

粘稠な液状食品の飲み込み特性と力学的特性の関係

高橋 智子, 大越 ひろ

(日本女子大学家政学部)

原稿受付平成10年4月30日; 原稿受理平成10年12月10日

Effect of Thickener Characteristics on the Swallowing of Liquid Food

Tomoko TAKAHASHI and Hiro OGOSHI

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

The swallowing characteristics evaluated by a sensory test and the physical characteristics of textural properties, flow behavior and dynamic viscoelasticity were compared between two types of common liquid foods. One of them had modified starch and the other had guar gum added as the commercial thickening agents. The hardness of each food was adjusted to a value similar to that of plain yoghurt. The apparent viscosity of the modified starch type was lower than that of the guar gum type at a shear rate of 19.15 s^{-1} . Yield stress and storage modulus of the modified starch type were lower than those of the guar gum type. The loss tangent of the modified starch type was larger than that of the guar gum type. The liquid foods of the modified starch type were thinner, easier to swallow and less remained in the mouth than those of the guar gum type.

Multiple-regression analyses indicated that the swallowing characteristics largely depended on the thickness and on the storage modulus of dynamic viscoelasticity.

(Received April 30, 1998; Accepted in revised form December 10, 1998)

Keywords: swallowing characteristics 飲み込み特性, physical properties 力学的特性, texture テクスチャー, viscosity 粘度, dynamic viscoelasticity 動的粘弾性, regression analysis 回帰分析.

1. 緒 言

粘稠な液状食品の物性と口内感覚の関係を捉えるサイコロロジック的研究が先行研究として多くなされている。たとえば, Szczesniak and Farkas (1962) は, 粘稠性食品の流動特性と粘つき感について検討し, Wood (1968) は, 人は液状食品の粘性をずり速度 $50 \text{ (s}^{-1}\text{)}$ 程度で知覚すると報告している。また, Sherman (1977) は多様な液状食品について, 口中で知覚される粘性を, ずり応力とずり速度の範囲として示している。Morris and Taylor (1982) は, さらに測定ずり速度の範囲を拡大し, 液状食品の口中で知覚される粘性とずり速度の関係を報告している。Takahashi and Nakazawa (1991) は, 非ニュートン流体の口中における飲み込み特性を, 口蓋圧測定より得られた嚥下圧として数量化した。これらの報告の中で, ことに Szczesniak and Farkas (1962) はずり速度 $1 \text{ (s}^{-1}\text{)}$ において, 同程度の粘性率を有する液体の口中における粘つき感を比較し, ずり速度依存性の大きい液体は

ど人はさらりと感じていることを示している。

これらの一連の研究の報告を踏まえ, 本研究では健常者による飲み込み特性と力学的特性の関係を検討した。ただし, 本研究は, 嚥下に障害を持つ人のためのより望ましい食物のあり方を検討することであり, その力学的な基礎データを得るために, 対象を健常者とした。そこで, 液状食品に添加するだけで容易に粘度が発現する, 嚥下障害者支援のための補助食品である市販増粘剤を添加したものを試料とした(高橋等 1997)。粘稠な液状食品の力学特性の指標として, 比較的簡便に測定することができるテクスチャー特性の硬さを指標と考えた。ただし, 測定条件は厚生省が定めた高齢者用食品群別許可基準(厚生省 1994)に基づき決定した。本研究では, ヨーグルト程度の硬さにそろえた粘稠な液状食品の飲み込み特性を官能評価により検討し, 力学的特性をテクスチャー特性, 流動特性および動的粘弾性により検討した。ヨーグルト程度の硬さとした理由は, ヨーグルトが嚥下機能や摂食機

Table 1. Label ingredients of the commercial thickening agents

Ingredients	
Thickener	Other
A でんぷん, 増粘多糖類	
B 食物繊維(増粘多糖類)	デキストリン
C 加工澱粉	デキストリン
D コーンスターチ93%	マルトデキストリン7%

A, B, C and D are the commercial thickening agents that were tested.

