

米の食味関与要因の変動に関する研究

第4報 登熟過程における精白米粉の糊化特性および 精白米の炊飯特性の推移

前 重 道 雅

要 約

前重道雅(1983):米の食味関与要因の変動に関する研究。第4報, 登熟過程における精白米粉の糊化特性および精白米の炊飯特性の推移。広島農試報告46: 1~12。

米の登熟過程における精白米粉の糊化特性および精白米の炊飯特性, その他の食味関与形質についてその推移の基礎的資料を得るとともに, 食味形質からみた収穫期の許容性について検討した。

精白米粉のアミログラム特性値は出穂期後30~40日にかけて急速に一定の平衡値に達し, 出穂期後60~70日にいたると再び劣化した。精白米粉のファリノグラム特性値もこのパターンに近似した。炊飯特性については各特性値は成熟期までは高い値を示し劣るが, 成熟期以後はほぼ平衡値に達し, 60~70日目で再び劣った。これら特性値の推移は, 成熟期までは青米の消長が, 成熟期以後では茶米などの粒質, 水分含量および澱粉の劣化などが原因と考えられた。収穫適期の許容性(幅)は, 成熟期以前では諸特性は大きく劣っており, 許容幅は小さい。成熟期以後では特性値の劣化は60~70日目に顕著となり許容幅は比較的大きい。特性値間では, 糊化特性からみた許容幅は小さいが, 炊飯特性からみた許容幅は大きかった。以上から, 収量やみかけの品質だけでなく, 食味特性からみた適期収穫への配慮が必要である。

緒 言

米の登熟過程における食味関与形質の推移を検討することは, 食用あるいは他用途への利用の面から収穫適期およびその許容性の判定に有効であり, ひいては品質向上の参考になるものと考えられる。

この観点から検討したのとして, 稲津ら¹⁾の北海道産普通うるち米に関する報告があるが, 温暖地における詳細な報告は見当たらない。本報では早晚性の異なる普通うるち米および酒造好適米(心白米)各々2品種について登熟に伴うアミログラムおよびファリノグラムによる糊化特性ならびに炊飯特性, その他の若干の特性の推移について検討した。

また, 登熟過程における諸特性値の変動は粒質の変化によるものと考えられるので粒質別特性値を把握した。

I 試 験 方 法

1. 試 料

試料は水稲普通うるち米品種として峰光および中生新千本を, 酒造好適米(心白米)品種として八反35号および改良雄町を1971年および1972年に当場圃場で標準栽培し得られた玄米を用いた。

それらの栽培条件は兩年とも, 播種期は5月9日, 移植期は6月13日で, 栽植密度は22.2株/m²(条間30cm×株間15cm)の1株1本植とした。施肥量(kg/a)は6月8日に基肥としてN:0.4, P₂O₅:0.28, K₂O:0.36を, 8月7日に穂肥としてN:0.2, K₂O:0.2を, それぞれ施肥した。

Table 1. Heading time and maturing stage

Variety	1 9 7 1			1 9 7 2		
	Heading date	Maturing date	Ripening period day	Heading date	Maturing date	Ripening period day
Minehikari	Aug. 21	Sep. 30	40	Aug. 21	Sep. 29	39
Nakateshinsenbon	Aug. 28	Oct. 17	50	Aug. 30	Oct. 20	50
Hattan No. 35	Aug. 15	Sep. 23	39	Aug. 12	Sep. 20	39
Kairyo-omachi	Aug. 23	Oct. 8	46	Aug. 20	Oct. 5	46

Table 2. Sampling date

Year and Sample No.	Minehikari		Nakateshinsenbon		Hattan No. 35		Kairyo-omachi	
	Sampling date	Days after heading	Sampling date	Days after heading	Sampling date	Days after heading	Sampling date	Days after heading
1971								
1	Sep. 11	21	Sep. 18	21	Sep. 6	22	Sep. 11	19
2	Sep. 21	31	Sep. 26	29	Sep. 16	32	Sep. 21	29
3	Sep. 30	40	Oct. 6	39	Sep. 25	41	Oct. 1	39
4	Oct. 12	52	Oct. 16	49	Oct. 5	51	Oct. 12	50
5	Oct. 22	62	Oct. 27	60	Oct. 16	62	Oct. 22	60
6	Nov. 1	72	Nov. 7	71	Oct. 26	72	Nov. 1	70
1972								
1	Sep. 11	21	Sep. 20	21	Aug. 30	18	Sep. 11	22
2	Sep. 20	30	Sep. 30	31	Sep. 11	30	Sep. 20	31
3	Sep. 30	40	Oct. 9	40	Sep. 20	39	Sep. 30	41
4	Oct. 9	49	Oct. 20	51	Sep. 30	49	Oct. 9	50
5	Oct. 20	60	Oct. 30	61	Oct. 9	58	Oct. 20	61
6	Oct. 30	70	Nov. 9	71	Oct. 20	69	Oct. 30	71

出穂期、成熟期および登熟日数を第1表に示した。試料採取日は、糊熟期を出穂期後20日とみて、これを第1回とし、以後10日おきに計6回、出穂期後70日までとしたが、天候などの関係で1~2日所定日と異なる場合があった。各品種の採取日を第2表に示した。試料採取法は生育均一株10~20株を刈取り、これを乾燥・脱穀・粗摺し、無選別米粒を試料とした。

