

米飯のアミログラムによる品質評価

Evaluation of Cooked Rice Quality by Amylographic Characteristics

庄 司 一 郎* 大西真理子** 小 川 宣 子***

(Ichiro Shoji)

(Mariko Ohnishi)

(Noriko Ogawa)

The quality of cooked long, medium and short-grain imported rice was investigated by its amylographic characteristics. Cooked rice grains were subjected to amylography, the temperature being programmed from 26°C to 50°C and then held at 50°C for 64 minutes. The viscosity of the cooked rice was evaluated from the maximum viscosity of the amylogram. The viscosity at the final stage was also evaluated according to the degree of retrogradation, the oscillatory amplitude showing that the surface of the cooked rice grains was easily crushed. The maximum viscosity, the viscosity at the final stage and the oscillation showed the lowest values with long grain-rice. Long-grain rice was less viscous, the degree of retrogradation was greater and the cooked rice was not as easily crushed as the medium and short-grain rice samples.

The amylographic variates of cooked rice (maximum viscosity, breakdown value, oscillatory amplitude and viscosity at the final stage) were analyzed and compared with the analytical results for the gelatinization temperature, maximum viscosity, minimum viscosity, breakdown value and set back of rice flour. A factor analysis on the quality of cooked rice according to amylographic characteristics was effective for classifying the variety of rice grains.

キーワード：アミログラム amylogram；米飯 cooked rice；振幅巾 oscillation width index；崩壊度 break down；最終粘度 final viscosity；因子分析 factor analysis

緒 言

わが国の農業、食糧安定供給の観点から外国産米の特性把握は重要と考える。即ち、ウルグワイラウンドにおける農業合意に伴う米の規制緩和策により、タイ、中国、アメリカ、オーストラリアなどから種々の外国産米が輸入され、これらの米が市場で見られるようになってきている。これら多種にわたる米の特性を明らかにし、この特性をいかした調理方法を行うことで、

米食を中心とした食生活へ有用に活用することができるよう。このようなことから米の理化学的性状や炊飯特性などについて多くの報告がなされている（島田ら 1995, 畑江ら 1995, 丸山ら 1995, 深井ら 1997 a, b）。そして、米飯の食味については客観的な評価としては、テクスチュロメーター、レオメーターを用いた物性評価からなされてきている（江原ら 1996, 池田ら 1996）。しかし、従来のアミログラフによる米の食味は、米飯を試料とせず、米粉の糊化特性値から食味や品質を評価するいわゆる間接方式による食味評価試験であるので、米飯粒を食する場合の食味とは異なることが考えられる。そこで、本研究においては、山田ら（1995）の米飯を用いたアミログラフィーによる品質評価方法を用いて粒形が異なる各種外国産米の米飯粒の品質特性を調べ、これらの米飯粒の特性を明らかにすることを目的とした。なお、飯粒の特性としてテクスチャー

* 郡山女子大学家政学部
(Faculty of Domestic Sciences,
Koriyama Women's University)

** 一宮女子短期大学
(Ichinomiya Women's Junior College)

*** 岐阜女子大学食物栄養学専攻
(Department of Human Nutrition and Food
Science, Gifu Women's University)

米飯のアミログラムによる品質評価

特性、糊化度、離水率から老化性の測定を行い、米飯粒のアミログラム特性値との比較を行った。また、これらの原料米の米粉を用いたアミログラム特性値も併せて求め、各種米飯の特性を明らかにする指標として米飯粒を試料とした時のアミログラム特性値の有効性について検討を行った。

実験方法

1. 試料

1993年度産(9月下旬～10月上旬収穫、外国産米は不明)の供試米の形状を表1に示した。米粒の長さが4.56～5.46mmのものを短粒種、5.60～6.51mmを中粒種、7.20～7.26mmを長粒種とした時、本研究で使った米は短粒種9、中粒種4、長粒種3の合計16品種であった。各種米粒の幅は短粒種では2.70～3.05mm、中粒種で2.62～2.99mm、長粒種で2.01～2.03mm、厚さは短粒種で1.87～2.30mm、中粒種で1.76～1.91mm、長粒種で1.65～1.73mmを示し、品種間に差異がみられた。なお、供試米は郡山市の東邦食糧(株)から精白米(搗精度91%)で入手し、5℃に保存し、実験に供した。

2. 試料の調製法

1) 炊飯方法

精白米(150g)を5倍量の水(水温18～20℃)で3回水洗し、5分間水切り後、加水量は米重量に対して、

短粒種では1.5倍、中粒種は1.6倍、長粒種は1.8倍の脱イオン水(水温18～20℃)とした。この時の加水量は予備実験および島田ら(1995)のデーターを、浸漬時間は平田(1994)のデーターを参考に室温で短粒種は1時間、中粒種は1.5時間、長粒種は2時間各々浸漬後、電気炊飯器(松下製SR-03F1.27リットル炊き)を用いて20分間炊飯し、炊飯後10分間蒸らしを行い、炊飯容器の上層および底部を除いた部分の飯を炊飯直後(0日)の試料とした。この時の炊飯条件は島田ら(1995)の方法に準じた。

