

咀嚼補助用ゲル状油脂の開発と
介護食の飲み込み特性改善に関する研究

県立広島大学 大学院

総合学術研究科

生命システム科学専攻

博士論文

平成 28 年 3 月
(2016 年)

佐野 淳也

目次

| | |
|-----------------------------|----|
| 第1章 緒論 | 1 |
| 第2章 咀嚼補助用ゲル状油脂の開発 | |
| 2-1 はじめに | 7 |
| 2-2 咀嚼補助用油脂の設計・開発 | 7 |
| 2-3 配合検証 | 10 |
| 2-4 ゲル状油脂の構造解析 | 15 |
| 2-5 ゲル状油脂の調理適性 | 20 |
| 2-6 ゲル状油脂の消化吸収性 | 26 |
| 第3章 咀嚼補助用ゲル状油脂と他の油脂との比較 | |
| 3-1 はじめに | 31 |
| 3-2 粘弾性測定 | 31 |
| 3-3 レオロジー測定 | 38 |
| 3-4 官能評価 | 47 |
| 第4章 咀嚼補助用ゲル状油脂の飲み込み特性改善 | |
| 4-1 はじめに | 53 |
| 4-2 付着性低減の検証 | 53 |
| 4-3 ゲル化剤で調整した食形態との比較 | 59 |
| 第5章 咀嚼補助用ゲル状油脂を用いた介護食レシピの作成 | |
| 5-1 はじめに | 63 |
| 5-2 管理栄養士・栄養士を対象とした実態調査 | 63 |
| 5-3 介護食レシピの作成 | 72 |
| 5-4 作成した介護食レシピの飲み込み特性の確認 | 90 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 第 6 章 咀嚼補助用ゲル状油脂を用いた介護食のヒトによる評価 | |
| 6-1 はじめに | 98 |
| 6-2 方法 | 98 |
| 6-3 結果 | 101 |
| 6-4 考察 | 102 |
| 第 7 章 総括 | 104 |
| 謝辞 | 107 |
| 参考文献 | 108 |

第1章 緒論

2013年の政府調査によると、日本の65歳以上の高齢者人口は3,190万人となり、総人口の25%を初めて超え、世界中のどの国もこれまで経験したことがない「超高齢化社会」に突入した¹⁾。今後も平均寿命の伸びや出生率の低下による少子高齢化の傾向は顕著になる一方で、2025年には高齢化率が30.3%、2055年には39.4%に達すると推定されている²⁾。また高齢化に伴って、日常生活に何らかの介助を必要とする要介護・要支援者も年々増加し、2013年には561万人となった¹⁾。特に後期高齢者といわれる75歳以上になると、要介護状態に陥るリスクが急激に高まる¹⁾。このため、介護保険費や医療費の削減の観点からも、寝たきりになる時期を遅らせ、「健康寿命」を延伸することが重要視されている。

加齢に伴って、生活に関する様々な機能低下が生じてくる。そのうち食事に関しては摂食嚥下機能の低下が知られている。高齢になると、歯の欠損や咀嚼筋の萎縮、舌運動の不良によって咀嚼機能が低下しやすい。また唾液分泌量が減少し、口腔や咽頭の筋力、嚥下反射が衰えるため、嚥下機能も低下しやすく³⁾、脳血管障害や神経疾患、認知症などの原疾患を有する要介護高齢者では、何らかの摂食嚥下障害を有する者が多い。近年は肺炎による死亡率が増加しており、肺炎は2011年に脳血管疾患を超え、日本人の死因の第三位となった。肺炎にはウイルス性肺炎以外に、食物や飲み物が誤って気管に進入（誤嚥）して発症する「誤嚥性肺炎」があり、摂食嚥下障害者は「誤嚥性肺炎」の発症リスクが高い。肺炎の死者の9割以上が65歳以上の高齢者が占め⁴⁾、高齢者の肺炎の80%以上は誤嚥性肺炎という報告もある⁵⁾。このため、高齢者では誤嚥性肺炎の予防が重要である。

我が国のほとんどの介護施設では、咀嚼や嚥下しやすい形態に調理された「介護食」が提供されている。「介護食」とは常食の献立をベースに、利用者の咀嚼機能や嚥下機能に応じて、食物の硬さや粒の大きさ、粘性などのテクスチャーを調整した食事であり、副食では、キザミ食、ミキサー食、ムース食、ソフト食などに分類される⁶⁾。(Table 1-1) このうち最も普及している介護食は約8割の施設で利用されている「キザミ食」である^{7,9)}。キザミ食は食物をフードプロセッサーや包丁などで細かく切り刻んだもので、咀嚼機能が低下した者に対して提供されてきた。咀嚼とは歯によって食物を粉碎し、舌を使い唾液と混和することで、食塊 (bolus) という軟らかく凝集した状態を形成する行為である。

ところが、キザミ食は食物を単に切り刻んだだけのため、食塊を形成しにくく、かえって咀嚼回数が増加したり¹⁰⁾、誤嚥を誘発しやすい¹¹⁻¹²⁾ため、適用に注意が必要になってきた。このため最近ではキザミ食から別の食形態に変更を試みる現場も少なくなない¹³⁻¹⁴⁾。

一方、高齢者はエネルギーやたんぱく質などが欠乏する「低栄養 (PEM : Protein Energy Malnutrition)」になりやすい¹⁵⁻¹⁶⁾。低栄養になると、日常活動動作 (ADL : Activity of daily living) が低下するだけでなく、免疫力が低下し、疫病罹患率や合併症発生率が高まり、QOL (Quality of life) が悪化する。さらに低栄養に陥った高齢者が食べ物を誤嚥すると、誤嚥性肺炎に感染しやすい¹⁷⁾。低栄養は、食事摂取量の低下だけでなく、咀嚼・嚥下機能や消化・吸収機能の低下、蛋白質同化機能の低下、生活環境や薬剤の影響など様々な要因が重なり発症することが分かっているが¹⁸⁻²⁰⁾、介護食の調理方法、すなわちテクスチャーや物性の調整方法との関連も指摘されている²¹⁻²²⁾。通常、介護食の調理は、食物を軟らかくするため、煮る、蒸す、茹でるなどの水を利用した加熱方法が選択される。またフードプロセッサーやミキサーで食物を粉砕する場合も、多量の水分を加えて滑らかにする。さらに、まとまりを補うために使用する増粘多糖類にも加水は必須である²³⁾。

(Fig. 1-1) このように介護食の調理では水を欠くことが出来ないため、完成した介護食の容積は元の常食よりも増加し、単位重量あたりの栄養価が低下する。介護食の栄養に関する先行研究では、キザミ食の問題点が指摘されており、介護施設で提供されている介護食の栄養量を測定した報告では、キザミ食の実際のエネルギー量は計算値の7割に過ぎず、要因として加水や調理における歩留まりの低下が挙げられている²⁴⁾。また、キザミ食は刻むことで見かけ上の容積が増すため、食器への盛り付け量が減少し、肉料理や魚料理では常食の9割しか盛りつけられていないという報告もある²⁵⁾。さらにキザミ食は見た目が悪いため、食欲が増進しないという指摘もある^{7,26-27)}。介護施設の入所者のBMI (Body Mass Index) は、常食摂取者に比べてキザミ食の摂取者の方がBMIが低いという報告²⁸⁾もあることから、キザミ食は物性面だけでなく、栄養面においても注意が必要な食形態であると考えられる。

近年ではキザミ食に変わる食形態として、食品のつなぎ成分を利用して調理した「高齢者ソフト食」や²⁹⁾、均質なペースト状の食品をゲル化剤で固形化した「ムース食」³⁰⁾などが提案されている。また、凍結解凍した食物を酵素液に浸漬したまま減圧すること

で硬さを制御する技術（凍結含浸法）³¹⁾も開発され、見た目や美味しさの面でキザミ食を凌駕する仕上がりとなる新しい介護食が登場している。一方、キザミ食は常食を摂取できないがミキサー食や流動食までレベルダウンさせない点において重要な食形態と位置づけられていた³²⁾。すなわち、不均質なテクスチャーであるがゆえに、嚥下機能の廃用を防ぐことが可能になるということである。またキザミ食は調理に手間がかからない点が利点として、多くの調理現場に普及したことも指摘されている⁷⁾。前述の食形態は、食物によって調理手法が異なり使いこなしに知識や経験が必要なこと、均質で滑らかなテクスチャーにする際に加水が必須で栄養密度の低下を避けられないこと、調理に専用の器具や長時間の下処理が必要で、一般的な厨房設備では導入のハードルが高いことも知られている。このため、キザミ食の対象者である咀嚼機能の低下した者が食べやすく、高い栄養価を有し、多くの介護施設で簡便に調理が可能な新たな食形態の開発が必要と考えた。

油脂は必須脂肪酸や脂溶性ビタミンの吸収補助として重要な役割を果たしている³³⁾。さらにエネルギー源として考えると、9 kcal/g と、たんぱく質や炭水化物の2倍以上のエネルギーを持つ大変効率の良いエネルギー源である。また油脂はコクや美味しさを付与し、口当たりの滑らかさ、軟らかさを作り出す³⁴⁾。例えば、摂食嚥下障害者でも食べやすい献立としてネギトロが知られているが、これはマグロの赤身を油脂が滑らかにすることで飲み込みやすくなったという代表例である。そこで我々はこのような油脂の機能性を介護食の調理に活かすことを考えた。つまり水の代わりに油脂を利用することで、コンパクトで栄養密度の高い介護食の提供を可能にするという考え方である。既に油脂を介護食の調理に活用することは知られている³⁵⁻³⁶⁾が、粉や卵などと同様に料理素材として調理科学的な活用に基づいたものである。また油脂を用いて食物の物性改善を試みた先行研究も見られるが³⁷⁻⁴³⁾、実験的視点での研究報告が多く、摂食・嚥下との関連を多面的に検証した研究はほとんどない。

本研究では、最も普及しながら多くの課題を抱えるキザミ食の代用となる、食べやすさと栄養密度を兼ね備えた食形態の開発を目的とした。まずキザミ食の欠点である食塊形成性を補うため、食物と混合するだけで食塊を形成しやすい「咀嚼補助用油脂」の開発を行った。その際、体温や食物の温度による物性変化を配慮し、温度依存性が少なく、低温から高温まで安定した物性を得るため、ゲル状の構造油脂（オルガノゲル）の配合

検証を行った。また配合検証によって定めた「咀嚼補助用ゲル状油脂」の試作品を介護施設の給食で試用し、設計要件の確認、および実際の調理現場で使用した際の問題点を調査した。さらに咀嚼補助用ゲル状油脂は体温で融解しにくい特性を持つため、消化吸収への影響が懸念された。そこで消化吸収性への影響を動物試験にて確認することとした。次に咀嚼補助用ゲル状油脂と他の油脂との比較を行った。評価方法は摂食嚥下困難者向け食品の先行研究で利用されている物性評価と官能評価を利用し、油脂の物理状態が飲み込み特性へ与える影響について検証した。油脂単体の動的粘弾性測定においては、喫食時のずり速度や温度による影響を考慮し、周波数依存性、温度依存性を測定した。食物に添加した際のレオロジー検証においては、嚥下調整食の物性測定法として汎用されているクリープメーターによる測定を用いて、硬さ、凝集性、付着性を算出した。また官能評価によって、油脂の種類による飲み込みやすさや風味への影響を検証した。以上によって、咀嚼補助用ゲル状油脂が他の油脂よりも優れた飲み込み特性を有し、食物との適合性が高いことを確認した。一方、咀嚼補助用ゲル状油脂を食物に加えるとべたつきが増すことが分かったので、付着性を抑える手法を検証した。また最近、現場で関心が高い増粘多糖類で調製した介護食との比較を行った。さらに咀嚼補助用ゲル状油脂を用いた新しい介護食が給食現場に普及するには、調理現場での実態に即した調理方法とレシピ開発が必要である。そこで介護施設に勤務する管理栄養士へのアンケート調査を実施し、現在の食形態の種類や調理方法、油脂の活用に関する現場の実態を把握した。その後、アンケート結果をベースに、対象となる食物や基本となる調理方法を検証し、作業手順を盛り込んだ介護食レシピを作成した。また作成した介護食レシピの一部について物性評価および官能評価を行い、咀嚼補助用ゲル状油脂を用いた介護食レシピの物性規格との適応を検証した。最後に咀嚼補助用ゲル状油脂で調製した介護食の飲み込み特性を評価するため、筋電図測定による摂食機能評価を行った。介護食レシピから選んだ食事を健常成人に摂取させた際の咀嚼筋および嚥下筋の挙動を測定することで、咀嚼補助用ゲル状油脂の咀嚼特性への影響を確認した。

以上の研究によって、咀嚼補助用ゲル状油脂はキザミ食と同様の調理プロセスに数工程加えるだけで、食べやすさと栄養密度が両立した新しい介護食を簡便に提供できることを明らかにした。本研究で得られた知見を日常の介護食の調理に活用することで、要介護高齢者のQOL向上や栄養状態の改善への寄与が期待される。

Table 1-1 介護食の食形態と特徴

| 名称 | 特徴 |
|-------|---|
| 常食 | 健常者が食する普通の食事。キザミ食，ミキサー食，ムース食などは常食をベースに加工される。 |
| キザミ食 | 食べ物を噛む力の弱くなった高齢者のために常食を食べやすい大きさに刻んだ食事。あんをかけてまとまりを補うことが多い。粒の大きさによって、極キザミ食，超キザミ食など，数段階に分かれることもある。 |
| ミキサー食 | キザミ食を食べることが困難な高齢者のために常食をミキサーにかけて嚙まずに食べられるようにした食事。通常，そのままではミキサーが回らず，粒をなくすことが難しいので，だし汁などを加え均質にした後，増粘剤でとろみをつけることが多い。 |
| ソフト食 | 見た目や味は普通の食事と同じだが，卵や粉類などの食べ物をつなぎにして，舌や歯茎で押しつぶせる柔らかさに加工してある食事。 |
| ムース食 | 素材毎にミキサーにかけた後，ゲル化剤でムース状に固めたもので，見た目と風味を保ちつつ，嚙下障害者でも食べやすくした食事。ミキサー食と同様，多量の加水が必要。 |
| 流動食 | 嚙下障害等で十分な食事が摂取できない場合や経口摂取が難しい場合に，栄養補給を目的として摂取する液状の食品。濃厚流動食とも呼ばれるものは，低栄養状態の改善のために1 kcal/g以上のエネルギーを有し，たんぱく質を強化したもの，ビタミンやミネラルがバランス良く配合されているものなど，多種にわたる。近年はプリン状形態や高粘度形態のものも増えている。 |

(文献6より改変)

※以下，本文中における食形態の呼称は，原則として上記に基づくものとする。

介護食の調整には水は不可欠



Fig. 1-1 介護食の調理と水の利用

第2章 咀嚼補助用ゲル状油脂の開発

2-1 はじめに

本研究の目的は、キザミ食の代わりとなる、食べやすさと栄養密度を兼ね備えた食形態を開発することである。そこで初めに、食物と混合するだけで食塊を形成可能な咀嚼補助用油脂を開発することとした。設計に当たっては、食物を凝集しやすいだけでなく温度による物性変化が少ないことも配慮し、その要件を満たす構造としてゲル状油脂（オルガノゲル）の配合検討を行った。また介護施設の給食で試用し、設計要件の確認、および調理現場での利用に当たっての課題を調査し、咀嚼補助用ゲル状油脂の製法を定めた。一方、咀嚼補助用ゲル状油脂は体温で融解しない特性を持つことから消化吸収への影響が懸念されたため、あらかじめ動物試験によって消化吸収に対する影響についても確認することとした。

2-2 咀嚼補助用油脂の設計・開発

2-2-1 必要な特性

キザミ食は食物の細断物がバラバラにほぐれやすく、口腔内で食塊を形成し難いことが、誤嚥を起ししやすい大きな要因である。その際、細断物や破砕物が適度に凝集し、バラバラにならなければ、まとまり感が付与された食塊状、つまり咀嚼困難者が食べやすいテクスチャーを得ることが出来る。すなわち油脂を加えた際に、細かい食物同士を粘着凝集することが、咀嚼補助用油脂に必要な第一の要件となる。また誤嚥を防止するためには、食塊を口腔から咽頭へ送り込んだ際に気道に侵入せずに食道に移送することが必要であるが、咀嚼機能の低下した者では、食塊を形成する能力だけでなく、咽頭への送り込み機能も低下していることが多く、口腔内への溜め込みが見られる。その際、体温で食塊が融解してしまうと、誤嚥が起りやすい^{44,45)}。例として、重度の嚥下障害者に適用されるゼラチンゼリーの融点は体温よりも低いため、咽頭への送り込み不良などの症例では、ゼラチンゼリーの適用に注意が必要である⁴⁶⁾。本研究における咀嚼補助用油脂は、その対象者をキザミ食が提供されている要介護高齢者と想定しており、咀嚼障害者が中心となる。この場合、送り込みが上手く出来ず、体温で油脂が融解してしま

うと食塊を維持出来ず、誤嚥のリスクが高まる。そこで咀嚼補助用油脂には、体温で融解しない特性が必要と考えた。さらに要介護高齢者では、健常高齢者に比べて食事時間が長くなりやすいため、食事の前後で食物の物性変化が大きくなる。特に温かく供与された食事は時間の経過に従って温度が低下すると、食事が硬くなり摂取しにくい物性に变化する⁴⁷⁾。咀嚼補助用油脂の使用先として想定される施設給食では、調理した時から喫食まで数時間程度かかるため、温度による物性変化が少ないことも要件となる。加えて咀嚼補助用油脂は様々な食物やメニューに活用されることに考慮すると、味や臭いが少なく、くせのない風味であることが望ましい。以上より咀嚼補助用油脂に必要な特性として、「粘弾性が高い」（食物を粘着凝集しやすい）「温度依存性が少ない」（体温でも融解せず物性の温度依存性が少ない）「味や臭いが少ない」（メニューを選ばず汎用性が高い）の3点を設定し、これを満たす設計・開発を行うこととした⁴⁸⁾。

2-2-2 ゲル状油脂（オルガノゲル）の活用

油脂は分散状態や結晶構造により液体、固体、ゲル、エマルションという物理状態を示す⁴⁹⁾。そのうち保形性を有する一般的な状態は固体である。固体油脂は、高融点油脂の結晶中に低融点油脂が分散している状態であり、その物性は含有される油脂の組成や割合、結晶型によって決まる。その物性は高融点油脂の結晶構造に依存しやすく、チョコレートのように硬いが脆い、ラードのように展延性が低いなど、変形には弱い特性が見られる。ゲルも固体と同様に高い保形性を持つ。ゲルとは少量の固体成分が多量の液体成分を含有して膨張したもので、固体成分（ゲル化剤）が三次元網目構造（ネットワーク）を形成し、そこに液体成分を包括した構造を持つ。そのため、固体と液体の中間の性質、すなわち粘弾性を備えるのが特徴である。連続相の液体成分が水または水溶液であるハイドロゲルは、食品基材として幅広く利用されており、増粘多糖類によって調製されるゼリーは、摂食嚥下困難者に適した形態として多くの医療・介護現場で利用されている。一方で連続相の液体成分、ゲル化剤の固体成分が油脂であるものをオルガノゲルという。オルガノゲルはハイドロゲルと同様に、ゲル化剤の作る三次元網目構造（ネットワーク）によって液体を包括するため、保形性だけでなく粘弾性も有する。そのためネットワークを維持可能な一定の応力まで弾性を示し、変形に強い。つまりこの特性が本研究での咀嚼補助用油脂の要件に適していると考えた。さらに咀嚼補助用油脂は粘

弾性だけでなく、高い保型性と温度安定性も必要とする。すなわち低温から高温まで温度に依存されず、高く安定したゲル特性を持たせることが重要である。オルガノゲルの製法にはゲル化剤の選定がポイントとなる。食品として適用できるオルガノゲルのゲル化剤は、乳化剤や特定の高融点油脂など、選択が限られている。特に油脂成分をゲル化剤に用いた場合、高い保形性を持つオルガノゲルの生成は難しいが、先行研究において、低融点脂質と高融点脂質の組み合わせで特定のテンパリング処理を行うと、一定の温度領域で高い保形性を持つオルガノゲルが生成できることが報告されている⁵⁰⁾。この方法はゲル化剤である高融点油脂に高エルカ酸菜種油を完全水素添加して得られる FHR-B (Fully-hydrogenated rapeseed oil-behenic acid rich) を用いること、さらに適切なテンパリング処理がポイントである。そこで、この方法を参考にして FHR-B をゲル化剤とするゲル状油脂の調製を検討することとした。

※FHR-B (ハイエルシン菜種油極度硬化油) について

菜種油の種類には、オレイン酸主体のものとエルカ酸主体のものがある。エルカ酸とは炭素数 22 で n-9 位に二重結合を持つ脂肪酸であるが、1972 年頃、心臓疾患をもたらす懸念があるとの報告がされ、品種改良によってエルカ酸の含有を 1%以下にする技術が開発された。また現在、日本で使用される菜種油はほとんどがオレイン酸主体のものとなっている。一方、FHR-B はエルカ酸を多く含む菜種油を完全水素添加することで生成され、炭素数 22 の飽和脂肪酸であるベヘン酸を多く含む油脂であり、一般的には加工用食用油脂として利用されているものである。なお本実験で用いた FHR-B の融点は 60°C である。

2-3 配合検証

ゲル化剤として FHR-B を利用する際は、低融点脂質との配合比率および特定の温度パリング処理がゲル化の条件となる。先行研究⁵⁰⁾においては、低融点脂質にサル脂軟部油 (sal fat olein: SFO) またはココアバターを使用した例が紹介されているが、両者とも特有の風味を呈しており、咀嚼補助用ゲル状油脂の要件を満たさない。そこで低融点脂質には、風味にくせが少なく、食用油として一般に広く利用されている菜種油の活用を検討した。そこで同一の急冷処理下において、高融点脂質 (FHR-B) と低融点脂質 (菜種油) の比率を変化させ、本研究の目的としたゲル状油脂の配合を検証することとした。

2-3-1 方法

1. 試料

菜種油 (菜種白絞油: 日清オイリオグループ株式会社) と FHR-B (ハイエルシン菜種油極度硬化油: 横関油脂工業株式会社, 融点 60°C) を 99.0:1.0 の割合で混合し、70°C に加熱し完全溶解させた。その後、氷水中でスターラー (IWAKI: PC-310) を用いて 20 分間攪拌を行いながら冷却した後、20°C に 1 時間静置した。これを試料 A とし、同様に Table 2-1 の配合比率にて調製したものを試料 B~F とした。

Table 2-1 試料の配合比率

| 試料 | | A | B | C | D | E | F |
|-----------------|-------|------|------|------|------|------|------|
| 配合 比率 (%) | 菜種油 | 99.0 | 97.0 | 95.0 | 90.0 | 85.0 | 80.0 |
| | FHR-B | 1.0 | 3.0 | 5.0 | 10.0 | 15.0 | 20.0 |

2. SFC 測定

SFC (%) とは固形脂含量のことで、混合油脂中の固形脂の割合を示す。融点や凝固点は単一の温度でしか表すことが出来ないが、SFC は任意の温度における固形脂量を把握することが出来るため、油脂の硬さ等の性質を調べるのに有効である。(SFC > 40 はかなり硬く、SFC = 15~30 でやや軟らかく、SFC < 10 になると流動性が発現してくる。) また縦軸に SFC (%) , 横軸に温度をプロットしたものを SFC 曲線と呼ぶ。SFC 曲線に

より油脂の性状と温度の関係を把握することができ、例えば、ある温度になると SFC が急激に低下する縦型の SFC 曲線は口溶けがシャープな性状を示し、温度が変化しても SFC があまり変化しない横型の SFC 曲線では保型性が良い性状を示すこととなる⁵¹⁾

本研究では NMR 法(核磁気共鳴吸収法)に基づく SFC (Solid fat content) 測定装置にて試料の SFC を測定した。(NMR 法は SFC 測定に関する唯一の公定法で、NIR (近赤外) 法よりも正確であるため品質管理用途を中心に利用されている。) 試料 3 g を 80°C に加熱して完全に溶解させ、SFC 測定装置 (SFC-2000 : アステック株式会社) の測定セルに入れ、60°C で 30 分間保持した後、0°C で 30 分間保持した。さらに、25°C で 30 分間保持した後、0°C で 30 分間保持した。その後、SFC の測定温度で 30 分間保持した後、SFC を測定した。SFC の測定温度は、5°C、10°C、15°C、20°C、25°C、30°C、35°C、40°C とした。

3. 官能評価

健常成人によって得られた試料の官能評価を行なった。評価項目は、外観および風味・食感の 2 項目とした。外観は流動性がなく硬さがあること、風味・食感は異味・異臭がなく、ざらつきがなく舌触りが滑らかであることとし、いずれもキザミ食を粘着凝集するのに適しているかを評価のポイントとした。喫食量は任意とし、硬さに関しては必要に応じて試料にスパチュラ (薬さじ) で触れて判断することも可能とした。

各項目の評価基準を以下に示す。

【外観】

- ◎ : 流動性はなく硬さがある。
- : 流動性はなく硬さがあるが、◎ に比べて軟らかい。
- △ : 流動性はないが硬すぎる。硬すぎてキザミ食と混和しにくい。
- × : 流動性があり硬さがない。硬さがないのでキザミ食をまとめることができない。

【風味・食感】

- : 異味、異臭がなく、ざらつきもなく舌触りが滑らかである。
- △ : ざらつきがあり、舌触りが悪い。
- × : 異味、異臭がある。

2-3-2 結果

SFC の測定結果を Table 2-2 に示す。5~30℃までの範囲では、SFC 値と配合された FHR-B の配合比がほぼ一致する結果となった。いずれの試料も温度による急激な SFC の低下はなく、5~40℃の間において比較的安定した数値を示した。FHR-B の配合比率が増加するに従って、同一温度における SFC が上昇する傾向が見られた。また FHR-B の配合比率が 5%以下であった試料 A, B, C は 5~40℃の範囲で SFC が 6%以下と低値を示し、FHR-B の含量が 20%の試料 F は、5~40℃の範囲で SFC が 16%以上と高値を示した。それに対し、試料 D は SFC が 7~11%程度、試料 E は 11~16%程度であった。