粒質別特性調査試料は、中生新千本のこれら玄米を素材として粒質分類したものをを用いた。

2. 測定方法

a) 水分含量および千粒重；採取試料の水分含量は135°C、1時間乾燥法によった。乾物千粒重も同法によった。

b) 精米粉のアミログラム¹⁴⁾；搗精配合90%前後の精白米を小型粉砕器で粉碎し、40メッシュを通過する粉末を調整し、乾物試料（乾物換算水分測定は135°C 1時間法）40gに蒸留水450mlを加え、ミキサーで6

分間、浸潤攪拌したのち、ブラベンダーアミログラムのボールへ流し込み、30°Cから93°Cまで1分間1.5°Cの一定速度で加熱し、93°Cを10分間保ったのち冷却過程に移り再び30°Cまで、加熱と同様の速度で冷却した。このようにして得られたアミログラムから、糊化温度、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、その他の派生値を求めた。

c) 精白米粉のファリノグラム；アミログラムに用いた同一調整試料を供試した。酒井らの方法⁹⁾により、試料30gをブラベンダープラストグラフのヘッドに入れ、蒸留水27mlを加え、90°C、60rpmの条件でBladed Mixer type 50を用い15分間測定した。このようにして得られたファリノグラムから、ピークタイム、最高粘度、スタビリティおよびその他の派生値を求めた。

d) 精白米の炊飯特性；Dawson, E. H. らの方法を改良した炊飯法¹⁵⁾によって、ガーゼを用いて除糠した精白米8gを20メッシュの金網カゴに入れ、160mlの蒸留水を入れた300mlトルビーカー中にカゴをつらし、

外釜に 33 ml の水を加えた東芝電気釜 RC10MH でそのまま炊飯した。このようにして加熱吸水率、膨脹容積、炊飯液の pH、ヨード呈色度（比色計フィルター 610 m μ 、吸光度で示す）および溶出固形物（105°C、5 時間）を求めた。

e) 精白米のアルカリ崩壊度；9cm径のシャーレに精白米10粒を並べ、1.7% KOH 溶液 15 ml を加え、25°C 恒温室へ24時間置いたのち崩壊性指数を食品総合研究所の方法¹⁵⁾によって求めた。

f) 精白米および米飯の白度；Kett C-3 白度計を用いて測定した。

II 結 果

1. 水分含量、千粒重および粒質の推移

籾水分含量は、出穂期後20日目には約50%であったが成熟期には早生品種（峰光、八反35号）で約28%に、中生品種（中生新千本、改良雄町）で約20%に低下し、胴割頻発水分含量20%前後⁷⁾を経過したのは出穂期後、早生品種では1971年は50—55日、1972年は60—65日、中生品種では1971年は60—65日、1972年は60—70日で年次間差が大きかった。最終的な枯熟状態では18—19%の水分含量に落ちついた。これは成熟期後15—25日であり、品種間差より年次間差が大きかった。籾千粒重および玄米千粒重ともに、成熟期前に平衡重量に達し、過熟状態がすすむと重量は減少した（第1図、第3表）。

登熟に伴う粒質について第3表に示した。普通うるち米品種は完全粒と各種不完全粒との割合を、心白米品種は完全粒を心白粒と無心白粒に分けて示した。峰光の完全粒は出穂期後40日で平衡数に達し、50日で青米の減少と、茶米、腹白米等不完全粒の増加曲線が交叉した。中生新千本では完全粒は50日目に最大値に達し、茶米は70日目まで増加しつづけた。八反35号の心白粒は出穂期後40日目で平衡数に達し、心白部が粒の腹側へ偏在した粒（心白流れ粒。腹白米として計数した）は30日目に平衡数に達した。改良雄町の心白米はおそくまで増加しつづけたが、約50日目で平衡数に達した。

2. 精白米粉のアミログラム推移

登熟過程におけるアミログラムの推移を第2図に、派生値を第4表に示した。

糊化温度；1971年は出穂期後日数が経過するに従い4品種とも低下傾向を示した。1972年の低下傾向は1971年と同様であったが心白米品種である八反35号と改良雄町

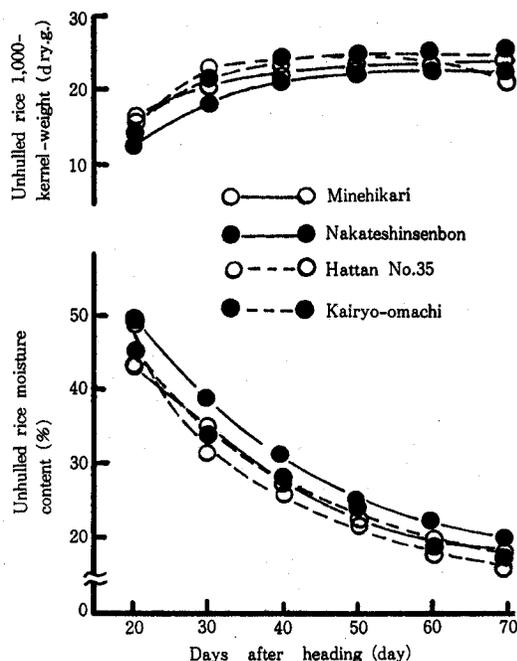


Fig. 1. Unhusked rice 1,000-kernel-weight and moisture content during ripening (average of both years)

はそれぞれの成熟期以後上昇した。

最高粘度；両年次とも出穂期後20日目では低い値を示したが登熟経過とともに次第に上昇し、年次間変動も縮小した。両年度、各品種を通じて出穂期後30—40日目からはほぼ安定したが、70日目で再び低下するケース（1971年の峰光および改良雄町）がみられた。

