早晩期栽培米に関する研究 (第 1 報)*

水稻粳早晩期栽培米とその澱粉の性状について

鈴木 裕 (香川県農業試験場), 竹生新治郎, 谷 達 雄 (農林省食糧研究所)

昭和 33 年 7 月 31 日 受 理

早晩期栽培とは戦後新たに始められた稲の栽培法⁽¹⁾で、その骨子とする所は東北・北海道地方に於て栽培されている様な感温性の高い品種を西南日本の暖地で栽培する事に在る。そして早期栽培とは 3 月に粳播きを行い、4~5 月に田植えをし、8 月中旬に収穫する様な栽培を言い、晩期栽培とは 7 月に粳を播き、8 月初めに田植を行い、11 月に収穫する栽培法を言うのである。

現在早期栽培は茨城県以西で実施されて居り、その作付面積は 17 万ヘクタールに及び年々増加の傾向に在る。我々はこの早晩期米とその澱粉の性状について検討したので、その結果をここに報告する。

実 験 の 部

1. 試 料

紅光・初錦・藤坂 5 号の 3 品種を昭和 32 年に香川県農業試験場に於て標準的に早期栽培並びに晩期栽培して得た玄米を試料とし、別に普通栽培で得たあけぼのを対照とした。

それら試料の生育と収量の概況は第 1 表の如くである。第 1 表から、早期水稻の方が草丈も高く収量も多いが千粒重は晩期米の方が重く且つ粒形も大きくなっているのが認められる。晩期米の方が粒形が大きくなっている事は仮谷⁽²⁾も認めている所である。

第 1 表 生育と収量の概況

品 種 名	栽培法	播 種		田 植		成熟期	稈長	穂長	反収	千粒重	玄 米 の 粒 形		
		月日	月日	月日	月日	月日	cm	cm	kg	g	長 mm	幅 mm	厚 mm
紅 光	早期	3. 5	4. 24	8. 6	86. 7	17. 5	340. 5	17. 0	4. 92	2. 86±0. 03	2. 09		
	晩期	7. 15	7. 31	11. 2	74. 1	16. 8	299. 5	19. 6	4. 98	3. 05±0. 04	2. 05		
初 錦	早期	3. 10	4. 30	8. 16	88. 4	17. 6	500. 7	21. 1	5. 28±0. 04	2. 92	2. 15		
	晩期	7. 14	8. 1	11. 16	72. 0	15. 7	345. 5	22. 8	5. 40±0. 03	2. 92	2. 13		
藤 坂 5 号	早期	3. 5	4. 24	8. 15	82. 6	17. 1	439. 5	19. 3	5. 06±0. 06	2. 96	2. 08		
	晩期	7. 11	7. 31	11. 12	67. 0	15. 9	331. 0	21. 2	5. 16±0. 06	2. 97	2. 11		
あけぼの 普通		5. 15	6. 25	11. 2	76. 8	19. 2	379. 5	22. 7					

註：玄米の粒形は玄米完全粒 40 粒の計測平均値と分散を示す。

東北 5 県 9 ケ所で栽培された藤坂 5 号の千粒重は 21. 8 g (20. 4~23. 2) である。

澱粉の精製：刈取後の早期水稻は日陰で乾燥した。一方晩期及び普通水稻は通常法に従って乾燥した後、脱穀、粳摺り、搗精を行なって白米とした。米澱粉の精製は佐藤法⁽³⁾に準じた。即ち 20° 以下の温度に於て、粗砕白米を 0. 2% NaOH で洗滌を繰返し、上澄液にビュレット反応を認めなくなつてからアルカリを除去し、200 メッシュの篩で粕を除き、土肉部を寄込法によって除いた後にメタノールで洗って硫酸デシケーター中に減圧乾燥した。

2. 実験方法

(1) 白米のアルカリ検定：笠原法⁽⁴⁾に準じて、白米 10 粒をシャーレ中で 15 cc の 1. 7% KOH に浸漬し、25° に 24 時間放置後、白米の崩潰状態を観察した。

(2) 白米の Cooking Quality：主として Dawson 等の方法⁽⁵⁾を参照し、白米 8 g を金網の円筒に入れ、160 ml の水の中で東芝製電気釜を用いて煮沸し、その白米の加熱吸水率、膨脹体積、残存液の pH、ヨード呈色度、残存液中の固形物を測定した。

(3) 澱粉の性状：澱粉の精製度を知る為に澱粉中の粗蛋白質、粗灰分を通常法により分析した。又澱粉粒の大きさを知る為に堀内等⁽⁶⁾に準じて、任意に澱粉粒約 500 粒を選び顕微鏡下マイクロメーターでその大きさを測定した。

* Studies on the Rices cultured by the Early and Late Season Growing. Part I. Physical and Chemical Properties of Non-glutinous Rices and their Starches.

