

若年者と高齢者の唾液および寒天ゼリー食塊の性状

川野 亜紀, 高橋 智子*, 大越 ひろ

(日本女子大学家政学部, * 十文字学園女子大学人間生活学部)

原稿受付平成 16 年 4 月 23 日; 原稿受理平成 17 年 3 月 10 日

Characteristics of Saliva and an Agar Gel Bolus from Young and Elderly Subjects

Aki KAWANO, Tomoko TAKAHASHI* and Hiro OGOSHI

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

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

The characteristics of saliva and an agar gel bolus obtained from young and elderly subjects were studied. The elderly subjects produced a slightly lower saliva flow during mastication in the absence of any food and, in general, the apparent viscosity of saliva from the elderly was slightly higher than that from the young. The volume of saliva flow in bolus was slightly less for the elderly than for the young. No significant difference between the two age groups was apparent in the size distribution of the gel grains contained within the bolus, this being spat out when ready to be swallowed. There was also no significant difference between the two age groups in the hardness and cohesiveness of the bolus. However, the bolus masticated by the elderly demonstrated higher adhesiveness than that from the younger age group.

(Received April 23, 2004; Accepted in revised form March 10, 2005)

Keywords: saliva 唾液, bolus 食塊, mastication 咀嚼, elderly 高齢者, texture テクスチャー.

1. 緒 言

人は加齢により、咀嚼や嚥下機能が低下するといわれており、高齢社会を迎えた我が国では、咀嚼や嚥下機能に障害を持つ人が増加傾向にある。そこで、口腔中でまとまり易く、しかも飲み込み易い食品の開発は急務である。その基礎としては口中での食品から食塊への性状の変化を知ることが必要である。

人は固形食物を喫食するとき、咀嚼することにより歯で破碎しながら唾液と混合し、嚥下できる食塊を形成している。圧力計¹⁾、筋電図^{2)~4)}、X線⁵⁾、下顎運動解析装置⁶⁾⁷⁾を用いて食品の咀嚼過程における食物のテクスチャーの影響についての報告、食物咀嚼と唾液分泌量および咀嚼時間の関連性についての報告^{8)~14)}、また加齢による唾液の質の変化についての報告^{15)~17)}は見られるが、咀嚼過程と唾液の関係について加齢の影響は言及していない。

そこで、本研究では、高齢者の嚥下が困難になる一因に唾液の量や質の変化があげられるのではないかと

推測した。そこで、若年者と高齢者の唾液量および唾液の流動特性の測定を行った。あわせて、試料に寒天ゼリーを用い、若年者および高齢者の、実際にゼリーを咀嚼し飲み込む直前の食塊について、テクスチャー特性、粒度分布および唾液分泌率を測定し、食塊のテクスチャー特性に及ぼす唾液の影響を検討した。

2. 実験方法

(1) 唾 液

1) 空咀嚼時の唾液の採取方法および唾液量の測定
被験者は、若年者 13 名 (20~24 歳)、高齢者 11 名 (67~81 歳) の計 24 名である。今回対象とした高齢者は、面接調査により、いずれの被験者も喫食等の日常生活に支障のない一部義歯装着者であった。レモンスライス 2 枚を視覚に入る位置に置き、視覚的、嗅覚的刺激とした。また、咀嚼回数を咀嚼時間で除した咀嚼サイクルは食品によらずほぼ一定で、高橋¹⁾によると 1.2~1.9 回/秒、堀尾ら³⁾によると 1.5~1.7 回/秒

であることから、視覚的、嗅覚的刺激とあわせて2秒で3回の空咀嚼を行うことを唾液採取時の条件とした。上田ら¹⁸⁾の方法に準じ、唾液の分泌量が比較的安定している午前10時から10時30分を唾液採取時間帯とし、唾液採取開始から5分後および10分後の合計重量を測定した。被験者の前に唾液を吐き出す容器として100 ml ビーカーを置き、口腔内に唾液が溜まったから自由にそこへ吐き出すよう指示した。