2) 老化条件

2.1)の方法で炊飯した試料(146g)を500mlビーカー中に入れてサランラップで密封し、5℃で1日間貯蔵したものを老化試料とし、糊化度を測定した。

3) 脱水粉末試料の調製

2.1), 2)の条件で炊飯した試料および老化試料を10gとり、エタノールを加え乳鉢で磨砕した後、減圧口過した。この操作を3回繰り返して脱水した後、エーテルで洗浄し、乾燥させ、80～100meshに粒度を揃え、分析用(糊化度、離水率)の試料とした。

4) 測定項目

i) 米飯粒のテクスチャー特性

山電製簡易テクスチャー試験器TPU-1型を用い、既報(庄司と倉沢1992)の方法によって一粒法で測定した。米飯を蒸らした後、米飯粒の乾燥を防ぐ方法と

表1. 試料米の形状

種類	生産国	品種・銘柄	長さ(mm)	幅(mm)	厚さ(mm)	千粒重(g)
短粒種	日本	コシヒカリ	5.10±0.15	3.00±0.17	2.00±0.08	22.10±0.91
		日本晴	5.10±0.16	2.90±0.09	2.00±0.10	22.11±1.82
		きらら397	5.20±0.34	3.03±0.11	2.07±0.07	22.80±0.62
	韓国	慶尚北道	5.04±0.38	3.05±0.24	2.01±0.21	20.00±0.66
	中国	小站米	4.56±0.56	2.78±0.14	2.32±0.22	21.30±0.97
		東北米	4.77±0.33	2.82±0.20	2.30±0.24	21.20±0.92
	台湾	蓬萊米	5.01±0.19	3.00±0.13	2.03±0.12	22.60±0.84
	米国	秋田おとめ	5.00±0.43	2.78±0.17	2.06±0.15	19.50±0.61
	豪州	オーストラリア201	5.46±0.55	2.70±0.10	1.87±0.11	21.20±0.39
中粒種	米国	国宝米	5.94±0.28	2.73±0.08	1.84±0.20	21.20±0.51
		田牧米	5.99±0.36	2.68±0.15	1.91±0.12	22.70±0.44
	豪州	カルローズ	5.60±0.31	2.62±0.22	1.87±0.09	22.10±0.88
	台湾	泰国米	6.51±0.57	2.99±0.16	1.76±0.11	19.50±0.63
長粒種	タイ	タイ長粒種	7.26±0.39	2.03±0.99	1.73±0.08	19.20±0.31
		ジャスミンライス	7.23±0.33	2.02±0.11	1.72±0.06	20.00±0.56
	ベトナム	ベトナムロング	7.20±0.24	2.01±0.06	1.65±0.04	18.70±0.36

(5個の平均値±標準偏差)

して密閉容器を用いて室温(30°C)まで放置した後測定した。測定条件はプランジャーは直径8mmの円筒形を用い、クリアランス0.5mm、測定電圧100mV、圧縮スピード2.5mm/secに設定した。また各特性値はチャートから硬さ(1回目のピークの長さ/測定電圧)付着性(1回目の負のピークの長さ/測定電圧)およびバランス度(付着性/硬さ)をそれぞれ求めた。

ii) 精米粉のアミログラム特性

既報(庄司と倉沢 1981)と同様に、精米粉(8% 乾物重)を使用し、加熱条件は、30°Cから96.5°Cまで毎分1.5°Cで昇温し、96.5°Cで10分間保持した後、30°Cまで毎分1.5°Cで冷却した。

iii) 米飯粒のアミログラム特性(山田ら 1995)

ブラベンダー社の測定容器に2.1)の方法で炊飯した試料米飯(146g)と水(354ml)を加え、アミログラフに供した。即ち測定容器を75rpmで回転させながら26°Cから50°Cまで加熱後、50°Cで64分間保持し、その間の粘度変化を記録した。なお、代表的な米飯粒のアミログラムの特性値は図1の通りである。

iv) 糊化度の測定

脱水粉末試料を用いてBAP法で糊化の程度を松永と貝沼(1981)の方法に準じて測定した。即ち、脱イオン水に分散させた粉末試料を湯浴中で糊化させ、これに、酵素液(β -アミラーゼ4.2I.U. プルナーゼ2.0I.U.)を加え、40°Cで3時間作用させた後、ソモギーネルソン法で還元糖量を、フェノール硫酸法で全糖を測定し、10N水酸化カリウムを添加して完全糊化させた試料との割合を糊化度とした。

v) 離水率の測定

島田ら(1969)の方法に準じて測定した。即ち、無水物換算した脱水粉末試料5gをアルミ製のプディング型(下底を加えて直径47mm、上底直径70mm、高さ55mm)に入れ、脱イオン水65mlを加えてよく攪拌し、-30°Cの冷凍庫にて24時間凍結させた。これを