最低粘度；中生新千本は登熟の進行に従い低下し、過熟状態で上昇した。早生品種の峰光および八反35号は成熟期には既に上昇した。改良雄町は登熟の進行に従い徐々に上昇した。

ブレイク・ダウン；1971年は登熟初期から平衡値を示し、大きな変化はなかったが、過熟状態では低下した。1972年は八反35号は出穂期後40日目を頂点に上昇したのち低下し、他の3品種は登熟進行に伴って上昇傾向を示した。

コンシステンシー；品種の早晚性によって、早生品種と中生品種が対照的推移を示し、成熟期にいたり峰光では上昇し、中生新千本では低下し、それぞれ過熟にいたるまで平衡値を保った。

B. D./cons.；各品種とも成熟期前後を頂点に上昇し、過熟にいたり低下した。

Table 3. Thousand-kernel-weight and grain texture during ripening (average of both years)

Variety and sample No.	1,000-kernel-weight*	Perfect grain	White belly grain	Milky white grain	Green-kerneled grain	Rusty grain	Opaque-kernel grain
Minehikari	g	%					
1	13.3	11.3	0	0	78.6	0.4	9.8
2	16.8	57.7	1.7	0	34.5	1.1	5.1
3	18.7	75.4	5.0	0.1	12.6	3.8	3.2
4	19.0	78.5	6.3	1.3	5.6	6.5	2.0
5	19.2	79.8	6.3	2.2	1.8	8.4	1.6
6	19.1	77.5	8.4	2.2	1.1	9.6	1.5
Nakateshinsenbon							
1	12.0	3.4	0	0	92.4	0.1	4.2
2	16.2	34.9	3.0	0	59.6	0.6	1.8
3	18.5	54.0	14.6	0.7	24.6	3.6	2.7
4	18.9	62.1	20.0	0.6	9.5	5.4	2.5
5	18.8	60.8	22.9	0.6	5.5	7.4	4.1
6	18.6	60.4	22.9	0.9	3.1	8.7	4.3
Variety and sample No.	1,000-kernel-weight*	White core rice	Non-white core rice	White belly grain	Green-kerneled grain	Rusty grain	Opaque-kernel grain
Hattan No. 35	g	%					
1	14.5	3.2	1.0	0.8	84.5	0.1	10.6
2	18.8	47.4	4.6	19.0	27.9	0.8	2.7
3	19.9	63.8	4.7	16.4	6.4	4.7	4.6
4	20.3	60.7	3.9	18.9	4.5	7.2	4.9
5	20.1	62.4	4.7	18.8	0.9	7.9	5.4
6	20.0	61.6	4.6	18.8	0.4	9.9	5.0
Kairyo-omachi							
1	14.2	4.7	0	0	89.3	0	6.1
2	19.2	44.1	0.1	0	51.2	1.8	2.9
3	21.6	68.1	0.6	1.6	21.3	4.0	4.5
4	21.7	76.4	0.7	3.2	18.0	8.2	4.3
5	21.9	77.1	0.8	4.0	5.0	9.1	4.1
6	22.7	79.7	0.7	3.1	1.1	12.5	3.0

* on dry basis

3. 精白米粉のファリノグラム推移

登熟過程におけるファリノグラムの推移を第3図に、派生値を第4表に示した。

ピーク・タイム；各品種とも成熟期前後まで平衡を保ち、過熟化とともに上昇した。中生品種より早生品種が高い値を示した。

最高粘度；各品種とも成熟期までは上昇し平衡値を保っているが過熟状態にいたると低下傾向を示し、その推移は中生品種に比較して早生品種が早く、変動が大きかった。また、心白米品種より普通うるち米品種が高い値を示した。

スタビリティ；登熟に伴う変動は小さかったが、心白米品種の八反35号と改良雄町とは逆の推移を示した。

P. V./P. T., P. V./stab.；登熟初期は低い値を示したが成熟期に向って上昇し、平衡値を示したのち過熟化とともに再び低下した。両派生値とも普通うるち米品種に比較して心白米品種が高い値を示した。P. V./stab. は早生品種に比較して中生品種が高い値を示した。

P. T./stab.；登熟初期にやや高い値を示したのち成熟期以後は平衡値を示した。

P. V.・stab, P. V.・P. T.+stab；両派生値ともに登熟初期が低く登熟経過とともに上昇した。早生品種は中生品種より高い値を示した。

4. 精白米の炊飯特性値、白度、アルカリ崩壊度の推移

登熟過程における炊飯特性値の推移を第4図に、派生値を第4表に示した。

白度；登熟経過に伴う試料玄米、精白米、炊飯米などの白度測定の結果は、玄米については登熟に伴って上昇傾向を、精白米では出穂期後40—50日まで低下したのち平衡値を保った。炊飯米では30日まで上昇したのち平衡値となり、過熟状態でやや低下傾向を示した。

加熱吸水率；登熟初期に高い値を示し、成熟期まで低下し、以後平衡値を保った。1972年における心白米品種は出穂期後40日まで低下したのち反転し、70日まで上昇した。普通うるち米品種に比較して心白米品種が高い値を示した。

