

## とろろを用いたゲル-ゾル混合系食物の 物性と飲み込み特性

川野 亜紀, 細田 千晴\*, 高橋 智子\*\*, 大越 ひろ

(日本女子大学家政学部, \* 麹町学園女子中高, \*\* 十文字学園女子大学人間生活学部)

原稿受付平成 17 年 9 月 2 日; 原稿受理平成 17 年 11 月 28 日

### Physical Properties and Swallowing Characteristics of a Mixed Gel-Sol Food Based on Grated Yam

Aki KAWANO, Chiharu HOSODA, \* Tomoko TAKAHASHI\*\* and Hiro OGOSHI

*Faculty of Home Economics, Japan Women's University, Bunkyo-ku, Tokyo 112-8681*

*\* Kojimachi-Gakuen Girl's Junior and Senior High School, Chiyoda-ku, Tokyo 102-0083*

*\*\* Faculty of Human Life, Jumonji University, Niiza, Saitama 352-0006*

Mixed gel-sol samples were prepared by mixing yam gel with grated yam sol. The sol samples were prepared to five different levels of hardness: those resembling salad oil, yogurt, mayonnaise, grated yamatoimo, and mashed potato. The lowest hardness of the mixed gel-sol samples was achieved from the sol samples with a hardness similar to that of yogurt or mashed potato. The higher the concentration of the sol used in the sample, the higher were the values for the "adhesive energy" and "cohesiveness." The results of a sensory evaluation of the mixed gel-sol samples revealed that the higher the concentration of the sol used in the mixed sample, the more likely it was to be evaluated as "sticky" and "cohesive." The samples made from the sols similar in hardness to mayonnaise or grated yamatoimo were evaluated as the easiest to swallow. The samples made from the sols similar in hardness to yogurt or mayonnaise were rated having less "residual feeling in the mouth." The sensory evaluation comparing gel sample alone with mixed gel-sol samples revealed that those samples in which the gel was covered with the sol were more likely to be evaluated as "soft" and having less "residual feeling in the mouth" than sample of the gel alone.

(Received September 2, 2005; Accepted in revised form November 28, 2005)

**Keywords:** mixed gel-sol food ゲル-ゾル混合食物, grated yam とろろ, minced food きざみ食, physical properties 物性, swallowing characteristics 飲み込み特性.

### 1. 緒 言

咀嚼や嚥下機能に障害をもつ人のための食事として、高齢者施設における食事の主流となっている「きざみ食」は、咀嚼機能を補うためには有効であるが、まとまりが悪いため食塊形成が難しく誤嚥などの誘因となる危険性<sup>1)</sup>や、介助の立場からはまとまりの悪さから食事介助しにくいことが指摘されている。しかしながら、「きざみ食」への高齢者自身からの要望は高いため、「きざみ食」を安全に提供する工夫が必要となる。固形物を咀嚼して飲み込む際にまとまりやすく、喉ごしがよくなる料理例として、山かけやあんかけがある。きざみ食などの固体状食品に増粘剤を付与した場合の

レオロジー的性質と嗜好性への影響について、吉村らは、種類の異なる増粘剤<sup>2)</sup>、また濃度の異なる増粘剤<sup>3)</sup>を用いて検討を行っている。本研究では、刺身の山かけやとろろご飯のもつ喉ごしのよさに着目し、とろろを用いて検討を行った。とろろをゾルとし、長芋を立方体に成形し、蒸したものをゲルとしてゲル-ゾル混合試料を調製し、力学的特性および官能評価により、きざみ食へのとろろ(あん)の有効性を検討した。

## 2. 実験方法

### (1) 試料調製

#### 1) ゲル

ゲルとして、青森県六ヶ所村産の長芋 (JA とうほく天間, 等級 SA) を用いた。

官能評価および破断応力測定用として、長芋を 4 mm の立方体に成形し、テクスチャー特性測定用として、20 mm×20 mm×15 mm の直方体に成形した。成形長芋をクッキングシートを敷いた蒸し器で 13 分加熱し、15 分間室温 (25±2℃) に放冷し、さらに 20℃ 恒温機で 30 分間放置したものを長芋ゲル (以下ゲル) とした。

#### 2) ゼル

ゼルは、蒸留水に大和芋粉末「フリーズドライ粉末やまいも」(㈱ヤマトフーズ) を添加し、調製した。山芋粉末濃度は、高橋ら<sup>4)</sup>の研究に準じ、予備実験で確認を行った市販食品を硬さの基準として用いた。すなわち、サラダオイル (S1: 2×10<sup>2</sup> N/m<sup>2</sup>)、プレーンヨーグルト (S2: 5×10<sup>2</sup> N/m<sup>2</sup>)、マヨネーズおよび長芋とろろ (S3: 1×10<sup>3</sup> N/m<sup>2</sup>)、大和芋とろろ (S4: 2×10<sup>3</sup> N/m<sup>2</sup>)、マッシュポテト (S5: 4×10<sup>3</sup> N/m<sup>2</sup>) の硬さに設定し、Table 1 に示す濃度で外割添加とした。また、官能評価の試料にも用いるため、添加の影響が少なく、味覚的にも良好と考えられる薄口醤油 (ヒガシマル醤油) を全体量の 5% 添加した。電圧調節器 (40 V) につないだフードミルで 2 分間攪拌後、20℃ の恒温機に 30 分間静置したものをゼル (以下ゼル) とした。

