

〈研究ノート〉

咀嚼障害に適する食形態への展開が風味に及ぼす影響

Effects of Texture Modification on the Flavor of Foods for Elderly People with Dysmasesis

真部 真里子 河本 育子* 柴田 直子*
(Mariko MANABE) (Ikuko KAWAMOTO) (Naoko SHIBATA)
浦井 麻衣子* 林 千沙都** 廣江 慧子**
(Maiko URAI) (Chisato HAYASHI) (Satoko HIROE)
三好 絢子**
(Ayako MIYOSHI)

Abstract : The aroma and flavor of food before and during eating is a major determinant of the pleasure which drives us to eat. The aim of this study was to investigate how texture modification influences the aroma and flavor of two types of texture-modified *teriyaki*-based salmon foods (chopped salmon *teriyaki* and steamed salmon *teriyaki*-paste) as compared to original salmon *teriyaki* using gas chromatography-olfactometry and retronasal olfactometry analyses. The results indicated that the odor of soy sauce was weaker in the modified foods as compared to the original, with the past having even less odor than the chopped salmon *teriyaki*. The sensory evaluation corresponded with the gas chromatography results, and showed that odor was an important factor contributing to preference. Steamed salmon *teriyaki*-paste is suitable for elderly people with dysmasesis because it is easy to chew and swallow ; thus, optimal cooking conditions to improve its odor should be developed.

Key words : 咀嚼障害, 刻み食, ソフト食, におい

緒 言

摂食機能とは、食べ物を口唇から口腔内に取り込み、咀嚼した食べ物を食道へ送り込み嚥下する随意運動または反射運動であり、我々の食事摂取に必須である。しかし、この機能は種々の原因で低下・損失しうる。特に、高齢期には加齢に伴い、歯の損耗や脱落による咀嚼能力の低下、嚥下筋の筋力低下、唾液分泌量の減少、味覚・嗅覚などの低下がおこる^{1,2)}。残存歯数が少なくなると「噛めない」割合が増加する³⁾が、厚生労働省が平成 17

年に実施した歯科疾患実態調査によれば、70~75 歳の残存歯は平均 15 本で、75 才以上で 20 本以上の残存歯を保持できている人は 30% に満たない⁴⁾。摂食機能が顕著に低下しているにも関わらず、通常の食事を摂ると、消化器への過重な負荷や誤嚥などを引き起こす可能性があるため、摂食機能に応じた食事をとる必要がある。

一方で、口からの食事摂取は“食事の楽しみ”“生きがい”“食事を通しての人とのふれあい”など人間の尊厳や QOL (生命・生活の質) の向上につながる⁵⁾。咀嚼・嚥下障害者用に普通食を展開しても、可能な限り、普通食に相当するおいしい食事を作ることが重要である。真部⁶⁾は、食物の嗜好性にはにおいの影響が大きいこと

同志社女子大学生生活科学部

*同志社女子大学生生活科学部 2008 年度卒業生

**同志社女子大学生生活科学部 2009 年度卒業生

を報告している。また、うま味とともにフレーバーを加えることによって、高齢者における食事のおいしさを向上させることができ、さらには、唾液量や免疫力の改善にもつながることが明らかにされている⁷⁾。

そこで、本研究では、摂食障害の中でも、咀嚼障害に着目し、総じて日本人の嗜好性が高い“照焼鮭”について、咀嚼障害に適する食形態への展開がにおいに及ぼす影響について検討した。咀嚼障害に適する食形態の1つに刻み食がある。これは、咀嚼での負担軽減のために普通食を細かく刻んだものであるが、利用者の機能レベルによっては、口腔内ではばらつく、残留しやすい等の問題点も指摘されている。その点を改良すべく、舌で押しつぶす程度の硬さの食塊になったソフト食の利用が広がりつつある⁸⁾。咀嚼力とともに食塊形成能が低下傾向にある場合にもソフト食は有効とされている⁹⁾。そこで、本研究では、咀嚼障害に適する食形態として刻み食とソフト食を取り上げることとした。

