

市場流通される糯米およびその餅の貯蔵に伴う食味低下の因子構成

Analysis of the Deterioration of Taste of Mochi with the Storage Period of Glutinous Rice

深井 洋一^{*,**§} 今井 敬純^{*}

Yohichi Fukai

Takasumi Imai

Three varieties of glutinous rice harvested in Nagano in 2006 as new rice and harvested in 2005 as old rice were used as samples. The palatability of mochi cooked from the rice samples was evaluated. The association of the gelatinization characteristics, hardness of the mochi dough and degree of extension, with the physicochemical properties and flavor analysis was studied. The correlation between the palatability and physicochemical properties was also evaluated. Peak viscosity of gelatinization property and flavor value (SC 1) negatively related to five items (extension, texture, taste, aroma, general evaluation). The effect of the degree of extension on the mochi dough property was large as a regular factor. The harvest year for each variety, differentiated the score by the principal component analysis into two groups. The factor analysis indicated that the degree of extension, texture and the variable effect of setback were negative factors determining old rice according to the period of storage.

キーワード：糯米 glutinous rice；餅 mochi；貯蔵 storage；食味低下 deterioration of the taste；官能評価 palatability evaluation

餅は古来より日本の食生活の中で正月や様々な祝い事の時などを中心に食されて来ており、粘り、のび、コシと表現される独特の物性を具えた食品として親しまれている。その原料となる糯米をみると、平成 17 年産の糯米作付面積は全国で 53,972 ha、そのうち長野県は 940 ha であり生産量は 1,848 t と全国で 17 番目である。

米流通卸会社にとって、粳米は年間で幾たびも交わされる随時契約や卸売買で購入できる米原料であるのに対して、糯米は年間契約により決められた量を決められた期間内に購入するという制約された仕入れ形態であるために、天候や社会情勢の判断を誤ると、過剰在庫を抱えたり、逆に品薄となり同業者を介する高い原価仕入れを招くなどリスクのある米原料である。特に前者の事例では採れ秋以降の新米時期になっても、前年の古米が持ち越しになり、それが在庫となって原料運用を悩ますことが多々あるのが現状である。

これまでに糯米および餅に関する理化学的な研究¹⁻⁷⁾については、多くの研究者により行われてきている。またその貯蔵性についても、柳瀬ら⁸⁾により経年変化が明らかにされている。しかし、その内容は 25 年余り前の研究で供試品種が現在の状況とは大きく異なり、古米の取り扱いで最も問題視される古米臭⁹⁾や餅のテクスチャーとしての伸張度に関わる理化学的な検討はされていない。

著者らはこれまでに、長野県産の主力品種であるもちひかりを対照にした糯米および餅の加工適性試験¹⁰⁾、外国産のタイ、米国および中国の糯米の理化学的性状と加工適性¹¹⁾、餅の食味評価に関係する理化学的要因¹²⁾について検討し、糯米の品種間およびその餅形成には大きな特性の差異があることを明らかにした。

本報告では、前述したような糯米の仕入れ原料事情を背景に、長野県内で流通される 3 品種の糯米の新米（平成 18 年産）と古米（平成 17 年産）を供試した。そして焼き餅の官能評価を行い、におい識別、餅のテクスチャーとしての硬度および伸張度、精米粉の糊化特性の測定などに関連付けて、貯蔵過程の古米化に伴う糯米とその餅の食味低下の因子構成を検討した。

実験方法

1. 供試材料

(1) 糯米原料

収穫年産は新米として平成 18 年産、古米として平成 17 年産、糯米品種は、おらがもち、ヒメノモチ、もちひかりの 3 品種、おらがもちおよびヒメノモチは長野県上水内郡信濃町産、もちひかりは長野県伊那市産のそれぞれ玄米を実験に供した。試料は収穫年産間において品種および産地を同一にしているが、サンプリングは流通品から無作為に抽出しているため、ロット（生産者）は異なっている。試料の入手は平成 18 年 12 月で、実験は平成 19 年 1 月～4 月の間で実施した。なお、試料は低温倉庫内にて温度 15℃、湿度 75% を基本設定として保管されたものである。

(2) 搗精

山本型型精米機ライスパル（株山本製作所：VP-31 T）を用いて、搗精歩留まりを 90±0.5% に調製した。

* 株式会社マイパール長野
(Myppearl Nagano Co. LTD)

** (現在) 社団法人長野県農村工業研究所
(Now) Agricultural Technology Institute of Nagano Farmers, Federation

§ 連絡先 社団法人長野県農村工業研究所 〒382-0084
長野県須坂市大字須坂 787-1
TEL 026(248)0875 FAX 026(245)1379
E-mail: fukai@nokoken.or.jp

(3) 精米粉の調製

既報¹³⁾と同様に、粉碎機ラボラトリミル (Perten : 3100型) により、精米約 100 g について、スクリーン (目開き径 0.5 mm) で調製した。