#### 3) ゲル-ゼル混合試料

4 mm 立方体のゲルおよび Table 1 で示す 5 種のゼルを重量比 1:1 で混合し、5 種のゲル-ゼル混合試料を調製した。Table 1 で示す S1, S2, S3, S4 および S5 のゼルを用いた混合試料を各々 M1, M2, M3, M4 および M5 とした。

### (2) 力学的特性の測定

#### 1) 破断応力

ゲル-ゼル混合試料に用いた 4 mm 立方体のゲルについて破断応力の測定には、レオナー (model-RE-

33005: 山電) を使用した。奥歯での咀嚼を想定し、直径 8 mm の円柱型プランジャーを用い、圧縮速度 0.05 mm/s, 圧縮量を 90% とした。得られた破断曲線より破断応力を求めた。

#### 2) テクスチャー特性

テクスチャー特性の測定は、破断応力測定と同様レオナーにより測定した。

ゼルおよびゲル-ゼル混合試料は、内径 55 mm のサンプルケースに厚さ 15 mm に充填し、直径 40 mm のディスク型プランジャーを用いて測定を行った。ゲルの測定には、厚さ 15 mm で、直径 8 mm の円柱型プランジャーを用いた。いずれもクリアランス 5 mm, 10 mm/s の定速 2 回圧縮運動により試料の圧縮を行い、テクスチャー記録曲線を得た。大越ら<sup>5)</sup>の方法に準じ、テクスチャー記録曲線より硬さ、付着エネルギー、凝集性を求めた。

#### 3) 動的粘弾性

ゼルの動的粘弾性は、ARES100FRT-N1 (Rheometric Far East Ltd., Tokyo, Japan) により、直径 50 mm の平行板治具を用い、ギャップ (試料厚) 2 mm, 測定温度 20℃ で測定した。歪み依存性は周波数 10 rad/s, 歪み量 0.01~600% までの測定を行った。周波数依存性は、歪み量 0.05, 0.1% において、周波数 0.1~100 rad/s までの測定を行った。

#### 4) 降伏応力

ゼルの降伏応力の測定は、コーンプレート型回転粘度計 (RE 550: 東機産業 ㈱) により、0.8°×R 24 および 1°34′×R 24 コーンを使用し、パネ緩和法により行った。測定は既報<sup>6)</sup>に従い、行った。

### (3) 官能評価

官能評価は、ゼル 5 種およびゲル-ゼル混合試料 5 種についてはシェッフエの一対比較法を用い、原法による両極 7 点法により行った。ゲル単体とゲル-ゼル混合試料の官能評価には、順位法を用いた。

#### 1) ゼルおよびゲル-ゼル混合試料

ゼル 5 種類に対するシェッフエの一対比較原法による官能評価は、5 種類の試料を 2 つずつ組にし、パネリストに任意の組を試食してもらい、先に食べた試料

Table 1. Concentration of freeze-dried yamatoimo in a sol sample and hardness of the sol

Sol sample	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5
Hardness (N/m <sup>2</sup> )	2×10 <sup>2</sup>	5×10 <sup>2</sup>	1×10 <sup>3</sup>	2×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>
Concentration (%)	9.92	15.7	22.2	31.4	44.5

を基準に後で食べた試料を評価してもらった。順序効果を考慮し、主効果の検出力をよくするため、試料間での試食の繰り返しはしないものとした。評価項目は、「かたさ (-3 やわらかい ↔ +3 かたい)」「べたつき感 (-3 少ない ↔ +3 多い)」「まとまり感 (-3 まとまり感がない ↔ +3 まとまり感がある)」「飲み込み易さ (-3 飲み込みにくい ↔ +3 飲み込み易い)」「残留感 (-3 少ない ↔ +3 多い)」の5項目である。ゲル-ゾル混合試料5種類についても同様に行った。

パネルは本学学生のべ120名、室温20℃の個室法により行った。試料はプラスチックスプーンにゾルは約3g、ゲル-ゾル混合試料はゲルおよびゾルを約1.5gずつスプーン上で混合し、一口で食べて評価してもらった。

