◇◇◇◇ 原著論文 ◇◇◇◇

品種の異なる米を素材とする米麺の品質評価

李 永玉^{1,4}, 鈴木啓太郎², 神山かおる², 胡 耀華³, 大坪研一²,
院多本華夫¹, 佐竹隆顕^{1,†}

¹ 筑波大学 生命環境科学研究科, ² 農業・食品産業技術総合研究機構 食品総合研究所,

³ 西北農林科技大学, ⁴ 中国農業大学,

Quality Evaluation of Rice Noodles Made from Different Rice Varieties

Yongyu Li^{1,4}, Keitaro SUZUKI², Kaoru KOHYAMA², Yaohua HU³, Kenichi OHTSUBO²,
Keo INTABON¹ and Takaaki SATAKE^{1,†}

¹ Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Ten-nodai 1-1-1,
Tsukuba, Ibaraki 305-8572, Japan

² National Food Research Institute, National Agriculture and Food Research Organization,
Kan-nondai 2-1-12, Tsukuba, Ibaraki 305-8642, Japan

³ Northwest A&F University, Xinonglu 22, Yangling, Shaanxi 712100, China

⁴ China Agricultural University, Qinghuadonglu 17, Beijing 100083, China

In this study, rice noodles were made from a mixture of gelatinized dough and raw dough by using 6 varieties rice flours with different amylose content produced in Japan and China. Correlations between the physicochemical properties of rice flours and physical properties of cooked noodles as well as the correlations between the physical properties of cooked noodles and sensory evaluations were determined. Furthermore, the rice noodle qualities are discussed. Results showed that the amylose content was the main factor affecting the physical properties of cooked rice noodles. Amylose content was positively correlated to the maximum tensile stress, apparent elasticity and storage modulus of rice noodles, but negatively correlated to the loss tangent. Furthermore, all the rheological properties of rice noodles were significantly correlated to the setback of pasting properties obtained by RVA. The setback appears to be the main parameter for evaluating the physical properties of the rice noodles. The results of sensory evaluation of the rice noodles showed that the total score was positively correlated to the maximum tensile stress, maximum tensile strain, apparent elasticity and storage modulus of rice noodles, but negatively correlated to the loss tangent. The Yumetoiro variety from Japan and the Zhongzao22hao variety from China showed higher scores in sensory evaluation for producing rice noodles than the other varieties.

Keywords: rice noodle, amylose content, setback, physical property, sensory evaluation

1. 緒 言

近年、食の多様化に伴い世界の様々な国より多種多様な食品・食材が輸入される一方で、わが国の食料自給率(カロリーベース)は約40%程度まで減少している。

米は唯一自給可能な食材であるが消費量は漸減傾向にあり、農林水産省作物統計資料によると1962年の米消費量は118 kg/人であったが、2005年には59.7 kg/人に減少している。これに伴い米の過剰問題が生じ、米の食用利用における高アミロース米、色素米、低アレルゲン米などの新形質米を含めた需用拡大に向け新たな加工品の開発・研究が課題となっている。

現在、わが国においては収穫米の約90%が米飯として食されており、残りの約10%は加工用として消費されている。米を粉砕し食品素材として利用することは、従来から製菓など多くの分野でみられるが、主食に準

(受付2007年4月27日, 受理2007年7月11日)

1 〒305-8572 茨城県つくば市天王台1-1-1

2 〒305-8642 茨城県つくば市観音台2-1-12

3 〒712100 中国・陝西省楊凌西農路22号

4 〒100083 中国・北京清華東路17号

† Fax: 029-853-6130, E-mail: satake@sakura.cc.tsukuba.ac.jp

ずる分野での利用は少ない。近年米の用途拡大を目的とし米粉を素材としたパンやケーキが開発されているものの、製麺素材への適用事例はわずかである。麺類は日本人の嗜好が強い主食の1つであり、独特な食感と食味をもつ米麺は今後広い普及が期待される。従来、米麺はアジア地域の伝統食品であり、中国南方やタイ、ベトナムでは主食の1つとして昔から広く食されているが、米麺に関する研究は少なく製造は主に生産者の経験に負うところが大きい。中国で作られている米麺は高アミロースのインディカ米を原料とし、原料である米粉の一部を糊化した後エクストルーダなどにより麺線化している。このような生地の部分的な糊化は、中国やタイの伝統的な米麺製造において非常に重要なプロセスである。

