(3) 施肥量と品種の交互作用

分散分析の結果を第34表に示した。出穂期では、施肥量の違いによる差はなかった。1992年以外、施肥量と品種の交互作用はなかった。

稈長では、1991年以外施肥量の違いによる差が有意であった。施肥量と品種の交互作用はどの年次も有意でなかった。

第29図に1992年における出穂期や稈長を施肥量別に示した。図に示したように、標準施肥と

多肥の差は1日以内と小さく（平均0.2日）、施肥水準によって出穂期の品種間差が大きく異なることはなかった。稈長は多肥栽培によりどの品種もほぼ2～3cm（平均2.5cm）増加したが、品種ごとに安定した値を示した。



第29図 施肥量別の各品種の出穂期と稈長（1992年）

第34表 出穂期と稈長における施肥量と品種の交互作用

要 因	1991年		1992年		1993年	
	自由度	平均平方	自由度	平均平方	自由度	平均平方
出 穂 期						
品 種	11	23.0**	14	134**	8	14.7**
施 肥 量	1	0.333ns	1	0.017ns	1	0.44ns
交互作用	11	0.288ns	14	0.340*	8	0.26ns
反 復	1	0.083ns	1	0.017ns	1	0.11ns
誤 差	23	0.344	29	0.150	17	0.346
稈 長						
品 種	11	97.2**	14	185**	8	390**
施 肥 量	1	0.33ns	1	120**	1	51.1**
交互作用	11	0.78ns	14	0.95ns	8	2.37ns
反 復	1	5.33ns	1	6.02ns	1	2.51ns
誤 差	23	1.85	29	2.02	17	1.90

(4) 作期と品種の交互作用

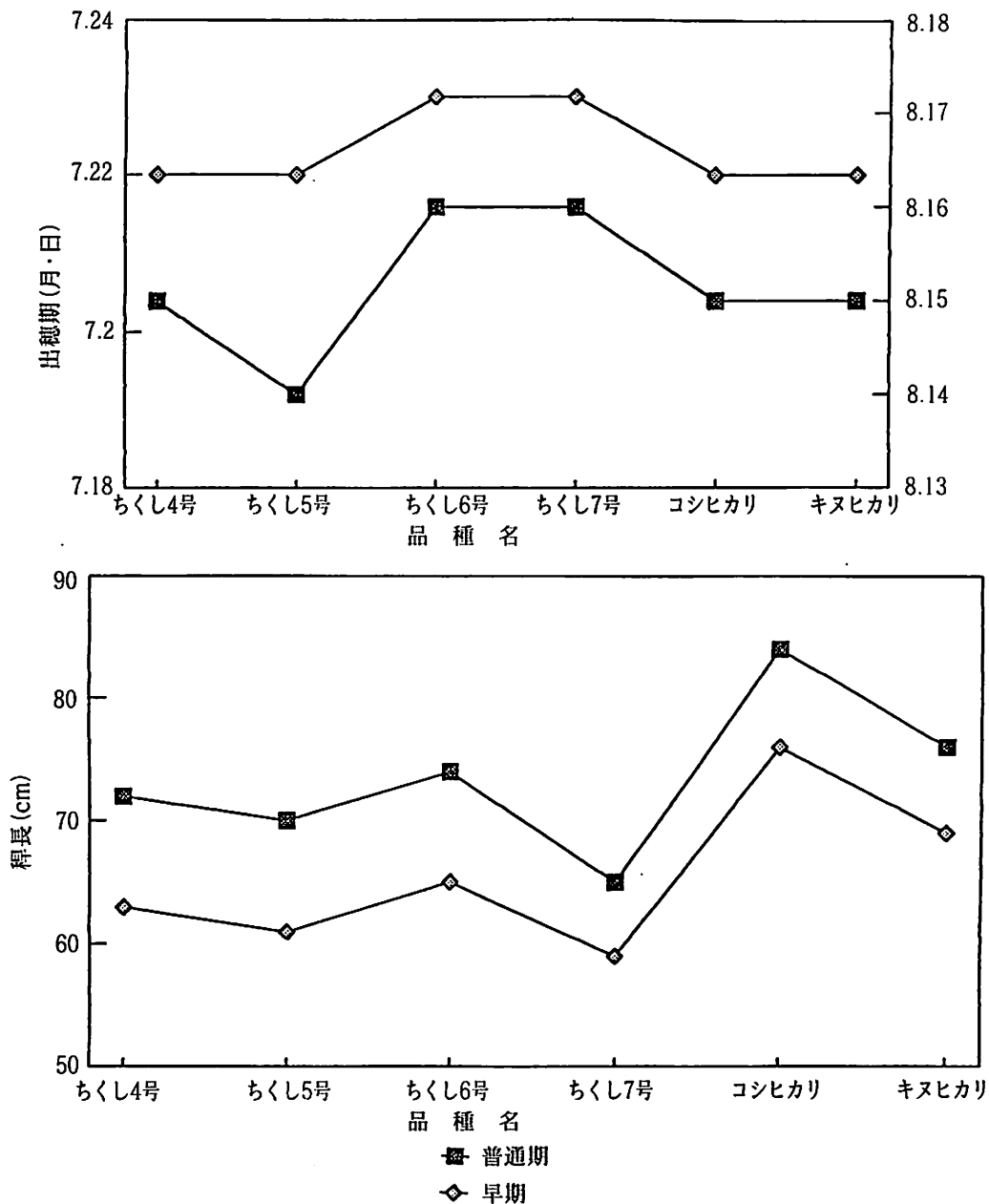
分散分析の結果を第35表に示した。出穂期における作期と品種の交互作用は1991年は有意、1992年は有意でなかった。

稈長では、作期の違いによる差は1991年は有意でなかったが、1992年は有意であった。交互作用は両年共に有意でなかった。

第30図に1992年における出穂期と稈長を作期別に示した。図によると、早期と普通期の出穂期の差はちくし5号が他の品種より1日大きかった。稈長は作期間の差はどの品種も同程度であり、作期の違いによって稈長の品種間差は変わらなかった。

第35表 出穂期と稈長における作期と品種の交互作用

要 因	1991年		1992年	
	自由度	平均平方	自由度	平均平方
出 穂 期				
品 種	10	6.44**	5	2.36**
作 期	1	5591**	1	7140**
交互作用	10	3.72**	5	0.317ns
反 復	1	0.820ns	2	0.194ns
誤 差	21	0.250	22	0.164
稈 長				
品 種	10	110**	5	255**
作 期	1	5.82ns	1	1420**
交互作用	10	2.77ns	5	3.44ns
反 復	1	1.46ns	2	1.36ns
誤 差	21	1.931	22	2.39