2) ゲルとゲル-ゾル混合試料

ゲル単体とゲル-ゾル混合試料2種(サラダオイル程度およびマヨネーズ程度の硬さに調整したゾルを用いた混合試料(M1およびM3))の計3種類の試料の官能評価は順位法により行い、3種類の試料を提示し、任意に割り当てた試食順序を指示し、評価を試料ごとに順位で記入してもらった。評価項目は、「かたさ(かたいもの1位)」「べたつき感(べたつくもの1位)」「まとまり感(まとまり感のあるもの1位)」「飲み込み易さ(飲み込み易いもの1位)」「残留感(残留感のあるもの1位)」の5項目である。

パネルは本学学生のべ12名、室温20℃の個室法により行った。試料は前述のゾルおよびゲル-ゾル混合試料の官能評価に準じ、プラスチックスプーンにゲル

は約3g、ゲル-ゾル混合試料はゲルおよびゾルを約1.5gずつスプーン上で混合し、一口で食べて評価してもらった。

(4) 統計処理

力学的特性の試料間の差の検定にはt-testを用いた。

3. 結果および考察

(1) ゲルの客観的特性

1) 破断応力

ゲル-ゾル混合試料に用いた4mm立方体のゲルの破断応力は $1.08(\pm 0.14) \times 10^5 \text{ N/m}^2$ であった。

2) テクスチャー特性

ゲルのテクスチャー特性の硬さは $1.00(\pm 1.03) \times 10^5 \text{ N/m}^2$ 、付着エネルギーは $3.14(\pm 0.25) \times 10^3 \text{ J/m}^3$ 、凝集性は $0.14(\pm 0.02)$ であった。

(2) ゼルの客観的特性

1) テクスチャー特性

Fig. 1に山芋粉末添加濃度とゾルのテクスチャー特性の関係を示した。硬さおよび付着エネルギーの値は粉末山芋添加濃度が増加するにつれ高値を示した。また、すべての試料間に有意差( $p < 0.01$ )が認められ、硬さが高くなるほど付着エネルギーが増加した。凝集性は、ヨーグルト(S2)、マヨネーズ(S3)、大和芋とろろ(S4)程度の硬さのゾルの間に有意差は認められなかったが、粉末山芋の添加濃度、すなわち、硬さおよび付着エネルギーが増すほど低い値を示した。

2) 動的粘弾性

ゾルの貯蔵弾性率 $G'$ の歪み依存性の測定結果を

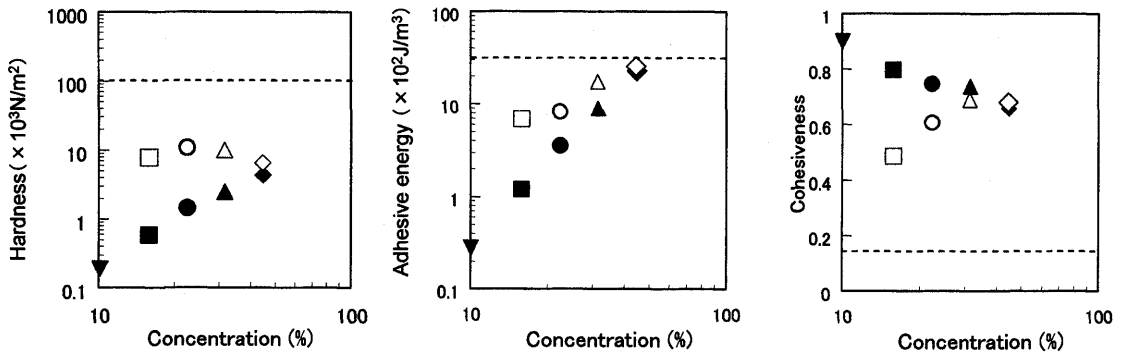


Fig. 1. Textural properties of the sol samples and mixed gel-sol samples

Filled symbols: sol samples (▼S1, ■S2, ●S3, ▲S4, ◆S5). Unfilled symbols: mixed gel-sol samples (□M2, ○M3, △M4, ◇M5). S1, S2, S3, S4 and S5 are the sol samples shown in Table 1. M1, M2, M3, M4 and M5 are the mixed gel-sol samples respectively using sol samples S1, S2, S3, S4 and S5. The concentration is the proportion of freeze-dried yamatoimo in a sol sample. --- Textural properties of the gel sample.

Table 2. Limit point for strain  $\gamma$  showing linear viscoelasticity  $G'$  in a sol sample

Sol sample	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5
Limit point (%)	5.02	4.86	2.55	0.64	0.20

S 1, S 2, S 3, S 4 and S 5 are the sol samples shown in Table 1.