2) 唾液の流動特性

コーンプレート型回転粘度計 (RE 550: 東機産業株) を用い、唾液のみかけの粘性率を測定した。0.8°コーンを使用し、37.5 および 150 s⁻¹ の2段階のずり速度によるみかけの粘性率の測定を行った。測定は、粘度計の試料容器に唾液を1.5~2 ml 入れ、30秒間静置した後、ずり速度 37.5 s⁻¹ で30秒間測定し、120秒間静置しずりの影響を除いた後、150 s⁻¹ で30秒間測定を行った。測定温度は25℃で行った。

(2) ゲル

1) 寒天レモンゼリーの調製

寒天レモンゼリーは、粉末寒天(チリ産オゴノリ寒天) 0.6 w/v%, スクロース 15 w/v%, クエン酸 0.015 w/v%, D-リモネンを用いて調製した。

磯崎らの方法¹⁹⁾に従い、所定量の寒天と脱イオン水をナス型フラスコに入れ、環流冷却器につけて室温で60分間膨潤させた。続いて、試料温度75℃で60分間おいた後98℃で30分間保持し、寒天ゾルを得た。この寒天ゾルにスクロースを所定量加え、さらに98℃で30分間保持した。そのままの状態、内部温度が約60℃に冷めるまで室温に50分間放置後、クエン酸、リモネンを添加し攪拌した。ステンレス製の流し箱にガラス板を敷き、ガラスリング(直径30 mm, 高さ15 mm)を並べた中へ試料を流し入れ、20℃恒温器中で1時間、10℃で18時間放置し、ガラスリングから抜き出し直径30 mm, 高さ15 mmに成型し10℃恒温器中に1時間放置したものを寒天レモンゼリーとした。この寒天レモンゼリーは、後述のテクスチャー特性の測定により、硬さ $1.85(\pm 0.12) \times 10^4$ (N/m²)、付着エネルギー $0.36(\pm 0.13)$ J/m³、凝集性 $0.13(\pm 0.02)$ であった。

2) ゲルのテクスチャー特性の測定

テクスチャー特性の測定には、レオナー(model-RE-33005: 山電)を使用した。テクスチャー特性にはプランジャー面積が影響を及ぼすことが知られている²⁰⁾が、本研究で用いたゼリーはしっかりとしたゲル

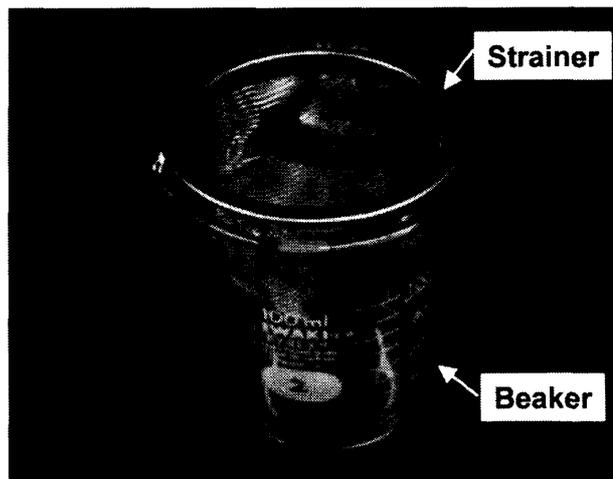


Fig. 1. Apparatus used for measuring the weight of saliva in the bolus

であるため、舌と硬口蓋での圧縮ではなく臼歯などでの咀嚼を想定し、プランジャーは直径20 mmのディスク型を用いた。クリアランス5 mm, 10 mm/sの定速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²⁰⁾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。測定温度は10℃とした。

(3) 食塊

1) 食塊およびその採取法

前述の寒天レモンゼリーを用い、ガラスリングより抜き出し10℃の恒温器中に1時間放置した直径30 mm, 高さ15 mmの円柱状ゼリーを咀嚼してもらい、吐き出したものを食塊とした。ただし、吐き出しの際の唾液の影響を小さくするため軽く吐き出すよう指示した。唾液採取被験者と同一の若年者13名、高齢者11名を被験者とした。咀嚼回数は、嚥下できる状態まで自由に咀嚼し嚥下せずに吐き出させた場合(自由咀嚼)と10, 20, 30回と指定した場合の4条件とした。