第30図 作期別の各品種の出穂期と稈長（1992年）

(5) 安定性の検定

Finlay・Wilkinsonの回帰分析による、回帰の品種間差についての分散分析の結果を第36表に、品種別の回帰係数の値を第37表に示した。

出穂期では、いずれも品種間差、環境間差が有意であるが回帰の品種間差は有意でなく、回帰分析によって適応性の品種間差を検出することはできなかった。回帰係数は、福岡県内の現地17カ所では0.96～1.08、本場では0.92～1.08とすべて1に非常に近く、供試品種はいずれも同程度の安定性を示した。

稈長では、いずれも品種間差、環境間差は有意であり、回帰の品種間差は現地では有意でなく、本場では有意であった。回帰係数は、福岡県内の現地17カ所では0.85～1.11、とすべて1に非常に近く、供試品種はいずれも同程度の安定性であった。本場では0.84～1.15であり、コシヒカリの回帰直線の傾きが大きく、ちくし7号では小さく、コシヒカリは年次を含む環境条件の違いに

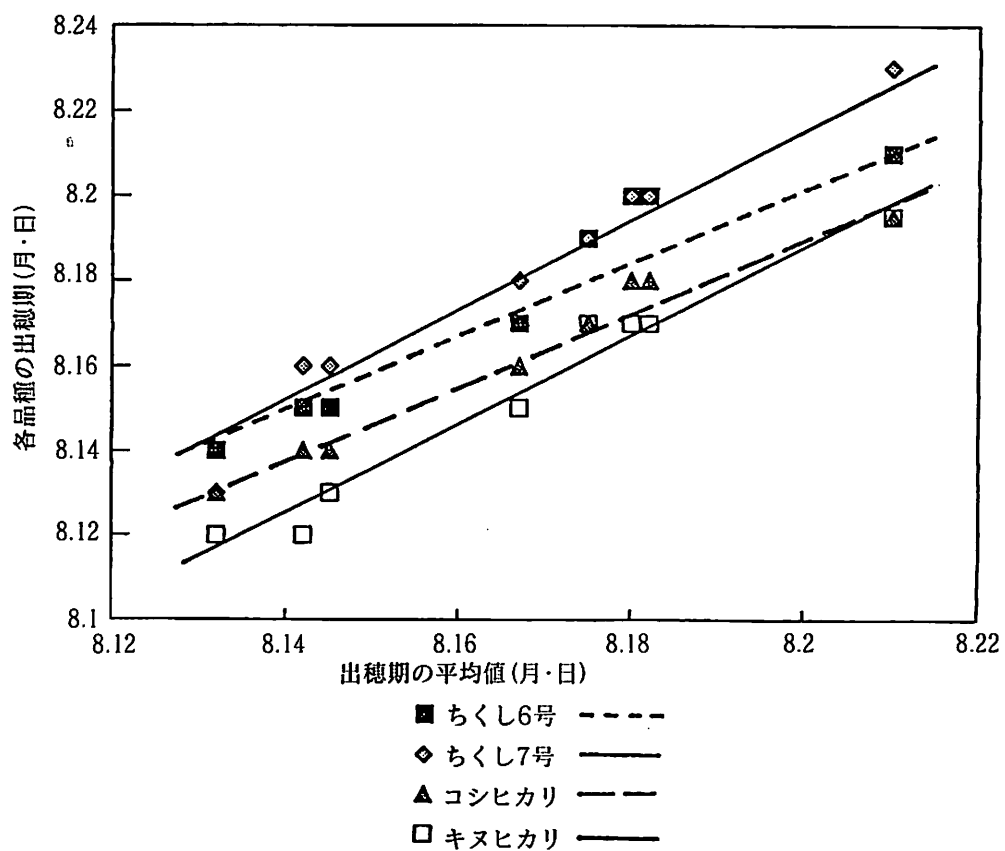
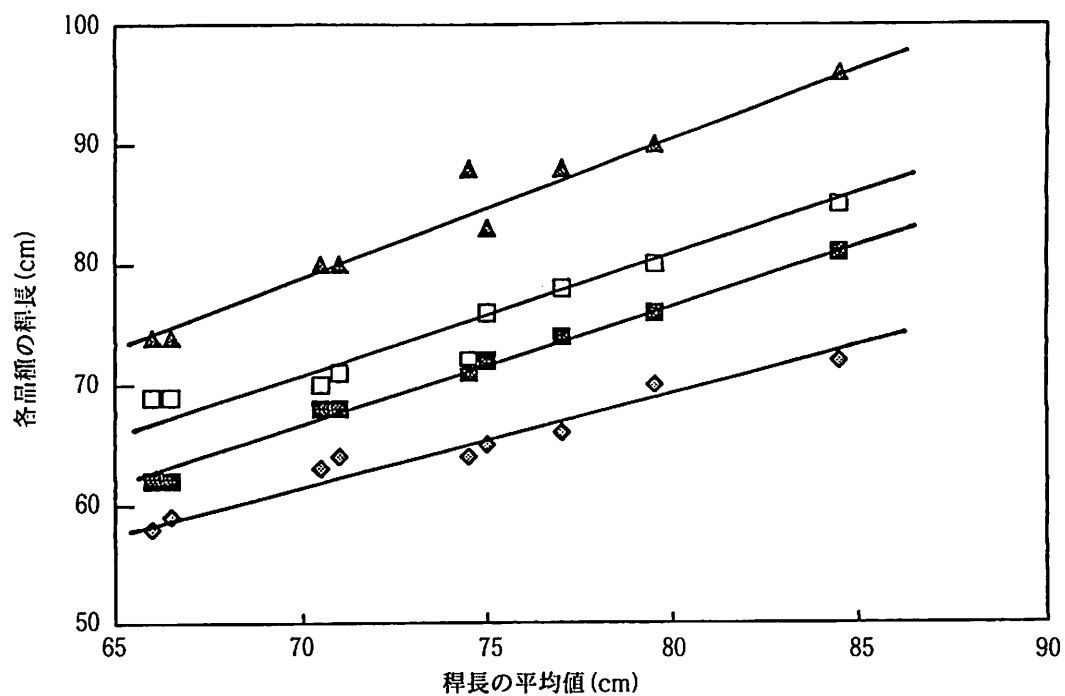
よる稈長の変化が他の品種より大きく、ちくし7号はそれほどでなく、他の2品種はその中間となった（第31図）。