By Hiroshi SUZUKI (Kagawa Agricultural Experiment Station), Shinjiro CHIKUBU and Tatsuo TANI (Food Research Institute, Ministry of Agriculture and Forestry)

澱粉の青価は McCready 等の方法⁽⁷⁾に準じた。即ち澱粉試料 100 mg (乾物量) を 100 ml のメスフラスコに入れ、1 ml の C_2H_5OH 、1 ml の蒸留水を加えて濡らし、10% NaOH 2 ml を加えて解液し、温湯上で溶液となるまで加熱し、冷却後水を加えて 100 ml とする。この溶液 5 ml を 200 ml のメスフラスコに入れ、水 100 ml を加え 6 N HCl 3 滴で微酸性にした後よく振盪し、ヨード溶液 (2% KI 中に I_2 0.2%) 5 ml を加え水で標線までうすめる。この呈色度を Coleman 分光光度計で 13 mm の液槽を用い、680 m μ における吸光係数として読みとった。

(4) 澱粉のアミログラム : 澱粉糊の加熱・冷却時の粘度変化を知る為に Brabender の分銅・バランス式アミログラフ中で 30° より 93° 迄毎分 1.5° の割合で加熱後、同じ割合で逆に 30° 迄冷却し、その間の澱粉糊の粘度変化を記録した。

澱粉濃度としては、冷却後も粘度が 1,000 Brabender Unit 内に留る様に無水物 33 g を 450 ml の水に懸濁する事にした。

(5) 澱粉糊の粘弾性 : 一定条件の糊を得る為に、著者の 1 人竹生等の方法⁽⁸⁾に準じて、澱粉をアミログラフ中で加熱し、93° に 20 分間保って完全に糊化させた後、10° に保っているレオメーターに注入放置して、2 時間後と 22 時間後に澱粉糊の粘弾性を測定した。また粘弾性の測定はリサージュ図形を用いる方法によった。

この際は加熱時の試料の最高粘度がアミログラム中に収まる様に無水物 38 g を水 450 ml に懸濁した。

(6) 澱粉のアルカリビスコグラム : 白米のアルカリ検定に於ける差異が、その澱粉のアルカリに対する抵抗性の差に基づくとの想定の下に、鈴木等⁽⁹⁾の提唱した方法に準じてアルカリビスコグラムを作図した。即ち澱粉 2.5 % の懸濁液 300 cc に 5 N KOH を一定量ずつ加え、この際の粘度を一定時間毎に B 型粘度計で No. 2 ローター、60 r. p. m. に於て記録する。この粘度計の読みは 5 倍すれば centipoise となる値である。我々は 1 クール 5 分法に従って測定を実施した。

3. 実験結果及び考察

(1) 白米のアルカリ検定 : 白米の崩潰状態は第 1 図の写真に示される通りで、早期米の方はどの品種も粒は少し崩れているが未だ澱粉の方は完全には糊化していないのに反して、晩期米の方はどの品種も粒がすっかり崩れた上に澱粉粒迄糊化してしまって白米粒は透明なゼリー状になっているのが認められる。

第 1 図 白米のアルカリ検定

第 2 表 白米の Cooking Quality

品 種	栽培 法	加熱 吸水 率	膨脹 体 積 (cc)	残 存 液		
				ヨード 呈色度 (%)	pH	固 形 物 (g)
紅 光	早期	2.34	27.6	77.6	6.7	0.328
		2.48	28.9	78.5	5.3	0.486
		2.47	28.9	75.3	6.9	0.420
	晩期	2.38	27.6	64.3	6.5	0.540
		2.31	27.6	68.2	7.1	0.502
		2.34	28.9	66.0	7.1	0.540
初 錦	早期	2.70	31.4	71.0	6.5	0.410
		2.43	27.6	79.6	5.0	0.350
		2.45	30.2	74.0	6.8	0.430
	晩期	2.50	27.6	57.9	6.8	0.570
		2.48	31.4	57.2	5.0	0.632
		2.50	30.2	57.0	7.1	0.640
藤坂 5 号	早期	2.52	28.9	76.8	6.7	0.436
		2.46	28.9	79.7	6.9	0.446
		2.43	30.2	79.0	6.8	0.454
	晩期	2.43	30.2	64.0	7.1	0.552
		2.38	30.2	74.6	7.2	0.430
		2.38	28.9	73.0	6.8	0.612