(4) 餅生地調製

既報¹⁰⁾と同様に、精米 700 g を約 20℃ 下で 18 時間浸漬させた後、30 分間水切りし、餅つき機・スチームツッキー (みのる産業(株) : HS-11) により、250 ml 給水後、蒸し米工程を自動運転 (約 24 分 30 秒) して、搗く・練るの工程を 8 分 30 秒間行ない餅生地を調製した。その後、連続して生地をのし棒により均一に伸ばし、約 5℃ 下で 24 時間冷蔵した後、測定に供した。

(5) 焼き餅の調製

既報¹²⁾と同様に餅生地を裁断 (37.0 mm×27.5 mm×8.5 mm, 12.5±0.3 g) した後、オーブントースター (シャープ(株), KZ-ZA 30-H) の受け皿 (ホイル敷き) に 4 枚並べて、ダイヤル 4 (約 4 分間) で加熱した。これを官能評価用の試料に用いた。また、加熱後直ちに冷蔵庫で 4 分間 (2 分で餅を反転) 急冷させた焼き餅を伸張度の測定に供した。

2. 測定項目および方法

(1) 玄米および精米の白度と水分含量

① 白度

既報¹³⁾と同様に、玄米および精米試料約 16 g を試料皿に入れて、白度計 (㈱ケット科学研究所 : C-300-3) により測定した。

② 水分含量

既報¹⁴⁾と同様に、玄米および精米試料約 350 g を供試し、近赤外透過式 (808 nm~1,075 nm) の食味分析計 (静岡精機(株) : GS 2000) により、水分含量を測定した。

(2) 官能評価

焼き餅の官能評価は、のび、コシ、粘り、美味しさ、香りおよび総合評価の 6 項目について 3 品種それぞれ対照 (17 年産) と比較する 5 段階評価法 (「非常に良い (強い)」ものを +2 「非常に悪い (弱い)」ものを -2 とした) を用いた。パネラーは餅試食の経験者 5 名により収穫年産別の貯蔵変化を評価した。

(3) 理化学的性状の評価

① 糊化特性

既報¹³⁾と同様に、精米粉についてマイクロアミログラフ (ブラベンダー社) を用いて、糊化開始温度、最高粘度温度、最高粘度、最低粘度、ブレークダウン、最終粘度およびセットバックを測定した。測定方法は、乾物換算して精秤した精米粉約 10 g に 10⁻² M 硫酸銅 100 ml により、酵素活性を阻害¹⁵⁾した条件下で測定を行った。30℃ から昇温速度 5℃ で 95℃ まで加熱し、3 分間保持後、冷却速度 5℃ で 30℃ まで冷却した。

② 餅生地の硬度

調製した餅生地の重量を計量し、生地の出来高を確認後、レオメーター (不動工業(株) : NMR-2010 J-CW) を用いて、プランジャー 4 mm φ 球形、レンジ 10 kg、試料台速度 5 cm/min により、生地硬度 (kgW) を測定した。

③ 焼き餅の伸張度

調製した焼き餅をレオメーターのクリップ式のアダプターの開口部に挟み込んで、試料台を下降させることによりレンジ 2 kg、試料台速度 30 cm/min、ストローク 50 mm で伸張度を測定した。なお、ここではチャート上において、焼き餅を引っ張ると始点から直線状に引かれ、破断時には歪みを描くが、その時の始点から応力歪曲線の終点までの長さを伸張度と定義している。

④ におい識別値

精米、餅生地および焼き餅についてそれぞれ 20 g を既報¹⁶⁾と同様にサンプルバック (PET 製, Flek-Sampler, NS 光研製造, 容量 2 L) に入れ、窒素封入して室温 (25℃ 制御) で約 18 時間放置した後、島津製作所製におい識別装置 FF-1 (酸化物半導体センサ, 6 素子) で測定した。装置設定は、恒温槽温度 60℃、捕集管温度は、サンプリングおよび乾燥時 40℃、測定時 220℃、クリーニング時 250℃ で行った。また、窒素は純度 99.9998 以上 (A グレード)、圧縮空気は S グレードのものを使用した。なお、測定値についてはセンサ 6 個の 6 次元データを元に、SPSS (Base 10.0 J) を用いて主成分分析を行っている。

(4) 統計解析

それぞれの測定結果は、平均値±標準偏差で表し、データ間の有意差を t 検定により検証した。測定回数は、糊化特性、餅生地の硬度、焼き餅の伸張度は 3 回、におい識別値は予備測定 2 回を含む 5 回行ない、3 回の測定値を使用した。

t 検定、相関行列および主成分分析は EXCEL 統計 2002、因子分析は多変量解析ソフト¹⁷⁾ をそれぞれ用いて解析した。

実験結果および考察

1. 玄米と精米の白度および水分含量

供試した原料玄米と精米の白度および水分含量と収穫年産別の平均値、標準偏差を表 1 に示した。測定値の範囲は、白度は玄米では 27.0~30.9、精米では 51.1~53.4、水分は玄米では 12.7~15.4%、精米では 11.9~14.6% をそれぞれ示した。収穫年産の傾向では、17 年産は 18 年産と比べて、玄米および精米の白度が低くなっていた。これは、貯蔵に伴う脂質成分等の関与が考えられた。