第36表 出穂期と稈長における回帰の品種間差についての分散分析

要 因	現 地		本 場	
	自由度	平均平方	自由度	平均平方
出 穂 期				
品 種	5	9.25**	3	7.22**
環 境	16	170**	8	27.8**
交互作用	80	0.597ns	24	0.47ns
回帰の品種間差	5	0.940ns	3	0.44ns
残 差	75	0.468	21	0.477
稈 長				
品 種	5	740**	3	145**
環 境	16	133**	8	571**
交互作用	80	1.96ns	24	1.61ns
回帰の品種間差	5	3.06ns	3	5.11*
残 差	75	1.88	21	1.11

第37表 出穂期と稈長における回帰分析による品種別の回帰係数

	現 地		本 場	
	出穂期	稈 長	出穂期	稈 長
ちくし4号	1.03	1.05	—	—
同 5号	0.98	1.11	—	—
同 6号	0.96	0.98	0.92	1.04
同 7号	0.99	0.85	1.08	0.84
コシヒカリ	0.97	1.06	0.93	1.15
キヌヒカリ	1.08	0.96	1.07	0.97



第31図 出穂期と稈長におけるFinlay・Wilkinsonの回帰分析による回帰直線

3. 考 察

出穂期では、検討した環境条件のうち、年次と品種、場所と品種との間に交互作用がみられ、年次の違い、場所の違いによって出穂期に品種間差がみられ、品種によって異なる反応を示した。作期と品種の交互作用は2カ年の実験の内1カ年で認められた。施肥量と品種の交互作用は3カ年の実験の内1カ年で認められたが、その品種間差の変動は小さかった。

出穂期は感光性程度の異なる品種を供試すれば作期の違いによる品種間差異が大きくなり（朝隈1958）、作期と品種の交互作用がでてくる。極早生～早生の品種はいずれも同程度の小さな感光性であり、これらの品種を供試した場合は作期の違いによる出穂期の品種間差の変動は少ない（天本ら1996、田中・真鍋1990）。本論文の場合、作期による品種間差の変動は1日程度であり、交互作用が検出されたのは実験誤差（分散分析の誤差項の平均平方）が小さいことによっていると考えられる。施肥量の違いによる変動はさらに小さく、1日以内の品種間差の変動は実用上大きな問題はないと考えられるので、出穂期における施肥量と品種の交互作用は、たとえ存在するとしてもそれほど考慮しなくても差し支えないであろう。回帰分析の結果でも、どの品種の出穂期も同程度の安定性であることが示された。

水稻の草高（Datら1978）や稈長（堀江ら1967）において、施肥量と品種との間に交互作用が認められている。また、施肥による節間伸長にも品種間差異のあることが知られている（瀬古1962）。一方、耐肥性に品種間差があるとしたものの、稈長での品種と施肥量の交互作用は不明とした報告もある（角田1953）。本論文では稈長において、標準施肥で年次と品種、3カ年の実験の内1カ年で場所と品種に交互作用が認められたが、施肥量や作期の違いでは稈長の品種間差は変化しにくいことが明らかになった。場所による品種間差の違いもわずかであった。回帰分析による稈長の安定性の評価でも、年次を異にする試験を含む本場の試験結果ではわずかながら安定性に品種間差が認められたが、県内の現地試験の結果では安定性の品種間差が認められなかった。

以上のことから、出穂期では、年次や場所等の環境条件と品種の交互作用は検出されたものの品種間差の変動は小さく、特に施肥量の違いによる変動は小さく、実用上は施肥量と品種の交互作用は考慮しなくても良いことが示された。また稈長では、年次により品種間差が変わることはあるが、本論文の範囲での作期、施肥量の違いでは品種間差は通常変わらないことが明らかになった。したがって、単にこれら良食味品種における出穂期や稈長の品種間差をみるとときには、出穂期では年次や場所、稈長では年次を変えて試験を行う必要があるが、出穂期では施肥量、稈長では施肥量、作期を変えた試験の必要性は少ないと言える。またこれらの品種を県内に普及するとき、施肥量が違っていても既存品種との出穂期の差はあまり変動せず、また、施肥量や作期が違っていても、稈長の差はあまり変動しないものとして栽培技術指針を作成してもよいであろう。

なお、前節で述べたように収量には場所と品種の交互作用が、また食味には作期と品種の交互作用が認められたので（大里ら1996b）、良食味多収品種の育成には場所、作期を変えた試験が必要である。但しそのとき、場所や作期を変えても稈長の品種間差はあまり変わらないので、稈長の品種間差を把握するために行う稈長の調査はどれか一つ、たとえば本場の普通期栽培で行えば十分と思われる。

第4節. 摘 要

安定性の高い品種育成や奨励品種決定のための試験の効率化のために、品種と環境との交互作用の解析及び育成品種の適応性について検討した。

- (1) 極早生～早生の良食味品種では、収量について、年次と品種、場所と品種に交互作用があり、

収量の品種間差が年次や場所の違いで変動した。施肥量と品種、作期と品種の交互作用は認められなかった。よってこれら品種の収量を評価するときには年次や場所を変えた試験に重点を置いて行うべきである。

- (2) 収量について品種の適応性を回帰分析によって評価したところ、福岡県で育成された品種は比較品種と同程度の適応性や安定性を持っていた。
- (3) 出穂期では、年次と品種、場所と品種の交互作用があった。施肥量と品種、作期と品種の交互作用も検出されたが、それは実験誤差の小さいことによっており、特に施肥量の違いによる出穂期の品種間差はほとんど変わらなかった。
- (4) 稈長では、年次と品種、場所と品種の交互作用があったが、施肥量と品種、作期と品種の交互作用はなかった。また、出穂期や稈長について育成品種と比較品種は同程度の安定性を持っていた。
- (5) したがって、これら品種で出穂期や稈長の品種間差を評価するとき、年次、場所を変えた試験は必要であるが、出穂期では施肥量、稈長では施肥量、作期を変えた試験の必要性は少ないものと考えられた。
- (6) これら品種を県内に普及するとき、出穂期では施肥量、稈長では施肥量及び作期が違っても既存品種との差はあまり変動しないものとして栽培技術指針を作成してよいと判断された。

第V章 総合考察

米の良食味志向や産地間の競争が強まる中で、福岡県独自の銘柄米品種の速やかな育成が各方面から強く要望された。しかし、育種目標に合致した品種の育成に必要な基礎的研究はそれまで必ずしも十分ではなかったため、以下の諸点について検討した。