Table 2-2 各試料の SFC (固形脂含量 : %)

| 温度 (℃) | 試料 | | | | | |
|--------|-----|-----|-----|------|------|------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 5 | 0.6 | 2.7 | 5.2 | 10.8 | 16.2 | 20.9 |
| 10 | 1.2 | 2.9 | 5.2 | 10.1 | 15.7 | 21.1 |
| 15 | 1.1 | 2.4 | 5.0 | 10.4 | 16.2 | 21.1 |
| 20 | 0.9 | 2.9 | 4.9 | 10.5 | 15.7 | 20.8 |
| 25 | 1.0 | 2.1 | 5.3 | 10.2 | 14.6 | 20.1 |
| 30 | 0.9 | 1.9 | 4.2 | 9.5 | 14.5 | 19.0 |
| 35 | 0.6 | 1.9 | 4.0 | 8.2 | 13.0 | 17.3 |
| 40 | 0.1 | 1.3 | 3.4 | 7.0 | 11.9 | 16.1 |

官能評価の結果を Table 2-3 に示す。外観は試料 D, E が最も良好な結果となった。試料 C, F はともに流動性はないが、C は軟らかく、F は硬すぎるためにそれぞれキザミ食を粘着凝集する性質には劣ると判断した。また試料 A, B は流動性がある液体で、キザミ食を粘着凝集できない状態であった。また滑らかさ、風味では試料 F はざらつきがあり舌触りが悪かったが、それ以外の試料に関してはいずれも良好な結果であった。

Table 2-3 官能評価結果

| 評価項目 | 試料 | | | | | |
|-------|----|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F |
| 外観 | × | × | ○ | ◎ | ◎ | △ |
| 風味・食感 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ |

2-3-3 考察

1. 配合検証

オルガノゲルは、オイルゲル、油性ゲル、ファットゲル、オレオゲル、リポゲル等とも呼ばれ、これまでは工業的な用途が主体であったが、最近ではケーキやクッキーを型から外しやすくするための離型油、アイスクリームのコーンに水が染みこむのを防ぐ防水膜、液状ショートニングなどにも利用されてきており、今後は液状油に保形性を持たせることでトランス酸フリーの固形油脂の代替など、現在注目されている脂質の研究分野である⁵²⁾。本研究の咀嚼補助用ゲル状油脂の開発に活用した FHR-B を急冷処理する手法は、融点の異なる油脂のみの組み合わせでゲル化が得られる点の特徴である。通常、高融点油脂と低融点油脂のみの組み合わせでは固体状を示すが、この組み合わせでゲル化するのは、液状油での溶解度以上の濃度で高融点油脂を添加することで、高温でも溶解せずに残っている少量の高融点油脂結晶のネットワーク構造中に液状油を取り込ませるという機序に基づいたものである。先行研究⁵⁰⁾では高融点油脂と低融点油脂の比率が 98 : 2 の場合に良好な結果を示したと述べられているが、本研究においては前述の比率では流動性が高く、ゲル状を示さなかった。この原因は、低融点油脂が SFO ではなく菜種油であったため、FHR-B への溶解度やトリアシルグリセロール (TAG) の構造が異なるためと考えられた (Table 2-4)。

本研究で開発する咀嚼補助用ゲル状油脂には、温度によって SFC が安定し、体温でも融解しないことが求められる。すなわち、体温以上の温度まで SFC があまり変化しない横型の SFC 曲線を示すものを目指した。その結果、いずれの試料においても変化の少ない横型の曲線を示し、温度が変化しても良好な保形性を保つことが示唆された。一方、官能評価の食感の項目では試料 F でざらつきがあったものの、それ以外の試料はいずれ

も舌触りが滑らかで良好な結果であった。一方、外観の項目では、試料 A, B はともに流動性の高い液状で、本研究で求められるゲル状油脂とは異なった性状であった。それ以外の試料では、試料 D と E が優れた結果であった。そこで両者にて再度比較すると、試料 E は D に比べて、若干硬く、通常の食品よりも軟らかいキザミ食などには馴染みにくいことが考えられた。そのため、試料 D が最も適していると判断し、菜種油 : FHR-B = 9 : 1 をゲル状油脂の基本配合として定めることとした。

Table 2-4 油脂の脂肪酸組成 (%)

| 脂肪酸 | FHR-B | 菜種油 | SFO |
|------|-------|------|------|
| 12:0 | - | - | - |
| 14:0 | 0.1 | 0.4 | 0.1 |
| 16:0 | 3.2 | 3.7 | 8.5 |
| 16:1 | - | 0.2 | - |
| 18:0 | 37.3 | 1.6 | 24.2 |
| 18:1 | 0.2 | 59.1 | 56.0 |
| 18:2 | - | 21.0 | 3.9 |
| 18:3 | - | 9.2 | 0.7 |
| 20:0 | 9.8 | 0.5 | 4.9 |
| 22:0 | 47.8 | - | 0.4 |
| 24:0 | 1.6 | - | - |

2-4 ゲル状油脂の構造解析

前述の配合にて調製した試料がゲル状油脂であることを確認するために、テンパリング処理の有無による FHR-B の結晶構造をデジタル顕微鏡で観察した。また過冷却温度の設定には FHR-B の結晶化温度が必要になる。そこで示差走査熱量分析 (DSC : Differential scanning calorimetry) を用いて FHR-B の動的状態の把握を行うこととした。示差走査熱量分析とは測定物質と基準物質との間の熱量差を計測する分析方法で、両者を一定の条件で加熱もしくは冷却して試料間の温度差を 0 に保つのに必要なエネルギーを記録するものである。

2.4.1 方法

1. 試料

菜種油と FHR-B を 9:1 の割合で混合し、70°C に加熱し完全溶解させた。その後、氷水中でスターラー (IWAKI : PC-310) を用いて 20 分間攪拌を行いながら冷却した後、20°C に 1 時間静置した。(以下、急冷処理品) 一方、同様に室温で 20 分間スターラーによる攪拌を行った後、20°C で 1 時間放置した。(以下、徐冷処理品)

2. 結晶状態の観察

室温 20°C において、デジタル顕微鏡 (デジタルマイクロスコープ VHX-600 : KEYENCE 社) を用いて試料の結晶状態を観察し、倍率は 500 倍にて撮影した。

3. 示差走査熱量分析 (DSC)

試料をアルミパンに入れ、70°C で完全溶解した後、示差走査熱量分析装置 (DSC1 : メトラートレイド株式会社) により測定した。5°C / min にて -70°C まで冷却し、その後 2°C / min にて 70°C まで徐加熱した。

2.4.2 結果

1. 結晶状態の観察

デジタル顕微鏡による結晶写真を Fig. 2-1 に示す。いずれも多数の結晶が形成していたが、急冷処理は徐冷処理と比較して FHR-B の結晶は微細で、連続相である菜種油中に均

一に存在したネットワーク構造であることが確認された。一方、徐冷処理は形成した結晶が大きく、結晶核を形成しながら分散していた。結晶の大きさは、急冷処理で $5\ \mu\text{m}$ 、徐冷処理で $20\ \mu\text{m}$ 程度であった。

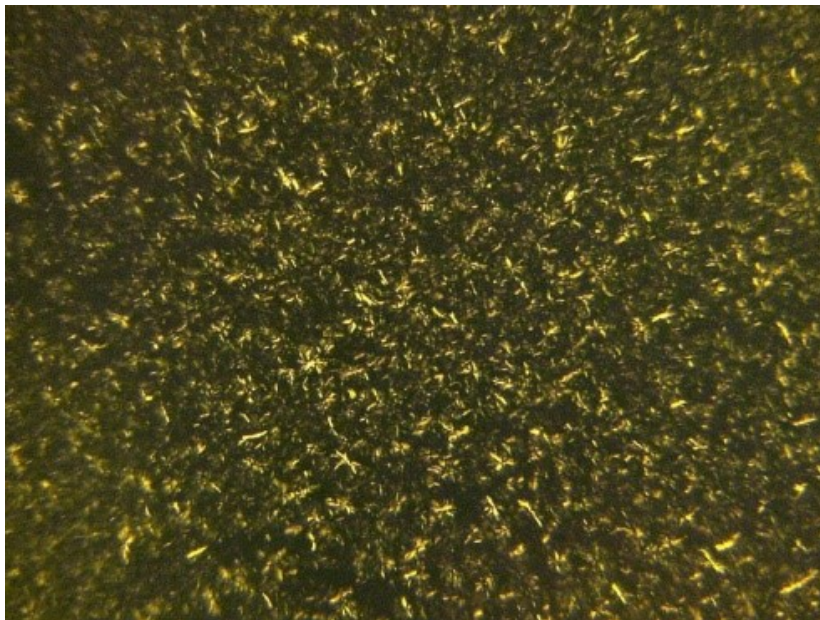


Fig. 2-1-A 急冷処理品

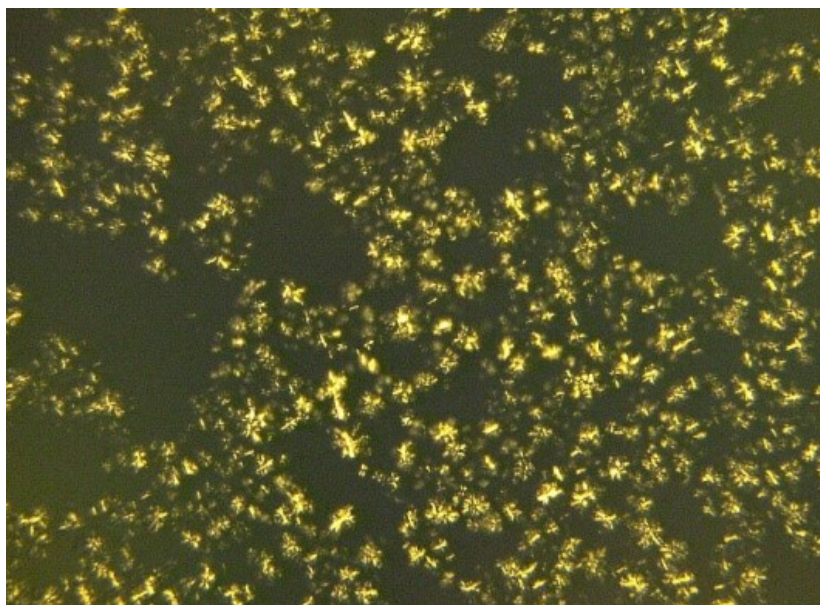


Fig. 2-1-B 徐冷処理品

Fig. 2-1 冷却処理による結晶状態の違い

2. 示差走査熱量分析 (DSC)

測定結果を Fig. 2-2 に示す。冷却時の発熱ピークは 38.70°C，加熱時の吸熱ピークは 54.62°Cであった。これにより，試料中における FHR-B の α 結晶の融点は 38°C 付近， β 結晶の融点は 55°C 付近と考えられた。より多くの α 結晶を析出するためには，融点以下への過冷却が有効であるため，38°C よりもさらに低い温度まで急冷処理する必要があることが分かった。

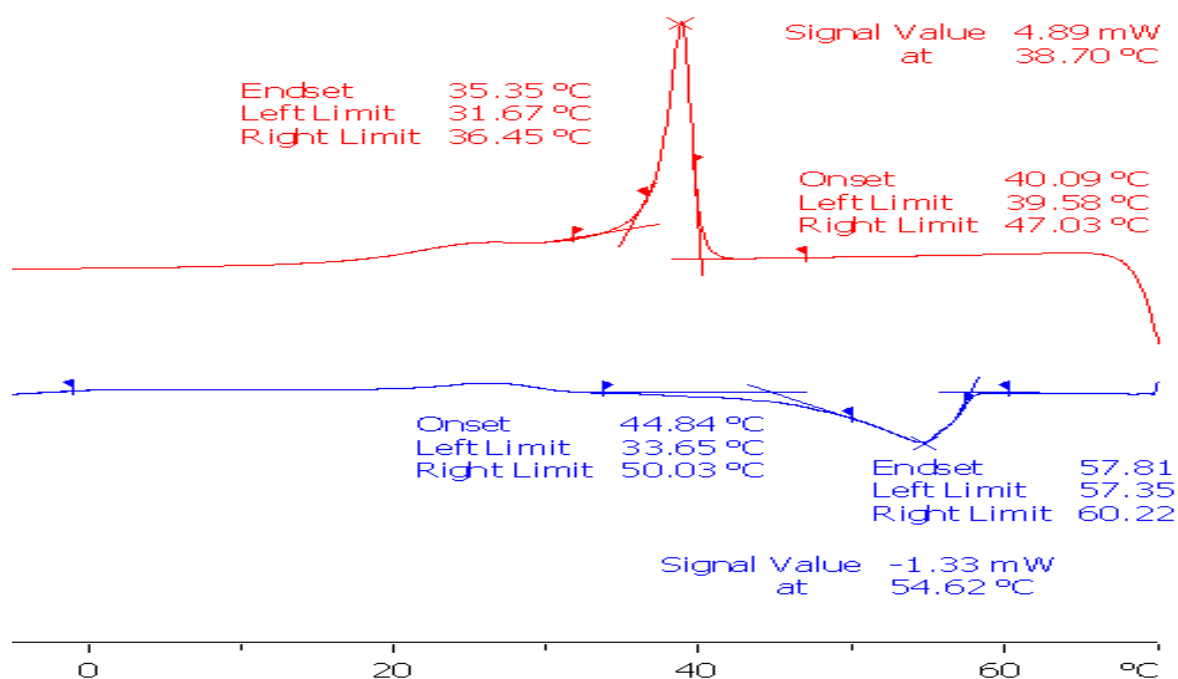


Fig. 2-2 示差走査熱量分析 (DSC) 結果

(赤は降温時，青は昇温時を示す)

2.4.3 考察

油脂の結晶形は α （アルファ）型、 β' （ベータプライム）型、 β （ベータ）型などに分類され、 β 型 $\rightarrow\beta'$ 型 $\rightarrow\alpha$ 型の順に融点が高く安定化するが、結晶は β 型 $\rightarrow\beta'$ 型 $\rightarrow\alpha$ 型の順に大きくなる。油脂は融点以下に冷却することで結晶が析出するため、融液を冷却していくと融点の高い β 型が先に結晶化する。これに対し、融液を急速冷却すると α 型が先に結晶化し、 β 型へ多形転移することが知られている。これは温度が融点以下に急激に下がると結晶の成長速度より、結晶核の生成速度の方が大きくなるためである。結晶核とはトリグリセライド分子の衝突で出来る、微細で規則的な結晶であるが、急速冷却では結晶核が多数同時に生じ微細な結晶が増加するのに対し、緩慢冷却では少数の結晶核がゆっくりと大きな結晶に成長するため、新しい結晶核生成が抑制される。固形油脂の結晶は融点や物性、官能的性質に与える影響が大きく、 β 結晶のように粗い結晶は滑らかさに欠けザラツキの原因となる。但し α 型より多形転移した β 結晶（本来の β 結晶と融点異なる）は微細になるため、滑らかな性状になる。このため、バターやマーガリンなどの食用に用いられる固体油脂の多くは急冷処理を施して滑らかさを得ることが多い⁵³⁾。

一方、結晶ネットワーク構造によるゲル状油脂の形成は固体油脂の場合と異なり、混合油脂中の高融点油脂が急冷で α 結晶として析出し、均一に分散することがポイントとなる。通常の徐冷処理では融点の高い β 結晶から生成するが、 β 結晶は互いに凝集し、数も少ないため、ネットワークを形成することができない。ところが急冷処理を行うと、多数の微細な α 結晶から先に生じ、均一に分散するため、続いて生成する β 結晶も均一に分散し、液状油を取り込んだネットワークを構築しやすくなると考えられている（Fig. 2-3, 4）⁵³⁾。FHR-B と SFO における冷却速度の違いによる検証⁵⁴⁾では、緩慢冷却の場合、冷却状態の FHR-B の結晶型は β' 型と β 型が混在しており、昇温時に β' が β に転移したが、結晶ネットワークは形成されず、ゲル状にはならなかった。一方、急速冷却の場合は、冷却状態にて α 型の FHR-B の結晶が生成し、昇温過程で α が融解した直後に β 型が結晶化したと報告されている。本研究においても、急冷処理品の結晶状態は微細な α 結晶が多数分散しており、ネットワークが生成している様子が窺えたが、徐冷処理品の結晶状態は数も少なく、比較的大きな結晶同士が互いに凝集した状態であった。なお、FHR-B と SFO による検証では、結晶の大きさは急冷時に 2 μm 程度、徐冷時に 15 μm 程度であったのに対し、本研究では急冷時に 5 μm 程度、徐冷時に 20 μm 程度であった。この違い

は、液状油の TAG の相違および冷却速度の条件の差によって、核形成のためのエネルギー障壁に差があったものと考えられる。

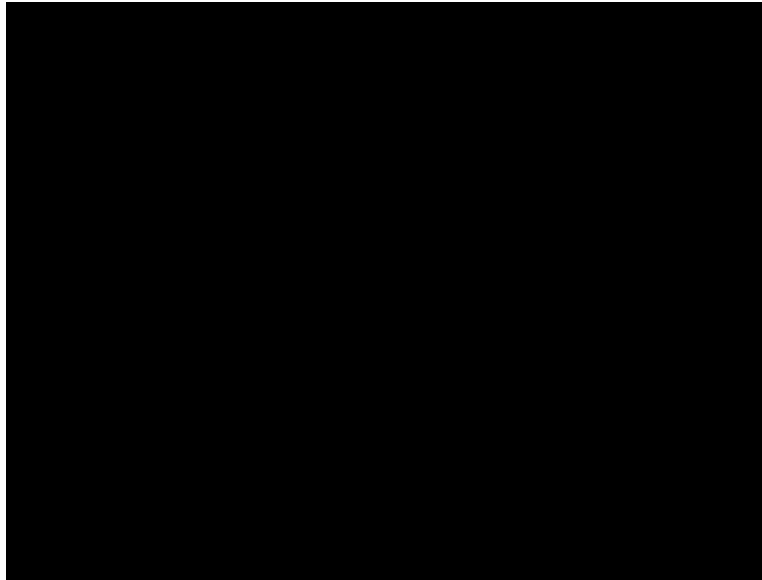


Fig. 2-3 テンパリング過程における FHR-B の結晶構造 (文献 53 より改変引用)

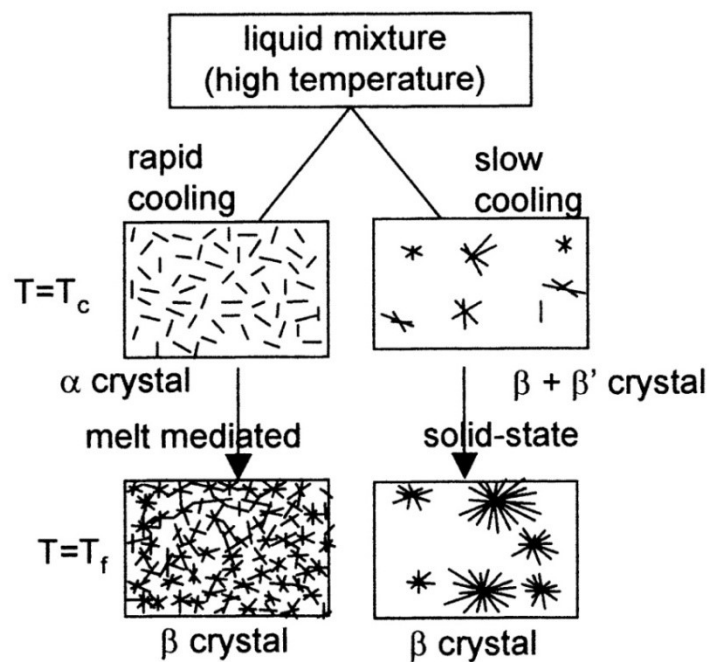


Fig. 2-4 冷却処理による結晶構造の違い (文献 53 より引用)

2-5 ゲル状油脂の調理適性

前述のとおり，咀嚼補助用ゲル状油脂は，菜種由来の原料を用いたオルガノゲルの構造にて配合検証を行ったが，施設給食の現場で利用されることを考慮すると，事前に調理適性の確認を行う必要がある。そこで介護施設で提供しているキザミ食に咀嚼補助用ゲル状油脂を使用したモニタリングテストを実施することとした。

2-5-1 方法

1. 対象

2010年6月にS施設にて実施した。S施設は定員が入所100名，通所20名の老人保健施設で，厨房は併設の急性期病院内にある。テスト当日のキザミ食の対象者は39名であった。厨房内に立ち入り，キザミ食の献立に咀嚼補助用ゲル状油脂を加えた際の作業性や洗浄性を管理栄養士と調理師に，対象者に喫食させた喫食状況の変化や嗜好性を管理栄養士と介護スタッフに聞き取り調査した。なお，本検証で用いたゲル状油脂は，2-3によって定められた配合にて食品工場の実製造機器にて製造されたものを用いた。

2. メニュー

咀嚼ゲル状油脂は，昼食のキザミ食メニューの主菜（鶏肉の味噌漬焼），副菜（卵とじ煮）の2品に添加した。添加量は管理栄養士が決定し，食材比で主菜は12%，副菜は7%とした。添加量の決定には，喫食量を確保することに主眼を置き，エネルギー量よりも食べやすさや美味しさやを重視し，「適度にまとまり感を有し，油っこさが感じにくい」分量と定めた。キザミ食の昼食の栄養成分は，ゲル状油脂添加前は，エネルギー666 kcal，蛋白質22.9 g，脂質20.3 g，食塩相当量2.4 gであり，ゲル状油脂添加後は，エネルギー791 kcal 脂質34.2 gとなる。（Table 2-5）

Table 2-5 ゲル状油脂を添加した献立 (キザミ食・昼食)

| 分類 | 料理名/食品名 | 分量(g) | 料理名/食品名 | 分量(g) |
|---|--|--|---|--|
| 主食 | ごはん 米 | 80.0 | | |
| 主菜 | 鶏肉の味噌漬焼 (冷)鶏もも肉 赤味噌 本みりん +ゲル状油脂(12%) | 70.0 5.0 3.0 9.4 | (付)ソテー スパゲッティ たまねぎ ニンジン 冷 グリーンピース 油 こしょう 白 塩 | 10.0 30.0 10.0 3.0 3.0 0.1 0.3 |
| 副菜 | 卵とじ煮 液卵 小松菜 砂糖 薄口しょうゆ +ゲル状油脂(7%) | 10.0 50.0 3.0 2.0 4.6 | | |
| 汁物・おやつ | 清汁 えのきたけ 乾燥わかめ 塩 薄口しょうゆ | 20.0 0.5 0.6 1.0 | 間食 さつまポテト | 35.0 |
| 昼食の栄養成分／1日の栄養成分 エネルギー 666kcal (791kcal)／1,763kcal (1,888kcal) 蛋白質 22.9g／67.3g 脂質 20.3g (34.2g)／42.5g (56.4g) 食塩相当量 2.4g／7.1g ※脂質エネルギー比 27.4% (38.9%)／21.7% (26.8%) | | | | |

※太字はゲル状油脂添加時

2-5-2 結果

1. キザミ食の調製

常食形態の主菜および副菜をフードプロセッサ（クイジナート：DLC-NX）にて粉碎してキザミ食を調製する際にゲル状油脂を添加した。ゲル状油脂添加後は、ディッシャーを用いて盛りつけを行った。（Fig. 2-5）作業した調理師からは、従来に比べて「しっとりとしてディッシャーで盛りつける際にこぼれにくい」「きれいに盛りつけられる」「ディッシャーのくっつき感はない」とのコメントがあり、作業性は良好との評価を得た。

2. 配膳・喫食

盛りつけ後、すぐに温冷配膳車内に入れ、規定の配膳時間にまで厨房内で保管したのち、病棟へと配膳された。温冷配膳車内での保管時間はおよそ1～2時間であった。配膳車の温度設定は65℃に設定されていた。フロアでは規定時間に入所者が食堂に集まっており、厨房からは温冷配膳車のまま配膳され、介護士やヘルパーにより各個人に配食された。歩行が可能な者は椅子に座っていたが、足が不自由な者は車いすのままテーブルについていた。自立している者は箸で食べている場合とスプーンで食べている場合がほぼ同数程度いたが、そのほとんどが前掛けに食材をこぼしていた。各フロアには介護士が4名いたが、自立して食べられない者に張り付けのため、他の者には手がかけられない状態であった。また3名ほど家族が食事介助している者もいた。ゲル状油脂を添加したキザミ食は配膳車から取り出した時点で型崩れなどは見られなかった。また対象者の状態を観察した介護スタッフより、「普段よりむせにくかった」「口からこぼれにくかった」「いつもより喜んで食べてくれた」といった意見が聞かれた。また喫食した入所者からは「普段の食事はおかゆに混ぜないと食べにくいですが、そのままでも食べやすかった。ねっとりとして良い味であった。」という意見を得た。

3. 洗浄性

フロアより回収された食器は、速やかに食器洗浄機によって洗浄された。洗浄後の油汚れを観察したところ、特に目立った油汚れ等は観察されなかった。一方、キザミ食の調製に用いたフードプロセッサは食器洗浄機が行えないため、調理師が手作業で洗浄するが、この際、器具に付着したゲル状油脂が溶けにくいことが確認された。手洗い時

の湯温では溶解しないため何度も洗浄が必要であり、また器具の隙間に入り込んだものはブラシなどで細かく洗浄しなければ汚れが落ちにくいことが確認された。(Fig. 2-6)



Fig. 2-5 キザミ食の調製



Fig. 2-6 器具の洗浄性

2-5-3 考察

本調査では、施設給食の献立にゲル状油脂を用いた際の調理適性の確認を行った。その結果、調理に関しては、通常のキザミ食の調理工程に添加するだけであり、盛りつけの際も作業性が良好との評価を得た。また、キザミ食の対象者に喫食した結果も、食べやすさやおいしさの点でネガティブな意見は聞かれなかった。想定していなかった利点として、こぼれにくいことが厨房、フロアともに聞かれた。これはゲル状油脂を添加した食物は、口に入る前で既に食塊状になっているため、口に移送する際にこぼれにくくなったと考えられる。キザミ食に関する欠点として、こぼれやすいこと、食器が汚れやすいことが報告されている³⁶⁾。キザミ食の対象者は四肢に麻痺を有していたり、食べにくい姿勢で食事を摂取することも多いことから、ゲル状油脂は食物を口へ移送する際においても食べやすさを改善する油脂であると考えられる。

一方、本調査によってゲル状油脂の洗浄性に問題があることが分かった。一般的な洗浄では、初めに水流で食器の汚れを流した後、洗剤で洗う場合が多く、油污れもお湯で溶解するため、問題になることはほとんどない。ところがゲル状油脂の融点は約 55℃と一般的な油脂より高く設計されているため、手洗い洗浄に利用されるお湯の温度帯(40℃以下)では油脂が融解せず、そのまま残ってしまう。さらにゲル状油脂特有の粘着性によって、食物同士が付着した状態になるため、余計に汚れが落ちにくくなる。介護施設の厨房現場は多忙であり、衛生面からも洗浄性が劣るものは敬遠されることが想定されたため、洗浄性の向上を目的に乳化剤の配合検証を行った⁵⁵⁾。