備考 加熱吸水率=飯の重量÷米の重量

写真には挙げていないが、あけぼのは晩期米と殆んど同じ状態であった。

笠原⁽⁴⁾によれば東南アジアの米はアルカリに対して抵抗力が強く崩潰し難く、内地米は一般に崩潰し易いとの事であるが、同一品種の内地米でも栽培方法が異なるに従ってこの様にアルカリに対する反応性が異なってくるのは興味深い事である。

(2) 白米の Cooking Quality : 実験結果はそれぞれ第 2 表に示す如くであるが、加熱吸水率、膨脹体積においては早晩期の間に差異は認められなかった。残存液のヨード呈色度については、常に晩期米は早期米より濃い呈色を示し、明らかに炊飯の際溶出して来る澱粉の量あるいは性質が異なる様に考えられる。これは澱粉の青価の濃淡とも同じ傾向を示している。溶出固形物の量については晩期米の方が早期米より多い。また残存液の pH は晩期米より早期米が稍酸性に傾いている様であり、岡村の見解⁽¹⁰⁾を引用すれば pH

が酸性に傾いている事が、早期米が不味といわれる原因の一つではないかと推定される。

(3) 澱粉の性状 : 澱粉中の粗蛋白質の含量は 0.08% から 0.16% 迄と分布し、粗灰分の含量も 0.06% から 0.13% 迄となっていた。

澱粉粒子の平均粒径と粒度分布のヒストグラムは第 2 図の如くである。図から分る様に晩期米澱粉は 5~6 μ の所にモードは認められても分布はなだらかであるが、早期米澱粉は全粒子の半数近くが 5~6 μ の大きさであり、著じるしいピークが認められる。あけぼのは澱粉は特に平均粒径が小さいが、澱粉精製の途中でも澱粉層のしまりがゆるく、粒子の小さい事は推定されていた。

澱粉の青価は第 3 表の如くで、早期米澱粉の青価は

第 2 図 澱粉粒子の粒度分布と平均粒径

第 3 表 澱粉の青価

品 種	紅 光		初 錦		藤坂 5 号	
栽培法	早期	晩期	早期	晩期	早期	晩期
青 価	0.178	0.229	0.188	0.220	0.185	0.230

梗米としては大変低く出て居り、前にも述べた様に Cooking Quality の残存液のヨード呈色度と同一の傾向を示して、早晩期米の澱粉間には相当な質的差異が存在するものと考えられる。Williams 等⁽¹¹⁾は栽培時期をずらしても、米澱粉のアミロース含量は変わらないと報告しているが、この青価からすれば早晩期米の澱粉間にはアミロースの含量に変化があるか、或はアミロースに質的な差があるのではないかと想像される。

(4) 澱粉のアミログラム : 供試澱粉のアミログラムは第 3 図に示される様に、品種間の差よりも栽培法別

第3図 澱粉のアミログラム

..... 早期紅光 早期初錦 早期藤坂5号 あけぼの
 晩期紅光 晩期初錦 晩期藤坂5号

第4表 澱粉糊の粘弾性

品 種	栽培 法	弾性係数 dyne/cm ²		粘性係数 poise	
		2時 間後	22時 間後	2時 間後	22時 間後
紅 光	早期	210	230	350	320
	晩期	3,000	4,200	1,500	2,800
初 錦	早期	350	370	520	450
	晩期	4,400	5,000	5,100	5,600
藤坂5号	早期	210	220	350	330
	晩期	3,300	4,100	4,900	12,000
あけぼの	普通	2,600	3,100	4,400	8,500

の差異の方が大きく、一応早期型と晩期型とに分ちう
 ると考えられる。即ち晩期型とは加熱曲線に於いては
 最高粘度は 300~350 B. U. (Brabender Unit) と小さ
 く、且つ Break down⁽¹²⁾ (最高粘度から 93° に於け
 る粘度への低下) も小さいが、冷却曲線に於いては粘
 度の上昇は著るしく何れも早期型の冷却曲線を追越し
 ているのが認められる。一方早期型は之に反して加熱
 時の最高粘度は 500~580 B. U. と高いが Break down
 も又大きく、且つ冷却曲線の上昇勾配は緩やかである。