2. 官能評価

糯米および餅の貯蔵に伴う食味変化を評価するために、焼き餅の官能評価を実施した (表 2)。18 年産は対照の 17 年産と比べて、3 品種とも「コシ」を除く、「のび」、「粘り」、「美味しさ」、「香り」および「総合評価」の 5 項目において、

市場流通される糯米およびその餅の貯蔵に伴う食味低下の因子構成

表1. 玄米と精米の白度および水分含量

糯米品種	年産	白度		水分	
		玄米	精米	玄米	精米
おらがもち	17年	28.8	51.7	14.7	13.5
	18年	30.9	51.1	12.7	11.9
ヒメノモチ	17年	28.2	51.9	14.5	13.9
	18年	27.9	52.1	15.4	14.6
もちひかり	17年	27.0	52.4	13.8	12.9
	18年	29.0	53.4	14.0	13.4
平均値±標準偏差	17年	28.0±0.92	52.0±0.36	14.3±0.47	13.4±0.50
	18年	29.3±1.52	52.2±1.15	14.0±1.35	13.3±1.35

表2. 焼き餅の官能評価

糯米品種	のび	コシ	粘り	美味しさ	香り	総合評価	
おらがもち	対照：17年産	0	0	0	0	0	
	平均値±標準偏差	1.6±0.55	0.2±0.84	1.6±0.55	1.6±0.55	1.2±0.45	1.6±0.55
	t検定	p<0.01	non	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01
ヒメノモチ	対照：17年産	0	0	0	0	0	
	平均値±標準偏差	1.8±0.45	-0.4±1.14	1.8±0.45	1.8±0.45	1.4±0.55	1.4±0.55
	t検定	p<0.01	non	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01
もちひかり	対照：17年産	0	0	0	0	0	
	平均値±標準偏差	1.4±0.55	0±0.71	1.6±0.55	1.8±0.45	1.2±0.45	1.8±0.45
	t検定	p<0.01	non	p<0.01	p<0.01	p<0.01	p<0.01

non：有意差なし

表3. 糊化特性

糯米品種	年産	糊化開始温度 (°C)		最高粘度温度 (°C)		最高粘度 (BU)		最低粘度 (BU)	
		平均値±標準偏差	t検定	平均値±標準偏差	t検定	平均値±標準偏差	t検定	平均値±標準偏差	t検定
おらがもち	17年	64.5±0.85	non	70.9±1.39	non	785±27.00	p<0.05	320.3±6.11	non
	18年	67.7±0.61		70.6±0.10		674±43.90		278±19.28	
ヒメノモチ	17年	64.4±0.30	p<0.05	70.5±0.81	p<0.05	823±23.18	p<0.05	352.3±13.57	p<0.01
	18年	64.1±0.35		68.6±0.62		704±31.07		290.0±2.00	
もちひかり	17年	67.8±0.61	non	72.8±1.05	non	757±15.04	non	356.3±5.69	non
	18年	68.5±0.15		73.2±0.56		735±44.68		349.3±10.02	
糯米品種	年産	ブレイクダウン (BU)		最終粘度 (BU)		セットバック (BU)			
		平均値±標準偏差	t検定	平均値±標準偏差	t検定	平均値±標準偏差	t検定		
おらがもち	17年	465±23.46	non	637±12.34	p<0.05	317±6.24	p<0.05		
	18年	396±50.29		582±14.22		304±6.66			
ヒメノモチ	17年	471±11.53	p<0.05	697±21.96	p<0.05	345±20.30	non		
	18年	414±31.64		604±18.00		314±20.01			
もちひかり	17年	401±9.85	non	687±11.59	non	331±12.17	p<0.05		
	18年	386±38.63		701±3.61		352±6.66			