膨張容積；登熟初期高い値を示し、出穂期後40日まで低下し、以後平衡値を継続した。普通うるち米品種に比較して心白米品種が高い値を示した。

炊飯液 pH；全期間を通じて顕著な差は認められなかったが70日目にわずかに上昇傾向があった。

炊飯液のヨード呈色度；兩年次で傾向が異なり明確な

結果を示さなかったが、登熟初期が高めで成熟期に安定し、60—70日目でやや低下した。普通うるち米品種より心白米品種が高い値を示した。

炊飯液の溶出固形物；全期間を通じて顕著な差は認められなかったが、成熟期に向ってやや上昇し、60—70日目でやや低下した。早生品種の上昇点が高く、中生品種がおそい傾向が認められた。また、普通うるち米品種に比較して心白米品種が高い値を示した。

精白米のアルカリ崩壊度；4品種とも登熟初期が低い値を示し、成熟期前後に高い値を示し、過熟とともに再び低い値を示した。

5. 粒質別、精白米粉のアミログラム、ファリノグラムおよび炊飯特性

登熟に伴う糊化特性、炊飯特性の変動の原因は、登熟の進行に伴う粒質の変化によるものと考えられたので、粒質別の諸特性を調査し第5図に示した。

精白米粉のアミログラムは、完全米や腹白米に比較して、青米は糊化温度が高く、最高粘度、ブレイク・ダウンおよび、コンシステンシーは低い値を示した。この結果、派生値の P. V./B. D., cons./B. D. は青米が高かった。一般的に腹白米は完全米よりもすぐれた特性値を示した。

ファリノグラムについては、完全米はピーク・タイムおよび最高粘度が低く、青米は逆に高い値を示した。その結果、派生値の P. V./P. T., P. V./stab., P. V.・stab., P. V.・P. T.+stab. などとはともに完全米が低く、青米が高かった。一般的に腹白米は完全米よりもすぐれた値を示した。

炊飯特性は、完全米に比較して青米が加熱吸水率、膨張容積、ヨード呈色度および溶出固形物が高い値を示した。腹白米や青米はアルカリ崩壊度がやや低い傾向があった。

III 考 察

本試験では、早晚性の異なる普通うるち米および心白米品種各々2品種を供試し、2年間同一設計で実施した。心白米品種に関しては、酒造原料としての利用に当って、酒造適性判定手法として「統一分析法」¹⁰⁾ が用いられるが、糊化特性および炊飯特性なども無関係ではないと考えられるので、普通うるち米との比較を含めて登熟推移の基礎的資料を得るために供試した。

その結果、登熟過程における各特性値の推移は特徴ある異同を示し、品種の早晚性、普通うるち米（無心白米）

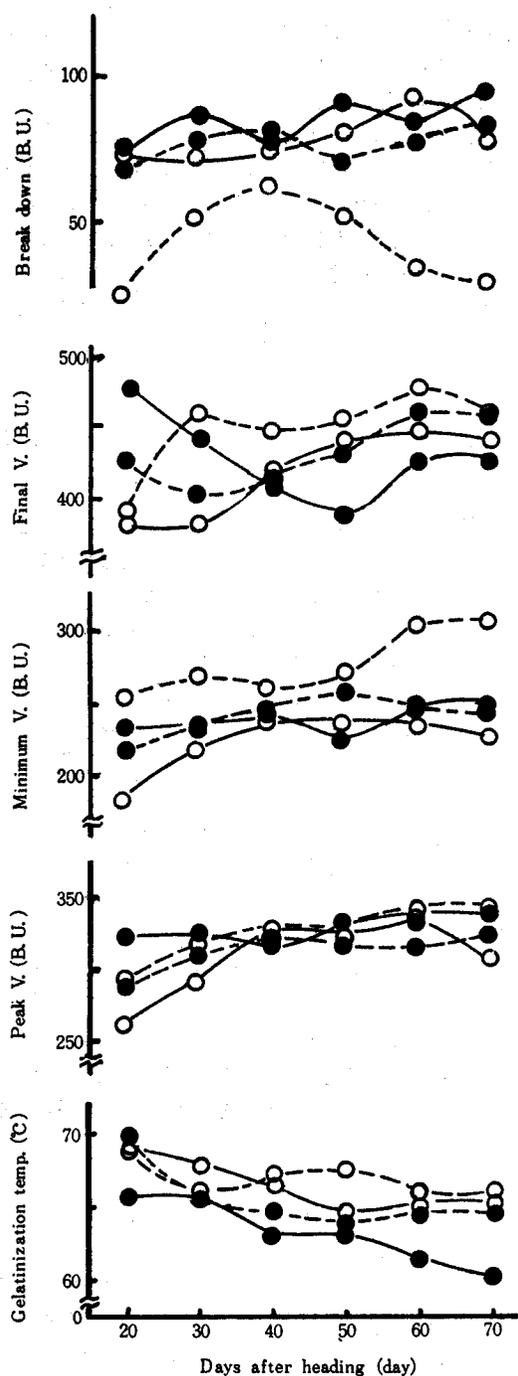


Fig. 2 Amylographic characteristics during ripening (average of both years)