まず、普通食、刻み食、ソフト食のにおいの相異をガスクロマトグラフィー (GC) 分析によって検討した。香氣成分には、物質量が少なくてもにおいの強いものがあり、またわずかな構造のちがいによってにおいの質が異なる。そこで、水素炎イオン化検出器 (FID) による香氣成分量の測定だけでなく、カラムで分離後の香氣成分のにおいを直接検査員がかいで、においの質と強度を判断する「においかぎ」による検出を行った (GC-olfactometry (GC-O) 分析)。また、においの感じ方には、においが空気とともに鼻孔に入る前鼻腔経路のもの、口腔にある食物中の揮発性分子が咀嚼・嚥下とともに口腔から鼻咽頭を通過して嗅細胞を刺激する後鼻腔経路のものがある。前鼻腔経路のにおいは食前に食欲を刺激し、後鼻腔経路のにおいは摂食中のおいしさに関与すると考えられる。そこで、後鼻腔経路のにおい特性を反映すると考えられるレトロネイザル嗅覚応答法による GC-O (GC-RO) 分析も実施した。

さらに、官能評価によって、普通食と刻み食、ソフト食の感覚的特性の相異についても検討した。

方 法

1. 試料

本研究で使用した照焼鮭の普通食、刻み食、ソフト食は以下のように調製した。

普通食は、骨を取り除いたタイセイヨウサケの切身 50 g を調味液 [濃口醤油 (キッコーマン) 97.14 g, みりん (タカラ) 52.86 g] に 5 分間浸漬した。表面の調味液を

拭きとり、ロースター (日立リビングサプライ) で 8 分間焼いた。皮と焦げた部分を取り除き試料とした。

刻み食は、普通食の両端を切り落とし、残りの部分を 1 cm 角のフレーク状に刻んだ。

ソフト食の調製⁹⁾は以下の手順で行った。まず、皮、骨と脂身を除いたサケの切身 50 g をフードプロセッサー (Cosmoheart Cuisinart[®]) で細かく粉砕した。混合だし [1% 利尻一等昆布, 2% 鰹削り節 (にんべん)] 27.3 g, 卵白 4 g, 醤油 3 g, みりん 1.2 g を加え、ペースト状になるまで混ぜ、流し函 (W 78 mm × L 124 mm × H 46 mm) に入れ、90°C で 30 分間蒸した。なお、クリーブメータ (山電) でかたさ測定を行い、高齢者用食品群別許可基準¹⁰⁾におけるそしゃく困難者用食品 (固形物) の許可要件 (堅さ $5 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 以下) を満たすことを確認した (なお、2009 年特別用途食品制度改正により特別用途食品からそしゃく困難者用食品が除外され、本基準は失効)。

各試料の塩分濃度の差異は、塩味の弁別閾である 6% 以内であった。

2. におい分析

(1) ヘッドスペース (HS) 中の香氣成分の固相マイクロ抽出 (SPME) 法による抽出

試料の HS 中の香氣成分を、以下のように SPME 法によって抽出した。まず、100 ml 容 UM サンプル瓶の蓋の中央部に直径 1.5~2 mm の孔を開けた。200 μl 容マイクロピペット用チップの先端 1 cm を切り出し、更に先端から 3 mm を切り落としたものを蓋の穴に挿入した。チップ開口部をパラフィルムで覆った。このサンプル瓶に試料 20 g を入れ、蓋をして、55°C で 60 分間保温した (図 1)。SPME ファイバー (divinylbenzene/carboxen/polydimethylsiloxane [膜厚 50/30 μm] : Supelco) をチップの上からサンプル瓶に挿入静置し、55°C で 60 分間気相に暴露させ、ファイバーに香氣成分を吸着させた。ファイバーの暴露時間、SPME ファイバーの種類は、予備実験によって、ピーク出現数が最も多い条件を選択した。

(2) GC 分析

香氣成分吸着後の SPME ファイバーを GC 注入口に挿入し、FID と検査員のにおいかぎによって検出した。GC 分析条件は、既報¹¹⁾のとおりである。

においかぎによる検出は、カラムを出口付近で二つに分岐し、一方を FID に、他方をにおいかぎ装置 (GL Science [GC-RO 用装置は特注品¹¹⁾]) へ接続し、FID をモ