能に障害をもつ人のリハビリテーションの初期における訓練食としてよく用いられ(尾本 1993), 比較的飲み込みやすい食品の一つと考えられているためである。

2. 実験方法

(1) 試料

液状食品に添加した4種の市販の増粘剤を原材料名表示とともに Table 1 に示した。用いた増粘剤の粘稠性発現の主原料は、表示によると増粘剤 A は増粘多糖類とでんぷん, 増粘剤 B は増粘多糖類である。増粘剤 A, B に共通する粘稠性発現物質は増粘多糖類であり, この物質は既報(高橋等 1997)より, グアガムと推測される。そこで, 以後グアガム系増粘剤と称す。増粘剤 C は加工澱粉, 増粘剤 D はコーンスターチと表示され, ともに粘稠性発現の主原料がデンプンである。以後デンプン系増粘剤と称する。

既報(高橋等 1997)の市販増粘剤の添加濃度と硬さの関係より, プレーンヨーグルト程度の硬さ($3.80 \sim 4.19 \times 10^2 \text{ N/m}^2$)になるように増粘剤の濃度を設定し(Table 2), 各液状食品へ添加して試料とした。ただし, グアガム系増粘剤 A, B を添加した試料をグアガム系試料, デンプン系増粘剤 C, D を添加した試料をデンプン系試料と称する。用いた液状食品は, 水(蒸留水), オレンジジュース(天然果汁ソフト Type POM, 愛媛県青果農業共同組合連合会), 牛乳(明治 3.5 牛乳, 明治乳業)および清汁(3%かつおだし, 食塩添加量 0.7%)の4種である。試料調製は既報(高橋等 1997)に従い, 20°C に設定した液状食品に増粘剤を振り入れ, 手で 60 回/min の速さで 1 min 混合し, 30 分間放置後試料とした。

(2) 力学的特性の測定

1) テクスチャー特性

テクスチャー特性の測定は, 厚生省が定めた高齢者

Table 2. Addition ratio of the commercial thickening agents to the liquid foods

	Addition ratio (w/v%)			
	Water	Milk	Juice	Clear soup
A	2.5	2.4	2.5	2.7
B	2.5	2.4	2.8	2.6
C	6.0	6.7	6.3	7.0
D	5.5	5.0	4.8	5.5

A, B, C and D are the commercial thickening agents. The addition ratio was adjusted to give a similar hardness to that of commercial plain yoghurt ($3.80 \sim 4.19 \times 10^2 \text{ N/m}^2$).

用食品群別許可基準に基づき行った。レオロメーター・マックス(RX-1700; アイテクノ製)を用い, 定速圧縮法により圧縮速度 10 mm/s で測定を行った。試料の厚さは 15 mm , クリアランスを 5 mm (圧縮量 10 mm) に設定し, プランジャーは直径 20 mm のアクリル樹脂製のものを用いた。測定温度は $20 \pm 2^\circ\text{C}$ である。

得られたテクスチャー記録曲線より, 大越の方法(大越 1995)に従い, プランジャー面積を考慮し, 硬さ H_a , 付着エネルギー E_a および凝集性 C_o を算出した。

2) 流動特性

流動特性はコーンプレート型回転粘度計(EMD 型, RU 型; 東機産業)を用い, $1^\circ 34'$ 標準コーンにより, 定速回転法による測定を行った。

Sherman (1977) はヨーグルトの粘性を経口評価する際のずり速度は $20 \text{ (s}^{-1}\text{)}$ 程度であると述べている。また, Morris and Taylor (1982) は粘稠な流動体の経口評価はずり速度 $10 \text{ (s}^{-1}\text{)}$ の粘性率と高い相関関係があることを示唆している。そこで, 測定ずり速度を $20 \text{ (s}^{-1}\text{)}$ 以下とし, 1.92, 3.83, 9.58, 19.15 (s^{-1}) の4段階における, ずり応力-時間曲線を求め, 120 s 後のずり応力を得た。測定温度は 20°C である。