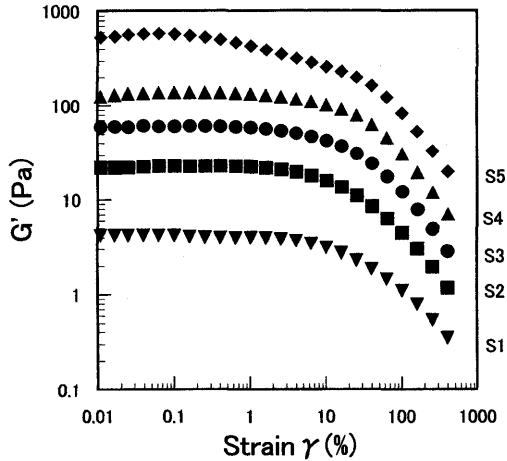


Fig. 2. Strain versus  $G'$  for the sol samples

▼S 1, ■S 2, ●S 3, ▲S 4, ◆S 5, S 1, S 2, S 3, S 4 and S 5 are the sol samples shown in Table 1.

Fig. 2 に示した. いずれの試料も  $G'$  が一定値を示す線形領域より  $G'$  が減衰する非線形領域へと変化した. 既報<sup>7)</sup> に準じ, この変曲点を臨界歪み点 (%) として算出し, Table 2 に示した. 測定した歪み量の範囲では, 弾性要素である  $G'$  は濃度の高い硬いゾルほど高い値を示し, 臨界歪み点は小さくなる傾向がみられた. すなわち, 硬いゾルほど弾性要素が強く, 歪み依存性が大きくなる傾向が示されている.

ゾルの貯蔵弾性率  $G'$  と損失正接  $\tan \delta$  の周波数依存性の測定結果を Fig. 3 に示した. いずれの試料も周波数の減少に伴い  $G'$  も減衰し, 弾性要素に対する粘性要素の割合の指標となる損失正接  $\tan \delta$  は, マヨネーズ (S 3), 大和芋とろろ (S 4), マッシュポテト (S 5) 程度の硬さの試料が, 測定周波数領域において低値となり, これらの試料では弾性要素の割合が大きいことが示唆された.

### 3) 降伏応力

バネ緩和法により得られたゾル試料のバネ緩和記録曲線からずり速度およびずり応力を算出し, Casson の方法を適用し<sup>8)</sup>, 降伏応力  $S_y$  を求め Table 3 に示した. 降伏応力  $S_y$  は濃度の高いゾルほど高い値を示

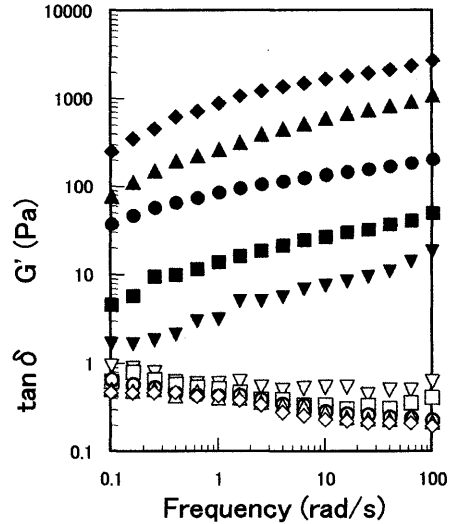


Fig. 3. Frequency versus  $G'$  and  $\tan \delta$  for the sol samples

Filled symbols:  $G'$  (▼S 1, ■S 2, ●S 3, ▲S 4, ◆S 5). Unfilled symbols:  $\tan \delta$  (▽S 1, □S 2, ○S 3, △S 4, ◇S 5). S 1, S 2, S 3, S 4 and S 5 are the sol samples shown in Table 1.

Table 3. Yield stress of the sol samples

Sol sample	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5
Yield stress (N/m <sup>2</sup> )	3.76	5.52	7.24	12.0	23.0

S 1, S 2, S 3, S 4 and S 5 are the sol samples shown in Table 1.

し, すべりだしにくいゾルであるといえる.

### (3) ゲル-ゾル混合試料の客観的特性

#### 1) テクスチャー特性

濃度の最も低いサラダオイル程度のゾルを用いた混合試料 (M 1) は, 本研究で用いた測定機器においては測定不能のため結果には示さなかった. ゲルをまとめてプランジャーの接触からよける力がなく, 多数のゲルを押さえてしまうことにより測定不能になったと推察する. 測定可能な 4 試料について結果を Fig. 1 にゾルの結果とあわせて示した.

混合試料の硬さは, 測定可能な 4 試料において, ヨーグルト程度のゾルを用いた試料 (M 2) とマッシュポ

Table 4. Average scores based on Sheffé's paired comparison, and *F* value for the analysis of variance in the sensory evaluation

	Among five sol samples						Significance	Among five mixed gel-sol samples						
	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	<i>F</i>		M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	<i>F</i>	Significance
Firmness	-1.48	-0.92	-0.08	0.80	1.68	177	**	-0.17	-0.08	-0.15	0.05	0.35	0.99	n.s.
Thickness	-1.70	-0.77	0.12	0.67	1.68	184	**	-1.47	-0.70	-0.08	0.80	1.45	79.3	**
Cohesion in the mouth	-0.62	-0.28	0.52	0.43	-0.05	5.84	**	-1.22	-0.53	0.07	0.72	0.97	31.7	**
Ease of swallowing	-0.07	0.42	0.52	-0.03	-0.83	9.44	**	-0.68	-0.07	0.32	0.48	-0.05	6.46	**
Remaining in the mouth	-1.28	-0.52	0.12	0.42	1.27	52.4	**	0.15	-0.33	-0.37	0.05	0.50	3.46	*

S 1, S 2, S 3, S 4 and S 5 are the sol samples shown in Table 1. M 1, M 2, M 3, M 4 and M 5 are the respective mixed gel-sol samples using sol samples S 1, S 2, S 3, S 4 and S 5. \**p*<0.05, \*\**p*<0.01, n.s. not significant.

