

食肉を利用した高齢者用機能性ソフト食の研究・開発 そのⅢ

Development of Functional Soft Food for Elderly Persons by Using Meat Part. Ⅲ

六車 三治男 ・ アブドラティフ アーメド ・ 難波 靖 ・ 河原 聡
*黒田 留美子 ・ **中出 浩二 ・ **沼田 正寛 ・ ***中村 豊郎

(宮崎大学農学部, *財団法人潤和会・潤和リハビリテーション診療研究所,

伊藤ハム株式会社中央研究所, *株式会社ユニカフェ R&Dセンター)

Michio Muguruma, Abdulatef M. Ahhmed, Yasushi Namba, Satoshi Kawahara,

*Rumiko Kuroda, **Koji Nakade, **Masahiro Numata and ***Toyoo Nakamura

(Faculty of Agriculture, University of Miyazaki, *Junwa Medical Center for Rehabilitations,

Central Research Institute, Itoham Foods Inc. and *R&D Center, Unicafe Inc.)

Abstract: Many people require eating meat and meat products that are soft because they are facing difficulty to bite, chew and swallow meat that are stiff. Infants and aged adults, in particular, fall within the general scope of people with these needs. We have conducted this research to enhance the ability of those people to eat meat products in soft conditions. This research would contribute to decrease the elderly people suffering of eating stiff meat. Thus, soft meat loaves and beef powder chocolate can provide the opportunity for those people to eat meat without any difficulty. Consequently, these products would contribute considerably to the enhancement of nutritional food-intake in elderly people.

A. Soft meat loaves: The new product made as a third part of the soft meaty product series. This product mainly made of beef, pork and onion as well as egg yolk, with other. Other additives such as olive oil, starch, salt, ginger extract and gelatin were added to improve the flavor and textural properties of this product. All ingredients were mixed by a food processor and the loaves were divided into four groups, the first set was consisted of meat loaf without any treatment which considered as control group. The second group was meat loaf subject to filtration process by a strainer. The third group was meat loaf with gelatin without filtration process. The fourth set was meat loaf with gelatin and subjected to filtration process. Then all samples were placed in plastic bowls and cooked by a steam convection oven at 85°C for 8 min. Eventually the samples cooled down and subjected to share force test and sensory analysis test.

As a result breaking strength values reduced drastically in the samples filtered by strainer and the values of samples treated with gelatin and filtered by a strainer were significantly decreased. The adhesiveness of soft meat loaves was decreased significantly; the product showed a very good cohesiveness, it was as normal as in ordinary soft food. Data suggests that the new product was smooth and extremely softened by the means of gelatin and filtration treatments when compared to ordinary soft food. From the softness point of view, the video-fluorographic profiles showed that the participant was chewing and swallowed meat loaf normally without any obstacles that because the product was soft and tender. In the sensory evaluation test four people were participated in meat loaf panel, the average age of the participants was 86 years-old. They had a variety of teething conditions, one person had natural teeth, one person had artificial teeth and the

other two persons had no teeth, just used their own gum to chew those loaves. All participants were voted positively for the taste, softness and elasticity. Three participants accepted the product and passed positive remarks over other quality traits such as tongue sense, crumbling and ability of chewing the product. However, one person could not give real valuations upon the quality traits because he had Alzheimer disease. Finally, from the quality point of view the elderly people who participated in the sensory evaluation accepted the soft meat loaves and this product was also nutritionally improved by the use of other additives as mentioned previously.

B. Meaty chocolate : This product temporally has been named "meaty chocolate" because it contains beef powder. This product introduced as a side dish a kind of dessert for elderly people. This meaty chocolate was consisted of chocolate 95% and beef powder (meat proteins) 5% . Interestingly, from the palatability point of view, the product was acceptable, the participants in a local aged care facility showed their pleasure toward this meaty chocolate. Obviously, the taste was dominated by the chocolate flavor which gave the product an advantage to be accepted. This chocolate may contribute to the functional soft food because it can be used as easy to eat products with high nutrient content in sweet condition.

