

福島県における水稲品種の用途別品質に関する研究*

佐藤 弘一**

(福島県農業総合センター作物園芸部)

Studies on the Quality by the Use of the Rice Cultivar in Fukushima Prefecture*

Hiroichi SATO**

目 次

1 緒言	1	(3) 餅硬化性とRVA特性の関係	21
2 水稲福島県育成系統の家系分析	3	(4) 糯品種の尿素崩壊性と糊化温度、ピーク温 度との関係	22
(1) 育成系統の主要品種との近縁係数	4	(5) 餅加工特性に対する登熟気温の影響	23
(2) 近縁係数と農業形質との関係	7	(6) まとめ	23
(3) まとめ	8	6 水稲糯品種の糊化特性と玄米千粒重、玄米白 度との関係	24
3 味度メーターおよびラピッド・ビスコ・アナ ライザーを利用した水稲良食味系統選抜	9	(1) RVAによる糊化特性、玄米千粒重、玄米 白度についての遺伝率	24
(1) 食味官能検査値、味度値およびRVA特性 値相互の関係	9	(2) 糊化温度、ピーク温度、玄米千粒重、玄米 白度それぞれの遺伝相関	26
(2) 味度値、RVA特性値の遺伝力	10	(3) 糊化温度、ピーク温度と栽培特性	27
(3) 主成分分析による食味の評価	11	(4) まとめ	28
(4) まとめ	11	7 新品種の育成	28
4 味度値、RVA特性の遺伝分析	12	(1) 良食味品種の育成	28
(1) 味度値とRVA特性の一般組合せ能力とダ イアレル分析	12	(2) 加工特性の優れた糯品種の育成	30
(2) 味度値、RVA特性値と農業形質の関係	15	(3) まとめ	32
(3) まとめ	18	8 摘 要	32
5 水稲糯品種の餅硬化性、糊化特性および尿素 崩壊性による選抜方法	19	謝 辞	34
(1) 水稲糯品種の餅硬化性	19	引用文献	34
(2) 水稲糯品種のRVA特性	21	Summary	37

キーワード：遺伝率、硬化特性、食味、味度値、RVA特性

Key words : hardness, heritability, mido value, palatability, RVA characteristics

1 緒言

品種の家系を解析し、品種の血縁関係と品種の特性との関係を解析することは重要である。日本の稲品種の近縁係数を用いた家系分析は、酒井³⁶⁾、大里・吉田³⁴⁾、吉田・今林⁶⁵⁾、重宗ら⁴⁶⁾が行っている。近縁係

数と品種の特性についての解析は、大里・吉田³⁴⁾、重宗ら⁴⁶⁾が育成系統の食味と対コシヒカリ近縁係数との関係について報告している。これらの報告は主に北部九州での材料、北陸研究センターにおいて育成された材料についてであり、広く各地域での品種や育成材料について家系分析を行う必要がある。良食味品種の育

受理日 平成20年11月4日

* 本論文は、東京農工大学審査学位論文を基に編集・加筆したものである。なお、本報告の一部は日本作物学会紀事に発表した。

** 現福島県相双農林事務所農業振興普及部

成には交配親が重要であるが³⁷⁾、コシヒカリの食味を求めていく限り、育成品種の遺伝的背景が狭くなる危険性が指摘されており、遺伝的背景を拡大する必要性があるとされている³²⁾。

現在、一般に用いられている米の食味検定には官能検査法があり、炊飯米の外観、味、香り、粘り、硬さおよび総合評価で判定されている³⁸⁾。育種においては、育成途中の多数の系統の中から、良食味系統を少量のサンプルで効率的に選抜する必要がある。

本研究では、まず、育成品種の遺伝的背景の拡大を考慮した良食味品種を育成するために、育成系統の家系分析を行い、近縁係数と栽培特性、食味との関係を検討した。次に、味度メーター値（以降味度値と表記）およびラピッド・ビスコ・アナライザー特性値（以降RVA特性値と表記）と食味官能検査との関連を調査し、良食味系統選抜への利用を検討した。良食味品種を用いた交配により、味度値、RVA特性値の一般組合せ能力、ダイアレル分析を行い、親としての能力、親品種の優劣性、遺伝子の作用について検討した。なお、平尾ら¹⁰⁾は味度値に品種間差が大きく、出穂期と関係があり、玄米品質や整粒歩合、窒素含有率とも密接に関係していると報告している。水多ら²³⁾は味度値と玄米品質、玄米の粒厚について検討している。そこで、いもち病抵抗性の弱いはえぬき⁴³⁾と、良食味品種でいもち病抵抗性の強い中部109号⁴³⁾の組合せについての後代を利用し、味度値、RVA特性値と農業形質との関係について検討を行った。

糯品種の育成において、これまでは生産力、耐倒伏性、耐冷性、耐病性および外観品質などの栽培特性の改良に重点をおいてきたが、現在は食味、加工適性がより重要視されている¹⁾。効率的に優れた加工適性を備えた糯品種を育成するためには、育成途中の系統の加工適性を少量の試料で評価する必要がある。糯米の切り餅およびあられとしての適性は、餅硬化性などにより評価される。この餅硬化性は、餅生地硬くなる速さを示すもので、作業効率に影響する要因として重視されている。餅硬化性の検定方法には、冷蔵した餅生地の曲がりの比較⁶⁾、テンシプレッサーによる貫入抵抗¹³⁾、果実硬度計³¹⁾による餅硬度の測定など、物理的な評価方法が従来から報告されている。一方、ビスコグラフによって測定する糊化特性のうち、糊化温度は、餅硬化性の指標として有効であることが報告されている⁶²⁾。しかし、これらの検定法では大量の材料と多くの労力を要する。

一方、水稻の食味特性評価に利用されているRVAは、ビスコグラフに比べ、サンプルが少量でかつ短時間で測定可能である。これまで、RVAを利用し、餅

硬化性と糊化特性との関係が調べられ、糊化温度、最高粘度時の温度（以下ピーク温度）が餅硬化性の指標として有効であることが報告されている¹⁷⁾³¹⁾。

また、横尾ら⁶³⁾はアミログラム特性値を利用した主成分分析による水稻糯品種の特性分類を報告し、なお、寺本⁵²⁾はRVA特性値を利用した育成系統の品質評価を行っている。餅加工特性に関する遺伝分析は少なく、岡本ら³³⁾は餅硬化性について陸稲関東糯172号と水稻糯品種マンゲツモチとの雑種後代を用いて、RVAによる糊化温度、ピーク温度を指標とし、餅硬化性の遺伝様式の解析を行っている。また、石崎ら¹⁴⁾¹⁵⁾はこがねもちに由来する系統に餅硬化性の高い品種が多いこと、こがねもち/わたぼうしの雑種集団を用いた試験により、餅硬化性は世代間で有意な相関関係があること、稈長と正の相関関係が、穂長と負の相関関係があり、こがねもちタイプの草型が硬化性に優れることを報告している。

そこで本研究では、多様な加工形態に対応した糯品種の育成のために、現在栽培している品種、育成系統の餅製品の加工上重要な指標とされる餅硬化性、RVAによる糊化特性、尿素崩壊性について調査した。その調査結果に基づき、加工適性を重視した糯品種の育成においての母本の選定と選抜方法について検討した。次に、RVAによる糊化特性、加工上重要な形質である玄米千粒重、玄米白度⁶¹⁾についての遺伝率を検討した。なお、餅硬化性と関係のある糊化温度、ピーク温度と玄米千粒重、玄米白度との遺伝相関、糊化温度、ピーク温度と農業形質について検討した。

最後に、良食味品種、加工適性に優れた糯品種の育成を行い、その特性について調査を行った。

以上のように、本研究は福島県における良食味安定多収品種を育成することを目標に行ったもので、育成系統の遺伝的構成の把握、良食味品種選抜のための味度値、RVA特性値の利用、味度値、RVA特性値の遺伝分析、味度値、RVA特性値と農業形質との関係、糯品種の餅硬化性、糊化特性および尿素崩壊性による選抜方法、糯品種の糊化特性と玄米千粒重、玄米白度との関係、さらに良食味品種の選抜、加工適性に優れた糯品種の選抜など、総合的かつ包括的であり、基礎から実際の品種育成までを含んだものとなっている。

2 水稻福島県育成系統の家系分析

水稻の品種改良において、どのような交配母本を用いるか、食味、収量性に関して組合せ能力の高い親はあるのかなどを探るため、品種の家系を解析し、品種の血縁関係と品種の特性との関係を解析することは重

要である。日本の稲品種の近縁係数を用いた家系分析は、酒井³⁶⁾、大里・吉田³⁴⁾、吉田・今林⁶⁵⁾、重宗ら⁴⁶⁾が行っている。いずれも育成品種が狭い遺伝資源で構成されていると報告している。これらの報告は主に北部九州での材料、北陸研究センターにおいて育成された材料についてであり、広く各地域での品種や育成材料について家系分析を行う必要があり、東北地域での育成品種の家系分析はまだ解析されていない。また、横尾⁶⁴⁾は米の安定確保のために多様な育種を展開していくことが必要であると述べている。そこで、本章では、育成品種の遺伝的背景の拡大を考慮した良食味品種を育成するために、福島県育成系統の遺伝的背景を明確にしようとした。すなわち、育成系統、比較品種

の家系分析を主に近縁係数を計算することにより行い、育成系統の総祖先数、最大世代数、祖先品種との近縁係数も解析した。また、近縁係数と栽培特性、食味との関係を検討した。

(1) 育成系統の主要品種との近縁係数

育成系統の遺伝的背景を知るために、まず、育成系統、比較品種の家系分析を行った。

A 試験方法

近縁係数の計算は水田ら³⁴⁾による Prolog による計算プログラムを Windows 版に移植したもの (吉田⁶⁶⁾、Sofnec 社、AZ-Prolog for Win32) を用いた。なお、プログラムは (<http://www.d1.dion.ne.jp/~tmhk/>)

第 1 表 福島県育成系統の最大世代数、総祖先数、祖先品種による遺伝的寄与率

供試材料	交配組合せ ¹⁾	最大 ²⁾ 世代	祖先数		遺伝的寄与率 (%) ⁴⁾			
			総計	除共通品種 ³⁾	3	5	7	
ふくみらい	中部82号/チヨニシキ	14	568	62	45.1	66.6	76.8	
福島3号	東北153号/(農林21号/チヨニシキ)	17	3270	74	57.1	77.0	84.6	
福島4号	(農林21号/チヨニシキ)/(月の光/農林21号)	15	778	101	64.1	79.9	87.5	
福島5号	中部82号//農林21号/東北152号	15	740	66	56.1	75.8	84.0	
福島6号	はえぬき/東北152号	14	838	107	54.9	75.8	85.0	
福島7号	越南152号/東北153号	17	3500	104	49.7	72.1	81.9	
育成系統	福島9号	奥羽357号/越南159号	16	838	118	44.1	63.5	77.1
	福島11号	東北152号/奥羽357号	16	1000	79	48.0	70.7	80.9
	福島12号	北陸165号/東北157号	17	1456	131	51.5	72.0	83.9
	福島13号	越南152号/東北160号	15	970	100	50.0	72.4	82.7
	福島14号	奥羽365号/東北157号	17	1952	122	43.6	65.0	75.0
	福島15号	東北157号/新潟30号	17	1306	125	50.0	71.1	82.3
	福島16号	郡系186/おきにいり	14	652	97	47.8	68.2	76.9
	福島17号	奥羽366号/郡系176	16	1542	147	50.8	70.9	81.7
	福島18号	はたじるし/あきたこまち	17	1340	135	55.8	74.6	84.8
	比較品種	コシヒカリ	3	12	11	62.5	87.5	100.0 ⁵⁾
ひとめぼれ		12	162	51	51.9	75.7	88.2	
あきたこまち		11	240	64	64.8	81.1	89.9	
まいひめ		12	360	55	39.4	59.1	63.4	
はたじるし		16	1098	105	46.7	68.1	79.6	
初屋		11	148	50	41.2	64.0	76.5	
チヨニシキ		12	208	58	46.4	67.5	76.9	
まなむすめ		13	372	60	49.1	71.6	82.6	
農林21号		3	6	6	87.5	100.0		

1) 東北152号：まなむすめ，東北157号：はたじるし，東北160号：こいむすび，新潟30号：味こだま，奥羽366号：ちゅうらひかり，郡系186：キヌヒカリ/ひとめぼれ，郡系176：中部73号/郡系2 (月の光/農林21号)。2) 最終祖先 (家系図の端の品種) までの世代数における最大値。3) 共通品種を除いた値。4) 福島系統に遺伝的寄与の高い7品種は、高い順に、1：旭 (朝日)，2：愛国，3：大場 (森田早生)，4：亀の尾，5：器量好 (選一，神力)，6：上州，7：京都新旭である。3は大場まで，5は器量好まで，7は京都新旭までの合計寄与率。5) 遺伝的寄与率が6品種で100%寄与している。

yosida.htm)に掲載されている。育成系統等の家系図を作成し、交配データベースが完備されていることを確認しながら、解析を行った。解析した品種の中で、ちゅうりひかりの祖先である陸稲東海9号の交配組合せが確認できなかったため、陸稲東海9号を最終祖先として計算を行った。他の品種においては、交配親は最も古く遡れる最終の祖先品種まですべて検索がなされていることを確認した。なお、同時に本プログラムを適宜改変して、家系図中の総祖先数と重複品種を除いた祖先数、最終祖先までの最大世代数(家系図の端の祖先数までの世代数)も計算した。なお、いくつかの最終祖先品種との近縁係数(祖先品種の寄与率)も計算した。近縁係数の計算は、第1表に示した福島県育成15系統、福島県で作付けされてきた9品種(比較品種)、第2表に示した育成系統について行った。栽培法については次節で述べる。近縁係数はそれぞれの品種とトヨニシキ、コシヒカリ、月の光、農林1号、農林22号、愛国、旭(朝日)、大場(森田早生)、亀の尾、器量好(撰一、神力)、上州、京都新旭について求めた。旭と朝日、大場と森田早生、器量好と撰一、神力は同一品種とした。

B 結果および考察

第1表に福島県育成15系統、比較品種の最大世代数、家系図中の祖先品種の総数、そのうち重複するものを除いた数および遺伝的寄与率を示した。育成系統の最大世代数は14~17、総祖先数は568~3500(平均で1383)、重複品種を除いた祖先数は62~147(平均で105)で

あった。大里・吉田³⁴⁾の報告した北部九州での材料と比較すると、最大世代数は同程度で、総祖先数、重複品種を除いた祖先数は明らかに多かった。福島県では、耐冷性、いもち病抵抗性が重要であり、既存品種の耐冷性、いもち病抵抗性を改良育成された系統を交配に利用してきたためと考えられた。

育成系統の最終の祖先品種と育成系統との近縁係数を計算したところ(計算結果の表示は省略)、値が最も大きかったのは旭(朝日)(平均で0.187)、次いで愛国(同0.186)、大場(森田早生)(同0.139)、亀の尾(同0.107)、器量好(撰一、神力)(同0.098)、上州(同0.092)、京都新旭(同0.008)であった。最終の祖先品種との近縁係数をその品種による遺伝的寄与率とすると³⁴⁾、旭(朝日)と愛国の寄与率が高く、18%程度とほぼ同じであった。これは、愛国の寄与率が最大で、旭(朝日)がそれにつぐと報告している酒井³⁵⁾、大里・吉田³⁴⁾、重宗ら³⁶⁾と異なる結果であった。育種目標であった中生の晩(農林21号クラス)の熟期のものを得るために、1992年まで農林21号を数多く母本として利用していた(注:福島県農業試験場百年史)。農林21号は対旭(朝日)近縁係数が0.500と高く、福島3号、4号、5号は農林21号の改良を重ね育成されたものであり、対旭(朝日)の近縁係数が高くなっていると考えられた。

北部九州での材料による大里・吉田³⁴⁾の報告での最終祖先品種の寄与率は、高い順に愛国、旭(朝日)、器量好(撰一、神力)、上州、大場(森田早生)、亀の

第2表 育成系統と主要品種との近縁係数

交配組合せ	トヨニシキ	コシヒカリ	月の光	農林1号	農林22号	亀の尾	旭(朝日)
北陸165号/東北157号	0.426	0.408	0.275	0.280	0.396	0.110	0.200
北陸170号/北陸165号	0.400	0.497	0.282	0.308	0.415	0.112	0.186
越南165号/東北160号	0.367	0.522	0.224	0.327	0.351	0.109	0.132
新潟30号/東北160号	0.323	0.653	0.258	0.387	0.421	0.102	0.135
東北163号/はえぬき	0.366	0.598	0.261	0.333	0.423	0.107	0.180
中部100号/郡系119	0.438	0.442	0.244	0.296	0.361	0.098	0.236
奥羽365号/東北157号	0.421	0.450	0.252	0.277	0.371	0.114	0.155
東北152号/東北164号	0.374	0.674	0.269	0.387	0.433	0.106	0.133
関東183号/中部100号	0.339	0.503	0.219	0.304	0.351	0.092	0.173
関東183号/チヨニシキ	0.437	0.520	0.220	0.333	0.356	0.107	0.135
東北157号/新潟30号	0.360	0.561	0.247	0.359	0.405	0.101	0.150
越南168号/山形67号	0.331	0.601	0.261	0.342	0.420	0.122	0.160
青系129号/中部98号	0.323	0.670	0.270	0.377	0.422	0.108	0.128
越南168号/新潟45号	0.296	0.679	0.268	0.368	0.434	0.114	0.137
平均	0.371	0.556	0.254	0.334	0.397	0.107	0.160

郡系119:福島3号を示す。

尾、京都新旭であり、北部九州での材料と比較すると、大場（森田早生）、亀の尾の遺伝的寄与程度が高かった。重宗ら⁴⁶⁾は、北陸研究センター育成系統について、大里・吉田³⁴⁾の報告と異なり、大場、亀の尾の寄与率が高いと報告している。大場（森田早生）、亀の尾は東北地方で育成された品種であること⁴⁶⁾⁵⁹⁾、また、重宗ら⁴⁶⁾の報告同様、大場、亀の尾が東北・北陸地域で広く普及したと関係があると考えられた。このように、北部九州、東北南部といった地域性の違いが影響していると考えられた。

育成系統において、上位3品種合計の寄与率は43.6～64.1%（平均で51.3%）、5品種で63.5～79.9%（同71.7%）、7種で75.0～87.5%（同81.7%）の寄与が認められた。育成系統は最終の祖先品種の交配から10数世代を経過しており、総祖先品種数は多いもので3000を超え、重複品種を除いても100を超える品種が系譜

の構成に関係しているにもかかわらず、大里・吉田³⁴⁾の報告と同様に実質的に少ない祖先品種が多くの遺伝的寄与をしていた。

育成系統、比較品種について、山本⁵⁹⁾が報告しているような東の代表品種亀の尾、農林1号、西の代表旭（朝日）、農林22号と安定多収品種トヨニシキ、月の光と良食味品種コシヒカリとの近縁係数について検討した（第3表）。育成系統では対コシヒカリの値が平均で0.508、トヨニシキが同0.397、農林22号が同0.384、農林1号が同0.321、月の光が同0.266、旭（朝日）が同0.187、亀の尾が同0.107であった。比較品種ではトヨニシキと農林22号の順位が異なるがほぼ同様な値であった。東西の系譜の関係では、亀の尾より旭（朝日）との近縁係数が高く、農林1号より農林22号との近縁係数が高く、西の代表品種との関係が強いことが伺えられた。育成系統と福島県で現在まで栽培されてきた

第3表 福島県育成系統や比較品種と主要品種との近縁係数

供試材料	近縁係数						
	トヨニシキ	コシヒカリ	月の光	農林1号	農林22号	亀の尾	旭（朝日）
育成系統							
ふくみらい	0.540	0.492	0.275	0.301	0.390	0.105	0.143
福島3号	0.442	0.460	0.229	0.352	0.349	0.118	0.242
福島4号	0.332	0.347	0.379	0.346	0.275	0.096	0.332
福島5号	0.402	0.501	0.247	0.365	0.345	0.109	0.225
福島6号	0.412	0.581	0.254	0.333	0.419	0.109	0.186
福島7号	0.401	0.547	0.241	0.311	0.410	0.122	0.179
福島9号	0.295	0.490	0.249	0.262	0.401	0.086	0.152
福島11号	0.419	0.602	0.261	0.341	0.412	0.118	0.144
福島12号	0.426	0.408	0.275	0.280	0.396	0.110	0.200
福島13号	0.366	0.614	0.256	0.339	0.413	0.115	0.163
福島14号	0.421	0.450	0.252	0.277	0.371	0.114	0.155
福島15号	0.360	0.561	0.247	0.359	0.405	0.101	0.150
福島16号	0.431	0.519	0.226	0.327	0.373	0.112	0.152
福島17号	0.342	0.496	0.342	0.314	0.374	0.097	0.192
福島18号	0.365	0.547	0.262	0.306	0.429	0.087	0.196
比較品種							
コシヒカリ	0.323	—	0.273	0.531	0.531	0.125	0.125
ひとめぼれ	0.294	0.796	0.297	0.417	0.473	0.109	0.116
あきたこまち	0.286	0.615	0.251	0.308	0.454	0.070	0.237
まいひめ	0.457	0.294	0.149	0.235	0.236	0.146	0.185
はたじるし	0.445	0.478	0.273	0.304	0.403	0.104	0.154
初星	0.264	0.593	0.322	0.303	0.414	0.094	0.107
チヨニシキ	0.632	0.458	0.259	0.300	0.382	0.109	0.155
まなむすめ	0.463	0.627	0.278	0.358	0.427	0.109	0.136
農林21号	0.250	0.328	0.127	0.500	0.156	0.125	0.500
平均（育成系統）	0.397	0.508	0.266	0.321	0.384	0.107	0.187
平均（比較品種）	0.379	0.524	0.248	0.362	0.386	0.110	0.191