テト程度のゾルを用いた試料 (M 5) のときに低値を示した。付着エネルギーおよび凝集性では、硬いゾルを用いた混合試料ほど高値を示す傾向が認められた。いずれのゾルを混合した場合にも、ゲルのみよりも硬さおよび付着エネルギーは低値を示し、凝集性は高値を示したことは、べたつかず、しかもまとまりやすさが向上したということであり、きざみ食へのあんの有効性が示された。また、サラダオイル程度のゾルを用いた試料 (M 1) では 4 mm 立方体ゲルが重なりあい、プランジャーの圧縮できわめて高値を示す (測定不能) ことが明らかとなっている。しかし、同量のゲルを混合してある他の硬さのゾルを用いた混合試料では、測定が可能であることをあわせて考えると、ゾルがある程度の硬さと付着性を有することで、プランジャーの圧縮時にゾルがゲルをつつんで移動させることが可能になったと考えられる。このような推測に関しては、現在、よりやわらかい立方ゲルを用いて検証中である。既報<sup>9)</sup>において、本研究より硬さの低い寒天ゲル (硬さと対応のある破断応力  $2.85 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ ) と寒天ゾル (硬さ  $1 \sim 6 \times 10^2 \text{ N/m}^2$ ) を用いてゲル-ゾル混合試料を検討しているが、この場合も混合試料の硬さはゾルの硬さの影響を受けず、中間の硬さのゾルを用いた混合試料において低値を示した。

(4) 主観的特性 (官能評価)

ゾル 5 種およびゲル-ゾル混合試料 5 種の官能評価は、力学的特性との対応を検討することを目的としたため、精度のよいシェッフエの対比較法を用いた。また、ゲルとゲル-ゾル混合試料の官能評価は、きざみ食への対応を考慮し、高齢者との比較を行うことを考慮して順位法により行った。

1) ゾル試料

各評価項目に対する評点の平均推定値、および主効果の検定結果を Table 4 に、各試料の平均推定値の差の検定結果を Fig. 4 に示した。

すべての項目で主効果に有意差が認められた (Table 4)。

口中で感じるかたさおよびべたつき感 (Fig. 4) は、すべての試料間で有意差が認められ、濃度の高い試料ほどかたく、べたつき感が多いと評価された。まとまり感、中濃度の、マヨネーズ程度 (S 3) と大和芋とろろ程度 (S 4) の試料がまとまり感があると評価され、いずれの試料もサラダオイル程度の試料 (S 1) との間に、またマヨネーズ程度の試料 (S 3) はヨーグルト程度の試料 (S 2) との間にも有意差が認められた。飲み込み易さは、ヨーグルト程度 (S 2) およびマヨネーズ程度 (S 3) の試料が飲み込み易いと評価され、最も高濃度のマッシュポテト程度 (S 5) との間に有意差が認められた。残留感、中濃度の、マヨネーズ程度 (S 3) と大和芋とろろ程度 (S 4) の試料間では有意差が認められなかったが、その他の試料間では有意差が認められ、濃度の高い試料ほど残留感が多いと評価された。

かたさ、べたつき感、残留感、濃度の高い、すなわち硬さ、付着エネルギー、貯蔵弾性率、降伏応力が高く、凝集性の低い試料ほど、口中でかたく、べたつき感および残留感が多いと評価された。

2) ゲル-ゾル混合試料

各評価項目に対する評点の平均推定値、および主効果の検定結果をゾルの結果とあわせて Table 4 に、各試料の平均推定値の差の検定結果を Fig. 4 にゾルの結果とあわせて示した。

混合試料のかたさにのみ、主効果に有意差が認められなかったが、べたつき感、まとまり感、飲み込み易さ、残留感には主効果に有意差が認められた (Table 4)。

Fig. 4 より、べたつき感、まとまり感、飲み込み易さはすべての試料間で有意差が認められ、用いたゾル試料の濃度の高い試料ほどべたつき感が多いと評価された。まとまり感、ヨーグ