non：有意差なし

新米原料の評価で有意の差が認められた。

この官能評価結果の17年産と18年産との差異、貯蔵に伴う食味低下の因子構成を明らかにするために、以下の理化学的性状を調査した。

3. 理化学的性状

(1) 糊化特性値

精米粉の糊化特性値について、糊化開始温度、最高粘度温度、最高粘度、最低粘度、ブレイクダウン、最終粘度およびセットバックを表3に示した。糊化開始および最高粘

度時の温度においては、貯蔵に伴う規則的な変化は認められなかった。最高粘度、最低粘度およびブレイクダウンの粘度は、いずれも17年産が高い値を示した。これは古米化により粘度が高まり硬化が進行することが示されており、この現象について柳瀬ら⁸⁾は、酵素活性の強い糯米が貯蔵中にアマラーゼ活性の低下を生じ、米粒溶液の粘度低下機能が弱まり、溶液粘度の増加につながったと推察している。品種別では、もちひかりは、最終粘度およびセットバックの老化性に関わる指標において、18年産が高い値を示し、さらに最高、最低の粘度およびブレイクダウンも貯蔵に伴う差異は小さかった。このようにもちひかりが他品種と異なったのは、品種固有の経年変化が小さい糊化特性に起因することも考えられる。辻井ら¹⁸⁾は、アマラーゼの阻害試験を実施し、糊化粘度値の低下量と α -アマラーゼおよび枝きり酵素の活性量との間の、それぞれ正の有意な相関関係を捉え、アマラーゼ活性量が糯米の粘度特性に影響を与えていることを明らかにしている。一方、松倉ら¹⁹⁾は糯米の最高粘度が低いのは、 α -アマラーゼの活性量の影響よりも、 α -アマラーゼの作用が粘度への影響が現れやすい糯米の性質に由来すると推察している。本試験の収穫年産および品種間の糊化粘度値の差異に、これらアマラーゼの影響が考えられるが、精査は今後の検討課題である。

(2) 餅生地性状

餅生地の出来高を表4、餅生地硬度および焼き餅の伸張度を表5にそれぞれ示した。餅生地の出来高は、収穫年産

よりも品種間で大きい傾向があり、特にヒメノモチの出来高が高かった。これはヒメノモチが他の2品種と比べて、生地の水分含量が高くなる品種特性に起因していると考えられた。餅生地の硬度において17年産は硬化し、焼き餅の伸張度は18年産が伸びることが示された。新米の18年産は硬度が低く伸張度は高いことが分かった。ここでの餅生地の性状評価は冷蔵下での24時間経過後^{2,6,10-12)}によるものであり、生地の水分含量の均一化は行っていない。硬化に要する一定経過時間後の生地の水分含量は、貯蔵に伴う差異が小さく品種固有の水分保持の特性が現われているものと判断している。しかし、餅生地水分含量は餅生地硬度 ($r=0.941^{**}$)、焼き餅の伸張度 ($r=0.485$) であり、特に前者の相関係数が高くなっている。今後は生地硬化後にテンパリング等の乾燥処理を行い、水分含量を均一化⁸⁾した上での餅生地の性状評価も検討する必要がある。糯米の餅加工適性の中で最も重視されるのが餅生地の硬化性^{2,5,6,20)}とされている。これは餅特有の短期間に集中する消費事情により、製造もこれに合わせる必要があり、短時間で硬化することが製造現場で求められている^{5,20)}ためである。従って硬化速度の早い糯米が高い評価を受け、市場では高値で流通されている現状にある。

糯米の測定項目間の相関関係は既報^{6,8,10-12)}と同様に餅生地硬度と糊化開始温度 ($r=0.954$)、餅生地硬度と最高粘度温度 ($r=0.911$) を認めた。またここでは検討していないが、餅生地の性状は、登熟平均気温と密接な関係があり、登熟平均気温の高いものほど餅生地硬度が高い²⁾、餅

表4. 餅生地の出来高

糯米品種	年産	生地出来高 (g)	生地出来高/精米使用量	水分 (%)
おらがもち	17年	1,069	1.53	43.4
	18年	1,097	1.56	43.6
ヒメノモチ	17年	1,129	1.60	46.6
	18年	1,150	1.64	48.0
もちひかり	17年	1,070	1.53	43.0
	18年	1,055	1.51	42.5
平均値±標準偏差	17年	1,089±34.6	1.55±0.1	44.3±2.0
	18年	1,100±47.6	1.57±0.1	44.7±2.9

精米使用量：700 g

表5. 餅生地硬度および焼き餅の伸張度

糯米品種	年産	硬度 (kg)		伸張度 (kg)	
		平均値±標準偏差	t検定	平均値±標準偏差	t検定
おらがもち	17年	9.22±0.36	p<0.05	0.55±0.02	p<0.05
	18年	8.63±0.21		0.71±0.05	
ヒメノモチ	17年	6.86±0.37	p<0.01	0.62±0.03	p<0.05
	18年	6.00±0.26		0.72±0.03	
もちひかり	17年	10.47±1.05	p<0.05	0.56±0.12	p<0.05
	18年	9.18±0.79		0.64±0.09	