1. 目 的

急速な高齢化社会の到来をうけて高齢者の身体機能、特に咀嚼・嚥下機能の減退に無理なく適合でき、さらに、生体調節機能を合わせ持つ食品素材の研究・開発が強く要望されている。

食品をかむことが困難な方には、トロミをつけた食事の工夫は非常に効果的である¹⁾。古くからコラーゲンは食品のゲル化剤として利用されているが、加熱によりゼラチンとなりゲルが溶解してしまうために用途が限定されていた。そこで、平成16年度の食肉に関する助成研究調査において微生物起源のトランスグルタミナーゼ (MTG) を利用してコラーゲンの融点の改変を試みた。その結果、MTGの添加をコントロールすることにより、加熱しても適度なトロミを有するゼラチンゲルを調製し、嚥下困難者のための食塊形成を助けることができる製品を調製した²⁾。また、高い栄養価を有している食肉を各種処理（物理的処理や酵素処理等）し、咀嚼・嚥下機能の低下した高齢者でも容易に食べることができるような物性の食肉を調製した。さらに、田名部と中村の方法³⁾を参考にして、嚥下障害をもつ高齢者でも安心して食べ

られる美味しいソフトボークソーセージを開発し、老人介護施設での高齢者（平均年齢：83.9歳）を対象に官能評価をした結果、嚥下障害のある高齢者に受け入れられることを明らかにした²⁾。

2年目の平成17年度のソフト食開発に関する研究では、新規なチキンローフを開発した。介護老人施設での高齢者を対象とした官能評価でもチキンローフが嚥下障害（ソフト②グレード）のある高齢者に受け入れられることを明らかにした⁴⁾。また、裏ごしをして繊維分を除去したチキンローフは88歳の女性を対象にした嚥下造影検査の結果からもスムーズに飲み込めることが確認され、咀嚼嚥下困難者用食品のゲル形成にも適合できることも明らかにした。

このように、平成16年度および17年度のソフト食開発に関する研究は大きな成果を挙げたが、本年度はさらに嚥下障害が高い高齢者用のソフト食の開発を目的として研究を行ったので、微粉碎肉の効果的利用と合わせて報告する。

2. 方 法

2.1 実験材料

食肉材料としては国産和牛のモモ肉および国産

豚のバラ肉を使用した。なお、和牛モモ肉および豚バラ肉ともにと殺後、低温貯蔵をした材料を用いた。

2.2 高齢者用のミートローフの調製

ミートローフの製造工程の概要は下記のとおりである。

まず、下準備として、牛肉1.2kg、豚肉0.8kgをフードプロセッサーで3分間細切した合挽き肉を調製した。次に、皮を剥いだ2cm角の玉ねぎ2kgにオリーブオイル200mlを添加し、スチームコンベクションオーブン（RATIONAL CM101G, Germany）を用いて、100%蒸気中で200℃、20分間加熱処理し、フードプロセッサーにより細切した玉ねぎペーストを調製した。さらに、卵の素から作った卵黄200gにオリーブオイル200mlを入れ攪拌したものを準備した。

調製した合挽き肉2.0kgに対し、玉ねぎペースト、卵黄とオリーブオイルの混合物、生姜汁40g、片栗粉20g、食塩8g、味噌16g、ナツメグ0.8gを添加しよく混合して調製肉とした。調製肉の半分量は裏ごし処理を施した。調製肉100gに対しポテト20gを加え混合し、スチームコンベクションオーブン（RATIONAL CM101G, Germany）を用いて、100%蒸気中で加熱処理した。加熱調理温度と時間は、85℃8分間とした。なお、1%ゼラチンを添加した試料も同様の処理を施して調製した。

2.3 レオロジー特性の測定

ミートローフの物性は食品物性測定用クリーブメーター（山電株式会社製、RE2-33005S, Tokyo, Japan）を用いて、ロードセル20Nにより、圧縮速度1mm/secで測定した。破断強度は、くさび形（No.49）のプランジャーを使用し、65℃にて測定した。解析は、自動解析装置ソフトウェア（山電株式会社製 Windows Ver.1.2 TAS-3305）を用いた。また、ミートローフのテクスチャー解析には、高齢者用食品の硬さの測定規格

に準じて、直径3mmのプランジャーを用いて、圧縮速度5mm/secで測定し、自動解析装置ソフトウェア（山電株式会社製 Windows Ver.1.2 TAS-3305）を用いて解析した。それぞれの測定は同一試料について5～7回行った。

2.4 官能検査

ミートローフの官能評価は、財団法人潤和リハビリテーション振興財団、介護老人保健施設ひむか苑の入所者（形態：ソフト食②）を対象者として行った。メニューとしてはハンバーグとした。対象者は男性2名、女性2名の合計4名であった。平均年齢は86歳である。摂食機能の内訳は、自分の歯1名、義歯1名、歯肉2名である。なお、官能評価の項目としては、口腔内残留物、味・風味、柔らかさ、舌触り、弾力性、飲み込み易さ、凝集性、総合評価等を設定し、判定した。