2) 食塊中の唾液量の測定

Fig. 1に示すようなビーカーにかけたかごの上に食塊をのせ、脱イオン水約100 mlを3回に分けて上からかけ、洗浄した。15分間静置後ビーカーに落ちる水分量を測定し、結果で説明する方法により、食塊中の唾液量を算出した。

3) 食塊中の咀嚼ゼリーの粒度分布

咀嚼により破碎された食塊中のゼリー粒の粒度分布について測定を行った。この食塊中のゼリー、すなわち、食塊から唾液を洗い流したゼリー粒を以下咀嚼ゼ

若年者と高齢者の唾液および寒天ゼリー食塊の性状

リーとする。また、後述する模擬咀嚼ゼリーについても同様に粒度分布の測定を行った。

食塊から得られた咀嚼ゼリーの重量を測定し、全咀嚼ゼリー量とした。続いて、4および6 mmの尺度をつけた方眼紙上にガラス板をのせ、その上で咀嚼ゼリー粒の大きさを計測した。ゼリー粒の最大幅が4 mm以下、4~6 mm、6 mm以上の3段階に分類し、各分類ごとのゼリー粒の重量を測定し、全咀嚼ゼリー量に対する重量%で求めた。

4) 食塊のテクスチャー特性

食塊のテクスチャー特性の測定は寒天レモンゼリーのテクスチャー特性の測定方法に準じた。試料としては咀嚼回数を指定せず嚥下直前に吐き出した自由咀嚼食塊を用い、5回分の食塊を直径55 mmのサンプルケースに15 mmの高さまで充填し測定した。歯により粉碎した後の嚥下直前の食塊であるため、舌と硬口蓋で圧縮しながら咽頭へ送り込むことを想定し直径40 mmディスク型プランジヤーを用い、クリアランス5 mm、10 mm/sの定速圧縮運動によりテクスチャー記録曲線を得た。得られたテクスチャー記録曲線より、硬さ、凝集性、付着エネルギーを得た。

5) 模擬咀嚼ゼリー

前述の寒天レモンゼリー同様に寒天ゾルを調製し、ステンレス製の流し箱に160 gずつ分注したものを、20℃恒温器中で1時間、10℃で18時間放置した。その後、20等分し、1つが約8 gになるようにしたものを一回に8個ずつ、直径5 mmの目間のポテトマッシャー(TENY社製)で一回押しだし破碎し、模擬咀嚼ゼリーを調製した。

(4) 統計処理

唾液量、唾液の流動特性、食塊のテクスチャー特性、食塊中唾液量の差の検定はt検定により行った。咀嚼ゼリーの粒度分布の差については、 χ^2 検定による独立性の検定を行った。

3. 結果および考察

(1) 唾液の性状

1) 空咀嚼時の唾液量

唾液は、耳下腺、顎下腺、舌下腺および小唾液腺から分泌され、その量的割合は耳下腺、顎下腺がともに45%を占めている²¹⁾。しかし、本実験では食事時の唾液量と性状を知る目的のため、唾液腺別に採取せず、口腔内を潤している唾液の合計量を測定した。唾液採取にあたり、食べ物を咀嚼し、飲み込む時の状態にて

Table 1. Weight of saliva produced during mastication in the absence of any food

Mastication time (min.)	Group	n	Weight of saliva (g)	Significance
5	Young	13	2.39±1.98	n.s.
	Elderly	11	2.13±1.75	
10	Young	13	4.29±3.64	n.s.
	Elderly	11	4.10±3.14	

Each value is the mean±S.D. n.s., not significant.