比較品種が結果的に同様な値になったことは、地域環境と近縁係数に関係があるのか興味深いことであった。

第4表に第3表に示した福島県育成系統におけるトヨニシキ、コシヒカリ、月の光、農林1号、農林22号、亀の尾、旭（朝日）の近縁係数同士の相関係数を示した。対トヨニシキ近縁係数は対亀の尾近縁係数と有意な正の相関関係にあり、対コシヒカリ近縁係数は対農林22号近縁係数と有意な正の相関関係にあり、また、対月の光近縁係数、対旭（朝日）近縁係数と有意な負の相関関係にあった。対月の光近縁係数は旭（朝日）近縁係数と有意な正の相関関係に、対農林22号近縁係数と有意な負の相関関係にあった。対農林1号近縁係数はいずれとも有意な相関関係になかった。対農林22号近縁係数は対旭（朝日）近縁係数と有意な負の相関関係にあった。

第5表には、第2表に示した生産力検定試験の交配組合せ系統について、同様に近縁係数間の相関係数を示した。第4表に示した育成系統の結果と異なっていた。対トヨニシキ近縁係数は、対コシヒカリ近縁係数、対農林1号近縁係数、対農林22号近縁係数と有意な負の相関関係にあり、対旭（朝日）近縁係数と有意な正の相関関係にあった。対コシヒカリ近縁係数は対農林1号近縁係数、対農林22号近縁係数と正の相関関係にあり、対旭（朝日）近縁係数と有意な負の相関関係に

あった。対月の光近縁係数は、対農林22号近縁係数と有意な正の相関関係にあった。対農林1号近縁係数は対農林22号近縁係数と有意な正の相関関係にあり、対旭（朝日）近縁係数と有意な負の相関関係にあった。

ここで検討した系統は生産力検定試験の選抜途中の系統であり、育種目標にあった選抜を経て、品種間の近縁係数の関係が変動していくと考えられた。交配に利用する母本の家系なり、交配組合せ、選抜目標により近縁係数は変化し、その地域にあった形に収束していくのか今後検討する必要があると考えられた。第3表に示した育成系統は全国でも作付けされているコシヒカリ、ひとめぼれ、あきたこまちより、対トヨニシキ近縁係数が高かった。良食味、安定多収品種を目標に耐倒伏性、いもち病抵抗性が優れるチヨニシキ、まなむすめなど、対トヨニシキ近縁係数の高い母本を交配に利用してきたためと考えられた。育成系統は良食味品種の代表であるコシヒカリとの近縁係数が高いことは、大里・吉田³⁰⁾が報告しているように、良食味品種育成のためにコシヒカリを親とした品種を交配親に利用しているためと考えられた。

(2) 近縁係数と農業形質との関係

本節では、主要な品種との近縁係数と農業形質（稈長、穂長、穂数、収量、倒伏程度、玄米千粒重、玄米

第4表 育成系統の主要品種に対する近縁係数間の相関係数

	トヨニシキ	コシヒカリ	月の光	農林1号	農林22号	亀の尾
トヨニシキ	1					
コシヒカリ	0.021	1				
月の光	-0.328	-0.529*	1			
農林1号	0.022	0.253	0.017	1		
農林22号	0.087	0.772**	-0.556*	-0.304	1	
亀の尾	0.570*	0.240	-0.431	0.299	0.060	1
旭（朝日）	-0.258	-0.657**	0.606*	0.354	-0.791**	-0.168

n=15, * : 5%で, ** : 1%水準で有意。

第5表 生産力検定試験組合せの主要品種に対する近縁係数間の相関係数

	トヨニシキ	コシヒカリ	月の光	農林1号	農林22号	亀の尾
トヨニシキ	1					
コシヒカリ	-0.796**	1				
月の光	-0.164	0.287	1			
農林1号	-0.688**	0.944**	0.200	1		
農林22号	-0.536*	0.717**	0.839**	0.638*	1	
亀の尾	-0.059	0.144	0.474	0.007	0.395	1
旭（朝日）	0.538*	-0.680**	0.106	-0.692**	-0.246	-0.227

n=14, * : 5%で, ** : 1%水準で有意。

品質、食味)との関係について検討した。

A 試験方法

近縁係数は前節と同様な方法で行った。供試材料は、第2表に示した2000～2002年までの3年間試験に供試した交配組合せの育成系統、第3表に示した比較品種とした。栽培条件は、基肥として窒素は 8 gm^{-2} 、リン酸とカリウムはそれぞれ 12 gm^{-2} 施用し、追肥は行わなかった。栽植様式は条間30cm、株間15cmで、1株3本植えて、2区制で行った。移植はほぼ5月18日～20日に行った。食味試験は、1回に基準品種を含め10点で、コシヒカリを基準にして2回行い、食味は食味総合評価値の平均値とした。育成系統の食味は、交配組合せを単位として、延べ3～26系統の値を平均して用いた。なお、同一交配組合せで、複数年供試しているものに限定した。系統により試験年次の異なるものが混在するが、食味等の年次間差は無視した。成熟期直前に各区10株の稈長、穂長、穂数を測定し、平均値を求めた。各区60株を収穫脱穀し、1.8mmの篩で玄米を調製し、収量(水分15%換算)を計算した。調製した玄米について、外観品質(観察調査)および千粒重(水分15%換算)を測定した。外観品質は稲種苗特性分類基準(農林水産技術情報協会版)に基づき、上上(1)～下下(9)までの9段階に分類した。3か年の平均値を用いた。

B 結果および考察

第6表に対親品種の近縁係数と育成系統および比較品種の農業形質の相関関係を示した。

稈長は、比較品種において、農林1号と有意な正の相関関係にあった。穂長は比較品種において、旭(朝日)と有意な負の相関関係に、育成系統においては、月の光と有意な正の相関関係にあった。穂数については、比較品種、育成系統いずれとも相関関係が認められなかった。収量については第1図に示したように、比較品種において、対農林1号近縁係数と有意な負の相関関係にあった。育成系統は比較品種より収量が高く、相関係数は小さかった。

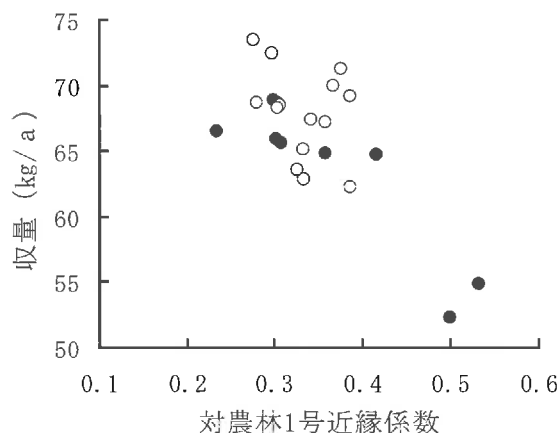
倒伏については第2図に示したように、比較品種の対トヨニシキ近縁係数と倒伏程度について有意な負の相関関係にあった。育成系統の倒伏程度は小さく、育成系統の倒伏程度とトヨニシキとの近縁係数の相関係数は小さかった。玄米千粒重は育成系統において、対コシヒカリ近縁係数と有意な正の相関関係にあった。育成系統は、玄米品質について、対コシヒカリ近縁係数、対亀の尾近縁係数と有意な負の相関関係に、対旭(朝日)近縁係数と有意な正の相関関係にあった。西村ら³⁰⁾は、玄米品質の高温ストレス耐性はコシヒカリとの近縁品種で優れていること、コシヒカリの祖先の亀の尾4号が比較的高温耐性が優れていることを報告している。このようなことから、対コシヒカリ近縁係数および対亀の尾近縁係数の高い育成系統は安定して玄米品質が良質であったと考えられた。

食味においては、比較品種で対コシヒカリ近縁係数、対農林22号近縁係数と有意な正の相関関係にあった。コシヒカリは農林22号と農林1号の交配組合せであり、

第6表 対親品種近縁係数と育成系統および比較品種の農業形質との相関係数

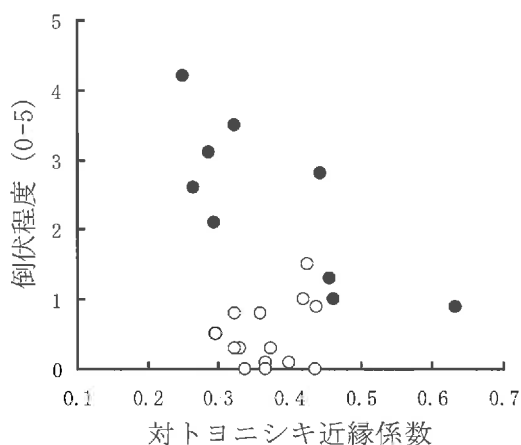
品種名	稈長	穂長	穂数	収量	倒伏	玄米千粒重	玄米品質	食味
トヨニシキ	0.065	-0.082	-0.016	0.147	0.292	-0.310	0.379	-0.197
	-0.582	0.664	-0.544	0.565	-0.775**	0.530	0.054	-0.231
コシヒカリ	0.098	0.092	0.050	-0.203	-0.368	0.560*	-0.541*	0.017
	0.449	0.434	-0.023	-0.233	0.176	-0.134	-0.341	0.929**
月の光	0.309	0.589*	-0.060	0.354	0.350	0.303	-0.306	-0.139
	-0.056	0.625	0.296	0.420	-0.212	0.521	-0.472	0.689
農林1号	0.277	0.117	-0.126	-0.328	-0.287	0.428	-0.450	0.041
	0.895**	-0.190	-0.054	-0.892**	0.630	-0.540	-0.032	0.440
農林22号	0.236	0.346	0.090	0.057	0.073	0.441	-0.476	-0.020
	0.091	0.652	0.037	0.232	-0.097	0.229	-0.449	0.723*
亀の尾	0.175	0.162	0.066	0.080	0.012	0.107	-0.543*	0.029
	-0.019	-0.070	-0.512	-0.342	-0.141	-0.366	0.627	-0.504
旭(朝日)	-0.187	0.206	0.119	0.363	0.367	-0.119	0.689**	-0.171
	0.433	-0.785*	0.076	-0.613	0.570	-0.463	0.168	-0.330

上段：育成系統，下段：比較品種。育成系統 n=14，比較品種 n=9 (食味との相関係数についてはコシヒカリの食味のデータを除く8)，*：5%で，**：1%水準で有意。



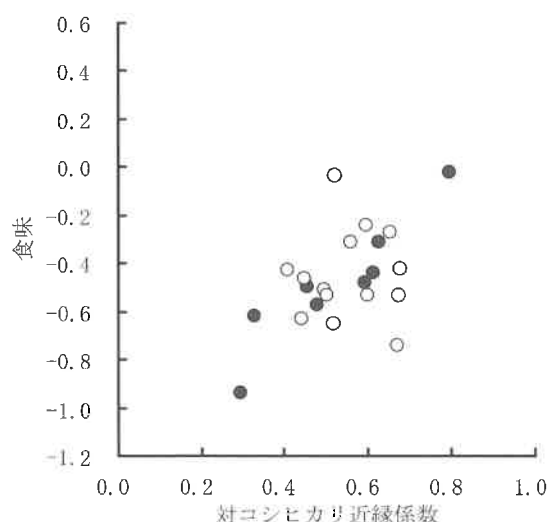
第1図 収量と対農林1号近縁係数との関係

○：育成系統 n=14 r=-0.328, ●：比較品種 n=9 r=-0.892**
* *：1%水準で有意。



第2図 倒伏と対トヨニシキ近縁係数との関係

○：育成系統 n=14 r=0.292, ●：比較品種 n=9 r=-0.775*
*：5%水準で有意。



第3図 食味と対コシヒカリ近縁係数との関係

○：育成系統 n=14 r=0.017, ●：比較品種 n=8 (コシヒカリを除く) r=0.929**
食味評価の基準はコシヒカリ, * *：1%水準で有意。

比較品種の食味は対コシヒカリ近縁係数、対農林22号近縁係数と有意な相関関係にあり、農林1号と有意な相関関係になかったことから、コシヒカリの食味は、農林22号由来であることを示唆した。育成系統では、いずれの近縁係数とも有意な相関関係は認められなかった(第3図)。この結果は食味と対コシヒカリ近縁係数に有意な正の相関関係を認めた大里・吉田⁴⁰⁾の報告と異なり、有意な相関関係が認められなかった重宗ら⁴⁶⁾の報告と同様な結果であった。育成系統はコシヒカリとの近縁係数が比較品種の0.294~0.796(平均で0.524)に対して0.408~0.679(平均で0.556)、農林22号との近縁係数が比較品種の0.156~0.473(コシヒカリを除く平均で0.368)に対して0.351~0.434(平均で0.397)と値の範囲が小さく、高いこと、また、食味が全体的に高くなってきたためと考えられた。

(3) まとめ

福島県農業試験場で育成した系統および福島県で現在まで作付けされてきた水稻品種(比較品種)の家系分析を行った。育成系統は最終祖先までの最大世代数が14~17、総祖先数は568~3500、重複品種を除いた祖先数は62~147といずれも比較品種より高い値を示した。遺伝的寄与率が最も大きかったのは旭(朝日)、次に愛国、大場(森田早生)、亀の尾、器量好(選一、神力)、上州、京都新旭の順であった。上位3品種合計で43.6~64.1%、5品種で63.5~79.9%、7品種で75.0~87.5%の寄与率が認められた。北部九州地域の材料と異なり、育成系統は旭(朝日)、大場(森田早生)、亀の尾の遺伝的寄与が高かった。

玄米品質について、育成系統は対コシヒカリ、対亀の尾の近縁係数と有意な負の相関関係にあり、対旭(朝日)近縁係数と有意な正の相関関係が認められた。玄米品質が優れる系統は対コシヒカリ近縁係数、対亀の尾近縁係数が高いという特徴が認められた。食味について、比較品種は対コシヒカリ、対農林22号の近縁係数と有意な正の相関関係にあったが、育成系統は有意な相関関係が認められなかった。

3 味度メーターおよびラピッド・ピスコ・アナライザーを利用した水稻良食味系統選抜

現在、一般に用いられている米の食味検定は官能検査法である。一方、物理的な測定値や化学分析値と食味官能検査との関係、さらに各種の測定原理に基づく食味関連測定装置(味度メーター等)など数多くの研究結果が報告されてきたが、複雑な要因が関係していると思われる食味を完全に推定するにはいたっていない

い³⁵⁾。したがって、簡便に測定ができ、かつ食味官能検査との相関が高い方法を見出し、それらを適切に組み合わせることが重要である。そこで、本章では味度メーター値(味度値)およびラピッド・ビスコ・アナライザー特性値(RVA特性値)と食味官能検査との関連を調査し、良食味系統選抜への利用を検討した。

(1) 食味官能検査値、味度値およびRVA特性値相互の関係

育種においては、育成途中の多数の系統の中から、良食味系統を少量のサンプルで効率的に選抜する必要がある。簡便に測定ができ、かつ食味官能検査との相関が高い方法を見出し、それらを適切に組み合わせることが重要である。そこで、本節では味度値およびRVA特性値と食味との関連を調査し、良食味系統選抜への利用を検討した。

A 試験方法

材料は、2000年、2001年に試験した11育成系統および比較品種として食味総合評価が上の中(コシヒカリ、ひとめぼれ、まなむすめ)、上の中(はたじるし、あきたこまち、初星、チヨニシキ)、中の上以下(まいひめ、アキヒカリ、トヨニシキ、農林21号)の11品種である。

食味試験は第2章同様の方法で行った。味度値の測定は、味度メーター(東洋精米機社製MA-90A)を用い、砕米を除去した精白米33gを専用セルに充填し、前処理バスで炊飯し、むらし後、測定器本体で測定した。なお、測定値は2回の測定値を平均して求めた。RVA特性値の測定には、ラピッド・ビスコ・アナライザー(ニューポートサイエンティフィック社製、3D型)を用いた。試料は、精白米をサイクロンサンプルミル(UDY社製)で粉碎し、60メッシュの篩を通した精白米粉を用いた。豊島ら⁵⁰⁾の方法に準じ、試料3.5gに蒸留水25mLを注入し測定した。いずれの試料も水分は14%に補正した。水温の条件は、50℃で1分間保持後、50℃から93℃まで4分間で昇温、93℃で7分間保持し、更に93℃から50℃まで4分間で降温、50℃で3分間保持した。最高粘度、最低粘度、最終粘度、ブレイクダウン、コンシステンシーを求めた。なお、測定値は2回の測定の平均とした。

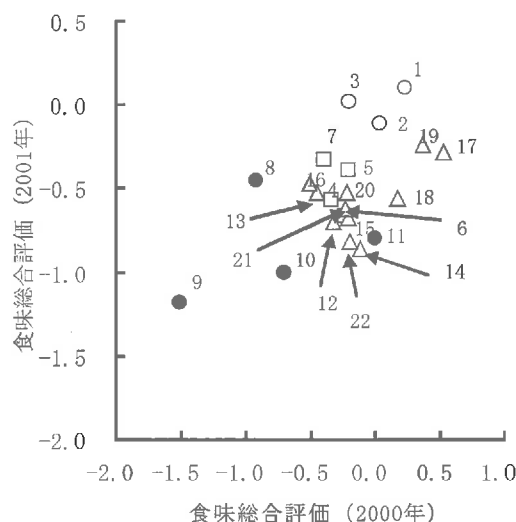
B 結果および考察

第4図には、2000年と2001年の各品種の食味総合評価の関係を示した。各品種は2000年と2001年で同様な傾向が見られ、コシヒカリ、ひとめぼれ等の総合評価が高く、次にチヨニシキ、初星が中位で、アキヒカリ、トヨニシキ等が低い値を示した。前述の食味総合評価(上の中、上の中、中の上以下)とはほぼ同じであった。

次に第7表に食味官能検査値(外観、香り、味、粘り、硬さ、総合評価)、味度値、RVA特性値の相互関係を示した。食味官能検査値間の関係では食味の総合評価は、2000年、2001年ともに外観、香り、味、粘りと正の有意な相関関係にあった。食味官能検査値とRVA特性値および味度値との関係では、総合評価はRVA特性値の最低粘度(2000年)、最終粘度(2000年)、コンシステンシー(2000年、2001年)と負の有意な相関関係にあり、ブレイクダウン(2000年)、味度値(2000年、2001年)と正の有意な相関関係にあった。米飯の物理性を示す粘りは、最低粘度(2000年、2001年)、最終粘度(2000年、2001年)、コンシステンシー(2000年、2001年)と負の有意な相関関係にあり、ブレイクダウン(2000年)、味度値(2000年、2001年)と正の有意な相関関係にあった。第8表には、食味官能検査値それぞれの年次間の相関関係を示した。総合評価、粘り、硬さは年次間に正の有意な相関関係が認められた。第9表には、味度値、RVA特性値それぞれの年次間の相関関係を示した。味度値とRVA特性値の最低粘度、最終粘度、コンシステンシーは、年次間に正の有意な相関関係が認められたが、最高粘度、ブレイクダウンには有意な相関関係は認められなかった。

(2) 味度値、RVA特性値の遺伝力

品種間差をもとに年次を反復として、分散分析により味度値、RVA特性値のそれぞれの遺伝率を求めた。



第4図 2000年と2001年の食味総合評価

○は食味評価上の中, □は上の中, ●は中の上以下, △は育成系統を示す。図中の数字は品種名を示す, 「コシヒカリ(1), ひとめぼれ(2), まなむすめ(3), はたじるし(4), あきたこまち(5), 初星(6), チヨニシキ(7), まいひめ(8), アキヒカリ(9), トヨニシキ(10), 農林21号(11), 育成系統(12~22)」を表す。

A 試験方法

前節の材料の味度値、RVA特性値を用い、遺伝率(広義)は、品種間差をもとに年次を反復として分散分析により求めた⁹⁾。

B 結果および考察

第9表には、味度値、RVA特性値、それぞれの遺伝率を示した。遺伝率についての分散分析の結果は、年次間の相関係数とほとんどよく一致した。遺伝率は、味度値が最も高く、次いで最終粘度、コンシステンシー、最低粘度、最高粘度、ブレイクダウンの順であった。本研究では、味度値の年次間の相関係数と遺伝率は他のRVA特性値より高かったことから、東ら²⁾、蛭谷³⁾と同様に、効率的に良食味系統の選抜を行うに味度値は利用できると考えた。また、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーの年次間の相関係数と遺伝率は、最高粘度、ブレイクダウンより高かった。これは、年次

間差よりも品種間差の方が大きかったためと考えられる。佐々木ら³⁰⁾は、アミログラフを利用し、最高粘度は収量並の遺伝率で、ブレイクダウンはより小さいこと、最高粘度は年次との交互作用が認められたと報告している。本研究で、最高粘度とブレイクダウンの年次間の相関係数と遺伝率が低かったのは、品種間差より、年次間差が大きかったためと考えられる。

(3) 主成分分析による食味の評価

食味の優れた品種の特性を総合的に判断するために、味度値、RVA特性値の相関行列をもとに主成分分析を行った。

A 試験方法

第1節の材料(合計22品種)の味度値、RVA特性値の相関行列をもとにMicrosoft Office Excelにより主成分分析を行った。

第7表 食味官能検査値、味度値、RVA特性値相互の相関係数

	食味官能検査値						味度値	RVA特性値				
	外観	香り	味	粘り	硬さ	総合評価		最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレイクダウン	コンシステンシー
外観		0.913**	0.909**	0.937**	-0.714**	0.934**	0.590**	0.261	-0.418	-0.513*	0.623**	-0.537**
香り	0.426*		0.953**	0.892**	-0.664**	0.936**	0.491*	0.271	-0.379	-0.433*	0.601**	-0.418
味	0.421	0.794**		0.896**	-0.722**	0.968**	0.588**	0.163	-0.436*	-0.513*	0.532*	-0.511*
粘り	0.518*	0.684**	0.805**		-0.765**	0.959**	0.615**	0.131	-0.591**	-0.676**	0.626**	-0.652**
硬さ	-0.199	-0.402	-0.437*	-0.556**		-0.765**	-0.762**	0.029	0.436*	0.602**	-0.328	0.705**
総合評価	0.658**	0.810**	0.890**	0.866**	-0.377		0.634**	0.168	-0.498*	-0.576**	0.590**	-0.562**
味度値	0.536*	0.583**	0.505*	0.729**	-0.630**	0.587**		-0.058	-0.391	-0.581**	0.260	-0.723**
最高粘度	0.079	0.013	-0.089	-0.351	0.536*	-0.114	-0.267		0.465*	0.475*	0.685**	0.386
最低粘度	-0.246	-0.111	-0.123	-0.434*	0.555**	-0.224	-0.525*	0.837**		0.938**	-0.326	0.651**
最終粘度	-0.385	-0.264	-0.267	-0.537**	0.557**	-0.369	-0.640**	0.751**	0.965**		-0.265	0.874**
ブレイクダウン	0.546**	0.204	0.040	0.074	0.063	0.159	0.375	0.445*	-0.118	-0.216		-0.123
コンシステンシー	-0.543**	-0.459*	-0.448*	-0.620**	0.486*	-0.538**	-0.729**	0.522*	0.784**	0.919**	-0.335	

表の斜線右上の数字は2000年, 左下の数字は2001年, n=22, * : 5%で, ** : 1%水準で有意.