日本における米麺の研究には1979年斉藤らがライスマードルを試作して以来、米麺品質の向上を目的とした研究に、小麦粉澱粉、タピオカ澱粉など副材料の添加による米麺品質の改良[1,2]と生粉添加による食味の改善[3]、アクチナーゼ処理などによる食感の改善[4]などがあり、一方、製造方法については、粳米を原料とし小麦粉などを添加するとともに原料を部分的に糊化させて麺線化している事例[i]がある。また山田らは米粉を蒸練し、さらに生米粉を添加して麺線化する方法を報告している[1]。喜多らはジャポニカ種のあきたこまちを原料とし、50%の米粉懸濁液の内部温度が65℃になるまで加熱し、半糊化状のドウを混捏調整することにより、パスタマシーンにかけられる硬さのドウを調整する方法を報告した[2]。以上、米麺の品質向上や製造方法に関する先駆的な研究はなされているものの、国産の米品種と米麺物性、官能評価などについての系統的な研究はなされていない。

著者らは小麦粉などの副材料を添加せず糊化生地と生生地の混和による米麺調製方法を新たに提案し、国産の高アミロース米と中アミロース米を原料とし、米粉100%の高品質な米麺の開発を目指している。

本研究では、アミロース含量の異なる国産米5品種と比較検討用としての中国産米1品種の計6品種の米をそれぞれ原料として、糊化生地をつなぎとして用い米粉100%の米麺を試作し、米粉の理化学特性値と茹で麺物性値および茹で麺物性値と官能評価値の相関関係を求める一方、国産米と中国産の各品種の米をそれぞれ原料とする米麺品質について比較検討を行った。

2. 実験材料および方法

2.1 実験材料

国産の高アミロース米の夢十色、ホシニシキ、ホシユタカと中アミロース米のきらら397、ベレパトナ（インディカ種）および中国産の高アミロース米中早22号

（インディカ種）を原料とし、石臼式製粉機（宝田工業、M-200）を用いて製粉した。製粉した米粉は60, 83, 100, 140, 200, 330メッシュの篩を用い粒度別に篩分けをし、140メッシュ（106~150 μ m）の篩上物を本実験材料とした。また、市販されている手打ちうどん用小麦粉（日清製粉）を比較のため実験材料に用いた。

2.2 成分分析

アミロース含量はヨード呈色比色法[5]により測定した。タンパク質含量は燃烧法[6]により窒素量を測定し、換算係数5.95を乗じてタンパク質含量とした。

2.3 糊化特性

米粉3g（無水物換算）に25mlの脱イオン水を加え、ラピッド・ビスコ・アナライザー（ニューポートサイエンティフィック社製、3D型）を用いて豊島ら[7]の方法により測定した。

2.2 生麺の試作方法

米麺は糊化生地をつなぎとして用い、糊化生地と生生地の混合によって米粉100%の米麺を試作した。米粉40g（無水物換算）に蒸留水を加え、水分含量を60%に調整し、オートクレーブ（平山製作所、HA-300P）を用い、121℃で1時間加熱して糊化生地を形成した。予備実験の結果よりすべての原料における製麺性を考慮し、生地に占める糊化米粉の割合は10%とした。糊化生地は石臼スクリュ式のみキサ（韓国DONG-A OSCAR社製、MA9100）を用い生生地と混合し、生地に占める糊化米粉（無水物換算）割合10%の麺生地150gを形成した。生地の水分含量は生生地に添加する蒸留水によりすべて40%に調整した。米麺生地の温度は、石臼スクリュ式のみキサで3分混合後、44℃~48℃まで上昇している。小麦粉は水分含量が40%になるように調整し、同様な条件で石臼スクリュ式のみキサを用い、麺生地を形成した。生地はパスタマシンで荒延べ1回、圧延2回行い、最終的に厚さが約2mmの麺帯を形成した。

