新形質米のゲルコンシステンシー

山崎賀久*・大坪研一**・岩崎哲也***

Gel Consistency of New Characteristic Rice Cultivars

Yoshihisa YAMAZAKI*, Ken-ichi OHTSUBO** and Tetsuya IWASAKI***

* Aomori Agricultural Products Processing Center, Yanagisawa,
Inuotose, Rokunohe-machi, Kamikita-gun, Aomori 033

** National Food Research Institute, Ministry of Agriculture,
(Present: Hokuriku National Agricultural Experiment
Station, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries,
1-2-1 Inada, Joetsu-shi, Niigata 943-01)

*** National Food Research Institute, Ministry of Agriculture,
Forestry and Fisheries, 2-1-2 Kannondai,
Tsukuba-shi, Ibaraki 305

Amylography, an important medium for evaluating eating quality, has such faults that is expensive machine, a sample size and measuring time. Gel consistency is often determined instead of amylography as a simplified method, by IRRI and other laboratories. In this study, gel consistency and amylography were measured on twelve samples. Modification on the standard method was required for determining gel consistency of "New characteristic rices" which have the novel characters as the Japonica rices. From the fact that the gel consistency showed high correlation to the amylography, the correlation of gel consistency to eating quality was suggested. Good eating quality of Sasanishiki from its large gel consistency, and poor eating quality of Hoshiyutaka from its small gel consistency were predicted. (Received Jul. 18, 1991)

アミログラフィーは米の品質評価の重要な方法の一つであるが、機械の価格や、測定時間、サンプル量などに難点があり、必ずしも十分に利用されていない。

ゲルコンシステンシーの測定はアミログラフィーの代替として国際稲研究所 (IRRI) を始めとして広く利用されており、両者の高い相関が実証されているが¹⁾、これはインデカ、ジャポニカを含めた広範囲の品質の米を対象としたので、日本の米については狭い範囲の数値に収まってしまって評価には役立たない。

本研究は、農林水産省の総合研究「需要拡大のための新形質水田作物の開発」の一部として行われたもので、

国内数か所の試験場で育成された新形質米について²⁾、大ざっぱな区分け、あるいはランク付けができるように、ゲルコンシステンシーの測定条件を変更しようとしたもので、アミログラフィーとの相関を確認すると同時にアルカリ崩壊度についても測定を行った。

実験方法

1. 供試材料

供試した1988年産粳および糯米をTable 1に示した。これらの供試材料玄米を佐竹製作所製研削式精米機で搗精歩留90%に搗精した。得られた白米をリッチェ社製

* 青森県農産物加工指導センター (〒033 青森県上北郡六戸町犬落瀬柳沢 91)

** 農林水産省食品総合研究所 (現在: 農林水産省北陸農業試験場 〒943-01 新潟県上越市稲田 1-2-1)

*** 農林水産省食品総合研究所 (〒305 茨城県つくば市観音台 2-1-2)

Table 1 New characters of the rice samples

Variety	New characters
Hokkai 240	Large grain
Hokkai 269	Giant embryo grain
Hokkai 270	Aromatic
Douhoku 43	Low amylose
Hokuriku 129	Slightly long grain
Hokuriku 130	Large grain
Sasanishiki	Common Japonica
Hoshiyutaka	High amylose
Nipponbare (NARC*)	Common Japonica
Nipponbare (Ibaraki)	Typical Japonica (standard)
Toumochi 396	Colored waxy
Chugokumochi 119	High yield waxy

* NARC: National Agricultural Research Center

超遠心粉砕機で粉砕し、試料米粉を調製した。別途、この粉砕方法で得られり米粉の粒度を検討したところ 48 メッシュ通過程度であった。

供試米粉の水分は試料間で 11.7~14.0% (平均 13.1%) の変動があり、試料間の条件を一定にするため水分 13% に換算した量の米粉 (以下水分 13% という) あるい水分 0% に換算した量の米粉 (以下乾物換算という) を試験に用いた。

これらの供試材料の一般成分、テクスチャー、官能検査については荒川ら³⁾により報告されている。

2. アミログラム

ブラベンダー社のアミログラフ (ビスコグラフ) 装置 Pt100 型を使用した。攪拌はパドル式を用い、試料濃度 8% で定法⁹⁾に従い試験を行った。すなわち、乾物換算 40 g の米粉に蒸留水を加えて総量を 500 g とした。温度条件は開始温度が 30℃、昇温速度 1.5℃/分で 93℃まで昇温し、10 分間この温度を保持した後、1.5℃/分で 33℃まで冷却した。当初最終温度を 30℃とする予定であったが、冷却水の不調で 33℃以下は不安定であったので、この 33℃の粘度をもって最終粘度とした。試験は供試材料 12 種のうち糯米 2 種については省略し、粳米 10 種について試験を行った。