○—○ Minehikari ●—● Nakateshinsenbon ○—○ Hattan No. 35 ●—● Kairyomachi

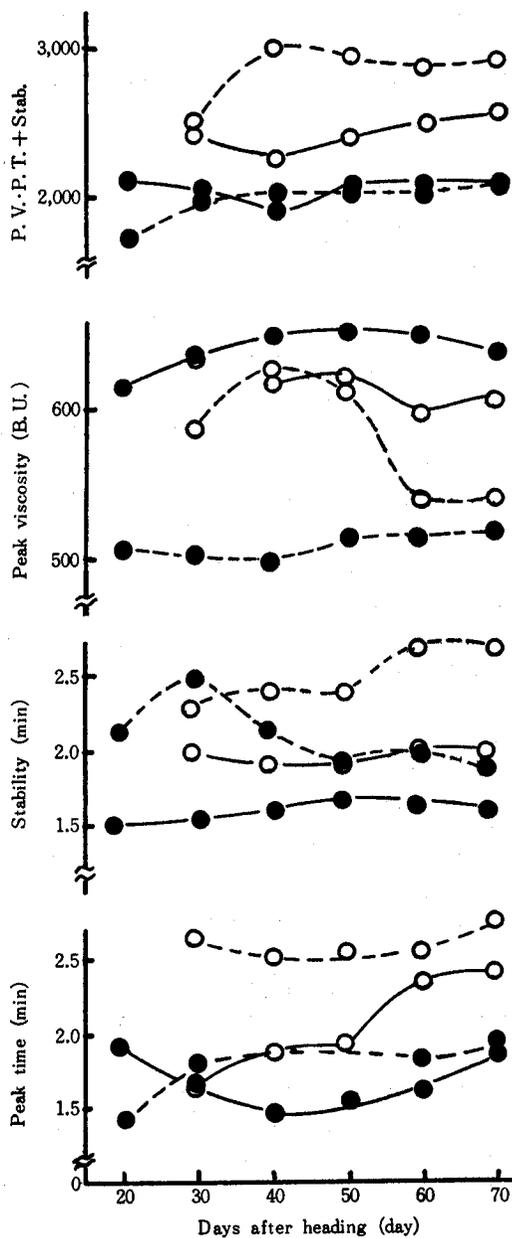


Fig. 3 Farinographic characteristics during ripening (average of both years)

○—○ Minehikari ●—● Nakateshinsenbon ○—○ Hattan No. 35 ●—● Kairyomachi

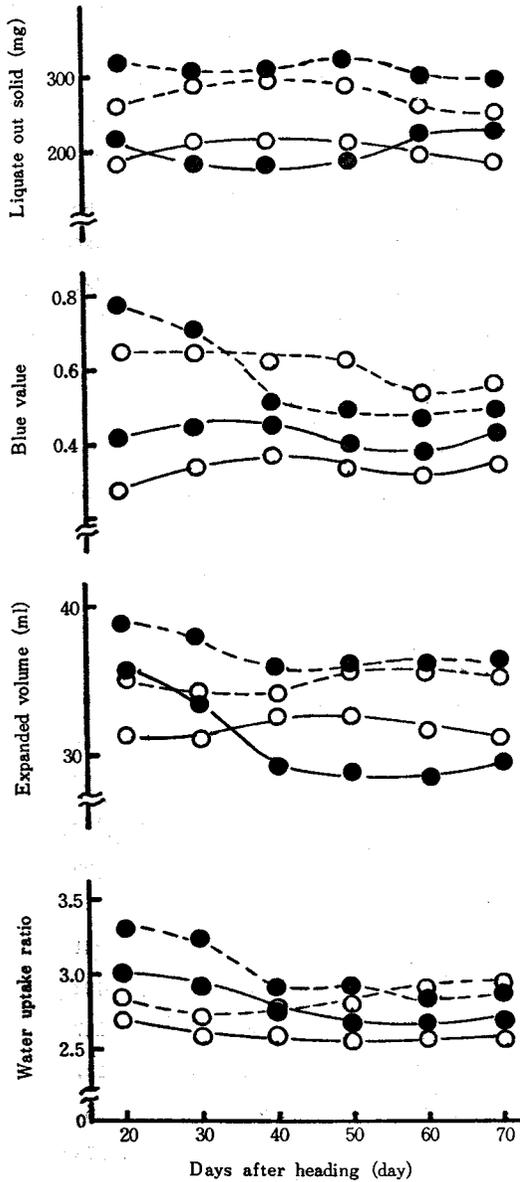


Fig. 4. Milled rice cooking qualities during ripening (average of both years)

○—○ Minehikari ●—● Nakateshinsenbon ○- -○ Hattan No. 35 ●- -● Kairyomachi

と心白米の差、年次間差、品種固有の特性などが認められた。

登熟過程における粒質の推移をみると、完全米粒数が平衡値に達する日数は、出穂期後日数で、峰光40日、中生新千本50日、八反35号30日および改良雄町50日であった。また、登熟に伴う青米の減少と茶米の増加が交叉する日数は、それぞれ10日後の50日、60日、40日および60日目の試料であった。これら供試水稻の成熟期は出穂期後日数で、それぞれ40日、50日、40日および46日であった。収穫期の判定にはこのような粒質による他、千粒重、胴割米の発生⁷⁾、籾色⁸⁾、積算温度⁹⁾などによって行われる。しかし、品質向上の観点からみればこのような基準のみによる判定では不十分と考えられる。

登熟過程における米粒の白度の推移は、玄米、精白米および炊飯米で、それぞれの性質上、若干異なったが、登熟の進行に従って未熟粒の減少により、いずれも成熟期前後から平衡値を保った。