最高粘度が高く且つ Break down も大きい事から、早期米澱粉粒の方が加熱に対する膨潤崩潰が著るしい⁽¹²⁾
 と考えられる。

(5) 澱粉糊の粘弾性： 供試澱粉糊の粘弾性の値は第4表に示す如くであり、同一品種の米澱粉でも栽培法
 が異なるに従って、弾性値に於て 10 倍以上の開きが出て来ている。早期米澱粉のうち、紅光と藤坂5号の米澱
 粉は内地米澱粉の弾性値 300~1,070 dyne/cm²⁽⁶⁾ よりかなり低い弾性値を示して居り、内地米のうちでも最も弾
 性値の低い部類に属するのであろう。一方晩期米澱粉の弾性値は東南アジアの米澱粉の弾性値に近く⁽⁶⁾、内地米
 のうちでは最も弾性値の高い部類に属している。

以上の点をアミログラムとの関連に於て考察すれば、最高粘度が低く、Break down も小さく、冷却曲線の勾
 配の急な澱粉は粘弾性も大きいと考えて良いであろう。

(6) 澱粉のアルカリビスログラム： 第4図から明らかな様に、早晩期米澱粉の間には明瞭な差が見出され
 る。即ち粘度曲線の形がアミログラムの加熱曲線と同様な傾向を示し、早期米澱粉の方は最高粘度も高く、且つ
 Break down も急であるが、晩期米澱粉の方は最高粘度も低く且つ Break down も緩やかである。又糊化開始
 時のアルカリ濃度に大きな差が見出される。早期米澱粉が糊化を始める時の KOH 濃度 0.35 N は約 1.7% に
 当り、この濃度が又白米のアルカリ検定には最も適当であると言う事から、白米のアルカリ検定に於て観察され
 た米粒の崩潰程度の差の原因がその澱粉のアルカリに対する抵抗性の差に基づくと考えても良いのではなかろう
 か。

第 4 図 澱粒のアルカリビスコグラム

—— 早期紅光 - - - 早期初錦 ····· 早期藤坂 5 号 ——— あけぼの
 - · - · 晩期紅光 - - - - 晩期初錦 ····· 晩期藤坂 5 号

一方笠原⁽⁴⁾はアルカリ検定に現われる差の原因として、内地米の方が米粒横断面の組織が外米より柔らかく見える事、KOH の吸収量も外米の方が少なく米粒内部へ KOH が滲透する速度の遅い事、澱粉粒も外米は $5.6 \sim 6.8 \mu$ と内地米の $5.2 \sim 6.0 \mu$ より大きい事を挙げている。然し我々の観察した所によると、SUMP 法で調べた米粒横断面の組織は、紅光の様に横断面面積に差のあるもの以外では、早晩期米間には組織の密粗の差は認められなかった。又 KOH の吸収量も晩期白米の方が多いとは限らず、澱粉粒の大きさについても早晩期米澱粉間には大差はない事から、白米のアルカリ検定に現われる差は、その構成澱粉のアルカリに対する抵抗性

の差に基づくと考えても良いであろう。

4. 要 約

水稻梗 3 品種を早・晩期栽培して得た米とその澱粉の性状については、栽培法間の差異は品種間の差異を凌駕している事が明らかとなった。

- (1) 白米を稀 KOH に浸漬すると早期米は崩潰し難いが、晩期米は崩潰し易い。
- (2) 白米の加熱吸水率、膨脹体積は早・晩期米間に差異は殆んど認められないが、残存液の pH・ヨード呈色度・固形物含量には差異が認められた。
- (3) 澱粉中の不純物量と澱粉粒子の粒径には早・晩期米澱粉間には大差は認められなかったが、青価は異なっていた。
- (4) アミログラムは早・晩期米澱粉の 2 型に大別しうと考えられる。
- (5) 澱粉糊の粘弾性は晩期米澱粉の方が著しく高い。
- (6) アルカリビスコグラムも早・晩期米澱粉の 2 型に分れている。白米のアルカリ検定に現われてくる差異は、その澱粉のアルカリに対する抵抗性の差に基づくと推定した。