2.5 嚥下造影検査

ミートローフの嚥下造影検査は潤和会記念病院外来放射線部で実施した。被験者は前日まで経管栄養で栄養を補給していた75歳の女性を対象に行った。

2.6 牛肉微粉碎肉の調製

国産和牛のもも肉を矢野と中村の方法⁵⁾により5mmサイズのプレートを用いて挽肉とし凍結乾燥後70℃で3時間加熱殺菌した。殺菌後の牛肉を-196℃の液体窒素で凍結し、超低温粉碎装置（リンレックスミル）により粉碎した。得られた粉碎物を篩いにかけて（粒子径100μm以下）牛肉微粉碎品とした。

2.7 微粉碎肉を用いた高タンパク質食品の調製

（1）カレールの調製

微粉碎肉5%あるいは10%（20g）を含むカレールーおよび微粉碎肉10%と玉ねぎ20%を含むバールモンカレーを調製した。さらに微粉碎肉10%、玉ねぎ20%およびヨーグルト1%を含有するカ

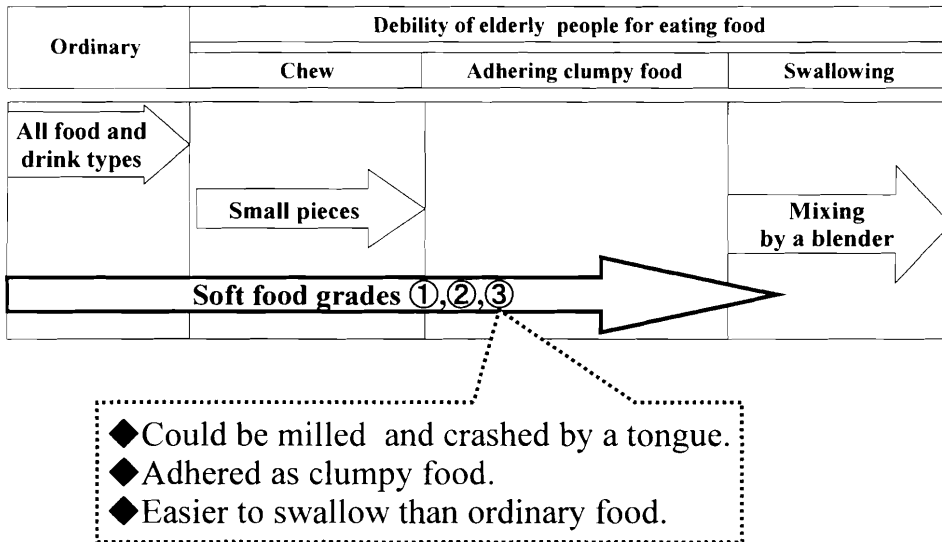


Fig.1 Ranks of soft food based on eating food ability of elderly people

レーターを調製し官能評価のためのカレー料理に用いた。

(2) チョコレートの調製

微粉碎肉を20%あるいは30%含有するチョコレート調製し、官能評価に供した。

3. 結果と考察

急速な高齢化社会の到来を受けて高齢者の身体機能、特に咀嚼・嚥下機能の減退に無理なく適合できる食品素材の提供が強く求められている。Fig.1に高齢者用ソフト食の位置づけを示した。ヒトが物を食べる時、食べ物を認識し、口へ取り込み、咀嚼と食塊の形成をし、嚥下する一連の行程が必要である。まず、今まで介護老人保健施設で提供されてきた「きざみ食」は、咀嚼の行程は必要なくなるが、食塊の形成が不十分なことから、嚥下機能障害をもつヒトには誤嚥の危険性があった。また、重度の咀嚼・嚥下障害をもつヒトに提供されてきた「ミキサー食」は食品の形態を保持していないことから、見た目も悪く、食欲を減退させ、栄養状態を悪化させていた。