以上のように、菜種油と FHR-B によって生成されるオルガノゲルをベースに、実製造設備で製造したものを次章以降の「咀嚼補助用ゲル状油脂」として用いることとした。

「咀嚼補助用ゲル状油脂」の外観は、半透明の乳白色で、均質でざらつきのない性状である。またその基本特性を Fig. 2-7 に示す。2010 年より日清オイリオグループ株式会社より「マトメアップ[®]」として発売されている。

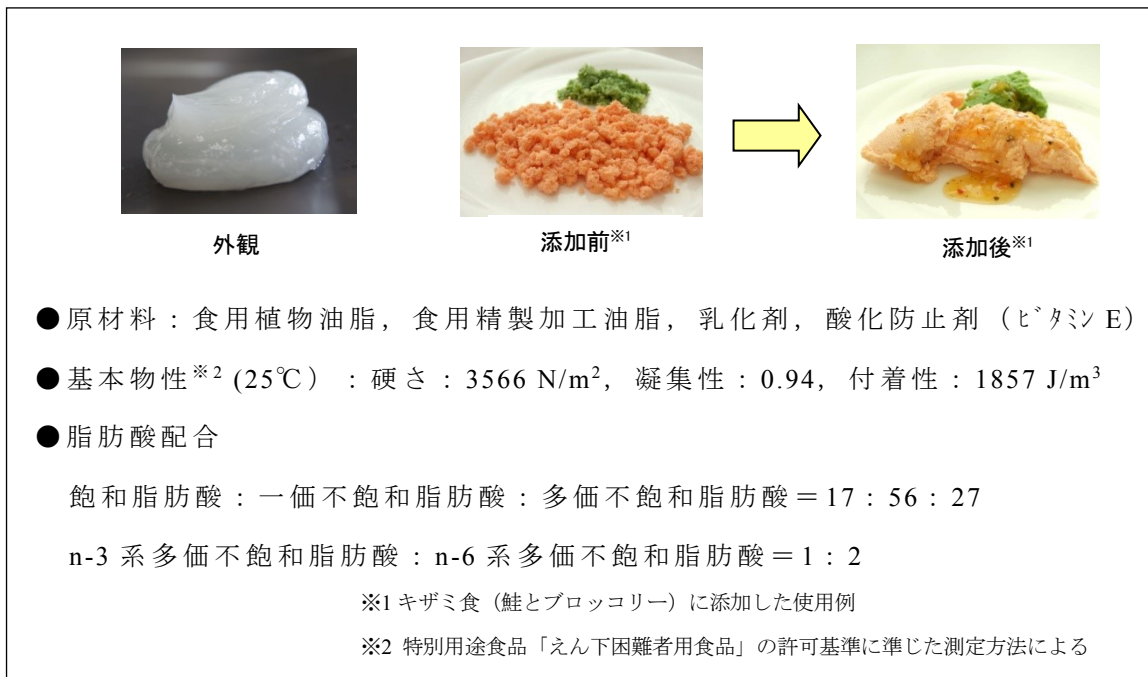


Fig. 2-7 咀嚼補助用ゲル状油脂の外観

2-6 ゲル状油脂の消化吸収性

2.6.1 目的

咀嚼補助用ゲル状油脂はキザミ食の食塊形成性を補うため、体温でも融解しにくい特性を持たせて設計されている。そのため融点が 55.4℃と一般的な油脂に比較して高い。これは体内での油脂の消化吸収を妨げる危険性がある。そこで液体油をコントロールとした際のゲル状油脂の消化吸収性をラットにおいて観察することとした。

2.6.2 方法

1. 実験動物

本実験は 2009 年 11 月 17 日より 12 月 9 日において行った。8 週齢の Sprague-Dawley (SD) 系雄ラット (日本 SLC 社) 14 匹を用いた。ラットは、室温 25℃、湿度 30%、午後 8 時～午前 8 時を暗期に設定した飼育室において、ステンレス製ケージにて 1 匹ずつ飼育した。飼育環境への馴化を目的として、試験開始前に 1 週間の予備飼育を行った。予備飼育期間中は、菜種白絞油を含む飼料および水を自由摂取させた。予備飼育終了後、体重が均等となるようにラットを 2 群に分け、菜種油 (菜種白絞油：日清オイリオグループ株式会社) (n=7)、または「咀嚼補助用ゲル状油脂」(n=7) のいずれかを 15% (w/w) 含む飼料を摂取させた。試験期間中は、飼料および水を自由摂取させ、2-3 日毎に体重と摂餌量を測定した。

2. 試料

両群の飼料組成を Table 2-6 に示す。飼料は、AIN93G の組成に準じて作成したが、脂質の違いによる影響を検出しやすくするために、脂質の量を通常の 7% から 15% に増量した。飼料中の PFC 比 (タンパク：脂質：糖質) は約 20：30：50 であった。

3. 解剖

2 週間の飼育期間終了日に、吸入麻酔下で解剖を行った。心臓から採血を行った後、肝臓、副睾丸脂肪、腎周囲脂肪、腸間膜脂肪を摘出し、それぞれの重量を測定した。副睾

丸脂肪、腎周囲脂肪、腸間膜脂肪の合計脂肪量を腹腔内脂肪量（内臓脂肪量）として算出した。

4. 統計

数値は全て平均±標準誤差で示した。2群間の有意差検定には、Studentのt-test（両側検定）を用いた。有意水準を $p < 0.05$ とした。

Table 2-6 飼料組成

| 原料 | 菜種油 | ゲル状油脂 |
|--------------|------------|------------|
| コーンスターチ | 317.486 | 317.486 |
| ミルクカゼイン | 200 | 200 |
| アルファ化コーンスターチ | 132 | 132 |
| グラニュー糖 | 100 | 100 |
| 菜種油 | 150 | 0 |
| ゲル状油脂 | 0 | 150 |
| セルロースパウダー | 50 | 50 |
| ミネラルミックス | 35 | 35 |
| ビタミンミックス | 10 | 10 |
| L-シスチン | 3 | 3 |
| 重酒石酸コリン | 2.5 | 2.5 |
| 第3ブチルヒドロキノン | 0.014 | 0.014 |
| 合計 | 1000 | 1000 |

※数値の単位は (g)

2.4.3 結果

1. 体重、体重増加量、摂餌量、飼料効率

試験期間における体重、摂餌量、飼料効率を Table 2-7 に示す。14日間の試験期間中における総摂餌量および1日の平均摂餌量ともに、2群間で有意な差は認められなかった。また飼料効率（総摂餌量に対する体重増加量の割合： $\text{体重増加量} \div \text{総摂餌量} \times 100 (\%)$ ）も、両群間で有意な差は認められなかった。また、試験期間内の体重変化を Fig. 2-8 に示す。体重が均等となるように群分けを行ったため、試験開始時における体重の差は認められなかった。両群ともに1日平均6~7g程度体重が増加し、試験終了時においても両

群の体重に有意な差は認められなかった。試験期間中の総体重増加量にも有意差は認められなかった。

Table 2-7 体重，摂餌量，飼料効率

| | 菜種油 | ゲル状油脂 |
|-------------|-------------|--------------|
| 初体重 (g) | 311.2 ± 5.2 | 311.9 ± 4.5 |
| 終体重 (g) | 394.8 ± 7.1 | 401.5 ± 9.7 |
| 体重増加量 (g) | 83.6 ± 4.6 | 89.6 ± 6.2 |
| 摂餌量 (g/2wk) | 287.3 ± 9.9 | 297.0 ± 10.8 |
| 摂餌量 (g/day) | 20.5 ± 0.7 | 21.2 ± 0.8 |
| 飼料効率 (%) | 29.1 ± 1.1 | 30.0 ± 1.3 |

※数値は平均値±標準誤差

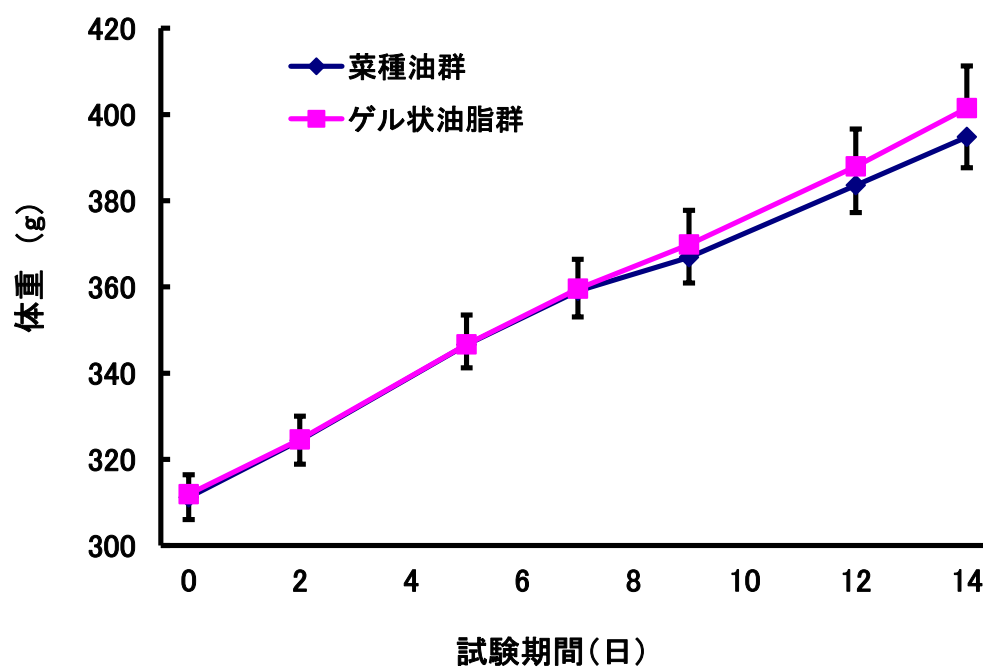


Fig. 2-8 試験期間中の体重変化 (平均±標準誤差)

2. 組織重量

試験終了時の肝臓および腹腔内脂肪などの各組織重量の結果を Table 2-8 に示す。絶対値および体重 100g あたりで表した相対値ともに、2 群間で有意差は認められなかった。

Table 2-8 組織重量

| | 菜種油 | ゲル状油脂 |
|---------------------|------------|------------|
| 肝臓重量 (g) | 15.6 ± 0.5 | 15.6 ± 0.7 |
| 副睾丸脂肪重量 (g) | 6.6 ± 0.6 | 7.2 ± 0.8 |
| 腎周囲脂肪重量 (g) | 8.1 ± 1.0 | 9.2 ± 1.2 |
| 腸間膜脂肪重量 (g/2wk) | 5.6 ± 0.4 | 6.1 ± 0.7 |
| 腹腔内脂肪重量 (g/day) | 20.3 ± 1.9 | 22.6 ± 2.7 |
| 肝臓重量 (g/100g BW) | 4.0 ± 0.1 | 3.9 ± 0.1 |
| 副睾丸脂肪重量 (g/100g BW) | 1.7 ± 0.1 | 1.8 ± 0.2 |
| 腎周囲脂肪重量 (g/100g BW) | 2.1 ± 0.2 | 2.3 ± 0.3 |
| 腸間膜脂肪重量 (g/100g BW) | 1.4 ± 0.1 | 1.5 ± 0.2 |
| 腹腔内脂肪重量(g/100g BW) | 5.2 ± 0.4 | 5.6 ± 0.6 |

(平均±標準誤差)

2.6.3 考察

食物中の栄養素が吸収されるためには、各消化器官より分泌される酵素によって、吸収に適した分子形態に消化される必要がある。脂質の場合は、まず十二指腸で胆汁酸と混和された後、膵臓から分泌される膵リパーゼにより加水分解され、モノアシルグリセロールと脂肪酸となる。その後、分解されたモノアシルグリセロールと脂肪酸は胆汁酸とミセルという乳化状態になり、小腸粘膜より吸収される。そのため、体内に吸収される脂肪酸の量が抑制される場合とは、十二指腸での膵リパーゼによる加水分解が抑制された場合、小腸内でのミセル化が阻害され吸収が抑制された場合のいずれかと考えられる⁵⁵⁾。

古くから低カロリー油脂の目的で油脂を人工的に吸収されにくくする手法が研究されており、そのひとつに「カプレニン」という構造油脂がある。「カプレニン」は高融点のベヘン酸 (C22:0) を 2 位に中鎖脂肪酸を 1, 3 位に配置しており、生成する 2-モノグリ

セリドはベヘン酸を含むため高融点で吸収されにくく、約 5 kcal/g の低カロリー油脂とされている⁵⁶⁾。

本実験においては、液体油とゲル状油脂を同条件で摂取した際に、ラットの臓器脂肪重量に差は確認されず、体重も有意な違いを認めることはなかった。この結果から、液体油とゲル状油脂の消化吸収能がほぼ同等であることが示唆される。結果の背景としては、ゲル状油脂の高融点成分は約 1 割と少なく両者の脂肪酸組成は近いことや、ゲル状油脂のネットワーク構造部分にも腓リパーゼが作用したことなどが考えられる。

一方、本研究の対象である高齢者においては、加齢に伴った消化酵素の活性低下についても配慮する必要がある。例えば、80 歳での活性度は 20 歳時を 100 とすると、蛋白質に作用するペプシンやトリプシンは 20~30、糖質に作用する唾液アミラーゼ、腓アミラーゼは 35~50 と低下しており³⁾、食事摂取量の低下だけでなく、消化吸収能の低下が高齢者に低栄養が多い一因であると考えられている。ところが、脂質に作用するリパーゼの 80 歳での活性度は約 60 と他の消化酵素よりも加齢の影響を受けにくい。70 歳以上と 70 歳以下での糞便中脂肪排泄量の比較では、脂質吸収能に差がなかったことが報告されている⁵⁷⁾。さらに、糞便を行わずに間接的に消化吸収能を評価する方法として¹³C 標識脂肪を用いた呼気消化吸収試験を行い、65 歳以上と 65 歳未満で比較したところ、脂質消化吸収能に差がなかったことが報告されている⁵⁸⁾。栄養素の摂取量だけでなく、消化酵素の作用も含めた体内への吸収において考えると、油脂の摂取量を増やすことはエネルギー摂取の面で有用になる可能性が考えられる。

第3章 咀嚼補助用ゲル状油脂と他の油脂との比較

3-1 はじめに

前章にて開発した「咀嚼補助用ゲル状油脂」の飲み込み特性を確認するため、一般に利用されている油脂から物理状態の異なる油脂を選定し、比較検証を行うこととした。初めに動的粘弾性測定によって、咀嚼によってかかる力や温度が変化した際に、油脂単体に与える影響について調べた。次にキザミ食との適応を検証することを目的として、食物（鶏ささみ肉）に添加した際に油脂が与える影響についてクリープメーターにて測定した。さらに官能評価を用いて、飲み込みやすさや味の違いについて比較検証を行ない、ゲル状油脂の咀嚼補助用途としての適性を確認することとした。

3-2 粘弾性測定

3-2-1 方法

1) 試験に用いた油脂

試験に用いた油脂を Table 3-1 に示す。実験に用いた油脂は、ゲル状油脂、液状油、ラード、生クリーム、マーガリン、バターの6種類（これを油脂 A~F とした）である。各油脂の物理状態は、A：ゲル、B：液体、C：固体、D：エマルション（o/w：水中油滴型）、E および F：エマルション（w/o：油中水滴型）を示し、A, B, D, E は植物性油脂、C, F は動物性油脂を由来とするものである。

Table 3-1 実験に用いた油脂

| | 油脂 | 物理状態 | 商品名 | 原料 | 融点(°C) |
|---|-------|--------------|------------------------|----|--------|
| A | ゲル状油脂 | ゲル | マトメアップ ¹⁾ | 植物 | 55 |
| B | 液状油 | 液体 | 日清キャノーラ油 ¹⁾ | 植物 | - |
| C | ラード | 固体 | 雪印ラード ²⁾ | 動物 | 28-48 |
| D | 生クリーム | エマルション (o/w) | 生クリーム ²⁾ | 植物 | - |
| E | マーガリン | エマルション (w/o) | ネオソフト ²⁾ | 植物 | 30-32 |
| F | バター | エマルション (w/o) | 雪印バター ²⁾ | 動物 | 28-38 |

1) 日清オイリオグループ株式会社

2) 雪印食品株式会社

2) 粘弾性測定

油脂 A~F の粘弾性を比較するために、各油脂を動的粘弾性測定装置 (Rheostress RS-1 : HAAKE 社) のコーン型プレートに設置後、温度依存性、周波数依存性を測定した。温度依存性は、ずり速度 6.28 rad/s, 周波数 1 Hz にて 0~60°C の範囲で変化させ、周波数依存性は、温度 37°C にて、ずり速度 0~6.28 rad/s, 周波数 0.1 Hz~10 Hz の範囲で変化させた際の貯蔵弾性率 G' , 損失弾性率 G'' , および力学的損失正接 $\tan\delta = G''/G'$ をそれぞれ測定した。

なお、動的粘弾性測定とは、物体に対して周期的な変形あるいは力を与え、応答する力あるいは変形の周期的な変化を測定し、粘弾性を求める方法である。一般に、物体に与える応力は角周波数 ω (rad/s) で表され、貯蔵弾性率 G' は粘弾性体に貯えられた弾性エネルギーに、瞬間的な変形の度合い損失弾性率 G'' は粘弾性体で熱に変わるエネルギーにそれぞれ比例する。力学的損失正接とは $\tan\delta = G''/G'$ であるが、 G' は硬さや構造維持に関連する弾性成分を表わし、 G'' は振動吸収性に関連する粘性成分を表わすため、弾性成分に対する粘性成分の比となる。すなわち、 $\tan\delta > 1$ の場合は「粘性成分 > 弾性成分」 $\tan\delta < 1$ の場合は「弾性成分 > 粘性成分」を示す。(Fig. 3-1) 周波数依存測定とは、一定の正弦的な応力あるいは歪みで連続的に周波数を変化させながら、その応答から物質の内部構造の変化を推定する方法で、温度依存測定とは一定の振動下でサンプルを加熱(もしくは冷却)して、その応答から分子運動や構造の変化を測定する方法である。

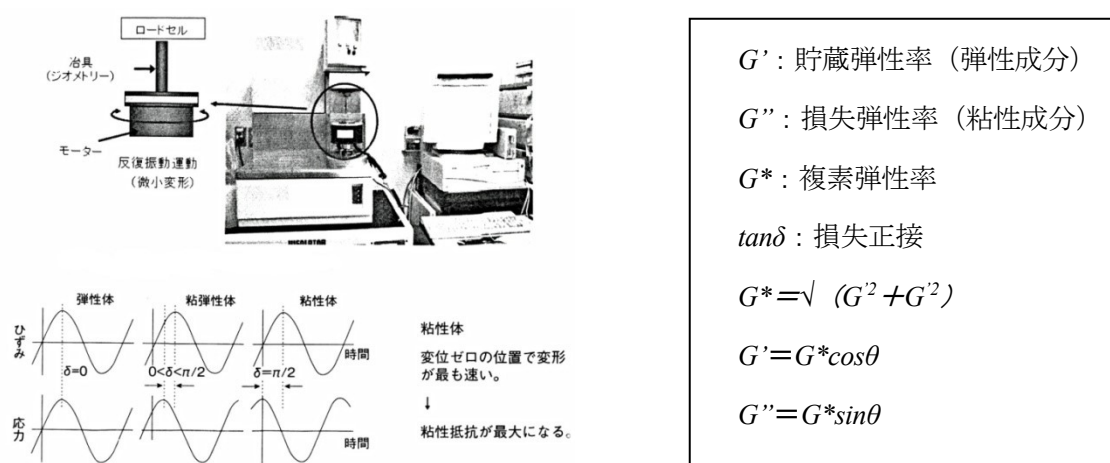


Fig. 3-1 動的粘弾性測定 (文献 59 より引用)

3-2-2 結果

温度依存性結果を Fig. 3-2 に示す。いずれの油脂も温度の上昇に従って、 G' 、 G'' は低下する傾向が見られたが、最も安定していたのは A (ゲル状油脂) であった。ゲル状油脂の 0~55°C の範囲にて、 G' 、 G'' ともに 1×10^4 Pa 付近の高値で安定し、常に $G' > G''$ と弾性成分の方が大きかった。損失正接は $0.1 < \tan \delta < 1$ の範囲を示した。B (液状油) と D (生クリーム) は温度変化が少なく、低温から高温まで G' 、 G'' ともに 1×10^0 Pa 以下と低値であった。また常に $\tan \delta > 1$ を示し、 $G'' > G'$ と粘性成分の方が大きかった。C (ラード)、E (マーガリン)、F (バター) は、温度による変化が大きく、0~30°C までは G' 、 G'' ともに 1.0×10^4 Pa 以上であったが、30°C 以上になると急に低下し、40°C を超えると 1.0×10^0 Pa 以下になった。 $\tan \delta$ は温度によって大きく変化し、低温時は $\tan \delta < 1$ と弾性成分の方が大きかったが、融解した高温領域では $\tan \delta > 1$ 以上となり、粘性成分の方が大きくなった。

周波数依存性結果を Fig. 3-3 に示す。A (ゲル状油脂) は、すべての周波数において $G' > G''$ と弾性成分の方が大きく、損失正接は $0.1 < \tan \delta < 1$ を示した。B (液状油)、D (生クリーム)、F (バター) は互いに同じような挙動が見られ、E (マーガリン) も含めて、いずれの周波数でも G' 、 G'' は 1×10^0 Pa 以下となった。C (ラード) は、5 Hz 以上を除く周波数で G' 、 G'' が 1×10^0 Pa 以下であったが、 G' 、 G'' は近い値であったため、 $\tan \delta$ は 1 付近を示した。

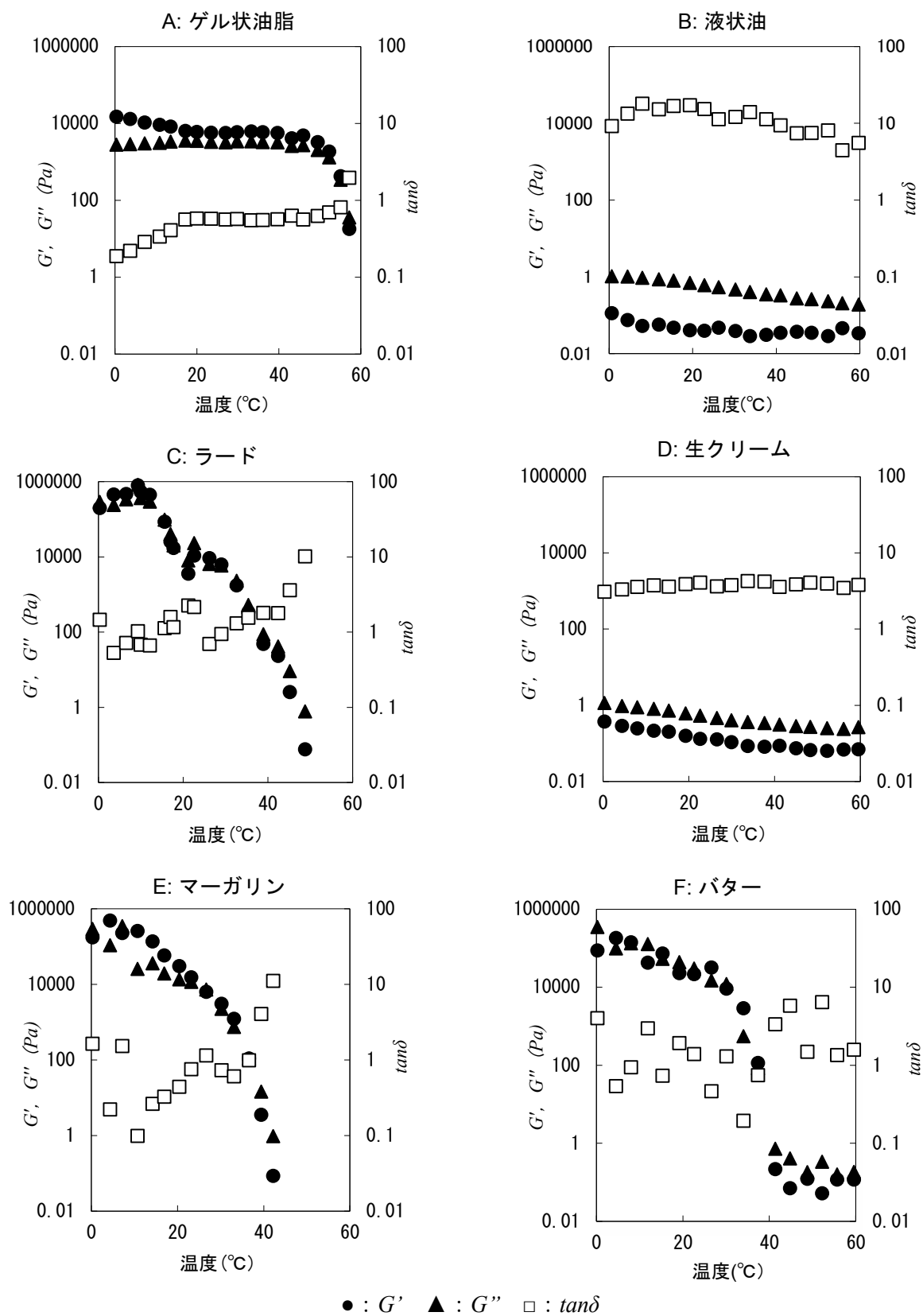


Fig. 3-2 動的粘弾性測定 (温度依存性)