図1 照焼鮭の香気成分の捕集

ニターにしながら検査員が実際ににおいをかいだ。検査員は、同志社女子大学生生活科学部食物栄養科学科に在籍する20歳代前半の学生で、においスティック(OSIT-Q、第一薬品産業)による基準臭識別試験とGC分析でのにおいかぎの訓練を3ヵ月以上受けた3名が担当した。においかぎは、疲労による感度低下を防ぐため、10分ごとに検査員が交替した(最終的に各検査員が全分析時間のにおいかぎを行った)。におい強度は、バイアルに入れる試料量を20gから1/2ずつ1/8量(2.5g)まで減らし、20gでのみ検出できたにおいをにおい強度1、1/8量でも検出できたにおいを4として、4段階で表記した。なお、各試料を3回測定し、そのうち検査員2名以上が検出できたにおいをデータとして採用した。

3. 官能評価

各試料の特徴を把握するためプロファイル法による官能評価を実施した。事前に、同志社女子大学「人を対象とする研究」に関する倫理審査委員会の承認を得た。

(1) パネルの選抜

官能評価に関する基礎学習を経た同志社女子大学生生活科学部食物栄養科学科4回生と職員に対して予め実験の概要を説明した。同意を得た被験者対象者102名に、においスティック(OSIT-Q)による12問の基準臭識別検査を受検してもらい、11問以上の正解者69名を被験者とした。

(2) 評価用語の決定

普通食、刻み食、ソフト食を約20~25gずつ白色紙皿(大創産業)に入れ、ぬり箸を添えて、試料温度50

℃で、被験者13名に提供した。試料の提供順は6通りとし、各提供順の被験者数がほぼ等しくなるように調整した。被験者に、各試料を試食してもらい、外観、におい、味、テクスチャー他について思いつく用語を自由回答してもらった。被験者には、室温(約20℃)の超純水130mlをポリエチレンラミネートした紙コップ(大創産業)に入れて提供し、自由に口をゆすいでもらった。

その結果を、先述の検査員3名がKJ法¹²⁾にて整理し、評価用語として、10項目(赤色・つや・生臭さ・鮭のにおい・香ばしさ・脂っぽさ・きめの粗さ・菌ごたえ・ねっとり感・のみ込みやすさ)を決定した。

(3) プロファイル法による官能評価

被験者68名をパネルとした。一部の被験者は用語決定の官能評価に参加したので、その影響を極力除くために、評価用語決定から1ヵ月以上空けて実施した。被験者には官能評価当日個別に面接し、官能評価が適切に行える健康状態であることを確認した。

普通食、刻み食、ソフト食を約20~25gずつ白色紙皿に入れ、ぬり箸を添えて、試料内部温度50℃で被験者に提供した。試料の提供順は6通りとし、各提供順の被験者数が等しくなるように調整した。被験者には、上述の10項目について0~6の7段階評点法で回答してもらった。なお、被験者間の評価基準のバラツキを是正するため、各項目の中央値(3点)に相当する事例を回答用紙に記載した(例:香ばしさ→「トーストのにおいを3とする」)。

口ゆすぎ用の水には室温の超純水を用い、150mlを紙コップに入れて提供した。被験者には評価前に口を1回ゆすいでもらい、評価中は自由にゆすいでもらった。

(4) 統計処理

各項目別に一元配置分散分析を行い、試料間に有意差が認められた場合はTukeyの方法(群間の対比較)にて多重比較を行った。また、各項目間のピアソン偏差積率相関係数を求めた。解析には、統計ソフトEXCEL統計ver.6.0(エスミ)を用いた。

結果および考察

1. “照焼鮭”の香気特性

普通食、刻み食、ソフト食の3種類の照焼鮭の香気特性を検討した。FIDによるクロマトグラムでは、3者に大きな差異が認められず十分な比較ができなかったため、においかぎによる検出にて比較検討した(表1)。