きるだけ近い条件設定で行うことが必要である。そこで、本実験に用いている寒天ゼリーはレモン風味にしてあることから、レモンスライス2枚を視覚的、嗅覚的刺激として用いた。

若年者13名、高齢者11名の各被験者について、5分後および10分後の唾液重量をTable 1に示した。唾液量には個人差があり、若年者および高齢者間には顕著な差は認められなかった。また、5分後と10分後の唾液量の差は、高齢者のほうがやや少ない傾向がみられているが、年代間に有意な差は認められなかった。

2) 流動特性

一般的には3段階あるいは4段階のずり速度において粘性率を測定することが望ましく、高齢者および若年者数名について4段階のずり速度で測定を行い、ずり速度と粘性率の関係を両対数グラフにプロットしたところ直線性が認められた。そこで、唾液採取量が少なく、唾液採取後の性状の変化をできるだけ小さくするために短時間での測定が望ましいことから、2段階のずり速度での測定とした。また、一定のずりを与えてからの粘性率の経時変化を測定したところ、いずれのずり速度においても測定開始から30秒後にほぼ安定した値が得られたので、30秒後の粘性率を求めた。ただし、唾液の採取量が少ない(1.5 ml以下)若年者1名、高齢者2名を除く若年者12名、高齢者9名について流動特性の測定を行った。

若年者および高齢者より採取した唾液のみかけの粘性率とずり速度の関係を被験者別にFig. 2に示した。

唾液のみかけの粘性率は個人差が大きいが、いずれの年代の唾液についても、ずり速度が増加すると粘性率が減少するずり速度流動化流動を示した。高齢者のみかけの粘性率は、全体的に若年者に比べやや高い値を示していた。この直線は2点を結んだ直線ではあ

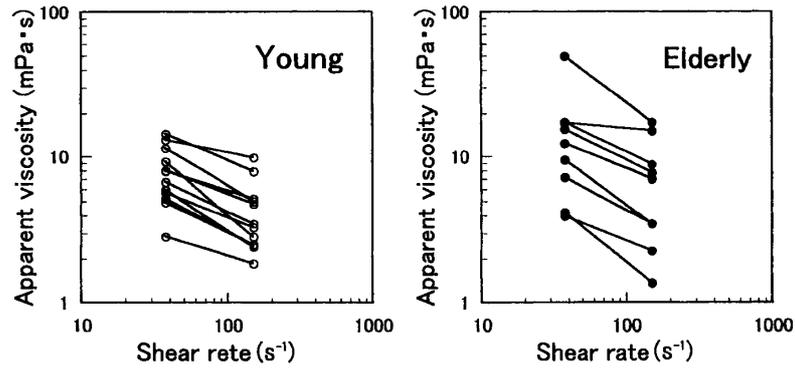


Fig. 2 Apparent viscosity and shear rate for the saliva samples (25°C)

るが、べき法則を適用し粘稠性係数 K および流動性指数 n を算出した。粘稠性係数 K の平均は若年者で 6.05 ± 5.10 ($\times 10 \text{ N}\cdot\text{s}^n/\text{m}^2$)、高齢者で 14.7 ± 23.6 ($\times 10 \text{ N}\cdot\text{s}^n/\text{m}^2$) となり、両者に有意な差は認められなかったが、高齢者の方がやや高い傾向を示した。一方、流動性指数 n の平均は若年者で 0.53 ± 0.17 、高齢者で 0.36 ± 0.18 となり、両者には有意な差が認められた ($p < 0.05$)。西ら¹⁷⁾ の唾液の粘性に関する報告によると、粘度の高い唾液ほど非ニュートン性が強いと述べており、本研究において、高齢者の唾液は粘性率が高く、 n が小さいことより非ニュートン性が強く同様の傾向を示している。