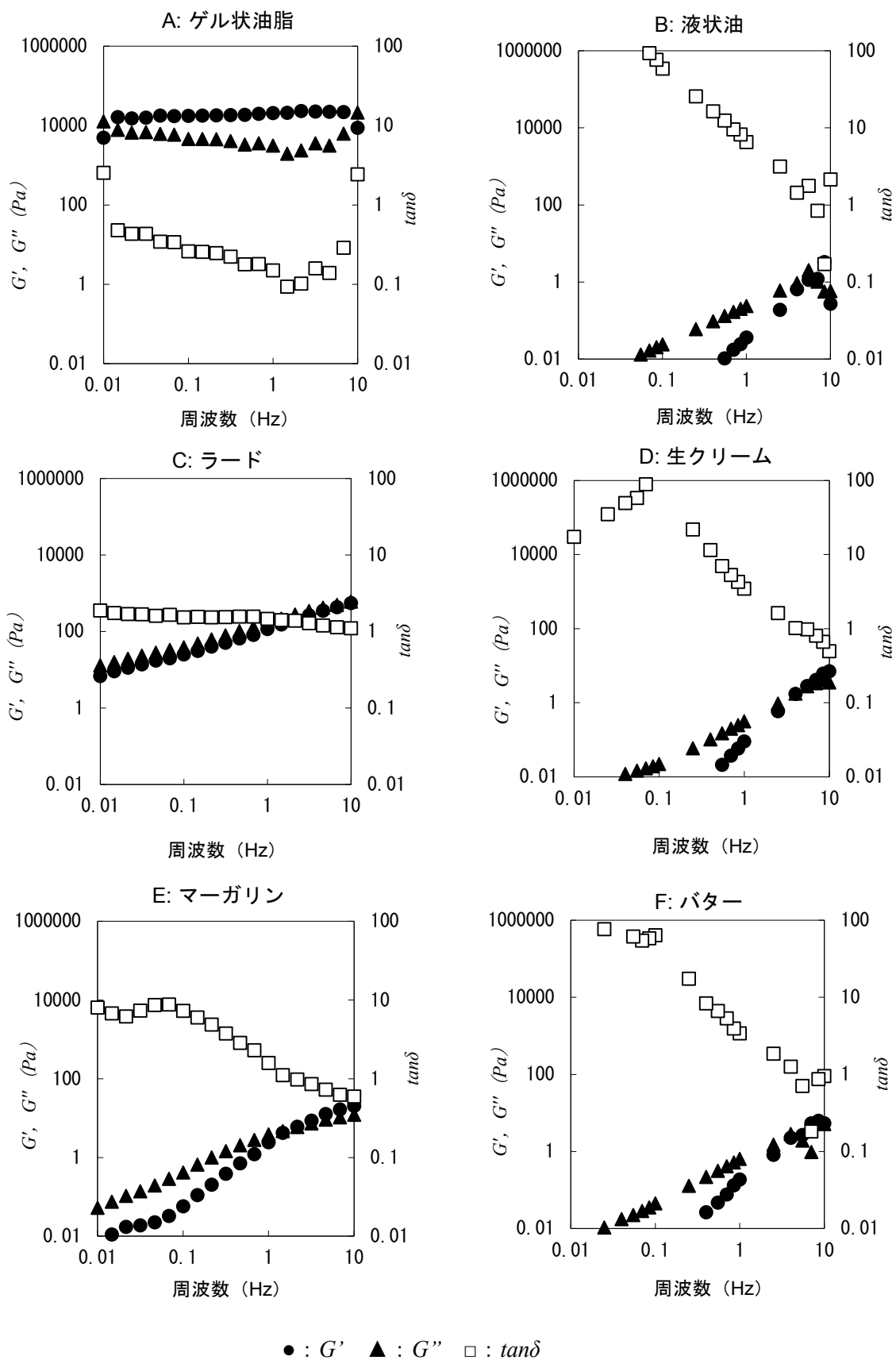


Fig. 3-3 : 動的粘弾性測定 (周波数依存性)

3-2-3 考察

温度依存性測定においては、測定温度を 0~60°C の範囲に設定した。常温で保形性を示すゲル状油脂、ラード、マーガリン、バターは、それぞれ特定の温度以上になると貯蔵弾性率 G' 、損失弾性率 G'' が低下した。このうち、弾性成分である G' が低下する温度と各油脂の融点はほぼ一致しており、貯蔵弾性率 G' と油脂の融点や保形性との関連があるものと思われた。体温に近い 37°C 付近においては、流動性を示す液状油や生クリームを含む、ゲル状油脂以外のすべての油脂の貯蔵弾性率 G' は 1.0×10^1 Pa 以下を示しており、流動性が高い状態のため、キザミ食を凝集することは難しいと考えられた。一方、ゲル状油脂の貯蔵弾性率 G' は、37°C 付近でおよそ 1.0×10^4 Pa と高値を示していた。つまり、体温に近い温度でもゲル状油脂は高い保形性を有していることを示している。このことより、口腔内でゲル状油脂は体温の影響を受けにくく、他の油脂に比べてキザミ食をまとめる機能が高いと考えられる。またゲル状油脂では、貯蔵弾性率 G' と同様に、損失弾性率 G'' も高値で安定していることが、他の油脂の傾向と大きく異なっている。粘性成分である損失弾性率 G'' が高いということは、ゲル状油脂が変形しやすい物性であることを示す。これに対して、ゲル状油脂と同様に保形性を示す低温時のラード、マーガリン、バターでは、貯蔵弾性率 G' が 1.0×10^5 Pa 付近とゲル状油脂より高値であったにも関わらず、損失弾性率 G'' の値は 1.0×10^2 Pa 程度と低値であった。このように弾性成分のみが高い状態では、硬さはあるものの変形しにくいテクスチャーを示し、力が加わった際にもろいということになる。ゲル状油脂では高融点油脂が強固な三次元ネットワーク構造を構築しているため、ネットワークが変形することで応力を吸収する。対して、固体状の油脂では、高融点油脂の結晶が分散しているだけであり、ネットワーク構造は構築していない。結晶間にはファン・デル・ワールスカ(分子間引力)が働いているため⁶⁰⁾、それ以上の応力が加わると結晶配置が崩れ、崩壊してしまう。また、生クリームの貯蔵弾性率 G' が、液状油と近い 1.0×10^0 Pa 以下を示したのは、水中油滴型エマルションでは分散質が液体のため、弾性成分に起因する要素が弱いためであると考えられる。対して、油中水滴型エマルションのマーガリン、バターでは、低温状態では分散質を構成する高融点油脂が固体状を示すため、弾性成分が強い。これが同じエマルションでも、貯蔵弾性率 G' の違いに現れたと考えられた。油脂の動的粘弾性測定によって、固形状油脂の塗りやすさとの相関を見た報告がある⁶¹⁾。これによると、適正な延伸性を示した場合の貯蔵弾

性率 G' は $1.0 \times 10^4 \sim 1.0 \times 10^5$ Pa の範囲であったと述べられている。本実験においても、ゲル状油脂の貯蔵弾性率 G' は $0 \sim 50^\circ\text{C}$ において 1.0×10^4 Pa 付近を示していた。すなわち、ゲル状油脂は低温から高温まで調理に使いやすい物性であるといえる。

一方で、ヒトが飲み込むという行為では、口腔内での咀嚼、食塊の送り込み、嚥下反射など食材には様々な速度の力が加わるため、温度の影響だけでなく、応力からの影響も考えなければならない。 37°C の温度下での周波数依存測定からは、咀嚼・嚥下の際にかかる力に対する油脂の安定性を検証した。通常、健常成人の咀嚼周期は $1 \sim 2$ 回/秒⁶²⁾ であるが、神山は高齢になると咀嚼力の低下を補うため咀嚼周期が 0.6 回/秒と長くなると報告している⁶³⁾。このことを参照して、咀嚼周期から咀嚼でかかる力の周波数を推察すると $0.5 \sim 2$ Hz となる。すなわち、周波数 $0.5 \sim 2$ Hz の範囲が咀嚼・嚥下時にかかる力の周波数に該当すると考えられる。この範囲の貯蔵弾性率 G' を見てみると、 G' が 1.0×10^4 Pa 以上の高値を示しているのはゲル状油脂のみで、それ以外の油脂はすべて 1×10^2 Pa 付近、もしくはそれ以下の低値であった。渡瀬は粘弾性測定によってゲルを4種類に区分でき、そのうち、嚥下に適したゲルは、貯蔵弾性率 G' が 1.0×10^4 Pa 以上、かつ $0 < \tan\delta < 1$ を示す「弱いゲル」と述べている⁶⁴⁾。本研究において、 $G' > 1.0 \times 10^4$ Pa を示した油脂は、ゲル状油脂だけであった。さらに、全ての周波数に対して、 $0 < \tan\delta < 1$ を示しており、ゲル状油脂は嚥下に適した「弱いゲル」であった。もっとも、この報告は、ハイドロコロイドの研究をベースにしたものであるため、オルガノゲルに該当するかは別途、検証が必要である。しかしながら、体温付近で周波数が変化しても、ゲル状油脂の貯蔵弾性率 G' 、損失弾性率 G'' は共に高く安定していたことは、ゲル状油脂が高い粘弾性を持ち、咀嚼・嚥下時にかかる力に対して変化しにくいことを示している。以上の検証結果より、ゲル状油脂が咀嚼補助用途油脂の要件となる特性を満たすことが確認された。

3-3 レオロジー測定

3-3-1 方法

1) 試料

食材には先行研究⁶⁵⁾を参考にパサつきやすく高齢者が食べにくい鶏ささみ肉を選んだ。皮と筋を取り除いて下処理した鶏ささみ肉 200 g に対し、15 g の酒を加え、ラップをして電子レンジ (500W) で 4 分間加熱し、前項 A~F の油脂をそれぞれ食材比 20% (w/w) にて添加した。その後、フードプロセッサー (クイジナート: DLC-10PRO) にて、途中ヘラでかき混ぜながら断続的に 1 分間粉碎した。これらを直径 40 mm, 高さ 15 mm のステンレス製シャーレに充填後、5°C, 25°C, 60°C に設定したインキュベーターで 2±1 時間保管し、物性測定に供した。同様の方法で油脂を添加しないものを作成し、物性測定に供した。

2) 物性評価

物性評価はクリープメーター (RE-33005: 山電 (株)) を用いた。測定方法は直径 20 mm のアクリル樹脂製プランジャーを用いて、圧縮速度 10 mm/sec, クリアランス 5 mm で定速 2 回圧縮測定した。測定は同一資料において各 3 回行い、得られたテクスチャー曲線により、硬さ、付着性、凝集性を算定し、平均値±標準偏差で示した。

3) 統計処理

物性評価結果は、各項目毎に一元配置分散分析を行い、試料間に有意差が出た場合は Bonferroni/Dunn 法による多重比較検定にて、有意水準を $p < 0.05$ とした。

3-3-2 結果

鶏ささみ肉へ油脂を添加した際のレオロジー測定結果を Table 3-2 に示す。また、各温度における硬さ、付着性、凝集性の各グラフを Fig. 3-4~6 に示す。硬さに関しては、油脂を添加したすべての試料は、未添加よりも軟らかくなり、5°C のバターを除くすべての試料が、未添加より有意に低値となった。油脂間の比較では、5°C, 25°C, 60°C のいずれの温度でも、ゲル状油脂を添加した試料が最も軟らかくなった。5°C ではラード、生クリ

ーム、バターを添加した試料に対して有意に軟らかく、25℃では他の油脂を添加した試料のいずれよりも有意に軟らかくなった。ゲル状油脂に次いで軟らかい傾向がみられたのは液状油を添加した試料で、5℃ではラード、生クリーム、バターを添加した試料に対して有意に軟らかく、25℃では生クリーム、バターを添加した試料と比較して有意に軟らかくなった。一方、60℃においては、試料間の有意差は認められなかった。

凝集性に関しては、試料間のバラつきが小さかった。各温度における比較では5℃および25℃ではゲル状油脂を添加した試料、60℃では未添加の試料が最も高値を示した。有意差が認められたのは、5℃におけるゲル状油脂を添加した試料と未添加と液状油、ラード、バターを添加した各試料間のみで、25℃、60℃においてはいずれの試料間にも有意差は確認されなかった。

付着性に関しては、油脂を添加した試料は、温度の上昇とともに付着性が低下する傾向があった。5℃では油脂を添加した試料は、いずれも未添加よりも高値を示した。そのうち、固形状態であるラード、マーガリン、バターを添加した試料はいずれも7000 J/m³以上の高値を示し、これら3種類と生クリームを添加した試料は未添加よりも有意に高くなった。25℃においても、油脂を添加した試料は液状油を除いて、すべて高値になる傾向が見られたが、有意差は確認されなかった。一方、60℃では油脂を添加することで未添加に比べて付着性が低下し、油脂を添加した試料はすべて未添加よりも有意に低値を示した。

Table 3-2 レオロジー測定結果

(a) 5°C

| | 硬さ(N/m ²) | 凝集性 | 付着性(J/m ³) |
|-------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 未添加 | 80,432 ± 10961 ^a | 0.57 ± 0.01 ^b | 3996 ± 937 ^b |
| ゲル状油脂 | 24452 ± 531 ^d | 0.68 ± 0.02 ^a | 5834 ± 273 ^b |
| 液状油 | 32776 ± 1592 ^d | 0.56 ± 0.02 ^b | 5060 ± 570 ^b |
| ラード | 52026 ± 3326 ^{bc} | 0.57 ± 0.06 ^b | 7943 ± 1276 ^{ab} |
| 生クリーム | 49841 ± 2409 ^c | 0.61 ± 0.01 ^{ab} | 7402 ± 313 ^{ab} |
| マーガリン | 37563 ± 1735 ^{cd} | 0.61 ± 0.00 ^{ab} | 7107 ± 592 ^{ab} |
| バター | 65969 ± 2819 ^{ab} | 0.56 ± 0.03 ^b | 11193 ± 809 ^a |

(b) 25°C

| | 硬さ(N/m ²) | 凝集性 | 付着性(J/m ³) |
|-------|---------------------------|-------------|------------------------|
| 未添加 | 76582 ± 1283 ^a | 0.57 ± 0.01 | 4456 ± 657 |
| ゲル状油脂 | 20706 ± 294 ^e | 0.64 ± 0.06 | 4542 ± 538 |
| 液状油 | 27782 ± 765 ^d | 0.56 ± 0.04 | 3735 ± 620 |
| ラード | 30487 ± 819 ^{cd} | 0.57 ± 0.02 | 4828 ± 571 |
| 生クリーム | 42765 ± 1019 ^b | 0.55 ± 0.01 | 4960 ± 256 |
| マーガリン | 29447 ± 147 ^{cd} | 0.53 ± 0.01 | 4564 ± 539 |
| バター | 31736 ± 1149 ^c | 0.55 ± 0.05 | 4494 ± 549 |

(c) 60°C

| | 硬さ(N/m ²) | 凝集性 | 付着性(J/m ³) |
|-------|---------------------------|-------------|--------------------------|
| 未添加 | 58789 ± 6888 ^a | 0.61 ± 0.00 | 3603 ± 500 ^a |
| ゲル状油脂 | 13631 ± 389 ^b | 0.56 ± 0.02 | 2121 ± 76 ^b |
| 液状油 | 19666 ± 1550 ^b | 0.58 ± 0.02 | 2310 ± 209 ^b |
| ラード | 19458 ± 147 ^b | 0.58 ± 0.01 | 2307 ± 398 ^b |
| 生クリーム | 14151 ± 641 ^b | 0.59 ± 0.01 | 2388 ± 266 ^{ab} |
| マーガリン | 17273 ± 1283 ^b | 0.57 ± 0.03 | 2636 ± 337 ^{ab} |
| バター | 14671 ± 883 ^b | 0.59 ± 0.03 | 2524 ± 446 ^{ab} |

※数値=平均±標準偏差を示す。(n=3)

※各評価項目において、異なるアルファベットが付けられているものに有意差があることを示す。(p<0.05)

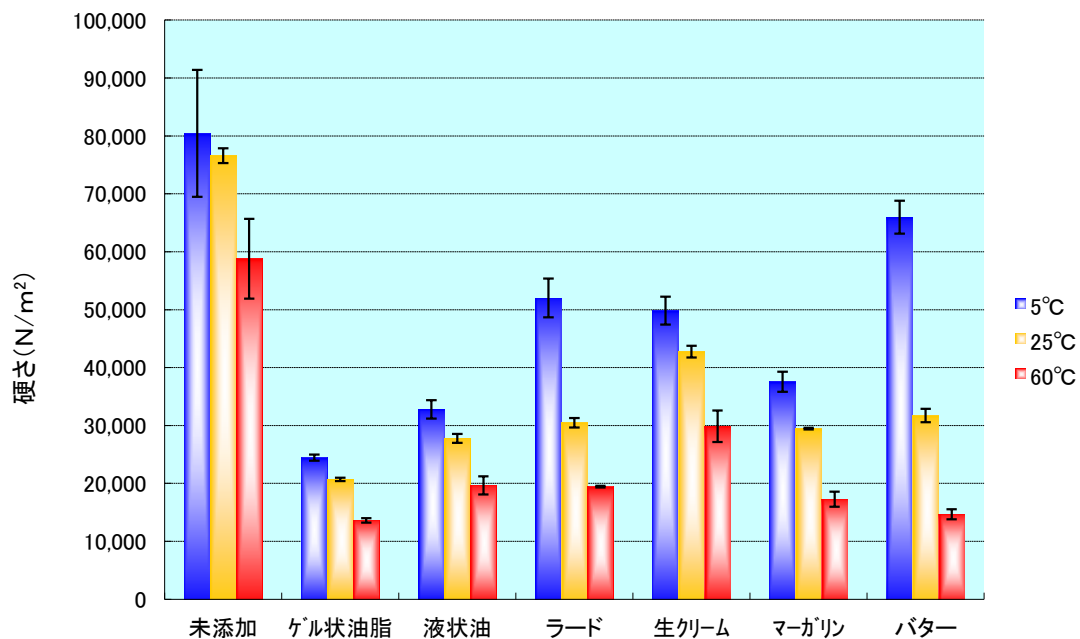


Fig. 3-4 レオロジー測定結果 (硬さ)

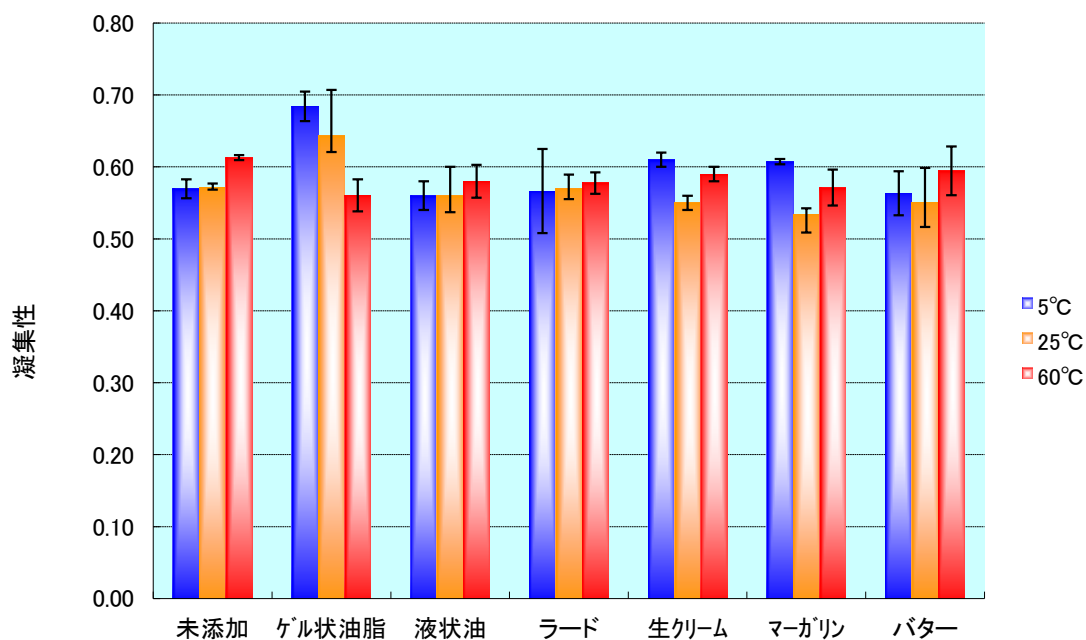


Fig. 3-5 レオロジー測定結果 (凝集性)

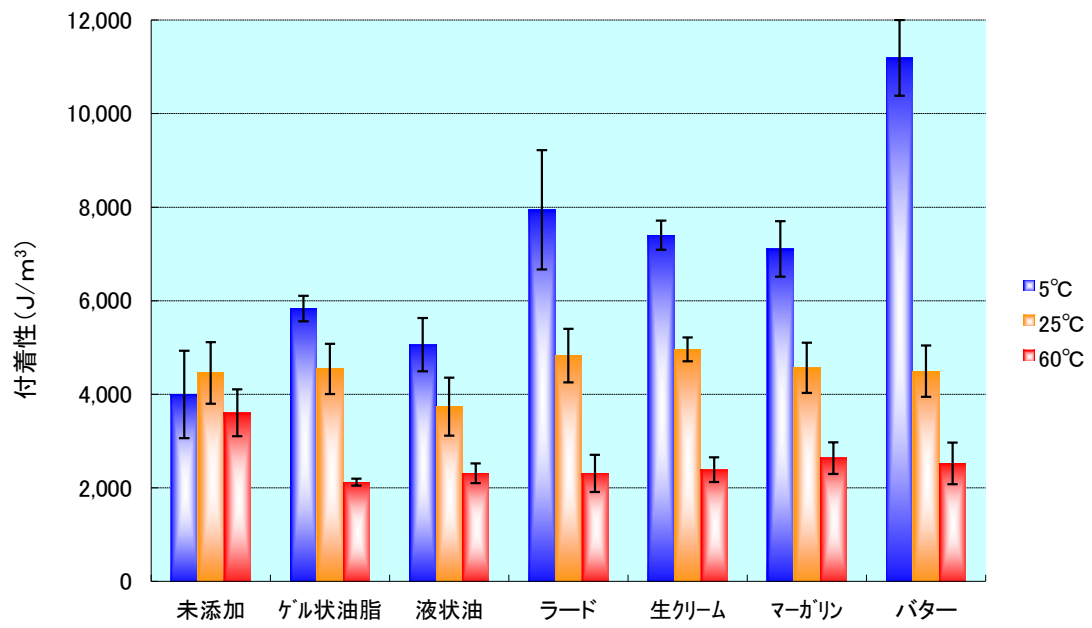


Fig. 3-6 レオロジー測定結果 (付着性)

3-1-3 考察

本検証の3つのパラメーターのうち、油脂を加えることで顕著な差が確認されたのは硬さであった。これは粉碎された肉の粒子間を油脂が充填するためであると考えられる。またゲル状油脂を添加した場合に最も肉が軟らかくなったことは、ゲル状油脂の粘着性との関連が考えられる。ゲル状油脂には粘弾性があるため、粉碎時に肉の破片同士が結着しやすくなる。これによって、フードプロセッサの Cutter の切断面に当たりやすくなり、ミキシング効率が上がる。肉が細かく粉碎されれば、肉の繊維面も剪断されやすくなり、結果としてより軟らかくなる。温度による硬さの変化が最も少ないのも、ゲル状油脂を用いた試料であった。ゲル状油脂が温度に依存しにくい特性は、動的粘弾性測定においても確認されたが、油脂単体だけでなく、食物に添加した場合でも、同様の傾向が確認できたことになる。このことから、粉碎された食物の間に充填された油脂が食材のレオロジー特性に影響を与えていると考えられる。

日本における介護食、または摂食嚥下障害者に対応した食事の基準としては、咀嚼困難者の食事に対応した日本介護食品協議会の「ユニバーサルデザインフード」⁶⁶⁾ (以下、UDF とする)、嚥下困難者を対象とした厚生労働省の「特別用途食品・えん下困難者用食品許可基準」⁶⁷⁾、および聖隷三方原病院の段階的嚥下訓練に基づいた「嚥下食ピラミッド」⁶⁸⁾ などがあり、それぞれ物性値に基づいた規格が定められている。また2013年にはこのような各々の基準を統一化し、詳細な対象や適用条件等を記した「嚥下調整食学会分類2013(食事)」⁶⁹⁾ (以下、学会分類とする) が日本摂食嚥下リハビリテーション学会より発表され、現在は主に学会分類に基づいた基準の見直しや連携の構築などが検討されている。本研究における咀嚼補助用油脂の対象者はキザミ食を摂取している者である。各基準において、キザミ食の呼称は用いられていないが、食塊形成性を補助する添加から推察すると、関連する食事基準は、硬さによって4段階に分かれたUDFの物性基準 (Table 3-3) を当てはめるのが妥当と考えられる。まず、油脂を加えない場合は、硬さが50,000 N/m²以上を示し、これはUDFの区分1「容易にかめる」に相当した。UDFの区分1とは「硬いものはやや食べづらいが、普通に飲み込める」と規定されており、「歯が若干悪いが咀嚼・嚥下は問題ない者」を対象としていると考えられる。これに対し、油脂を加えたものはすべて区分2「歯ぐきでつぶせる」に相当した。区分2は「かたいものや大きいものは食べづらく、ものによっては飲み込みづらいことがある」と規定され

ており、「歯や咀嚼力が低下し、嚥下に若干の難がある方」を対象としていると考えられる。このことから、油脂を加えて粉碎すると咀嚼力や嚥下にやや難がある対象者でも摂取しやすくなる。さらにUDFの区分3「舌でつぶせる」の物性基準に対応するものは、硬さ $20,000 \text{ N/m}^2$ 以下、すなわち 25°C 、 60°C のゲル状油脂のみで、他の油脂ではいずれの温度においても適応しなかった。ゲル状油脂も 5°C の場合には条件を満たさなかったものの、通常肉を冷温で喫食することはほとんどないことを考えると、ゲル状油脂は肉を軟らかくすることに最も適した油脂であるといえる。

食品を軟らかくする方法には、食品を構成する成分を化学的に変化させる方法と構成組織の状態を物理的に変化させる方法がある。肉の硬さは、筋原筋繊維たんぱく質とそれを包む結合組織の量と質に関連があり⁷⁰⁾、肉を軟らかくする方法としてプロテアーゼ（酵素）や食塩や酸の添加などが知られている⁷¹⁾。しかしこれらの手法は、肉の筋原筋繊維たんぱく質を溶解するという化学的な手法であるため、浸漬に時間がかかり、肉の内部には作用しにくい。それに対し、油脂を用いて粉碎する手法は、物理的に肉の性状を変化させるものであるが、フードプロセッサーを用いて食物をミンチ状にすることが日常的に行われている介護施設の厨房では、少ない工程を追加するだけで対応できるため、多忙な調理現場で有用な手法になると考えられる。

一方、本検証において油脂を加えると付着性が高くなることが確認された。付着性の高い食物は軽度な咀嚼障害の場合はさほど問題にならないが、送り込みから咽頭通過までに何らかの機能低下を生じた嚥下障害では、飲み込みにくさに影響する。先述の食事基準においても、咀嚼障害を対象としたUDFでは規格のパラメーターに付着性が含まれていないが、嚥下障害者を対象とした「特別用途食品・えん下困難者用食品」の規格基準Ⅲ（Table 3-4）では、硬さの上限値がUDF区分3と同じ $20,000 \text{ N/m}^2$ に加えて、付着性 $1,500 \text{ J/m}^3$ 以下であることも条件となる。本検証において試料に用いた鶏ささみ肉は、油脂を添加しない状態でも付着性が $3,500 \sim 4,000 \text{ J/m}^3$ と高値であったため、上記の基準を満たしていない。また同じ油脂での比較によると、高温（ 65°C ）よりも低温（ 5°C ）の場合に付着性が高くなること、同じ温度での比較では低温よりも高温の方が差が少なくなることが示され、油脂が固体状態であると付着性が高くなりやすいことが分かる。ゲル状油脂においても、ゲル状態を示す 5°C 、 25°C では未添加の試料より付着性が増加している。このため、摂食嚥下障害者への適用を述べるためには付着性の低減に関する検