2.3 生麺の茹で方法

引張り試験用として40mm×90mmの材料片、動的粘弾性測定用として40mm×40mmの材料片を麺帯の中心部からくり貫き、室温（約20℃）で3時間静置後、沸騰させた蒸留水（麺重量の50倍量）で2分間茹でた。その後、20℃の水道水の中で1分間冷却し、表面水を2回キムワイプで軽く押さえながら取り除き、茹で麺の物性測定材料片とした。

2.4 麺の色彩測定

色彩色差計（ミノルタ株式会社、CR-200）を用い、

生麴帯と茹で麴帯の L^* , a^* , b^* 値を測定した。 L^* は明度を表し, a^* と b^* は色度を表す。 $+a^*$ は赤方向, $-a^*$ は緑方向, $+b^*$ は黄方向, $-b^*$ は青方向を示す。

2.5 茹で麴の物性測定

2.5.1 引張り試験

レオメーター (レオテック, ADD-1002) を供試し, 専用の抜型で型抜きをした茹で麴帯試験片の引張り試験を行い, 破断応力 σ (破断力/初期断面積, kPa), 破断ひずみ ϵ (破断時の長さ-初期長さ/初期長さ, %), 見掛け弾性率 E (σ/ϵ) などを求めた。測定は引張り速度 20 cm/min の条件下で行った。

2.5.2 動的粘弾性測定

動的粘弾性の測定にはタイナミック・ストレス・レオメーター (Rheometric Scientific USA, SR-5000) を供試した。平行円板 ($\phi 25$ mm) 治具に合わせ, 茹で麴を直径 25 mm の円盤状にくり貫き試験片とした。すべての測定において, 応力は線形領域内の 50 Pa, 周波数は 10 Hz, 測定温度は 20°C の条件下で貯蔵弾性率 (G')・損失弾性率 (G'')・損失正接 ($\tan \delta = G''/G'$) を測定した。

2.6 官能評価

パスタマシンにて長さ約 100 mm, 幅約 2.2 mm に切り出した米麴を沸騰させた蒸留水で 2 分間茹でた後, 20°C の水で 1 分間冷却し, さらにザル上で 1 分間水切りし, 直ちに官能評価に用いた。官能評価は, 外観, 硬さ, 弾力, なめらかさなどの項目について中国産の中早 22 号の米麴を基準とし, 評点法により行った。それぞれの項目について, 基準麴より悪く感じる場合はマイナス (−) 方向に, 良好に感じる場合はプラス (+) 方向に知覚した程度で 1 から 3 を選択する 7 段階評点法で行った。パネルは選抜された成人男女 8 人で構成した。

2.7 統計解析

解析ソフトウェア (SPSS 13.0J) を用い相関係数を算

出し, その有意差を検定した。また, 一元配置分散分析により各測定値の有意差検定を行った。

3. 実験結果および考察

3.1 米粉の成分分析

Table 1 に示すように, 本研究に供試した米粉のアミロース含量は 18.33~32.83% の範囲であり, 夢十色と中早 22 号のアミロース含量が最も高い値を示すものの, 両者には有意差が認められなかった。また米粉のタンパク質含量は 5.86~6.60% の範囲であり, きらら 397 が最も高い値を示した。一方, 小麦粉のアミロース含量は 10.15% であり, タンパク質含量は 100 g 当たり 9.0 g (表記) である。

3.2 米粉の糊化特性

RVA による各品種の米粉の糊化特性値を Table 2 に示す。ベレパトナ, 中早 22 号および夢十色は他の品種に比べ Peak viscosity が高く膨潤しやすい特性を示したが, 高アミロースの中早 22 号と夢十色の Breakdown は 166 RVU と 184 RVU でベレパトナの 308 RVU に比べ非常に低い値を示した。これはアミロースの膨潤した澱粉粒の崩壊抑制作用 [8] が要因として考えられた。ホシニシキ, ホシユタカおよびきらら 397 の Peak viscosity は 291~314 RVU 範囲で顕著な差異がみられなかった。セットバックは 140~270 RVU 範囲で夢十色

Table 1 Amylose and Protein content of rice flour.