第8表 食味官能検査値の年次間の関係

	総合値	粘り	硬さ
相関係数	0.568**	0.700**	0.631**

n=22, ** : 1%水準で有意.

第9表 味度値、RVA特性値の年次間の関係と遺伝率

	味度値	RVA 特性値				
		最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレイクダウン	コンシステンシー
相関係数	0.840**	0.264	0.632**	0.667**	0.204	0.642**
遺伝率(h ²)	0.840	0.258	0.631	0.666	0.157	0.636

$h^2 = \sigma^2_G / (\sigma^2_G + \sigma^2_E)$. σ^2_G は遺伝分散, σ^2_E は環境分散.
n=22, * : 5%で, ** : 1%水準で有意.

B 結果および考察

主成分分析によって得られた第1主成分および第2主成分と各成分に対する固有ベクトル、固有値、因子負荷量、累積寄与率を第10表に示した。2000年においては、各主成分による固有値の累積寄与率は第1主成分は56.0%、第2主成分までは84.6%になったことから食味の総合的な評価に必要な情報は第1主成分および第2主成分によって大部分が説明できることがわかった。第1主成分は、最低粘度、最終粘度、コンシステンシー、味度値の4特性と関わりが深い因子であり、炊飯米の老化性を表し、遺伝率が高く、遺伝的に安定していると考えられる。第2主成分は最高粘度、ブレイクダウンの2特性と関わりが深い因子であり、炊飯米の膨潤性および崩壊性を表し、遺伝率が低く、環境に影響されやすいと考えられる。第1主成分に関わる特性は、粘りや硬さと関連があり、第1主成分は特に食味と関わりが深い因子であると考えられる。2001年においても2000年とほぼ同様の結果で、固有値の累積寄与率は、第1主成分は64.3%、第2主成分までは89.8%であり、食味の総合的な評価に必要な情報は第1主成分と第2主成分によって説明できることがわかった。2000年と異なった点は、第1主成分に最高粘度が深く関わった点であった。

主成分分析の結果を用い、それぞれの品種および系統について、第1主成分得点をX軸、第2主成分得点をY軸として、2000年を第5図a、2001年を第5図b

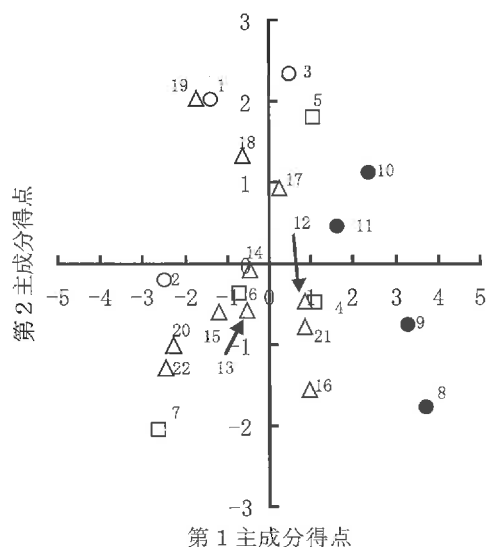
に示した。良食味品種と食味不良品種では異なる分布を示した。食味不良品種は良食味品種に比べ、第1主成分得点が正の値を示し、第1象限と第4象限に分布していた。食味不良品種は、共通して炊飯米の老化性が高いと考えられる。良食味品種であるコシヒカリは炊飯米の老化性が低く、膨潤性および崩壊性が高い、第2象限に分布していた。庄司・倉沢¹⁷⁾は、コシヒカリは精白米粉のアミログラムでは、最高粘度と崩壊度は高く、老化度は低い値を示したことを報告している。今後、コシヒカリと類似した特性を持つ系統あるいはコシヒカリより膨潤性および崩壊性が高く、老化性の低い系統を選抜し、環境に対する安定性と食味官能評価について検討することが必要であると考えられる。

(4) まとめ

良食味系統を効率的に選抜するために、味度値、RVA特性値と食味官能検査との関係について検討した。味度値、RVA特性値のコンシステンシーは食味官能検査との相関が高く、遺伝率が高かった。食味の優れた品種の特性を総合的に判断するために、味度値、RVA特性値の相関行列をもとに主成分分析を行った。第1主成分は、最低粘度、最終粘度、コンシステンシー、味度値の4特性と関わりが深い因子であり、炊飯米の老化性を表すと考えられた。また、これらは遺伝率が高く、遺伝的に安定していると考えられた。第2主成分は、最高粘度、ブレイクダウンの2特性と関わりが

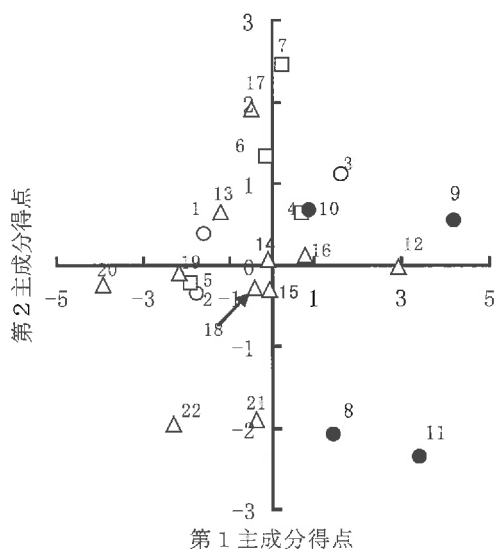
第10表 味度値とRVA特性値の主成分分析

年次	変数	固有ベクトル		因子負荷量	
		第1主成分	第2主成分	第1主成分	第2主成分
2000 (n=22)	最高粘度	0.260	0.663	0.476	0.869
	最低粘度	0.483	-0.011	0.885	-0.015
	最終粘度	0.537	-0.004	0.984	-0.006
	ブレイクダウン	-0.120	0.718	-0.220	0.940
	コンシステンシー	0.499	0.006	0.914	0.008
	味度値	-0.385	0.211	-0.705	0.277
	固有値	3.359	1.716		
	累積寄与率(%)	56.0	84.6		
2001 (n=22)	最高粘度	0.379	0.535	0.743	0.663
	最低粘度	0.483	0.137	0.948	0.170
	最終粘度	0.505	0.017	0.991	0.021
	ブレイクダウン	-0.103	0.747	-0.202	0.925
	コンシステンシー	0.470	-0.166	0.924	-0.206
	味度値	-0.371	0.330	-0.728	0.408
	固有値	3.858	1.532		
	累積寄与率(%)	64.3	89.8		



第5図a 主成分分析による食味評価（2000年）

図中の記号、数字は第4図に同じ。



第5図b 主成分分析による食味評価（2001年）

図中の記号、数字は第4図に同じ。

深い因子であり、米飯米の膨潤性、崩壊性を表すと考えられた。また、これらは遺伝率が低く、環境に影響されると考えられた。良食味品種であるコシヒカリは、米飯米の老化性が低く、膨潤性、崩壊性が高いことが認められた。これらのことから、良食味系統を選抜する場合において、味度値およびRVA特性値の利用は有効であることを認めた。

4 味度値、RVA特性の遺伝分析

品種の育成において、優れた交配親を選ぶことは重要であり、良食味品種育成にはこれまでコシヒカリの良食味を積極的に利用してきている。吉田・今林⁶⁵⁾は日本で作付けされている品種の多くはコシヒカリとの近縁係数が高いこと、大里・吉田³⁴⁾はコシヒカリとの近縁係数と食味との間に有意な正の相関関係が認められることを報告している。堀内・水野¹¹⁾は良食味と強稈性を主な対象形質とし、北陸地方での強稈、良食味品種を育成する際に、親として用いるいくつかの品種を想定し、相互交雑による第2世代植物体を用いダイアレル分析を行い、親能力の検定、親品種の優劣性、優性遺伝子や劣性遺伝子の作用の方向性など判定を行っている。また、大里・吉田³⁴⁾は両親の平均値（中間親）と交配組合せの平均値を用い一般組合せ能力の推定を行っている。

本章では、良食味品種であるコシヒカリ、ひとめぼれと不良食味品種であるアキヒカリ、トヨニシキとの相互交雑第2世代植物体を養成し、成熟期後収穫を行い味度値、RVA特性値について一般組合せ能力、ダ

イアレル分析を実施し、親としての能力、親品種の優劣性、遺伝子の作用性について検討を行った。

(1) 味度値とRVA特性の一般組合せ能力とダイアレル分析

良食味品種と不良食味品種の味度値、RVA特性値の比較検討を行った。良食味品種と不良食味との相互交雑による第2世代植物体について、良食味品種と不良食味品種との間で有意差が認められた味度値とRVA特性値の最低粘度、最終粘度、コンシステンシーについて、両親の平均値（中間親）と交配組合せの平均値を用い一般組合せ能力の推定と鶏飼⁶⁶⁾のプログラムソフトを用い、ダイアレル分析を行った。

A 試験方法

ひとめぼれ、コシヒカリ、トヨニシキ、アキヒカリの相互交雑を行い、第2世代植物体を利用し、移植は、2005年5月19日に行った。2反復で実施した。味度値、RVAの測定を行った。測定値は2回の測定の平均とした。

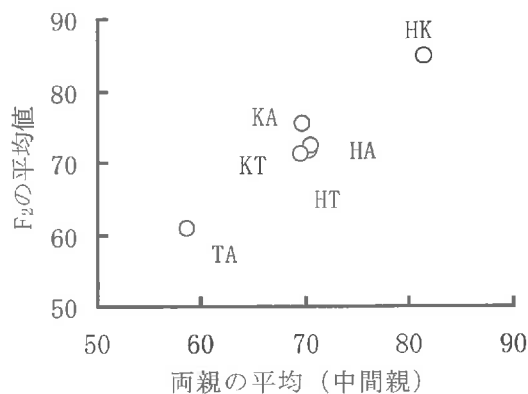
B 結果および考察

第11表に示したように、味度値、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーに品種間差が認められた。品種間差が認められた特性について両親の平均値と正逆交雑を無視した同一組合せの平均値の関係による一般組合せ能力について検討した。味度値について、両親の平均値（中間親）と第2世代の関係を示した。0.978と1%水準で有意な相関関係が認められ、味度値には組合せ能力差があると考えられた。ひとめぼれとコシヒカリとの交配組合せの値が高く、ひとめぼれ

第11表 親品種の味度値、RVA特性値

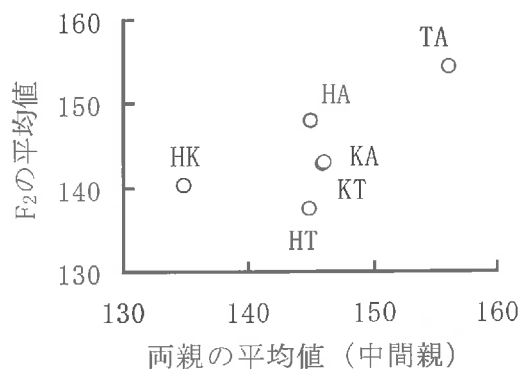
	味度値	最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレイクダウン	コンシステンシー
ひとめぼれ	82.3 a	316.8 a	133.8 a	227.0 a	183.0 a	93.3 a
トヨニシキ	58.5 b	312.5 a	156.0 b	258.3 b	156.5 a	102.3 ab
コシヒカリ	80.8 a	311.3 a	136.0 a	235.3 ab	175.3 a	99.3 a
アキヒカリ	58.8 b	313.3 a	156.3 b	273.3 c	157.0 a	117.0 b

Tukey法により検定し、同一英小文字間は、5%水準で有意差がないことを示す。



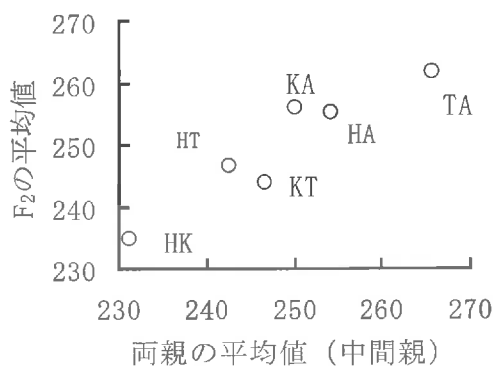
第6図 両親の味度値の平均値と第2世代の味度値との関係

H:ひとめぼれ, T:トヨニシキ, K:コシヒカリ, A:アキヒカリ間の第2世代植物体である。r=0.978**, **は1%水準で有意。



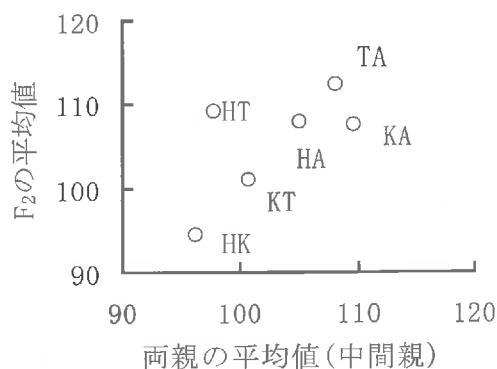
第7図 両親の最低粘度の平均値と第2世代の最低粘度との関係

図中の記号は第6図に同じ。r=0.733。



第8図 両親の最終粘度の平均値と第2世代の最終粘度との関係

図中の記号は第6図に同じ。r=0.943**, **は1%水準で有意。



第9図 両親のコンシステンシーの平均値と第2世代のコンシステンシーとの関係

図中の記号は第6図に同じ。r=0.660。

とトヨニシキ、アキヒカリ、コシヒカリとトヨニシキ、アキヒカリの組合せが中間に位置し、トヨニシキとアキヒカリの組合せが低かった。味度値についてコシヒカリとひとめぼれ、トヨニシキとアキヒカリに有意差が認められなかったことから、ひとめぼれとコシヒカリ、トヨニシキとアキヒカリの味度値に関する遺伝子は類似していると考えられた。

RVA特性においては、品種間に有意差が認められた最低粘度、最終粘度、コンシステンシーについて一般組合せ能力を検討した。第7図に最低粘度に関する中間親と第2世代の関係について示した。有意な相関

関係は認められなかった。第8図に示した最終粘度については中間親と第2世代の間に1%水準で有意な相関関係が認められた。最終粘度には組合せ能力の差があることが認められた。第9図に示したコンシステンシーについては中間親と第2世代の間には有意な相関関係は認められなかった。良食味品種同士の交配は最低粘度、最終粘度、コンシステンシーが低く、味度値が高い品種育成ができると考えられた。なお、最低粘度、コンシステンシーに関して組合せ固有の効果があることが示唆された。

第12表に味度値、RVA特性値についてのHayman⁹⁾

による完全ダイアレル表による分散分析結果を示した。また、第13表にダイアレル分析から推定した各形質の遺伝パラメータ、 V_r と W_r との回帰係数および親の形質値 Pr と V_r+W_r との相関係数を示した。味度値はHayman⁹⁾による完全ダイアレル表による分散分析の結果、相加効果 a が1%水準で有意であり、優性効果 b 、 b_1 、 b_2 、 b_3 は認められなかった。正逆交配間差 c 、 d も認められなかった。 V_r 、 W_r の回帰直線の回帰係数 a が1に近いことから非対立遺伝子間の相互作用はないと考えられた。味度値に関するデータはHayman⁹⁾のダイアレル分析の条件を満たすと考えられた。第10図に V_r と W_r の関係を示した。コシヒカ리는優性遺伝子を、アキヒカ리는劣性遺伝子を多くもつと考えられた。 V_r 、 W_r の回帰直線の W_r 切片にお

第12表 味度値、RVA 特性値のダイアレル表による分散分析

項目	自由度	平均平方			
		味度値	最低粘度	最終粘度	コンシステンシー
a	3	736.75**	271.67*	1453.25**	315.5**
b	6	12.15	137.10	23.19	85.06*
b1	1	40.69	8.76	3.19	22.52
b2	3	6.46	82.01	31.77	17.80
b3	2	6.40	283.92*	20.32	217.23**
c	3	24.66	49.66	73.42	7.59
d	3	4.34	117.47	65.17	19.11

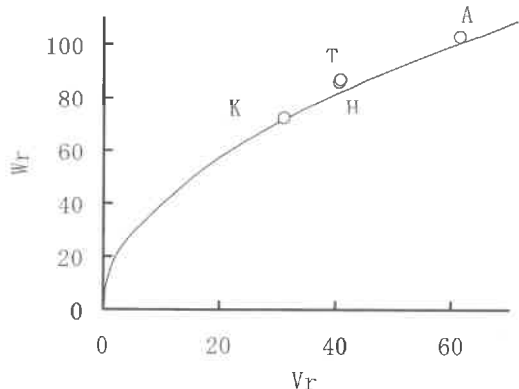
a: 相加効果, b: 優性効果, b1: 平均優性効果, b2: 親別の優性効果, b3: 特定組合せの優性効果, c: 各親の平均正逆交配間差, d: 正逆交配間差のうちc以外に帰する部分を示す。*: 5%で, **: 1%水準で有意差。

ける b' が0より大きいので、関与する遺伝子は不完全優性を示すと考えられたが、第12表に示した分散分析の結果から優性効果が認められなかったことと、第13表に示した優性分散 H_1 、 H_2 の値が0以下となったことから、無優性であると考えられた。また、長沢ら²⁰⁾は味度値の第1世代において、両親の中間の値を示したと報告していることから味度値は無優性であることが考えられた。第13表に示した親の形質値 Pr と V_r+W_r の相関係数 r は有意ではなかったが負の値を示したことから優性遺伝子は味度値を増加させる方向に作用すると示唆された。味度値の固有遺伝率 $D/(D+E)$ は0.950、広義の遺伝率(h^2b)、狭義の遺伝率(h^2n)が0.909、0.921といずれも高い値を示した。良食味品種の育成において、コシヒカ리의遺伝子を利用し、味度値による選抜が有効であると考えられた。また、コシヒカリとは近縁係数の低く、味度値の高い品種の探索交配により、良食味に関連する遺伝子の集積が可能と考えられた。最低粘度については、 V_r 、 W_r の回帰直線の回帰係数 a が2.271と1より高い値を示したことから非対立遺伝子間に相互作用が存在することが示唆された。最終粘度についての分散分析の結果は、相加効果 a が1%水準で有意であり、優性効果 b 、 b_1 、 b_2 、 b_3 は認められなかった。正逆交配間差 c 、 d も認められなかった。 V_r 、 W_r の回帰直線の回帰係数 a が1に近いことから非対立遺伝子間の相互作用はないと考えられた。最終粘度に関するデータはダイアレル分析の条件を満たすと考えられた。第11図に V_r と W_r の関係を示した。トヨニシキは優性遺伝子を、ひとめぼれは劣性遺伝子を多くもつと考えられた。 V_r 、 W_r の回帰直線の W_r 切片における b' が0より大きいので、

