日本産米の品種の異なる米の食味特性[†]

大家千恵子*・川端晶子**

The Taste Characteristics of Rice with Different Varieties

(Studies of Physical and Chemical Properties and Taste
Characteristics of Rice Part III)

Chieko OHYA* and Akiko KAWABATA**

* *Department of Health and Nutrition, Yonezawa Women's College of Yamagata
Prefecture, 6-15-1, Tohrimachi, Yonezawa-shi, Yamagata 992-0025*

** *Department of Nutrition, Faculty of Agriculture, Tokyo University of Agriculture,
1-1-1, Sakuragaoka, Setagaya-ku, Tokyo 156-0054*

The taste characteristics and physical properties of following varieties were measured: Koshihikari, Sasanishiki, Akitakomachi, Variety A (high amylose rice), Variety B (high protein rice) and Nipponbare. The following results were obtained. The creep measurement for one grain of cooked rice could be analyzed corresponding to a Voigt form model of six factors. As a result, it was observed that the creep compliance curves immediately after rice cooking were high in the order of Koshihikari > Akitakomachi > Sasanishiki > Nipponbare > high protein rice > high amylose rice, and that Koshihikari was soft. When preserving cooked rice, little change was observed both in elastic modulus and viscosity coefficient with refrigerated preservation, however, an increase in the viscoelastic coefficient was observed in cold preservation, and a tendency was observed for retrogradation to take place due to cold preservation, and hardening proceeded. In particular, the high amylose rice provided remarkable results, however, it was clarified that little progress in hardening was provided by cold preservation in the case of Koshihikari and Akitakomachi. As a result of extracting the strength or weakness of taste characteristics in the sensory evaluation by means of factor analysis, the first factor was taste and glutinousness, the second factor was texture such as hardness and chewiness, and the third factor was relating to flavor and appearance such as fluffiness. The ratio of contribution was 39.8, 36.5 and 23.7%, respectively. For preference, the first factor was taste and shape, the second factor was texture such as hardness, glutinousness and chewiness. The ratio of contribution was 57.6 and 42.4%, respectively. As a result of a multiple regression analysis, the evaluation items for preference that most affected the overall evaluation were feeling in mouse, fluffiness, after-taste, stickiness, sweetness, luster and chewiness.

(Received, Mar. 17, 1997 ; Accepted, Feb. 13, 1998)

前報^{1)~2)}で品種の異なる玄米と白米中の無機元素の定量と白米と澱粉の化学的性質、糊化特性について報告し、特にアミロペクチンの鎖長分布を測定し、Fr.Ⅲ/Fr.Ⅱの値と物性値との相関が高いことを報告した。そこで

本報告では米の食味特性の総合的評価の一つとして、炊飯米の官能評価ならびに理化学的方法を用いて米の食味特性を検討した。

[†] 米の理化学的性質と食味特性に関する研究 (第3報)

* 山形県立米沢女子短期大学健康栄養学科 (〒992-0025 山形県米沢市通町 6-15-1)

** 東京農業大学農学部栄養学科 (〒156-0054 東京都世田谷区桜丘 1-1-1)

実験方法

1. 試料および試料の調製

試料は前報¹⁾で示した通りの平成元年度産、コシヒカリ、ササニシキ、あきたこまち、品種A(高アミロース米)、品種B(高タンパク米)および日本晴である。米の炊飯は東芝電気炊飯器RC-40(炊飯容量0.4l)間接加熱式釜を用いた。即ち米100gを純水で5回洗い、ザルに洗い上げて水切りし、加水量は米の重量の1.5倍の150mlとし、30分間吸水させた後炊飯し、15分間蒸らして試料とした。

2. 測定方法

(1) 白米の食味評価装置による計測値

食味評価装置による計測値の測定はーレコ株式会社製の近赤外分光法によるーレコ米食味品質分析計6250 HON型を用いた。この近赤外分光法は、可視光線と赤外線の間にある700~3000nmの近赤外域における物質の吸収現象を利用して、その吸収スペクトルで食品の成分、理工学的特性を測定する方法^{3)~6)}である。ーレコの食味品質分析計は最大700nmの波長を使用し、スペクトルの微分処理を行って、玄米、白米を粉体で測定する方法である。現在、A:粘り指標、B:乾物全窒素、C:味指標、D:タンパク質含量およびE:HON値(Mg/N・K)値⁷⁾の項目が測定される。なお、各種の精白米は91%搗精とし、サイクロンサンプルミル(UDコーポ