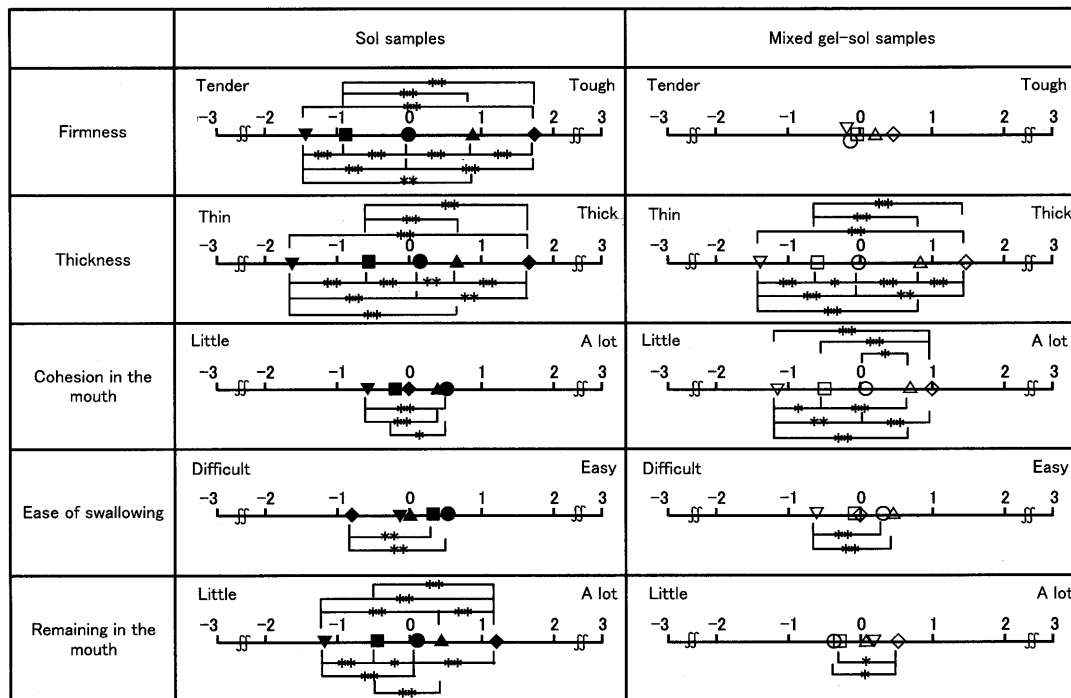


Fig. 4. Result of the sensory evaluation by Sheffé's paired comparison

Filled symbols: sol samples (▼S1, ■S2, ●S3, ▲S4, ◆S5). Unfilled symbols: mixed gel-sol samples (▽M1, □M2, ○M3, △M4, ◇M5). S1, S2, S3, S4 and S5 are the sol samples shown in Table 1. M1, M2, M3, M4 and M5 are the respective mixed gel-sol samples using sol samples S1, S2, S3, S4 and S5. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .

ルト程度 (M2) とマヨネーズ程度 (M3), 大和芋とろろ程度 (M4) とマッシュポテト程度 (M5) のゾルを用いた試料間には有意差は認められなかった。しかし, 他の試料間には有意差が認められ, 用いたゾル濃度の高い試料ほどまとまり感があると評価された。飲み込み易さは, 中濃度ゾル, すなわちマヨネーズ (M3), 大和芋とろろ (M4) 程度のゾルを用いた混合試料が飲み込み易いと評価され, サラダオイル程度のゾルを用いた混合試料 (M1) と有意差が認められた。残留感は, ヨーグルト程度 (M2) およびマヨネーズ (M3) 程度のゾルを用いた混合試料が少なく, マッシュポテト程度のゾルを用いた混合試料 (M5) との間有意差が認められた。

かたさの項目は主効果には有意差が認められず, このことは, テクスチャー特性の硬さと同様の傾向であり, 混合試料にすることで試料間の硬さが近似したことを示している。すなわち, 4 mm 立方体のゲルを混合することで, ゲルの硬さがかたさとして認識され, ゾルの硬さが影響しなかったといえよう。べたつき感

およびまとまり感は, 高濃度ゾルを用いた混合試料, すなわち, 附着エネルギーが高く, 凝集性の高い混合試料ほど, べたつきまとまり感があると評価された。

べたつき感の項目において, ゾル試料間の官能評価と混合試料間の官能評価で同様の傾向が認められ, べたつくと評価されたゾル試料を用いた混合試料ほどべたつくと評価された。すなわち, べたつき感はゾル試料を認識していると考えられる。その他の項目においては, ゾル試料の官能評価結果と混合試料の官能評価結果に同様の傾向は認められず, 混合試料におけるかたさ, まとまり感, 飲み込み易さ, 残留感の評価は, ゲルが加わることでゾル試料の評価とは異なることが明らかとなった。

かたさやべたつき感は, 口腔内に入れてから短時間で評価していると考えられ, ゾル試料および混合試料のいずれも客観的特性を反映し, ゾル試料のように咀嚼による唾液の影響の少ない場合には残留感においても客観的特性を反映しているといえよう。また, まとまり感や飲み込み易さには, 適切な物性の範囲がある