第13表 ダイアレル分析から推定した各形質の遺伝パラメータ、 V_r と W_r との回帰係数(a)および Pr と V_r+W_r との相関係数(r)

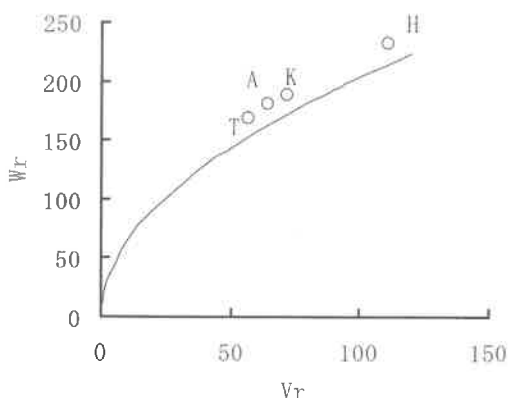
パラメーター	味度値	最低粘度	最終粘度	コンシステンシー
D	166.0201	123.9833	415.3284	88.6826
H1	0>	89.1380	0>	56.4876
H2	0>	85.7552	0>	60.2935
F	-16.5529	76.5771	59.9533	14.2555
$\sqrt{(H_1/D)}$	0	0.848	0	0.798
$D/(D+E)$	0.950	0.819	0.926	0.870
h^2b	0.909	0.631	0.830	0.792
h^2n	0.921	0.342	0.880	0.555
$a(W_r=aV_r+b')$	0.968	2.271	1.139	1.118
$r(Pr, V_r+W_r)$	-0.694	0.986	-0.757	-0.307

D: 相加分散, H1, H2: 優性分散, F: 優劣性遺伝子の頻度, $\sqrt{(H_1/D)}$: 平均優性度, $D/(D+E)$: 固有遺伝率, h^2b : 広義の遺伝率, h^2n : 狭義の遺伝率を示す。



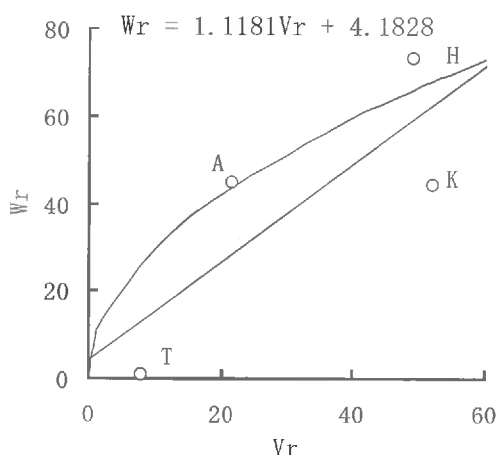
第10図 ダイアレル分析による味度値のVrとWrとの関係

H:ひとめぼれ, T:トヨニシキ, K:コシヒカリ, A:アキヒカリ,



第11図 ダイアレル分析による最終粘度のVrとWrとの関係

図中の記号は第10図と同じ。



第12図 ダイアレル分析によるコンシステンシーのVrとWrとの関係

図中の記号は第10図と同じ。

関与する遺伝子は不完全優性を示すと考えられるが、第12表に示した分散分析の結果から優性効果が認められなかったことと第13表に示した優性分散H1、H2の値が0以下となったことから、無優性であると考えら

れた。親の形質値PrとVr+Wrの相関係数rは有意ではなかったが負の値を示したことから優性遺伝子は最終粘度を増加させる方向に作用する傾向があると示唆された。固有遺伝率D/(D+E)が0.926、広義の遺伝率(h²b)、狭義の遺伝率(h²n)が0.830、0.880といずれも高い値を示した。コンシステンシーについての分散分析の結果、相加効果aは1%で、優性効果bは5%水準で有意であった。組合せ固有の優性効果b3に1%水準で有意差が認められた。正逆交配間差c、dは認められなかった。Vr、Wrの回帰直線のWr切片におけるb⁰が0より大きいこと、平均優性度√(H1/D)は0.798と1より小さいことから、関与する遺伝子は不完全優性を示す。回帰係数aが1に近いことから非対立遺伝子間の相互作用はないと考えられた。コンシステンシーに関するデータはHayman⁹⁾のダイアレル分析の条件を満たすと考えられた。親の形質値PrとVr+Wrの相関係数rは有意ではなかったが負の値を示したことから優性遺伝子はコンシステンシーを増加させる方向に作用する傾向があると示唆された。トヨニシキは優性遺伝子を、コシヒカリ、ひとめぼれは劣性遺伝子を多くもつと考えられる(第12図)。ひとめぼれとトヨニシキの交配組合せにおいて両親より高い値を示した。固有遺伝率D/(D+E)が0.870、広義の遺伝率(h²b)、狭義の遺伝率(h²n)が0.792、0.555で、他の特性より低い値を示した。

堀内・水野ら¹⁰⁾は粘りに関し、コシヒカリが劣性遺伝子を多く持ち、劣性遺伝子を集積することにより、粘りのある品種育成が可能であると報告している。粘りと関係のある最終粘度、コンシステンシーに関する遺伝子も同様に劣性遺伝子が多くなると値が低くなることから類似した遺伝子であると考えられた。

(2) 味度値、RVA特性値と農業形質の関係

水多ら²³⁾、平尾ら¹⁰⁾は味度値と出穂期、玄米品質などの関係について検討している。本節では、はえぬきと中部109号の組合せについて、RVA特性についての世代間の相関関係、味度値、RVA特性値と農業形質との関係について検討を行った。

A 試験方法

2003年にはえぬき/中部109号交配組合せ第4世代において、圃場で晩生、長稈の個体を除き59個体を選抜し、室内において明らかに品質の劣る株を除き32個体を選抜した。32個体について2004年第5世代1個体1系統として移植した。移植は2004年5月21日に行った。1株1本植えとした。2反復で実施した。各品種それぞれの成熟期に収穫し、味度値、RVAの測定は、第3章で記述した方法と同様に行った。値は2回の測

定値の平均とした。同様の材料について成熟期直前に各品種10株の稈長、穂長、穂数を測定した。登熟期間の気象データは、福島地方気象台のアメダス観測地郡山（福島県農業試験場内）のデータを利用し、登熟期間の気温は、出穂後20日間の平均気温とした。

第14表 RVA特性値の第4世代と第5世代の相関係数

最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレークダウン	コンシステンシー
0.1867	0.475**	0.736**	-0.029	0.247

n=32, **は1%水準で有意。

第15表 はえぬき/中部109号後代系統の栽培特性

試験 番号	出穂期 (月/日)	登熟気温 (°C)	稈長 (cm)		穂長 (cm)		穂数 (本/株)	玄米千粒重 (g)		整粒歩合 (%)		収量 (g/m ²)	
			1	2	1	2		1	2	1	2	1	2
1	8/1	24.8	79		18.3		16.0	22.0		63		691.5	
2	8/6	23.4	79		18.3		17.3	22.6 *		87 *		676.5	
3	8/5	23.7	79		17.4		17.8	22.8 *		85 *		664.9	
4	8/6	23.4	79		17.2		17.9	22.7 *		83 *		658.2	
5	8/7	23.1	79		18.5		17.6	23.4 **		88 *		715.8	
6	8/4	23.9	80		17.9		17.9	22.0 *		75 **		700.2	
7	8/7	23.1	88 **		18.7		17.4	22.1		91 *		721.4 *	
8	8/6	23.4	83		17.6		18.3	22.7 *		84 *		706.2	
9	8/4	23.9	87 **		17.6		18.4	21.2 **		86 *		724.5 *	
10	8/4	23.9	86 **		19.6 **		18.8	23.0 *		84 *		811.2 **	
11	8/6	23.4	82		17.9		19.0	22.4		86 *		703.7	
12	8/2	24.5	83		18.5		17.0	22.7 *		65 *		744.5 **	
13	8/4	23.9	87 **		18.5		17.1	21.8 *		89 *		719.0 *	
14	8/6	23.4	78		18.3		17.6	23.5 **		77 **		671.9	
15	8/5	23.7	90 **		18.5		18.3	21.5 **		86 *		768.1 **	
16	8/3	24.1	84		18.2		18.6	20.9 **		84 *		709.9	
17	8/6	23.4	82		18.0		17.7	22.7 *		88 *		687.2	
18	8/7	23.1	82		17.8		16.7	22.6 *		89 *		678.4	
19	8/6	23.4	90 **		18.5		18.2	22.7 *		88 *		817.7 **	
20	8/7	23.1	81		17.6		16.8	23.2 **		85 *		656.0	
21	8/4	23.9	89 **		19.1		17.6	22.3		87 *		760.3 **	
22	8/7	23.1	83		18.5		17.4	23.0 *		85 *		743.8 **	
23	8/6	23.4	84		17.4		19.1	22.5		83 *		748.1 **	
24	8/6	23.4	84		17.4		18.8	22.5 *		86 *		684.7	
25	8/5	23.7	88 **		17.9		16.5	22.6 *		86 *		730.9 *	
26	8/5	23.7	89 **		17.7		17.6	23.5 **		80 *		691.1	
27	8/6	23.4	84		17.7		18.9	22.5 *		84 *		684.2	
28	8/4	23.9	85		18.9		16.7	24.7 **		73 **		771.6 **	
29	8/6	23.4	88 **		17.6		17.3	23.0 *		83 *		683.6	
30	8/7	23.1	88 **		18.3		16.6	23.0 *		87 *		746.4 **	
31	8/5	23.7	86 **		18.5		14.9	24.3 **		60 *		729.2 *	
32	8/6	23.4	80		17.9		17.2	22.6 *		84 *		659.2	
33	8/6	23.4	87 **		17.9		16.3	22.5 *		87 *		781.9 **	
34	8/4	23.9	85 *		17.9		17.8	22.7 *		74 **		703.5	

1：中部109号，2：はえぬき，3～34が育成系統を示し，*はTukey法により1：中部109号，2：はえぬきと比較し，5%で有意差。

B 結果および考察

第14表にRVA特性値の世代間の相関関係を示した。最高粘度、ブレイクダウン、コンシステンシーには有意な相関関係は認められず、最低粘度、最終粘度において1%水準で有意な正の相関関係が認められた。特に最終粘度は0.736と高かった。

はえぬき、中部109号を含め34品種について、第15表、第16表に示した出穂期、登熟気温を除く栽培特性、味度値、RVA特性値について繰り返しのない2元配置による分散分析を行った。栽培特性では、稈長、穂長、玄米千粒重、整粒歩合、収量に品種間差が認められ、稈長、玄米千粒重、収量については両親と有意に

第16表 はえぬき/中部109号後代系統の味度値、RVA特性

試験 番号	味度値		最高粘度	最低粘度		最終粘度		ブレイク ダウン	コンシステンシー	
	1	2		1	2	1	2		1	2
1	92.3		338.8	141.8		252.5		197.0	110.7	
2	90.3		319.0	129.8		240.0		189.2	110.2	
3	88.5		317.5	126.3		233.8		191.2	107.5	
4	90.3		326.5	127.3		237.3		199.2	110.0	
5	86.8	*	327.5	141.5		255.8		186.0	114.3	
6	87.8		329.3	138.3		247.5		191.0	109.2	
7	87.3	*	333.3	138.5		251.0		194.8	112.5	
8	89.5		321.3	133.0		240.8		188.3	107.8	
9	80.8	**	322.8	127.0		238.8		195.8	111.8	
10	88.8		328.5	128.3		241.5		200.2	113.2	
11	87.8		316.3	128.5		234.0		187.8	105.5	
12	90.8		326.3	126.8		234.8		199.5	108.0	
13	89.0		314.3	133.0		245.3		181.3	112.3	
14	88.0		317.3	138.3		246.8		179.0	108.5	
15	87.8		322.3	136.3		243.5		186.0	107.2	
16	82.0	**	334.8	129.5		241.8		205.3	112.3	
17	89.5		321.0	140.3		242.0		180.7	101.7	
18	88.5		315.3	128.3		235.3		187.0	107.0	
19	90.5		331.3	135.3		239.8		196.0	104.5	
20	87.0	*	310.8	140.0		250.0		170.8	110.0	
21	85.0	**	341.3	149.5	*	270.8	*	191.8	121.3	*
22	89.0		314.3	140.8		244.5		173.5	103.7	
23	88.0		315.0	132.0		240.8		183.0	108.8	
24	89.0		318.5	126.3		236.5		192.2	110.2	
25	83.5	**	318.8	131.3		250.8		187.5	119.5	
26	89.0		316.5	124.3		232.5	*	192.2	108.2	
27	88.8		313.8	125.0		231.0	*	188.8	106.0	
28	91.3		338.8	135.3		237.5		203.5	102.2	
29	88.8		323.5	139.5		248.3		184.0	108.8	
30	86.3	*	331.8	143.3		254.8		188.5	111.5	
31	92.5		340.5	145.8		262.3	*	194.7	116.5	
32	88.8		322.8	130.3		237.0		192.5	106.7	
33	85.3	**	338.0	142.8		255.8		195.2	113.0	
34	91.0		328.5	133.8		241.3		194.7	107.5	

試験番号は第15表に同じ、*はTukey法により1：中部109号，2：はえぬきと比較し，5%水準で有意差。

異なる系統が多く認められた。味度値、RVA特性に関しては、味度値、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーについて、品種間差が認められた。味度値については両親と有意に異なる系統が認められたが、両親より有意に値の高い系統はなかった。最低粘度、最終粘度、コンシステンシーにおいても同様に両親と有意に異なる系統は認められたが、両親より有意に値が小さい系統はなかった。はえぬきと中部109号の味度値、RVA特性値間に有意差は認められなかった。本組合せのような類似した品種同士の組合せにおいては両親より優れた良食味品種を育成することは難しく、食味を維持しながら収量性、玄米品質などの栽培特性の改良を行うことが妥当であると考えられた。

味度値、RVA特性値と農業形質の関係について第17表に示した。最高粘度は穂長、収量と1%水準で有意な正の相関関係が認められた。最低粘度、最終粘度は穂長と5%水準で有意な正の相関関係が、また、穂数と1%水準で有意な負の相関関係が認められた。ブレイクダウンは登熟気温と1%水準で有意な正の相関関係が認められた。コンシステンシーはどの形質とも有意な相関関係が認められなかった。最高粘度、最低粘度、最終粘度は穂長と有意な相関関係にあること、また、穂長に品種間差が存在することから、穂長とRVA特性に遺伝的関係があると考えられた。しかし、相関係数が必ずしも高い値でないことから、栽植個体数を多くすることにより、長穂で最終粘度、最低粘度の低い個体が選抜可能であると考えられた。最終粘度は穂数と1%水準で有意な負の相関関係が認められたが、穂数に品種間差が認められなかったことから、環境的影響が強く、栽培環境による穂数の増減が最終粘度、最低粘度に影響すると考えられた。

赤藤ら⁴⁵⁾は穂長の遺伝力は初期世代ではあまり遺伝率が高くなく、世代が進むにつれて高くなり、第5世代、第6世代以降に選抜を始めるのが効果的であり、

1株穂数の遺伝率は低く、世代が進んでも遺伝率が上昇するとは限らず、交配後数世代間の集団栽培を経た後、系統選抜を行うことが合理的であると報告している。初期世代でなく、ある程度世代の進んだ系統について、最終粘度、最低粘度により選抜を繰り返すことが有効であると考えられた。味度値は玄米千粒重と1%水準で有意な正の相関関係が認められ、また、玄米品質と1%水準で有意な負の相関関係が認められた。味度値、玄米千粒重には品種系統間差が認められることから、遺伝的関係が示唆された。味度値と玄米品質の関係について第13図に示した。整粒歩合80%~90%の間で味度値にばらつきが認められ、品質が良くても必ずしも味度値が高いとは限らないと考えられた。味度値と玄米品質の相関係数が必ずしも高い値でないことから、栽植個体数を多くして、味度値、玄米品質について選抜する必要があると考えられた。玄米品質と登熟気温の関係について第14図に示した。登熟気温の低い品種系統が玄米品質が良い傾向にあった。登熟気温が高いと乳白米などの未熟米や胴割米が多く発生することが報告されている²⁸⁾³⁷⁾。平尾ら¹⁰⁾は味度値が玄米品質、出穂期と相関関係にあり、玄米品質と併せての選抜、出穂期を考慮した選抜が必要であると報告している。本研究からも同様に、出穂期、玄米品質を考慮することにより選抜をすることが必要であると考えられた。

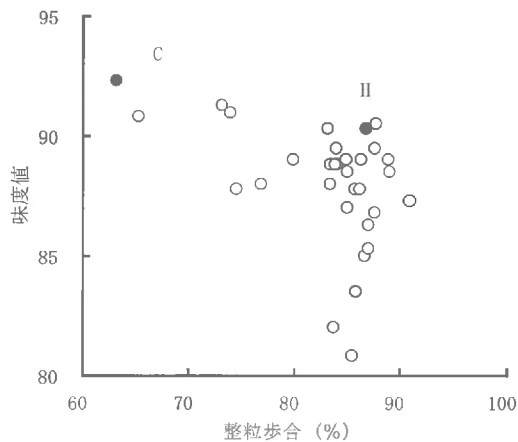
(3) まとめ

味度値、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーについての組合せ能力について検討した結果、良食味品種同士の交配組合せにより味度値が高く、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーの低い品種が育成可能と考えられた。なお、最低粘度、コンシステンシーに関して組合せ固有の効果が認められた。ダイヤレル分析結果より、味度値、最終粘度の遺伝率が高く、味度値、

第17表 味度値、RVA特性値と農業形質との相関係数

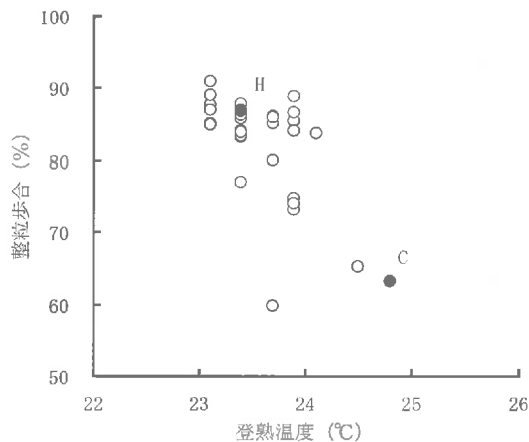
	味度値	最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレイクダウン	コンシステンシー
稈長	-0.169	0.329	0.176	0.271	0.208	0.290
穂長	0.074	0.514**	0.405*	0.409*	0.215	0.226
穂数	-0.167	-0.332	-0.504**	-0.508**	0.066	-0.278
玄米千粒重	0.613**	0.116	0.248	0.109	-0.084	-0.151
玄米品質	-0.472**	-0.305	-0.043	-0.019	-0.296	0.025
収量	-0.043	0.511**	0.271	0.281	0.326	0.165
登熟気温	-0.041	0.307	-0.267	-0.113	0.560**	0.172

n=32, * : 5%で, ** : 1%水準で有意。



第13図 玄米品質と味度値の関係

●C：中部109号，●H：はえぬきを示す。
 $r = -0.472^{**}$ ，1%水準で有意。



第14図 登熟気温と玄米品質との関係

●C：中部109号，●H：はえぬきを示す。
 $r = -0.528^{**}$ ，1%水準で有意。

最終粘度、コンシステンシーに関する遺伝子は優性遺伝子が相加的に増加させる方向に作用することが示唆された。最低粘度には非対立遺伝子間に相互作用が存在することが示唆された。コンシステンシーは、組合せによる固有の優性効果が認められた。

はえぬき/中部109号の組合せについて味度値、RVA特性値と農業形質の関係について検討した。味度値、RVA特性値に関して、はえぬき、中部109号より有意に優る系統は認められなかった。味度値、RVA特性と農業形質には相関関係が認められ、特に最低粘度、最終粘度は穂長と5%水準で有意な正の相関関係に、穂数と1%水準で有意な負の相関関係にあった。穂長に品種間差が認められたことから、穂長が最低粘度、最終粘度に遺伝的に影響することが示唆された。穂数には品種間差が認められなかったことから、栽培環境による穂数の増減が最終粘度、最低粘度に影響すると考えられた。味度値は玄米千粒重と1%水準で有意な