証が必要と考えられた。

Table 3-3 ユニバーサルデザインフード（UDF）区分表⁶⁶⁾

| | 区分Ⅰ | 区分Ⅱ | 区分Ⅲ | 区分Ⅳ |
|-----------------------|----------------|----------------------|------------------------------|----------------------------|
| かむ力の目安 | かたいものはやや食べづらい。 | かたいものや大きいものは食べづらい。 | 細かくてやわらかければ食べられる。 | 固形分は小さくしないと食べづらい。 |
| 飲み込む力の目安 | 普通に飲み込める。 | ものによっては飲み込みづらいことがある。 | 水やお茶が飲み込みづらいことがある。 | 水やお茶が飲み込みづらい。 |
| 硬さ[N/m ²] | 500,000 | 50,000 | ゾル:10,000 以下 ゲル:20,000 以下 | ゾル:3,000 以下 ゲル:5,000 以下 |

Table 3-4 えん下困難者用食品許可基準⁶⁷⁾

| | 許可基準Ⅰ | 許可基準Ⅱ | 許可基準Ⅲ |
|------------------------|------------------------|-------------------------------|--|
| 硬さ[N/m ²] | 2,500～10,000 | 1,000～15,000 | 300～20,000 |
| 付着性[J/m ³] | 400 以下 | 1,000 以下 | 1,500 以下 |
| 凝集性 | 0.2～0.6 | 0.2～0.9 | - |
| 参考 | 均質なもの。 例えば、ゼリー状の食品。 | 均質なもの。 例えば、ゼリー状又はペース状等の食品。 | 不均質なものも含む。 例えば、まとまりのよいおかゆ、やわらかいペースト状又は、ゼリー寄せ等の食品。 |

Table 3-5 学会分類 2013 (食事) 早見表 (文献 69 より改変引用)

| コード | 名称 | 形態 | 目的・特色 | 必要な咀嚼能力 |
|-----|--------------|--|--|-----------------------------|
| 0j | 嚥下訓練食品 0j | 均質で、付着性・凝集性・かたさに配慮したゼリー。離水が少なく、スライス状にすくうことが可能なもの。 | 重度の症例に対する評価・訓練用。少量をすくってそのまま丸呑み可能。残留した場合にも吸引が容易。たんぱく質含有量が少ない。 | (若干の送り込み能力) |
| 0t | 嚥下訓練食品 0t | 均質で、付着性・凝集性・かたさに配慮したとろみ水。 | 重度の症例に対する評価・訓練用。少量ずつ飲むことを想定。ゼリー丸呑みで誤嚥したりゼリーが口中で溶けてしまう場合。たんぱく質含有量が少ない。 | (若干の送り込み能力) |
| 1j | 嚥下調整食 1j | 均質で、付着性、凝集性、かたさ、離水に配慮したゼリー・プリン・ムース状のもの。 | 口腔外で既に適切な食塊状となっている(少量をすくってそのまま丸呑み可能) 送り込む際に多少意識して口蓋に舌を押しつける必要がある。0jに比し表面のざらつきあり。 | (若干の食塊保持と送り込み能力) |
| 2-1 | 嚥下調整食 2-1 | ピューレ・ペースト・ミキサー食など、均質でなめらかで、べたつかず、まとまりやすいもの。スプーンですくって食べることが可能なもの。 | 口腔内の簡単な操作で食塊状となるもの(咽頭では残留、誤嚥をしにくいように配慮したもの) | (下顎と舌の運動による食塊形成能力および食塊保持能力) |
| 2-2 | 嚥下調整食 2-2 | ピューレ・ペースト・ミキサー食などで、べたつかず、まとまりやすいもので不均質なものを含む。スプーンですくって食べることが可能なもの。 | | |
| 3 | 嚥下調整食 3 | 形はあるが、押しつぶしが容易、食塊形成や移送が容易、咽頭でばらけず嚥下しやすいように配慮されたもの多量の離水がない。 | 舌と口蓋間で押しつぶしが可能なもの。押しつぶしや送り込みの口腔操作を要し(あるいはそれらの機能を賦活し)、かつ誤嚥のリスク軽減に配慮がなされているもの。 | 舌と口蓋間の押しつぶし能力以上 |
| 4 | 嚥下調整食 4 | かたさ・ばらけやすさ・貼りつきやすさなどのないもの。箸やスプーンで切れるやわらかさ。 | 誤嚥と窒息のリスクを配慮して素材と調理方法を選んだもの。歯がなくても対応可能だが、上下の歯槽提間で押しつぶすあるいはすりつぶすことが必要で舌と口蓋間で押しつぶすことは困難。 | 上下の歯槽提間の押しつぶし能力以上 |

3-4 官能評価

3-4-1 方法

1) 試料

前項と同じく鶏ささみ肉を調理した。油脂は液状油 (A), ゲル状油脂 (B) を食材比 20% (w/w) にて添加したもの, および油脂未添加 (C) の3種とした。

2) 試験方法

嗅覚・味覚障害, および嚥下障害を認めない健常者7名 (39.5±6.9歳) にて行った。評価項目は, 飲み込みやすさに関するやわらかさ, なめらかさ, べたつき, 残留感の4項目, 味に関する油っこさ, おいしさの2項目の計6項目を両極5点法にて評価した。その際, パネリストには, やわらかさ: 舌でつぶした際に感じるかたさについて, なめらかさ: 舌で押しつぶした際に感じる粒状感について, べたつき: 咀嚼した際に口腔内に引っ付く感覚について, 残留感: 嚥下後に口腔内や喉に残る感覚について, 油っぽさ: 咀嚼中や嚥下後の感じる油っぽさについて, おいしさ: 食材として好ましく感じたか, を評価のポイントと提示した。試料は特有の風味を有さないこと, および物性評価にて温度による硬さの変化が少ないことが確認された2種の油脂 (液体油, ゲル状油脂) と未添加の計3種とした。提示温度は25°C, 室温24~26°Cの個室法にて評価を行った。試料摂取は順序の繰り返しを認め, スプーンによる摂食を指示し, 1回の摂取量は各パネルの至適摂取量とし自由に摂取させた。評価の記入用紙を Fig. 3-5 に示す。

3) 統計処理

官能評価結果は, 項目毎に t 検定を行ったのち, 非正規分布する群間比較は Mann-Mann-Whitney 法にて処理した。有意水準は $p < 0.05$ とした。

実施日 : 2010年09月15日(水)

試験食 : 鶏のささみ A

パネリスト名 : _____ 年齢 : _____

【方法】

試験食を召し上がっていただき、当てはまるものに○をつけてください。

なお、必ず数字の部分に○をつけるように記入してください。

※食べる前には水を含んで口の中をうるおし、残渣がないように洗い流してください。

やわらかさ : 口の中に入れて舌でつぶしたときに感じるかたさ

| | | | | | |
|-------|---|---|---|---|-----|
| やわらかい | | | | | かたい |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |

ざらつき : なめらかで均一な食感か?

| | | | | | |
|------|---|---|---|---|------|
| なめらか | | | | | ざらつく |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |

べたつき : 口の中で上あごや舌に貼り付くか?

| | | | | | |
|---------|---|---|---|---|---------|
| べたつきにくい | | | | | べたつきやすい |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |

残留感 : 飲み込んだ後に口の中に残るか?

| | | | | | |
|---------|---|---|---|---|--------|
| 残留感が少ない | | | | | 残留感がある |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |

油っぽさ

| | | | | | |
|--------|---|---|---|---|------|
| 油っぽくない | | | | | 油っぽい |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |

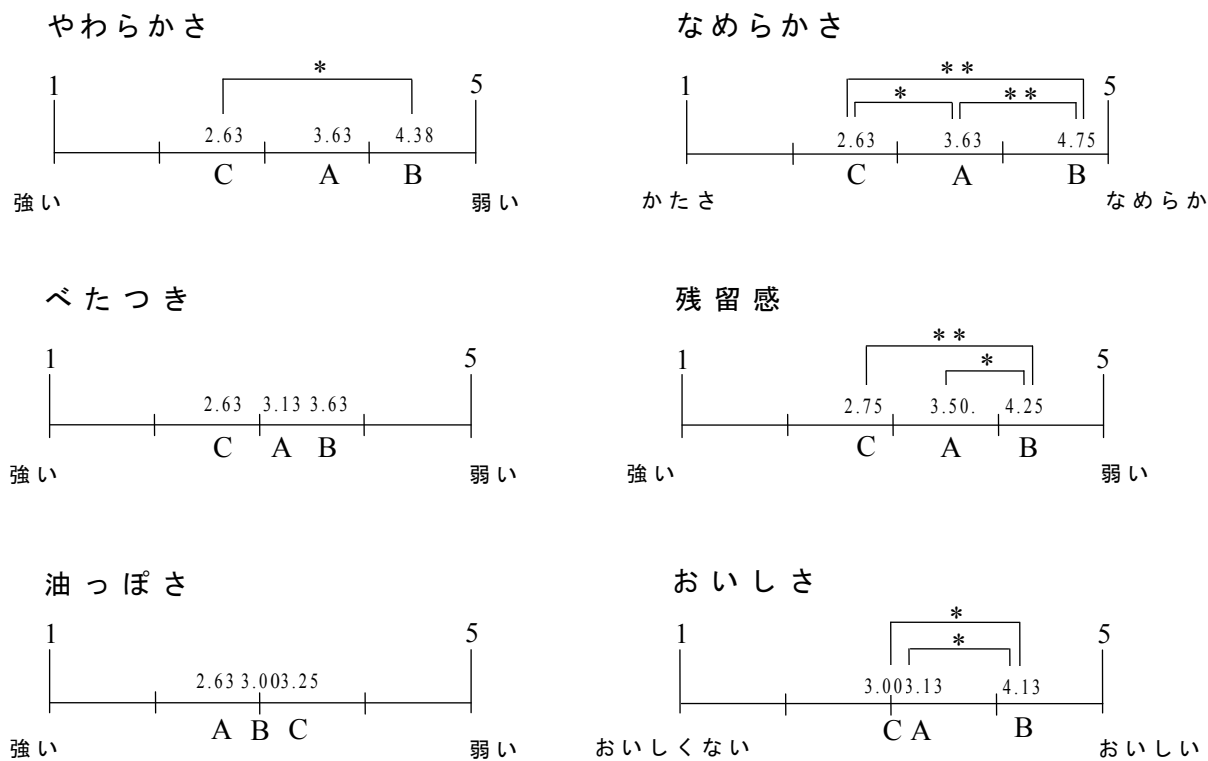
おいしさ

| | | | | | |
|------|---|---|---|---|--------|
| おいしい | | | | | おいしくない |
| 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |

Fig. 3-5 官能評価用紙

3-4-2 結果

Fig. 3-6 に官能評価の結果を示す。本実験の目的においては、各評価項目において評点が高いものほど優れた評価であることを示している。飲み込みやすさに関する全ての項目（やわらかさ、なめらかさ、べたつき、残留感）で、B（ゲル状油脂）、A（液状油）、C（未添加）の順に良好な傾向が見られた。やわらかさに関しては、ゲル状油脂（B: 4.38 ± 0.66 ）と未添加（C: 2.63 ± 0.66 ）の間で有意差が認められたが、液状油（A: 3.63 ± 0.81 ）と未添加の間、および液状油とゲル状油脂の間では差が認められなかった。なめらかさはすべての試料間で有意差が認められた（A: 3.63 ± 0.66 , B: 4.75 ± 0.62 , C: 2.63 ± 0.66 ）。残留感は液状油（A: 3.50 ± 0.47 ）と未添加（C: 2.75 ± 0.41 ）の間、およびゲル状油脂（B: 4.25 ± 0.78 ）と未添加の間で有意差が認められたが、液状油とゲル状油脂の間で差はなかった。べたつきはいずれの試料間も有意差はなかった（A: 3.13 ± 0.57 , B: 3.63 ± 1.24 , C: 2.63 ± 0.66 ）。味に関する項目では、油っこさはいずれの試料間も有意差が認められなかった（A: 2.63 ± 0.46 ; B: 3.00 ± 0.82 ; C: 3.25 ± 0.41 ）。おいしさは、ゲル状油脂（B: 4.13 ± 0.74 ）と未添加（C: 3.00 ± 0.67 ）の間、およびゲル状油脂と液状油（A: 3.13 ± 0.57 ）の間で有意差が認められ、ゲル状油脂は有意においしいとの評価を得た。



A : 液状油 B : ゲル状油脂 C : 未添加

※Mann-Whitney test (*:p<0.05 **:p<0.01)

Fig. 3-6 官能評価結果

3-4-3 考察

液状油、ゲル状油脂は、いずれも油っこさの少ない菜種油を主原料としたものであるため、風味も限りなく無味無臭に近い。それに対しそれ以外の油脂は、特有の呈味があり、食品との相性が大きく、汎用性が劣る。予備実験にて、ラード、生クリーム、マーガリン、バターの4種の油脂を鶏ささみ肉に付与したところ、油脂の風味が強く出て、本研究の用途には適さないことが分かった。そこで、官能評価においては、上記4種の油脂は除外し、物性面で良好な評価を得たゲル状油脂、液状油の2種の油脂と無添加の間での差異を検証することとした。

やわらかさに関して、ゲル状油脂を添加した試料は未添加よりも有意にやわらかい評価を得たが、液状油を添加した試料に対しては有意差は確認できなかった。前項のクリープメーターでの測定では、同じ温度では未添加、液状油、ゲル状油脂の順に軟らかくなり、ゲル状油脂が最も軟らかい結果であったが、これは官能評価の結果と一致している。温度の上昇と共に硬さが低値となる傾向から、各試料の口中内の硬さを推定すると、37°C付近でゲル状油脂は15,000~18,000 N/m²、液状油は22,000~25,000 N/m²付近を示すと推察される。ヒトが食べ物を咀嚼する際は、歯根膜や切歯乳頭部で物性を認知し、硬い食べ物の場合は歯で破砕するが、軟らかい食べ物の場合は舌と硬口蓋で押しつぶし、食塊を形成して嚥下する⁷⁾。つまり、舌で押しつぶせる物性か否かで、硬いか軟らかいかを判断しているといえる。その場合、UDFの区分3「舌でつぶせる」の物性規格が硬さ20,000 N/m²以下であることを考慮すると、硬さ20,000 N/m²がかたさの判断基準になり、これに該当するかどうか、「舌でつぶせる」軟らかさと判断する差となったものと考えられた。

なめらかさとは、粒の細かさや均質さに影響される項目である。官能評価では、ゲル状油脂は未添加、液状油のいずれよりも有意になめらかであると評価された。鶏肉に液状油、ゲル状油脂をそれぞれ10%添加し、フードプロセッサーで粉砕した後の状態をFig. 3-7に示す。液状油を添加したものに比べて、ゲル状油脂を添加したものは、肉がよりきめ細かく粉砕されているのが分かる。また、実際に食してみると、液状油は肉の組織に吸収されてボソボソした食感であったが、ゲル状油脂は微細な肉粒の周りに付着してしっとりした食感であった。つまり、粘りの強いゲル状油脂は、肉の表面に付着しやすいため、フードプロセッサーで粉砕した際に微細に粉砕され、なめらかな食感になると推測される。その他、残留感、おいしさの項目においても、ゲル状油脂は未添加および液

状油と比較して有意に優れた結果であった。このことはゲル状油脂が咀嚼補助用途において有用であることを示しており、他の油脂に比べて飲み込みやすさに寄与する油脂であるといえる。

なお、レオロジー測定で確認された付着性については、付着性と関連のあるべたつきの項目で有意な差は確認されなかった。この要因として、食品の付着性は水分と関連していること、及びレオロジー測定と官能評価の条件の違いから、官能評価では口中に含まれる唾液が試料と混ざり、食塊のべたつきが低下したためではないかと推察した。本研究の官能評価では、水を含んで残渣を洗い流すように評価者に指示しており、より口腔内が潤いやすい状態であったと考えられる。このため官能評価において、べたつきの違いが検出されなかったと考えられる。



液状油



ゲル状油脂

Fig. 3-7 鶏肉に油脂を添加した状態

第4章 咀嚼補助用ゲル状油脂の飲み込み特性改善

4-1 はじめに

前章のレオロジー測定の結果，食物に油脂を添加すると付着性が高くなることが分かったため，付着性を低減する手法として，水分および増粘剤を添加した際の影響を物性測定にて検証することとした。またキザミ食に代わって検討されることの多い「ムース食」との比較を目的として，同じ食物に対して「咀嚼補助用ゲル状油脂」で調製した場合と増粘多糖類で調製した場合の出来上がりの比較を行った。

4-2 付着性低減の検証

4-2-1 水の添加による影響

1. 方法

1) 試料

冷凍赤魚（茶あらい骨なし赤魚切り身：株式会社マルハニチロ食品）を流水にて解凍後，ラップをして電子レンジ（500W）で4分間加熱した後，フードプロセッサー（クイジナート：DLC-10PRO）にて，途中ヘラでかき混ぜながら断続的に5分間粉碎したものを試料Aとした。また赤魚に対して20%（w/w）のゲル状油脂を加えてから，同様の方法で粉碎したものを試料Bとした。さらに，20%（w/w）のゲル状油脂と5%，10%，15%，20%，30%（w/w）の水を加えてから粉碎したものをそれぞれ試料C～Gとした。（Table 4-1）

2) 物性測定

試料を直径40 mm，高さ15 mmのシャーレに充填し，タッパーに入れてふたをし，20℃に設定したインキュベーター内で保温後，クリープメーター（RE-33005：山電（株））を用いて，直径20 mmのプランジャーで，クリアランス5 mm，圧縮速度10 mm/secで定速2回圧縮した。得られたテクスチャー曲線により，硬さ，付着性，凝集性を算定し，平均値±標準偏差で示した。また項目毎に一元配置分散分析を行い，試料間に有意差が出た場合はBonferroni/Dunn法による多重比較検定にて，有意水準を $p < 0.05$ とした。

Table 4-1 試料の配合比率（赤魚に対する重量比）

| 試料 | ゲル状油脂 | 水 |
|----|-------|-----|
| A | 0% | 0% |
| B | 20% | 0% |
| C | 20% | 5% |
| D | 20% | 10% |
| E | 20% | 15% |
| F | 20% | 20% |
| G | 20% | 30% |

2. 結果

物性測定の結果を Table 4-2 に示す。ゲル状油脂を添加した試料 B～G は、未添加の試料 A に対して、いずれも有意に軟らかくなった。また試料 B～G 間との比較において、加水量が多くなるほど硬さが低下する傾向が見られたが、加水なしの試料 B との比較で有意差が見られたのは、加水量が赤魚に対し 15%以上の試料 E, F, G のみであった。付着性はゲル状油脂を添加した試料 B～G は未添加の試料 A に対して高くなったが、加水量の増加とともに低下する傾向が見られた。未添加の試料 A に対して加水量が 15%以上の試料 E, F, G において、また加水なしの試料 B に対して加水量 20%以上の試料 F, G において、付着性が有意に低くなった。凝集性は差が少なく、いずれの試料間にも有意差は確認されなかった。

Table 4-2 加水による物性変化

| 試料 | 油脂：水 | 硬さ(N/m ²) | 凝集性 | 付着性(J/m ³) |
|----|-------|----------------------------|-------------|---------------------------|
| A | 0:0 | 41236 ± 2504 ^a | 0.58 ± 0.00 | 1863 ± 240 ^c |
| B | 20:0 | 19023 ± 757 ^b | 0.60 ± 0.02 | 3468 ± 209 ^a |
| C | 20:5 | 18120 ± 648 ^{bc} | 0.60 ± 0.03 | 3188 ± 386 ^{ab} |
| D | 20:10 | 16476 ± 914 ^{bc} | 0.62 ± 0.02 | 2873 ± 295 ^{ab} |
| E | 20:15 | 13741 ± 1265 ^{cd} | 0.61 ± 0.02 | 2650 ± 226 ^{abc} |
| F | 20:20 | 11134 ± 1751 ^d | 0.64 ± 0.03 | 2338 ± 366 ^d |
| G | 20:30 | 10843 ± 1499 ^d | 0.63 ± 0.04 | 1767 ± 190 ^d |

※数値＝平均±標準偏差を示す。(n=3)

※各評価項目において異なるアルファベットが付けられているものに有意差あり。(p<0.05)

4-2-2 増粘剤の添加に関する検証

1 方法

1) 試料

自然解凍後、電子レンジで加熱（500W，4分間）し、皮とドリップを取り除いた冷凍赤魚（茶あらい骨なし赤魚切り身：(株)マルハニチロ食品）に対して、20%（w/w）のゲル状油脂，20%（w/w）の水および増粘剤（トロミパーフェクト：日清オイリオグループ株式会社）を加えて、フードプロセッサー（クイジナート：DLC-10PRO）にて途中へラでかき混ぜながら断続的に5分間粉碎した。増粘剤の濃度は、赤魚の重量に対して0.3%，0.6%，1.0%，1.5%，2.0%，3.0%とし、これをそれぞれ試料H～Gとした。（Table 4-3）

2) 物性測定

試料を直径40mm，高さ15mmのシャーレに充填し，タッパーに入れてふたをし，20℃に設定したインキュベーター内で保温後，クリープメーター（RE-33005：山電（株））を用いて，直径20mmのプランジャーで，クリアランス5mm，圧縮速度10mm/secで定速2回圧縮した。得られたテクスチャー曲線により，硬さ，付着性，凝集性を算定し，平均値±標準偏差で示した。また項目毎に一元配置分散分析を行い，試料間に有意差が出た場合はBonferroni/Dunn法による多重比較検定にて，有意水準をp<0.05とした。

Table 4-3 試料の配合比率（赤魚に対する重量比）

| 試料 | ゲル状油脂 | 水 | 増粘剤 |
|----|-------|-----|------|
| A* | 0% | 0% | 0% |
| F* | 20% | 20% | 0% |
| H | 20% | 20% | 0.3% |
| I | 20% | 20% | 0.6% |
| J | 20% | 20% | 1.0% |
| K | 20% | 20% | 1.5% |
| L | 20% | 20% | 2.0% |
| M | 20% | 20% | 3.0% |

*試料 A, F は前項での実験結果を用いた。

4-2-2 結果

増粘剤濃度を変化させた際の物性測定結果を Table 4-4 に示す。硬さは水と増粘剤を添加した場合に、水を添加していないゲル状油脂と比較していずれの濃度においても有意に低値となった。また、水のみを添加した際との比較においても、増粘剤を添加するといずれの濃度でも有意に低値となった。凝集性は増粘剤を 1.0%以上添加すると、ゲル状油脂、水のみ添加に比べて有意に高値となったが、増粘剤濃度が 0.6%以下ではいずれも差は検出されなかった。付着性はゲル状油脂との比較で、水のみ、および増粘剤を添加したいずれの場合よりも有意に低値となった。以上より、ゲル状油脂に水分を添加することで、硬さと付着性が減少し、増粘剤を添加すると凝集性が増加することから、レオロジー特性面で飲み込みやすさが向上することが示唆された。

Table 4-4 増粘剤添加による物性変化

| 試料 | 増粘剤 | 硬さ(N/m ²) | 凝集性 | 付着性(J/m ³) |
|----|------|---------------------------|----------------------------|------------------------|
| A | - | 41236 ± 2504 | 0.58 ± 0.00 | 1863 ± 240 |
| F | 0.0% | 11134 ± 1751 ^a | 0.64 ± 0.03 ^{ab} | 2338 ± 366 |
| H | 0.3% | 8002 ± 95 ^{ab} | 0.68 ± 0.01 ^{bc} | 2004 ± 92 |
| I | 0.6% | 6784 ± 72 ^b | 0.72 ± 0.02 ^{bcd} | 2010 ± 50 |
| J | 1.0% | 6149 ± 143 ^b | 0.76 ± 0.03 ^{cd} | 2148 ± 147 |
| K | 1.5% | 4984 ± 157 ^b | 0.87 ± 0.05 ^e | 1993 ± 104 |
| L | 2.0% | 5203 ± 260 ^b | 0.80 ± 0.03 ^{de} | 1822 ± 113 |
| M | 3.0% | 6139 ± 203 ^b | 0.78 ± 0.01 ^d | 1887 ± 35 |

※数値＝平均±標準偏差を示す。(n=3)

※各評価項目において、異なるアルファベットが付けられているものに有意差あり。(p<0.05)

4-2-3 考察

摂食・嚥下困難者では、べたつきの強い食品は注意が必要である。口腔内や咽頭に残留しやすいだけでなく、気管に入ると窒息を招く恐れがあるからである。一般に加水が多くなるにつれて食品の付着性は低下する。これは付着性を生じる食品成分が、蛋白質、脂質などの固形成分であることとの関連が考えられる。実際の例として、べたつきやすい芋料理を摂食嚥下障害者に適した物性に調整する際、煮汁の量を増加すると付着性が低下したことが報告されている⁷³⁾。本研究においては、魚に対する検証であるが、付着性を低下する方法として加水による検討を行うこととした。その結果、食材に対して20%のゲル状油脂を添加した場合、付着性の数値は、水10%の加水で約2割、20%の加水で約3割、30%の加水で約5割低下し、加水量が増えるにつれて、付着性が低下することが分かった。

通常、嚥下を誘発する食塊の条件には、食物の硬さ、粉碎率、水分量が関連していることが知られている。このうち、食塊の水分量に関しては唾液分泌量と関係が大きい。健常成人に対し、食塊の水分量を薬剤による唾液分泌を抑制して調べたところ研究では、唾液分泌が不足しても咀嚼回数を増加することで食塊の水分量が調整されていたと述べられている⁷⁴⁾。また咀嚼中は安静時よりも10倍以上の唾液分泌量があり、咀嚼によって

食塊水分量が増加することで嚥下が誘発されることも分かっている⁷⁵⁾。さらに数種類の食品を摂食させた際の食塊水分量を測定し、食品に含まれる水分量が少ないほど唾液量が増えることも分かっている⁷⁶⁾。このように摂取した食品の水分量が少ない場合は唾液由来の水分を咀嚼で加えることで、嚥下誘発に適した水分量まで食塊の形成時に調整されていると考えられる。また食塊水分量と付着性との関連については、唾液分泌量が正常な場合には咀嚼の進行によって付着性が変化し、嚥下誘発直前の食塊の付着性は咀嚼開始時よりも有意に減少していたことが示されている⁷⁷⁾。摂食嚥下障害に関する物性基準の中で、主に嚥下障害を対象とした「特別用途食品・えん下困難者用食品」の規格基準は、硬さ、凝集性、付着性の3つのパラメーターで規定されているのに対し、咀嚼障害を対象とした「ユニバーサルデザインフード」は、硬さのみで規格化されている。咀嚼に著しく問題がある、例えば唾液分泌がほとんどないなどの重度な場合を除いた一般的な咀嚼障害の場合では、口腔内での唾液によって付着性の低下することが考えられる。また、嚥下閾に達した食塊を取り出し、嚥下に適した物性値を算出した先行研究⁷⁸⁾によると、本研究と同じ「特別用途食品・えん下困難者用食品」の規格基準に定められた方法で測定した結果、食塊の物性値は、硬さが9,400~11,900 N/m²、凝集性は0.48~0.66、付着性は1,000~3,300 J/m³であったと報告されている。この研究は被験者が健常人であり、試験食はアーモンドとさしあんによるものであるため、上記の数値を一般的な食品に当てはめるかどうかは別の検証が必要であるが、水分が非常に少ない食品で検証した点において、一般に知られている付着性の数値よりも高値であることは興味深い。