登熟過程における精白米粉のアミログラムについてみると、澱粉の膨潤開始温度に近似するとされる糊化温度は、登熟初期に高く、登熟の進行に伴って低下し、また、澱粉粒の膨潤の最大点に近似するとされる最高粘度は、登熟初期に低く、登熟の進行に伴って上昇した。これは登熟初期には、果皮、種皮および糊粉層などの細胞膜物質の割合が高く、その後登熟の進行に伴う澱粉の蓄積により、アミログラム特性値は30—40日目にかけて急速に変化する。そして各品種の成熟期の試料では既に平衡値に達しているから、成熟期前10日の間に決定されていることがわかる。しかし、過熟状態では、最低粘度、最終粘度など、再び劣ってくる特性値が認められ成熟期以後でも糊化特性に変動が認められた。

稲津ら⁹⁾は北海道産米について、アミログラム特性値は出穂期後40日目にはほぼ平衡値に達し、以後は70日まで緩慢に上昇する傾向を認めている。このちがいは寒冷地と温暖地における登熟気温、とくに登熟後期の低温化が大きい寒冷地の登熟条件とのちがいによるものとみられ、鈴木ら^{10,11,12)}が報告した気温による米澱粉の微結晶構造の差に基因するものと考えられる。

精白米粉のファリノグラム特性値⁹⁾についてみると、糊化条件が整うに要する時間とされるピーク・タイムおよび、糊化温度付近で澱粉が壊されるに要する時間とされるスタビリティ値とともに、成熟期までは低く安定しているが過熟状態では高くなる。この傾向は早生品種が大である。最高粘度は早生心白米品種八反35号を除けば成熟期以後大きな変動はない。これら物性の最大抵抗値 P.V.P.T.+stab. は過熟状態に向けて徐々に上昇した。

Table 4. Derivative value of amylogram and farinogram,

Variety and sample No.	Amylogram*			Fari-	
	Consistency B. U.	P. V. /B. D.	B. D. /Cons.	P. V. /P. T.	P. V. /Stab.
Minehikari					
1	195	3.43	0.40	—	—
2	163	4.66	0.41	379	321
3	188	4.10	0.40	343	333
4	207	3.97	0.39	327	327
5	209	3.72	0.44	276	300
6	208	4.14	0.35	270	303
Nakateshinsenbon					
1	233	4.16	0.33	332	414
2	201	3.75	0.43	392	437
3	159	4.37	0.32	468	450
4	160	3.54	0.61	443	355
5	174	4.31	0.45	425	409
6	164	4.30	0.52	374	400
Hattan No. 35					
1	129	25.47	0.17	—	—
2	191	6.46	0.28	226	262
3	189	6.04	0.32	248	269
4	188	7.90	0.28	253	257
5	164	10.90	0.21	214	198
6	147	12.37	0.19	197	206
Kairyo-omachi					
1	213	4.12	0.34	407	241
2	172	4.09	0.43	359	192
3	174	4.12	0.48	359	217
4	176	4.80	0.41	372	277
5	219	4.26	0.34	368	264
6	219	3.85	0.39	361	273

* 1,15), ** 9), *** by Kett C-3

whiteness, and alkali solubility (average of both years)

nogram**		Whiteness of rice grain***		pH of boiled* rice liquid	Alkali solubility* of milled rice
P. T./Stab.	P. V./Stab. ×100	Milled rice %	Boiled rice %		
—	—	41.5	61.0	6.50	4.8
0.87	12.7	33.3	59.9	6.65	5.4
0.98	11.4	34.8	61.5	6.65	5.5
1.05	11.8	34.0	60.5	6.65	5.3
1.13	12.0	34.4	60.5	6.65	4.9
1.15	12.1	34.7	61.1	6.70	5.0
1.25	9.2	43.5	57.4	6.60	6.1
1.13	9.6	40.4	60.0	6.55	6.3
0.97	9.5	35.9	60.1	6.60	6.3
0.88	11.0	35.6	59.6	6.60	6.1
0.88	10.4	34.1	59.9	6.65	6.3
0.93	10.2	36.1	59.4	6.65	5.6
—	—	38.7	54.2	6.60	4.0
0.99	13.1	39.8	61.6	6.60	4.5
0.87	14.6	39.1	61.3	6.60	4.5
1.02	14.6	40.4	61.5	6.60	4.6
0.93	14.6	40.9	59.7	6.65	4.4
1.06	14.0	41.0	59.9	6.65	4.4
1.88	9.9	50.1	56.4	6.45	4.7
1.88	12.9	47.3	58.9	6.45	4.4
1.38	10.5	44.4	61.8	6.45	5.0
1.46	10.3	40.8	60.0	6.45	5.0
1.42	10.6	42.7	60.1	6.55	4.6
1.50	10.1	42.8	61.0	6.55	4.6