正の相関関係が認められ、また、玄米品質と1%水準で有意な負の相関関係が認められた。味度値、玄米千粒重には品種間差が認められることから、遺伝的關係が示唆された。

5 水稲糯品種の餅硬化性、糊化特性および尿素崩壊性による選抜方法

本章では、多様な加工形態に対応した糯品種の育成のために、現在栽培している品種、育成系統の餅製品の加工上重要な指標とされる餅硬化性、RVAによる糊化特性、尿素崩壊性について調査した。その調査結果に基づき、加工適性を重視した糯品種の育成においての母本の選定と選抜方法について検討した。

(1) 水稲糯品種の餅硬化性

糯品種の餅硬化性の品種間差、餅硬化性が年次でどのように変わるかをみるため品種と年次間の交互作用について検討した。

A 試験方法

第18表に示した品種を材料とした。福島県においてチヨノモチ、サカキモチ、ヒデコモチは早生に、ヒメノモチは中生の早、こがねもちは中生の熟期に属する。育成系統は、早生～中生の早で、ヒメノモチ、こがねもちと同等の品質で、耐冷性、穂発芽性、耐倒伏性の改良された品種を目標に育成されたものである。試験は2000年～2002年に行った。移植は5月17日～5月22日に行った。2反復で実施した。登熟期間の気温は、出穂後20日間の平均気温とした。

餅硬化性は2000年、2001年、2002年産米を90%前後に搗精し、材料に用いた。餅生地は精白米450gを一晩水に浸し、東芝製の餅つき器「もちっ子」で練り上げ作成した。得られた餅生地を33cm×9cm×1.8cmに成型したのち、表面をラップフィルムで覆い、ビニール袋に入れて5℃で冷蔵した。餅硬化性は果実硬度計（藤原製作所MT型）により餅生地上の任意の3ヶ所にプランジャー11mm径を挿入することで測定した。試験は2回繰り返して、冷蔵16時間後の測定値の平均値で餅硬化性について比較検討した。

B 結果および考察

こがねもち、ヒメノモチ、福島糯8号、福島糯10号を同一条件で2年間、餅の硬化性について試験した結果、こがねもちは明らかに他の品種より餅硬化性が高かった。この結果は小林ら¹⁰⁾の報告と一致した（第18表）。分散分析の結果、品種と年次間に有意な交互作用が認められた（第19表）。こがねもちの餅硬化性は年次間差が大きかったが、ヒメノモチは年次間差が小

第18表 供試品種の出穂期、登熟気温¹⁾、餅硬化性²⁾

品種名	出穂期 (月. 日)			登熟気温 (°C)			餅硬化性 (kg)		
	2000年	2001年	2002年	2000年	2001年	2002年	2000年	2001年	2002年
ヒメノモチ	7.31	8.05	8.05	25.1	22.6	24.3	(5.0)	2.9 ab	3.3 a
サカキモチ	7.28			25.6			7.9 ab		
郡系糯196	7.30			25.3			6.3 a		
郡系糯276	7.28			25.6			5.9 a		
郡系糯331	8.03	8.11	8.08	25.0	22.8	23.7	4.8 a	2.2 a	3.0 a
郡系糯332	7.30	8.05		25.3	22.6		5.1 a	2.4 a	
郡系糯334	8.05	8.13		25.0	22.9		8.5 ab	2.2 a	
郡系糯336	7.31			25.1			9.4 ab		
郡系糯337	8.01	8.08	8.05	25.0	23.2	24.3	8.8 ab	4.1 b	5.6 b
郡系糯511			8.08			23.7			3.6 a
郡系糯512			8.04			24.4			3.9 ab
郡系糯513			8.08			23.7			3.5 a
郡系糯514			8.08			23.7			3.9 ab
郡系糯515			8.07			23.8			4.4 ab
ヒデコモチ	7.30	8.03	8.04	25.3	22.6	24.4	7.3 ab	3.3 ab	3.6 a
こがねもち	8.05	8.11	8.09	25.0	22.8	23.7	11.4 b	7.8 c	8.5 c
チヨノモチ	7.25			25.3			11.1 b		
ヒメノモチ	7.30	8.04	8.06	25.5	22.6	24.3	5.3 a	2.7 a	3.4 a
福島糯8号	7.28	8.01	8.03	25.6	22.5	24.8	7.8 a	2.9 a	4.8 b
福島糯10号		8.05	8.05		22.5	24.4		2.9 a	4.1 ab
こがねもち	8.05	8.14	8.09	25.0	22.9	23.7	(12.7)	4.8 b	9.3 c

1) 登熟気温は出穂後20日間の平均気温, 2) 餅生地を33cm×9cm×1.8cmに成型し, 5°Cで冷蔵し, 餅硬化性は冷蔵16時間後の硬度を示す, () の付したものは試験を1度実施したものを示す. 各年次ごとに Tukey 法により検定し, 同一年次の同一英小文字間は, 5%水準で有意差がないことを示す.

第19表 品種・年次と餅硬化性の関係

変動因	自由度	平方和	平均平方	F 値
品種	3	39.112	13.037	138.14**
年次	1	16.606	16.606	175.95**
品種×年次	3	8.607	2.869	30.40**
誤差	8	0.755	0.094	
合計	15	65.079		

** : 1%水準で有意.

さかった。

松江ら²²⁾は、餅硬化性は品種間差よりも、登熟気温の影響を大きく受けると報告している。こがねもちの出穂期はヒメノモチより2000年が6日、2001年が10日、2002年が3日遅く、登熟期間の気温はヒメノモチと比較して、2000年が0.5°C低く、2001年が0.3°C高く、2002年が0.6°C低い値を示した。こがねもちとは異なる餅硬化性を示し、その作用は登熟期間

の気温に影響されると示唆された。

育成系統について餅硬化性試験を行ったところ、ヒメノモチより著しく餅硬化性の劣る、あるいはこがねもちより明らかに優る品種は認められなかった(第18表)。これまで、耐冷性、もち病抵抗性、耐倒伏性を考慮した交配組合せが多いこと、あるいは、岡本・根本²³⁾の報告しているような餅硬化性の優れた品種を交配母本として利用していないためかと考えられる。また、小林ら¹⁹⁾は餅硬化性選抜は、雑種集団の初期の個体選抜時が極めて有効であり、餅硬化性選抜実施以前の育成系統の多くは餅硬化性が低く、高い系統が棄却されてしまったと推測している。福島県においても、栽培特性を重視し、積極的な餅硬化性についての選抜をしていないために、餅硬化性の高い品種が育成されていないと考えられる。

(2) 水稻糯品種のRVA特性

糯品種の代表的な品種であるこがねもち、ヒメノモ

チ、ヒデコモチのRVA特性値の比較を行った。

A 試験方法

前節の材料であるこがねもち、ヒメノモチ、ヒデコモチのRVA特性の品種間差異について検討した。試料は、2000年～2002年産米を用いた。山下⁶⁰⁾の報告を参考に、劇物であり、取り扱いの注意のいる硫酸銅のようなアミラーゼを阻害するための薬品は添加せず、粳米に近いアミログラムを得るために、試料の量を8g(水分含量14%)と増量し検討した。測定は2回繰り返し、平均値を求めた。

B 結果および考察

2000年、2001年、2002年産のヒメノモチ、ヒデコモチ、こがねもちについて、RVAによる糊化特性を比較した(第20表)。糊化温度は、ヒメノモチ、ヒデコモチとこがねもち間に有意差が認められた。ピーク温度は、ヒメノモチ、ヒデコモチ、こがねもちそれぞれ間に有意差が認められた。年次間差は最高粘度を除く、糊化温度、ピーク温度、最低粘度、最終粘度、ブレイクダウン、コンシステンシーで有意差が認められた。

我が国の水稲糯品種の系譜にみられる遺伝資源は極めて限られている。ヒメノモチの片親はこがねもちであり、ヒデコモチの片親はヒメノモチである。本研究から、こがねもちがRVAによる糊化特性において、

ヒメノモチ、ヒデコモチと異なる特性を持っていると考えられる。

糯米の利用方法は、切り餅、あられなどのお菓子が一般的であり、切り餅、あられなどは一度成型する必要があるため冷蔵時に速くかたまるものが作業性の面から好まれる。餅硬化性は糊化温度、ピーク温度と相関関係にあることが報告されている¹⁷⁾³¹⁾。こがねもちが2品種と比較して、糊化温度、ピーク温度が高く、餅の硬化特性が優れ、切り餅に適すると示唆された。また、糯品種は粳品種と異なり、 α -アミラーゼ活性により最高粘度が低くなると考えられている。こがねもちが他の品種より α -アミラーゼ活性が高いため最高粘度が低くなったのか今後検討する必要があると考えられる。

(3) 餅硬化性とRVA特性の関係

2000年から2002年までの3年間試験した品種の餅硬化性とRVAによる糊化特性の関係について検討した。

A 試験方法

第1節、第2節で記述した方法と同じである。

B 結果および考察

餅硬化性は、糊化温度、ピーク温度、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーと正の相関関係にあり、ブレイクダウンと負の相関関係にあった。特に、ピーク

第20表 品種のRVA特性

品種名	糊化温度 (°C)	ピーク温度 (°C)	最高粘度 (RVU)	最低粘度 (RVU)	最終粘度 (RVU)	ブレイクダウン (RVU)	コンシステンシー (RVU)
ヒメノモチ	63.5 a	78.9 a	364.8 b	129.5 a	231.8 a	235.3 c	102.3 a
ヒデコモチ	64.5 a	80.0 b	352.0 b	137.0 a	246.0 a	215.0 b	109.0 ab
こがねもち	67.4 b	82.9 c	316.7 a	153.0 b	273.8 b	163.7 a	120.8 b

繰り返しのない2元配置(品種, 年次)で統計分析をした。Tukey法により検定し、各特性の同一英小文字間は、5%水準で有意差がないことを示す。分散分析により、年次間において糊化温度、ブレイクダウンは5%水準で、ピーク温度、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーは1%水準で有意差が認められた。

第21表 餅硬化性とRVA特性値との相関係数

	餅硬化性	糊化温度	ピーク温度	最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレイクダウン
糊化温度	0.836**						
ピーク温度	0.886**	0.860**					
最高粘度	-0.295	-0.189	-0.173				
最低粘度	0.830**	0.844**	0.930**	0.125			
最終粘度	0.807**	0.797**	0.900**	0.164	0.989**		
ブレイクダウン	-0.863**	-0.796**	-0.852**	0.632**	-0.690**	-0.653**	
コンシステンシー	0.769**	0.737**	0.853**	0.198	0.959**	0.990**	-0.605**

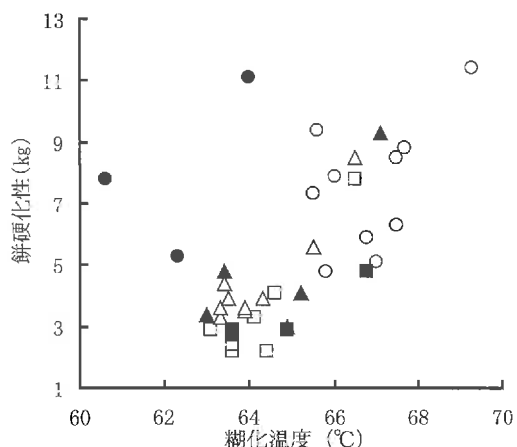
n=27, ** : 1%水準で有意。

温度と高い相関関係にあった(第21表)。ピーク温度は、糊化温度と比較して、年次間に関わらず、餅の硬化性を良く表していた(第15図、第16図)。2000年の糊化温度は他の年次と比較して高く、餅硬化性との相関が低かった。RVA特性値は餅硬化性を簡易に判定する方法として、利用可能と考えられる。

横尾ら⁶³⁾、寺本³²⁾は最高粘度、ブレイクダウンは餅質の粘り、伸びと関係が深いと述べていることから、今後は最高粘度、ブレイクダウンが餅質のどのような特性と関係しているのか検討する必要があると推察される。

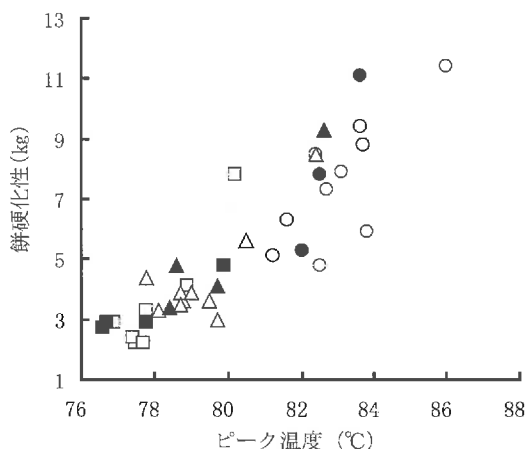
(4) 糯品種の尿素崩壊性と糊化温度、ピーク温度との関係

岡本ら³²⁾は、陸稲糯品種において、尿素崩壊性に品種間差があり、アミロペクチンの鎖長によって左右されること、糊化温度と関係があることを報告している。



第15図 糊化温度と餅硬化性との関係

○, ●: 2000年, □, ■: 2001年, △, ▲: 2002年.



第16図 ピーク温度と餅硬化性との関係

○, ●: 2000年, □, ■: 2001年, △, ▲: 2002年.

そこで本節では、餅硬化性に有意差のみられたヒメノモチ、こがねもち、福島糯8号による尿素崩壊性の品種間差と尿素崩壊性の最適条件を検討した。また、育成系統の尿素崩壊性、尿素崩壊性と糊化温度、ピーク温度の関係について検討した。

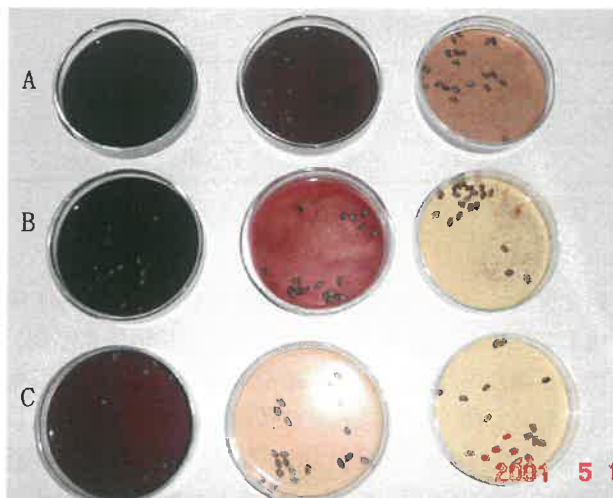
A 試験方法

岡本ら³²⁾の報告を参考に、こがねもち、福島糯8号、ヒメノモチの2000年産の完全粒を約90%に搗精し、温度条件を30°C、20°C、10°Cの3段階設定で、シャーレに各精白米20粒を置床し、尿素4M溶液20mLを注ぎ、24時間後ヨウ素呈色した。呈色程度で尿素崩壊性を判定した。材料は2区制で実施した精白米を用い、各区に対して3反復で行った。また、育成品種の精白米について、設定温度を20°Cに変え、上述の方法で行った。材料は2区制で実施した白米を用い、各区に対して2反復で行った。呈色程度は色の濃淡により、こがねもち(無染色)と同等なものを崩壊性難:1とし、福島糯8号(赤褐色)と同様なものを崩壊性中:3、ヒメノモチ(暗紫色)と同等なものを崩壊性易:4として、供試品種の呈色程度を判定した。糊化温度、ピーク温度のデータについては第2節で測定したデータを用いた。

B 結果および考察

初めに尿素崩壊性の品種間差と尿素崩壊性の最適温度条件を検討するため、ヒメノモチ、こがねもち、福島糯8号を供試し検討した。各品種において、温度に対する崩壊性が異なっていた(第17図)。設定温度30°C、20°Cにおいては、ヒメノモチ、福島糯8号、こがねもち間に呈色程度に違いが認められた。10°Cにおいては、福島糯8号、こがねもちに明らかな違いが認められなかった。呈色程度に明確な違いが認められた20°Cにおいて、育成品種の尿素崩壊性について検討した結果、呈色程度に品種間差が認められた(第22表)。

尿素崩壊性とRVAによる糊化温度、ピーク温度との関係を検討したところ、糊化温度との相関が高かった(第18図)。澱粉粒は澱粉分子間あるいは分子内で水素結合を形成しているため、水に不溶であるが、アルカリ、尿素などによって変性する。西・佐藤²⁹⁾は、イネ種子胚乳澱粉特性に関する突然変異体の尿素糊化性について調査し、アミロペクチンの構造およびアミロース含量の差異により大きく異なることを報告している。また、アルカリ崩壊性、尿素崩壊性による品種間差は、アミロペクチンの鎖長によって左右されるという報告がある³²⁾⁵⁶⁾。吉井⁶⁷⁾は尿素濃度を段階的に高めて水素結合の強度別に澱粉の分画を行い、4.5M尿素液による溶出量がアミログラムの糊化温度と良く一致し、その量の多いものほど糊化温度が低くなり、4.5



第17図 品種の尿素崩壊性

A：設定温度30℃，B：設定温度20℃，C：設定温度10℃。
左：ヒメノモチ，中央：福島糯8号，右：こがねもち。

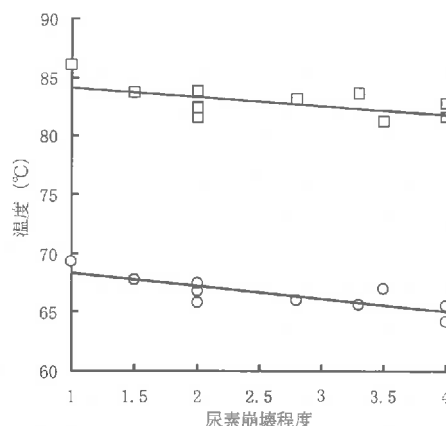
第22表 尿素崩壊性の品種間差異

品種名	尿素崩壊性
ヒメノモチ	4.0 e
サカキモチ	2.8 c
郡系糯196	2.0 b
郡系糯276	2.0 b
郡系糯331	2.0 b
郡系糯332	3.5 de
郡系糯334	2.0 b
郡系糯336	3.3 cd
郡系糯337	1.5 ab
ヒデコモチ	4.0 e
こがねもち	1.0 a

Tukey法により検定し，同一英小文字間は，5%水準で有意差がないことを示す。

M尿素液不溶画分に餅硬化性に関する要因があることを報告している。

こがねもちは、他の品種と比較して、アミロペクチン鎖長の長鎖比が高いために、尿素崩壊し難いと推察される。尿素崩壊性はアミロペクチン鎖長差異を確認するための簡易検定法と考えられ、こがねもちと同等の鎖長を持ち、餅硬化性の高い系統の選抜に役立つと考えられる。また、江幡⁴⁾は、アルカリ崩壊性は品種固有の特性のほかに、登熟気温、粒質、着粒位置により影響されると報告している。本研究では、完全粒を搗精し、碎米を除き、1シャーレ20粒で検討したが、粒質、着粒位置等を考慮し、個々の粒の違いによる影響を少なくし検討する必要があると考えられる。



第18図 尿素崩壊性と糊化温度、ピーク温度との関係

n=27, ○：糊化温度 $r=-0.804^{**}$, □：ピーク温度 $r=-0.552$
r：spearmanの順位相関係数を示し，**：1%水準で有意。
尿素崩壊程度はこがねもち（無染色）と同等なものを崩壊性難：1とし，福島糯8号と同等なものを崩壊性中（赤褐色）：3，ヒメノモチ（暗紫色）と同等なものを崩壊性易：4として判定した。

(5) 餅加工特性に対する登熟気温の影響

松江ら²²⁾は、登熟期の気温が高くなるとアミログラフ、RVAの糊化温度が高まり、餅硬化性が増すと報告していることから、本節では餅硬化性に対する登熟気温の影響について検討した。

A 試験方法

第1節で調査した品種の餅硬化性、RVA特性値、各品種の出穂後20日の平均気温を用い解析を行った。

B 結果および考察

餅硬化性、RVA特性値に対する出穂後20日間の登熟気温について検討した結果、餅硬化性、糊化温度、ピーク温度、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーは登熟期間の気温と有意な正の相関関係にあることが認められた。特に、ピーク温度、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーと登熟期間の気温との間に高い相関関係が認められた。最高粘度は有意な相関関係になかった（第23表）。

餅硬化性の優れた品種育成を目的とする場合は、登熟気温を考慮した餅硬化性の優れた品種を交配母本に選定し、RVAにより餅硬化性を間接的に初期世代から選抜可能であると考えられた。なお、その場合には、登熟気温別に選抜するなどを考慮する必要性が認められた。

(6) まとめ

餅硬化性には品種間差が認められ、こがねもちは餅硬化性が高かった。また、品種と年次間に交互作用が認められた。育成系統について餅硬化性試験を行ったところ、ヒメノモチより著しく餅硬化性が劣る系統、

第23表 餅硬化性、RVA特性値と登熟気温との相関係数

餅硬化性	RVA特性値							
	糊化温度	ピーク温度	最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレイクダウン	コンシステンシー	
相関係数	0.604**	0.621**	0.801**	0.163	0.857**	0.871**	-0.559**	0.869**

n=27, 登熟気温：出穂後20日間の平均気温, **：1%水準で有意。

あるいはこがねもちより明らかに優る系統は認められなかった。餅硬化性は、RVA特性値中の糊化温度、ピーク温度、最低粘度、最終粘度およびコンシステンシーと正の相関関係にあり、ブレイクダウンと負の相関関係にあった。また、餅硬化性、糊化温度、ピーク温度、最低粘度、最終粘度およびコンシステンシーは、登熟期間の気温との相関係数が高かった。