得られたずり応力とずり速度を両対数グラフに示し, 指数回帰式(流動方程式)の定数である粘稠性係数 K および流動性指数 n を求めた。また, ずり応力の平方根とずり速度の平方根の関係を求め, Casson の関係式より降伏応力 S_y を求めた。

3) 動的粘弾性

動的粘弾性はレオログラフ-ゾル(東洋精機製作所製)を用い, 周波数 2.5 Hz , 振幅 $\pm 125 \mu\text{m}$ の正弦的

粘稠な液状食品の飲み込み特性と力学的特性の関係

振動を与え(赤羽等 1985), 測定を行った. 測定温度は 20℃である. 貯蔵弾性率 G' および損失弾性率 G'' を得, G' と G'' の関係より, 損失正接 $\tan \delta$ を得た.

(3) 官能評価

評価方法は, シェッフエの一对比較法の芳賀変法(芳賀 1962)により, 両極 7 点法を用いた. パネリストは, 訓練された本学食物学科学生 36 名 ($n=6$) とし, 試料の提示温度は 20℃とした. 評価項目および順序は, 舌触りのなめらかさ(-3:非常にざらつく ↔ +3:非常になめらか), 口中のべたつき感(-3:非常にざらりとしている ↔ +3:非常にべたつく), 飲み込みやすさ(-3:非常に飲み込みにくい ↔ +3:非常に飲み込みやすい) および口中の残留感(-3:非常に残留感が少ない ↔ +3:非常に残留感が多い) である.

3. 結果および考察

(1) 力学的特性

4 種の市販増粘剤をオレンジジュースに添加した試料の力学的特性, すなわちテクスチャー特性, 流動特性, 動的粘弾性の測定値について Table 3 に示した.

いずれの増粘剤を添加した試料もヨーグルト程度の硬さにそろえたため, テクスチャー特性の硬さ H_a はほぼ等しい値を示し, 試料間に有意差は認められなかった. また, 凝集性 Co も 4 試料間に有意な差が認められなかった. しかし, 付着エネルギー E_a については, グアガム系試料 (A および B) で高く, デンプン系試料 (C および D) では低い傾向を示している.

流動特性は, ずり速度 $19.15 \text{ (s}^{-1}\text{)}$ における粘性率 η , 粘稠性係数 K , 降伏応力 S_y のいずれの値も, グアガム系試料に比べ, デンプン系試料は有意 ($p < 0.01$) に低い値を示した. また, 流動性指数 n は, グアガム系試料 A, B がデンプン系試料 D に比べ有意 ($p < 0.01$) に高い値を示した.

一方, 動的粘弾性である貯蔵弾性率 G' はグアガム系試料はデンプン系試料に比べ, 有意 ($p < 0.01$) に高く, 逆に, 損失正接 $\tan \delta$ ではグアガム系試料の方が有意 ($p < 0.01$) に低い値を示した.

このように, 力学的特性においてグアガム系試料 2 種とデンプン系試料 2 種は異なる傾向を示した.

そこで, オレンジジュースを除く液状食品に増粘剤を添加した試料の力学的特性値を Fig. 1 に示し, 比較検討を行った.

テクスチャー特性の硬さは同程度の硬さにそろえた

Table 3. Physical properties of orange juice with the commercial thickening agents added

	Textural properties			Flow behavior			Dynamic viscoelasticity			
	H_a ($\times 10^3 \text{ N/m}^2$)	Co	E_a ($\times 10 \text{ J/m}^3$)	η (Pa·s)	K ($\times 10 \text{ N/m}^{-2}\cdot\text{s}^n$)	n	S_y ($\times 10 \text{ N/m}^2$)	G' ($\times 10 \text{ N/m}^2$)	G'' ($\times 10 \text{ N/m}^2$)	$\tan \delta$
A	4.06 ±0.12	0.99 ±0.05	6.78 ±0.14	4.27 ±0.12	2.50 ±0.08	0.41 ±0.01	1.34 ±0.04	8.63 ±0.92	5.90 ±0.52	0.68 ±0.01
B	4.05 ±0.13	1.02 ±0.13	7.40 ±0.12	3.53 ±0.13	2.55 ±0.10	0.34 ±0.01	1.69 ±0.07	8.53 ±0.51	4.47 ±0.15	0.52 ±0.02
C	4.02 ±0.14	1.03 ±0.04	6.16 ±0.48	1.19 ±0.10	1.00 ±0.08	0.29 ±0.02	0.84 ±0.07	3.33 ±0.16	5.03 ±0.06	1.51 ±0.04
D	4.19 ±0.15	0.95 ±0.11	6.14 ±0.55	1.07 ±0.14	0.85 ±0.11	0.20 ±0.03	0.80 ±0.10	4.20 ±0.14	4.75 ±0.07	1.13 ±0.02