Table 5. Rank sums obtained by ranking, and *F* value for the analysis of the Friedman test

	Among a gel sample and two mixed gel-sol samples				Significance
	Gel	M 1	M 3	<i>F</i>	
Firmness	12	30	30	18.0	**
Thickness	35	23	14	18.5	**
Cohesion in the mouth	34	26	12	20.7	**
Ease of swallowing	34	25	13	18.5	**
Remaining in the mouth	16	26	30	8.70	**

M 1 and M 3 are the respective mixed gel-sol samples using sol samples S 1 and S 3. S 1 and S 3 are the sol samples shown in Table 1. \*\*  $p < 0.01$ .

と推察される。

混合試料においては、ゲル試料を咀嚼するため唾液が混合あるいは表面を潤し、ゾルが希釈された可能性があり、濃度の低いゾルを用いた混合試料ではさらにまとまり感や飲み込み易さが低下するが、逆に、濃度の高いゾルを用いた混合試料ではゾルが希釈されむしろ、まとまり感があり飲み込み易くなると推察される。しかし、大和芋とろろやマッシュポテト程度のゾルを用いた場合は、ゾルに唾液が混合するというよりも、咀嚼という動作で唾液がよりよく出て、表面を潤すためすべりがよくなるとも考えられる。混合試料での残留感においても濃度の高いゾルは咀嚼することで同様に唾液により表面が潤され、5つの試料間の差が少なくなったのではないかと考えられる。また、混合試料は、ゾルの量がゾル単独の半量なため、5つの試料間の差が小さくなったことも残留感に影響を与えた可能性も示唆される。

3) ゲルおよびゲル-ゾル混合試料

ゲル試料、ゲル-ゾル混合2試料（サラダオイル程度およびマヨネーズ程度の硬さに調整したゾルを用いた混合試料（M 1およびM 3）の計3試料での順位法を用いた官能評価より得られた順位合計と、フリードマンテストの検定結果を Table 5 に示した。さらに2試料間の差について正規分布による近似を用いて検定を行い（ISO 8587:1988, Sensory analysis-Methodology-Ranking), 結果を Fig. 5 に示した。すべての項目において、主効果に危険率1%で有意差が認められた (Table 5)。

ゲルは、ゲル-ゾル混合2試料に比べ有意にかたく、べたつき感が少なく、残留感があると評価された

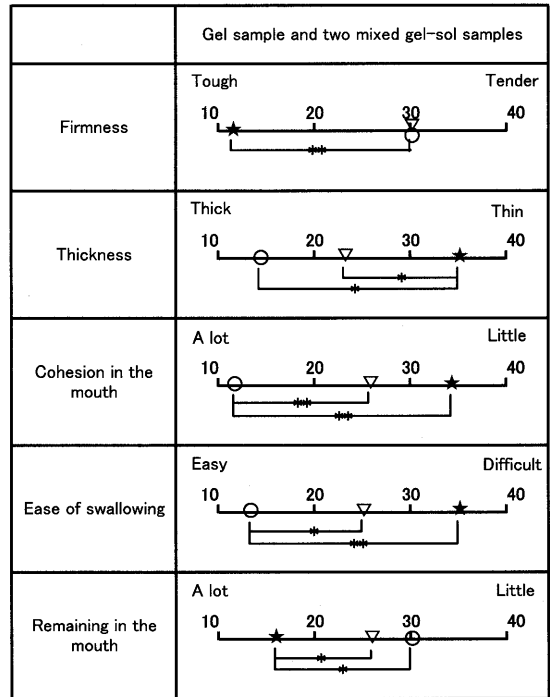


Fig. 5. Result of the sensory evaluation by ranking Unfilled symbols: mixed gel-sol samples (▽M 1, ○M 3), ★ gel sample. M 1 and M 3 are the respective mixed gel-sol samples using sol samples S 1 and S 3. S 1 and S 3 are the sol samples shown in Table 1. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .

(Fig. 5). また、まとまり感および飲み込み易さの項目では、マヨネーズ程度の硬さのゾルを用いた混合試料（M 3）が他の2試料（ゲルおよびサラダオイル程度の硬さのゾルを用いた混合試料（M 1））に比べ

とまり感があり、また飲み込み易いと評価された。すなわち、ゲルをある程度の硬さのあるゾルで覆うことにより、ゲル単独のときよりも有意にやわらかく感じられ、また、ゾルの混合は、残留感が少なくなることが示された。すなわち、ゲルはマヨネーズ程度の硬さや粘度をもつゾルでまとめると、まとまりよく、飲み込み易くする働きがあることが明らかとなった。