育成系統の糊化特性を簡易に判定するために、尿素崩壊性について検討した。尿素崩壊性には品種間差があり、糊化温度と相関関係にあった。

6 水稻糯品種の糊化特性と玄米千粒重、玄米白度との関係

本章では、選抜実験によりRVAによる糊化特性、加工上重要な形質である玄米千粒重、玄米白度（柳原⁶¹⁾）についての遺伝率を検討した。なお、餅硬化性と関係のある糊化温度、ピーク温度と玄米千粒重、玄米白度との遺伝相関、糊化温度、ピーク温度と農業形質である耐冷性、稈長、穂長、穂数、登熟気温について検討し、今後の選抜方法について検討した。

(1) RVAによる糊化特性、玄米千粒重、玄米白度についての遺伝率

こがねもちと福島糯8号の交配組合せ集団において、加工特性と関係の深いRVAによる糊化特性、玄米千粒重、玄米白度について遺伝率を検討した。

A 試験方法

供試材料はこがねもちを母親、ヒメノモチ、こがねもちと同等の品質で、耐冷性、穂発芽性の改良された品種を目標に育成された福島糯8号を父として交配した第4世代、第5世代を用いた。第4世代は前年まで温室で世代促進された集団で、移植は2003年5月13日に行った。1株1本植えで行った。なお、比較として福島糯8号、こがねもちを各14個体移植した。成熟期後に長稈、晩生の株を除き87個体を圃場で選抜し、室内で品質調査により著しく劣るものを除き、最終的に73個体を選抜した。73個体のうち玄米白度、RVA測定が可能な量の確保できた68個体について検討した。なお、第5世代は68個体ごとに系統として展開した。

第5世代の移植は2004年5月20日に行った。1株1本植えで行った。第5世代は各系統ごと10個体の稈長、穂長、穂数を調査し、平均値を求めた。第4世代は個体ごとに、第5世代は各系統12個体まとめて収穫後、玄米は1.8mmの篩で選別した。玄米白度は光電白度計（ケット社C-300型）を用い2回測定した値の平均値を求めた。

RVAの測定には、山下⁶⁰⁾の報告を参考に、劇物で、取り扱いに注意のいる硫酸銅のようなアミラーゼを阻害するための薬品は添加せず、試料の量を6g（水分含量14%）に増量して検討した。測定は第4世代選抜個体については1回、第5世代系統については2回繰り返し平均値を求めた。

遺伝率の推定は、個体選抜した第4世代と系統展開した第5世代の特性の遺伝獲得量と選抜差から求めた。値の高い順に上位10個体を選抜し求めた。松尾¹⁹⁾、鶴飼⁵⁰⁾の方法を参考に原集団の表現型の平均値を Y_0 、原集団における選抜群の平均値を Y_{1n} 、次世代の平均値を Y'_0 、選抜群の平均値 Y_{2n} とし、

$$\text{遺伝率 } (h^2) = (Y_{1n} - Y_{2n}) / (Y_0 - Y'_0)$$

を求めた。併せて、上位方向と下位方向に10個体を選抜した場合の選抜集団 Y_{1n} 、 Y_{1d} の表現型値の平均値と選抜次世代 Y_{2n} 、 Y_{2d} の表現型値の平均から、

$$\text{遺伝率 } (h^2) = (Y_{2n} - Y_{2d}) / (Y_{1n} - Y_{1d})$$

も計算した。

B 結果および考察

第24表に福島糯8号、こがねもちのRVAによる糊化特性、玄米千粒重、玄米白度を示した。糊化温度、ピーク温度、最高粘度、最低粘度、最終粘度、ブレイクダウン、コンシステンシー、玄米千粒重に品種平均値間の有意差が認められた。

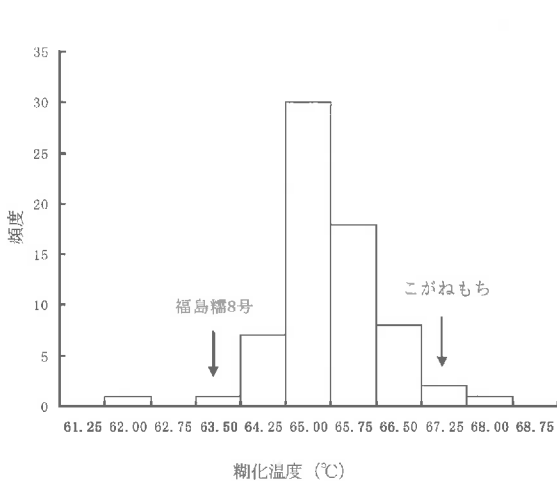
第19図に個体選抜株による糊化温度のヒストグラムを示した。集団の平均値は65で、最大値67.3、最小値61.3で福島糯8号とこがねもちの中間に位置するものが多く認められた。第20図にピーク温度のヒストグラムを示した。平均値77.6で、最大値80.5、最小値76.2でこがねもち並かそれ以上の個体が認められるが、福島糯8号側に近い個体が多く分布していた。

それぞれの遺伝率を第25表に示した。上位方向10個体の選抜実験による遺伝率、上位方向10個体、下位方

第24表 福島糯8号とこがねもちのRVA特性、玄米千粒重、玄米白度

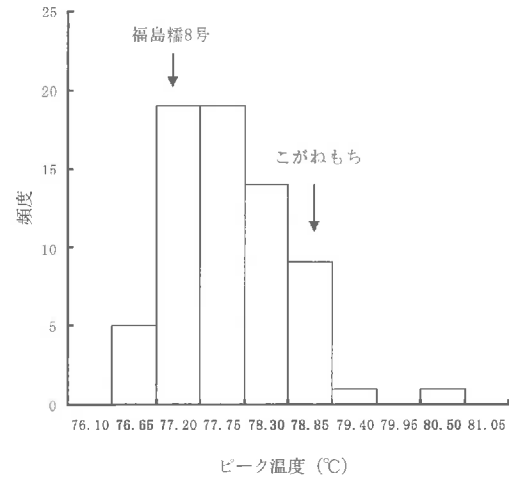
品種名	糊化温度 (°C)	ピーク温度 (°C)	最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレイク ダウン	コンシス テンシー	玄米千粒重 (g)	玄米白度
福島糯8号	63.1	77.1	335.2	110.5	177.8	224.7	67.3	19.2	32.7
こがねもち	66.6	78.4	259.2	103.4	167.6	155.8	64.2	20.9	32.6
有意差	*	*	*	*	*	*	*	*	

各品種10個体の平均値に関してt検定により統計分析した。*：5%水準で有意差。



第19図 第4世代の糊化温度の度数分布

第4世代個体数68, 福島糯8号, こがねもちは10個体の平均値を示した。



第20図 第4世代のピーク温度の度数分布

第4世代個体数68, 福島糯8号, こがねもちは10個体の平均値を示した。

第25表 RVA特性、玄米千粒重、玄米白度の遺伝率

	糊化温度 (°C)	ピーク温度 (°C)	最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレイク ダウン	コンシス テンシー	玄米千粒重 (g)	玄米白度
原集団の平均値 (Y ₀)	65.0	77.6	297.1	101.9	163.9	195.1	62.0	20.0	30.8
原種団の分散 (s)	0.98	0.53	1328.35	161.24	453.69	699.97	81.38	0.93	1.55
選抜個体の平均 (Y _{1a})	66.6	78.7	354.0	121.6	197.4	237.9	76.5	21.4	32.8
選抜個体の平均 (Y _{1d})	63.5	76.6	244.5	82.6	132.0	156.5	48.9	18.6	29.0
選抜差 (Y _{1a} - Y ₀)	1.6	1.1	56.9	19.7	33.5	42.8	14.5	1.4	2.0
選抜強度 (i : (Y _{1a} - Y ₀)/s)	1.62	1.51	1.56	1.55	1.57	1.62	1.61	1.45	1.61
選抜個体の次世代の平均 (Y _{2a})	65.8	80.2	341.3	133.8	219.6	216.9	86.3	21.9	32.1
選抜個体の次世代の平均 (Y _{2d})	64.3	77.4	325.0	114.8	186.2	202.3	74.2	20.6	29.3
原集団の次世代平均 (Y' ₀)	64.9	78.9	337.4	121.0	199.7	216.4	78.6	21.2	30.3
遺伝獲得量 (R : Y _{2a} - Y' ₀)	0.9	1.3	3.9	12.8	19.9	0.5	7.7	0.7	1.8
遺伝率 (h) ¹⁾	0.562	>1	0.069	0.650	0.594	0.012	0.531	0.500	0.900
遺伝率 (h) ²⁾	0.484	>1	0.149	0.487	0.511	0.179	0.438	0.464	0.737

1) 上位方向10個体の選抜実験による, 2) 上位方向10個体, 下位方向10個体の選抜試験による値を示した。

向10個体による選抜実験による遺伝率で、ピーク温度が計算上遺伝率1を越えた。両遺伝率から各形質を検討すると、ピーク温度、玄米白度の遺伝率が高く、最高粘度、ブレイクダウンの遺伝率が低いと考えられた。

第26表には各形質の第4世代の個体選抜株と第5世

代の系統の相関関係、第5世代系統の第4世代個体への回帰係数を示した。相関係数については最高粘度、ブレイクダウンを除く形質は0.418~0.528とほぼ同様な値であった。回帰係数についてはピーク温度が0.922と高く、最高粘度、ブレイクダウンの値がそれぞれ

0.174、0.188と低かった。岡本ら³⁵⁾は外国稲由来の餅硬化性遺伝子で、糊化温度、ピーク温度には一つの遺伝子が関与していることを報告しているが、本試験においてもピーク温度は遺伝率が1に近い値を示すことから少数の遺伝子が関与していると考えられた。

(2) 糊化温度、ピーク温度、玄米千粒重、玄米白度それぞれの遺伝相関

餅硬化性と関連のある糊化温度、ピーク温度、加工上重要な形質である玄米千粒重、玄米白度それぞれの遺伝相関を計算し、遺伝的にどのような関係にあるのか検討した。

A 試験方法

前節において測定した糊化温度、ピーク温度、玄米千粒重、玄米白度の値を利用し遺伝相関を求めた。選抜実験による遺伝相関 $r_{AB}^{(1)}$ はある形質A（第1形質）で直接選抜したときの遺伝獲得量を R_A 、形質B（第2形質）で間接的に選抜されることによる遺伝獲得量を CR_A 、 h_A 、 h_B を形質Aと形質Bの遺伝率の平方根、 i_A 、 i_B を選抜強度とし、

遺伝相関 $(r_{AB}) = (CR_A \cdot i_A \cdot h_A) / (R_A \cdot i_B \cdot h_B)$ として求めた。遺伝相関については値の高い順に上位

10個体を選抜し求めた。なお、遺伝率は、値の高い順に上位10個体を選抜し求めた値と上位方向と下位方向に10個体を選抜し求めた値の2通りを利用した。

B 結果および考察

糊化温度、ピーク温度、玄米千粒重、玄米白度それぞれの遺伝相関を第27表に示した。糊化温度を第1形質（A）として選抜し、ピーク温度を第2形質（B）として選抜した場合、糊化温度の遺伝的獲得量（ R_A ）は0.9、ピーク温度で間接的に選抜された時の遺伝的獲得量（ CR_A ）は1.0、糊化温度の選抜強度（ i_A ）は1.62、ピーク温度の選抜強度（ i_B ）は1.51で、糊化温度の上位方向10個体選抜による遺伝率（ h^2_A ）は0.562、ピーク温度の上位方向10個体選抜による遺伝率（ h^2_B ）は1であり、これらの値により遺伝相関（ r_{AB} ）は0.894となった。その他の形質についても同様に計算を行った。糊化温度を第1形質として選抜し、ピーク温度、玄米千粒重、玄米白度を第2形質とした場合、遺伝相関はそれぞれ0.894（0.829）、-0.526（-0.507）、0.530（0.544）であった。（ ）内の値は上下両方向選抜で求めた遺伝率を用いた計算値である。玄米千粒重を第1形質とし、糊化温度を第2形質とした場合、同様に値は低い負の遺伝相関、-0.121（-0.125）であっ

第26表 第4世代と第5世代の相関係数と回帰係数

	糊化温度	ピーク温度	最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレイクダウン	コンシステンシー	玄米千粒重	玄米白度
相関係数	0.418**	0.431**	0.277*	0.528**	0.523**	0.228	0.479**	0.491**	0.449**
回帰係数	0.500	0.922	0.174	0.507	0.530	0.188	0.531	0.375	0.672

n=68, * : 5%, ** : 1%で有意。回帰係数は第5世代系統の第4世代個体への回帰から求めた。

第27表 糊化温度、ピーク温度、玄米千粒重、玄米白度の遺伝相関

	糊化温度	ピーク温度	玄米千粒重	玄米白度
糊化温度	遺伝的獲得量 (CR)	0.7	-0.1	-0.5
	遺伝相関 (r) ¹⁾	0.669	-0.121	-0.340
	遺伝相関 (r) ²⁾	0.721	-0.125	-0.355
ピーク温度	遺伝的獲得量 (CR)	1.0	-0.2	-0.5
	遺伝相関 (r) ¹⁾	0.894	-0.194	-0.281
	遺伝相関 (r) ²⁾	0.829	-0.187	-0.254
玄米千粒重	遺伝的獲得量 (CR)	-0.4	-0.6	-0.6
	遺伝相関 (r) ¹⁾	-0.526	-0.680	-0.497
	遺伝相関 (r) ²⁾	-0.507	-0.706	-0.466
玄米白度	遺伝的獲得量 (CR)	0.6	0.9	0.1
	遺伝相関 (r) ¹⁾	0.530	0.684	0.096
	遺伝相関 (r) ²⁾	0.544	0.756	0.102

列が第1形質、行が第2形質として、上位方向10個体の選抜実験により求めた。

1) : 上位方向10個体の選抜実験による遺伝率, 2) : 上位方向10個体, 下位方向10個体の選抜実験による遺伝率を利用し計算を行った。

た。

玄米白度を第1形質とし、糊化温度を第2形質とした場合、 -0.340 (-0.355) と負の遺伝相関となり、どちらを直接選抜するかにより符号が異なることから遺伝相関が0に近いと考えられた⁵⁵)。ピーク温度を第1形質とし、糊化温度、玄米千粒重、玄米白度をそれぞれ第2形質とした場合、遺伝相関はそれぞれ 0.669 (0.721)、 -0.680 (-0.706)、 0.684 (0.756) となった。玄米千粒重を第1形質とし、ピーク温度を第2形質とした場合、同様に値は低い負の遺伝相関、 -0.194 (-0.187) であった。

玄米白度を第1形質とし、ピーク温度を第2形質とした場合、 -0.281 (-0.254) と負の遺伝相関となり、どちらを直接選抜するかにより符号が異なることから遺伝相関が0に近いと考えられた。遺伝的に関連の高い形質は糊化温度とピーク温度、関連の低い形質は糊化温度と玄米白度、ピーク温度と玄米白度であった。玄米白度を第1形質とした場合に遺伝相関が負の値になることから、玄米白度のみで選抜することにより糊化温度、ピーク温度の高い系統を廃棄する危険性があることが示唆された。糊化温度、ピーク温度と玄米千粒重は値が低い負の遺伝相関にあることから糊化温度、ピーク温度の高い系統を選抜した場合、玄米千粒重が小さくなる可能性が考えられた。

(3) 糊化温度、ピーク温度と栽培特性

石崎ら^{14,15)} はこがねもちに由来する系統に餅硬化性の高い品種が多いこと、こがねもち/わたぼうしの雑種集団を用いた試験により、餅硬化性は世代間で有意な相関関係があること、稈長と正の相関関係が、穂長と負の相関関係があり、こがねもちタイプの草型が硬化性に優れることを報告している。本節では、こがねもち/福島糯8号の交配組合せについて糊化温度、ピーク温度と栽培特性について検討を行った。

A 試験方法

供試材料は第1節で記述した第5世代68系統で、第5世代は各系統ごと10個体の稈長、穂長、穂数を調査し、平均値を求めた。第5世代は各系統12個体まとめて収穫後、玄米は1.8mmの篩で選別した。玄米白度、精米白度は光電白度計を用い2回測定した値の平均値を求めた。

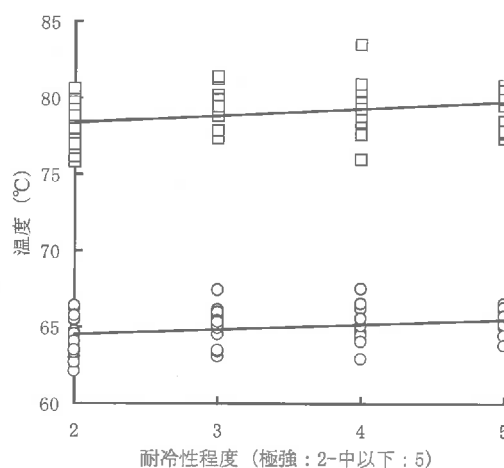
耐冷性試験に2003年に個体選抜した第4世代68個体を68系統として供試した。移植は、5月15日に行った。冷水処理は早生の幼穂形成期～晩生種の出穂始期に水深20cmで循環掛け流しを実施した。目標水温は19℃に設定した。調査方法は成熟期に不稔歩合を達観により調査した。判定は基準品種との比較によった。

B 結果および考察

耐冷性と糊化温度、ピーク温度の関係を第21図に示した。耐冷性と糊化温度および耐冷性とピーク温度に有意な正の相関関係が認められるが、相関係数が小さいことから両者の関連は薄く、耐冷性が強くかつ糊化温度および耐冷性とピーク温度が高い系統を選抜できる可能性が示された。そのためには集団の規模を大きくして、耐冷性、糊化温度およびピーク温度をすべての系統について検定することが必要である。

登熟気温、精米白度、糊化温度、ピーク温度、稈長、穂長、穂数、玄米千粒重、玄米白度の相互の相関関係を第28表に示した。糊化温度、ピーク温度は稈長と有意な負の相関関係が認められた。本研究で実施した交配組合せから、短稈で、餅硬化性の優れる系統を選抜することが可能であると考えられた。登熟気温と糊化温度、ピーク温度、玄米白度が有意な正の相関関係に、稈長、穂長、玄米千粒重が有意な負の相関関係にあった。なお、糊化温度、ピーク温度と玄米白度は有意な正の相関関係にあり、遺伝相関と異なる結果となった。

松江ら²³⁾ は登熟気温が高いほど糊化温度が高く、登熟気温の影響が大きいと報告している。糊化温度、ピーク温度を第1形質として選抜した場合、玄米白度との遺伝相関は正で、玄米白度を第1形質として選抜した場合、糊化温度、ピーク温度との遺伝相関は負になることから、登熟気温の影響が大きく関与し、見かけ上相関関係にあるためと考えられる。これらのことから、前章同様に、餅硬化性を育種目標とするときは出穂期、登熟気温を考慮した選抜が重要であることが再確認された。



第21図 耐冷性と糊化温度、ピーク温度との関係

n=68, Spearmanの順位相関係数を求めた。
○: 糊化温度 $r=0.305^*$, □: ピーク温度 $r=0.384^{**}$ * : 5%,
* * : 1%で有意。耐冷性は極強 (2), 強 (3), やや強 (4),
中以下 (5) を示す。福島糯8号: 極強 (2), こがねもち: やや強 (4)。

第28表 糊化温度、ピーク温度、農業形質と登熟気温相互間の相関係数

	登熟気温	稈長	穂長	穂数	糊化温度	ピーク温度	玄米千粒重	玄米白度
稈長	-0.553***							
穂長	-0.303*	0.342**						
穂数	0.222	-0.232	-0.245*					
糊化温度	0.688**	-0.383**	-0.187	0.317**				
ピーク温度	0.810**	-0.471**	-0.168	0.233	0.889**			
玄米千粒重	-0.385**	0.341**	0.313**	-0.088	-0.426**	-0.538**		
玄米白度	0.678**	-0.496**	-0.489**	0.074	0.457**	0.550**	-0.223	
精米白度	0.564**	-0.407**	-0.550**	0.098	0.445**	0.449**	-0.186	0.888**

n=68, * : 5%, ** : 1%水準で有意.