Varieties	Amylose content (%)	Protein content (%)
Yumetoiro	32.28±0.35 e	5.86±0.03 a
Hoshinishiki	28.69±0.47 d	6.02±0.05 b
Hoshiyutaka	26.30±0.20 c	6.18±0.05 c
Kirara397	20.56±0.36 b	6.60±0.03 e
Bellepatna	18.33±0.06 a	6.33±0.09 d
Zhongzao22hao	32.83±0.50 e	6.28±0.09 d

Mean of three replications±standard deviation.

Values with a different alphabetical letter differed significantly ($P<0.05$).

Table 2 RVA Pasting properties of rice flour.

Varieties	Peak viscosity (RVU)	Holding viscosity (RVU)	Breakdown (RVU)	Setback (RVU)	Final viscosity (RVU)	Pasting gelatinization temperature (°C)
Yumetoiro	447±3 d	263±3 d	184±1 d	270±0 e	533±3 f	65.2±0.1 b
Hoshinishiki	314±3 c	158±2 b	156±2 b	209±2 c	367±4 d	65.8±0.2 b
Hoshiyutaka	291±3 a	139±1 a	152±3 ab	210±1 c	349±2 c	64.8±0.2 a
Kirara397	308±1 b	157±3 b	151±4 a	127±1 a	284±2 a	66.0±0.1 c
Bellepatna	485±3 f	177±1 c	308±4 e	140±1 b	317±1 b	80.1±0.0 e
Zhongzao22hao	461±7 e	295±5 e	166±2 c	226±6 d	521±1 e	79.4±0.2 d

Mean of three replications±standard deviation.

Values with a different alphabetical letter differed significantly ($P<0.05$).

が最も高い値を示した。降温過程での溶出アミロースのゲル形成による粘度上昇は、夢十色と中早 22 号が最も著しく、Final viscosity も最も高い値を示した。一方、中アミロース米のきらら 397 とベレパトナの Final viscosity は最も低い値を示した。糊化開始温度は中早 22 号とベレパトナが 79.4℃ と 80.1℃ で他の品種に比べ高い値を示した。

3.3 麺の色彩

Table 3 に示すように、米麺の L^* , a^* , b^* は品種により有意差が認められた。生麺の L^* は中早 22 号とホシニシキが他の品種より有意に高い傾向を示し、 a^* は夢十色、中早 22 号、ホシニシキの生麺が他の品種に比べ有意に高い値を示した。 b^* はホシユタカの生麺が他の品種より有意に高い傾向を示した。茹で麺の L^* は中早 22 号とホシニシキが他の品種に比べ有意に高い傾向を示し、 a^* は夢十色の茹で麺が他の品種に比べ有意に高い値を示した。 b^* は中早 22 号とホシユタカの茹で麺が他の品種より有意に高い傾向を示した。生麺および茹で麺を問わず本研究で試作したすべての米麺は小麦麺に比べ、 L^* と a^* が有意に高く、 b^* は有意に低い傾向を示した。

3.4 茹で麺の物性測定結果および理化学特性値との関係

3.4.1 引張り試験と理化学特性値

Fig. 1 に示すように夢十色と中早 22 号の米粉より形成された茹で麺の破断応力は有意差が認められず、他の品種に比べ有意に高い値を示した ($p<0.05$)。一方、6 品種の米粉より形成された茹で麺の破断応力は米粉のアミロース含量、セットバック、最終粘度とそれぞれ正の相関が認められた (Table 4)。アミロースは冷却

Fig. 1 Maximum tensile stress of rice noodles with different varieties.