まず、育種試験の膨大なデータを迅速かつ正確に処理するための、表計算ソフトとワープロを利用した誰にでも出来る簡易な管理システムを開発した。この方法を利用することによって、育種のデータ処理が容易にできるばかりでなく、食味の重回帰分析や組合せ能力の計算、年次間相関、育成品種の家系分析等、今後の育種計画の策定に参考になる多くの重要な解析が可能となり、本管理システムが極めて有効であることが明らかとなった。

次に、良食味品種の選抜法について検討した。現在の水稲育種では、育成品種がコシヒカリ並の食味を持つことは前提である。食味を評価するための方法として従来から食味官能試験が行われてきたが、官能試験には多くの材料と労力を要するため初期世代での選抜が困難である。そこで、初期世代の予備的選抜を容易にするために米の理化学的特性と食味との関係を明らかにした。米の食味とアミロース含有率との関係については既に多くの報告があるが、本研究においてもアミロース含有率が低い品種ほど良食味の傾向にあることが確認された。また、多肥栽培ではタンパク質含有率が高くなり食味が低下したが、タンパク質含有率の低い品種が良食味になるとの傾向は認められなかった。さらに、食味と精米中の遊離糖含有率や遊離アミノ酸との関係も明らかでなかった。これらの結果から、食味の予備的な選抜にはアミロース含有率によるのが適当であろうと判断された。米の理化学的特性値の年次間および産地間変動の解析からも、アミロース含有率はアミログラム特性の最高粘度等とともに品種間の分散が年次間のそれより大きく、品種の効果が大きいことが示された。なお、理化学的特性を年次間で比較することで、従来困難であった食味の年次間差を推定することができた。

暖地で特に問題となる穂発芽抵抗性も重要な育種目標の一つであり、このため穂発芽性の選抜を行った。穂発芽検定法については統一されたものがないため、独自の方法を検討した。まず、穂発芽検定のための採穂時期を検討したところ、検定には成熟期以降に採穂すれば品種間差が顕著にあらわれることが明らかとなった。また、検定条件では28℃の定温器で、置床後5～7日後に調査を行うのが適当であることが明らかとなった。この方法により多数の系統について穂発芽性の選抜を行い、穂発芽難品種を育成することができた。

本研究の主目的は短期間に品種育成を行うことであった。このため、従来から行われている温室利用の世代促進に加え、冬期間に沖縄県石垣市の圃場を利用した世代促進を試みた。石垣島での世代促進は多数の材料について農業形質の選抜が可能で、早期の品種育成のために極めて効果的であった。また、固定した複数の新品種候補系統を同時に奨励品種決定調査と現地試験に供試し、品種登録のための調査と、普及予定地域における地域適応性を考慮した栽培試験を行ったところ、現地試験で供試系統の問題点摘出が可能になり、早期に最良の系統を選抜することができた。従来の奨励品種決定調査では、通常1～2の新品種候補系統について現地試験等を行っていたが、本研究で確立された育種システムを利用することによって多くの新品種候補系統が同時に供試でき、新品種決定までの年限を大幅に短縮することができるようになった。

本育種システムの利用により育成された新品種が福岡県内で普及に移され、広く栽培されている。育成された夢つくしは、コシヒカリの良食味及び穂発芽性難とキヌヒカリのもつ強稈性の形質を取り入れた新品種である。キヌヒカリとコシヒカリを両親とした雑種集団は、温室や石垣島の圃場を有効に利用して世代促進が図られ、その中から多数の穂系統が養成された。世代促進と同時に短稈、

穂発芽性、玄米品質、アミロース含有率の選抜が加えられた。さらに、収量、品質、食味について広範囲に地域適応性を検討して最終的な選抜を行い、交配後4年7カ月の短期間で育種目標に合った新品種、夢つくしを育成することができた。コシヒカリは母本としては使いにくい品種であるとされていた（櫛淵・山本1989）。しかし、キヌヒカリ×コシヒカリの食味の組合せ能力は高く（第2表）良食味品種を育成するためにはきわめて効果的な組合せであった。また、良食味とともに、キヌヒカリから強稈性を、コシヒカリから穂発芽性難を導入することができたのもこの交配組合せの選択が成功の大きな要因であり、後代系統での的確な選抜が育種目標通りの品種育成に結びついたものと考えられる。夢つくしは良食味であり、極早生品種では収量性ならびに玄米品質が安定していることから1997年の作付けは福岡県内で10,660haで、水稻全作付け面積の22.4%を占めるに至っており、生産者、流通関係者及び消費者の評価も高く、各方面からの期待にほぼ応えた品種ということができよう。

極早生の良食味品種の育成に続き、早生の良食味品種の育成を行った。早生品種は適期作業、経営規模拡大等の上で不可欠であるが、現在の主要品種である日本晴では食味が不十分であった。良食味の農林22号と強稈、良食味のキヌヒカリを交配し、選抜、固定を進めながら、本場内および現地での適応性を検討し、日本晴や黄金晴より収量が高く、食味がコシヒカリ並に優れる早生の良食味品種を育成した。良食味の早生品種は育成が困難であるとされていたが、このように適切な選抜を行うことでコシヒカリ並の食味をもつ早生品種が育成可能であることを明らかにすることができた。

育成した極早生～早生の良食味品種では、短期間に育成するため育種目標を緊急なものにしばったことから、いもち病抵抗性はいずれも不十分である。さらに、福岡県では穀倉地帯である筑後地域を対象とした良食味で、多収でかつ耐虫性（ウンカ類）を有する中～晩生品種を欠くことはできない。今後は、これらの特性を付与した品種育成が、福岡県のみならず、暖地での稲作発展のためにも重要な課題である。また、育成品種は良食味を重点に置いたのでコシヒカリやその近縁の品種を交配親として多用しており（大里・吉田1996a）、今後は育成品種の遺伝的ぜい弱性（Walsh 1981）を避けるためにも遺伝的背景の拡大が必要である（Dilday 1990）。第38表に、育成品種（良食味品種群）と従来の品種（多収品種群）について、表の左側に示した主要品種との近縁係数の値を各群別に平均値で示した（吉田・今林1998）。第38表によると、育成した良食味品種群はコシヒカリ等との近縁度が高く、一方レイハウ、ニシホマレ等との近縁度が低いことが数量的に明確に示されている。レイハウ、ニシホマレ等は1970、80年代に北部九州に広く栽培されていた品種で、多収、耐病虫性、安定性等の有用遺伝子が多く、の在来品種等から集積された当時の基幹品種である（岡田1979）。今後は、良食味を維持しつつ、これらの多収、耐病虫品種の遺伝子も積極的に導入していき、頑強な遺伝的背景を持った品種育成の必要があろう。