レーション製)で粉砕し、スタンダードサンプルカップ(直径50mmの円筒形)に入れて測定した。

(2) 炊飯米1粒法による静的粘弾性

飯のクリープ測定は新しい試みとして、1粒の飯を用い、山電製のレオナーRE-33005型で測定した。測定方法は1粒の飯の両端をカミソリで切り、約3mmの高さにした。荷重と除重を各々1分間とし、線形性の範囲の10±0.5%圧縮で行い、プランジャーは直径16mmの円筒形を用いた。測定条件は炊飯直後、冷凍(-20℃)の4日、1週間、2ヶ月後、冷蔵(5℃)の24時間、4日、

Table 1 Taste values of milled rices by near infrared spectroscopic method

Samples	Attributes measured by NIR						
	(A)	(B)	(%)	(C)	(D)	(%)	(E)
Koshihikari	16.62	1.25	1.43	7.44	85		
Sasanishiki	13.15	1.43	1.40	8.51	82		
Akitakomachi	14.07	1.38	1.50	8.93	82		
A (Hi-amylose)	13.43	1.53	2.61	9.10	44		
B (Hi-protein)	13.94	1.50	1.64	8.93	71		
Nipponbare	11.25	1.65	1.27	9.82	76		

A: Index of stickiness B: Nitrogen content
C: Index of taste D: Protein content
E: HON-value (Mg/N・K)

Fig. 1 Curve of creep compliance by frozen storage of cooked rices

—: Koshihikari, ----: Sasanishiki, ●—●: Akitakomachi, ○—○: High-amylose, —■—: High-protein, —▲—: Nipponbare

1週間後、室温（20℃）の24時間の以上8つとした。なお冷凍と冷蔵は測定時に米飯3gを各々20秒と10秒間、電子レンジ（三菱電機製出力550W）で再加熱した直後に測定した。

(3) 炊飯米の糊化度（BAP法）

6種類の炊飯米の保存中の糊化度の変化はβ-アミラーゼ・プルラーゼ法⁸⁾により測定した。測定条件は炊飯直後、-20℃で24時間保存後、5℃で24時間保存後、20℃で24時間保存後の4段階とした。

(4) 米の官能評価

6種類の炊飯米の官能評価は評点法⁹⁾で行った。パネルは東京農業大学栄養学科男女各々10名ずつ計20名とし、分析型および嗜好型について行った。解析は各試料

の評価項目と試料間の有意差検定を行うとともに、評価項目の分析型と嗜好型の相関関係を求めた。次に評価項目間の相関行列を求め、これより主因子法¹⁰⁾¹¹⁾により、因子分析を行った。

実験結果および考察

(1) 近赤外分光法による食味評価装置による計測値

6種類の白米の食味評価装置による計測値の結果をTable 1に示した。Aの粘り指標は、ビスコグラムのブレイクダウン値¹²⁾で示し、値が大きいくほど粘りがあるとされている。その結果コシヒカリ>あきたこまち>高タンパク米>高アミロース米>ササニシキ>日本晴の順であった。HON食味値は無機元素値（Mg/N・K）の比率

Fig. 2 Creep elastic modulus and coefficient of viscosity of cooked rices

E_0 : Young's modulus of Hookean, E_1 E_2 : Young's modulus of Voigt body

η_1 η_2 : Viscosity of Voigt body, η_N : Viscosity of Newtonian body

□ : Koshihikari, ▨ : Sasanishiki, ▩ : Akitakomachi, ▤ : High-amylose, ▦ : High-protein, ▧ : Nipponbare