Table 3 The color of raw and cooked noodle sheets.

varieties	Raw noodle sheets			Cooked noodle sheets		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
Yumetoiro	84.05±0.13 c	-1.24±0.02 d	6.27±0.13 a	70.81±0.38 e	-1.65±0.03 e	3.66±0.23 b
Hoshinishiki	86.09±0.06 d	-1.21±0.05 d	8.00±0.02 d	73.40±0.18 f	-1.84±0.06 d	5.31±0.18 c
Hoshiyutaka	83.39±0.17 b	-1.34±0.09 c	8.73±0.08 e	69.06±0.85 d	-1.98±0.04 c	5.64±0.21 d
Kirara397	83.85±0.07 b	-1.31±0.02 c	7.10±0.16 b	67.01±0.55 b	-1.91±0.04 c	2.94±0.26 a
Bellepatna	84.30±0.29 c	-1.41±0.05 b	7.43±0.17 bc	68.28±0.05 c	-2.27±0.08 b	3.07±0.03 a
Zhongzao22hao	86.74±0.07 d	-1.22±0.05 d	7.5±0.10 c	73.08±0.62 f	-1.84±0.07 d	5.71±0.12 d
Wheat	81.53±0.09 a	-2.86±0.12 a	15.47±0.25 f	66.38±0.16 a	-3.12±0.03 a	8.88±0.24 e

Mean of three replications±standard deviation.
Values with a different alphabetical letter differed significantly ($P<0.05$).

Table 4 Correlation coefficients between physico-chemical characteristics of rice flour and rheological properties of rice noodles.

Indexes	Maximum tensile stress σ	Maximum strain ϵ	Apparent elasticity index E	Storage modulus G'	Loss modulus G''	Loss tangent $\tan \delta$
Amylose content	0.975**	0.798	0.926**	0.929**	-0.669	-0.929**
Protein content	-0.689	-0.895*	-0.525	-0.830*	0.643	0.767
Peak viscosity	0.318	-0.175	0.413	-0.078	0.078	0.168
Holding viscosity	0.799	0.228	0.878*	0.422	-0.312	-0.390
Breakdown	-0.383	-0.496	-0.328	-0.561	0.445	0.657
Setback	0.942**	0.858*	0.851*	0.919**	-0.820*	-0.929**
Final viscosity	0.967**	0.576	0.968**	0.725	-0.609	-0.711
Pasting gelatinization temperature	-0.035	-0.543	0.141	-0.391	0.494	0.461

** , significant level 0.01; * , significant level 0.05

過程でアミロースのダブルヘリックスの結合部位が急速に形成し、アミロース含量の高い米麺ほどアミロースにより形成されるゲルのネットワーク構造が強固であり、破断応力も高いと考えられた。また Fig. 2 に示すように中早 22 号の茹で麺の破断ひずみは他の高アミロース品種（夢十色、ホシニシキ、ホシユタカ）に比べ有意に低い値を示し（ $p < 0.05$ ），破断ひずみはセットバックと正の相関、タンパク質含量と負の相関が認められた（Table 4）。なお米粉中のプロラミンの除去により精米粉の膨潤度が高まるとの報告 [9] やタンパク質の米飯の粘性への影響に関する報告 [10] などもあり、タンパク質は茹で麺物性に影響を与える主要な成分であると考えられた。一方、Fig. 3 に示すように、みかけ弾性率は中早 22 号の茹で麺が最も大きい値を示し、米粉のアミロース含量、最低粘度、セットバック、最終粘度と正の相関が認められた（Table 4）。小麦麺はレオメーターの引張り許容変位を越える変形を示したため測定ができず、米麺とは物性が大きく異なる麺であると考えられた。

3.4.2 動的粘弾性と理化学特性値

Fig. 4 に示すように、高アミロースの夢十色、ホシニ

シキ、ホシユタカ、中早 22 号の茹で麺の貯蔵弾性率は、中アミロースのきらら 397 とベレパトナに比べ有意に高い傾向を示し、夢十色とホシニシキの茹で麺の貯蔵弾性率が中早 22 号より有意に高い傾向を示した（ $p < 0.05$ ）。弾性要素を示す貯蔵弾性率はアミロース含量、セットバックと正の相関、タンパク質含量と負の相関が認められた（Table 4）。また Fig. 5 に示すように高アミロースの夢十色、ホシニシキ、ホシユタカ、中早 22 号の茹で麺の損失弾性率は、中アミロースのきらら 397 とベレパトナに比べ有意に低い傾向を示し、夢十色とホシユタカの茹で麺が中早 22 号より有意に低い値を示した（ $p < 0.05$ ）。粘性要素を示す損失弾性率はセットバックと負の相関が認められた（Table 4）。一方、Fig. 6 に示すように高アミロースの夢十色、ホシニシキ、ホシユタカ、中早 22 号の茹で麺の損失正接（ $\tan \delta = G''/G'$ ）は、中アミロースのきらら 397 とベレパトナに比べ有意に低い値を示し、高アミロースの夢十色の茹で麺の損失正接が他の品種に比べ有意に低い傾向を示した。損失正接はアミロース含量、セットバックと負の相関が認められた（Table 4）。なお、すべての茹で米麺の貯蔵弾性率は小麦麺に比べ高い値を示したものの、小麦麺の貯蔵弾性率