なお、ここでは短期の品種育成を目標にしたが、薬培養による半数体育種法はとらなかった。半数体育種法では固定系統を得るまでの期間は短縮可能である。しかし、品種育成には特性検定、現地試験等が欠かせず、それらの試験に要する期間の方が固定に要する期間よりも通常は長く、前述したようにその期間を短縮することが短期の育成に必須であった。本論文では、世代促進を有効に実施して交配の2年後には生産力検定試験に供試可能な系統を得ており、たとえ半数体育種法によったとしても、これ以上の生産力検定試験実施までの期間の短縮化は困難であった。さらに、交配翌年には4,400のF₃個体を圃場で育て、その中から600系統を選抜した（第20表）が、半数体育種法では到底それだけの数の材料を養成することは困難であり、十分な規模での選抜はできないため育種目標通りの系統を得ることができたかどうかは疑問である。このように、本論文では短期間の品種育成のために通常の交雑育種法を選択し、育種目標をしばらく、多数の系統から選抜を的確に行い、現地試験を行いながら選抜をするという方法により短期間の品種育成を実現した。主要な育

第38表 良食味品種や多収品種と主要品種との間の近縁係数

	良食味品種群	多収品種群
コ シ ヒ カ リ	0.477	0.161
初 星	0.414	0.152
農 林 2 2 号	0.406	0.300
黄 金 晴	0.389	0.224
月 の 光	0.389	0.225
キ ヌ ヒ カ リ	0.331	0.099
農 林 8 号	0.242	0.180
農 林 1 号	0.227	0.021
農 林 6 号	0.226	0.181
陸 羽 1 3 2 号	0.170	0.041
愛 国	0.163	0.082
三 井 神 力	0.083	0.043
農 林 1 2 号	0.042	0.022
日 本 晴	0.327	0.306
旭 ・ 朝 日	0.134	0.115
器 量 好	0.122	0.103
金 南 風	0.062	0.064
陸 稲 戦 捷	0.008	0.010
シ ン レ イ	0.246	0.415
ト ヨ タ マ	0.177	0.413
ツ ク シ ホ マ レ	0.223	0.369
レ イ ホ ウ	0.181	0.289
ホ ウ ヨ ク	0.043	0.282
ニ シ ホ マ レ	0.173	0.273
全 勝 2 6 号	0.026	0.152
シ ラ ヌ イ	0.024	0.146
十 石	0.021	0.141

良食味品種群は福岡農試育成の17品種,多収品種群はレイホウ,ニシホマレ,ツクシホマレ,ヨカミノリ,西海176号,西海190号の平均値。

種操作としては半数体育種法をとらなかった当初の判断が正しかったものと考えられる。

育成された品種について、品種と環境との交互作用の推定や、安定性・環境適応性を評価しておくことは、育成品種の普及や、今後の品種育成のために不可欠であると思われる。収量で品種と年次、品種と場所との交互作用が検出され、年次や場所を変えた収量試験の実施が重要であることが再確認された。また、出穂期や稈長における品種と環境の交互作用からは、これらの品種を県内に普及するとき、施肥量が異なる場合でも既存の品種との間に出穂期の差があらわれないこと、また、施肥量や作期が違っても稈長の差異はほとんど変動しないことが明らかにされた。さらに、育成された良食味の品種が収量性やその安定性・適応性で比較品種より劣ることはないこと等、多くの重要な情報が得られた。育成した新品種について、これらの品種と環境との交互作用を明らかにし、

安定性や環境適応性についての情報を提供しておくことは、今後の品種育成のみならず、新品種普及の方策や栽培技術の改善等にも益するところが大きいと考えられる。

以上のように、本論文は福岡県に適した水稻品種育成に必要な基礎試験、実際の品種育成、さらにそれら品種の適応性の評価など、基礎から応用までを網羅したものとなっている。したがって、ここで得られた知見や成果は、単に福岡県のみでなく、地域農業の振興を図ろうとしている他地域の多くの研究者にも参考になるところが大きいものと考えられる。

第Ⅵ章 総合摘要

米の良食味米志向や産地間競争がますます強まる中で、県独自の銘柄品種の育成が急務であった。そこで、短期間に新品種を育成するため、育種試験データの簡易な処理法やそのデータベースを用いていくつかの解析を行う等より効率的な育種システムについて検討した。また、良食味品種選抜法を確立するため、米の理化学的特性と食味との関係及び食味関連形質の年次変動を検討した。さらに、従来の品種育成よりも効率的な短期育成法について検討するとともに、品種と環境との交互作用の解析及び育成品種の適応性についても検討した。得られた結果はつぎのように要約される。

1. 水稻育種試験成績を簡単に管理するための、ワープロと表計算ソフトを利用したデータ管理システムを作った。データ管理システム利用により育種計画の策定に参考になる各種解析が容易にできた。出穂期の影響を除いてもアミロースや窒素含有率が食味と関連していること、食味の組合せ能力に差があること、育種材料の遺伝的構成、系譜的關係による育成品種の分類が可能なこと等が示された。
2. 米の食味は、品種間比較ではアミロース含有率と関係があり、アミロース含有率の低い品種は良食味であった。多肥では窒素含有率が高まり食味が低下した。遊離糖や遊離アミノ酸含有率との関係は明確でなかった。年次間と品種間の分散を比較すると、アミロース含有率、最高粘度及びH/A3では品種間の分散が年次間の分散より大きく、逆に、タンパク質含有率、ブレイクダウン及びH/Hは年次間の分散が品種間の分散より大きかった。理化学的特性値からは1994年の食味が良かったと推察された。

テクスチャー特性のH/A3、H/Hとタンパク質含有率は産地による変動が大きかった。一方、アミロース含有率およびアミログラム特性は、産地による変動が小さかった。フォーリングナンバー値で穂発芽の推定が可能であった。穂発芽性の選抜方法を確認し、穂発芽難系統の選抜を行った。

3. 冬期間に沖縄県石垣市の圃場を利用することで、多数の材料について農業形質での選抜を早期にすることが可能であり、一刻も早い品種育成のために極めて効率的であった。いくつかの新品種候補系統を同時に現地試験に供試することで、地域適応性の検討や、奨励品種決定調査や種苗登録のために要する年限を短縮化した。