より算出し、値が大きい方が美味しいとされている。HON 値はコシヒカリ>ササニシキ=あきたこまち>日本晴>高タンパク米>高アミロース米の順であった。

(2) 炊飯米1粒法による静的粘弾性

炊飯米のクリープ曲線は6要素模型に対応し解析できた。クリープコンプライアンスの図を Fig. 1 に示した。炊飯直後では数値の大きい順にコシヒカリ、あきたこまち、ササニシキ、日本晴、高タンパク米、高アミロース米であった。冷凍4日、1週間、2カ月後もコンプライアンスはコシヒカリが一番数値が大きく、冷凍による変化が少なかった。それに対して高アミロース米はコンプライアンスの低下が大きく、冷凍保存による変化が大きかった。この原因はアミロース含量が多いことが考えられた。炊飯直後のクリープ弾性率と粘性率を Fig. 2 に示した。弾性率では瞬間変形部 (E_0)、遅延変形部 (E_1 , E_2) とともに高アミロース米が高い値を示し、硬い傾向を示した。次いで高タンパク米、日本晴、ササニシキ、あきたこまち、コシヒカリの順に低く、コシヒカリ、あきたこまちは柔らかい傾向を示した。粘性率は遅延変形部 (η_1 , η_2) と定常粘性部 (η_N) ではあきたこまちは最も高く、次いでコシヒカリ、日本晴、高アミロース米、ササニシキ、高タンパク米であった。あきたこまち、コシヒカリは粘性は高いといえた。次に保存法別のクリープ粘弾性の变化を Fig. 3 を示した。総合的指標をみるために各要素の弾性率、粘性率を合計して示した。全体に冷凍保存による物性の変化は少ないが冷蔵保存では弾性率、粘性率共に増加し、澱粉が老化して米飯の硬化が進行することが認められた。特に高アミロース米は澱粉の老化が著しい結果であるのに対してコシヒカリ、あきたこまちは冷蔵保存しても物性の変化が少ないことが認められた。

(3) β -アミラーゼ・ブルナーゼ法による炊飯米の糊化度

糊化度の結果を Table 2 に示した。炊飯直後、20℃-

24時間、-20℃-24時間保存米飯の糊化度の差は少ないが、5℃-24時間保存米飯の糊化度は低下の傾向がみられた。特に高いアミロース米では20℃、5℃、24時間保存米飯における低下が他の種類の米より大きかった。高アミロース米は物性のクリープ測定でも5℃保存における弾性率の変化が大きいことから保存温度に影響されやす

Fig. 3 Changes of creep modulus viscoelasticity by various storage methods

□ After cooking ▨ Frozen 1 W ▩ Frozen 2 M ▤ Refrigerated 1 W
K Koshihikari, S : Sasanishiki, A : Akitakomachi, H.A : High-amylose, H.P : High-protein, N : Nipponbare

Table 2 Changes in the degree of gelatinization during the storage of cooked rices

	Degree of gelatinization (%)			
	After cooking	5℃-24 hour	20℃-24 hour	-20℃-24 hour
Koshihikari	98.7(100)	84.1(85.2)	95.9(97.2)	96.0(97.3)
Sasanishiki	97.3(100)	89.1(91.6)	95.1(97.7)	95.2(97.8)
Akitakomachi	96.0(100)	75.0(78.1)	92.9(96.8)	95.5(99.5)
A (Hi-amylose)	98.3(100)	64.4(65.5)	61.6(62.7)	93.4(95.0)
B (Hi-protein)	95.2(100)	82.0(86.1)	90.5(95.1)	92.2(96.8)
Nipponbare	93.2(100)	67.8(72.7)	83.3(89.4)	80.8(86.7)

い米と考えられた。

(4) 米の官能評価

分析型官能評価の評価項目の平均評点をプロットした

ものを Fig. 4 に示した。各試料間には後味と口あたり以外の項目すべてに有意の差が認められた。コシヒカリはつやがあり、ふっくらして、旨味がある。それに対し高

Fig. 4 Average qualities of cooked rice by the scoring method

● : Koshihikari, ○ : Sasanishiki, ⊙ : Akitakomachi, ⊗ : High-amylose, ● : Nipponbare

** Significant at the 1% level * Significant at the 5% level

Table 3 Factors loading of item of evaluation of cooked rice

Item of evaluation	Factors loading (Strength-weakness)			Factors loading (Likes-dislikes)	
	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 1	Factor 2
Lustrous	0.179	-0.561	0.518	0.628	0.390
Form	-0.055	0.205	0.460	0.485	0.261
Rise	0.337	-0.486	0.458	0.645	0.376
Flavour	0.166	0.066	0.483	0.467	0.237
Umami	0.582	-0.387	0.373	0.784	0.315
Sweet taste	0.706	0.330	0.086	0.781	0.228
Rich	0.712	-0.254	0.121	0.720	0.388
Aftertaste	0.517	0.029	0.099	0.644	0.394
Hard	-0.232	0.654	0.124	0.337	0.822
Glutinous	0.534	-0.464	0.162	0.435	0.715
Chewy	-0.096	0.637	0.130	0.284	0.780
Smooth	0.120	-0.077	0.353	0.566	0.601
Eigen value	3.785	1.001	0.620	6.464	0.693
Contribution rate (%)	39.8	36.5	23.7	57.6	42.4
Mean of factor	Taste	Texture	Flavour and appearance	Taste and appearance	Texture