Fig. 2 Maximum tensile strain of rice noodles with different varieties.

Fig. 3 Apparent elasticity index of rice noodles with different varieties.

Fig. 4 Storage modulus (G') of rice noodles.

Fig. 5 Loss modulus (G'') of rice noodles.

Fig. 6 Loss tangent ($\tan \delta$) of rice noodles.

は中アミロースのきらら 397 とベレパトナの茹で麺に近い値を示し (Fig. 4), 損失弾性率はきらら 397 とベレパトナと大きく異なる値を示した (Fig. 5) ことから, 米麺は小麦麺とは大きく異なる特性を示すと考えられた。

米飯の動的粘弾性に関する既往の研究に, アミロース含量の増加により米飯の貯蔵弾性率は増加する傾向がある一方, $\tan \delta$ は低下する傾向が認められるとの報告 [11] があるが, 本研究においても米粉のアミロース含量が茹で麺の貯蔵弾性率と正の相関, $\tan \delta$ と負の相関が認められた。また, ブレークダウンは米飯の貯蔵弾性率と負の相関が認められるとの報告 [12] がある一方, アミロース含量とセットバックは小麦麺のテクスチャに影響し, アミロース含量とセットバックが低いほど, 麺の貯蔵弾性率も低下する傾向が認められたとの報告 [13] がある。本研究ではブレークダウンと茹で麺の物性値との相関が認められず, Table 4 に示すようにセットバックとすべての茹で麺物性値との相関が認められ, 茹で麺物性においてセットバックは最も重要な指標であると考えられた。

3.5 官能評価結果および物性測定値との関係

中国産の高アミロース米中早 22 号の茹で麺を基準として行った官能評価の結果を Fig. 7 に示す。茹で麺の外観は同図に示すように中アミロースのきらら 397 とベレパトナおよび高アミロースのホシユタカの茹で麺が基準麺より評点が有意に低い傾向を示した。茹で麺の色彩測定結果 (Table 3) から, きらら 397 とベレパトナおよびホシユタカの茹で麺が他の品種に比べ明度が低く暗いことが明らかであり, それらの外観評点も低かったと考えられた。また, 中アミロースのきらら 397 とベレパトナの茹で麺は高アミロースの茹で麺に比べ, 麺線同士の付着性が強く, 外観評点が最も低かったと推察された。茹で麺の弾力は Fig. 7 に示すように国産の高アミロース米の夢十色, ホシニシキ, ホシユタカの茹で麺が基準

麺より評点が高く, ホシユタカと夢十色の茹で麺は基準麺と有意差が認められた。一方, 高アミロースの夢十色とホシニシキの硬さは基準麺と有意差が認められなかったが, 高アミロースのホシユタカは基準麺より有意に低い値を示した。また, 夢十色の茹で麺のなめらかさは, Fig. 7 に示すように基準麺に比べ高い評点を示したが有意差は認められなかった。他の品種の茹で麺のなめらかさは基準麺より評点が有意に低い値を示した。茹で麺の総合評価は夢十色の茹で麺が基準麺より有意に高い値を示す一方, 他の品種の茹で麺は基準麺より評点が有意に低い値を示した。