コシヒカリの耐倒伏性、キヌヒカリの穂発芽性を改良することを育種目標として両者の交配を行い、交配の4年7ヶ月後に目的どおりの極早生の新品種を育成した。また、食味がコシヒカリ並に優れる、早生の新品種も育成した。

4. 極早生～早生の良食味品種では収量の品種間差が年次や場所の違いで変動したが、施肥量と品種、作期と品種の交互作用は認められなかった。したがって、収量評価には年次や場所を変えた試験に重点を置いて行うべきであると考察した。収量についての適応性の回帰分析によると、福岡県の育成品種は比較品種と同程度の適応性や安定性を持っていた。出穂期では、年次と品種、場所と品種、施肥量と品種の交互作用があった。作期と品種の交互作用も検出されたが、それは実験誤差の小さいことにもよっており、特に施肥量の違いによる品種間差はほとんど変わらなかった。

稈長では、年次と品種、場所と品種の交互作用があったが、施肥量と品種、作期と品種の交互作用はなかった。極早生～早生品種で出穂期や稈長の品種間差を評価するとき、年次、場所を変えた試験は必要であるが、出穂期では施肥量、稈長では施肥量、作期を変えた試験の必要性は少ない。したがって、極早生～早生品種を県内に普及するとき、出穂期では施肥量、稈長では施肥

量，作期が違ってても既存品種との差はあまり変動しないものとして栽培技術指針を作成してよいと考えられた。

出穂期や稈長についての回帰分析によると，育成品種と比較品種は同程度の安定性を持っていた。

5. 以上のように，本論文では福岡県内に適する良食味品種を短期間に育成するのに必要な基礎研究を行い，実際に育種目標どおりに新品種を育成し，育成品種と環境の交互作用を推定し，育成品種の環境適応性や安定性を明らかにした。

引用文献

- 天本真登・御厨初子・横尾浩明 1996. 佐賀県下の中山間地水田における野菜導入のための水稻の作期と品種. 日作九支報 **62**:23-26.
- 荒木均・池橋宏 1984. 亜熱帯における稲の世代促進方法の確立. 熱研沖縄支所研究資料 No.1. 1-16.
- 朝隈純隆 1958. 水稻の出穂に関する生態的研究 (I 報). 2, 3 条件と出穂日数について (II 報) 日本稲の基本栄養生長性, 感光性, 感温性に就いて. 日作紀 **27**:61-66.
- 竹生新治郎・渡辺正造・杉本貞三・酒井藤敏・谷口嘉廣 1983. 米の食味と理化学的性質の関連. 澱粉科学 **30**:333-341.
- Dat, T. V., M. L. Peterson and J. N. Rutger 1978. Performance of rice composites dimorphic for plant height and for pubescence. Crop Sci. **18**:1-4.
- De Datta, S. K. and F. E. Broadbent 1988. Methodology for evaluating nitrogen utilization efficiency by rice genotypes. Agron. J. **80**:793-798.
- Dilday, R. H. 1990. Contribution of ancestral lines in the development of new cultivars of rice. Crop Sci. **30**:905-911.
- 江幡守衛・平沢恵子 1982. 米飯のテクスチャーに関する研究. 第1報テクスチャーと食味との関係について. 日作紀 **51**:235-241.
- 遠藤勲・竹生新治郎・鈴木実・小林亮一・中正三 1973. 理化学的測定による米の食味評価. 食品総合研究所報告 **31**:1-11.
- 遠藤勲・柳瀬肇・石間紀男・竹生新治郎 1980. 極少量炊飯方式による米飯のテクスチュロメーター測定. 第1報測定条件の検討と主要品種への適用. 食総研報 **37**:1-8.
- Fehr, W. R. 1987. Principles of cultivar development Vol.1 Theory and technique. Macmillan Publishing Co., New York, U.S.A. 247-260.
- Finlay, K. W. and G. N. Wilkinson 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res. **14**:742-752.
- 藤井潔・朱宮昭雄・工藤悟・伊藤俊男 1990. 水稻穂発芽性検定に関する研究. 第1報最適採穂時期及び穂発芽ごく難系統選抜法. 愛知農試研報 **22**:1-12.
- 藤井潔・朱宮昭雄・工藤悟・伊藤俊男 1991. 水稻穂発芽性検定に関する研究. 第2報短日処理による同時出穂下での品種間差異の検定. 愛知農試研報 **23**:41-45.
- 福岡県立農業試験場 1979. 福岡県立農業試験場 100 年史. 福岡県立農業試験場 1-629.
- 古野久美・松江勇次・浜地勇次・今林惣一郎 1991. 北部九州における水稻雑種集団のアミロース含有率の選抜効果. 日作九支報 **58**:21-22.
- 藤巻宏 1981. 水稻育成系統の配布先試作試験のデータベースー育種とコンピューターー. 農業技術 **36**:62-67.
- Gravois, K. A., K. A. K. Moldenhauer and P. C. Rohman 1991. Genetic and genotype x environment effects for rough rice and head rice yields. Crop Sci. **31**:907-911.
- 橋本俊司 1995. 水稻品種「キヌヒカリ」において収穫直前の温度が穂発芽発生程度に及ぼす影響. 日作紀 **64**:87-88.
- 本庄一雄 1971. 米のタンパク含量に関する研究. 第1報タンパク質含有率の品種間差ならびにタンパク質含有率に及ぼす気象環境の影響. 日作紀 **40**:183-189.
- 堀江正樹・山村巖・細山利雄 1967. 作物の諸特性についての統計学的解析. V. それぞれ3水準