なお、測定方法に関して、特別用途食品「えん下困難者用食品」の規格基準に定められた方法では、プランジャー表面の水分量は考慮されていない。同一食品の測定において、プランジャーの表面に水で濡らすと濡らさない場合に比べて、付着性が有意に減少したという報告がある⁷⁹⁾。現在、ほとんどの摂食嚥下障害向けの食品は水分量が多く、表面離水も見られるため、プランジャー表面の水分量の影響は受けにくいですが、本研究で用いた試料のように水分量の少ない食品においては、プランジャー表面が乾燥していると付着性の数値が高くなりやすくなり、口腔内での状態を再現した測定方法とは言い難い。今後、水分量の少ない機器での物性測定条件と口腔内における状態を近づけることについても検討が必要と考えられる。

4-3 ゲル化剤で調製した食形態との比較

4-3-1 方法

1) 試料

自然解凍した冷凍赤魚（茶あらい骨なし赤魚切り身：(株)マルハニチロ食品）を電子レンジで加熱（500W，4分間）し，皮とドリップを取り除いた後，重量比50%の水を添加してフードプロセッサ（クイジナート：DLC-10PRO）にて，断続的に5分間粉碎した。これに，ゲル化剤（ソフティアゲル：(株)ニュートリー）を加えてさらに15秒間粉碎し，鍋に移してへらで良くかき混ぜながら，80℃以上に加熱した。加熱後，シャーレに充填し，冷蔵庫（5℃）で24時間以上冷却した。なお，ゲル化剤の添加量は，赤魚に対して0.5%，0.75%，1.0%の3種とし，それぞれ試料P，Q，Rとした。（Table 4-5）

Table 4-5 各試料の配合（赤魚に対する重量比）

| 試料 | ゲル状油脂 | 水 | 増粘剤 | ゲル化剤 |
|----|-------|-----|------|-------|
| A | - | - | - | - |
| F | 20% | 20% | - | - |
| I | 20% | 20% | 0.6% | - |
| P | - | 50% | - | 0.50% |
| Q | - | 50% | - | 0.75% |
| R | - | 50% | - | 1.00% |

*試料A，F，Iは前項での実験と同配合のものを用いた。

2) 物性測定

試料を直径40mm，高さ15mmのシャーレに充填し，タッパーに入れてふたをし，20℃に設定したインキュベーター内で保温後，クリープメーター（RE-33005：山電（株））を用いて，直径20mmのプランジャーで，クリアランス5mm，圧縮速度10mm/secで定速2回圧縮した。得られたテクスチャー曲線により，硬さ，付着性，凝集性を算定し，平均値±標準偏差で示した。また一元配置分散分析を行い，試料間に有意差が出た場合はBonferroni/Dunn法による多重比較検定にて，有意水準を $p < 0.05$ とした。

4-3-2 結果

ゲル化剤で調製した試料P～R、ならびに前項で測定した試料A, F, Iの物性測定結果をTable 4-6に示す。硬さは、ゲル化剤、およびゲル状油脂（以下、油脂とする）で調製した試料はいずれも未添加の試料Aより有意に低くなった。また油脂で調製した試料Fはゲル化剤濃度1.0%の試料Rよりも有意に軟らかく、油脂と増粘剤で調製した試料Iはゲル化剤濃度0.75%, 1.0%の試料P, Qよりも有意に軟らかくなった。ゲル化剤で調製した試料間では試料PとRの間に有意差を認めた。凝集性に関しては、未添加の試料Aとの比較において、油脂で調製した試料F, Iともに有意に高くなったが、ゲル化剤で調製した試料Rは有意に低かった。ゲル化剤濃度1.0%の試料Rは、他のいずれの試料よりも低くなった。付着性については、有意な差は検出されなかった。

Table 4-6 ゲル化剤との物性比較

| 試料 | 硬さ(N/m ²) | 凝集性 | 付着性(J/m ³) |
|----|----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| A | 41236 ± 2504 ^a | 0.58 ± 0.00 ^b | 1863 ± 240 |
| F | 11134 ± 1751 ^{ed} | 0.64 ± 0.03 ^c | 2338 ± 318 |
| I | 6784 ± 72 ^d | 0.72 ± 0.02 ^d | 2010 ± 50 |
| P | 10821 ± 1135 ^{cd} | 0.63 ± 0.01 ^{bc} | 2659 ± 253 ^o |
| Q | 12153 ± 1671 ^c | 0.60 ± 0.01 ^{bc} | 2754 ± 496 ^o |
| R | 19229 ± 706 ^b | 0.51 ± 0.03 ^a | 2818 ± 545 ^o |

※数値＝平均±標準偏差を示す。(n=3)

※各評価項目において、異なるアルファベットが付けられているものに有意差あり。(p<0.05)

4-3-3 考察

ゲル状油脂を用いる方法は、ゲル化剤に比べ加水量が少ないため、栄養摂取面での利点が期待できる。Table 4-7に本項で用いた赤魚の試料を調製する際の食形態や加水量の違いによる栄養量の違いを示した。ゲル化剤の場合は50%量の加水を行うので、素材のみよりも100gあたりで34kcal低下してしまう。これは主菜1品あたりの重量を70gとすると、1日(3食)では72kcalの減少となる。それに対しゲル状油脂の場合は、100gあたりで131kcalのエネルギーが摂取できる。付着性に配慮した水を20%加えた場合で

も、100 g あたりで 95 kcal のエネルギーが余計にとれることになり、食事量を満足に摂取できない場合に効率的にエネルギーを充足することが期待できる。

Table 4-7 食形態毎の栄養量の違い（仕上がり重量 100 g あたり）

| 調製方法 | 素材のみ | ゲル化剤 | ゲル状油脂 | ゲル状油脂 |
|-----------------|-------|------|-------|-------|
| 加水量（赤魚比） | - | 50% | 20% | - |
| エネルギー (kcal) | 116.3 | 82.3 | 211.6 | 246.9 |
| 水分(g) | 74.8 | 81.8 | 67.7 | 62.3 |
| 蛋白質(g) | 21.0 | 14.6 | 15.0 | 17.5 |
| 脂質(g) | 2.9 | 2.0 | 16.3 | 19.1 |

※1 赤魚は、レンジ加熱時に約 20%がドリップとして流出するとして計算。

※2 加水したものは調理過程での水分蒸発量の補正を行うため、あらかじめ加熱前と加熱後での重量を測定して計算。

同時に給食での採用に際してはコストも重要視される。Table 4-8 にそれぞれの食形態での原料コストを算出したものを示した。仕込み重量をベースにしたコスト計算ではゲル状油脂を用いるとやや割高となるものの、エネルギーあたりのコスト計算では大幅にコストを抑えることが可能になる。また仕上がり重量をベースにした場合では、食材の使用量を抑えることになることで、総コスト額を低減できる。さらにゲル化剤との比較でも約 130 kcal のエネルギーを 15 円の価格で入手できるとすれば、補食として利用していた栄養補給食品をカットすることで、更なるコスト削減が可能になる。

Table 4-8 食形態毎の原料コストの違い (病院価格, 単位:円)

| 調製方法 | 素材のみ | ゲル化剤 | ゲル状油脂 | ゲル状油脂 |
|--------------------|-------|-------|-------|-------|
| 加水量 (赤魚比) | - | 50% | 20% | - |
| 仕込み 1食あたり | 118.8 | 122.3 | 138.4 | 138.4 |
| 仕上がり 100gあたり | 135.7 | 103.4 | 119.8 | 136.3 |
| 仕上がり 100kcalあたり | 116.7 | 125.7 | 56.6 | 55.2 |

※1 各素材の原料コスト: 赤魚 1.36 円/g, ゲル状油脂 1.40 円/g, ゲル化剤 5.00 円/g として計算。

※2 仕込み 1 食あたりは, 赤魚の仕込みを 87.5 g にて計算。

第5章 咀嚼補助用ゲル状油脂を利用した介護食レシピの作成

5-1 はじめに

本研究にて開発した「咀嚼補助用ゲル状油脂」を利用して、キザミ食の代用となる新しい介護食を確立するためには、調理現場の実態に即した具体的な調理方法の提案が必要である。そのため、介護施設に勤務する管理栄養士に対するアンケート調査によって、現在、利用されている食形態や調理方法の調査、および油脂の活用に関する実態把握を行った。その結果と市販の介護食レシピ^{30,35,36,80-83)}を参考に、調理手法の基本パターンを検証し、食材毎の調理方法を定めた。介護食レシピには、手順やアレンジ例を盛り込み、作業の標準化を可能とした。また完成した介護食レシピの代表例を用いて、介護食の基準化に基づいた物性測定を行うことで対象となる咀嚼・嚥下障害への適性を検証した。

5-2 管理栄養士・栄養士を対象とした実態調査

5-2-1 方法

2011年2月に東京都内の介護施設に勤務する管理栄養士・栄養士を対象に実施した。調査対象人数は150名であり、有効回答数は109名（有効回答率73%）であった。調査内容は、現在提供している食形態とその調理方法、利用している食品、油脂の活用とその要因についてとし、該当する項目を選択する方式（一部、複数選択可）とした。(Fig. 5-1)

アンケートのお願い

ご施設名： ※集計上、ご所属の施設名の記入を必ずお願い致します。

1, 現在, 貴施設でご提供されている食形態をお教えてください。(該当するもの全て)

嚥下食 (段階) ミキサー食・ペースト食 ソフト食・ムース食
極キザミ食 キザミ食 軟菜食 その他 ()

2, 1の食形態の調製方法をお教えてください。(該当するもの全て)

フードプロセッサーを使用 ジューサー・ミキサーを使用 包丁で切り刻む
スチームコンベクションを使用 ブラストチラーを使用
その他 ()

3, 食形態の調製時に下記の食品はご使用されていますか? (該当するもの全て)

卵 粉類 (小麦粉・パン粉など) いも類 (里芋や山芋など) 豆腐・味噌
油脂 とろみ剤 ゲル化剤 その他 ()

4, (3で油脂をお答えした方にお伺いします) 使用している油脂をお教えてください。

サラダ油 オリーブ油 バター 生クリーム マヨネーズ
ショートニング その他 ()

5, 油脂を食形態の調製に利用することについてどのようにお考えでしょうか?

積極的に利用していきたい (→6へ) 適度に利用していきたい (→6へ)
あまり利用したくない (→7へ) 全く利用したくない (→7へ)
どちらともいえない その他 ()

6, (5で油脂を利用したいとお答えした方にお伺いします) その理由を教えてください。

エネルギーが高いから 料理がおいしくなるから 手軽な素材だから
その他 ()

7, 6, (5で油脂を利用したくないとお答えした方にお伺いします) その理由を教えてください。

エネルギーが高いから 味が変わるから 油っこくなるから
どのように利用すればよいか分からないから
その他 ()

～ご協力有難うございました～

Fig. 5-1 アンケート用紙

5-2-2 結果

1. 食形態の利用実態

各施設で提供されている食形態は、「ミキサー食・ペースト食」89%、「キザミ食」84%、「極キザミ食」76%、「ソフト食・ムース食」42%、「軟菜食」19%、「嚥下食」9%の順に多かった。(Fig. 5-2) また食形態の種類は、「3種類」という施設が最も多く(40%)、続いて「4種類」29%、「2段階」18%であった。

食形態の利用実態では、「キザミ食」と「極キザミ食」を共に提供している施設は68%であったのに対し、「キザミ食」のみは17%、「極キザミ食」のみは7%であった。「ソフト食・ムース食」を提供している施設で、「キザミ食」と「極キザミ食」のどちらか、又はいずれも利用していない施設は4%のみであった。「嚥下食」の段階は、「2段階」が30%、「4段階」と「5段階」がそれぞれ20%であった。

その他、自由回答欄には、「一口大」5件、「ゼリー食」4件、「濃厚食」2件、「ムース食」2件、「粗キザミ食」2件、「やわらか食」1件などがあつた。

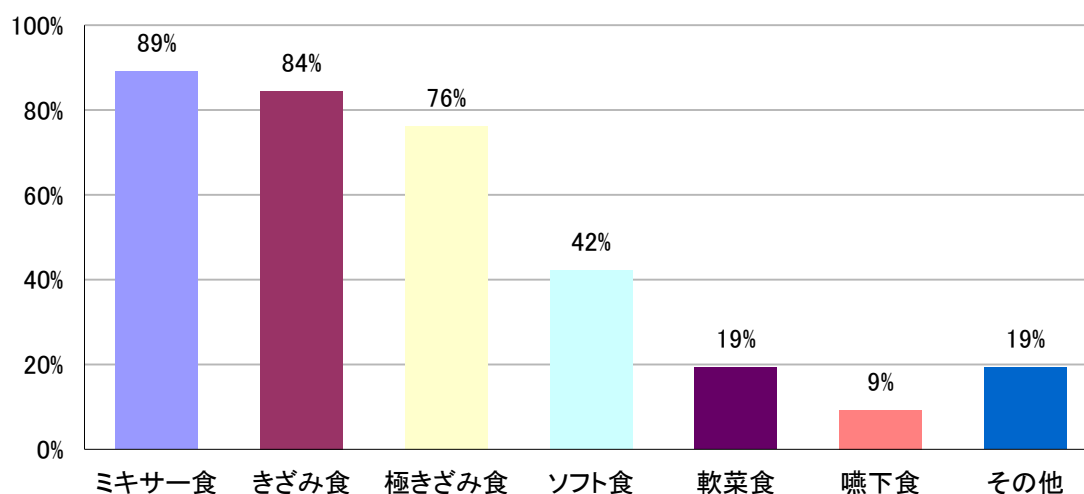


Fig. 5-2 提供されている食形態

2. 食形態の調製方法

食形態の調製方法に関わる項目のうち、粉碎に利用する器具は、「フードプロセッサー」88%、「ジューサー・ミキサー」77%、「包丁」68%の順に多かった。(Fig. 5-3)

加熱に関する調理器具である「スチームコンベクション」の導入は61%であったが、冷却に関する調理器具である「ブラストチラー」の利用は8%であった。設問1で「ソフト食」を回答した施設46件においては、「スチームコンベクション」は59%、ブラストチラーは13%の施設で利用されていた。

自由回答として、「圧力鍋」、「ミルサー」、「ブレンダー」、「バーミックス」の記載がある他、「むし器のみしかない」、「ハサミ」という回答も見られた。

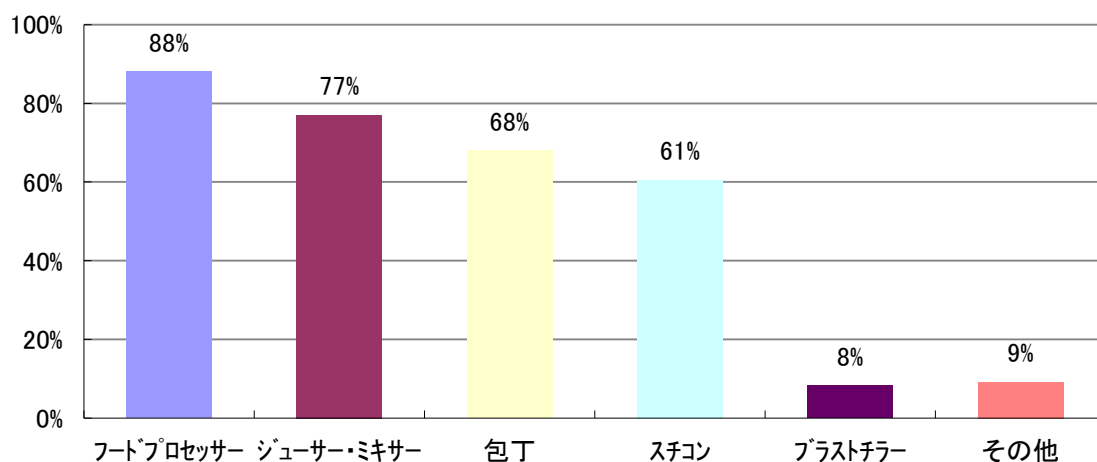


Fig. 5-3 食形態の調製方法

3. 調製に利用されている食品

食形態の調製に利用している食品は、「とろみ剤」84%が最も多く、続いて「ゲル化剤」45%、「卵」21%、「粉類」19%、「いも類」17%、「油脂」17%、「豆腐・味噌」16%の順に多かった。(Fig. 5-4)

「とろみ剤」または「ゲル化剤」を利用している施設は91%であったが、介護食の調理に増粘多糖類以外の一般の食材を利用している施設は35%に過ぎず、増粘多糖類を使用せずに一般の食材のみを利用している施設は9%であった。

その他、自由回答として、「寒天」「牛乳」「煮汁」「はんぺん」という回答が見られた。

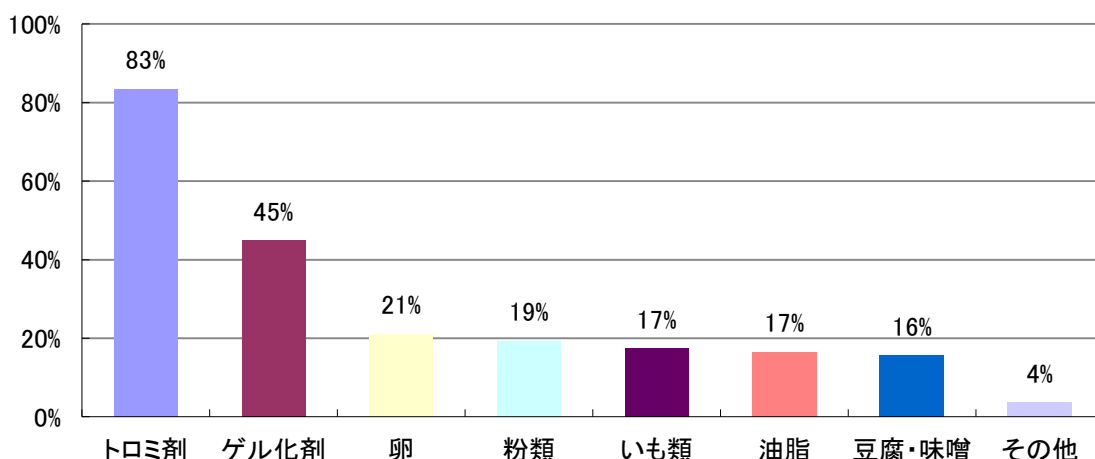


Fig. 5-4 食形態の調製に利用されている食材

4. 油脂の利用状況

「油脂」を利用していると回答した 18 件の内訳を Fig. 5-5 に示す。現在、使用している油脂は、「サラダ油」33%が最も多く、続いて「マヨネーズ」24%、「生クリーム」14%、「バター」10%の順であった。本研究に用いたゲル状油脂である「マトメアップ」を使用している施設も 7%あった。また 2 種類以上の油脂を併用している施設は 67%で、そのすべてが「サラダ油」を利用していた。一方、どれか 1 種類だけの油脂を使用している施設は、「サラダ油のみ」、または「マヨネーズのみ」が共に 11%であり、それ以外の油脂のみを単独で利用している施設は見られなかった。

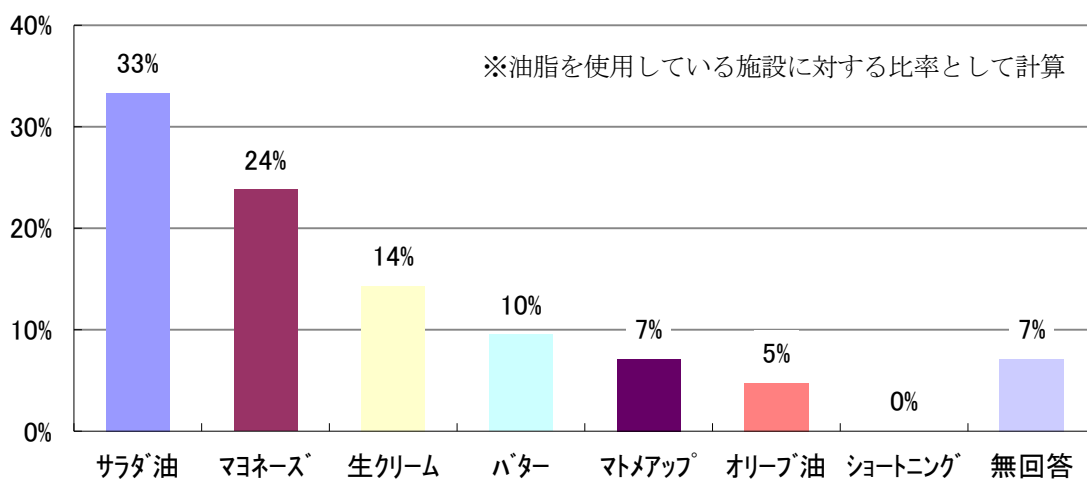


Fig. 5-5 油脂の利用状況 (n=18)

5. 油脂の利用について

油脂を利用することについて、「適度に利用したい」54%が最も多く、続いて「どちらともいえない」23%、「あまり利用したくない」12%の順に多かった。(Fig. 5-6)「積極的に利用したい」「適度に利用したい」と回答した施設のうち、まだ油脂を利用していない施設は74%であった。

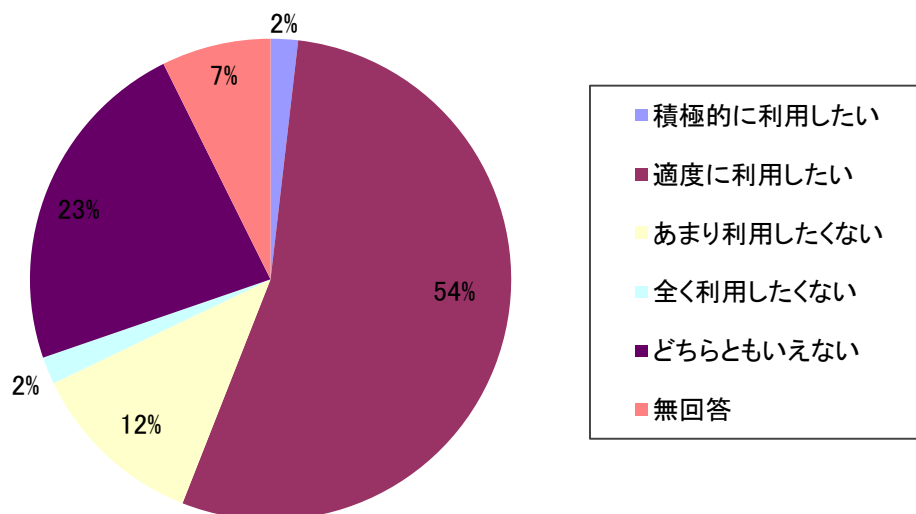


Fig. 5-6 油脂の利用状況

油脂を利用したい理由では、「手軽な素材」37%、「エネルギーが高くなる」35%、「料理が美味しくなる」23%の順に多かった。(Fig. 5-7) 自由回答として、「まとまり感がでる」「なめらかになる」「飲み込みが良くなる」という意見が見られた。

一方、油脂を利用したくない理由としては、「油っこくなる」35%、「どのように利用すれば良いか分からない」22%、「エネルギーが高い」17%、「味が変わる」は17%)の順に多かった。(Fig. 5-8) 自由回答欄として、「油脂を使う調理手法を知らなかった」「脂質制限者に配慮すると、油脂を全員に添加することは難しい」という意見が見られた。

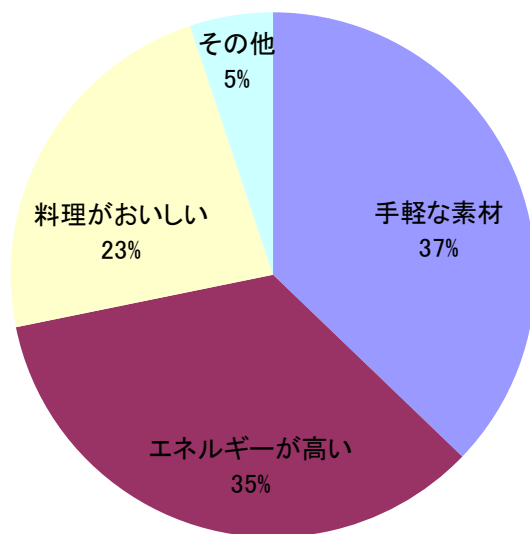


Fig. 5-7 油脂を利用したい理由

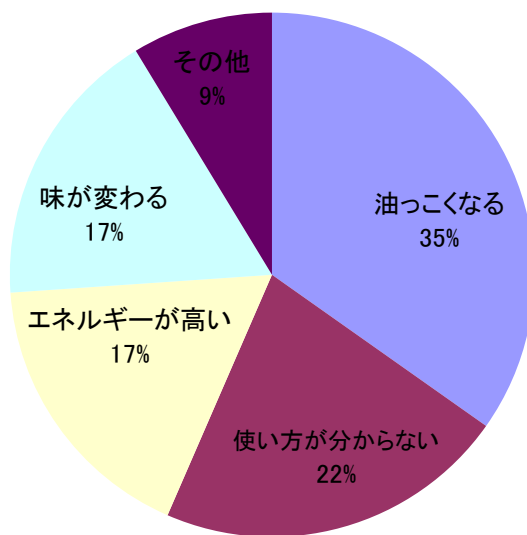


Fig. 5-8 油脂を利用したくない理由

5-2-3 考察

本調査で最も利用されていた介護食の形態は「ミキサー食」で、次いで「キザミ食」の順であった。介護食の提供食形態に関する実態調査には、提供食形態やキザミ食の調理法、問題点・対応を調査した1991年の報告⁷⁾、提供食形態の名称、定義、決定要因、満足度などを調査した2003年の報告⁸⁾が見られるが、現在、最も新しい調査報告は、619施設の高齢者施設を対象に副食の形態を調査した2006年の報告である⁹⁾。この研究では、「粒がなく滑らかな状態にミキサーなどで調理されたもの」と定義された食形態、すなわち「ミキサー食」が95%、「粒が残る状態にきざまれたもの」、すなわち「キザミ食」もしくは「極キザミ食」は89%の施設で利用されていたと報告されており、本調査結果とほぼ一致している。ところが、過去の1991年、2003年の報告では、「キザミ食」が最も利用度の高い食形態とされていた。これは近年、管理栄養士を中心に「キザミ食」の問題点が周知されるようになり、他の食形態への置き換えが徐々に進んでいることの影響と考えられる。但し「キザミ食」は依然として約8割という多数の施設で利用されている点においては変わっていない。この背景には、新しい食形態の導入に対する障壁があると考えられる。本調査において加熱調理に利用する「スチームコンベクションオーブン」は約6割と半数以上の施設で導入済みであったが、急速冷蔵を可能にする「ブラストチラー」は導入率が1割にも満たない。「ムース食」を調理する際は増粘多糖類を用いるため、加熱・冷却作業が不可欠となるが、「ブラストチラー」が備わっていない調理現場では、冷蔵庫を利用して冷却せざるを得ないため、冷却に係わるスペース、時間、衛生管理などで問題が生じやすい。これに対し、「フードプロセッサー」は約9割の調理現場に備わった、施設給食の調理現場では定番の器具である。つまり、新しい食形態を導入するには、特殊な調理器具を購入しなくても、既に備わっている調理器具の活用が重要であると考えられる。よってゲル状油脂を利用した介護食レシピの作成において、調理に用いる器具は既に現場に普及しているものを利用するのが前提となる。