30°Cで2時間、室温で1時間放置して解凍し、東洋口紙No.2(直径11cm)の口紙上に移し、2時間滴下させ、その量をメスシリンダーで測定し、加水量(65ml)に対する比率をもって離水率とし、老化性を調べた。

vi) 統計処理

精米粉のアミログラム特性値(糊化温度、最高粘度、最低粘度、最終粘度、崩壊度、セットバック)を変量として因子分析を行い、各種精米粉の加熱・冷却による糊化・老化特性の違いを調べた。

米飯粒のアミログラム特性値(最高粘度、崩壊度、振幅巾、最終粘度)を変量として因子分析を行い、各種米飯粒の炊飯後の粘度特性の違いを調べ、米粉を試料とした時のアミログラム特性値の場合と比較した。

結果および考察

1. 米飯粒のテクスチャー特性

テクスチュロメーターによる米飯の硬さ、付着性、バランス度を表2に示した。硬さでは、短・中粒種は、480~697T.U.を示したのに対し、長粒種は835~901T.U.を示し、短・中粒種よりも明らかに高い値を示した。付着性では、短粒種のコシヒカリが82T.U.を示して最も付着性があるが、他の短粒種は51~72T.U.であった。中粒種の付着性は15~71T.U.をそれぞれ示し、品種間にバラツキがみられた。長粒種の3品種は検出不能であり長粒種は短・中粒種より硬く、付着性やもろさのない米質であることが明らかとなった。バランス度については短・中粒種は0.02~0.17を示したが、長粒種は検出不能だった。これらのことから各種米飯を比較してみると短粒種と中粒種は近似しておりやや軟らかで、付着性のある米飯となり、類似したテクスチャーをもっていた。一方、長粒種は硬くて付着性のない米飯であった。このように、米飯のテクスチャー特性から短・中粒種と長粒種の違いは明らかに異なっていたが、短粒種と中粒種間の違いを明確にするのは困難であった。

2. 精米粉のアミログラム特性

米の糊化特性を明らかにするためにアミログラフを用いて精米粉の粘度特性を検討した。各精米粉のアミログラム特性値を表3に示した。糊化温度では短粒種は63.5~66.0°Cと低く、長粒種は71.5~73.5°Cと高かった。最高粘度では、短粒種は260~560B.U.、中粒種では430~590B.U.とバラツキがみられたが、中粒種の高値であり粘りがあることを示した。長粒種は265~340B.U.と短粒種、中粒種に比べ低い値であった。短・中粒種の崩壊度は一部例外(慶尚北道、

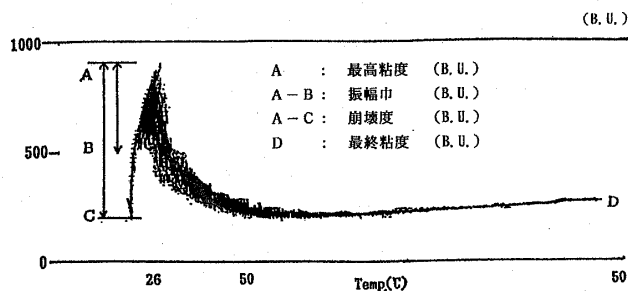


図1. 米飯粒のアミログラム

測定条件: 米飯粒 146g/356ml, 回転数 75rpm, 昇温温度 26~50°C, 1.5°C/min, 50°C 64分間保持

米飯のアミログラムによる品質評価

表 2. 米飯粒のテクスチャー特性

品種・銘柄	硬さ (g)	付着性 (g)	バランス度 (付着性/硬さ)	備考
コシヒカリ (日)	486±44.06	82±9.29	0.17±0.02	短粒種
日本晴 (日)	560±44.74	70±13.61	0.13±0.02	
きらら 397 (日)	575±70.40	59±10.58	0.10±0.01	
慶尚北道 (韓)	550±45.92	51±10.21	0.09±0.03	
小站米 (中)	494±33.86	61±9.29	0.12±0.03	
東北米 (中)	505±20.89	60±9.54	0.12±0.02	
蓬萊米 (台)	525±21.17	70±7.94	0.13±0.02	
秋田おとめ (米)	515±23.80	72±10.15	0.14±0.02	
オーストラリア 201 (豪)	682±73.91	55±6.03	0.08±0.01	
国宝米 (米)	488±20.13	62±6.08	0.13±0.01	中粒種
田牧米 (米)	480±25.51	71±8.33	0.15±0.02	
カルローズ (豪)	681±14.00	15±3.79	0.02±0.06	
泰国米 (台)	697±70.50	39±8.89	0.06±0.02	
タイ長粒種 (タ)	873±101.21	—	—	長粒種
ジャスミンライス (タ)	901±97.51	—	—	
ベトナムロング (ベ)	835±58.95	—	—	