そこで、我々はしっかりと形があり、口への取

り込み、咀嚼、食塊形成、移送、嚥下がし易い高齢者用ソフト食に注目し現在に至るまで検討を重ねてきた。

高齢者用ソフト食は、嚥下状態がより障害された場合においては、繊維の多い野菜類が口の中に残留し易いことに基づいて、ソフト①とソフト②の2段階に設定されていた^{6,7)}。前者は火を通して繊維を軟らかくした野菜を使用し、後者ではこれらをムース状にして野菜の繊維を除去する必要がある。一方、ソフト①とソフト②の肉や魚の原材料については、ソフト肉であれば問題なく嚥下可能であった。そこで初年度は、豚肉を主原料とし、それに卵白を配合したソーセージ原料を、過熱水蒸気を庫内に充満させて調理するスチームコンベクションオーブンを使用することにより⁸⁾、肉の水分蒸発が少なく、しっとりとした柔らかな仕上がりの⁹⁾、ソフトポークソーセージを調製した。ソフト②の嚥下障害を持つ75歳以上の後期高齢者を対象に、安心してしかも美味しく食べられるソフトポークソーセージを高齢者介護施設ひむか苑で官能評価した結果、玉ねぎ、味噌および生クリームを添加する項目を付加した試みにより、さ

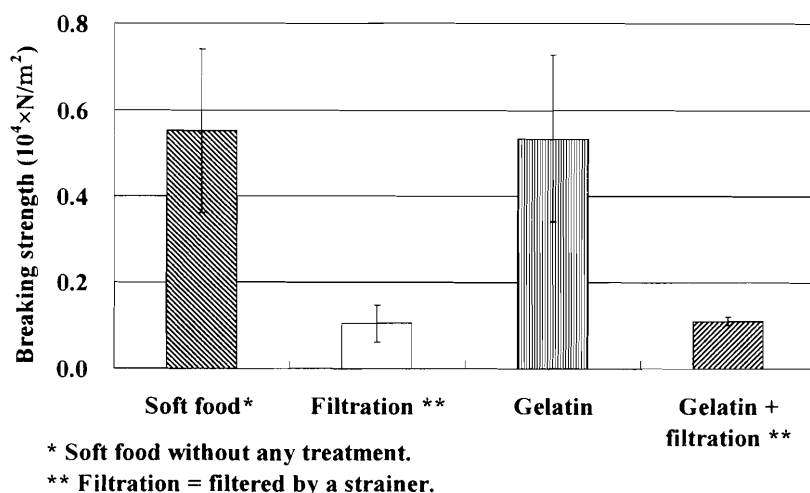


Fig.2-1 Changes in bearing strength of soft food

らに美味しく、しかも食感を改善できることを明らかにした。

しかし、さらに重度の嚥下困難者は野菜だけではなく、肉や魚の繊維を除去しなければならないことを認識した。初年度は、ソフト食②のなかでも重度の嚥下障害のある高齢者のために、豚肉ペーストに裏ごし処理を取り入れ、さらに嚥下し易くなるソフトポークソーセージを調製した。

そして昨年度からは、ソフト食②で対応できないさらに重度の咀嚼・嚥下障害をもつ高齢者のために、新たにソフト食③を定義した。それは、野菜だけではなく、肉や魚を裏ごし処理することにより繊維質を除去した食材を使用する食形態である。

3.1 ミートローフの製造とテクスチャー特性

ソフト③対応食肉製品として実験方法の欄に記載した牛肉および豚肉を使用してミートローフを調製した。

Fig.2-1にミートローフの物性試験を厚生労働省の定める高齢者用食品の試験検査法に準じて測定した。厚生労働省が定めた高齢者用食品における食品群別許可基準によると、菌茎で容易につぶせる破断強度は $5 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 以下であるが、今回

調製した試料の値は、すべてその $1/10$ 程度の値となり、とても柔らかいソフト食を調製することができた。なお、ゼラチンの添加による影響は、今回の実験ではほとんど認められなかったが、裏ごし処理により、有意に破断強度が減少した ($p < 0.01$)。これは、裏ごし処理により肉の線維が取り除かれたためであると考えられた。裏ごしをすることによって、厚生労働省高齢者用食品における食品群別許可基準の菌茎で容易につぶせて、さらに舌でつぶせる値 ($1 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 以下) よりも、今回作製したすべてのソフト食は低かった¹⁰⁾。

高齢者が食するソフト食にとって付着性 (adhesiveness) および凝集性 (cohesiveness) も大変重要な因子である。付着性とは食品の表面と他の物体 (舌、歯、口腔等) の表面とが付着している引力に打ち勝つのに必要な力であり、凝集性は、食品の形態を構成する内部的結合に必要な力と定義されている¹¹⁾。