A, B, C and D are the commercial thickening agents. H_a , hardness; Co , cohesiveness; E_a , energy of adhesiveness; η , apparent viscosity at 19.15 s^{-1} ; K , consistency index; n , flow behavior index; S_y , flow behavior index; S_y , yield stress; G' , storage modulus; G'' , loss modulus; $\tan \delta$, loss tangent. Each value is the mean ± SD of eight replicates.

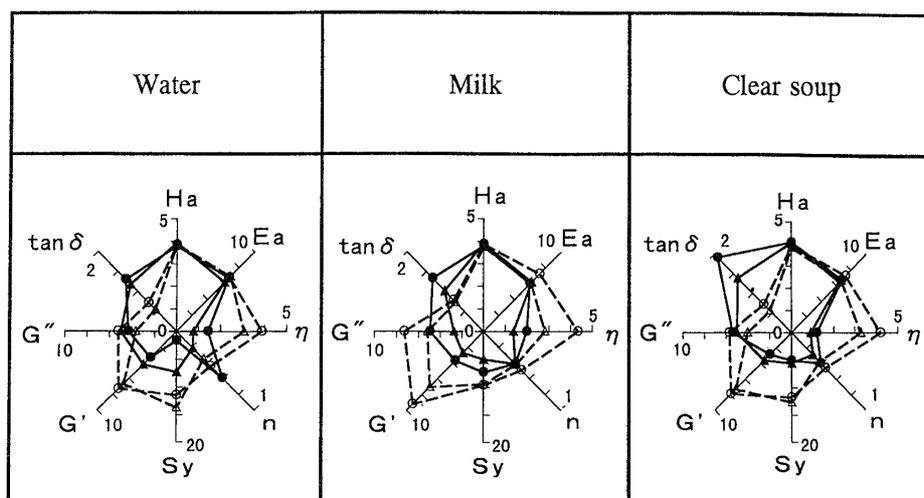


Fig. 1. Physical properties of the liquid foods with added commercial thickening agents

○, A; △, B; ●, C; ▲, D. H_a , hardness ($\times 10^3$ N/m²); E_a , energy of adhesiveness ($\times 10$ J/m²); η , apparent viscosity at 19.15 s⁻¹ (Pa·s); n , flow behavior index; S_y , yield stress (N/m²); G' , storage modulus ($\times 10$ N/m²); G'' , loss modulus ($\times 10$ N/m²); $\tan \delta$, loss tangent.

ため、いずれの試料においても有意差が認められていない。しかし、付着エネルギーは、牛乳添加試料および清汁添加試料において、グアガム系試料Aは他の試料に比べ高い傾向を示した。水添加試料ではデンプン系試料Dの付着エネルギーは他の試料に比べ低い値を示した。ただし、凝集性はいずれの試料についても1前後の値を示し、試料間に差が認められなかったため、図示しなかった。

粘性率は、ヨーグルトの経口粘性評価のずり速度に相当する 19.15 (s⁻¹) におけるみかけの粘性率で示した。粘性率および降伏応力は、グアガム系試料A, Bがデンプン系試料C, Dに比べ、有意 ($p < 0.01$) に高い値を示した。流動性指数は、牛乳添加試料では、試料間に有意な差が認められなかったが、水添加試料では、デンプン系試料Cの流動性指数がデンプン系試料Dに比べ、有意 ($p < 0.01$) に高い値を示した。また、清汁添加試料では、グアガム系試料Aの流動性指数がデンプン系試料Dに比べ有意 ($p < 0.01$) に高い値を示した。