(5 個の平均±標準偏差)

() 内は生産国の略は日は日本, 韓は韓国, 中は中国, 台は台湾, 米は米国, 豪は豪州, タはタイ, ベはベトナムを示す。

表 3. 精米粉のアミログラム特性

品種・銘柄	糊化温度 (°C)	最高粘度 (B.U.)	最低粘度 (B.U.)	最終粘度 (B.U.)	崩壊度 (B.U.)	セットバック (B.U.)	備考
コシヒカリ (日)	63.5	500	260	660	240	80	短粒種
日本晴 (日)	66.0	460	250	680	210	130	
きらら 397 (日)	66.0	390	230	640	160	155	
慶尚北道 (韓)	64.5	260	180	590	80	190	
小站米 (中)	64.5	390	240	620	150	120	
東北米 (中)	64.5	310	230	660	80	240	
蓬萊米 (台)	65.0	390	240	550	150	170	
秋田おとめ (米)	64.5	550	300	685	250	45	
オーストラリア 201 (豪)	66.0	560	340	745	220	100	
国宝米 (米)	66.0	590	350	750	240	70	中粒種
田牧米 (米)	65.0	580	320	710	260	45	
カルローズ (豪)	64.5	430	250	620	180	200	
泰国米 (台)	68.0	520	300	685	220	80	
タイ長粒種 (タ)	72.5	340	300	760	40	320	長粒種
ジャスミンライス (タ)	73.5	320	260	750	60	300	
ベトナムロング (ベ)	71.5	265	265	700	0	295	

() 内は生産国の略で日は日本, 韓は韓国, 中は中国, 台は台湾, 米は米国, 豪は豪州, タはタイ, ベはベトナムを示す。

東北米)はあるが, 150~260 B.U. と大きい値を示したのに対し, 長粒種の崩壊度が 60 B.U. 以下であり, 最終粘度が大きかったことから, 長粒種は加熱時の粘度変化が小さく, 逆に冷却時の粘度は大きくなり, 糊化しにくく, 老化しやすい性質を示した。短・中粒種のセ

ットバックはそれぞれ 45~240 B.U. と値に幅がみられたが長粒種の 295~320 B.U. と比べ小さいものであった。この要因としては深井ら (1997 a) が述べているように, 品種間のタンパク質のグルテリンやプロラミンの構成比が異なることや細胞壁成分の相違による

(竹生ら 1993) ものとする。なお、セットバックは加熱後一定の速度で冷却していくと、一度糊化したデンプン分子で若干水素結合が形成され、老化して粘度が再度上昇する。この冷却時の粘度から加熱最高粘度の差をセットバックと呼んでおり、その値を老化度の指標とし、値が大きいほど老化しやすい性質があることを示している。

以上のように精米粉のアミログラムは米が炊け、そして、冷めて硬くなる過程を現わしており、長粒種の精米粉のアミログラム特性値の糊化温度は高く、最終粘度、セットバックが大で、崩壊度、最高粘度が小であり、長粒種のでんぷんは膨潤・崩壊しにくく、老化しやすい性質であることを現わしていた。

3. 米飯粒のアミログラム特性

短粒種、中粒種、長粒種について米飯粒のまま直接アミログラフに供した時のそれぞれ特徴的なアミログラムを図2に示した。また、供試米16種の米飯の最高粘度、最終粘度、崩壊度、振幅巾等の各特性値を表4に示した。最高粘度では長粒種は3品種間で460~580 B.U.、中粒種は4品種間で970~1,000 B.U.、短粒種は9品種間で725~980 B.U.となり、それぞれ粒形間で多少のバラツキはみられたが、各々の最高粘度の平均は520 B.U.、985 B.U.、917 B.U.で中粒種の値が高い値を示した。