市場流通される糯米およびその餅の貯蔵に伴う食味低下の因子構成

表 6. 糯米精米, 餅生地および焼き餅のにおい識別値

糯米品種	年産	SC 1		SC 2		SC 3		
		平均値±標準偏差	t 検定	平均値±標準偏差	t 検定	平均値±標準偏差	t 検定	
糯米精米	おらがもち	17年	1.36±0.39	p<0.01	1.29±0.17	non	0.29±0.16	p<0.05
		18年	-0.80±0.22		1.31±0.13		-0.41±0.35	
	ヒメノモチ	17年	1.25±0.28	p<0.01	-1.14±0.06	p<0.01	-0.58±0.34	p<0.01
		18年	-0.25±0.30		-0.67±0.11		1.86±0.59	
	もちひかり	17年	-0.96±0.05	p<0.01	-0.12±0.05	p<0.01	-0.07±0.14	p<0.01
		18年	-0.61±0.09		-0.68±0.04		-1.09±0.13	
餅生地	おらがもち	17年	1.34±0.10	p<0.01	1.11±0.33	non	0.77±0.55	p<0.05
		18年	-0.84±0.04		0.90±0.01		-1.13±0.30	
	ヒメノモチ	17年	0.65±0.06	p<0.01	-0.30±0.17	p<0.05	-0.61±0.48	non
		18年	-1.33±0.04		0.19±0.08		1.51±1.34	
	もちひかり	17年	0.40±0.04	p<0.01	-1.49±0.08	non	-0.21±0.20	p<0.05
		18年	-0.52±0.14		-1.02±0.22		0.59±0.08	
焼き餅	おらがもち	17年	1.26±0.09	p<0.01	1.32±0.07	p<0.05	1.03±0.35	p<0.05
		18年	-0.77±0.07		0.87±0.08		-0.92±0.57	
	ヒメノモチ	17年	0.87±0.04	p<0.01	-0.37±0.13	p<0.01	-0.98±0.99	non
		18年	-1.30±0.04		0.52±0.06		0.07±0.24	
	もちひかり	17年	0.69±0.04	p<0.01	-1.22±0.07	non	-0.28±0.84	non
		18年	-0.76±0.01		-1.11±0.09		1.08±0.37	

硬化速度が早い⁷⁾ことが報告されている。しかし、有坂ら²⁰⁾、著者ら¹⁰⁾は、品種特性などの要因も関わり、これら餅の性状と登熟気温とを関係付けることは出来ないとする結果を得ており、今後整理されるべき課題と考える。

(3) におい識別値

測定に供した試料別の糯米精米, 餅生地および焼き餅のにおい識別値を表6に示した。SCは、解析結果のスコア値を示し、主成分分析で得られる第一主成分値をSC1, 第二主成分値をSC2, 第三主成分値をSC3としている。SC1がセンサ出力の大小との相関が高いため、においの強度を示す軸, SC2およびSC3はにおいの質の判別軸²¹⁾になっている。糯米精米のにおい識別値においては、いずれのSCも貯蔵に伴う規則的な変化は認められなかった。餅生地と焼き餅について品種ごとに収穫年産別に対比すると、SC1は17年産が高く正の値を示したのに対して18年産は低く負の値を示した。一方、SC2およびSC3では、品種間の変化に規則性があり、おらがもちの17年産が高いのに対して、ヒメノモチおよびもちひかりは18年産が高い値を示した。このように異なるにおいの質を捉えるSC2およびSC3に共通した品種間の規則性が認められた。その因子の究明については、今後、GC/MS(ガスクロマトグラフ質量分析計)を用いた香氣成分の分析と関連付けて検討する必要があると考えている。

4. 官能評価と理化学的性状の相関関係

官能評価と理化学的性状の相関行列を表7に示した。官能評価項目のうち「コシ」を除く、「のび」、「粘り」、「美味しさ」、「香り」、「総合評価」の5項目(以下、官能評価

5項目と略記する)は、相互で正の有意な相関関係を認めている。第一に官能評価5項目は糊化特性の最高粘度と負の有意な相関関係を認めた。これは前述した貯蔵に伴う古米化による硬化現象が負の因子と推察された。第二に官能評価5項目は、焼き餅の伸張度と正の有意な相関関係を認めたことから、焼き餅の伸び具合が餅の好評価の重要な指標であることが示唆された(「総合評価」は有意水準から外れる)。第三に官能評価5項目は、におい識別値の餅生地および焼き餅の、においの強度を示すSC1と負のそれぞれ有意な相関関係を認めた。SC1は、既報⁹⁾において、搗精歩留り別の古米臭を捉えて、SC1が古米臭の強さを現す指標である可能性を示しており、本官能評価結果でも古米臭の臭気強度が現れているものと推察された。一方、官能評価の「コシ」は、におい識別値の糯米精米のSC3と負の相関関係を認め、においの質との関連性が示唆された。

このように官能評価と理化学的性状の相関関係では、官能評価の「のび」、「粘り」、「美味しさ」、「香り」および「総合評価」の5項目は、負の因子として糊化特性の最高粘度とにおい識別値のSC1, 正の因子として焼き餅の伸張度の関与が大きいことが分かった。すなわち、焼き餅の官能評価には、硬さと臭気、焼き餅の伸び具合の理化学的性状の指標が関係深いことが示された。

5. 主成分分析による解析

玄米、精米の白度と水分含量、糊化特性(7項目)、生地の性状(4項目)、におい識別値(9項目)および官能評価(6項目)の合計30項目を変数とし、6試料のそれぞれ平均値について標準化データを対象に、相関行列の解析方