(2) 食塊の性状

1) 唾液分泌率

食塊 B (g) は唾液 S (g) と、咀嚼ゼリー G (g) から成る。水分はかごや咀嚼ゼリー間にも残存することから、食塊を用いない予備実験により、洗浄水をかごにかけた後 15 分間静置後にかごに残存する水分量を計測したところ 0.4 g であった。また、咀嚼ゼリー間にも洗浄水 Wa (g) が一定割合 f で残存すると考えられるので、ピーカーに落ちる水を C (g) とすると、 $B+Wa$ との間に、(1) 式が成立する。

$$B+Wa=C+G(1+f)+0.4 \quad (1)$$

ここで、食塊中の唾液 S (g)、咀嚼ゼリー G (g) および食塊 B (g) の関係から、(2) 式が得られる。

$$(G+S)+Wa=C+G(1+f)+0.4 \quad (2)$$

そこで、後述で粒度分布が食塊中咀嚼ゼリーと類似していることが認められている模擬咀嚼ゼリー G' (g) について、食塊と同様の手順で C' (g) を測定し、(3) 式より f を算出したところ、 f は 0.031 となった。

$$f=-(C'+0.4-Wa)/G' \quad (3)$$

ここで、(2) 式を整理し展開すると、食塊中の唾液

S (g) が求められる。

$$S=C+0.031G+0.4-Wa \quad (4)$$

ここで求められる S は吐き出しにより回収された食塊中の唾液重量であるが、吐き出したゼリー食塊 B (g) から唾液分 S (g) をひいた咀嚼ゼリー分 G (g) に対する唾液分泌率 R (%) として示すこととし (5) 式から算出した。

$$R=S/G \times 100 \quad (5)$$

各咀嚼回数 (10, 20, 30 回咀嚼および自由咀嚼) における唾液分泌率を Table 2 に示した。咀嚼回数の増加に伴い、いずれの年代も咀嚼による唾液分泌率は増加し、各咀嚼回数において高齢者の方が若年者よりもやや少ない傾向がみられたが、年代間に有意な差は認められなかった。また、自由咀嚼における唾液分泌率についても、高齢者の方がやや少ない傾向がみられたが年代間に有意差は認められなかった。

空咀嚼での時間の経過すなわち咀嚼回数の増加にともなう唾液量の増加 (Table 1) に対して、ゼリー食塊の咀嚼回数の増加にともなう唾液量の増加は小さくなった。しかしながら、実際に食品を破碎しながら食塊として飲み込めるようにまとめるための咀嚼と、空咀嚼では唾液の分泌の仕方が違うと考えられる。また、唾液分泌率算出方法については、一般的に chewing spit 法^{17)~21)} という方法が用いられており、この方法は取り入れた食物の重量に対し、吐き出した際に増加した重量を唾液量とするもので、口中への残渣やうっかりと嚥下してしまった Food lost が問題とされ、その Food lost についても検討がなされている²⁰⁾²¹⁾。本実験ではその Food lost を考慮するためこのような算出方法をとった。

これまで、加齢による唾液流量の減少が多く報告されてきたが、食事をしているときの唾液流量には加齢

若年者と高齢者の唾液および寒天ゼリー食塊の性状

Table 2. Rate of saliva in the agar gel bolus

Number of chews	Group	<i>n</i>	Rate of saliva (%)	Minimum	Maximum
10	Young	13	24.13±5.52	17.90	31.46
	Elderly	11	23.80±1.87	22.48	25.12
20	Young	13	25.70±4.89	19.92	33.71
	Elderly	11	24.88±3.82	21.07	28.70
30	Young	13	27.60±3.21	23.31	31.35
	Elderly	11	26.43±6.46	19.98	32.89
Free	Young	13	27.05±4.22	21.87	31.75
	Elderly	11	23.99±3.89	19.98	25.12

Each value is the mean±S.D.

Table 3. Particle-size distribution of the masticated gel pieces contained within the bolus

Number of chews	Group	Particle sizes* ¹			<i>n</i>
		$w \leq 4$ mm	$4 \text{ mm} < w < 6$ mm	$6 \text{ mm} \leq w$	
10	Young ^a	19.1	16.1	64.8	13
	Elderly ^b	2.6	16.9	80.5	11
20	Young ^c	23.0	33.5	43.5	13
	Elderly ^c	21.1	29.2	49.7	11
30	Young ^d	39.7	59.1	1.2	13
	Elderly ^c	24.9	33.5	41.6	11
Free	Young ^c	15.5	40.0	44.5	13
	Elderly ^c	19.7	37.5	42.8	11
Model* ² ac		23.4	29.4	47.2	10

Each value is the mean values of total weight for each particle size gels. a, b, c and d: different letter means significantly different ($p < 0.05$).