アミログラム特性値における最高粘度ではデンプン粒が多くの水を一斉に取り込んで膨潤する際に互いに

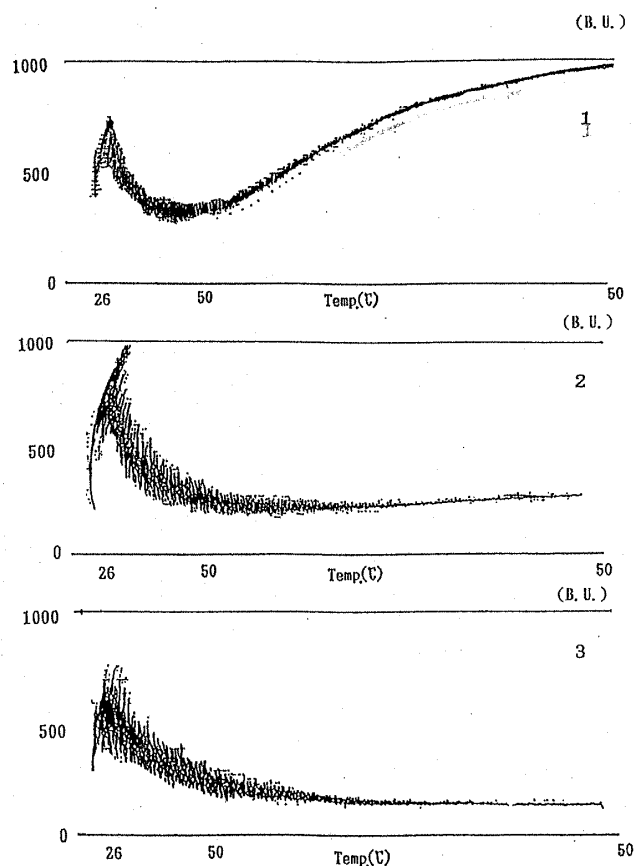


図2. 米飯粒(短粒種、中粒種、長粒種)のアミログラム

1. 短粒種 (日本産 コシヒカリ)
2. 中粒種 (豪州産 カルローズ)
3. 長粒種 (タイ産 ジャスミンライス)

表4. 米飯粒のアミログラム特性

品種・銘柄	最高粘度 (B.U.)	崩壊度 (B.U.)	振幅巾 (B.U.)	最終粘度 (B.U.)	備考
コシヒカリ (日)	725	440	292	880	短粒種
日本晴 (日)	815	550	323	640	
きらら397 (日)	905	605	422	660	
慶尚北道 (韓)	965	660	422	320	
小站米 (中)	980	750	450	300	
東北米 (中)	960	750	423	380	
蓬萊米 (台)	980	775	445	495	
秋田おとめ (米)	940	670	346	540	
オーストラリア201 (豪)	980	800	388	360	中粒種
国宝米 (米)	990	750	346	550	
田牧米 (米)	970	720	366	560	
カルローズ (豪)	980	780	464	380	
泰国米 (台)	1,000	780	422	520	長粒種
タイ長粒種 (タ)	520	420	225	160	
ジャスミンライス (タ)	580	460	255	120	
ベトナムロング (ベ)	460	360	190	100	

()内は生産国の略で日は日本、韓は韓国、中は中国、台は台湾、米は米国、豪は豪州、タはタイ、ベはベトナムを示す。

米飯のアミログラムによる品質評価

すれ合って糊液の抵抗を増し、アミログラムの粘度値は上昇し、最高値を示した点を最高粘度値と呼んでいる。この最高粘度値は米飯粒のテクスチャー値における付着性と正の相関 ($r=0.658$, $p<0.01$) を示しており、このことから米飯粒の最高粘度値は付着性の指標になるものと考ええる。

50°Cを維持した時の最終粘度では短粒種の9品種は300~880 B.U., 中粒種の4品種は380~560 B.U.を示したのに対し、長粒種の3品種は100~160 B.U.と小を示した。このことは原(1994)の実験結果に示してあるように長粒種の場合は浸漬時における吸水が短・中粒種に比して約1.0%少なく、そのためデンプンの糊化・膨潤が抑えられ、最終粘度が小を示したものと考ええる。更には長粒種が生成される段階が高温登熟であるため、米粒飯中のデンプン粒が詰まった状態で水分が入りにくい構造のため摩擦抵抗が小さくなり、最終粘度が小さくなったとも考えられた。また、最終粘度が小さい米飯は老化米飯の糊化度が小さくこれらの間には正の相関 ($r=0.659$, $p<0.01$) がみられ、このことから米飯粒の最終粘度値はデンプンの膨潤・崩壊の指標を示しているものと考ええる。

振幅巾では短粒種の9品種の振幅巾は292~450 B.U., 中粒種の4品種は346~464 B.U.を示したのに対して長粒種の3品種は190~255 B.U.と振幅巾は小を

示した。アミログラムの初期にみられる振幅巾について、山田ら(1995)は米飯粒の表層部の硬さが関与しているのではないかと述べており、本実験においても、振幅巾と米飯粒のテクスチャー値における硬さの間には負の相関 ($r=-0.582$, $P<0.05$) が認められ、振幅巾は飯の硬さと関連性がみられ長粒種は短・中粒種に比して硬い飯となることが明らかとなった。