まず、前鼻腔経由のにおいを検討するためにGC-O

咀嚼障害に適する食形態への展開が風味に及ぼす影響

表1 咀嚼障害時に適する食形態への展開が照焼鮭のにおい特性に及ぼす影響

No	保持指標 (KI) ¹ (DB-WAX)	GC-O					
		質			強度		
		普通食	刻み食	ソフト食	普通	刻み	ソフト
1	415	鮭の皮	鮭の皮	鮭の皮	4	3	3
2	834						
3	929	醤油	醤油		3	2	
4	1031						
5	1107	草	草	草	3	3	2
6	1131	きのこ	きのこ	きのこ	2	1	2
7	1271	鮭フレーク	鮭フレーク	鮭フレーク	4	4	4
8	1372	ナッツ	ナッツ	ナッツ	4	2	4
9	1405	魚臭	魚臭	魚臭	2	4	4
10	1486	茹でたジャガイモ	茹でたジャガイモ	茹でたジャガイモ	4	4	4
11	2115	カラメル	カラメル	カラメル	3	4	4

No	保持指標 (KI) ¹ (DB-WAX)	GC-RO					
		質			強度		
		普通食	刻み食	ソフト食	普通	刻み	ソフト
1	415						
2	834	醤油			1		
3	929	醤油	醤油	醤油	3	3	2
4	1031	鮭の生臭さ	鮭の生臭さ	鮭の生臭さ	2	3	2
5	1107	草	草	草	4	4	2
6	1131	きのこ	きのこ	きのこ	3	3	1
7	1271	鮭フレーク	鮭フレーク	鮭フレーク	4	4	4
8	1372						
9	1405	魚臭	魚臭	魚臭	4	4	4
10	1486	茹でたジャガイモ	茹でたジャガイモ	茹でたジャガイモ	4	4	4
11	2115	カラメル	カラメル		3	1	

¹ 保持指標 (KI) は Kovats¹³⁾ の式より算出した。

分析を行った。醤油のにおい (No.3) がソフト食で検出されなかった以外、全てのにおいが3者に共通して認められた。刻み食では、醤油のにおい (No.3)、きのこのにおい (No.6) とナッツのにおい (No.8) が普通食よりも減弱していたが、魚臭 (No.9) とカラメル臭 (No.11) の強度は上昇した。普通食を刻み食に展開すると表面積が増加するため、においの一部は測定までに飛散して消失し、他方、普通食より飛散する香気成分量が増加してより強く感じるにおいもあったと推測される。また、ソフト食では、サケ含量が58%となるため普通食、刻み食よりサケ由来のにおいが弱くなり、また100℃以上で加熱されないため香ばしさが減少すると予測された。GC分析の結果、鮭の皮のにおい (No.1)、草のにおい (No.5) は普通食より強度が低下し、醤油のにおい (No.3) は認められなかったが、それ以外のにおいは、

普通食または刻み食に匹敵する強度であった。ソフト食にのみ含まれる卵白由来のにおいは認められなかった。

ところで、同じ食品のにおいでも、後鼻腔経路の場合は鼻腔内への香気成分の拡散状態が異なるため、前鼻腔経路と異なって認識され¹⁴⁾、においの種類によっては、前鼻腔経路と後鼻腔経路とは脳の活性部位が異なることが報告されている¹⁵⁾。そこで、GCカラムで分離したにおい成分をテフロンチューブで口腔内に導入し、GC-RO分析による香気特性を調べた (表1)。GC-O分析結果と比較すると、普通食に醤油のにおい (No.2)、3者共通で鮭の生臭いにおい (No.4) が新たに認められたが、ナッツのにおい (No.8) が消失した。また、ソフト食では、GC-O分析で感じられなかった醤油のにおい (No.3) が認められたが、カラメル臭 (No.11) は認められなくなった。このように、本研究においても前鼻腔経

由と後鼻腔経由ではにおいが異なって感じられた。実際の摂食時における口腔内でのにおいの放散には唾液の影響が無視できない¹⁶⁾。この影響は今後の検討課題である。

以上の結果より、GC-O, GC-RO 分析を通じて、普通食から刻み食、ソフト食へと順に、醤油やカラメルのにおいが弱くなる傾向があると考えられた。特に保持指標の小さい醤油のにおいにその傾向が顕著であり、咀嚼障害に適する食形態へ展開すると醤油由来の香ばしさが低減することが示唆された。