アミロース米はつややふくらさがなく、硬さがあり、粘りがないという特徴が認められた。日本晴はコシヒカリと高アミロース米の中間的な評価であった。分析型の

Fig. 5 Correlation between strength/weakness and likes/dislikes of evaluations of cooked rices

** : Significant at the 1% level

因子分析のバリマックス回転後の評価項目の因子負荷量および寄与率を Table 3 に示した。第一因子で負荷量の大きいものをみると、こく、甘味、旨味、粘り、後味で味と粘りの因子で寄与率は 39.8% であった。第 2 因子では硬さと歯応えで寄与率は 36.5%、第 3 因子は香り、保形性、ふくらさであり香りと形の因子で寄与率は 23.7% であった。

嗜好型の評価項目の平均評点は、すべての評価項目で試料間に有意の差が認められた。コシヒカリはすべての項目が右よりで最も好まれていたのに対し、高アミロース米はすべての項目で好まれていない結果であった。嗜好型の因子負荷量および寄与率を Table 3 に示した。第 1 因子の負荷量の大きいものは、つや、ふくらさ、旨味、甘味、こく、後味であり、味と形の因子で、寄与率は 57.6% であった。第 2 因子は、硬さ、粘り、歯応えの食感であり、寄与率は 42.4% であった。分析型と嗜好型で共通の最も寄与率の大きい因子は味であった。

分析型と嗜好型の相関関係をみるために相関係数を求め Fig. 5 に示した。総ての評価項目で有意差が認められた。相関の高い項目は甘味、ふくらさ、つや、旨味、

Table 4 Preferable properties of overall evaluation

Evaluation item							F-value	Contribution
Smooth	Rise	Aftertaste	Glutinous	Sweet taste	Lustrous	Chewy	R ¹⁾	(%)
1. X ₁							0.7065	49.5
2. X ₁	X ₂						0.7792	60.1
3. X ₁	X ₂	X ₃					0.8029	63.6
4. X ₁	X ₂	X ₃	X ₄				0.8155	65.4
5. X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅			0.8257	66.8
6. X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆		0.8322	67.6
7. X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	0.8372	68.2

¹⁾ Multiple correlation coefficient, ** : Significant at the 1% level

Multiple regression equation

Y=Overall evaluation	X ₁ : Smooth X ₅ : Sweet taste	X ₂ : Rise X ₆ : Lustrous	X ₃ : Aftertaste X ₇ : Chewy	X ₄ : Glutinous
1. Y=0.09079+0.81074 X ₁				
2. Y=0.00559+0.55866 X ₁ +0.45046 X ₂				
3. Y=0.024+0.47348 X ₁ +0.32736 X ₂ +0.30830 X ₃				
4. Y=0.07593+0.36341 X ₁ +0.30206 X ₂ +0.23901 X ₃ +0.22584 X ₄				
5. Y=0.08752+0.29818 X ₁ +0.26742 X ₂ +0.15562 X ₃ +0.22869 X ₄ +0.22626 X ₅				
6. Y=0.06847+0.25108 X ₁ +0.20400 X ₂ +0.13822 X ₃ +0.21934 X ₄ +0.21541 X ₅ +0.15249 X ₆				
7. Y=0.05377+0.20950 X ₁ +0.19864 X ₂ +0.11711 X ₃ +0.15658 X ₄ +0.23331 X ₅ +0.14163 X ₆ +0.16911 X ₇

Fig. 6 Correlations between strength/weakness and likes/dislikes of items with physico-chemical properties measured by creep meter

K: Koshihikari, S: Sasanishiki, A: Akitakomachi, H.A: High-amylose, H.P: High-protein, N: Nipponbare

* Significant at the 5% level

こく、粘り、香り、後味、口当たり、形の順に正の相関がみられた。それに対し、硬さと歯応えは負の相関がみられた。すなわち硬さや歯応えの少ない飯が好まれることが認められた。