崩壊度はデンプンの膨潤・崩壊を示し、この値が小さいほどデンプンの膨潤・崩壊の程度が小さいことを現わしている。短粒種ではコシヒカリの崩壊度が小さく米飯の性状を適格に示しているとはいえないが、長粒種の米飯は崩壊度の値が小さく、デンプンの膨潤・崩壊が悪く、老化しやすい飯であることを示している。

以上のように米飯粒のアミログラム特性値からは、長粒種の飯は短・中粒種の飯に比して振幅巾や最終粘度が小を示し、これらの特性値は長粒種の米飯を判定する手段として有効であると示唆された。

4. 老化米飯の離水率および糊化度

表5に5°Cで老化させた各米飯の離水率および糊化度を示した。また、老化度の参考として炊飯直後の糊化度も合わせて記載した。離水率では短・中粒種は43.1~61.2%を示し、長粒種は74.2~79.6%であり、離水率が小さい短・中粒種の糊化度は52.7~76.6%であったのに対し、離水率が大である長粒種の糊化度

表5. 老化米飯の離水率および糊化度

品種・銘柄	離水率 (%)	糊化度 (%)	炊飯直後の糊化度 (%)	備考
コシヒカリ(日)	43.1±1.93	75.2±3.56	96.1	短粒種
日本晴(日)	44.4±1.51	76.6±3.45	94.2	
きらら397(日)	46.1±1.43	75.1±2.55	94.7	
慶尚北道(韓)	52.6±0.76	74.1±3.46	92.3	
小站米(中)	50.5±2.21	75.5±2.33	93.6	
東北米(中)	51.5±1.31	74.9±3.59	92.9	
蓬萊米(台)	52.5±1.80	74.9±3.07	93.1	
秋田おとめ(米)	50.7±2.40	76.0±3.49	93.5	
オーストラリア201(豪)	61.2±1.78	75.5±3.37	90.1	
国宝米(米)	47.3±1.56	64.7±2.44	92.3	中粒種
田牧米(米)	45.5±2.23	70.0±4.50	94.1	
カルローズ(豪)	55.1±1.77	52.7±2.73	92.9	
泰国米(台)	59.2±1.77	55.8±4.22	90.7	
タイ長粒種(タ)	77.2±1.89	41.9±3.91	87.7	長粒種
ジャスミンライス(タ)	79.6±2.55	42.3±3.55	89.6	
ベトナムロング(ベ)	74.2±2.15	44.7±4.11	90.1	

(5個の平均値±標準偏差)

() 内は生産国の略は日は日本, 韓は韓国, 中は中国, 台は台湾, 米は米国, 豪は豪州, タはタイ, ベはベトナムを示す。

老化米飯: 5°C 一日保存

は41.9~44.7%と低い値であった。離水率と糊化度は負の相関($r=-0.850$, $p<0.01$)を示し、糊化度が小さい飯粒は離水率が大であった。そして、この離水率は米飯のアミログラムの最終粘度と有意($r=-0.846$, $p<0.01$)な負の相関があったことから50°Cにおける米飯の最終粘度の値が大きい米ほど老化しにくい飯であると推定する。これより老化度を知るためには煩雑で時間を要する糊化度や離水率の測定の変わりに米飯のアミログラムの最終粘度の測定が有効であることが明らかになった。

以上のように長粒種の米飯は短・中粒種の米飯に比較して、低い糊化度を示し、離水が多く、老化しやすい性質であることを示した。老化性が高い要因としては、長粒種は分子量の大きいアミロースを多く含むため、熱抵抗性が高いことから熱伝導が悪く糊化が充分に行なわれにくいことや細胞壁を構成している α -セルロース、吸水性の高いグルコマンナンが細胞内部への水分の移行を妨げていることが原因であると推察できる(竹生ら1993)。

5. 精米粉および米飯粒の因子分析による特性の比較

精米粉のアミログラム特性値の糊化温度、最高粘度、最低粘度、最終粘度、崩壊度、セットバックを変数として因子分析を行った結果、得られた因子負荷量を表6に示した。崩壊度、セットバック、最高粘度の負荷量が大であった。崩壊度はデンプン粒の崩壊に起因し、セットバックは老化度を示し、最高粘度はデンプンの膨潤を現わしていることにより、第一因子をデンプンの膨潤・崩壊とした。また、老化の状態を示す最終粘度、デンプンの糊化しやすさを現わす糊化温度、加熱、冷却における粘度が最低に達した点を示した最低粘度の負荷量が大であることから、第二因子を糊化の状態と推定した。因子のそれぞれ寄与率が56.67%, 34.92%であり合計が91.59%であることから精米粉の加熱・冷却による粘度特性の違いについて2つの因子で

表6. 精米粉のアミログラム特性値を変数とした時の因子負荷量および寄与率

項 目	第一因子	第二因子
糊 化 温 度	-0.7099	0.5800
最 高 粘 度	0.9115	0.4263
最 低 粘 度	0.4264	0.8479
最 終 粘 度	-0.0742	0.9218
崩 壊 度	0.9774	0.0906
セ ッ ト バ ッ ク	-0.9607	0.0180
寄 与 率 (%)	56.67	34.92