表7. 官能評価と理化学的性状の相関行列

項目	官能評価						
	のび	コシ	粘り	美味しさ	香り	総合評価	
コシ	-0.276						
粘り	0.996**	-0.259					
美味しさ	0.987**	-0.242	0.997**				
香り	0.997**	-0.282	1.000**	0.996**			
総合評価	0.959**	-0.092	0.977**	0.987**	0.971**		
糊化開始温度	0.226	0.564	0.269	0.307	0.250	0.422	
最高粘度温度	-0.320	0.544	-0.255	-0.193	-0.272	-0.073	
最高粘度	-0.868*	0.049	-0.849*	-0.825*	-0.847*	-0.816*	
最低粘度	-0.673	0.134	-0.618	-0.564	-0.623	-0.515	
ブレイクダウン	-0.661	-0.050	-0.682	-0.698	-0.675	-0.730	
最終粘度	-0.562	0.105	-0.501	-0.441	-0.507	-0.390	
セットバック	-0.318	0.044	-0.249	-0.185	-0.256	-0.134	
生地出来高率	0.301	-0.650	0.245	0.192	0.264	0.064	
生地水分	0.200	-0.718	0.154	0.110	0.174	-0.022	
生地硬度	-0.385	0.617	-0.352	-0.318	-0.367	-0.211	
焼き餅伸張度	0.900*	-0.263	0.875*	0.846*	0.878*	0.802	
糯精米	SC 1	-0.558	-0.060	-0.566	-0.569	-0.560	-0.590
	SC 2	-0.012	0.510	-0.039	-0.065	-0.048	-0.012
	SC 3	0.257	-0.821*	0.202	0.149	0.225	-0.004
におい識別 餅生地	SC 1	-0.944**	0.357	-0.934**	-0.917**	-0.937**	-0.872*
	SC 2	0.184	0.083	0.139	0.097	0.141	0.079
	SC 3	0.231	-0.833*	0.242	0.252	0.259	0.145
焼き餅	SC 1	-0.981**	0.349	-0.979**	-0.972**	-0.982**	-0.935**
	SC 2	0.163	-0.035	0.112	0.064	0.117	0.024
	SC 3	0.044	-0.239	0.095	0.141	0.094	0.144

無相関の検定 * : 5% ** : 1%

表8. 主成分分析の固有値, 寄与率

項目	第一主成分	第二主成分	第三主成分
固有値	11.4	8.2	6.2
寄与率 (%)	37.8	27.4	20.5
累積寄与率 (%)	37.8	65.2	85.7

法により主成分分析を行った。変数の数が試料数に比べて多いが、主成分分析は多次元のデータを、座標軸を回転して視角を変えて見直すもので、複雑な要因が交錯している中で、データの全変動を最もよく説明する構造の骨格を明らかにすることを目的²²⁾としているためである。横軸の第一主成分の寄与率は37.8%、縦軸の第二主成分までの累積寄与率は65.2%であり、第一主成分の影響が顕著である(表8)。第一主成分と第二主成分について、収穫年産別の6試料3品種の主成分得点を求め、布置図を図1に示した。試料の布置は、寄与率の高い第一主成分の正と負で、収穫年産別に2群に大別された。この分類については、本供試試料が同一ロットによる経年変化の追跡でないことから、品種内の変動幅等を考慮しなければならない。

次に、因子構成を明らかにするために、標準化データを基に、SMC-主因子法、累積寄与率90%以上の因子数設

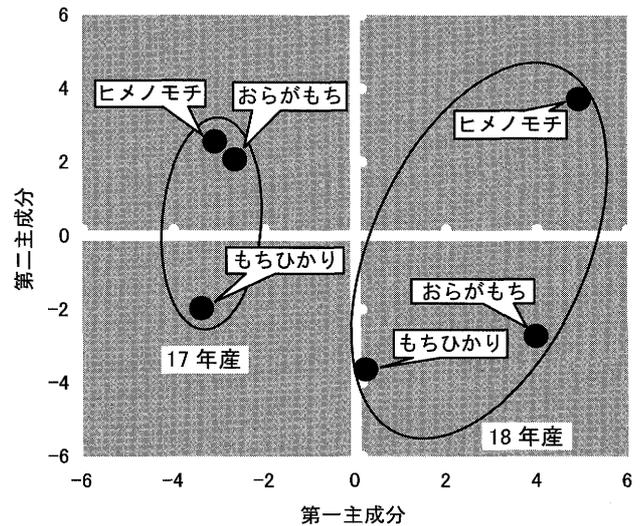


図1. 主成分得点布置図

糯米6試料3品種、収穫年産について平成18年産(新米)および平成17年産(古米)を供試して、理化学分析および官能評価結果について、第一主成分と第二主成分の主成分得点を求め布置図を示した。試料の布置は、寄与率の高い第一主成分(37.8%)の正と負で、収穫年産別に2群に大別された。

市場流通される糯米およびその餅の貯蔵に伴う食味低下の因子構成

表9. 因子負荷量と共通性 (回転後)