つぎに嗜好特性の総合評価でどの評価項目が一番影響をおよぼしているのかを見るために総合評価と嗜好特性の評価項目の重相関係数を求め、更に重回帰方程式を求めた。その結果を Table 4 に示した。重相関係数は、いずれも、F 検定により相関は有意であった。重回帰方程式の係数から総合評価に対して最も影響をおよぼした嗜好の評価項目は口当たり、ふっくらさ、後味、粘り、甘味、つや、歯応えの順であった。

(5) 官能評価と理化学的性質との関係

官能評価の評価項目とクリープ測定との相関係数を Fig. 6 に示した。官能評価の分析型のふっくらさと総弾性率との間では $r = -0.868$ と有意に負の相関が認められた。また歯応え、硬さと総弾性率との間でいずれも $r = 0.840$ と有意に正の相関が認められた。つぎに嗜好型のふっくらさ、歯応えと総弾性率との間では各々 $r =$

0.884 , $r = -0.869$ といずれも負の相関が認められた。

要 約

品質の異なるコシヒカリ、ササニシキ、あきたこまち、高アミロース米、高タンパク米および日本晴の 6 種類の食味特性を機器測定と官能評価で検討した。その結果は以下の通りである。

1. 飯 1 粒でのクリープ測定は 6 要素のフォーク体模型に対応させて解析できた。その結果、炊飯直後のクリープコンプライアンス曲線はコシヒカリ > あきたこまち > ササニシキ > 日本晴 > 高タンパク米 > 高アミロース米の順に高く、コシヒカリが柔らかいことが認められた。

2. 全体に冷凍保存による弾性率と粘性率の変化は少なく、冷凍保存による物性の変化が少ないが、冷蔵保存では弾性率、粘性率共に増加し、冷蔵保存により老化、硬化が進行した。特に高アミロース米では老化が著しい結果であったが、コシヒカリ、あきたこまちは冷蔵保存しても硬化の進行が少ないことが明らかとなった。

3. 分析型官能評価の特徴を因子分析により抽出した結果, 第1因子は味と粘り, 第2因子は硬さと歯応えなどの食感, 第3因子は香りとふっくらさなどの外観に関する因子で, 寄与率は各々39.8, 36.5, 23.7%であった. 嗜好型では第1因子は味と形, 第2因子は硬さ, 粘り, 歯応えなどの食感の因子で, 寄与率は各々57.6, 42.4%であった.

4. 重回帰分析の結果, 総合評価に対して最も影響をおよぼした嗜好の評価項目は口当たり, ふっくらさ, 後味, 粘り, 甘味, つや, 歯応えの順であった.

5. クリープ測定値と官能評価項目との相関は弾性率と硬さ, 歯応えとの間で正の相関が, また弾性率とふっくらさとの間で負の相関があり, いずれも有意の差が認められた.

本研究の概要は1991年5月日本家政学会において報告した.

文 献

- 1) 大家千恵子・川端晶子・渋谷政夫: 日食工誌, **39**, 55 (1992).
- 2) 大家千恵子・川端晶子: 日食工誌, **40**, 225

(1993).

- 3) WILLIAMS, P.C., STEVENSON, S.G. and IRVINE, G. N.: *Cereal Chem.*, **55**, 263 (1978).
- 4) KAFFKA, K.J., NORRIS, K.H., PEREDI, J. and BALOGH, A.: *Acta Alimentaria*, **11**, 253 (1982).
- 5) 岩元睦夫・平田 孝・鈴木忠直・魚住 純・石谷孝佑: 日食工誌, **30**, 397 (1983).
- 6) 後藤 正・魚住 純・鈴木忠直: 静岡県茶業試験場研究報告, **12**, 61 (1986).
- 7) 堀野俊郎: 第4回非破壊計測シンポジウム講演要旨集, p. 35 (1988).
- 8) 貝沼圭二・松永暁子・板川正秀・小林昭一: 澱粉科学, **28**, 235 (1981).
- 9) 吉川誠次・佐藤 信: 食品の品質測定 (光琳書院, 東京) p. 80 (1961).
- 10) 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・古沢 正: 多変量解析法, 日科技連, p. 323 (1979).
- 11) 川端晶子・澤山 茂・永島伸浩・内村佳子: 家政誌, **33**, 633 (1982).
- 12) 竹生新治郎・渡辺正造・杉本貞三・真部尚武・酒井藤敏・谷口嘉廣: 澱粉科学, **32**, 51 (1985).

(平成9年3月17日受付, 平成10年2月13日受理)