粉類や卵、油脂などは調理には欠かせないものであり、どの調理現場においても常備されている素材である。しかしながら、介護食の調理においてこれらを活用している施設は約2割と少なかった。食品素材を介護食の調理に活用することには栄養士も関心が高いものの、実際には調理科学的な知識も必要であり、経験によって理解に差が生じやすい一面もある。これに対し、広く普及している増粘多糖類は規定の方法で調理すれば良いという点で非常に分かりやすい。すなわち、初めて介護食の調理に携わった初心者

でも、その日から使いこなすことができる。このような敷居の低さが現場への浸透には必須であると考え。よって、ゲル状油脂の介護食レシピにおいても、まず基本となる調理方法を明確に定めることが重要と思われた。

介護食への油脂の利用に関しては、まだ浸透していないが、既に導入している施設からの利点を抽出してみると、「手軽」「高エネルギー」「おいしさ」の要素がほぼ同等で評価されていた。また、油脂を「利用したい」と回答した施設は約6割になり、当初の予想よりも油脂を利用することに対する抵抗感は少ないことが分かった。但し「どちらともいえない」という回答も約1/4を占めており、利用経験がないことが判断のしにくさに繋がっている事実も浮かび上がる。したがってゲル状油脂の介護食メニューには、油脂の利点を伝えることも重要と考え、コンパクトでエネルギーが充足しやすく、おいしさが伝わりやすい素材選びや献立作りを行うこととした。

5-3 介護食レシピの作成

5-3-1 方法

前項の考察に基づいた考え方より、レシピの基本方針を定め、これに基づいた検証を行った。(Table 5-1) 食材の下処理を施し、ゲル状油脂を食材に対して0%から5%刻みで増やしながらかえ、それぞれフードプロセッサー（クイジナート：DLC-10PRO）にて粉碎したものを官能的に評価してゲル状油脂の添加量を定めた。その際、べたつきがある場合はだし汁を、まとまりが弱い場合はとろみ調整食品（トロミアップパーフェクト：日清オイリオグループ株式会社）を加えて、最適となる調理条件を定めた。味付けは食材に対しては行わず、たれ・ソースをかけて調味を行った。施設給食での提供しやすさを考慮して、高齢者に好まれやすい味付けに配慮した。また現場での作業性を考慮し、たれ・ソースは業務用市販品を優先的に利用することとした。

Table 5-1 介護食レシピ作成の基本方針

| | |
|-----------------|--|
| <p>食材の選定</p> | <p>食材は食べにくいとされている肉・魚を中心に検討する。特に魚は調理現場で頻度高く利用されている冷凍食品を利用する。</p> |
| <p>調理器具</p> | <p>一般的な介護施設の厨房に常備されているものを使用する。 具体的には、フードプロセッサー、ジューサー・ミキサー、蒸し器、冷蔵庫、へらなど。 加熱器具はスチームコンベクションを使用した。</p> |
| <p>調理手順</p> | <p>基本とする調理手順は、以下のとおりとする。 ①食材の下処理・・・皮やすじを取る，解凍，取り分けなど。 ②加熱・・・蒸し器で加熱する。 ③粉砕・・・フードプロセッサーで粉砕する。 ④油脂添加＋粉砕・・・ゲル状油脂を添加して，再度粉砕する。 ⑤水分調整・・・べたつく場合は水分を少量添加し，再度粉砕。 ⑥とろみ調整・・・まとまりが弱い場合は，とろみ調整食品を少量添加して再度粉砕。 ⑦盛り付け・・・見た目を配慮した形に盛りつけ，たれ・ソースをかける。</p> |
| <p>ポイント</p> | <p>①素材の特徴を生かすため，単一料理とする。主となる味付けは，最後に加えるたれ・ソースにて行う。 ②見た目からおいしさが伝わるように，盛り付けの工夫，彩りの良さも配慮する。 ③1種類の素材に対し，数種類のたれ・ソースを組み合わせることで，トータルのレシピアイテム数を増やす。</p> |
| <p>レシピの記載事項</p> | <p>材料および分量，調理の手順，所要時間，写真（各調理段階，及び完成品），1食分の栄養価（油脂を添加しない場合も併記），アレンジ例などとする。</p> |

5-3-2 結果

1. 素材の調製

検証例として、魚での検証結果を Table 5-2~6 に示す。食材は給食現場での入手しやすさを配慮し、市販の冷凍食品から最も利用されているマルハニチロ社の製品を使用し、それを流水で解凍後、スチームコンベクション（コンボスター OES-6.20：(株)エフ・エム・アイ）の蒸気モード（100℃）にて10分間加熱したものをを用いた。

「赤魚」の場合は、ゲル状油脂を添加しても食材比10%までは魚の繊維感が残り、かたい食感であった。そこで水分を添加してみると、ややなめらかくなったものの、べたつきも強くなってしまった。そこでゲル状油脂と水分を増量したところ、ゲル状油脂20%、水分15%の場合に良好な食感を得た。また若干のまとまりを補うため0.5%のとろみ調整食品を添加した。（Table 5-2）

「からすがれい」の場合は、何も添加しなくても比較的軟らかくなめらかな仕上がりであったが、若干まとまりの弱さを感じた。そこで食材比5%のゲル状油脂を添加して水分を調整したところ、ゲル状油脂5%・水分5%の場合に最も良好な食感を得た。若干のまとまり不足を感じたため0.5%のとろみ調整食品を添加した。（Table 5-3）

「さわら」の場合は、食材比5%のゲル状油脂ではボソボソとした食感であったため、ゲル状油脂の量を10%に増やしたところ、軟らかく、なめらかな食感になった。しかし若干のべたつきがあったため、水分を添加して調整したところ、ゲル状油脂10%・水分10%の場合に良好な食感を得た。（Table 5-4）

「さば」の場合は、ゲル状油脂を添加しなくても軟らかく、まとまっていたが、ざらつきも残っていた。そこでゲル状油脂の添加量を増やしたところ、食材比5%の場合に良好な食感を得た。（Table 5-5）

「鮭」の場合は、ゲル状油脂10%まではボソボソした食感で口腔内に繊維が残りやすかったが、ゲル状油脂15%では少しなめらかさが出てきた。20%では繊維感も気にならなくなったが、べたつきも増してきたため、水分で調整することとした。その結果、ゲル状油脂20%・水分15%の場合に軟らかく、なめらかな食感となり、最も良好な食感を得た。若干のまとまりを補うため0.5%のとろみ調整食品を添加した。（Table 5-6）

Table 5-2 赤魚

| 配合量(g) | | | | 仕上がり状態 | 評価 |
|--------------|-------------|-------------|------------|--------------------------|----|
| 赤魚 | ゲル状油脂 | 水分 | とろみ調整食品 | | |
| 100.0 | 0 | 0 | 0 | かためでボソボソする。 | × |
| 100.0 | 5.0 | 0 | 0 | かためでボソボソする。 | × |
| 100.0 | 10.0 | 0 | 0 | かためでボソボソする。 | × |
| 100.0 | 15.0 | 0 | 0 | ややかため，ざらつく。 | × |
| 100.0 | 15.0 | 10.0 | 0.5 | ややかためでまとまりあり，若干べたつく。 | × |
| 100.0 | 15.0 | 15.0 | 0.5 | なめらかでべたつき少ないが，ややかたい。 | △ |
| 100.0 | 20.0 | 0 | 0 | ややかため，さらつく。 | × |
| 100.0 | 20.0 | 10.0 | 0.5 | やわらかくまとまりあるが，若干べたつく。 | △ |
| 100.0 | 20.0 | 15.0 | 0.5 | しつとりとやわらかく，なめらかでべたつき少ない。 | ○ |

Table 5-3 からすがれい

| 配合量(g) | | | | 仕上がり状態 | 評価 |
|--------------|------------|------------|------------|----------------|----|
| からすがれい | ゲル状油脂 | 水分 | とろみ調整食品 | | |
| 100.0 | 0 | 0 | 0 | なめらかだが，まとまり弱い。 | △ |
| 100.0 | 5.0 | 0 | 0 | まとまりあるが，べたつく。 | △ |
| 100.0 | 5.0 | 5.0 | 0.5 | まとまり，べたつき少ない。 | ○ |
| 100.0 | 5.0 | 10.0 | 0.5 | 滑りが良いが，まとまり弱い。 | △ |

Table 5-4 さわら

| さわら | 配合量(g) | | | 仕上がり状態 | 評価 |
|--------------|-------------|-------------|----------|-----------------------------------|----|
| | ゲル状油脂 | 水分 | とろみ調整食品 | | |
| 100.0 | 0 | 0 | 0 | まとまり弱く、ばらけやすい。 | × |
| 100.0 | 5.0 | 0 | 0 | ボソボソしている。 | × |
| 100.0 | 5.0 | 5.0 | 0 | ボソボソしている。 | × |
| 100.0 | 5.0 | 10.0 | 0 | ボソボソして、ややべたつく。 | × |
| 100.0 | 10.0 | 0 | 0 | やわらかくなめらか。まとまりあるが、若干べたつく。 | △ |
| 100.0 | 10.0 | 10.0 | 0 | やわらかくなめらか。まとまり感あり、べたつき少ない。 | ○ |
| 100.0 | 15.0 | 0 | 0 | べたつき強く、油っぽい。 | × |

Table 5-5 さば

| さば | 配合量(g) | | | 仕上がり状態 | 評価 |
|--------------|------------|----------|----------|-----------------------------|----|
| | ゲル状油脂 | 水分 | とろみ調整食品 | | |
| 100.0 | 0 | 0 | 0 | 若干、ざらつきあり。やや粘りあるが、まとまり感あり。 | △ |
| 100.0 | 5.0 | 0 | 0 | やわらかく、なめらか。まとまり感も増す。 | ○ |
| 100.0 | 10.0 | 0 | 0 | やわらかくなるが、べたつきを感じる。 | △ |
| 100.0 | 10.0 | 5.0 | 0 | 油っぽさが強い。 | × |
| 100.0 | 10.0 | 5.0 | 0.5 | 油っぽい。べたつき強く、粘りや貼付きが強い。 | × |

Table 5-6 鮭

| 鮭 | 配合量(g) | | | 仕上がり状態 | 評価 |
|--------------|-------------|-------------|------------|----------------------------|----|
| | ゲル状油脂 | 水分 | とろみ調整食品 | | |
| 100.0 | 0 | 0 | 0 | 繊維は細かいが、ボソボソする。 | × |
| 100.0 | 10.0 | 0 | 0 | 繊維は細かいが、ボソボソする。 | × |
| 100.0 | 15.0 | 0 | 0 | 若干なめらかさあり。 | × |
| 100.0 | 20.0 | 0 | 0 | なめらかになるが、べたつきつ強い。 | △ |
| 100.0 | 20.0 | 5.0 | 0 | なめらかだが、ややかたさを感じる。 | △ |
| 100.0 | 20.0 | 5.0 | 0.5 | なめらかだが、ややかたさを感じる。ややべたつく。 | △ |
| 100.0 | 20.0 | 10.0 | 0 | やわらかく、なめらか。ややゆるい。 | ○ |
| 100.0 | 20.0 | 10.0 | 0.5 | やわらかく、なめらか。まとまりもあり。 | ○ |

同様の検証を魚介類（いか、海老）、肉類（鶏肉、豚肉、牛肉）にて実施した。魚介類は良好な仕上がりを得たが、鶏肉と豚肉は、油脂や水分を添加してもざらつきやすく、ぼそぼそした食感となったため、ゲル状油脂を添加してから肉を加熱したところ、なめらかで軟らかい食感を得ることができた。そのため、鶏肉と豚肉のみは、通常の加熱後に油脂を添加するだけでなく、油脂を添加後に加熱したレシピも併せて作成した。以上のように検証した食材毎の最適な配合量を Table 5-7 に示す。また、それぞれ相性の良いたれ・ソースと併せて、介護食レシピを開発した。その際、すべてのレシピに対して、材料、分量、所要時間、栄養量、調理手順、及び留意点を盛り込み、実用性を高めるために調理の様子や出来上がりの写真を掲載した。(Fig. 5-9(a)~(i))

| 食材 | 添加方法 | 食材に対する添加量 | | 1人分の重量 | 栄養価 (1人分) ※ | | | | |
|-----|--------|-----------|-----|----------|-------------|----------|----------|--------|--------|
| | | ゲル状油脂 | 水分 | | エネルギー | たんぱく質 | 脂質 | | |
| 魚 | 赤魚 | 加熱→添加 | 20% | 15% | 61g | 155 kcal | 12.0 g | 11.4 g | |
| | | | - | - | | 87 kcal | 14.1 g | 2.8 g | |
| | からすがれい | 加熱→添加 | 5% | 5% | 60g | 89 kcal | 13.7 g | 3.4 g | |
| | | | - | - | | 70 kcal | 14.4 g | 1.0 g | |
| | さわら | 加熱→添加 | 10% | 10% | 60g | 168 kcal | 14.0 g | 11.7 g | |
| - | | | - | 135 kcal | | 15.2 g | 7.3 g | | |
| さば | 加熱→添加 | 5% | 適量 | 53g | 249 kcal | 12.0 g | 21.1 g | | |
| | | - | - | | 238 kcal | 12.6 g | 19.5 g | | |
| 鮭 | 加熱→添加 | 20% | 10% | 60g | 183 kcal | 15.6 g | 12.9 g | | |
| | | - | - | | 112 kcal | 18.7 g | 3.4 g | | |
| 魚介 | いか | 加熱→添加 | 10% | 30% | 70g | 135 kcal | 18.0 g | 6.4 g | |
| | | | - | - | | 97 kcal | 19.4 g | 1.5 g | |
| | 海老 | 加熱→添加 | 15% | 20% | 68g | 127 kcal | 13.4 g | 7.8 g | |
| | | | - | - | | 67 kcal | 15.0 g | 0.3 g | |
| 肉 | 鶏もも | 加熱→添加 | 20% | 10% | 66g | 174 kcal | 13.7 g | 12.8 g | |
| | | | - | - | | 100 kcal | 16.2 g | 3.3 g | |
| | | 添加→加熱 | | 20% | 20% | 76g | 143 kcal | 8.6 g | 11.7 g |
| | | | | - | - | | 61 kcal | 9.9 g | 2.0 g |
| | 豚ロース | 加熱→添加 | | 10% | 15% | 63g | 172 kcal | 13.3 g | 12.4 g |
| | | | | - | - | | 138 kcal | 14.4 g | 8.1 g |
| | 添加→加熱 | | 30% | 20% | 71g | 192 kcal | 10.7 g | 16.0 g | |
| | | | - | - | | 118 kcal | 12.4 g | 6.9 g | |
| 牛もも | 加熱→添加 | | 20% | 30% | 75g | 231 kcal | 18.6 g | 16.5 g | |
| | | | - | - | | 163 kcal | 21.5 g | 7.4 g | |

※各食材毎に、上段はゲル状油脂と水分を指定量添加した場合、下段は未添加の場合の栄養価の場合の栄養価を示す。

Table 5-7 食材毎の添加量

| 赤魚のおろしポン酢 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|-----------|-----------|-------|--------|----------------|-------|-------|--------------|----|------|--------------|------|------|-------------|
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【材料】4人分</p> <ul style="list-style-type: none"> ・骨無し赤魚切り身 180g(加熱後皮を除いた重量) ・マトメアップ 36g(赤魚の20%) ・塩 1g ・だし汁 30cc(赤魚の15%) ・おろしポン酢 適量 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【調理時間】20分</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【作り方】</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 手順 | ポイント | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>① 食材加熱</p> | <p>魚は流水で解凍し、加熱(蒸し)します。 ドリップと皮を取り除きます。</p> |  <p>蒸すことで魚をやわらかく調理できます。 魚から出たドリップは魚臭さの原因になるため除きます。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>② マトメアップ' 添加粉碎</p> | <p>フードプロセッサーに①とマトメアップ'を入れ粉碎します。(5分) 塩を加えて調味します。</p> | <p>ヘラで時々かきまぜながら、魚の繊維が細くなるまで粉碎します。</p>   | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>③ だし汁 添加粉碎</p> | <p>だし汁を少量ずつ加えながらフードプロセッサーで粉碎します。</p> | <p>だし汁は、なめらかさに欠ける場合や、べたつきが気になる場合に添加します。</p>  | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>④ 盛り付け</p> | <p>皿に盛り付けて、おろしポン酢をかけて出来上がり。</p> | <p>盛り付けは、スプーンやディッシャーを使うと、見た目がきれいになります。</p>  | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>レシピはクイジナートDLC10-PROを使用し、食材200gに対して5分粉碎しています。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>★さらにひと工夫!★ ~だし汁の代わりにトロミだしを使うとよりなめらかに仕上がります~ <とろみだしの分量></p> <ul style="list-style-type: none"> ・だし汁 200cc ・トロミアップパーフェクト 1g <p>だし汁をかきまぜながらトロミアップパーフェクトを加え、トロミをつけます。</p> <p style="text-align: right;">68kcal UP!</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>~たれ・ソースをアレンジしたメニュー展開例~</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>☆赤魚の照焼き</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>☆赤魚の西京焼き</p>  </div> </div> <p>照焼きのタレや西京みそだれともよく合います。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【栄養成分値】1人分(61g)あたり</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">マトメアップ'無し</th> <th style="text-align: center;">マトメアップ'有り</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>エネルギー</td> <td style="text-align: center;">87kcal</td> <td style="text-align: center;">155kcal</td> </tr> <tr> <td>たんぱく質</td> <td style="text-align: center;">14.1g</td> <td style="text-align: center;">12.0g</td> </tr> <tr> <td>脂質</td> <td style="text-align: center;">2.8g</td> <td style="text-align: center;">11.4g</td> </tr> <tr> <td>炭水化物</td> <td style="text-align: center;">0.2g</td> <td style="text-align: center;">0.2g</td> </tr> </tbody> </table> <p>※おろしポン酢の栄養成分は含まません</p> | | | | マトメアップ'無し | マトメアップ'有り | エネルギー | 87kcal | 155kcal | たんぱく質 | 14.1g | 12.0g | 脂質 | 2.8g | 11.4g | 炭水化物 | 0.2g | 0.2g |
| | マトメアップ'無し | マトメアップ'有り | | | | | | | | | | | | | | | |
| エネルギー | 87kcal | 155kcal | | | | | | | | | | | | | | | |
| たんぱく質 | 14.1g | 12.0g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 脂質 | 2.8g | 11.4g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 炭水化物 | 0.2g | 0.2g | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 5-9(a) 介護食レシピ (赤魚)

| からすがれいのおろしあんかけ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|-----------|-----------|-------|--------|---------------|-------|-------|--------------|----|------|-------------|------|------|-------------|
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【材料】4人分</p> <ul style="list-style-type: none"> ・骨無しからすがれい切身 180g (加熱後皮を除いた重量) ・マトメアップ 9g (からすがれいの5%) ・塩 1g ・だし汁 10cc (からすがれいの5%) ・おろしあん 適量 <p>【調理時間】20分</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【作り方】</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 手順 | | ポイント | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>① 食材加熱</p> | <p>魚は流水で解凍し、加熱（蒸し）します。 <u>ドリップと皮を取り除きます。</u></p> |  <p>蒸すことで魚をやわらかく調理できます。 魚から出たドリップは魚臭さの原因になるため除きます。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>② マトメアップ' 添加粉碎</p> | <p><u>フードプロセッサーに①とマトメアップ'を入れ粉碎します。(5分)</u> 塩を加えて調味します。</p> | <p>ヘラで時々かきまぜながら、魚の繊維が細くなるまで粉碎します。</p>  | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>③ だし汁 添加粉碎</p> | <p>だし汁を<u>少量ずつ加えながら</u>フードプロセッサーで粉碎します。</p> | <p>だし汁は、なめらかさに欠ける場合や、べたつきが気になる場合に添加します。</p>  | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>④ 盛り付け</p> | <p>皿に盛り付けて、おろしあんをかけて出来上がり。</p> | <p>盛り付けは、スプーンやディッシャーを使うと、見た目がきれいになります。</p>  | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>レシピはクイジナートDLC10-PROを使用し、食材200gに対して5分粉碎しています。お手持ちのフードプロセッサーに合わせて、粉碎時間や食材を加減してください。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>★さらにひと工夫!★ ～だし汁の代わりにトロミだしを使うとよりなめらかに仕上がります～ <とろみだしの分量></p> <ul style="list-style-type: none"> ・だし汁 200cc ・トロミアップパーフェクト 1g <p>だし汁をかきまぜながらトロミアップパーフェクトを加え、トロミをつけます。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>～たれのソースをアレンジしたメニュー展開例～</p> <p>☆からすがれいのカレーソース 淡白なからすがれいに、濃厚なカレーソースが合います。</p>  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【栄養成分値】1人分(50g)あたり</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>マトメアップ'無し</th> <th>マトメアップ'有り</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>エネルギー</td> <td>70kcal</td> <td>89kcal</td> </tr> <tr> <td>たんぱく質</td> <td>14.4g</td> <td>13.7g</td> </tr> <tr> <td>脂質</td> <td>1.0g</td> <td>3.4g</td> </tr> <tr> <td>炭水化物</td> <td>0.1g</td> <td>0.1g</td> </tr> </tbody> </table> <p>※たれの栄養成分は含みません</p> | | | | マトメアップ'無し | マトメアップ'有り | エネルギー | 70kcal | 89kcal | たんぱく質 | 14.4g | 13.7g | 脂質 | 1.0g | 3.4g | 炭水化物 | 0.1g | 0.1g |
| | マトメアップ'無し | マトメアップ'有り | | | | | | | | | | | | | | | |
| エネルギー | 70kcal | 89kcal | | | | | | | | | | | | | | | |
| たんぱく質 | 14.4g | 13.7g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 脂質 | 1.0g | 3.4g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 炭水化物 | 0.1g | 0.1g | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 5-9(b) 介護食レシピ (からすがれい)

| さわらの西京焼き | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|--|-----------|-----------|-------|---------|---------|-------|-------|-------|----|------|-------|------|------|------|
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【材料】4人分</p> <ul style="list-style-type: none"> ・骨無しさわら切身 200g (加熱後皮を除いた重量) ・マトメアップ 20g (さわらの10%) ・塩 1g ・だし汁 20cc (さわらの10%) ・西京味噌だれ 適量 <p>【調理時間】20分</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【作り方】</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 手順 | ポイント | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>① 食材加熱</p> | <p>魚は流水で解凍し、加熱（蒸し）します。 <u>ドリップと皮を取り除きます。</u></p> |  <p>蒸すことで魚をやわらかく調理できます。 魚から出たドリップは魚臭さの原因になるため除きます。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>② マトメアップ 追加粉砕</p> | <p>フードプロセッサーに①とマトメアップを入れ粉砕します。(5分) 塩を加えて調味します。</p> | <p>ヘラで時々かきまぜながら、魚の繊維が細くなるまで粉砕します。</p>  | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>③ だし汁 追加粉砕</p> | <p>だし汁を少量ずつ加えながらフードプロセッサーで粉砕します。</p> | <p>だし汁は、なめらかさに欠ける場合や、べたつきが気になる場合に添加します。</p>  | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>④ 盛り付け</p> | <p>皿に盛り付けて、西京味噌だれをかけて出来上がり。</p> | <p>盛り付けは、スプーンやディッシャーを使うと、見た目がきれいになります。</p>  | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>レシピはクイジナートDLC10-PROを使用し、食材200gに対して5分粉砕しています。お手持ちのフードプロセッサーに合わせて、粉砕時間や食材を加減してください。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>★さらにひと工夫！★ ～だし汁の代わりにトロミだしを使うとよりなめらかに仕上がります～ ＜とろみだしの分量＞</p> <ul style="list-style-type: none"> ・だし汁 200cc ・トロミアップパーフェクト 1g <p>だし汁をかきまぜながらトロミアップパーフェクトを加え、トロミをつけます。</p> <p style="text-align: right;">33kcal UP!</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【栄養成分値】1人分(60g)あたり</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">マトメアップ'無し</th> <th style="text-align: center;">マトメアップ'有り</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>エネルギー</td> <td style="text-align: center;">135kcal</td> <td style="text-align: center;">168kcal</td> </tr> <tr> <td>たんぱく質</td> <td style="text-align: center;">15.2g</td> <td style="text-align: center;">14.0g</td> </tr> <tr> <td>脂質</td> <td style="text-align: center;">7.3g</td> <td style="text-align: center;">11.7g</td> </tr> <tr> <td>炭水化物</td> <td style="text-align: center;">0.2g</td> <td style="text-align: center;">0.1g</td> </tr> </tbody> </table> <p>※たれの栄養成分は含みません</p> | | | | マトメアップ'無し | マトメアップ'有り | エネルギー | 135kcal | 168kcal | たんぱく質 | 15.2g | 14.0g | 脂質 | 7.3g | 11.7g | 炭水化物 | 0.2g | 0.1g |
| | マトメアップ'無し | マトメアップ'有り | | | | | | | | | | | | | | | |
| エネルギー | 135kcal | 168kcal | | | | | | | | | | | | | | | |
| たんぱく質 | 15.2g | 14.0g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 脂質 | 7.3g | 11.7g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 炭水化物 | 0.2g | 0.1g | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>～たれ・ソースをアレンジしたメニュー展開例～</p> <p>★さわらの照り焼き 市販の照り焼きの外を使うと、味もトコロも調整されているので便利です。</p>  <p>★さわらのタルタルソース 市販のタルタルソースで</p>  | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 5-9(c) 介護食レシピ (さわら)