*¹ Maximum width of the crushed agar gel pieces obtained from the bolus. *² Crushed agar gel to model mastication.

による減少は少ないとの研究報告がある。例えば Ben-Aryeh ら¹⁵⁾ は、男女ともに加齢により安静時唾液では有意な流量の減少を認めているが、刺激時唾液には差がみられていないと報告している。また、Heintze ら¹⁶⁾ は、女性において、安静時唾液流量の加齢による低下はややみられたが、刺激時全唾液には男女ともに加齢に伴う有意な流量低下は認められていないと述べている。本研究においても、視覚・嗅覚的刺激および空咀嚼による刺激時唾液量、実際にゼリーを咀嚼した際の食塊中の刺激時唾液量はいずれも、高齢者と若年者で有意な差は認められず、加齢により唾液

量が減少すると従来の知見とは異なり、Ben-Aryeh らや Heintze らの報告と同様の結果となった。

2) 粒度分布

各咀嚼回数 (10, 20, 30 回咀嚼および自由咀嚼) における咀嚼ゼリーの粒度分布を Table 3 に示した。いずれの年代においても咀嚼回数の増加に伴い 4 mm 以下の小さいものの割合が増加した。10 回および 30 回咀嚼には年代間に有意差が認められ、高齢者の 10 回咀嚼で 4 mm 以下が大変少なく (2.6%)、若年者の 30 回咀嚼で 6 mm 以上が大変少なかった (1.2%)。野村²²⁾ はピーナッツ咀嚼時の食物動態について若年者

Table 4. Textural properties of the agar gel bolus

	<i>n</i>	Hardness ($\times 10^3$ N/m ²)	Significance	Adhesiveness (J/m ³)	Significance	Cohesiveness	Significance
Young	13	1.97 \pm 0.29] n.s.	1.87 \pm 0.40] ***	0.64 \pm 0.05] n.s.
Elderly	11	1.83 \pm 0.26		2.50 \pm 0.40		0.69 \pm 0.06	

Each value is the mean \pm S.D. *** Significant at $p < 0.001$. n.s., not significant.

と高齢者を比較して、若年者では咀嚼回数の増加に伴い小さな粒子が増加してくるが、高齢者では小さな粒子は若年者より少なかったという結果を得ている。野村は、これを咬耗による咬合面形状の変化、頬や舌など軟組織の協調低下、顎関節の変化など、加齢による咀嚼機能の老化現象によるものとしている。本研究の結果も同様のことがいえると推察される。

若年者および高齢者の自由咀嚼、20回咀嚼、高齢者の30回咀嚼間では咀嚼ゼリーの粒度分布に有意差は認められなかった。これより、飲み込む食塊に含まれる咀嚼ゼリーの粒度分布は年代間による差はなく、また、試料としたゼリーにおいては、若年者では20回、高齢者では20から30回の咀嚼、すなわち高齢者は若年者より多めの咀嚼回数で若年者と同程度の粒度分布をもつ食塊を得ていると推測される。Kohyamaら⁴⁾は筋電図を用いた実験により、高齢者は筋活動量の低下を咀嚼回数の増加で補っているという結果を得ており、本研究では、咀嚼ゼリーの粒度から同様のことが示唆された。

また、前述の食塊中の唾液量算出のために、ブランクとして調製した唾液を含まない模擬咀嚼ゼリーの粒度分布の結果を、Table 3に併せて示した。若年者の自由咀嚼食塊と模擬咀嚼ゼリー、高齢者の自由咀嚼食塊と模擬咀嚼ゼリーの間には有意差は認められなかった。このことから、模擬咀嚼ゼリーの粒度分布は、若年者、高齢者それぞれの飲み込む直前の食塊の粒度分布と類似していることが認められた。