2. “照焼鮭”の感覚的特性

そこで、実際に、3種類の照焼鮭（普通食、刻み食、ソフト食）を被験者に食べてもらい、10項目について7段階評点法（0-6点）にて回答してもらった（表2）。一元配置の分散分析を行ったところ、「生臭さ」「ねっとり感」「飲み込みやすさ」以外の項目について試料間に有意差が認められた。「歯ごたえ」は、評点の高いものから普通食、刻み食、ソフト食の順となったが、普通食と刻み食の間には有意差が認められなかった。このことから、刻み食で対応できるのは、既報^{6,9)}のように軽度の咀嚼障害のみと考えられる。一方、ソフト食は、普通食、刻み食に比べて、歯ごたえが有意に低いだけでなく、きめも有意に細かく、ソフト食は、刻み食よりも広く咀嚼障害に対応可能であると考えられた。しかし、飲み込みやすさは普通食と有意差がなく、嚥下障害には不適当なことが確認された。

表2 咀嚼障害に適する食形態への展開が照焼鮭の感覚的特性に及ぼす影響

項目	普通食 (n=52)	刻み食 (n=40)	ソフト食 (n=45)	ANOVA
鮭のにおい	3.70 ± 1.32 ^a	3.96 ± 1.31 ^a	3.02 ± 1.41 ^b	**
生臭さ	1.65 ± 1.12	1.76 ± 1.33	1.56 ± 1.18	
香ばしさ	3.25 ± 1.56 ^a	2.36 ± 1.33 ^b	1.48 ± 1.42 ^c	**
脂っぽさ	3.50 ± 1.28 ^a	3.18 ± 1.43 ^b	1.96 ± 1.34 ^b	**
つや	4.53 ± 1.13 ^a	3.27 ± 1.27 ^b	2.56 ± 1.36 ^c	**
赤色	3.88 ± 1.18 ^a	3.73 ± 1.13 ^a	2.02 ± 1.16 ^b	**
きめの粗さ	3.78 ± 1.46 ^a	3.76 ± 1.52 ^a	2.96 ± 1.28 ^b	**
ねっとり感	1.70 ± 1.16	1.80 ± 1.80	1.94 ± 1.09	
歯ごたえ	4.20 ± 1.30 ^a	3.69 ± 1.50 ^b	1.31 ± 1.21 ^b	**
飲み込みやすさ	2.03 ± 1.54	2.00 ± 1.04	2.56 ± 1.46	
好ましさ	4.59 ± 1.28 ^a	4.47 ± 1.44 ^a	3.17 ± 1.32 ^b	**

n: 被験者数。分散分析 (**P < 0.01) ならびに Tukey の方法で有意差検定を行った。同一アルファベット間に有意差なし (P < 0.05)。

においに関する項目では、「生臭さ」は全試料とも低値で試料間に有意差がなかった。「鮭のにおい」はソフト食が他の試料よりも有意に低かった。ソフト食は、サケ以外の材料を含むためサケ含量が低い。GC 分析では、サケ由来と考えるにおいの強度に他の試料と顕著な差は認められなかったが、実際に食する官能評価では有意な差が認められた。また、「香ばしさ」では3種類の試料間に有意差が認められ、評点の高いものから普通食、刻み食、ソフト食の順となった。これは GC 分析結果とよく一致している。このことから、咀嚼障害に適する食形態へ展開すると香ばしさが低減することが明らかになった。