また, 米麺は麺線の太さによりその嗜好性が大きく左右されるとの報告 [14] や, 細い米麺ほど硬い物性のものが米麺の特性に合い, 麺線が細い米麺が有意に好まれるとの報告がある [15]。本研究で用いた麺線は太さが皆一定であるものの, 官能評価に用いた茹で麺は比較的細い麺線であり, 夢十色と中早 22 号の茹で麺が官能評価の硬さの評点において比較的高い傾向を示す一方, 総合評価も他の品種に比べ高い傾向を示した。即ち, 国産の夢十色は既に米麺素材として中国において実績のある中早 22 号に劣らず, 米麺素材として他の国産米に比べて優れていることが明らかとなった。また, 本研究で中アミロースのきらら 397 とベレパトナの茹で麺は各項目の評点が低く, 中アミロースの米粉 100% による米麺の品質は高くないものと推察された。

一方, Table 5 に示すように茹で麺の外観は最大ひずみ・貯蔵弾性率と正の相関, 損失正接と負の相関が認められた。前述 (Table 4) のようにアミロース含量とセットバックは茹で麺物性に影響を与える主要な指標であり, アミロース含量が高くセットバックが高い米粉より試作した茹で麺は, 糊化澱粉中のアミロースにより形成されるゲルのネットワーク構造が強固であり, 麺線同士の付着性も低く外観上の評価も高いものと推察された。さらに, 茹で麺の弾力と硬さは Table 5 に示

**, significant level 0.01; *, significant level 0.05

Fig. 7 Sensory qualities of cooked rice noodles.

Table 5 Correlation coefficients between noodle quality and rheological properties.

Indexes	Maximum tensile stress σ	Maximum strain ϵ	Apparent elasticity index E	Storage modulus G'	Loss modulus G''	Loss tangent $\tan \delta$
Appearance	0.809	0.874*	0.715	0.952**	-0.517	-0.919**
Springness	0.838*	0.911*	0.721	0.944**	-0.803	-0.967**
Hardness	0.835*	0.868*	0.747	0.950**	-0.533	-0.915*
Smoothness	0.985**	0.773	0.936**	0.886*	-0.775	-0.903*
Total score	0.980**	0.814*	0.915*	0.912*	-0.760	-0.914*

** , significant level 0.01; * , significant level 0.05

ように最大応力, 最大ひずみ, 貯蔵弾性率と正の相関, 損失正切と負の相関を示す一方, 茹で麺のなめらかさは最大応力, みかけ弾性率, 貯蔵弾性率と正の相関, 損失正切と負の相関を示した。茹で麺の総合評点は最大応力, 最大ひずみ, みかけ弾性率, 貯蔵弾性率と正の相関, 損失正切と負の相関が認められた。したがって, 米麺に適する素材の選択に当たってはこれらの物性値が素材選択の指標の一端になるものと考えられる。

4. 結 論

本研究では, アミロース含量の異なる国産と中国産の6品種の米をそれぞれ原料として, 副材料を添加せずに米粉100%の米麺を試作し, 米粉の理化学特性値と茹で麺物性値および茹で麺物性値と官能評価結果の相関関係を求める一方, 茹で麺品質の比較検討を行い以下の知見を得た。

(1) 米粉のアミロース含量は茹で麺物性に大きな影響を与える因子であり, 茹で麺の破断応力, みかけ弾性率, 貯蔵弾性率と正の相関, 損失正接と負の相関が認められた。とくに, 米粉のRVAの糊化特性値セットバックは茹で麺の全ての物性測定値と相関が認められ, 茹で麺物性に対して最も重要な指標であることが明らかになった。

(2) 米麺の $L^* \cdot a^* \cdot b^*$ は米品種により有意差が認められた。中国産の中早22号の茹で麺の L^* と b^* は最も高い値を示し, a^* は日本産の夢十色の茹で麺が最も高い値を示した。本研究で試作したすべての米麺は小麦麺に比べ, L^* と a^* が有意に高く b^* が有意に低い値を示し, 米麺は小麦麺に比べ明度が高い一方, 緑色成分と黄色成分は低い傾向を示すことが明らかになった。

(3) 茹で麺の官能評価の総合評点は最大応力, 最大ひずみ, みかけ弾性率, 貯蔵弾性率と正の相関, 損失正接と負の相関が認められたことから, 米麺に適する素材の選択に当たってはこれらの物性値が素材選択の指標の一端になるものと考えられた。また, 官能評価の結果, 高アミロース米の一種である夢十色は, すでに米麺素材として中国において実績のある中早22号に劣らず他