ミートローフの付着性をFig.2-2に示した。付着性は食品の滑りやすさを示すものでもあり、値が高すぎても低すぎてもよくない。水のように付着性の低いものは誤嚥してしまい、高いもののはのに詰まることになる。そこで、食肉を含む高齢

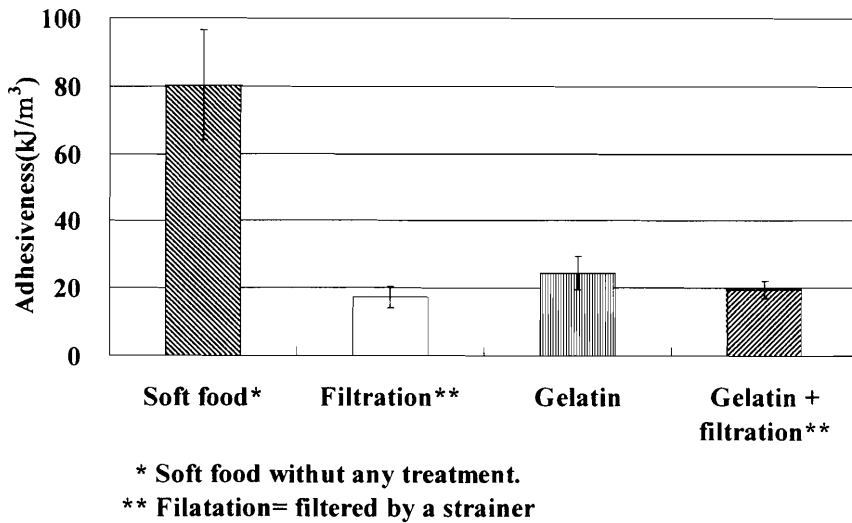


Fig.2-2 Changes in soft food adhesiveness

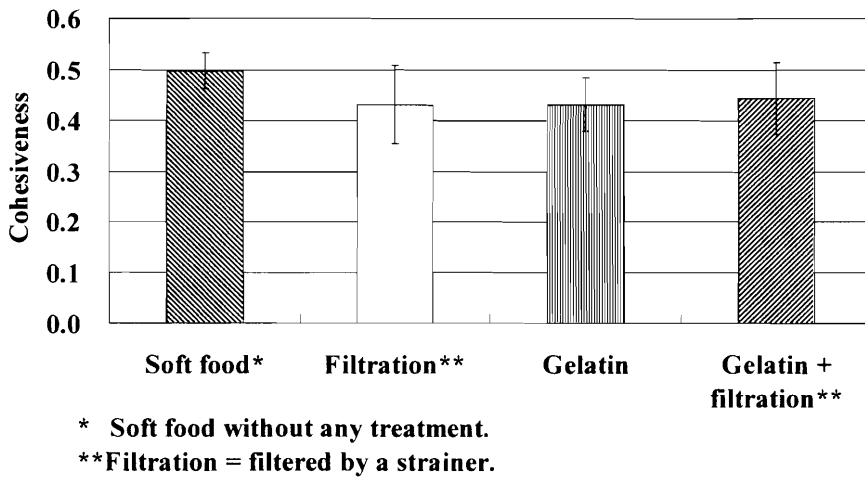


Fig.2-3 Changes in cohesiveness of soft food

者用ソフト食として、卵豆腐くらいの付着性をもった食品が好ましいと考えた。その付着性は1.6 kJ/m³付近とされている。今回測定した試料の付着性はいずれもその値よりも高かったが、いずれも問題の無い値であり、裏ごしをしたミートローフが一番卵豆腐に近い値であった。

一方、凝集性は、高齢者ソフト食で重要な「まとまり易さ」の目安となる数値であり、少なくとも0.2~0.4は必要であるとされている。今回測定した試料はいずれも0.4を上回っていた (Fig.2-3)。

得られた凝集性はいずれも食塊を形成するのに十分な力を有していた。

3.2 ミートローフの官能評価と嚥下評価

ひむか苑にて平均年齢86歳の後期高齢者（男性2名、女性2名）を対象に、管理栄養士による評価が最もよかった1%ゼラチンを含む裏ごしをしたミートローフの官能評価を行った。摂食機能の内訳は、自分の歯1名、義歯1名、歯肉2名である。なお、官能評価の項目としては、口腔内残留物、味・風味、柔らかさ、舌触り、弾力性、飲み