(4) まとめ

ピーク温度、玄米白度の遺伝率が高く、最高粘度、ブレイクダウンの遺伝率が低かった。糊化温度、ピーク温度と玄米千粒重は、値は低いを負の遺伝相関にあった。糊化温度、ピーク温度と玄米白度については、どちらを直接選抜するかで符号が異なることから遺伝相関は0に近いと考えられた。表現型相関係数では、糊化温度、ピーク温度と耐冷性については、値は低いが有意な正の相関関係が認められた。また、糊化温度、ピーク温度、玄米白度は登熟気温と有意な正の相関関係にあり、稈長、穂長は登熟気温と有意な負の相関関係にあった。なお、糊化温度、ピーク温度は稈長と有意な負の相関関係が認められた。

7 新品種の育成

(1) 良食味品種の育成

いもち病抵抗性、耐冷性の強い良食味品種を育成するために、宮城県古川農業試験場で育成した葉いもち圃場抵抗性が極強である東北176号²⁶⁾、東北農業試験場で育成した穂いもち圃場抵抗性が強である奥羽366号(ちゅらひかり)⁵⁸⁾と山形県立農業試験場庄内支場で育成した低アミロース品種で、玄米白濁の少ない、登熟気温によるアミロース含量の変動の少ない山形84号(里のゆき)³⁾の交配によりいもち病抵抗性、耐冷性の強い良食味品種の育成を試みた。

山形84号は中場ら³⁾、館山ら⁵¹⁾の報告によると、玄米の白濁程度がスノーパールなどと比較して少なく、ミルキークィーンと同様に登熟気温によるアミロース含量の変動が少ない品種である。最低粘度、最終粘度の値がミルキークィーンと一般の粳品種系統東北176号、奥羽366号の中間の値を示す。この山形84号の糊化特性を利用し、良食味品種系統の選抜を試みた。

A 試験方法

2002年に東北176号/山形84号、奥羽366号/山形84号の交配を行い、同年に第1世代を各15個体養成した。2003年温室で第2世代それぞれ750個体、1250個体、第3世代を1250個体養成し、2004年第4世代で個体選抜を行い立毛調査、品質調査により選抜・固定を図った。2005年第5世代で、系統展開し選抜を行った。個体選抜の移植は2004年5月11日に行った。栽植様式は条間33cm、株間16cmで、1株1本植えで行った。なお、比較として山形84号、東北176号、奥羽366号、ミルキークィーンを各14個体移植した。翌2005年に第5世代東北176号/山形84号の交配組合せ個体47個体と奥羽366号/山形84号の交配組合せ個体22個体を1個体1系統として展開した。移植は2005年5月19日に行った。第4世代は個体ごとに、第5世代は各系統12個体まとめて収穫後、玄米は1.8mmの篩で選別した。

RVAの測定は、個体選抜については玄米を、系統については玄米を90%前後に搗精し、粉碎後、60メッシュの篩を通した玄米粉、精白米粉を用いた。測定は第4世代選抜個体、第5世代系統ともに1回実施した。

耐冷性試験について、移植は5月16日に行った。1系統1株3本植えで各3株移植した。冷水処理は第6章と同様に行った。目標水温は19°Cに設定した。調査方法は成熟期に不稔歩合を達観により調査した。判定は基準品種との比較による。

葉いもち検定は、播種日が6月6日、播種方法は条播で条間15cm、1条30cmで1系統約100粒または1穂を播種した。基肥としてリン酸とカリウムはそれぞれ20g^m-²施用した。追肥は窒素を6月14日、6月20日、6月28日、7月5日にそれぞれ4g^m-²、3g^m-²、3g^m-²、3g^m-²施用した。1区は1条で行った。発病誘導は試験圃場の中央と周囲に1条ずつ蒙古稻(+)を播種、感染源とした。併せて7月5日に細切りした葉いもち罹病葉(レース037菌接種)を圃場全面に散

第29表 東北176号/山形84号の交配組合せ系統育成経過

年代 世代	2002		2003		2004	2005
	交配	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
区分	養成場所		春温室	秋温室	圃場	圃場
栽植系統群数						
栽植系統数 (個体数)	(73粒)	(15)	(750)	(1250)	(2000)	47
選抜系統数 (個体数)					(47)	5(15)

選抜した系統に郡系727, 728, 730, 731, 732の郡系番号を付与.

第30表 奥羽366号/山形84号の交配組合せ系統育成経過

年代 世代	2002		2003		2004	2005
	交配	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅
区分	養成場所		春温室	秋温室	圃場	圃場
栽植系統群数						
栽植系統数 (個体数)	(31粒)	(15)	(1250)	(1250)	(1500)	22
選抜系統数 (個体数)					(22)	1(3)

選抜した系統に郡系729の郡系番号を付与.

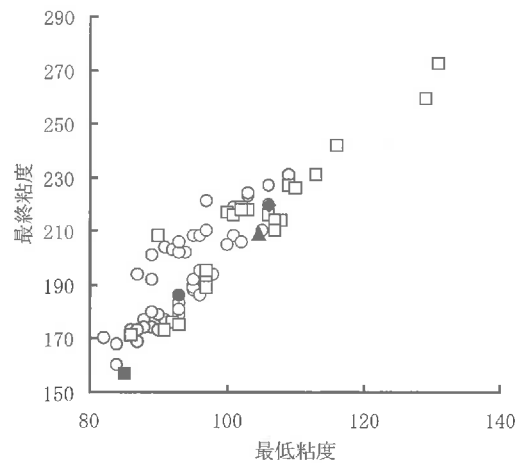
布した。また、同日よりスプリンクラーにより朝晩灌水した。調査方法は各系統とも7月23日、7月28日、8月2日に「畑苗代における葉いもち抵抗性調査基準」にしたがって発病程度を11段階に分級調査した。判定は基準品種との比較により判定した。

B 結果および考察

2004年に東北176号/山形84号の組合せは第4世代2000個体から47個体、奥羽366号/山形84号の組合せは第4世代1500個体から22個体選抜した。いずれの組合せについても草姿、穂重、玄米品質に重点をおいて選抜した。なお、玄米品質については、玄米の白濁程度による選抜は行わなかった。2005年各個体を1系統として栽培し選抜を行い、これらに郡系727~732系統名を付与した。育成経過を第29表、第30表に示した。

個体選抜し、各個体の玄米粉のRVA測定を行い、最低粘度と最終粘度の関係を第22図に示した。東北176号/山形84号の組合せについては、東北176号より高い値を示す個体、山形84号より低い値を示す個体が認められた。奥羽366号/山形84号についても同様であったが、奥羽366号より著しく高い個体が認められた。

系統選抜により、東北176号/山形84号の組合せ5系統、奥羽366号/山形84号の組合せ1系統を選抜した。選抜した系統の味度値、RVA特性値を第31表に示した。選抜した系統の出穂期はあきたこまち並~ひとめぼれ間で、味度値は、郡系729がスノーパール並、その他の系統はひとめぼれ、あきたこまち並であった。RVA特性値の最低粘度、最終粘度は、低アミロース品種スノーパール、ミルクキーンと一般の粳品種



第22図 最低粘度と最終粘度の関係

○：東北176号/山形84号, □：奥羽366号/山形84号
●：山形84号, ■：ミルクキーン, ▲：東北176号
◆：奥羽366号.

であるあきたこまち、ひとめぼれの中間の値であった。コンシステンシーはいずれの系統もあきたこまち、ひとめぼれより低く、郡系729を除く他の系統はスノーパール、ミルクキーン並であった。第32表に選抜系統の葉いもち圃場抵抗性、耐冷性、玄米品質について示した。葉いもち圃場抵抗性については、やや弱~強で、比較品種並以上の系統が育成されたが、東北176号/山形84号の組合せについては、強以上の系統が選抜できなかった。東北176号は葉いもち圃場抵抗性が極強であり、更なる改良が必要であると考えられた。耐冷性についてはいずれも強以上の系統が育成された。玄米品質は比較品種並であり、玄米は白濁し、白濁程度はミルクキーンか山形84号並であった。

第31表 選抜系統の味度値、RVA特性値

品種系統	出穂期 (月/日)	味度値	最高粘度	最低粘度	最終粘度	ブレーク ダウン	コンシス テンシー
あきたこまち	8/4	80	326	141	246	185	105
郡系727	8/3	81	331	113	168	218	55
郡系728	8/3	77	366	111	166	255	55
郡系729	8/4	66	336	112	183	224	71
郡系730	8/5	78	318	101	165	217	64
郡系731	8/7	81	300	105	163	195	58
郡系732	8/8	82	359	117	175	242	58
ひとめぼれ	8/10	80	311	128	222	183	94
スノーパール	8/6	66	355	76	138	279	62
ミルクキーン	8/17	85	310	99	157	211	58

第32表 育成系統のいもち病抵抗性、耐冷性、玄米品質

品種系統	葉いもち圃場抵抗性		耐冷性		品質 (1-9)	玄米白 濁程度 (1-4)
	発病程度	判定	不稔歩合 (%)	判定		
あきたこまち	5.3	やや弱	10	強	5	1
郡系727	4.0	中	5	極強	5	2
郡系728	4.7	やや弱	5	極強	4	3
郡系729	3.0	強	5	極強	5	3
郡系730	3.3	やや強	5	極強	5	3
郡系731	3.3	やや強	5	極強	5	3
郡系732	5.0	やや弱	5	極強	5	3
ひとめぼれ	5.0	やや弱	5	極強	4	1
スノーパール	4.7	やや弱	15	強	5	4
ミルクキーン	6.0	弱	10	極強	5	2

いもち病発病程度：0（無）～10（完全枯死）の11段階。

玄米品質：1（上の上）～9（下の下）、玄米白濁程度：1（稈）、2（ミルクキーン並）、3（山形84号並）、4（スノーパール並）。

(2) 加工特性の優れた糯品種の育成

餅硬化性の優れたこがねもちと耐冷性、穂発芽性の優れた福島糯8号を交配することにより、餅硬化性、耐冷性の優れた難穂発芽性の糯品種の育成を試みた。

A 試験方法

2001年にこがねもち/福島糯8号の交配を行い、第1世代を15個体養成した。2002年に温室で第2世代、第3世代を500、1200個体養成し、2003年第4世代で個体選抜を行い立毛調査、品質調査、RVA特性により選抜・固定を図った。2005年第6世代系統を生産力検定試験に供試した。比較品種としてヒメノモチ、こがねもちを用いた。栽培方法は個体選抜、系統選抜に関しては第6章に記述したものと同一である。生産力検定試験は1株3本植えとした。稈長、穂長、穂数は

ほ場において10株を測定した。なお、1区面積は6m²で、試験区は2反復で実施した。

RVAの測定は、試料の量を6g（水分含量14%）で、50～60メッシュの篩を通した精白米粉を用いて、2003年産については1回、2004年産、2005年産については2回繰り返し平均値を求めた。

耐冷性試験について、5月16日にポットに移植した。系統1ポット2本植えで、2反復で実施した。冷水処理は第6章と同様に行った。目標水温は19.5℃に設定した。判定は基準品種との比較により判定した。

いもち病真性抵抗性遺伝子の推定には、検定供試菌株研62-42（レース003）、長69-150（レース007）、TH-68-126（レース033）、研60-19（レース037）、TH68-140（山）（レース035.1）、Mu-183（レース

337.3) を用いた。ガラスハウスで育苗した幼苗にコンプレッサーを用いて噴霧した。直後に接種箱 (26°C、相対湿度98%) に入れ、約17時間静置した。検定は接種箱からガラスハウスに苗を移し、夜間17~20°C、昼間約20~28°Cで管理し、病斑から遺伝子型を判定した。

葉いもち検定は前節に記述した方法と同様に行った。穂いもち検定については、移植日が6月7日で、1株2~3本植えて行った。3反復で行った。

穂発芽性検定については、成熟期に穂を採取し、検定に供するまで冷蔵庫で保管後、一晚流水中に浸漬し、翌日25°C、湿度100%に調節したインキュベーター内に穂を置床し、1週間後に発芽率を調査した。

B 結果および考察

2004年に、第5世代73系統から2系統を選抜した。2005年2系統群6系統に郡系糯667、糯668の系統名を付与し、生産力検定試験に供試した。郡系糯667、668の育成経過を第33表に示した。第34表に郡系糯667、668の糊化特性を、第35表に郡系糯667、668の生育特性を示した。

郡系糯667はこがねもちに比べ出穂期が4日早く、

稈長は11cm短く、穂長、穂数は同程度であった。倒伏程度はこがねもちより明らかに小さかった。玄米収量はこがねもちよりやや少収であった。玄米千粒重は19.5gで、こがねもちより1.4g軽く、玄米白度は29.7で、こがねもちと同程度の値であった。玄米品質はこがねもちよりやや劣った。RVA特性値の糊化温度、ピーク温度はヒメノモチより高く、こがねもち並であった。

郡系糯668はこがねもちに比べ出穂期が7日早く、稈長は5cm短く、穂長は1cm短く、穂数は同程度であった。倒伏程度はこがねもちよりやや小さかった。玄米収量はこがねもちより少収であった。玄米千粒重は19.1gで、こがねもちより1.8g軽かった。玄米白度はこがねもちより低く、玄米品質はこがねもちより劣った。RVA特性値の糊化温度、ピーク温度はヒメノモチより高く、こがねもち並であった。

第36表に郡系糯667、糯668のいもち病抵抗性、耐冷性について示した。

郡系糯667のいもち病真性遺伝子型は *Pi a* と推定され、葉いもち病圃場抵抗性は発病程度が5.0と同一も

第33表 郡系糯667、糯668の育成経過

年代 世代	2001		2002		2003	2004	2005
	交配	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆
区分	養成場所						
	夏温室	冬温室	春温室	秋温室	圃場	圃場	圃場
栽植系統群数							2
栽植系統数 (個体数)	(12粒)	(12)	(750)	(1000)	(2000)	33	6
選抜系統数 (個体数)					(33)	2(6)	1(5)

第34表 郡系糯667、糯668の糊化特性

品種名	2003年		2004年			2005年		
	糊化温度 (°C)	ピーク温度 (°C)	出穂期 (月/日)	糊化温度 (°C)	ピーク温度 (°C)	出穂期 (月/日)	糊化温度 (°C)	ピーク温度 (°C)
ヒメノモチ			7/31	62.9	77.7	8/2	67.4	78.2
郡系糯667	65.7	77.7	8/1	65.5	79.2	8/6	70.4	81.6
郡系糯668	66.5	78.4	7/29	65.7	80.6	8/3	70.0	81.1
こがねもち	66.6	78.4	8/5	65.6	78.7	8/10	70.0	80.7

第35表 郡系糯667、糯668の生育特性

品種名	出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏程度 (0~5)	玄米重 (kg/a)	玄米千粒重 (g)	玄米品質 (1~9)	玄米白度
ヒメノモチ	8/2	9/15	88	17.0	442	1.5	69.1	19.7	5.0	29.7
郡系糯667	8/6	9/17	89	16.3	496	2.5	63.6	19.5	6.0	29.7
郡系糯668	8/3	9/16	95	15.2	454	3.5	54.4	19.1	6.5	28.0
こがねもち	8/10	9/21	100	16.2	442	4.0	65.0	20.9	5.5	29.3

第36表 郡系糯667、糯668のいもち病抵抗性、耐冷性、穂発芽性

品種名	いもち病 真性抵抗 性遺伝子 型	葉いもち病圃場		穂いもち病圃場		耐冷性		穂発芽性	
		抵抗性		抵抗性		不稔歩合 (%)	判定	発芽歩合 (%)	判定
		発病程度	判定	発病程度	判定				
ヒメノモチ	<i>pi k</i>	0.4	中	2.1	強	9	強	61.7	やや易
郡系糯667	<i>pi a</i>	5.0	やや弱	4.9	やや弱	7	強	2.6	難
郡系糯668	<i>pi a, k</i>	0.4	中	1.6	中	8	強	43.5	中
こがねもち	<i>pi a</i>	3.5	やや強	2.5	強	12	やや強	65.8	やや易

いもち病発病程度：0（無）～10（完全枯死）の11段階。

ち病真性抵抗性を持つこがねもちより弱くやや弱、穂いもち病圃場抵抗性は発病程度が4.9でやや弱と判定された。耐冷性は不稔歩合7%で、出穂期が同程度であるヒメノモチ並で強と判定された。穂発芽性は発芽歩合が2.6%と出穂期が同程度であるヒメノモチより優り、難であった。

郡系糯668のいもち病真性遺伝子型は*Pi a, k*と推定され、葉いもち病圃場抵抗性は発病程度が0.4といもち病真性抵抗性型*Pi k*を持つヒメノモチと同程度で中、穂いもち病圃場抵抗性は発病程度が1.6で中と判定された。耐冷性は不稔歩合が8%で、出穂期が同程度であるヒメノモチ並で強と判定された。穂発芽性は発芽歩合が43.5%と出穂期が同程度であるヒメノモチより優り、中であった。

郡系糯667、糯668いずれもこがねもち、ヒメノモチより優れる点が認められたが、郡系糯667はいもち病圃場抵抗性がこがねもちより劣るが、早生化、短稈化、耐冷性、穂発芽性の改良ができた。

(3) まとめ

良食味品種育成において、郡系727～732の5系統を味度値、RVA特性値により選抜した。最低粘度、最終粘度の値は低アミロース品種スノーパール、ミルクキーンと粳品種あきたこまち、ひとめぼれの中間の値であった。玄米白濁程度はミルクキーン並か親品種である山形84号並であった。葉いもち圃場抵抗性はやや弱～強でひとめぼれ並以上、耐冷性が強～極強で、ひとめぼれ並みであった。

郡系糯667、糯668いずれもこがねもち、ヒメノモチより優れる点が認められたが、郡系糯667はいもち病圃場抵抗性がこがねもちより劣るが、早生化、短稈化、耐冷性、穂発芽性の改良ができた。

8 摘要

育成品種の遺伝的背景の拡大を考慮した良食味品種

を育成するために、まず、福島県の育成系統の家系分析を行い、遺伝的背景を明確にした。育成系統の最大世代数は14～17、総祖先数は568～3500、重複品種を除いた祖先数は62～147であった。遺伝的寄与率は旭（朝日）が一番高く、次に愛国であった。育種目標であった中生の晩（農林21号クラス）の熟期のものを得るために、1992年まで農林21号を数多く母本として利用してきたためと考えられた。また、北部九州での材料と比較すると、大場（森田早生）、亀の尾の遺伝的寄与程度が高かった。上位7品種で75.0～87.5%の寄与が認められた。育成系統は最終の祖先品種の交配から10数世代を経過しており、総祖先品種数は多いもので3000を超え、重複品種を除いても100を超える品種が系譜の構成に関係しているにもかかわらず、実質的に少ない祖先品種が多く、遺伝的な寄与をしていた。

玄米品質について、対コシヒカリ近縁係数、対亀の尾近縁係数と有意な負の相関関係に、対旭（朝日）近縁係数と有意な正の相関関係にあった。食味においては、育成系統は、対コシヒカリ近縁係数と有意な相関関係は認められなかった。育成系統の対コシヒカリ近縁係数が高く、コシヒカリの改良後代を利用することによる食味の改善が進んだために有意な相関関係が認められなかったと考えられた。今後の良食味品種育成には、コシヒカリによる良食味化とは異なる新たな母本の探索が必要であると考えられた。

食味官能検査の総合評価は外観、味、粘り、硬さと有意な相関関係にあった。総合評価は特に味および粘りとの相関係数が高く、食味の良否は味および粘りにより判定されていると考えられる。味度値は食味官能検査の外観、香り、味、粘り、硬さ、総合評価のいずれとも有意な相関関係が認められたが、味度値と食味官能検査の総合評価との相関係数は必ずしも高い値ではなかった。

最高粘度は食味官能検査の総合評価と有意な相関関係が認められなかった。一方、ブレイクダウンと総合評価の相関関係は、2000年には有意であったが、2001

年には有意でなかった。最低粘度、最終粘度、コンシステンシーが小さい品種と系統は粘りが強く、軟らかいことが認められた。RVA特性値の中で、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーは米飯の粘りと硬さに関する指標であり、良食味品種を選抜するための有効な指標になると考えられた。

味度値、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーについての組合せ能力について検討した結果、良食味品種同士の交配組合せにより味度値が高く、最低粘度、最終粘度、コンシステンシーの低い品種が育成可能と考えられた。さらにダイアレル分析結果より、味度値、最終粘度の遺伝率が高く、味度値、最終粘度、コンシステンシーに関する遺伝子は優性遺伝子が相加的に増加させる方向に作用することがわかった。関与するこれらの遺伝子を集積することにより、より良食味品種が育成できるであろう。コシヒカリは、味度値に関する優性遺伝子を多く、また、最終粘度、コンシステンシーに関する劣性遺伝子を多く持つと考えられた。

はえぬき/中部109号の組合せについて味度値、RVA特性値と農業形質の関係について検討したところ、味度値、RVA特性が類似している交配組合せでは、両親より優れた良食味品種を育成することは難しく、食味を維持しながら収量性、玄米品質などの栽培特性の改良を行うことが妥当であると考えられた。

最低粘度、最終粘度は穂長と正の相関関係に、穂数と負の相関関係が認められた。穂長に品種間差が認められたことから、穂長が最低粘度、最終粘度に遺伝的に影響することが示唆された。味度値は玄米千粒重と正の相関関係が認められ、また、玄米品質と負の相関関係が認められた。味度値、玄米千粒重には品種間差が認められることから、これら間に遺伝的關係が示唆された。整粒歩合80%~90%の間で味度値にばらつきが認められ、品質が良くても必ずしも味度値が高いとは限らないと考えられた。また、登熟気温の低い品種が玄米品質が良い傾向にあった。味度値と玄米品質の相関係数が必ずしも高い値でないことから、良食味品種選抜には栽植個体数を多くして、出穂期別に味度値、玄米品質について選抜する必要があると考えられた。