以上の結果より次のことがいえる。

ゾルおよび混合試料の客観的特性におけるテクスチャー特性の硬さ、付着エネルギーは、ゾルおよび混合試料の主観的特性のかたさ、べたつき感、ゾルにおいては残留感と対応することがわかった。また、まとまり感、飲み込み易さには適した範囲があると考えられる。

また、ゲルにゾルを混合することにより、ゲルのみよりもべたつき感は増すが、やわらかく、まとまりよく、飲み込み易く、残留感が少ないと評価されたことから、きざみ食をより安全に喫食するための調理法として、あんをかけることの有効性が示唆された。ただし、硬さの低いサラダオイル程度の硬さのゾルでは効果がなく、最も飲み込み易い混合試料はある程度の硬さをもつゾルが適していることが示唆された。すなわち、本研究に用いたゲル程度の硬さのきざみ食においては、マヨネーズ、大和芋とろろ程度の硬さに調整したゾルが、あんとしてより適するといえよう。

#### 4. 要 約

本研究では、きざみ食を安全に食べるための基礎的研究として、とろろの有効性を検討した。

(1) 山芋粉末と蒸留水で調製したゾル（とろろ）は、粉末濃度が増すほど硬さ、付着エネルギー、貯蔵弾性率  $G'$  および降伏応力  $S_y$  は高い値を示し、凝集性および臨界歪み点は低い値を示した。

(2) ゲル-ゾル混合試料は、硬さはヨーグルト程度のゾルとマッシュポテト程度のゾルを用いた試料のときに低値を示した。付着エネルギーおよび凝集性では、硬いゾルを用いた混合試料ほど高値を示す傾向が認められた。いずれのゾルを混合した場合にも、ゲルのみよりも硬さおよび付着エネルギーは低値を示し、凝集性は高値を示し、きざみ食へのあんの有効性が示された。

(3) ゾル 5 種において、濃度の高い試料ほど、官能評価においてもかたく、べたつき感および残留感が多いと評価された。中濃度の、マヨネーズ程度の試料がまとまり感があり飲み込み易いと評価された。

(4) ゲル-ゾル混合試料の官能評価結果より、高濃度ゾルを用いた混合試料ほど、べたつき、まとまり感があると評価された。中濃度ゾル、すなわちマヨネーズ、大和芋とろろ程度のゾルを用いた混合試料が飲み込み易いと評価され、ヨーグルトおよびマヨネーズ程度のゾルを用いた混合試料が残留感が少ないと評価された。

(5) ゲル試料、ゲル-ゾル混合 2 試料の計 3 試料での官能評価結果より、ゲルをゾルで覆うことにより、ゲル単独のときよりも有意にやわらかく、残留感が少なくなることが示された。本研究に用いたゲルはマヨネーズ程度の硬さや粘度をもつゾルでまとめると、まとまりよく、また飲み込み易くする働きがあることが明らかとなった。

本研究は、平成 16 年度科学研究費補助金（課題番号：16300239）により行われたものである。

試料をご供与いただきました JA とうほく天間、(株) ヤマトフーズに深謝いたします。

#### 引用文献

- 1) 大越ひろ：経口摂取困難な患者への安全な食品の物性、日本病院会雑誌、**47** (6)、99-108 (2000)
- 2) 吉村美紀、桑野稔子、田中満智子、西成勝好：きざみ食に付与した増粘剤のレオロジー的性質と嗜好特性について、日本咀嚼学会雑誌、**13** (1)、22-29 (2003)
- 3) 吉村美紀、桑野稔子、盛崎利恵、西成勝好：キサンタンガムを付与したきざみ食の嗜好特性について、日本咀嚼学会雑誌、**14** (2)、50-61 (2004)
- 4) 高橋智子、丸山彰子、大越ひろ：嚥下補助食品としての増粘剤の利便性について—テクスチャー特性及び官能評価からの検討—、栄養学雑誌、**55** (5)、253-262 (1997)
- 5) 大越ひろ、中濱信子、森高初恵：『おいしさのレオロジー』、弘学出版、東京、62-70 (1997)
- 6) 高橋智子、川野亜紀、大越ひろ、大塚義顕、向井美恵：粘稠なムース状食品の力学的特性—飲み込み特性と舌運動の関係、日摂食嚥下リハ会誌、**4**、3-10 (2000)
- 7) Takahashi, T., Ogoshi, H., Miyamoto, K., and Yao, M.: Viscoelastic Properties of Commercial Plain Yoghurt and Trial Foods for Swallowing Disorders, *NIHON REOROJI GAKKAISHI*, **27** (3), 169-172 (1999)
- 8) 高橋智子、大越ひろ：粘稠な液状食品の飲み込み特性と力学的特性の関係、家政誌、**50** (4)、333-339 (1999)
- 9) 平塚陽子、川野亜紀、高橋智子、大越ひろ：ゲル-ゾル混合モデル系試料の力学的特性と飲み込み特性、家政誌、**55** (5)、381-388 (2004)