Table 1 Sensory evaluation of stewed beef burger

***Panellists:** Dwellers of Himuka aged care facility.

****Food treatment:** Hardens though mixed by blender.
Male 2. Female 2.
Ages average 86 years.

*****Participants with variety of teeth conditions:**

- Natural teeth 1 Person
- Artificial teeth 1 Person
- Gums 2 Person

Results of sensory evaluation		
Food traits	Answers by people number	
	Positive	negative
• Remained food	✓ (1)	✕ (3)
• Taste	✓ (4)	✕ (0)
• Softness	✓ (4)	✕ (0)
• Tongue sense	✓ (3)	✕ (1)
• Elasticity	✓ (4)	✕ (0)
• Ability or debility of swallowing	✓ (3)	✕ (1)
• Crumbling	✓ (3)	✕ (1)

General comments: One person has Alzheimer disease, he could not estimate correctly the sensory traits of this food. For instance food remained in his mouth. However, he showed strong appetite toward this product.

Nutrient content

Calorie (Kal)	Proteins (g)	Fat (g)	Salt (g)
233	11.2	17.9	0.3

込み易さ、凝集性、総合評価等を設定し、判定した。

その結果、1名は口腔内残渣・舌触り・飲み込み易さ・凝集性の項目でネガティブな回答となったが、味・柔らかさ・弾力性はよい回答が得られた。対象者の中には、認知症で一部介助の方が、自らスプーンをとり、食べる光景がみられた。なお、今回の官能評価ではミートローフを用いて、煮込みハンバーグを調製した。その100g当たりの栄養成分の内訳は、熱量223kcal、タンパク質含量11.2g、脂肪含量17.9g、食塩0.3gであり、大変栄養価の高いソフト食になった (Table 1)。

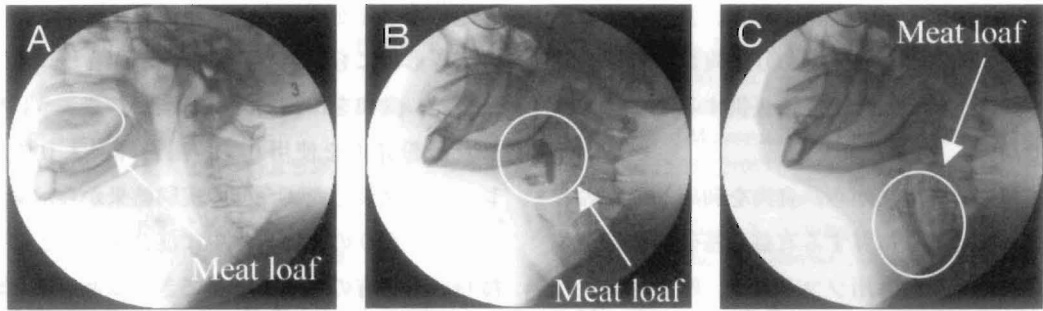
また、上記と同様のミートローフの嚥下造影検査を行った (Fig.3)。被験者は前日まで経管栄養で栄養を補給していた75歳の女性を対象として行った。この方の摂食機能は嚙肉である。Aは嚙肉でミートローフを咀嚼している様子を撮影した映像である。Bは咀嚼直後のミートローフの食塊を飲み込む直前の映像であり、まさに咽頭にその食塊が進入する様子を示している。Cは食道を通過しているところを示した映像である。この結果か

ら、今回開発したミートローフは、前回調製したチキンローフと同様に、喉頭蓋谷に残留することなくスムーズに飲み込むことができることが明らかになった。

これら2つの評価から、新規ミートローフは程度の咀嚼・嚥下障害があり、栄養状態の悪い後期高齢者にも評判よく受け入れられることが明らかになった。

3.3 微粉碎肉を用いた高齢者用ソフト食の試作と評価

人は歳をとるにつれ、心身の機能が衰えていくのは自然の摂理である。歳をとると、運動量が減り、内臓の消化機能なども低下していく。すると食欲も低下する。食欲がなくなると偏った食事になり易く、結果として、全身の栄養状態が悪化し、障害を引き起こすことになる。ただでさえも、高齢者は栄養状態が悪くなる傾向にあるうえに、疾病を併発して機能障害が重なるとさらに栄養不足となる。特に、咀嚼・嚥下障害がある高齢者では良質なタンパク質が不足していると言われている。そのため、高品質な食肉タンパク質を食事として



Panellist: Geriatric female, 75 years-old.