動的粘弾性の貯蔵弾性率は、いずれの液状食品に添加した場合でも、グアガム系試料A, Bがデンプン系試料C, Dに比べ有意 ($p < 0.01$) に高い値を示した。損失弾性率は、添加した液状食品により異なり、一定の傾向が認められなかった。次に、損失弾性率と貯蔵弾性率の比である損失正接についてみると、貯蔵弾性

率とは逆に、デンプン系試料C, Dがグアガム系試料A, Bに比べ、有意 ($p < 0.01$) に高い値を示した。

以上、ヨーグルト程度に硬さをそろえた場合、デンプン系試料C, Dはグアガム系試料A, Bに比べ、ずり速度 19.15 (s⁻¹) における粘性率は低く、降伏応力および貯蔵弾性率が小さく、損失正接が大であることが認められた。以上のように、水、牛乳、および清汁添加試料の力学的特性もオレンジジュース添加試料とほぼ同様の傾向が認められた。これらのことより、市販の増粘剤を用い、液状食品をヨーグルト程度の硬さにそろえた場合、デンプン系試料C, Dの方がグアガム系試料A, Bに比べ、より流動しやすいといえる。

(2) 官能評価

力学的特性同様、オレンジジュース添加試料の各評価項目に対する評点の平均推定値および差の検定結果を Fig. 2 に示した。

舌触りのなめらかさを除き、口中のべたつき感、飲み込みやすさおよび残留感の主効果に有意差が認められた。グアガム系試料A, Bがデンプン系試料C, Dに比べ、有意 ($p < 0.01$) に口中でべたつき、飲み込みにくく、残留感が多いと評価された。

オレンジジュース添加試料における官能評価の結果は力学的特性同様、グアガム系試料とデンプン系試料で異なる傾向が認められた。そこで、オレンジジュースを除く液状食品に増粘剤を添加した試料の各評価項

粘稠な液状食品の飲み込み特性と力学的特性の関係

目に対する平均推定値を Fig. 3 に示した。

いずれの液状食品添加試料についても、べたつき感ではグアガム系試料 A, B はデンプン系試料 C, D に比べ、有意 ($p < 0.05$) にべたつくつと評価された。また、飲み込みやすさにおいても、グアガム系試料 A, B はデンプン系試料 C, D に比べ、有意 ($p < 0.05$) に飲み込みにくいと評価された。口中の残留感では、水および牛乳添加試料において、グアガム系試料 A,

B はデンプン系試料 C, D に比べ、有意 ($p < 0.05$) に残留感があると評価され、また清汁添加試料では、グアガム系試料 A はデンプン系試料 C に比べ有意 ($p < 0.05$) に残留感があると評価された。しかし、舌触りのなめらかさに対する評価では、増粘剤を添加する液状食品により異なった。

そこで、Table 4 に官能評価値間の相関関係を示した。飲み込みやすさとべたつき感、飲み込みやすさと口中の残留感の間に高い負の相関関係 ($p < 0.01$) が認められ、べたつき感と残留感に高い正の相関関係 ($p < 0.01$) が認められた。これらのことより、ヨーグルト程度の硬さにそろえた粘稠な液状食品においては、べたつかず、口中における残留感の少ないものが飲み込みやすいといえよう。

次に、飲み込みやすさを従属変数 Y とし、独立変数を相関係数の大きい順に、 X_1 をべたつき感、 X_2 を残留感として重回帰モデルを設定した。(1) 式に得られた重回帰式を示した。

$$Y = 0.041 - 0.437 X_1 - 0.401 X_2 \quad (1)$$

自由度修正済みの決定係数は $R^2 = 0.922$ を示し、 F 検定結果からもこの重回帰式は 1% の有意水準で有意と認められた。また、飲み込みやすさ Y におよぼす二つの独立変数のウエイトを示す標準化偏回帰係数は、 X_1 が -0.538 、 X_2 が -0.449 となり、飲み込みやすさ Y に対し、べたつき感 X_1 の影響が大きいことが認められた。