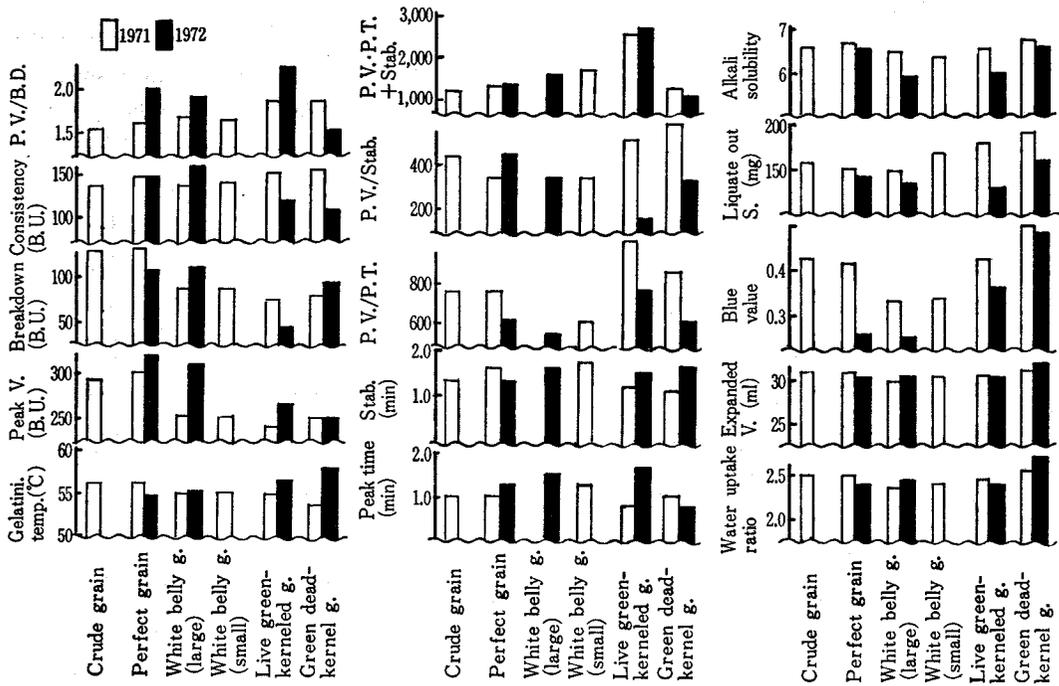


Fig. 5. Gelatinization characteristics and cooking qualities due to grain texture

炊飯特性からみた加熱吸水率、膨張容積およびヨード呈色度は、澱粉量に比較して細胞膜物質などの比率の高い登熟初期に高い値を示し、成熟期以後はほぼ平衡値を保った。また、澱粉細胞組織が粗な心白米品種は、普通米（無心白米）品種と異なり高い値を示した。ヨード呈色度および精白米のアルカリ崩壊度は60—70日目の過熟状態ではわずかに劣化が認められる。このように登熟に伴う炊飯特性やアルカリ崩壊度の推移もアミログラムやファリノグラム特性のパターンに近似している。

炊飯特性について既往の実験結果をみると、岩崎ら⁵⁾はコシヒカリの10日早刈りおよび16日晚刈りのものは適期刈りに比較して溶出固形物およびヨード呈色度において差を認めたが、岡野ら⁶⁾は一週間の早刈りおよび晩刈りでは差を認めなかった。

稲津ら⁷⁾は、北海道産米について、加熱吸水率、膨張容積、ヨード呈色度および溶出固形物は登熟初期に高く後期に低下し、出穂期40日以後には変動しないことを認めており、前述のアミログラムの結果と併せ考えると、登熟温度の影響の仕方が当地域産米と異なることがわかる。すなわち、温暖地域では高温下で短日目に登熟し、成熟期以後立毛状態で放置すれば食味関与特性の劣化は顕著であることがわかる。

これら登熟経過に伴う精白米粉の流動学的特性および

炊飯特性の変動の原因は登熟の進行による粒質の変化によるものが主と考えられる。そこで粒質別にこれら特性値を検討した結果では、成熟期までは青米の多少が影響していた。腹白米はアミログラム、ファリノグラム両特性値とも完全米よりすぐれていたが、これは、腹白は登熟の旺盛な粒に発生する^{8,14)}ことから理解される。さらに過熟状態では、茶米の多少、水分含量および澱粉そのものにも何らかの特性変化がおこるものと考えられる。このことは1972年試料を供試検討した既報¹³⁾の化学成分組成の変化からも類推される。

未熟状態または過熟状態におけるこれら食味関与諸特性の変動は、成熟期までは糊化特性および炊飯特性ともにきわめて大きかった。しかし、成熟期以後の変動は比較的小さい傾向がある。これらの諸特性間のちがいをみると、糊化特性の変動は大きいが炊飯特性の変動は比較的ゆるやかで、とくに成熟期以後の変動は小さい。すなわち、炊飯特性からみた収穫期の許容性（幅）は比較的大きいとみられるが、糊化特性からみた許容幅は小さいといえる。

以上の結果から、現行の収穫適期の決定には大きな異同はないとみられた。ただ注意を要するのは、早刈りの推奨はみかけの品質や作業面から強調される事項と考えられるが、成熟期以前の糊化特性および炊飯特性はかな

り劣っており食味面からみるとごく早期の収穫は好ましくない。過熟状態にいたるとこれら特性値に再び劣化が認められ、特性項目や品種によって異なるが、出穂期後60—70日目では劣化は顕著となる。これら成熟期前・後の許容限界について十分認識すべきである。