次に加工形態に対応した糯品種を育成するための育成段階での選抜技術を確立するために、現在栽培している品種、育成品種について、餅製品の加工上重要な指標とされる餅硬化性、RVAによる糊化特性、尿素崩壊性について検討した。餅硬化性には品種間差が認められ、こがねもちが餅硬化性が高かった。また、品種と年次間に交互作用が認められた。育成系統について餅硬化性試験を行ったところ、ヒメノモチより著しく餅硬化性が劣る系統、あるいはこがねもちより明ら

かに優る系統は認められなかった。餅硬化性は、RVA特性値中の糊化温度、ピーク温度と正の相関関係にあった。また、餅硬化性、糊化温度、ピーク温度は、登熟気温との相関係数が高いことから、登熟気温の影響を受けると考えられた。

育成系統の糊化特性を簡易に判定するために、尿素崩壊性について検討したところ、尿素崩壊性には品種間差があり、糊化温度と相関関係にあることから、少量で簡易な餅硬化性の選抜方法として利用できると考えられた。餅硬化性の優れた品種育成を目的とする場合は、登熟気温を考慮した餅硬化性の優れた品種を交配母本に選定し、RVAおよび尿素崩壊性により餅硬化性を間接的に初期世代から選抜可能であると考えられた。なお、その場合には、登熟気温別に選抜するなど考慮する必要性が認められた。

栽培特性、餅加工特性の優れた糯品種を育成するために、こがねもちと育成系統福島糯8号を交配し、選抜実験によりRVAによる糊化特性、玄米千粒重、玄米白度の遺伝率を検討した。ピーク温度、玄米白度の遺伝率が高かった。糊化温度、ピーク温度と玄米千粒重は、値は低い負の遺伝相関にあった。糊化温度、ピーク温度と玄米白度については、遺伝相関は0に近いと考えられた。表現型相関係数では、糊化温度、ピーク温度と耐冷性については、値は低い正の相関関係が認められた。また、糊化温度、ピーク温度、玄米白度は登熟気温と正の相関関係にあり、稈長、穂長は登熟気温と負の相関関係にあった。なお、糊化温度、ピーク温度は稈長と負の相関関係が認められた。この結果から、短稈で餅硬化性の優れた品種を育成することが可能であると考えられた。また餅硬化性に優れ、耐冷性の強い、玄米白度の高い品種を育成するには集団の個体数を多くし選抜する必要があると考えられた。また、選抜において玄米千粒重の低下に留意する必要がある。

最後に玄米の白濁程度がスノーパールなどと比較して少なく、ミルクキーンと同様に登熟気温によるアミロース含量の変動が少ない品種である山形84号を母本に利用し、味度値、RVA特性値により選抜を行い、いもち病抵抗性、耐冷性の強い良食味品種の育成を試みた。育成系統は最低粘度、最終粘度の値が低アミロース品種スノーパール、ミルクキーンと粳品種あきたこまち、ひとめぼれの中間の値であった。玄米白濁程度は少なく、葉いもち圃場抵抗性がひとめぼれ並以上、耐冷性がひとめぼれ並みであった。さらに、餅硬化性の優れたこがねもちと耐冷性、穂発芽性の優れた福島糯8号を交配し、糊化温度、ピーク温度により、餅硬化性、耐冷性の優れた糯品種の育成を試みた。

出穂期がこがねもちより早く、稈長が短く、玄米白度がこがねもち並で、RVA特性値の糊化温度、ピーク温度がこがねもち並の系統が育成できた。

謝 辞

本研究を行うにあたり、宇都宮大学農学部吉田智彦教授の懇切丁寧なご指導を賜りました。心からお礼申し上げます。

東京農工大農学部平沢正教授、茨城大学農学部松田智明教授、宇都宮大学農学部本條均教授、同和田義春助教授には本論文の御校閲を賜りました。記して心より厚く御礼申し上げます。

榎本優福島県農業試験場元場長、同松川裕元場長、小林弥一元作物園芸部長には研究遂行上のご配慮と激励を賜りました。大和田正幸元相馬支場長、平俊雄博士、斎藤真一元水稲育種室長、手代木昌宏部稲作グループ科長には水稲育種についてのご指導をいただきました。吉田直史主任研究員、大谷裕行専門研究員、木田義信主任研究員、菅田充副主任研究員には、選抜育成にあたり多大なご協力をいただきました。また、秋山勝主任農場管理員、遠藤信一主任農場管理員、広江靖之主任農場管理員、柳沼利和主任農場管理員をはじめ農場管理員の方々、臨時職員の方々には、材料の栽培から収穫調製、食味試験の準備など、本研究の基盤となる部分を担っていただきました。ここに心より深く御礼申し上げます。

最後に、理解し支えてくれた家族に感謝します。

引用文献

- 1) 赤間芳洋・有坂将美 1992. もち米. 榎瀨欽也監修, 日本の稲育種 スーパーライスへの挑戦, 農業技術協会, 東京, 197-208.
- 2) 東 聡志・佐々木行雄・石崎和彦・近藤 敬・星 豊一 1994. 新潟県における水稲品種の品質・食味の向上. 第7報 効率的食味選抜のための各種測定法の比較. 北陸作物学会報 29:35-36.
- 3) 中場 勝・櫻田 博・宮野 斉・佐野智義・本間猛俊・佐藤久実 2002. 低アミロース系統「山形84号」のアミロース含量特性. 日作東北支部報 45:19-20.
- 4) 江幡守衛 1968. 米のアルカリ崩壊性に関する研究. 第2報 白米のアルカリ崩壊性の品種間差異ならびに二, 三の登熟環境条件との関係. 日作紀 37:504-509.
- 5) 蛸谷武志 1998. 味度メーターを用いた水稲良食味系統の早期選抜. 富山県農技セ研報 18:1-11.
- 6) 江川和徳・吉井洋一 1990. 産地・品種を異にした糯米による餅の硬化性. 新潟県食品研究所・研究報告 25:29-33.
- 7) Fehr, W. R. 1987. Principles of Cultivar Development. Vol.1 Theory and technique. Macmillan Pub., New York. 95-105, 219-246.
- 8) 藤巻 宏・榎瀨欽也 1975. 炊飯米の光沢による食味選抜の可能性. 農及園 2:253-257.
- 9) Hayman, B. I. 1954. The analysis of variance of diallel tables. Biometrics 10:235-244.
- 10) 平尾賢一・松井崇晃・小林和幸 1999. 新潟県における水稲品種の品質・食味向上 第15報 味度値の品種間差異. 北陸作物学会報 34:18-20.
- 11) 堀内久満・水野進 1980. イネの交配組合せ検定に関する育種学研究 第1報 雑種第2世代における数種の形質のダイアレル分析. 福井農試報 18:97-109.
- 12) 井辺時雄 1991. 良食味水稲品種の育成と今後の方向. 農及園 66:575-581.
- 13) 石崎和彦 1994. もち品種の加工特性に関する研究. 第1報もち硬化性の簡易測定法. 北陸作物学会報 29:26-28.
- 14) 石崎和彦・中村恭子・東 聡志・小林和幸・阿部聖一・星 豊一 1996. もち品種の加工特性に関する研究. 第3報こがねもちに由来するもち品種のもち硬化性. 北陸作物学会報 31:16-17.
- 15) 石崎和彦・中村恭子・小林和幸・東 聡志・阿部聖一・星 豊一 1997. もち品種の加工特性に関する研究. 第4報雑種集団のもち硬化性. 北陸作物学会報 32:4-5.
- 16) 小林和幸・石崎和彦・阿部聖一・東 聡志・樋口恭子・重山博信・松井崇晃・平尾賢一・星 豊一 1999. 餅硬化性の簡易測定方法による初期選抜の効率化と餅硬化性極良系統「新潟糯61号」の育成. 新潟農総研報 1:9-15.
- 17) 小林和幸 2000. 微量核酸熱変成測定システムによる水稲糯品種の餅硬化性評価. 新潟農総研報 2:1-7.
- 18) 榎瀨欽也監修 1996. 美味しいお米 第2巻 米の美味しさの科学. 農林水産技術情報協会 87-90.
- 19) 松尾孝嶺 1978. 改訂増補育種学. 養賢堂, 東京. 1-392.
- 20) 松江勇次 1993. 水稲の食味に及ぼす環境条件の影響及び良食味の奨励品種選定に関する研究. 福岡農試特別報告 6:1-73.
- 21) 松江勇次・尾形武文 1998. 北部九州産米の食味

- に関する研究—水稲新旧品種の食味特性—, 日作紀 67: 312-317.
- 22) 松江勇次・内村要介・佐藤大和 2002. アミログラム特性の糊化開始温度による水稲もち品種の餅硬化速度の評価方法と餅硬化速度からみた糊化開始温度と登熟温度, 日作紀 71: 57-61.
- 23) 水多昭雄・佐野幸一・及川 勤・高橋浩明 1996. 味度メーターによる食味評価について, 日作東北支部報 39: 63-64.
- 24) 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 3: 65-78.
- 25) 永野邦明・宮野法近・千葉文弥・佐々木都彦・遠藤貴司 水稲「東北176号」のいもち病圃場抵抗性, 2001. 日作東北支部報 44: 15-16.
- 26) 長沢裕滋・川上 修・大源正明 1994a. 食味関連成分および物理的食味測定値と米食味との関係 第4報 味度値による選抜およびF1の味度値, 北陸作物学会報 29: 32-34.
- 27) 長沢裕滋・大源正明・阿部聖一 1994b. 食味関連成分および物理的食味測定値と米食味の関係, 第3報 味度値と食味及び蛋白質含有率の関係, 北陸作物学会報 29: 29-31.
- 28) 長田健二・滝田 正・吉永悟志・寺島一男・福田あかり 2004. 登熟初期の気温が米粒の胴割れ発生におよぼす影響, 日作紀 73: 336-342.
- 29) 西 愛子・佐藤 光 1996. イネ種子胚乳澱粉の尿素糊化特性, 育雑 46 (別1): 183.
- 30) 西村 実・梶 亮太・小川紹文 2000. 水稲の玄米品質に関する登熟期高温ストレス耐性の品種間差異, 育種学研究 2: 17-22.
- 31) 岡本和之・根本 博 1998. ラビット・ビスコ・アナライザーによる陸稲糯品種の餅硬化性の評価と高度の餅硬化性を持つ陸稲品種「関東糯172号」, 日作紀 67: 492-497.
- 32) 岡本和之・小林和幸・平澤秀雄・梅本貴之 2001. アミロペクチン鎖長分布と餅の硬化性の関連, 日作紀 70 (別1): 152-153.
- 33) 岡本和之・平澤秀雄・根本 博 2003. 陸稲関東糯172号における高度餅硬化性の遺伝子の同定, 育種学研究 5: 1-7.
- 34) 大里久美・吉田智彦 1996. 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.
- 35) 大坪研一 1995. 米の品質評価, 農業機械学会誌 57: 93-98.
- 36) 酒井寛一 1957. 植物育種法に関する理論的研究 V. 自殖性作物の育種における近縁係数の応用, 育雑 7: 87-91.
- 37) 佐々木多喜雄・佐々木一男・柳川忠男・沼尾吉則・相川宗嚴 1990. 水稲新品種「きらら397」の育成について, 北海道立農試集報 60: 1-18.
- 38) 佐々木忠雄・長内俊一・稲津 脩・江部康成 1977. 北海道水稲品種の理化学的食味形質についての育種的一考察, 北海道農試集報 37: 1-9.
- 39) 佐藤弘一・斎藤真一・平 俊雄 2003. 味度メーターおよびラビット・ビスコ・アナライザーを利用した水稲良食味系統選抜, 日作紀 72: 390-394.
- 40) 佐藤弘一・斎藤真一・吉田智彦 2005. 水稲糯品種の餅硬化性、糊化特性および尿素崩壊性による選抜方法, 日作紀 74: 310-315.
- 41) 佐藤弘一・吉田智彦 2007. 水稲福島育成系統の家系分析, 日作紀 76: 238-244.
- 42) 佐藤弘一・吉田直史・大谷裕行・吉田智彦 2007. 水稲糯品種の糊化特性と玄米千粒重、玄米白度との関係, 日作紀 76: 65-70.
- 43) 佐藤晨一・菊地栄一・櫻田 博・中場 勝・後藤清三・谷藤雄二・上林儀徳・黒木斌雄・大場伸一・佐野智義・中場理恵子・大淵光一 1992. 水稲新品種「山形45号」の育成, 山形農試研報 26: 1-17.
- 44) 瀬戸良一・岡部 勇 1963. 北海道産米の品質に関する研究, 第1報 北海道産米の理化学的性状について, 北海道農試集報 11: 59-67.
- 45) 赤藤克己・林喜三郎・鈴木 勲・福永公平・大川博通 1958. 植物の集団育種法研究, 養賢堂, 東京, 153-161.
- 46) 重宗明子・三浦清之・笹原英樹・後藤明俊・吉田智彦 2006. 北陸研究センターで育成した水稲品種系統の家系分析, 日作紀 75: 153-158.
- 47) 庄司一郎・倉沢文夫 1992. 福島県産米の味度メーターによる食味評価ならびに理化学的性質, 家政誌 43: 219-227.
- 48) 菅原 洋 1990. 庄内における水稲民間育種の研究, 農文協, 東京, 1-318.
- 49) 杉浦和彦・坂 紀邦・大竹敏也・工藤 悟 2002. 温暖地中山間における水稲の葉いもち圃場抵抗性基準品種の選定, 東海作物研究 132・133: 1-6.
- 50) 高見幸司・郡山 剛・大坪研一 1998. 低アミロース米飯の低温保存中における硬化性とその評価方法, 日食工誌 45: 469-477.
- 51) 館山元春・坂井 真・須藤 充 2005. イネ低アミロース系統の登熟気温による胚乳アミロース含有率変動の系統間差異, 育種学研究 7: 1-7.
- 52) 寺本薫 1995. ラビット・ビスコ・アナライザー

- (RVA)による滋賀県育成糯系統の加工適性に関する評価. 滋賀農試研報 36:1-9.
- 53) 豊島英親・内藤成弘・岡留博司・馬場広昭・村田智子・小川紀男・大坪研一 1994. 新形質米の特性評価. 食総研報 58:27-36.
- 54) 豊島英親・岡留博司・大坪研一・須藤 充・堀末 登・稲津 脩・成塚彰久・相崎万裕美・大川俊彦・井ノ内直良・不破英次 1997. ラビット・ビスコ・アナライザーによる米粉粘度特性の微量迅速測定方法に関する共同研究. 日本食工誌 44:579-584.
- 55) 鶴飼保雄 2002. 量的形質の遺伝解析. 医学出版, 東京, 85-123.
- 56) 梅本貴之・矢野昌裕・佐藤 光・正村純彦・中村保典 2000. イネ胚乳澱粉のアミロペクチン鎖長とアルカリ崩壊性の関連. 日作紀 69(別1):40-41.
- 57) 和田義春・廣瀬文恵 2005. 移植時期と地温の違いが水稻コシヒカリの収量および玄米品質に及ぼす影響. 日作紀74(別1):128-129.
- 58) 山口誠之・横上晴郁・片岡知守・中込弘二・滝田正・東 正昭・加藤 浩・田村康章・小綿寿志・小山田善三・春原嘉弘 2005. いもち病に強い良食味水稻品種「ちゅらひかり」の育成. 東北農研研報 104:1-16.
- 59) 山本文二郎 1986. こめの履歴書 品種改良に掛けた人々. 家の光協会, 東京, 29-77.
- 60) 山下 浩 1996. もち. 山本隆一・堀末 登・池田良一共編. イネ育種マニュアル. 農業研究センター研究資料 30:70-73.
- 61) 柳原哲司 2002. 北海道米の食味向上と用途別品質の高度化に関する研究. 北海道立農業試験場報告 101:55-62.
- 62) 柳瀬 肇・遠藤 勲・竹生新次郎 1982. もち米の品質, 加工適性に関する研究(第4報)国内産もち米と輸入もち米の品質指標ならびに品質評価. 食総研報 40:8-16.
- 63) 横尾浩明・狄聖南・李慶林 1993. アミログラムによる水稻糯品種の分類と近赤外分析機, オートアナライザーによる簡易推定法. 佐賀農セ研報 28:47-56.
- 64) 横尾政雄 2005. 育種機関別にみた1956年~2000年の主要水稻品種の変遷. 農業技術 60:281-284.
- 65) 吉田智彦・今林惣一郎 1998. 水稻良食味育成品種の遺伝的背景. 日作紀 67:101-103.
- 66) 吉田智彦 2004. Windowsによる作物品種の家系分析用Prologプログラムの作成. 日作関東支部報 19:54-55.
- 67) 吉井洋一 1999. 米の主要成分と加工特性に関する研究. 新潟県食品研究センター・研究報告 特別号:10-15.

Studies on the Quality by the Use of the Rice Cultivar in Fukushima Prefecture

Hiroichi SATO

Summary

Pedigree of breeding lines of rice in Fukushima Agricultural Experiment Station (breeding lines) and cultivars (comparative varieties) in Fukushima Prefecture were analyzed. The uppermost seven ancestors with high genetic contribution to breeding lines were Asahi, Aikoku, Oba, Kamenoo, Kiryoyoshi, Joshu and Kyotoshinasahi. It was recognized that breeding lines showed high values of coefficient of parentage to Asahi, Oba, and Kamenoo and those were different from the reported studies until now. In breeding lines, a significant negative correlation between coefficient of parentage to Koshihikari and Kamenoo and the grain quality was found and a significant positive correlation between coefficient of parentage to Asahi and the grain quality was found. Significant positive correlations between coefficient of parentage to Koshihikari and Norin 22 and eating quality were found. In breeding lines, these significant correlations were not recognized.

The relation between the palatability of rice and the value of mido mater (mido value) or rapid visco analyzer characteristics (RVA characteristics) were examined to select highly palatable lines efficiently in rice breeding. The correlation of palatability with the mido value or consistency of RVA characteristics was high, and the heritability of the mido value and the consistency were also high. The author adopted the principal component analysis by using the correlation matrix of mido value and RVA characteristics to judge the characteristics of the highly palatable cultivars and lines. The first component was the factor related to the following four characteristics; minimum viscosity, final viscosity, the consistency of RVA characteristics and mido value, which were thought to show the degree of aging of cooked rice. In addition, the heritability of these four characteristics was high and stable. The second component was the factor related to the following two characteristics; peak viscosity and breakdown value, which were thought to show the rates of swelling and collapse of cooked rice, respectively. The two characteristics showed low heritability and were influenced by environmental factors. In cooked rice of Koshihikari, the aging was slow and rates of swelling and collapse were high. Thus, the mido value and RVA characteristics would be useful to select highly palatable rice lines.

The gelatinization characteristics measured with RVA and urea disintegration were examined for the present waxy rice cultivars and the breeding lines to improve various processings of rice cake production. Difference of the hardness was recognized in the cultivars and the hardness of Koganemochi was higher than that of other cultivars. The interaction between genotype and year was recognized. There were no breeding lines that were markedly inferior to Himenomochi or superior to Koganemochi in hardness. The hardness showed positive correlations with gelatinization temperature and peak temperature of RVA characteristics. It was considered that the hardness, gelatinization temperature and peak temperature were affected by the temperature during the ripening period because those properties showed a high correlation with the temperature during the ripening period. Urea disintegration was examined to easily estimate the gelatinization characteristics of the breeding lines. Urea disintegration could be used to select for the hardness with small quantity because it showed the difference among varieties and correlation with gelatinization temperature.

The heritability of gelatinization characteristics by RVA, thousand kernel weight and grain whiteness were examined for progenies of a cross between Koganemochi with high hardness of rice cake and Fukushima mochi 8 with superior cool weather tolerance and preharvest sprouting tolerance, to develop waxy rice with superior cultivation properties and processing properties for rice cake. The heritability of peak temperature and grain whiteness were high and that of maximum viscosity and breakdown

were low. The negative genetic correlations between gelatinization temperature, peak temperature and thousand kernel weight were recognized, but those values were low. It was considered that genetic correlations between gelatinization temperature, peak temperature and grain whiteness were nearly 0 because the genetic correlation value was negative or positive, when the traits were selected directly or indirectly. On the phenotypic correlations, gelatinization temperature and peak temperature showed positive correlations with cool weather tolerance, but those values were low. Gelatinization temperature, peak temperature and grain whiteness showed positive correlations with ripening temperature. Culm length and ear length showed negative correlations with ripening temperature. It was considered that the short-culmed cultivar with hardness of rice cake was capable to be developed, and it was necessary to increase the population size in order to obtain cultivars with hard rice cake and superior cool weather tolerance. It was necessary to pay attention to the decrease of thousand kernel weight in case of selecting for high gelatinization characteristics.

Finally, several promising lines with high palatability and good rice cake characteristics adapted in Fukushima Prefecture were successfully developed.