3. アルカリ崩壊度

LITTLE ら⁵⁾の報告に従い、白米を希アルカリ水溶液に浸漬し、一定時間後の米粒の膨潤度、崩壊度を観察で判定した。試験は形状の整った白米を 90 mmφ のシャ

レーに 6 粒入れ、水酸化カリウム水溶液 30 ml を入れ行ったが、LITTLE らの試験条件では供試材料のほとんどが崩壊してしまうので、予備試験により、アルカリ浸漬条件を水酸化カリウム水溶液濃度 1.2% (W/V)、4℃、24 時間⁶⁾として試験を行った。崩壊程度を次の 8 段階に分け判定した。

0: 米粒がまったく崩壊しない。

1: 米粒が少し膨張する。

2: 米粒が少し崩壊する。

3: 米粒が半分崩壊して周囲に粉状の環ができる。

4: 米粒が崩壊して周囲の粉状の環が広がる。

5: 米粒が崩壊して白い綿状になる。

6: 米粒が崩壊して半透明の綿状になる。

7: 米粒が崩壊して透明な綿状になる。

4. ゲルコンシステンシー

CAGAMPANG ら¹⁾の報告に従いゲルコンシステンシーの予備試験を行い、さらに今回の供試材料に適するように条件を決定した。

予備試験は原報告に準じて米粉 100 mg (水分 13%) を試験管 (15 mmφ×105 mm) に入れ、さらに 0.025% (W/V) チモールブルー含有 95% エタノール水溶液を 0.2 ml 入れ、試験管ミキサーで攪拌し、さらに 0.2 N 水酸化カリウム水溶液を 2 ml 入れ試験管ミキサーでよく攪拌する。この試験管を沸騰水浴中で 8 分間還流加熱し、5 分間室温放置後、15 分間水で冷却する。この試験管を方眼紙上に水平におき、60 分後に試験管の底からゲルの先端までの長さを測定した。

予備試験の結果ゲルの固さが柔らかすぎ供試材料間の差が判然としなかったため、150 mm の試験管を使用しゲルを固くする次の 2 方法で試験条件を検討した。

(1) 水酸化カリウム水溶液濃度はそのまま、米粉量を 100 mg から 110 mg, 120 mg (水分 13%) に増加させる⁷⁾。

(2) 米粉量はそのまま、水酸化カリウム水溶液濃度を 0.2 N から 0.15 N, 0.1 N に下げる。

実験結果および考察

1. アミログラム

アミログラフィーの結果を Table 2 に示す。最高粘度は「ササニシキ」が大きく、「北海 269 号」が小さかった。最低粘度は「道北 43 号」、「北海 269 号」が小さく、「北海 240 号」が大きい結果となった。米飯の食味と相関が高いと言われる最高粘度と最低粘度との差 (ブレークダウン) は「ササニシキ」が最大で「北海 240 号」

Table 2 Characteristics of amylogram of "New Characteristic Rice"

Variety	Pasting temp. (°C)	Amylograph viscosity* (Brabender units)						
		Peak	Minimum	Cooled to 50°C	Cooled to 33°C	Break down	Set back	Consistency
Hokkai 240	80.0	420	355	645	760	65	225	405
Hokkai 269	85.5	120	10	310	445	110	190	435
Hokkai 270	63.0	390	260	600	720	130	210	460
Douhoku 43	64.5	345	140	305	410	205	-40	270
Hokuriku 129	70.0	550	250	530	635	300	-20	385
Hokuriku 130	66.0	560	275	530	635	285	110	360
Sasanishiki	70.5	630	280	615	720	350	-15	440
Hoshiyutaka	64.0	300	210	550	640	90	250	430
Nipponbare (NARC)	69.0	530	255	600	705	275	70	450
Nipponbare (Ibaraki)	76.5	495	255	580	690	240	85	435

* Break down = Peak viscosity - Minimum viscosity

Set back = Cooled to 50°C viscosity - Peak viscosity

Consistency = Cooled to 33°C viscosity - Minimum viscosity

が最小であった。

これらのアミログラム特性値で注目されるのは「北海 269 号」であり、粳米としては最高粘度と最低粘度が極端に小さく他の材料と異なるアミログラムを示した。

2. アルカリ崩壊度

アルカリ崩壊度試験の結果を Table 3 に示した。粳米に比較し糯米が崩壊しにくい傾向が認められた。粳米間では北海系統と「ホシユタカ」が崩壊度の大きいグループ、北陸系統と「ササニシキ」が崩壊度の小さいグループ、「道北 43 号」と「日本晴」が中間程度のグループに分類された。