- (A) Chewing beef loaf by her gum (no teeth).
 (B) Adhering food in one clump before swallowing.
 (C) Final stage, swallowing food normally.**

Fig.3 Video-fluorographic profiles show 3 major steps of eating beef loaves

摂取することは極めて重要と考えられる。そこで、食肉を口腔内で易崩壊性にした微粉碎肉を使用して、実際に介護老人施設で提供できる食事を念頭において、日常ひむか苑で提供している介護食も含めて、ソフト食の開発を行った。

昨年度は、えびボール (Shrimp)、ソフトリッチプリン (Softrich)、豆乳蒸し (Soymilk) および豆腐と白身魚の蒸し物 (Whitefish) に微粉碎肉を添加して調製したところ、後期高齢者のみならず、健常者にも受け入れられる大変おいしい製品になった¹⁾。

今回は昨年度に引き続き、新たな製品の開発を試み、微粉碎肉入りカレールーおよび微粉碎肉入りチョコレート²⁾の調製を行った。

使用した牛肉微粉碎品は昨年度と同じ和牛肉を使用した。牛肉微粉碎品の一般分析の結果は、100g当たり下記のとおりである。タンパク質 (%) : 66.86%, 脂質 (%) : 25.16%, 糖質 (%) : 0.08%, 灰分 (%) : 6.10%, 水分 (%) : 1.81%, エネルギー (kcal) : 519。

専門家に味・香り・硬さ・材料との相性について官能評価を依頼した結果、微粉碎肉5%入りカ

レールーおよび微粉碎肉20%入りチョコレートがいずれの項目についても高い評価が得られた。また、今回の実験結果から微粉碎肉は味や香りの強い食材中に混合することにより微粉碎肉特有の風味を消去できることが明らかになった。従って、後期高齢者の食事に微粉碎肉を取り入れることにより、栄養状態の改善ができる可能性が示唆された。

昨年、厚生労働省から介護老人保健施設における、経口維持加算に関して、「入所者の誤嚥を防止しつつ、継続して経口による食事の摂取を進めるための食物形態、摂取方法等における適切な配慮」について、Q&Aの形で回答がだされている。すなわち、きざみ食は、程度にもよるが、咀嚼に障害があっても食塊形成・移送に問題ないといった方以外には不適切。また、①食物は柔らかいか、②適度な粘度があってバラバラになりにくいか、③口腔や咽頭を通過する時変形し易いか、④べたついていないか (粘膜につきにくい)、などの観点を踏まえ、個々の利用者に応じた食物形態とすることが必要。また、誤嚥防止のみならず、口から食べる楽しみを尊重し、見た目、香りやに

おい、味付け（味覚）、適切な温度、食感などの要素に配慮することも重要であり、複数の食材を混ぜてペースト状にして一律に提供することなどは適切でない。

3年間の研究成果から、食肉を利用した高齢者用ソフト食の製造に関する有益な基礎的知見が多く得られた。高齢者用ソフト食は、厚生労働省のQ&Aに求められる食事形態に則しており、今後も高齢者介護施設での需要が高まると思われることから、本研究は意義深いものになった。今後、ソフト③に適合したより美味しい食肉含有ソフト食を開発するとともに、さらに融点を改変したコラーゲン^{12～15)}や食肉由来の機能性ペプチド^{16～19)}等を導入した新たな機能性ソフト食に関する研究を行う必要がある。

4. 要 約

本研究の目的は、食肉を用いて高齢者用機能ソフト食を開発研究することである。

本年度は、牛もも肉、豚バラ肉、卵黄、オリブオイル、玉ねぎ、片栗粉、生姜、ゼラチンを混合し、スチームコンベクションオーブンを利用して100%の水蒸気中、85℃で8分間加熱調理することにより、新規なミートローフを調製した。このミートローフのテクスチャー解析を行った結果、その破断強度は、咀嚼・嚥下困難者用食品のゲルの形状で、舌でつぶせる範囲（ $1 \times 10^4 \text{N/m}^2$ 以下）よりもはるかに低く、付着性と凝集性をからも、誤嚥の少ない、高齢者に最適な良質なタンパク質を含むソフト食と考えられた。介護老人保健施設での高齢者（平均年齢：86歳）を対象に官能評価をした結果、ミートローフが嚥下障害（ソフト③グレード）のある高齢者に受け入れられることが明らかになった。また、今回の裏ごしをして繊維分を除去したミートローフは、75歳の女性を対象にした嚥下造影検査の結果からも、スムーズに飲