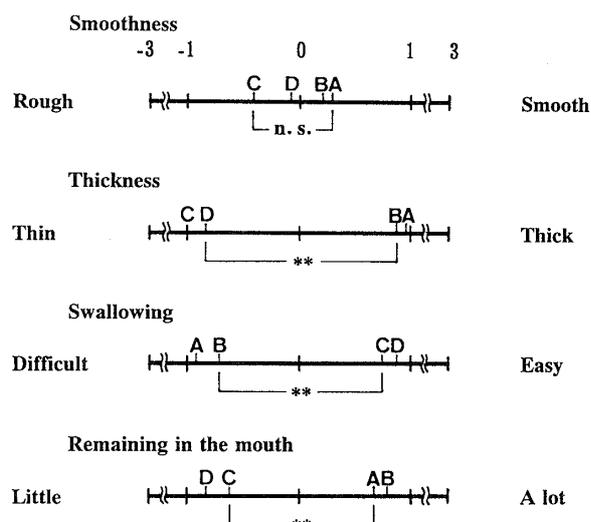


Fig. 2. Distance scale for the sensory evaluation of orange juice added commercial thickening agents with that was obtained from a Scheffés paired comparison

** Significant at $p < 0.01$; n.s., not significant.

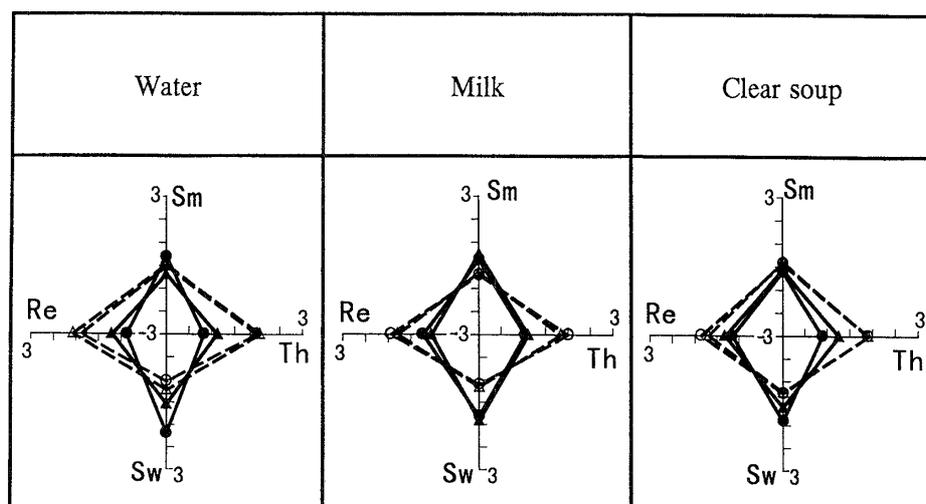


Fig. 3. Sensory evaluation of liquid foods with commercial thickening agents added that was obtained from a Scheffés paired comparison

○, A; △, B; ●, C; ▲, D. Sm, smoothness; Th, thickness; Sw, swallowing; Re, remaining in the mouth.

Table 4. Correlation coefficients of the sensory evaluation

	Smoothness	Thickness	Swallowing	Remaining
Smoothness	1.000			
Thickness	-0.114	1.000		
Swallowing	0.139	-0.948**	1.000	
Remaining	-0.023	0.915**	-0.941**	1.000

** Significant at $p < 0.01$. Remaining: remaining in the mouth.

Table 5. Correlation coefficients between swallowing and the physical properties

	E_a	η	n	S_y	G'	G''	$\tan \delta$
Swallowing	-0.532*	-0.843**	-0.081	-0.826**	-0.917**	-0.380	0.795**

E_a , energy of adhesiveness; η , apparent viscosity at 19.15 s^{-1} ; n , flow behavior index; S_y , yield stress; G' , storage modulus; G'' , loss modulus; $\tan \delta$, loss tangent. * Significant at $p < 0.05$, ** significant at $p < 0.01$.