また、「好ましさ」では、普通食と刻み食の間に有意差は無かったが、ソフト食は有意に低値を示した。「好ましさ」に対する他の項目のピアソン相関係数 γ を求めたところ、「鮭のにおい」「香ばしさ」「赤色」「歯ごたえ」の γ が 0.418, 0.429, 0.421, 0.412 となり、「好ましさ」との間に正の中程度の相関が認められた。摂食障害に適応させるという目的を鑑み、この4項目から「歯ごたえ」を除外して考えると、「好ましさ」を改善するには、においに関する項目、「鮭のにおい」と「香ばしさ」の評価の向上が不可欠であると考えられる。特に、嗅覚は感覚の中で加齢による衰えが最も著しい感覚であるため¹⁷⁾、高齢者にとっては、本官能評価結果以上ににおいの影響が大きいと考えられる。すなわち、本官能評価では、普通食と刻み食の間に「好ましさ」の有意な差異は認められなかったが、刻み食の「香ばしさ」が有意に低かったことから考えると、高齢者にとっては普通食を刻み食に展開した段階で「好ましさ」が有意に低下する可能性も危惧される。特に、醤油のにおいには塩味増強効果が報告されている¹⁸⁾。塩味は味の決め手となるため、このにおいの低減は風味全体を左右すると推察される。

超高齢社会において、嚥下障害と同様咀嚼障害に適する食事の重要性は非常に高いと考えられる。中でも、食塊形成能の低下を伴う咀嚼障害に対応できるソフト食の利用価値は高く、この嗜好性の向上は必須課題である。本研究結果から、におい特性の改善は嗜好性向上に不可欠と考えられるため、今後、におい、風味に着目したソフト食の調製法の改良が望まれる。

参考文献

- 1) 手嶋登志子: 介護食ハンドブック, 医歯薬出版, 東京, pp.3-4 (1999).

咀嚼障害に適する食形態への展開が風味に及ぼす影響

- 2) 渡邊孟：高齢者の食と栄養管理，建帛社，東京，p.157 (2001)。
- 3) 永井晴美，柴田博，芳賀博，上野満雄，須山泰男，安村誠司，松崎俊久，崎原盛造，平良一彦：地域老人における咀嚼能力と栄養摂取ならびに食品摂取との関連，日本公衆衛生雑誌，38，853-858 (1991)。
- 4) 厚生労働省：平成17年歯科疾患実態調査結果について，<http://www.mhlw.go.jp/topics/2007/01/tp0129-1.html>
- 5) 柴田博，藤田美明，五島孜郎：高齢者の食生活と栄養，光生館，東京，p.190 (1994)。
- 6) 真部真里子：にいがたが食嗜好に及ぼす影響－味噌の嗜好調査から－，家政誌，57，21-29 (2006)。
- 7) Schiffman, S. : Intensification of sensory properties of foods for the elderly, *J. Nutr.*, 130, 927 S-930 S (2000)。
- 8) 保坂敏男：嚥下困難な利用者に対するの食の満足度向上－適切なアセスメントと対策（ソフト食を通して）, 高齢者ケア, 12, 8-17 (2008)。
- 9) 玉川和子，口羽章子，木地明子：臨床調理第4版，医歯薬出版，東京，pp.103-115 (2007)。
- 10) 厚生省生活衛生局食品保健課新開発食品保健対策室長通知：高齢者用食品の表示許可の取扱いについて，平成6年2月23日衛新第15号 (1994)。
- 11) 真部真里子，久保加織：離乳食“カボチャペースト”における調理加工法の相異が風味に及ぼす影響，家政誌，61，401-409 (2006)。
- 12) 川喜多二郎：KJ法－混沌をして語らしめる，中央公論社，東京 (1986)。
- 13) Kovats, E : *Advances in chromatography*, Dekker, New York, p 445-452 (1965)。
- 14) Hummel, T : Retronasal perception of odors, *Chem. Biodivers*, 5, 853-861 (2008)。
- 15) Small, D. M., Gerber, J. C., Mak, Y. E. and Hummel, T : Differential neural responses evoked by orthonasal versus retronasal odorant perception in humans, *Neuron*, 47, 593-605 (2005)。
- 16) Hills, BP and Harrison, M : Two-film theory of flavor release from solid, *Int. J. Food Sci. Technol.*, 30, 425-436 (1995)。
- 17) Stevens, JC, Barthoshuk, LM and Cain, WS : Chemical senses and aging : Taste versus smell, *Chem. Senses*, 9, 167-179 (1984)。
- 18) Djordjevic, J., Zatorre, R. J. and Jones-Gotman, M. : Odor-induced changes in taste perception, *Exp. Brain Res.*, 159, 405-408 (2004)。

(2011年11月9日受理)