- の栽植密度および施肥窒素量を異にした水稻品種を一括したときの形態総合特性の品種間差異. 日作紀36:179-184.
- 池橋宏1973. 稲の発芽諸特性の品種間差および環境変動に関する育種学的研究. 農事試験報19:1-60.
- 稲津脩1982. 米の食味検定. 米の食味の理化学性. 北海道立農試資料15:49-64.
- 稲津脩1988. 北海道産米の食味向上による品質改善に関する研究. 北海道立農試報66:1-89.
- 石間紀男・平宏和・平春江・御子柴穆・吉川誠次1974. 米の食味に及ぼす窒素施肥及び精米中のタンパク質含有率の影響. 食総研報29:9-15.
- 岩下友記1971. 水稻穂発芽性難品種の育成に関する研究. 鹿児島農試70周年記念誌. 71-99
- Juliano, B.O. 1971. A simplified assay for milled rice amylose. Cereal Sci. Today16:334-360.
- 狩野幹夫・岡野博文1984. 茨城県産水稻玄米の化学成分とその変動要因に関する研究. 茨城県農試研報24:51-66.
- 河田尚之1988. オオムギ品種育成データ処理プログラムの開発とその利用. 九農研50:43.
- 川上修・長澤祐滋1992. 食味関連成分および物理的食味測定値と米食味の関係. 北陸作物学会報27:8-9.
- 木戸三夫・梁取昭三1965. 米粒蛋白質集積過程の組織化学的研究. 日作紀34:204-209.
- 菊池文雄1983. 選抜における遺伝子型と環境の交互作用. 村上寛一監修, 作物育種の理論と方法. 養賢堂, 東京, 30-37.
- Kinoshita, T., Y. Kamitani, J. Yoshida, T. Urano, N. Ninura and T. Hanai 1991. Ultramicro analysis of reducing and non-reducing sugars by liquid chromatography. Journal of liquid chromatography 14:1929-1938.
- 櫛渕欽也・大塚雅雄1978. 水稻新品種育成試験成績のデータ・ベース化とその利用例. 育雑28:378-385.
- 櫛渕欽也・山本隆一1989. 稲の育種・時代を追って. 日本穀物検定協会, 図説・米の品種. 日本穀物検定協会, 東京. 227-249.
- 薦田快夫1938. 水稻の晩播晩植に依る出穂期の移動. 日作紀10:183-196.
- 香村敏郎1979. 水稻日本晴の育成. 瀬古秀生監修, 続・稲の品種改良. 全国米穀配給協会, 東京. 129-241.
- 前重道雅1981. 米の食味関与要因の変動に関する研究. 第2報玄米タンパク質含量の生産地間差異. 広島県農試報44:29-38.
- 丸山悦子・東紀代香・梶田武俊1983. 米飯の物理化学的特性と食味評価の関係. 家政誌34:819-825.
- 松林実・中村公則・村田孝雄・関村栄1959. 寒冷地の陸稲早期移植栽培について. 日作紀28:61-62.
- 松江勇次・矢野雅彦1991a. 水稻の穂発芽が米の食味と理化学的特性に及ぼす影響. 日作九支報58:26-27.
- 松江勇次・水田一枝・古野久美・吉田智彦1991b. 北部九州産米の食味に関する研究. 第1報移植時期, 倒伏の時期が米の食味および理化学的特性に及ぼす影響. 日作紀60:490-496.
- 松江勇次・原田 二・吉田智彦1992. 北部九州産米の食味に関する研究. 第4報 品種および産地での食味の安定性. 日作紀61:545-550.
- 松尾孝嶺・角田重三郎1950. 草型を異にする稲品種の硫安施用並びに栽植密度に対する反応. 日作紀19:94-98.

- 松崎昭夫・松島省三・富田豊雄 1973. 水稻収量の成立原理とその応用に関する作物学的研究. 第 113 報 穂揃期窒素追肥が品質に及ぼす影響. 日作紀 42:54-56.
- 松崎昭夫・高野哲夫・坂本晴一・久保山勉 1992. 食味と穀粒成分および炊飯米のアミノ酸との関係. 日作紀 61:561-567.
- 水田一枝・吉田智彦 1994. ビール大麦交配両親名データベースの構築と解析. 農業情報研究 3:65-78.
- 水田一枝・佐々木昭博・吉田智彦 1996. 近縁係数のための Prolog によるコンピュータプログラムとそのビール大麦品種の近縁関係の解析への応用. 農業情報研究 5:19-28.
- Murphy, J.P., T.S.Cox and D.M.Rodgers 1986. Cluster analysis of red winter wheat cultivars based upon coefficients of parentage. Crop Sci. 26:672-676.
- 永松土巳・原田淳・石川文雄 1959. 早期水稻の穂発芽現象. 日作九支報 14:16-17.
- 長峰司・和田学 1982. 水稻の晩期乾田直播栽培における品種の適応性. 日作紀 51:190-195.
- 浪花勲・横山俊一・三鍋昌俊 1970. 米質に及ぼす窒素施肥条件の影響. 2 出穂揃期の窒素追肥量および籾数を異にした場合における玄米の蛋白質含量について. 福井大教育紀要 V8:1-11.
- 小田原孝治・松江勇次・比良松道一・和田信一郎 1992. 福岡県北部に分布する灰色低地土と黒ボク土産稲体の無機成分及びアミロース含有率の差異. 日作紀 61(別 2):47-48.
- 尾形武文・浜地異次・松江勇次 1994. 西南暖地における 1993 年の登熟期間の低温が米の食味及び理化学的特徴に及ぼした影響. 日作紀 63 (別 2):287-288.
- 尾形武文・住吉強・松江勇次・浜地勇次 1995. 水稻品種「夢つくし」の食味および理化学的特性. 福岡農総試研報 11:11-13.
- 岡田正憲 1979. ホウヨクとレイハウ. 瀬古秀生監修, 続・稲の品種改良. 全国米穀配給協会, 東京. 242-314.
- 大里久美・吉田智彦 1996a. イネ育成系統の近縁係数およびその食味との関係. 育雑 46:295-301.
- 大里久美・浜地勇次・松江勇次・吉田智彦 1996b. 品種と環境要因の交互作用からみた米の食味評価. 日作紀 65:585-589.
- 大里久美・浜地勇次・川村富輝・今林惣一郎 (1998). 出穂期の影響を補正したアミロース含有率による水稻良食味系統の選抜効果. 日作紀 (投稿中).
- Perten, H. 1964. Application of the falling number method for evaluation alpha-amylase activity. Cereal Chem. 41:127-140.
- Perten, H. 1985. Shortening falling number analysis time for measuring the sprout damage of wheat at harvest. Cereal Chem. 62:474-475.
- Rasmusson, D.C. and J.W.Lambert 1961. Variety x environment interactions in barley variety tests. Crop Sci. 1:261-262.
- 佐々木昭博・吉田智彦 1983. 非醸造用大麦育種試験成績のデータベース化とその利用—育種とコンピュータ 23—. 農業技術 38:203-207.
- 佐々木多喜雄 1997. きらら 397 誕生物語. 北海道出版企画センター, 札幌. 1-284.
- 佐々木次郎・鴫田廣身・伊藤修 1993. 宮城県におけるササニシキの白米窒素含有率の変動. —m² 当たり籾数及び出穂期との関係—. 日作東北支部報 36:67-69.
- 瀬古秀生 1962. 水稻の倒伏に関する研究. 九州農試彙報 7:419-499.
- 食糧庁 1978. 米の食味試験実施要領. 食糧庁, 東京. 1-24.
- 杉山智美・小西雅子・寺崎太郎・畑江敬子・島田淳子 1995. 米粒中の微量成分とその偏在. 日食工誌 42:401-409.