説明することができる。第一因子をX軸、第二因子をY軸として各種精米粉の因子得点の分布を図3に示した。その結果、長粒種の3品種はデンプンの膨潤・崩壊が小さく老化しやすく、短・中粒種とは異なる位置に分布することが明らかとなった。

米飯粒のアミログラム特性値の最高粘度、崩壊度、振幅巾、最終粘度を変数として因子分析を行った結果、第一因子をX軸、第二因子をY軸として各種米飯粒の因子得点の分布を図4に示した。因子負荷量が大である最高粘度、崩壊度、振幅巾は、それぞれ飯粒表面の硬さや付着性、デンプンの膨潤・崩壊及び飯の中心部の硬さや付着性を現わしていることから、第一因子をテクスチャーとし、また、因子負荷量が大である最終粘度はデンプンの膨潤・崩壊を示すことから第二因子をデンプンの膨潤・崩壊と推定した(表7)。米粉を試料とした時のアミログラム特性値による因子分析の分散結果に比べ、特性値の違いが、より明確になった。即ち、長粒種は短・中粒種に比して付着性が小さく表面が硬く、デンプンの膨潤・崩壊が小さい位置に分布することが明らかとなった。これらのことから外国産

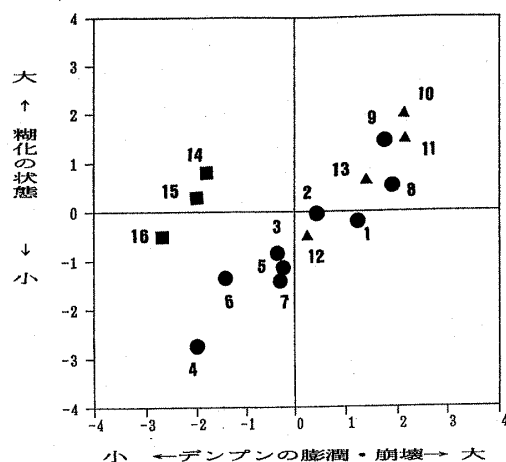


図3. 精米粉のアミログラム特性値を変数とした時の各種精米粉の因子得点の分布図

品種・銘柄

- 短粒種 1 コシヒカリ(日), 2 日本晴(日), 3 きらら397(日), 4 慶尚北道(韓), 5 小站米(中), 6 東北米(中), 7 蓬萊米(台), 8 秋田おとめ(米), 9 オーストラリア201(豪)
- ▲ 中粒種 10 国宝米(米), 11 田牧米(米), 12 カルローズ(豪), 13 泰国米(台)
- 長粒種 14 タイ長粒種(タ), 15 ジャスミンライス(タ), 16 ベトナムロング(ベ)

米飯のアミログラムによる品質評価

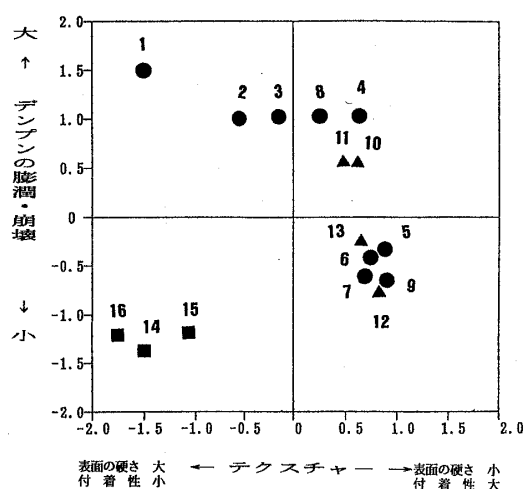


図4. 米飯粒のアミログラム特性値を変量とした時の各種米飯粒の因子得点の分布図
品種・銘柄

- 短粒種 1 コシヒカリ(日), 2 日本晴(日), 3 きらら397(日), 4 慶尚北道(韓), 5 小站米(中), 6 東北米(中), 7 蓬萊米(台), 8 秋田おとめ(米), 9 オーストラリア201(豪)
- ▲ 中粒種 10 国宝米(米), 11 田牧米(米), 12 カルローズ(豪), 13 泰國米(台)
- 長粒種 14 タイ長粒種(タ), 15 ジャスミンライス(タ), 16 ベトナムロング(ベ)

表7. 米飯粒のアミログラム特性値を変量とした時の因子負荷量および寄与率

項 目	第一因子	第二因子
最 高 粘 度	0.9400	0.3795
崩 壊 度	0.9751	0.0710
振 幅 巾	0.8876	0.2043
最 終 粘 度	0.1545	0.8031
寄与率 (%)	66.15	20.89