項目変数	因子負荷量				共通性		
	因子1	因子2	因子3	因子4			
白度	玄米	-0.391	-0.349	0.600	-0.324	0.739	
	精米	-0.202	-0.175	-0.820	0.489	0.983	
水分	玄米	0.233	0.731	-0.132	0.627	1.000	
	精米	0.124	0.786	-0.288	0.521	0.987	
糊化特性	糊化開始温度	-0.437	-0.812	-0.322	-0.192	0.990	
	最高粘度温度	0.114	-0.820	-0.558	0.050	1.000	
	最高粘度	0.885	0.152	-0.368	0.033	0.943	
	最低粘度	0.521	-0.220	-0.820	0.061	0.996	
	ブレークダウン	0.826	0.428	0.217	-0.009	0.913	
	最終粘度	0.418	-0.179	-0.868	0.060	0.965	
	セットバック	0.199	-0.091	-0.890	0.054	0.843	
餅生地性状	生地出来高率	-0.173	0.948	0.152	-0.200	0.992	
	生地水分	-0.066	0.992	0.048	-0.092	1.000	
	生地硬度	0.217	-0.925	-0.110	0.091	0.923	
	焼き餅伸張度	-0.839	0.399	0.206	-0.278	0.983	
におい識別	SC 1	0.746	0.376	0.221	0.137	0.766	
	糯精米	SC 2	0.084	-0.531	0.836	0.017	0.987
	SC 3	-0.136	0.675	0.366	0.398	0.766	
	餅生地	SC 1	0.962	-0.247	0.000	0.086	0.993
	SC 2	0.052	0.164	0.943	0.023	0.919	
	SC 3	-0.141	0.383	-0.042	0.911	0.998	
	焼き餅	SC 1	0.981	-0.187	-0.023	-0.034	0.999
	SC 2	0.071	0.217	0.957	0.111	0.980	
	SC 3	-0.010	-0.291	-0.052	0.930	0.951	
官能評価	のび	-0.963	0.137	0.186	0.061	0.985	
	コシ	0.203	-0.764	0.149	-0.543	0.941	
	粘り	-0.969	0.096	0.132	0.090	0.973	
	美味しさ	-0.967	0.058	0.082	0.116	0.959	
	香り	-0.967	0.117	0.134	0.099	0.976	
	総合評価	-0.956	-0.079	0.067	0.061	0.928	
寄与量	10.39	7.74	6.82	3.42	28.38		
寄与率 (%)	36.63	27.29	24.04	12.05	100.00		
因子説明割合 (%)	34.64	25.81	22.74	11.40	94.59		

累積寄与率 90% 以上

定により因子分析を行った (表9)。絶対値の大きさを基準に以下に因子構成を解釈した。第一主成分に関する因子1は、餅の「のび」に関連する負の因子構成が推定され、負の負荷量から焼き餅の伸張度、官能評価では「コシ」を除く「のび」他の5項目が示されている。正の負荷量では糊化特性の粘度に関する最高粘度、ブレークダウン、におい識別ではにおい強度を示すSC1が示された。第二主成分に関する因子2は、餅の「コシ」に関連する負の因子構成が推定され、負の負荷量として餅生地の硬度、官能評価の「コシ」、糊化特性の温度に関する糊化開始および最高粘度温度が示された。正の負荷量では生地および糯米の水分含量が示された。因子3は、老化性に関連する因子構成が推定され、負の負荷量では糊化特性の老化性に関するセットバック、最低粘度、最終粘度、正の負荷量ではにおいの質を示す

SC2が示された。因子4では、においの質を示すSC3の負荷量が高くなっているが、他の負荷量との関連性が弱く、寄与率および因子説明割合が低いいため因子構成の推定は省略する。

以上のことから、古米化による負の因子構成として、「のび」、「コシ」および老化性に関する変数が関与していることが明らかになった。糯古米の餅への利用場面においては、原料の古米劣化への考慮が必要で、仕入れにあたっては古米在庫を極力圧縮する努力が望まれる。

要 約

長野県産の糯米品種3品種について、新米として平成18年産、古米として平成17年産を供試した。そして焼き餅の官能評価を行い、糊化特性、餅生地の硬度および焼き

餅の伸張度, におい識別値の理化学的性状の調査を関連付けて, 貯蔵過程の古米化に伴う糯米とその餅の食味低下の因子構成を検討した。

1. 官能評価と理化学的性状の相関関係では, 官能評価の「のび」, 「粘り」, 「美味しさ」, 「香り」および「総合評価」の5項目は, 負の因子として糊化特性の最高粘度とにおい識別値のSC1, 正の因子として焼き餅の伸張度の関与が大きいことが分かった。
2. 主成分分析による主成分得点の布置は, 品種間で収穫年産別に2群に大別された。因子分析では, 貯蔵に伴う古米化による負の因子構成として, 「のび」, 「コシ」および老化性に関する変数が関与していることが明らかになった。