- スネデカー, 1966. 統計的方法. 畑村又好・奥野忠一・津村善朗訳. 岩波書店, 東京. 1-478.
- 田淵尚一 1984. カンショ交配記録のデータベース化. 育雑 **34**:109-114.
- 高橋保夫・岩田岩保・馬場赴 1959. 水稻品種の耐肥性に関する研究. 第1報品種の耐肥性と窒素及び炭水化物代謝との関係. 日作紀 **28**:22-24.
- Tamaki, M., M. Ebata, T. Tashiro and M. Ishikawa 1989. Physico-ecological studies on quality formation of rice kernel. III. Effects of ripening stage and some ripening conditions on free amino acids in milled rice kernel and in the exterior of cooked rice. Japan. Jour. Crop Sci. **58**:695-703.
- 田中浩平・真鍋尚義 1990. 福岡県における平成元年水稻の移植時期, 気象要素と生育・収量・品質. 日作九支報 **57**:21-24.
- 田島眞・堀野俊郎・前田万里・孫鐘録 1992. 米粒外層から抽出されるオリゴ糖類. 日食工誌 **39**:857-861.
- 建部雅子・宮田邦夫・金村徳夫・米村忠克 1994. 登熟にともなう玄米の糖・アミノ酸含有率の推移および窒素栄養条件の影響. 土肥誌 **65**:503-513.
- 館野担 1959. 水稻の穂発芽と収量・品質への影響. 農業技術 **14**:486-489.
- 戸田修 1993. 富山県における奨励品種決定試験データを用いた水稻品種の適応性評価. 育雑 **43**:575-588.
- 土屋隆生・上本哲 1988. 広島県内水稻主要品種の食味に関する研究. 第1報中生新千本とアキツホの精白米のテクスチャーの地帯間差異. 広島農試報 **51**:19-25.
- 角田重三郎 1953. 水稻の肥沃地向品種と瘠地向品種との比較-生育中の窒素含有率について-. 日作紀 **21**:209-210.
- 和田學 1984. 福岡県における水稻・小麦品種の適応性. 福岡農総試研報 **A-3**:1-6.
- 和田學・矢野雅彦 1985. 水稻早・晩性品種の地域適応性. 福岡農総試研報 **A-5**:1-6.
- Walsh, J. 1981. Genetic vulnerability down on the farm. Science **214**:161-164.
- 山内富士雄・大内邦夫 1982. 北海道産米の化学成分組成に関する研究. 第1報玄米化学成分と品種・栽培年次及び窒素施用量. 北海道農試研報 **134**:127-132.
- 山下鏡一・藤本堯夫 1974. 肥料と米の品質に関する研究. 1 肥料が米のデンプンの理化学的性質に及ぼす影響. 東北農試研報 **48**:55-63.
- 吉田智彦 1984. コンピュータを利用したカンショ育種試験成績のとりまとめ方法. 育雑 **34**:373-378.
- 吉田智彦 1987. TSS処理をバッチ処理に変える. 農林水産研究計算センターニュース **39**:132-134.
- 吉田智彦・今林惣一郎 1996. 水稻良食味品種の遺伝的背景. 日作紀 **67**:101-103.

Summary

Breeding of Rice Cultivars with High Palatability and the Adaptability of the Released Cultivars in Fukuoka Prefecture

by

Souichirou Imabayashi

1. Rice breeding records of Fukuoka Agric. Res. Center were stored in a database of word-processor and spreadsheet system. Multiple regression of palatability, combining ability in palatability, correlations between palatability and other traits, correlations of several agronomic traits among different years or fertilizing levels, coefficients of parentage among breeding lines, etc. were computed and many valuable suggestions to make the rice breeding more efficient were obtained by using this simple data management system.
2. Cultivars with high palatability tended to have low amylose content. Heavy nitrogen application caused low palatability with high nitrogen content in grains. Palatability was not correlated with sugar content in grains.
3. Variance among years were smaller than that among cultivars in amylose content, maximum viscosity and H/A3. It was estimated that palatability in 1994 was better than other years, judging from the physicochemical properties. Variance among years were larger than that among cultivars in protein content, breakdown and H/- H.
4. Preharvest sprouting could be estimated by falling number value. Lines with high tolerance to preharvest sprouting were selected.
5. Winter nursery in Okinawa enabled not only to accelerate generations but to select plants with good agronomic traits from many plants.
6. Several candidate lines were tested at the same time for recommendable cultivars and the length of years for the official cultivar release and registration could be reduced.
7. An extremely early-maturing cultivar with high palatability, tolerance to preharvest sprouting and lodging resistance was developed. It was registered only 5 years after crossing.
8. An early-maturing cultivar with high palatability was developed, though it had been believed to be difficult to combine the early maturing and high palatability.
9. Genotype x year and genotype x location interactions of yield were significant.

Genotype x cropping season and genotype x amount of fertilizer interactions of yield were not significant. These results show the importance of yield tests conducted under different years and locations.

10. Regression coefficients obtained by Finlay-Wilkinson's method for evaluation of adaptability in yield were nearly the same for newly bred cultivars as check cultivars. Newly bred cultivars had same or higher yield than check cultivars.
11. Genotype x year, genotype x location, genotype x amount of fertilizer and genotype x cropping season interactions of heading date were significant. Though it was significant owing to small experimental error, the change of varietal difference in heading date under different amounts of fertilizer was very small.
12. Genotype x year and genotype x location interactions of culm length were significant. Genotype x cropping season and genotype x amount of fertilizer interactions of culm length were not significant.
13. These results show that new cultivars with high palatability can be recommended by assuming that the difference in heading date from check cultivars may not differ according to the amount of fertilizer or in culm length according to the amount of fertilizer or cropping season.
14. Regression coefficients by Finlay-Wilkinson's method for evaluating the stability of heading date and culm length were nearly the same for newly bred cultivars as check cultivars.

福岡県農業総合試験場特別報告

第14号

福岡県における良食味水稻品種の育成及び
育成品種の適応性に関する研究

発 行 平成11年3月
福岡県農業総合試験場
(福岡県筑紫野市吉木)

著 者 今 林 惣一郎

印刷所 城島印刷有限会社