み込めることが確認され、咀嚼嚥下困難者用食品のゲル形状にも適合できることが明らかになった。

また、食肉を口腔内で易崩壊できるように処理した微粉碎肉を使用して、微粉碎肉入りチョコレートを調製した。今回の実験結果から、微粉碎肉は味や香りの強い食材中に混合することにより微粉碎肉特有の風味を消去できることが明らかになった。従って、後期高齢者の食事に微粉碎肉を取り入れることにより、栄養状態の改善ができる可能性が示唆された。

現在まで得られた結果から、食肉を利用した高齢者ソフト食の製造に関する有益な基礎的知見を得ることができた。今後、これらの結果を基に、さらに美味しく、高齢者のみならず、幼児や健常者にも受け入れられるような改良や畜産物由来機能性ペプチドも導入することによる機能性ソフト食の開発を継続する必要がある。

本研究を遂行するに当たり、有益なご助言を賜った潤和会記念病院副院長河野寛一先生、ひむか苑施設長木田 修先生ならびにご協力頂いた、納富祥子氏および松浦 美和子氏に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 黒田留美子：家庭のできる高齢者ソフト食レシピ、河出書房出版、1-127（2003）
- 2) 六車三治男、松本 直、河原 聡、黒田留美子、中出浩二、中村豊郎：伊藤記念財団平成16年度食肉に関する助成研究調査成果報告書、23、322-331（2005）
- 3) 田名部尚子、中村豊郎：日本畜産学会報、76、415-422（2005）
- 4) 六車三治男、松本 直、河原 聡、黒田留美子、中出浩二、中村豊郎：伊藤記念財団平成17年度食肉に関する助成研究調査成果報告書、24、336-347（2006）
- 5) 矢野幸男、中村豊郎：食肉の科学、45（1）、125-127（2004）
- 6) 黒田留美子：高齢者ソフト食 安全でおいしい介護食レシピ、株式会社厚生科学研究所、（2001）
- 7) 黒田留美子：日摂食嚥下リハ会誌、8、10-16（2004）

- 8) 鈴木寛一：過熱水蒸気技術集成 その特性と拡がる最新利用および装置開発の現状，株式会社エヌ・ティー・エス，3-16 (2005)
- 9) 山田晶子，杉山知美，渋谷祥子：日本家政学会誌，53，331-337 (2002)
- 10) 島根正則，重久 保：新食感辞典，株式会社サイエンスフォーラム，261-267 (1999)
- 11) 大坪研一，内藤成弘：食品のテクスチャー評価の標準化，森 友彦，川端晶子編，光琳，1-26 (1997)
- 12) Erwanto, Y., Muguruma, M., Kawahara, S., Tsutsumi, T., Katayama, K., Yamauchi, K., Morishita, T., Kai, Y. and Watanabe, S.: *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 15, 1204-1209 (2002)
- 13) Erwanto, Y., Kawahara, S., Katayama, K., Takenoyama, S., Fujino, H., Yamauchi, K., Morishita, T., Kai, Y., Watanebe, S. and Muguruma, M.: *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16, 269-276 (2003)
- 14) Muguruma, M., Tsuruoka, K., Katayama, K., Wrwanto, Y., Kawahara, S., Yamauchi, K., Sathe, S.K. and Soeda, T.: *Meat Science*, 63, 191-197 (2003)
- 15) Erwanto, Y., Kawahara, S., Katayama, K., Takenoyama, S., Ahhemed, A.M. Yamauchi, Chin, K.B. and Muguruma, M.: *Journal of Food Sciences*, 70, E505-E509 (2005)
- 16) Katayama, K., Tomatsu, M., Fucyu, H., Sugijama, M., Kawahara, S., Yamauchi, K., Kawamura, Y. and Muguruma, M.: *Animal Science Journal*, 74, 53-58 (2003)
- 17) Katayama, K., Fucyu, H., Sakata, A., Tomatsu, M., Kawahara, S., Yamauchi, K., Kawamura, Y. and Muguruma, M.: *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 16, 417-424 (2003)
- 18) Katayama, K., Tomatsu, M., Kawahara, S., Yamauchi, K., Fucyu, H., Kodama, Y., Kawamura, Y. and Muguruma, M.: *Jouranal of Agricultural and Food Chemisirtry*, 52, 771-775 (2004)