IV 摘 要

米の登熟過程における精白米粉の糊化特性および精白米の炊飯特性、その他若干の特性について、その推移を検討した。

1. 登熟に伴う粒質の推移についてみると、完全米粒数が平衡値に達する日数は出穂期後、峰光40日、中生新千本50日、八反35号30日および改良雄町50日目の試料であり、未熟粒の減少と過熟粒の増加が交叉する日数は、それぞれ10日後の日数であった。
2. 精白米粉のアミログラム特性は、出穂期後30—40日にかけて糊化温度は低下、最高粘度は上昇を、それぞれ急速な変化を示した。そして平衡値に達するのは成熟期前10日の間で過熟状態にいたると特性値は劣化した。
3. 精白米粉のファリノグラム特性のうちピーク・タイムおよびスタビリティ値は、成熟期までは低く、安定しているが、過熟状態では高くなった。
4. 炊飯特性のうち加熱吸水率、膨張容積およびヨード呈色度は成熟期まで高い値を示すが、成熟期以後はほぼ平衡値に達し、60—70日目の試料ではヨード呈色度および溶出固形物量は低下した。
5. 粒質別特性値から検討した結果、成熟期までは青米の消長が大きな原因となっていた。また、過熟状態における特性値の劣化は茶米、水分含量および澱粉自体の特性劣化が推定された。
6. 収穫適期の許容性(幅)についてみると、成熟期以前では、諸特性は大きく劣っており、許容幅は小さい。成熟期以後では特性値の劣化は60—70日目に顕著となり許容幅は比較的大きい。糊化特性と炊飯特性間では前者の許容幅は小さく、後者は大きかった。

謝 辞

本試験の実施に当っては、農林水産省食品総合研究所利用部、竹生新治郎元部長(現、日本穀物検定協会中央研究所長)、遠藤 勲技官(現、農林水産技術会議筑波事務所電子計算課)また、広島県食品工業試験場菓子科、酒井宏美元科長(現、鈴峯女子短期大学教授)および同場研究員諸氏にご懇切なご指導をいただいた。また、報

告をとりまとめるに当っては農林水産省食品総合研究所規格鑑定研究室、平 宏和室長、広島県立農業試験場、江戸義治元場長、鳥生久嘉作物部長に多くのご教示をいただいた。共に深く謝意を表します。

引用文献

- 1) HORICHI, H.: 1967. Studies on the Cereal Starches VII. Correlations among the Amylograph Characteristics of Rice Starch and Flour. *Agricultural and Biological Chemistry* 31: (9) 1003-1009.
- 2) 今井良衛・速水美洋: 1974. 登熟期の積算温度からみた良質米の収穫時期. *農業技術* 29: 176—177.
- 3) 稲津 脩・渡辺公吉・今野一男: 水稻の登熟過程における米デンプンの性状変化について. *北農* 39(9) 58—68.
- 4) 石倉教光・斎藤武雄・池永 昇: 1966. 水稻の収穫期と出穂後気温量の関係. *農業技術* 21: 426—429.
- 5) 岩崎哲也・遠藤 勲・竹生新治郎・橋爪 厚・武市義雄: 1965. 稲の登熟条件のちがいによる米の性状の差異についての研究. *食研報* 19: 5—7.
- 6) 木戸三夫・梁取昭三: 1968. 腹白, 基白, 心白状乳白, 乳白米の穂上における着粒位置と不透明部のかたちに関する研究. *日作紀* 37: 534—538.
- 7) 長戸一雄・江幡守衛・石川雅士: 1964. 胴割米の発生に関する研究. *日作紀* 33: 82—89.
- 8) 岡野博文・平沢信夫・島田裕之・間谷敏邦・坂本 侑: 1975. 水稻の収穫適期の判定と収穫時期および乾燥法が品質食味に及ぼす影響. *茨城農試報* 16: 21—42.
- 9) 酒井宏美他: 1970. 米菓製造技術の改善, 広島県総合技術委員会食品専門委員会.
- 10) 鈴木 裕・竹生新治郎・谷 達雄: 1959. 早期栽培米に関する研究. 第1報 水稻稈早晩期栽培米とその澱粉の性状について. *農化* 33: 275—279.
- 11) ———・松作 進・二国二郎: 1963. 早期栽培米に関する研究. 第2報 水稻稈早晩期栽培米とその澱粉の性状について. *農化* 37: 63—66.
- 12) ———・川原崎裕司・村山 登: 1966. 登熟期の気温と遮光が米とその澱粉の性状に及ぼす影響について. *農化* 40: 1—7.
- 13) 平 宏和・平 春枝・前重道雅: 1978. 米粒の糊熟より過熟に至る化学成分組成の変化. *日作紀* 47: 475—482.
- 14) 田代 亨・江幡守衛: 1974. 腹白米に関する研究. 第2報, 穂上位置と腹白米の発現. *日作紀* 43:

105-110.

的要因(I). 栄養と食糧 22: 452-461.

15) 谷 達雄・吉川誠次・竹生新治郎・堀内久弥・遠藤 勲・柳瀬 肇: 1969. 米の食味評価に関する理化学

16) 吉沢 淑: 1977. 酒造原料米の性質を探る. J. Soc. Brew. Japan, 72: 331-337.

Studies on Factors Affecting Eating Quality of Paddy Rice.

4. Changes in gelatinization characteristics of milled rice flour and cooking qualities of milled rice during dough-ripening to over ripening stage.

Michimasa MAESHIGE

Summary

In order to determine the proper harvest time based on eating quality, The changes in amylographic and farinographic characteristics of milled rice flour and cooking qualities of milled rice were measured about four varieties at 10 day intervals from about 20 days to about 70 days after heading.

Amylographic and farinographic characteristics of milled rice flour rapidly reached the balanced value during 30 to 40 days after heading, deteriorating at the over-maturity stage.

The cooking qualities deteriorated until maturing stage. But they reached the balanced value after that, deteriorating again on about 70 days after heading.

The changes of these characteristics were affected by green-kerneled grains before the maturing stage, and by rusty grains, moisture content in grains and the deterioration of starch after maturing stage.

Therefore, Not only the yeild and apparent qualities but also palatable properties, should be considered in determining the proper time of harvesting.