(3) 力学的特性と官能評価の関係

次に、飲み込みやすさと力学的特性の相関関係を Table 5 に示した。飲み込みやすさと粘性率および降伏応力とは高い負の相関関係 ($p < 0.01$) が得られた。また、飲み込みやすさと貯蔵弾性率とは高い負の相関関係 ($p < 0.01$) が、損失正接とは逆に高い正の相関関係 ($p < 0.01$) が認められた。

さらに、飲み込みやすさを重回帰式を用いて力学的特性値であらわすことを試みた。飲み込みやすさを従属変数 Y として、独立変数を相関係数の大きい順に、 X_1 を貯蔵弾性率、 X_2 をずり速度 $19.15 \text{ (s}^{-1}\text{)}$ における粘性率、 X_3 を降伏応力、 X_4 を損失正接として、重回帰モデルを設定した。(2) 式に得られた重回帰式を示した。

$$Y = 1.790 - 0.281 X_1 + 0.066 X_2 - 0.040 X_3 + 0.007 X_4 \quad (2)$$

自由度修正済みの決定係数は $R^2 = 0.805$ を示し、 F 検定結果からもこの重回帰式は 1% の有意水準で有意と認められた。また、飲み込みやすさ Y におよぼす各独立変数のウェイトを示す標準化偏回帰係数は、 X_1 が -0.851 、 X_2 が 0.115 、 X_3 が -0.206 、 X_4 が 0.004 である。この結果から、飲み込みやすさ Y に対して、貯蔵弾性率 X_1 の影響が他の独立変数よりも有意 ($p < 0.05$) に大きいことが認められた。

飲み込みやすさと力学的特性との関係において、本実験の測定条件範囲では、飲み込みやすいものは、粘性率が低く、降伏応力および貯蔵弾性率が小さく、損失正接が大きいことが認められた。すなわち、ヨーグルト程度の硬さをもつ粘稠な液状食品では、より流動

しやすいものが飲み込みやすいといえる。このように、テクスチャー特性の硬さが同程度であっても、他の力学的特性値が異なり、飲み込み特性も異なることが認められた。今後は、硬さの影響を含めて、飲み込み特性に影響する力学的特性の要因について検討する必要があるといえる。

また、本研究では重回帰モデルから飲み込みやすさに最も大きな影響を与えた力学的特性は貯蔵弾性率であった。しかし、動的粘弾性は測定条件、すなわち、試料に与える振動の歪み量や周波数が測定値に影響を与えることが知られている (Chan 1984)。本実験は周波数 2.5 Hz 、振幅 $\pm 125 \mu\text{m}$ の固定した条件下の測定であるため、今後は飲み込み特性と関わりの深いと考えられる動的粘弾性について、測定条件の範囲をひろげ、飲み込み特性との関係をさらに検討を行いたいと考えている。また、本実験でテクスチャー特性の硬さを試料の指標に用いたが、硬さについても、圧縮速度の変化が測定値に影響を与えることが知られている (赤羽と和田 1987; 神山と西成 1992)。飲み込み特性と硬さについても、測定条件の範囲をひろげ、さらに検討することが今後の課題といえよう。

以上の結果より、飲み込み特性と力学的特性の関係について検討する場合、1種類の力学的特性のみを用いて評価することは適切な方法とはいえない。飲み込み特性と力学的特性の関係について、より正確に把握するには、複数の力学的特性を測定し、総括的に検討する必要があると思われる。さらに、異なる条件の測定を加味することで、飲み込み特性と力学的特性の関係がより明確になることが予測できる。

粘稠な液状食品の飲み込み特性と力学的特性の関係

本研究では、健常者による飲み込み特性と力学的特性の関係について、基礎的研究結果を報告した。これらの研究をふまえ、さらに飲み込み特性の加齢による影響についても検討したいと考えている。

4. 要 約

本研究では、嚥下補助食品としての市販増粘剤を添加し、テクスチャー特性の硬さを市販ヨーグルト程度にそろえた粘稠な液状食品について、飲み込み特性と力学的特性の関係について検討した。飲み込み特性は官能評価により、力学的特性はテクスチャー特性、流動特性および動的粘弾性により得た。