終りに当り御指導御援助をいただいた香川県農業試験場入交正豊場長、末沢一男栽培部長と、粘弾性測定に当って御援助をいただいた食糧研究所堀内久弥技官に深く感謝致します。尚この実験の大部分は農林省の長期研修の期間中に遂行された事を付記し、関係当局者に感謝の意を表します。

(1) 薦田快夫：水稻の早期栽培と晩期栽培，養賢堂（1954）。	(6) 堀内久弥，竹生新治郎，谷 達雄：日本農芸化学会大会で発表（1958）。
(2) 仮谷 桂：西南暖地成績発表会にて講演（1955）。	(7) R. M. McCready, W. Z. Hassid：J. Am. Chem. Soc., 65, 1154 (1943)。
(3) 佐藤静一：米澱粉に関する研究，大雅堂（1944）。	(8) 竹生新治郎，堀内久弥，谷 達雄：本誌，31, 397 (1957), 32, 268 (1958)。
(4) 笠原安夫：日本作物学会紀事，13, 89 (1940)。	(9) 鈴木晴男，武富 昇：工化，59, 45 (1956)。
(5) O. M. Batchler, P. A. Deavy, E. H. Dawson：Cereal Chem., 34, 277 (1957)。	(10) 岡村 保：米穀の品質に関する研究，大原農業研究所（1940）。

(11) W. R. Williams et al. : *J. Agr. Food. Chem.*, 6, 47 (1958).

(12) G. W. Scott Blair : *Foodstuffs, their Plasticity, Fluidity and Consistency* (1953).

茶の成分に関する研究 (第9報)*

茶の遊離糖類について

松 村 隆, 酒 戸 弥 二 郎** (京都府立茶業研究所)

昭和 33 年 7 月 31 日 受 理

緒 言

茶葉中の糖類については Mauerenbrecher⁽¹⁾の研究以来多数の研究報告^(2,3)があるが、特に最近ペーパークロマトグラフィの発達によって詳細に研究^(4,5)されている。日本緑茶についてもすでに鳥井ら⁽⁶⁾によって研究されており、遊離糖類としてグルコース、フラクトーズ、シュクローズと2つのオリゴ糖の存在することが報告されている。

わたくしたちは前にイノシトールを分離⁽⁷⁾したが、今回シュクローズを分離し、オリゴ糖の1つはラフィノーズであることを確認することができたので報告する。

実 験 と 結 果

茶 1 kg に温湯 10 l を加え、3 時間以上放置し可溶物をできるだけ抽出したのち、第 1 表に示すように常法

に従ってタンニン類、カフェイン、カテキン、色素類及び酸性・塩基性物質を除去し、減圧濃縮してシラップ 13 g を得た。このシラップに $\text{Sr}(\text{OH})_2$ 25 g の飽和水溶液を加え 5 分間煮沸したのち冷却し、倍量のメタノールを加えて濾過する。得られた Sr-塩に水を加え炭酸ガスで分解したのち濾過し、濾液を濃縮後メタノールを加えて溶解し、可溶部からメタノールを減圧除去すれば、黄色の鱗片状結晶 8 g を得る。これを再び水に溶解し $\text{Sr}(\text{OH})_2$ 15 g の飽和水溶液を加えて 10 分間煮沸する。冷却後、濾過し水に不溶の Sr-塩を得る。この Sr-塩に 50% メタノールを加え炭酸ガスを通じて分解後、濾過濃縮し 95% 酒精を用いて抽出し水から再結すれば結晶を得る。インペルターゼ溶液 1~2 滴加え一夜放置すれば、グルコースとフラクトーズに加水分解し 160° 付近で飴状となる。以上の結果からこの結晶はシュクローズである。

一方、溶液に倍量のメタノールを加えて濾過し水に可溶の Sr-塩を得る。同じ方法で分解、濾過、濃縮し、メタノールを加えて溶解しメタノール可溶部からメタノールを減圧除去すると鱗片状結晶 200mg を得る。このフラクションをペーパークロマトにかけると第 2 表のように 2 つのスポット a, b が現われる。(Hudson, Harding⁽⁸⁾)の方法では、このフラクションはラフィノーズそのものでなければならないのであるが、シュクローズの Sr-塩も一部水に溶けてくるためスポット

* Studies on the Chemical Constituents of Tea Leaves. Part IX. The Sugars in Tea.
By Takasi MATUMURA and Yajiro SAKATO (Research Institute of Tea Industry Kyoto, Kyoto Pref.)

** 静岡大学教授, 農産製造学担当