3. ゲルコンシステンシー

米粉量、アルカリ濃度とゲルコンシステンシーの関係を Table 4 に示した。静置 60 分後のゲルコンシステンシーが 90 mm を越えたものはゲルが液状になり、30 mm を下回るものに米粉が一部未糊化のものがあつたことから、安定なゲルをつくる条件として、供試材料のゲルコンシステンシーが 30 mm～90 mm の範囲に分布する条件が望ましいと考えられた。供試粳米を主体に試験条件を検討した結果

(1) 水酸化カリウム濃度を 0.2 N として米粉量を変えた場合、米粉量は 110 mg と 120 mg の中間の 115 mg (水分 13%) が適当と思われた。水分 13% 含有の米粉 115 mg は乾物に換算すると 100 mg になるため、水分補正するときの条件が分かりやすい乾物換算 100 mg を試験条件とした。

Table 3 Alkali spreading value of "New Characteristic Rice"

Variety	Alkali spreading value
Hokkai 240	6.2
Hokkai 269	6.3
Hokkai 270	6.5
Douhoku 43	4.2
Hokuriku 129	2.2
Hokuriku 130	3.5
Sasanishiki	3.8
Hoshiyutaka	6.0
Nipponbare (NARC)	4.2
Nipponbare (Ibaraki)	4.8
Toumochi 396	3.3
Chugokumochi 119	2.8

(2) 米粉量を 100 mg (水分 13%) として水酸化カリウム濃度を変えた場合、水酸化カリウム濃度は 0.15 N の条件が適当であつた。

この 2 測定条件で静置 30 分後、60 分後のゲルコンシステンシーを測定した結果を Table 5 に示した。静置 30 分後、60 分後とも測定可能であつたが、ゲルコンシステンシーの大きいものは 30 分後、小さいものは 60 分後の方が供試材料間の差が明確であつた。

Table 4 Effects of sample weight and alkali concentration on gel hardness

Variety	Gel consistency (mm)					
	0.2 N-KOH Solution ^{a)}			100 mg Rice flour ^{b)}		
	100 mg	110 mg	120 mg	0.1 N	0.15 N	0.2 N
Hokkai 240	61	49	41	26	37	66
Hokkai 269	69	56	46	28	49	74
Hokkai 270	89	67	50	47	57	69
Douhoku 43	102	77	68	35	61	96
Hokuriku 129	103	81	56	49	73	82
Hokuriku 130	104	80	67	50	67	101
Sasanishiki	101	84	71	40	73	101
Hoshiyutaka	53	40	30	27	31	59
Nipponbare (NARC)	84	75	60	53	71	107
Nipponbare (Ibaraki)	98	81	63	36	63	76
Toumochi 396	131	117	111	116	128	122
Chugokumochi 119	137	115	113	111	123	126

Sample weight was converted into moisture content of 13%.

The gel of ^{a)} and ^{b)} were spread at 23°C, 21°C respectively.

Table 5 Gel consistency of "New Characteristic Rice"

Variety	Gel consistency (mm)			
	Dry matter 100 mg ^{a)}		0.15 N-KOH ^{b)}	
	30 min	60 min	30 min	60 min
Hokkai 240	31	36	39	44
Hokkai 269	41	47	47	52
Hokkai 270	49	56	58	63
Douhoku 43	63	69	64	67
Hokuriku 129	73	80	67	72
Hokuriku 130	63	70	69	71
Sasanishiki	61	70	70	74
Hoshiyutaka	27	30	27	31
Nipponbare (NARC)	58	67	63	68
Nipponbare (Ibaraki)	62	71	66	71
Toumochi 396	97	104	105	122
Chugokumochi 119	102	118	104	123

The length of gel was measured 30 min and 60 min after laid horizontally at 21°C.

^{a)} Sample 100 mg (as dry matter), 0.2 N-KOH solution, reflux time 10 min

^{b)} Sample 100 mg (as 13% moisture content), 0.15 N-KOH solution, reflux time 13 min

Table 6 Correlation coefficients among physicochemical properties of "New Characteristic Rice"

Amylograph properties	Alkali spreading value	Gel consistency	
		Dry matter 100 mg ^{a)}	0.15 N-KOH Soln. ^{b)}
Pasting temp.	0.278	-0.222	-0.183
Peak viscosity	-0.707**	0.644*	0.639*
Minimum viscosity	-0.205	0.094	0.108
Viscosity cooled to 50°C	-0.012	-0.051	-0.002
Viscosity cooled to 33°C	-0.032	-0.032	0.002
Break down	0.880***	0.889***	0.868**
Set back	0.847**	-0.867**	-0.797**
Consistency	0.219	-0.151	-0.081

The length of gel was measured 60 min after laid horizontally at 21°C.