の国産米に比べ米麺素材として好ましいと考えられた。

5. 参 考 文 献

- [1] 山田進, 秋本隆司; ライスヌードルの物性改善. 新潟県食品研究所研究報告, **25**, 41-44 (1990).
- [2] 長尾慶子, 喜多記子; ジャボニカ種米粉麺の調整とその力学特性ならびに官能評価の検討. 農業機械学会誌, **69**, 17-21 (2007).
- [3] 石井修一, 江川和徳, 斉藤昭三; ライス, ヌードルの製造条件について. 新潟県食品研究所研究報告, **17**, 33-36 (1980).
- [4] 対崎岩夫, 小野寺隆, 伊藤啓夫; 新形質米の高度利用化の研究 新形質米の他用途性の開発. 宮城県工業技術センター, 27, 64-68 (1996).
- [5] B. O. JULIANO; A simplified assay for milled-rice amylase. Cereal science Today, **16**, 334-340 (1971).
- [6] American Association of Cereal Chemists. Approved Methods of the AACC, Method 46-30, Final approval November 8, 1995, reapproval November 3, 1999.
- [7] 豊島英親, 岡留博司, 大坪研一ら; ラビット・ビスコ・アナライザーによる米粉粘度特性の微量迅速測定方法に関する共同試験. 日本食品科学工学会誌, **44**, 579-584 (1997).
- [8] A. M. Hermansson, K. Svegmak; Developments in the understanding of starch functionality. Trends in Food Sci & Tech, **7**, 345-353 (1996).
- [9] 平俊雄, 庄司一郎; たんぱく質の除去が精米粉の膨潤度と溶解度に与える影響. 日本食品科学工学会誌, **47**, 638-641 (2000).
- [10] Hamaker, B. R., Griffin, V. K.; Changing the viscoelastic properties of cooked rice through protein disruption. Cereal Chemistry, **67**, 261-264 (1990).
- [11] 乙部和紀, 内藤成弘, 杉山純一, 菊池祐二; 米飯の動的粘弾性と官能評価. 日本食品科学工学会誌, **42**, 12-19 (1995).
- [12] 吉井洋一, 乙部和紀, 杉山純一; 動的粘弾性測定による米飯の品種特性の解明. 日本食品科学工学会誌, **40**, 236-243 (1993).

- [13] 谷藤健, 金子成延, 松倉潮;小麦のデンプンおよびグルテンの特性がゆでめんのテクスチャーに及ぼす影響. 日本食品科学工学会誌, **50**, 333-338 (2003).
- [14] 柴田茂久, 今井徹, 稲荷佐登美;乾めんの貯蔵に関する研究. 日本食品工学会誌, **25**, 57-65 (1978).
- [15] 穴戸功一, 江川和徳, 諸橋敬子, 泉田又蔵, 山田進;酵素処理米粉を利用した製麺. 新潟県食品研究所研究報告, **28**, 1-6 (1993).

引用 URL

- [i] <http://www.okomeramen.co.jp/manufacture.html>
(2006.5)

要 旨

国産と中国産のアミロース含量の異なる6品種の米をそれぞれ原料とし、糊化生地と生地の混和により米粉100%の米麺を試作した。米粉の理化学特性値と茹で麺物性値および茹で麺物性値と官能評価の相関関係を求める一方、茹で麺品質の比較検討を行った。その結果、アミロース含量は茹で麺物性に大きな影響を与える要素であり、茹で麺の破断応力・見掛け弾性率・貯蔵弾性率と正の相関、損失正接と負の相関が認められた。また、米粉のRVAの糊化特性値セットバックは茹で麺の全ての物性値との相関が認められ、茹で麺物性において最も重要な指標であることが明らかになった。一方、官能評価の総合評点は茹で麺の破断応力、破断ひずみ、見掛け弾性率、貯蔵弾性率と正の相関、損失正接と負の相関が認められるとともに、国産の夢十色は中国産の中早22号に劣らず、米麺素材として他の国産米に比べて優れていることが明らかとなった。