3) テクスチャー特性

自由咀嚼食塊、すなわち飲み込む直前の食塊のテクスチャー特性をTable 4に示した。硬さおよび凝集性は若年者と高齢者で有意な差は認められなかったが、付着エネルギーは高齢者の食塊の方が高値 ($p < 0.001$) を示した。

以上のことから、次のことがいえる。

高齢者は筋活動量の低下を咀嚼回数の増加で補っている⁴⁾と報告されており、本研究では、咀嚼ゼリーの

粒度から高齢者の嚥下食塊は若年者より多い咀嚼回数で得られていると推測された。高齢者と若年者には唾液量に差がなく、また自由咀嚼食塊の硬さ、咀嚼ゼリーの粒度分布にも差がないが、高齢者は咀嚼回数を多くすることで、若年者と同程度の唾液量、同程度の粒度分布の咀嚼ゼリー、同程度の硬さを有する食塊を形成して嚥下しているといえる。しかしながら、高齢者の食塊の付着エネルギーは若年者に比べ高値を示し、これは、唾液の質の違い、すなわち粘性率が高いことが影響していると考えられ、高齢者の食塊のほうが口中および喉に付着しやすく残留しやすいものであることが推察される。このようなことから、摂食の前、摂食と摂食の間および摂食後等、適宜水分補給をすることで口中を潤しながらの食事により、より飲み込みやすく、残留物からの誤嚥が予防されると思われる。

4. 要 約

本研究では、空咀嚼時の唾液の性状、および寒天ゼリー食塊の性状に及ぼす加齢の影響を検討した。

(1) 空咀嚼時の唾液量には個人差があり、若年者および高齢者間には顕著な差は認められなかったが、高齢者の方がやや少ない傾向が認められた。

(2) 唾液のみかけの粘性率は個人差が大きいが、いずれの年代の唾液についても、ずり速度が増加すると粘性率が減少するずり速度流動化流動を示した。高齢者のみかけの粘性率は、全体的に若年者に比べやや高い値を示した。

(3) 食塊中の唾液量は、咀嚼回数の増加に伴い増加し、各咀嚼回数において高齢者の方が若年者よりもやや少ない傾向がみられたが、年代間に有意な差は認められなかった。

(4) 各咀嚼回数(自由咀嚼, 10, 20, 30回咀嚼)における食塊中咀嚼ゼリーの粒度分布は、どちらの年代も咀嚼回数の増加に伴い4 mm以下の小さいものの割合が増加した。10回および30回咀嚼には年代間に有意差が認められ、高齢者の10回咀嚼で4 mm以下

若年者と高齢者の唾液および寒天ゼリー食塊の性状

が大変少なく (2.6%), 若年者の 30 回咀嚼で 6 mm 以上が大変少なかった (1.2%). 自由咀嚼, 20 回咀嚼, 高齢者の 30 回咀嚼間では有意差は認められなかった。

(5) 自由咀嚼食塊, すなわち飲み込む直前の食塊の硬さおよび凝集性は有意な差は認められなかったが, 付着エネルギーは高齢者の食塊の方が高値 ($p < 0.001$) を示した。

(6) 高齢者は, 若年者と同程度の粒度分布, 唾液量を有する食塊を得るために高齢者は咀嚼回数を多くしていることが推察され, 唾液の質の違いから付着エネルギーの異なる食塊を形成していると考えられる。