米, 特に長粒種の炊飯特性把握の方法として米飯粒によるアミログラム特性値も有効であることが示唆された。

要 約

粒型が異なる各種外国産米の米飯粒を用いて, アミログラフィーによる品質特性値から米飯粒の特性を明らかにすることを目的とし, 米飯粒のテクスチャー特性, 糊化度, 離水率の測定を行い, 米飯粒のアミログラム特性値との比較をした。また, これらの精米粉を用いたアミログラム特性値についても併せて検討し, 米飯粒を試料とした時のアミログラム特性値の有効性につ

いて検討を行い, 以下の結果を得た。

(1) テクスチュロメーターによる米飯の硬さ, 付着性, バランス度の各測定値は, 短粒種と中粒種は近似しておりやや軟らかで, 付着性がある米飯となり, 類似したテクスチャーを示したが, 長粒種は硬くて付着性のない米飯となった。

(2) 各精米粉を用いたアミログラム特性値から糊化・老化特性を調べた。糊化温度では短粒種は低く, 長粒種は高かった。最高粘度では, 中粒種のものが高く, 長粒種は低い値であった。長粒種の崩壊度は短・中粒種に比べ小さく, 最終粘度は大きいことから, 長粒種は加熱時の粘度変化が少なく, 逆に冷却時の粘度は大きくなり, 糊化しにくく, 老化しやすい性質を示した。

(3) 米飯粒のアミログラム特性値からは, 長粒種の飯は短・中粒種の飯に比して振幅巾や最終粘度が小を示し, これらの特性値は炊飯後の米飯の状態を直接表現する方法として有効であると示唆された。

(4) 5°Cで老化させた各米飯の離水率および糊化度の測定から老化性を調べた。長粒種の米飯は短・中粒種の米飯に比較して, 低い糊化度を示し, 離水が多く, 老化しやすい性質であることを示した。

(5) 米飯粒のアミログラム特性値を変量とした時の因子分析では, 長粒種は短・中粒種に比して付着性が小さく表面が硬くデンプンの膨潤・崩壊が小さい位置に分布することが明らかとなった。外国産米, 特に長粒種の特性把握の方法として米飯粒によるアミログラム特性値も有効であることが認められた。

文 献

- 池田ひろ, 木村利昭, 佐伯幸弘, 小川敬子, 友田健治, 口羽章子 (1996) 米飯の性状と構造の関係について (第1報) 家政誌, **47**, 877-887
- 江原貴子, 市川朝子, 三ツ村由香里, 下村道子 (1996) 米の品種による炊飯方法と嗜好性の関係, 日調科誌, **29**, 298-305
- 庄司一郎, 倉沢文夫 (1981) 米ならびにデンプンのアミログラフによる粘度特性について (第2報) 家政誌, **32**, 167-171
- 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, 家政誌, **43**, 219-227
- 島田保子, 鈴木充子, 蝶谷香代子, 中山キミ子, 森川直子, 芦沢千代 (1969) 米の性状と五分粥の性状との関係, 家政誌, **20**, No. 3 12-17
- 島田淳子, 大田原美保, 綾部園子, 畑江敬子, 小西雅子 (1995) タイ国産米の炊飯特性と加圧炊飯による食味改良効果, 日調科誌, **28**, 158-166

- 畑江敬子, 綾部園子, 貝沼やす子, 島田淳子(1995) 材料添加によるタイ国産米の食味改良効果, 日調科誌, **28**, 231-236
- 竹生新治郎, 片岡栄子, 徳江千代子, 鴨居郁三, 長島俊夫, 高野克己(1993) 米穀の品質評価に関する基礎的研究, 飯島記念食品科学振興財団年報, 東京, 183-186
- 原 四郎雄(1994) 米飯食品辞典, サイエンスフォーラム, 東京, 141
- 平田孝一(1994) 外米の炊飯特性と炊飯テスト, 食品と科学, **36** (3), 42-52
- 深井洋一, 松澤恒友, 石谷孝佑(1997 a) タイおよびフィリッピン産米の理化学的性質, 日調科誌, **30**, 17-23
- 深井洋一, 松澤恒友, 石谷孝佑(1997 b) タイおよびフィリッピン産米の糊化特性, 日調科誌, **30**, 37-43
- 松永暁子, 貝沼圭二(1986) 澱粉質食品の老化に関する研究, 家政誌, **32**, 653-659
- 丸山悦子, 坂本薫, 岡井紀代香(1995) 米の炊飯嗜好特性に関する研究(第2報) 日調科誌, **28**, 224-230
- 山田哲也, 西村篤寿, 中野勲, 久松眞(1995) 米飯のアミログラフィーによる品質評価, 食科工誌, **42**, 478-484

(1998年8月18日受理)