^{a)} Sample 100 mg (as dry matter), 0.2 N-KOH solution, reflux time 10 min

^{b)} Sample 100 mg (as 13% moisture content), 0.15 N-KOH solution, reflux time 13 min

Number of samples correlated shown in parenthesis, * = $p < 0.05$, ** = $p < 0.01$, *** = $p < 0.001$ (n = 10).

また、上記 2 つの試験条件の中では還流加熱などの試験作業面で水酸化カリウム濃度 0.2 N、試料米粉量 100 mg (乾物換算) の方が適当であった。

このように、原報告の条件を変更した場合、還流加熱時に試験管の内容物が吹きこぼれたり、できたゲルが不均一になる場合がある。吹きこぼれを防ぐためには試験管の長さを 105 mm から 150 mm に変える、またゲルを均一にするためには還流加熱時間を 8 分間から 10 分間 (米粉量を増加した場合) あるいは 13 分間 (アルカリ濃度を薄くした場合) に延長する対策が有効であった。

4. 諸特性値の相互関係

糯米 2 種を除いた粳米 10 種のアミログラム、アルカリ崩壊度、ゲルコンシステンシーの相関関係を Table 6 に示した。米の食味と関係が深いと言われている⁸⁾ アミログラムのブレイクダウン、セットバックとアルカリ崩壊度、ゲルコンシステンシーとの間に高い相関関係が認められた。

ゲルコンシステンシーはこれまで我が国で米の品質評価に適用された報告例はないが、高価な機械を使用し 1 日あたりの試験点数の非常に少ないアミログラフィーと高い相関関係にあり、簡易で処理点数の多い手法として評価される。本試験は、変動幅の比較的大きい新形質米について行われたものであり、大きな変動を同一条件で検討することを前提として行われた。このため、今回の試験条件では「ササニシキ」、「日本晴」など変動幅の小

さい従来の日本稲間ではその差は明確ではないので、これらの差を見きわめるためには別途試験条件を検討する必要がある。また、一般に異なる環境で栽培された米 (稲) の評価をする場合、その差が品種間差なのか、栽培環境の差なのか判然としない場合が多いが、今回の供試材料も新形質米の個々の育成地で栽培されたものを使用したもので、この点は判然とはしない。しかし、品種育成などの変動幅が大きく、多数の試験材料を扱う育成試験地等では、簡便で処理点数が多く、必要な試料間のわずかなゲルコンシステンシーは (手間のかかる分析をする必要の有無を判定するだけでも) 有効な手段と思われる。

要 約

簡易な米品質評価手法であるアルカリ崩壊度、ゲルコンシステンシーの 2 つの試験方法を新形質米に適用した。

(1) 粳米のアルカリ崩壊度は北海系統と「ホシユタカ」が大きく、北陸系統と「ササニシキ」が小さかった。糯米は粳米より崩壊度が小さかった。

(2) ゲルコンシステンシーの試験条件は「水酸化カリウム濃度 0.2 N、試料米粉量 100 mg (乾物換算)」が適当であった。

(3) アルカリ崩壊度、ゲルコンシステンシーとアミログラム特性値との間に高い相関が認められ、新形質米の

簡易な品質評価手法と考えられる。

(4) 通常のジャポニカ種の評価のためには上記の試験条件では不十分であり、別途条件を検討する必要がある。

本試験は、農林水産省技術会議の「新形質米」プロジェクト予算で行われた。

本試験の試料を提供頂いた各育成試験場に感謝いたします。

文 献

- 1) CAGAMPANG, G.B., PEREZ, C.M. and JULIANO, B.O.: *J. Sci. Food. Agric.*, **24**, 1589-1594 (1973).
- 2) 横尾政雄：農林水産技術研究ジャーナル, **13**, 50-57 (1989).
- 3) 荒川彰彦・佐川弘子・小川紀男・大坪研一・岩崎哲也：日本食品工業学会第37回大会講演集, p. 44, 東京 (1990).
- 4) 農林省食糧研究所：食糧技術普及シリーズ7号, 「米の品質と貯蔵, 利用」, p. 21 (1969).
- 5) LITTLE, R.R., HILDER, G.B. and DAWSON, E.H.: *Cereal Chem.*, **35**, 111-126 (1958).
- 6) 倉沢文夫・早川利朗・伊賀上郁夫：栄養と食糧, **12**, 396-372 (1960).
- 7) JULIANO, B.O.: *J. Jap. Soc. Starch Sci.*, **29**, 305-317 (1982).
- 8) 竹生新治郎・渡辺正造・杉本貞三・酒井藤敏・谷口喜廣：澱粉科学, **30**, 333-341 (1983).

(平成3年7月18日受理)