本研究は, 平成 9 年度科学研究費補助金 (課題番号: 09680040) により行われたものである。

引用文献

- 1) 高橋淳子: 咀嚼動作の解析—口内の咀嚼圧, 口蓋圧の測定, *New Food Industry*, **33** (5), 65-83 (1991)
- 2) 柳沢幸江: 食物の物性と咀嚼活動量—筋電図的手法を用いて—*New Food Industry*, **33** (7), 67-81 (1991)
- 3) 堀尾 強, 河村洋二郎: 咀嚼運動に及ぼす食品テクスチャーの影響, *歯基礎誌*, **30**, 481-488 (1988)
- 4) Kohyama, K., Mioche, L., and Martin, J.-f.: Chewing Patterns of Various Texture Foods Studied by Electromyography in Young and Elderly Populations, *J. Texture Stud.*, **33**, 269-283 (2002)
- 5) Arai, E., and Yamada, Y.: Effect of the Texture of Food on the Masticatory Process, *Jpn. J. Oral Biol.*, **35**, 312-322 (1993)
- 6) 高橋智子, 川野亜紀, 飯田文子, 鈴木美紀, 和田佳子, 大越ひろ: 食べ易い食肉の力学的特性と咀嚼運動, *家政誌*, **54**, 357-364 (2003)
- 7) 高橋智子, 中川令恵, 道脇幸博, 川野亜紀, 鈴木美紀, 和田佳子, 大越ひろ: 食べ易い食肉のテクスチャー特性と咀嚼運動, *家政誌*, **55**, 3-12 (2004)
- 8) 木幡浩子, 原田 努, 松久保隆, 高江洲義矩: 市販加工食品の食感の唾液分泌および咀嚼時間に及ぼす影響, *栄食誌*, **40** (4), 299-305 (1987)
- 9) 渡部 茂, 大西峰子, 今井 香, 河野英司, 浅香めぐみ, 五十嵐清治: 小児の食物咀嚼に関する研究, *小児歯誌*, **31** (1), 81-85 (1993)
- 10) Edger, W. M., Bibby, B. G., Mundorff, S., and Rowley, J.: Acid Production in Plaques after Eating Snacks; Modifying Factors in Foods, *J. Am. Dent. Assoc.*, **90**, 418-425 (1975)
- 11) Richardson, C. T., and Feldman, M.: Salivary Response to Food in Humans and Its Effect on Gastric Acid Secretion, *Am. J. Physiol.*, **250**, G85-G91 (1986)
- 12) Silva, M. F. A., Jenkins, G. N., Burgess, R. C., and Sabdham, H. J.: Effects of Cheese on Experimental Caries in Human Subjects, *Caries Res.*, **20**, 263-269 (1986)
- 13) Watanabe, S., and Dawes, C.: The Effects of Different Foods and Concentrations of Citric Acid on the Flow Rate of Whole Saliva in Man, *Archs. Oral Biol.*, **33**, 1-5 (1988)
- 14) 渡部 茂, 大西峰子, 今井 香, 河野英司, 浅香めぐみ, 五十嵐清治: 小児の食物咀嚼に関する研究 1. 異なった食物によって分泌される唾液量, *小児歯誌*, **31** (1), 81-85 (1993)
- 15) Ben-Aryeh, H., Miron, D., Szargel, R., and Gutman, D.: Whole-Saliva Secretion Rates in Old and Young Healthy Subjects, *J. Dent. Res.*, **63**, 1147-1148 (1984)
- 16) Heintze, U., Birkhed, D., and Bjorn, H.: Secretion Rate and Buffer Effect of Resting and Stimulated Whole Saliva as a Function of Age and Sex, *Swed. Dent. J.*, **7**, 227-238 (1983)
- 17) 西 正寛, 美佐雅仁, 高島 宏, 丸谷和宏, 三村 保: 唾液の粘性に関する研究, *日本バイオレオロジー学会論文集*, **9** (3), 211-214 (1985)
- 18) 上田和夫, 三野たまき: 食品の匂いの嗜好性に関する研究, 食に関する助成研究調査報告書, No. 8, 17-19 (1996)
- 19) 磯崎初恵, 赤羽ひろ, 中濱信子: 寒天ゲルの粘弾性—クリープと応力緩和解析—, *農化*, **50** (6), 265-272 (1976)
- 20) 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)
- 21) Rankow, R. M., and Polayes, I. M.: *Diseases of Salivary Glands*, Sanders Co., Philadelphia, 32-53 (1976)
- 22) 野村修一: 高齢者の摂食・咀嚼機能, *臨床栄養*, **93** (4), 376-379 (1998)