文 献

- 1) 柳瀬肇, 遠藤勲, 竹生新治郎 (1981), もち米の品質・加工適性に関する研究 (第1報) もち米の性状, 搗精品質ならびに二, 三の貯蔵性, 食総研報, **38**, 1-9
- 2) 斉藤昭三 (1987), 糯米の加工性の地域差とその要因, 「稲と米—生産から食卓まで—」, 農業研究センター, 茨城, pp. 68-71
- 3) 江川和徳, 吉井洋一 (1990), 産地・品種を異にした糯米による餅の硬化性, 新潟食研報, **25**, 29-33
- 4) 永島伸浩, 川端晶子, 中村道徳 (1990), 搗き方別餅生地の粘弾性, 澱粉科学, **37**, 235-242
- 5) 有坂将美 (1992), 切り餅, あられの加工適性, 「日本の稲育種」, 櫛淵欣也監修, 農業技術協会, 東京, pp. 202-208
- 6) 稲津脩ら (1994), もち米, 「北海道米の加工適性評価」, 北海道立中央農業試験場, 北海道, pp. 1-14
- 7) 松江勇次, 内村要介, 佐藤大和 (2002), アミログラム特性の糊化開始温度による水稻もち品種の餅硬化速度の評価方法と餅硬化速度からみた糊化開始温度と登熟温度, 日作紀, **7**, 57-61
- 8) 柳瀬肇, 遠藤勲, 竹生新治郎 (1982), もち米の品質・加工適性に関する研究 (第2報) 国内産もち米の貯蔵と加工適性, 食総研報, **39**, 1-14
- 9) 深井洋一, 石谷孝佑 (2004), 高白度搗精による古米の食味改善, 食科工, **51**, 288-293
- 10) 深井洋一, 松澤恒友 (1998), 調理科学, 糯米の理化学的性質と加工適性, **31**, 262-268
- 11) 深井洋一, 松澤恒友 (2000), 調理科学, タイ, 米国および中国産糯米の理化学的性質と加工適性, **33**, 13-17
- 12) 深井洋一, (1998), 平成10年度年報, 財団法人飯島記念食品科学振興財団, 餅の食味評価に係る理化学的要素, 200-208
- 13) 深井洋一, 石谷孝佑 (2004), 低アミロース米のブレンド適性の評価, 食科工, **51**, 254-262
- 14) 深井洋一, 石谷孝佑 (2004), コシヒカリおよびあきたこまちのブレンド適性の評価, 食科工, **51**, 263-266
- 15) 庄司一郎, 倉澤文夫 (1988), 米ならびに米デンプンの調理科学的研究 (14報) もちおよびうるち米粉のアミログラム粘度におよぼす水洗, 硫酸銅添加の影響, 家政誌, **39**, 237-241
- 16) 深井洋一, 松澤恒友, 石谷孝佑 (2003), 米の食味と理化学的变化に及ぼす玄米の水分含量および貯蔵温度の影響, 食科工, **50**, 243-253
- 17) 長谷川勝也 (2002), 因子分析, 「これならわかる多変量解析」, 技術評論社, 東京, pp. 480-498
- 18) 辻井良政, 北村亮子, 内野昌孝, 高野克己 (2007), モチ米の加工特性に及ぼす胚乳アミラーゼの影響について, 日食保蔵誌, **33**, 63-69
- 19) 松倉潮, 鈴木保宏, 岩井陽子, 門間美千子, 青木法明, 金子成延 (2004), α アミラーゼ活性の粳米と糯米の比較および糊化粘度への影響, 日食工誌, **51**, 554-558
- 20) 有坂将美 (1995), 米菓, 「米の科学」, 竹生新治郎監修, 石谷孝佑, 大坪研一編, 朝倉書店, 東京, pp. 146-148
- 21) 喜多純一 (2000), 実用段階に入ったにおい識別装置「FF-1」, 食品と開発, **35**, 18-21
- 22) 上野真理子, 寺島晃也, 多田耕太郎, 山口静子 (2007), 富山産かぶらずしの理化学特性と食味, 食科工, **54**, 118-127

(平成20年6月9日受付, 平成20年12月1日受理)

和文抄録

長野県産の糯米品種3品種について, 新米として平成18年産, 古米として平成17年産を供試した。そして焼き餅の官能評価を行い, 糊化特性, 餅生地硬度および焼き餅の伸張度, におい識別値の理化学的性状の調査を関連付けて, 貯蔵過程の古米化に伴う糯米とその餅の食味低下の因子構成を検討した。

1. 官能評価と理化学的性状の相関関係では, 官能評価の「のび」, 「粘り」, 「美味しさ」, 「香り」および「総合評価」の5項目に対して, 負の因子として糊化特性の最高粘度とにおい識別値のSC1, 正の因子として焼き餅の伸張度の関与が大きいことが分かった。
2. 主成分分析による主成分得点の布置は, 品種間で収穫年産別に2群に大別された。因子分析では, 貯蔵に伴う古米化による負の因子構成として, 「のび」, 「コシ」および老化性に関する変数が関与していることが明らかになった。