(1) デンプン系試料はグアガム系試料に比べ、ヨーグルトの経口評価のずり速度に相当する $19.15 \text{ (s}^{-1}\text{)}$ における粘性率は低く、降伏応力および貯蔵弾性率が小さく、損失正接が大であることが認められた。硬さをヨーグルト程度にそろえた粘稠な液状食品では、本実験の測定範囲において、デンプン系試料の方がグアガム系試料に比べ、より流動しやすいことが示唆された。

(2) 官能評価では、いずれの液状食品においてもグアガム系試料はデンプン系試料に比べ、べたつき、飲み込みにくく、また口中の残留感が多いことが認められ、グアガム系試料とデンプン系試料で異なる傾向がみられた。

(3) 官能評価値間の関係より、べたつかず、口中における残留感も少ない粘稠な液状食品が飲み込みやすいことが示唆された。また、飲み込み特性をあらわす重回帰モデルより、飲み込みやすさには、べたつき感の影響が大きいことが認められた。

(4) 飲み込み特性と力学的特性の関係より、飲み込みやすい粘稠な液状食品は、 $19.15 \text{ (s}^{-1}\text{)}$ における粘性率が低く、降伏応力および貯蔵弾性率が小さく、損失正接が大きいことが認められた。また、飲み込み特性を力学的特性値であらわした重回帰モデルより、飲み込みやすさには、貯蔵弾性率の影響が最も大きいこ

とが認められた。

引用文献

- 赤羽ひろ, 和田淑子 (1987) 食品のテクスチャーパターンに及ぼす測定条件の影響, 関東学院女短大論叢, **78**, 49-59
- 赤羽ひろ, 原田佐和子, 中浜信子 (1985) 澱粉糊液のゲル化過程の力学的性状, 家政誌, **36**, 484-491
- Chan, H. W. S. (1984) *Biophysical Methods in Food Research*, Blackwell Scientific Publications, London, 139-195
- 芳賀俊郎 (1962) Schefféの方法の変形, 『日科技連 官能検査研究資料』, 日科技連官能検査委員会, 東京, 143-145
- 厚生省 (1994) 高齢者用食品の標準許可の取り扱いについて, 平成6年2月23日衛新第14号厚生省生活衛生局長通知
- 神山かおる, 西成勝好 (1992) 豆腐と物性測定に影響する諸因子の検討, 食工誌, **39** (8), 718-721
- Morris, E. R., and Taylor, L. J. (1982) Oral Perception of Fluid Viscosity, *Prog. Food Nutr. Sci.*, **6**, 285-296
- 大越ひろ (1995) 食物テクスチャーの測定法, 『サイコロロジーと咀嚼』(川端晶子, 齋藤 滋編), 建帛社, 東京, 180-183
- 尾本和彦 (1993) 小児の摂食障害—脳発達障害児の摂食指導における食物の調理の重要性—, 臨床栄養, **83**, 46-51
- Sherman, P. (1977) Sensory Properties of Food Which Flow, in *Sensory Properties of Foods* (ed. by Brich, G. G., Brennan, J.G., and Parker, K.J.), Applied Science Publishers Ltd., London, 303-316
- Szczesniak, A. S., and Farkas, E. (1962) Objective Characterization of the Mouthfeel of Gum Solutions, *J. Food. Sci.*, **27**, 381-385
- Takahashi, J., and Nakazawa, F. (1991) Effects of Viscosity of Liquid Foods on Palatal Pressure, *J. Texture Stud.*, **22**, 13-24
- 高橋智子, 丸山彰子, 大越ひろ (1997) 嚥下補助食品としての増粘剤の利便性について—テクスチャー特性および官能評価からの検討—, 栄養誌, **55** (5), 253-262
- Wood, F. W. (1968) Psychophysical Studies on the Consistency of Liquid Foods' in Rheology and Texture of Foodstuffs, *S. C. I. Monogr.*, **27**, 40-49