| さばみそ煮 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|-----------|-----------|-------|---------|---------|-------|-------|-------|----|-------|-------|------|------|------|
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【材料】4人分</p> <ul style="list-style-type: none"> ・骨無し鯖切身 200g(加熱後皮を除いた重量) ・マトメアップ 10g(鯖の5%) ・塩 1g ・だし汁 適量 ・味噌だれ 適量 <p>【調理時間】20分</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 【作り方】 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 手順 | ポイント | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① 食材加熱 | 魚は流水で解凍し、加熱（蒸し）します。 <u>ドリップと皮を取り除きます。</u> |  蒸すことで魚をやわらかく調理できます。魚から出たドリップは魚臭さの原因になるため除きます。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② マトメアップ' 添加粉碎 | <u>フードプロセッサーに①とマトメアップ'を入れ粉碎します。(5分)</u> 塩を加えて調味します。 |  ヘラで時々かきまぜながら、魚の繊維が細くなるまで粉碎します。パサパサする場合は、マトメアップ'の量を増やします。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ だし汁 添加粉碎 | だし汁を <u>少量ずつ加えながら</u> フードプロセッサーで粉碎します。 |  だし汁は、なめらかさに欠ける場合や、べたつきが気になる場合に添加します。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ 盛り付け | 皿に盛り付けて、味噌だれをかけて出来上がり。 |  盛り付けは、スプーンやディッシャーを使うと、見た目がきれいになります。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>レシピはクイジナートDLC10-PROを使用し、食材200gに対して5分粉碎しています。お手持ちのフードプロセッサーに合わせて、粉碎時間や食材を加減してください。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>★さらにひと工夫!★ ～だし汁の代わりにトロミだしを使うと よりなめらかに仕上がります～ <とろみだしの分量></p> <ul style="list-style-type: none"> ・だし汁 200cc ・トロミアップパーフェクト 1g <p>だし汁をかきまぜながらトロミアップパーフェクトを加え、トロミをつけます。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>～たれ・ソースをアレンジしたメニュー展開例～</p> <p>☆さばの熏付け 市販の照り焼きの外を使うと、味もトミも調整されているので便利です。</p>  <p>手作りする場合は、醤油・砂糖・みりん・酒を同量で混ぜ合わせ、トロミ剤でトミをつけます。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>11kcal UP!</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【栄養成分値】1人分(53g)あたり</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>マトメアップ'無し</th> <th>マトメアップ'有り</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>エネルギー</td> <td>238kcal</td> <td>249kcal</td> </tr> <tr> <td>たんぱく質</td> <td>12.6g</td> <td>12.0g</td> </tr> <tr> <td>脂質</td> <td>19.5g</td> <td>21.1g</td> </tr> <tr> <td>炭水化物</td> <td>0.4g</td> <td>0.4g</td> </tr> </tbody> </table> <p>※たれの栄養成分は含みません</p> | | | | マトメアップ'無し | マトメアップ'有り | エネルギー | 238kcal | 249kcal | たんぱく質 | 12.6g | 12.0g | 脂質 | 19.5g | 21.1g | 炭水化物 | 0.4g | 0.4g |
| | マトメアップ'無し | マトメアップ'有り | | | | | | | | | | | | | | | |
| エネルギー | 238kcal | 249kcal | | | | | | | | | | | | | | | |
| たんぱく質 | 12.6g | 12.0g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 脂質 | 19.5g | 21.1g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 炭水化物 | 0.4g | 0.4g | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 5-9(d) 介護食レシピ (さば)

| 鮭のクリーム煮 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|--|----------|----------|-------|---------|---------|-------|-------|-------|----|------|-------|------|------|------|
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【材料】4人分</p> <ul style="list-style-type: none"> ・骨無し鮭切身 180g (加熱後皮を除いた重量) ・マトメアップ 36g (鮭の20%) ・塩 1g ・だし汁 20cc (鮭の10%) ・ホワイトソース 適量 <p>【調理時間】20分</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【作り方】</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 手順 | | ポイント | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① 食材加熱 | <p>魚は流水で解凍し、加熱（蒸し）します。 <u>ドリップと皮を取り除きます。</u></p> | <p>蒸すことで魚をやわらかく調理できます。 魚から出たドリップは魚臭さの原因になるため除きます。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② マトメアップ 添加粉碎 | <p>フードプロセッサに①とマトメアップを入れ粉碎します。(5分) 塩を加えて調味します。</p> | <p>ヘラで時々かきまぜながら、魚の繊維が細くなるまで粉碎します。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ だし汁 添加粉碎 | <p>だし汁を少量ずつ加えながらフードプロセッサで粉碎します。</p> | <p>だし汁は、なめらかさに欠ける場合や、べたつきが気になる場合に添加します。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ 盛り付け | <p>皿に盛り付けて、ホワイトソースをかけて出来上がり。</p> | <p>盛り付けは、スプーンやディッシャーを使うと、見た目がきれいになります。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>レシピはクイジナートDLC10-PROを使用し、食材200gに対して5分粉碎しています。お手持ちのフードプロセッサに合わせて、粉碎時間や食材を加減してください。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>★さらにひと工夫!★ ～だし汁の代わりにトロミだしを使うとよりなめらかに仕上がります～ <とろみだしの分量></p> <ul style="list-style-type: none"> ・だし汁 200cc ・トロミアップパーフェクト 1g <p>だし汁をかきまぜながらトロミアップパーフェクトを加え、トロミをつけます。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>～たれ・ソースをアレンジしたメニュー展開例～</p> <p>☆鮭のイタリアン 市販のイタリアンドレッシングでさっぱりと。おろしポン酢やタルタルソースも合います。</p> | | <p>71kcal UP!</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【栄養成分値】1人分(60g)あたり</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>マトメアップ無し</th> <th>マトメアップ有り</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>エネルギー</td> <td>112kcal</td> <td>183kcal</td> </tr> <tr> <td>たんぱく質</td> <td>18.7g</td> <td>15.6g</td> </tr> <tr> <td>脂質</td> <td>3.4g</td> <td>12.9g</td> </tr> <tr> <td>炭水化物</td> <td>0.2g</td> <td>0.1g</td> </tr> </tbody> </table> <p>※たれの栄養成分は含みません</p> | | | | マトメアップ無し | マトメアップ有り | エネルギー | 112kcal | 183kcal | たんぱく質 | 18.7g | 15.6g | 脂質 | 3.4g | 12.9g | 炭水化物 | 0.2g | 0.1g |
| | マトメアップ無し | マトメアップ有り | | | | | | | | | | | | | | | |
| エネルギー | 112kcal | 183kcal | | | | | | | | | | | | | | | |
| たんぱく質 | 18.7g | 15.6g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 脂質 | 3.4g | 12.9g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 炭水化物 | 0.2g | 0.1g | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 5-9(e) 介護食レシピ (鮭)

| いか焼き | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|----------|----------|-------|--------|----------------|-------|-------|--------------|----|------|-------------|------|------|-------------|
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【材料】4人分</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ロールいか（冷凍） 200g（加熱後重量） ・マトメアップ 20g（いかの10%） ・だし汁 60cc（いかの30%） ・しょうが焼きのたれ 適量 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【調理時間】20分</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【作り方】</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 手順 | ポイント | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① 食材加熱 | いかは解凍し、皮を取って2、3cm角に切り、加熱（蒸し）します。 |  <p>いかから出たドロップは臭みの原因になるため、除きます。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② マトメアップ 添加粉碎 | <u>フードプロセッサーに①とマトメアップを入れ粉碎します。（5分）</u> |  <p>ヘラで時々かきまぜながら、いかの粒が無くなるまで粉碎します。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ だし汁 添加粉碎 | だし汁を <u>少量ずつ加えながら</u> フードプロセッサーで粉碎します。 |  <p>だし汁は、なめらかさに欠ける場合や、べたつきが気になる場合に添加します。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ 盛り付け | 皿に盛り付けて、しょうが焼きのたれをかけて出来上がり。 |  <p>盛り付けは、ディッシャーやラップで成型し、包丁で模様を入れると、見た目がきれいになります。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>レシピはクイジナートDLC10-PROを使用し、食材200gに対して5分粉碎しています。お手持ちのフードプロセッサーに合わせて、粉碎時間や食材を加減してください。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">～たれ・ソースをアレンジしたメニュー展開例～</p> <p>☆いかステーキ 市販のステーキソースはミキサーにかけ、トロミ剤でトロミをつけます。</p>  <p>☆いかの辛子酢みそ和え からし酢みそであっさり和風に。</p>  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p style="text-align: center;">★さらにひと工夫！★ ～だし汁の代わりにトロミだしを使うとよりなめらかに仕上がります～ <とろみだしの分量></p> <ul style="list-style-type: none"> ・だし汁 200cc ・トロミアップパーフェクト 1g <p>だし汁をかきまぜながらトロミアップパーフェクトを加え、トロミをつけます。</p> <p style="text-align: right;">38kcal UP!</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【栄養成分値】1人分(70g)あたり</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>マトメアップ無し</th> <th>マトメアップ有り</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>エネルギー</td> <td style="text-align: center;">97kcal</td> <td style="text-align: center;">135kcal</td> </tr> <tr> <td>たんぱく質</td> <td style="text-align: center;">19.4g</td> <td style="text-align: center;">18.0g</td> </tr> <tr> <td>脂質</td> <td style="text-align: center;">1.5g</td> <td style="text-align: center;">6.4g</td> </tr> <tr> <td>炭水化物</td> <td style="text-align: center;">0.1g</td> <td style="text-align: center;">0.1g</td> </tr> </tbody> </table> <p>※たれの栄養成分は含みません</p> | | | | マトメアップ無し | マトメアップ有り | エネルギー | 97kcal | 135kcal | たんぱく質 | 19.4g | 18.0g | 脂質 | 1.5g | 6.4g | 炭水化物 | 0.1g | 0.1g |
| | マトメアップ無し | マトメアップ有り | | | | | | | | | | | | | | | |
| エネルギー | 97kcal | 135kcal | | | | | | | | | | | | | | | |
| たんぱく質 | 19.4g | 18.0g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 脂質 | 1.5g | 6.4g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 炭水化物 | 0.1g | 0.1g | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 5-9(f) 介護食レシピ（いか）

| 海老のチリソース | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|--|--|-----------|-----------|-------|--------|---------|-------|-------|-------|----|------|------|------|------|------|
|  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【材料】4人分</p> <ul style="list-style-type: none"> ・むきえび（冷凍） 200g（加熱後重量） ・マトメアップ 30g（えびの15%） ・塩 2g ・だし汁 40cc（えびの20%） ・チリソース 適量 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【調理時間】20分</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 【作り方】 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 手順 | | ポイント | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① 食材加熱 | 海老は解凍して、加熱（蒸し）します。 |  <p>海老から出たドリップは、臭みの原因になるため除きます。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② マトメアップ 添加粉碎 | フードプロセッサに①とマトメアップをいれ粉碎します。（3分）塩を加えて調味します。 |  <p>ヘラで時々かきまぜながら、海老の粒がなくなり、なめらかになるまで粉碎します。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ だし汁 添加粉碎 | だし汁を少量ずつ加えながらフードプロセッサで粉碎します。 |  <p>だし汁は、なめらかさに欠ける場合や、べたつきが気になる場合に添加します。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ 盛り付け | 皿に盛り付けて、チリソースをかけて出来上がり。 |  <p>盛り付けは、ティッシュやラップで成型すると、見た目がきれいになります。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>レシピはクイジナートDLC10-PROを使用し、食材200gに対して5分粉碎しています。お手持ちのフードプロセッサに合わせて、粉碎時間や食材を加減してください。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>～たれ・ソースをアレンジしたメニュー展開例～</p> <p>☆海老マヨ マヨネーズをプラスして、マイルドな味わいに。</p>  <p>☆海老サラダ 市販のカルパッチョソースやドレッシングでさっぱりと！</p>  | | <p>★さらにひと工夫！★ ～だし汁の代わりにトロミだしを使うとよりなめらかに仕上がります～ <とろみだしの分量></p> <ul style="list-style-type: none"> ・だし汁 200cc ・トロミアップパーフェクト 1g <p>だし汁をかきまぜながらトロミアップパーフェクトを加え、トロミをつけます。</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | <p>60kcal UP!</p> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>【栄養成分値】1人分(68g)あたり</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>マトメアップ'無し</th> <th>マトメアップ'有り</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>エネルギー</td> <td>67kcal</td> <td>127kcal</td> </tr> <tr> <td>たんぱく質</td> <td>15.0g</td> <td>13.4g</td> </tr> <tr> <td>脂質</td> <td>0.3g</td> <td>7.8g</td> </tr> <tr> <td>炭水化物</td> <td>0.2g</td> <td>0.1g</td> </tr> </tbody> </table> | | | | マトメアップ'無し | マトメアップ'有り | エネルギー | 67kcal | 127kcal | たんぱく質 | 15.0g | 13.4g | 脂質 | 0.3g | 7.8g | 炭水化物 | 0.2g | 0.1g |
| | マトメアップ'無し | マトメアップ'有り | | | | | | | | | | | | | | | |
| エネルギー | 67kcal | 127kcal | | | | | | | | | | | | | | | |
| たんぱく質 | 15.0g | 13.4g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 脂質 | 0.3g | 7.8g | | | | | | | | | | | | | | | |
| 炭水化物 | 0.2g | 0.1g | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>※たれの栄養成分は含みません</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 5-9(g) 介護食レシピ（えび）

| 鶏のケチャップ甘酢あんかけ | | |
|---|--|--|
|  | | |
| 【材料】4人分 | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ・鶏もも肉 200g (加熱後重量) ・マトメアップ 40g (鶏肉の20%) ・塩 2g ・コンソメスープ 20cc (鶏肉の10%) ・ケチャップ甘酢あん 適量 | | |
| 【調理時間】20分 | | |
| 【作り方】 | | |
| | 手順 | ポイント |
| ① 食材加熱 | 鶏もも肉は脂、皮、筋を取り、加熱（蒸し）します。 | 肉から出たドリップは、臭みの原因になるため除きます。 |
| ② マトメアップ 添加粉碎 | フードプロセッサに①とマトメアップを入れ粉碎します。(3分) 塩を加えて調味します。 | ヘラで時々かきまぜながら、肉の繊維が細くなるまで粉碎します。 |
| ③ コンソメスープ 添加粉碎 | コンソメスープを少量ずつ加えながらフードプロセッサで粉碎します。 | コンソメスープは、なめらかさに欠ける場合や、べたつきが気になる場合に添加します。 |
| ④ 盛り付け | 皿に盛り付けて、甘酢あんをかけて出来上がり。 | 盛り付けは、スプーンやディッシュャーを使うと、見た目がきれいになります。 |
| レシピはクイジナートDLC10-PROを使用し、食材200gに対して3分粉碎しています。お手持ちのフードプロセッサに合わせて、粉碎時間や食材を加減してください。 | | |
| <div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 10px; background-color: #fff9c4;"> <p style="text-align: center;">～たれ・ソースをアレンジしたメニュー展開例～</p> <p>★鶏の梅肉だれ 梅肉でさっぱり風味に。</p>  <p>★鶏の照り焼き 市販の照り焼きソースで！</p>  </div> | | |
| ★さらにひと工夫！★ ～コンソメスープの代わりにトロスープを使うとよりなめらかに仕上がります～ <トロスープの分量> ・コンソメスープ 200cc ・トロミアップハーフエクト 1g コンソメスープをかきまぜながらトロミアップハーフエクトを加え、トロミをつけます。 | | |
| 74kcal UP! | | |
| 【栄養成分値】1人分(66g)あたり | | |
| | マトメアップ無し | マトメアップ有り |
| エネルギー | 100kcal | 174kcal |
| たんぱく質 | 16.2g | 13.7g |
| 脂質 | 3.3g | 12.8g |
| 炭水化物 | 0.0g | 0.0g |
| ※たれの栄養成分は含みません | | |

Fig. 5-9(h) 介護食レシピ (鶏肉)

| 鶏のトマトソース | | | |
|---|--|---|---|
|  | | 【材料】4人分 | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> ・鶏もも挽肉 200g ・塩 2g ・コンソメスープ 60cc(鶏肉の30%) ・マトメアップ 40g(鶏肉の20%) ・トマトソース 適量 | |
| | | 【調理時間】20分 | |
| 【作り方】 | | | |
| 手順 | | ポイント | |
| ① 食材粉砕 | フードプロセッサー に鶏もも挽肉と塩を入れ粉砕しながら、コンソメスープを注ぎ入れます。 |  | 肉を粉砕しながら水分を抱きこめます。ヘラで時々かきまぜながら、肉の粒がなくなるまで粉砕します。 |
| ② マトメアップ添加粉砕 | マトメアップ を加えて粉砕します。(①②合わせて5分) |  | 粉砕しながらしっかり乳化させます。時々かきまぜながら、なめらかになるまで粉砕します。 |
| ③ 加熱 | ②を好みの型に流し、加熱(蒸し)します。 |  | 蒸すことでやわらかく調理できます。型が無い場合は、クッキングシートで代用できます |
| ④ 盛り付け | ③を型から出して、盛り付けます。トマトソースをかけて出来上がり。 |  | ソースは多めにかけると、滑りが良くなって食べやすくなります。 |
| レシピはクイジナートDLC10-PROを使用し、食材200gに対して3分粉砕しています。お手持ちのフードプロセッサーに合わせて、粉砕時間や食材を加減してください。 | | | |
| ~たれ・ソースをアレンジしたメニュー展開例~ ☆鶏の中華風唐揚げ 市販の油淋鶏ソースで簡単に！ 甘酸っぱいソースがよく合います。 | | 82kcal UP! | |
| | | 【栄養成分値】1人分(76g)あたり | |
| | | マトメアップ'無し | マトメアップ'有り |
| | | エネルギー | 143kcal |
| | | たんぱく質 | 8.6g |
| | | 脂質 | 11.7g |
| | | 炭水化物 | 0.1g |
| ※トマトソースの栄養成分は含みません | | | |

Fig. 5-9(i) 介護食レシピ (鶏肉)

5-3-3 考察

本項のレシピ開発において留意した点がいくつか挙げられる。まず肉や魚を中心とした献立選定を行ったことである。一般的には Table 5-8 のような食材が食べにくい食材として知られているが、施設入所の高齢者を対象とした先行研究^{8,24,65)}では、摂取しにくい食材として、肉や魚が上位に報告されている。これは、Table 5-8 に挙げられる食材は、重要な栄養源となるものは少なく、献立作成時にあらかじめ避けることが可能であるが、肉や魚は蛋白質の補給源として欠くことのできない食材であるため、献立から外すことが難しいからである。本研究の目的である栄養密度の高い介護食においては、蛋白質の充足も重要な要素となる。よって、高齢者が摂取しにくい肉や魚の食べやすさ改善が可能になることの意義は大きい。

Table 5-8 食べにくい食材¹⁷⁾

| 特徴 | 例 |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| さらっとした液体 | 水, お茶, 味噌汁, ジュース |
| 硬くて食べにくく、口の中でバラバラになってまとまりにくいもの | かまぼこ, いか, たこ, こんにやく ごぼう, 竹の子, 蓮根など |
| 水分の少ないもの | パン, カステラ, いも類など |
| 口の中に付着しやすいもの | のり, わかめ, 青菜類, ウエハースなど |
| 粘りの強いもの | もち, 団子, 生麩など |
| 酸味が強く、むせやすいもの | 酢の物, 柑橘類, オレンジジュースなど |
| 喉に詰まりやすいもの | ピーナッツ, 大豆 |

レシピは素材の特徴を生かした単一料理とし、たれやソースを活用して味付けを行うこととした。食嗜好に関して、高齢者では複雑に調理や加工した料理よりも、素材の持ち味を生かした料理を好むとされており⁸⁴⁾、実際に老人保健施設にて実施した嗜好調査でもその傾向が確認されている⁶⁵⁾。ひとつの素材でも、ソースの種類を変えるだけで、レシピのバリエーションが増えるメリットがある。また色合いに配慮すると、見た目に優れ、おいしさが伝わりやすい献立が提供可能になる。施設における食事の供与で提供側が最も重視する項目は味、外観⁸⁵⁾であり、利用者に対する調査では味と見た目が良好な場合に食事への満足度が高い⁸⁾と報告されている。最近では介護食にフランス料理の技法を取り入れたレシピも紹介されており、ソースを積極的に活用した調理法も提案され

ている^{80,82)}。

一方で、食材の検証を通じてゲル状油脂と食材の相性を把握することが出来た。まず、根菜類やきのこ類は水分が多く、ゲル状油脂を加えても乳化しにくいいため、油脂が混ざりにくかった。野菜の中で比較的相性が良好だったのは豆類で、ゲル状油脂の添加により軟らかくなりまとまり感が発現した。また芋類はフードプロセッサーで粉碎すると組織が破碎し、澱粉が流出するため粘りが出た。このため、裏ごしてからへらで手混ぜすると、軟らかく、まとまりやすい物性になった。

全体的に相性が良かったのは魚や肉である。魚の中でも白身魚は施設給食で利用頻度の高い食材であるが、ボソボソしている、繊維が細かいものは口の中に残りやすい⁸⁵⁾と報告されているように、高齢者には食べにくい食材のひとつである。今回の検証で利用した食材は、全て施設給食向けに骨をあらかじめ取った加工済み食品であったが、魚の種類によって仕上がり状態が異なり、特に「赤魚」や「鮭」は針状の繊維が細かく、ゲル状油脂の添加量を増やしても繊維が残りやすかった。これらは、水とトロミ調整食品を加えて粉碎すると繊維感とべたつきが改善されたことが共通していた。一方「からすがれい」や「さば」はそのまま粉碎しても、軟らかく仕上がった。ゲル状油脂を5%ほど加えるとさらに食べやすくなったが、両者とも、元々、油脂を多く含む魚であることが共通している。今回の検証で、魚に含まれる油脂と添加するゲル状油脂の総量が、食材全体に対して30%を超えると油っぽさを感じやすくなったことを確認した。そのため、魚の種類によって、添加する油脂の適量を予想することができる。また魚介類は施設給食で利用される頻度は高くないが、噛み切り難しいイカなども、茹でた後に硬い部分を除去してから、ゲル状油脂とフードプロセッサーで粉碎すると、均一に軟らかくなり、まとまりも出て良好な物性となった。肉に関しては、初めに脂肪分の少ないもも肉で試したところ、ゲル状油脂の添加でまとまりやすくなるものの、ボソボソとした食感であったが、脂肪の多いロース肉で試すと若干の改善が見られた。肉は魚に比べて水分含量が少ないため、蒸発の少ない加熱方法が必須と考えられた。評価したところ、ボソボソ感を抑えることができた。さらに鶏肉に関しては、生肉にゲル状油脂を添加してから加熱したところ、非常になめらかな食感を得た。なお、肉はフードプロセッサーで粉碎した際、肉特有の臭みが強調されることがあった。このような場合は、肉を加熱する際に少量のワインを加えると臭みをマスキングしやすかった。

5-4 作成した介護食レシピの飲み込み特性の確認

5-4-1 方法

1. 試料

試料は前章で作成したレシピから、介護施設で頻繁に提供されている鶏肉と赤魚を選んだ。調理方法は作成したレシピと同様とし、ソースは加えずに食材のみとした。

① 鶏肉

鶏もも挽肉 200 g と食塩 2 g をフードプロセッサー（クイジナート：DLC-10PRO）で、肉の粒がなくなるまで断続的に 3 分間粉碎した。コンソメスープ 60 cc（＝鶏肉の 30% (w/w)），40 g（＝赤魚の 20% (w/w)）のゲル状油脂を加えて、さらに 2 分間粉碎した。型に流し、スチームコンベクション（コンボスター OES-6.20：(株)エフ・エム・アイ）の蒸気モード（100℃）で 10 分加熱した。同様の方法で油脂を加えないものも調製した。

② 赤魚

自然解凍した赤魚（茶あらい骨なし赤魚切り身：(株)マルハニチロ食品）180g を蒸し器で 10 分間加熱し、ドリップと皮を取り除いたのち、36 g（＝赤魚の 20% (w/w)）のゲル状油脂を加えてフードプロセッサー（クイジナート：DLC-10PRO）で 5 分間粉碎した。途中、へらで壁面についた食材を落としながら、断続的に粉碎した。5 分後、食塩 1 g とだし汁を 27 g（＝赤魚の 15% (w/w)）を加え、さらに 1 分間粉碎した。同様の方法で油脂を加えないものも調製した。

2. 物性測定

物性測定はクリープメーター（RE-33005：山電（株））を用いた。各試料を直径 40 mm、高さ 15 mm のステンレス製シャーレに充填後、20℃、及び 45℃に設定したインキュベーターで 2±1 時間保管し、物性を測定した。測定方法は嚥下食ピラミッドの測定方法⁸⁶⁾を参考に、直径 20 mm のアクリル樹脂製プランジャーを用いて、圧縮速度 1 mm/sec、クリアランス 15 mm で定速 2 回圧縮測定した。測定は同一試料において各 3 回行い、得られたテクスチャー曲線により、硬さ、付着性、凝集性を算定し、平均値±標準偏差で示した。

3. 官能評価

嚥下障害を認めない健常者6名(31.2±9.5歳)にて行った。評価項目は、やわらかさ、ざらつき、べたつき、残留感、油っぽさ、おいしさの6項目とし、油脂を添加しない試料を4点とした場合の7段階の評点法にて評価した。やわらかさ：口の中に入れ、舌でつぶしたときに感じるかたさについて(7点：やわらかい～1点：かたい)、ざらつき：舌でつぶした際に感じるなめらかさ・均一な食感か(7点：なめらか～1点：ざらつく)、べたつき：口腔内で咀嚼した際に貼り付く感じがあるか(7点：べたつきにくい～1点：べたつきやすい)、残留感：飲み込んだ後に口の中に残るか(7点：少ない～1点：多い)、油っぽさ：咀嚼中や嚥下後に感じる油っぽさについて(7点：少ない～1点：多い)、おいしさ：全体として好ましく感じたか(7点：おいしい～1点：おいしくない)、を評価のポイントと提示した。試料摂取は順序の繰り返しを認め、スプーンによる摂食を指示し、1回の摂取量は各パネルの至適摂取量とし自由に摂取させた。

4. 統計処理

物性測定結果は、各項目毎に Bonferroni/Dunn 法による多重比較検定(一元配置分散分析)を行なった。官能評価結果は、各項目毎に Mann-Whitney 法にて統計処理を行ない、いずれも有意水準は $p < 0.05$ とした。

5-4-2 結果

1. 物性測定

鶏肉の物性測定結果を Fig. 5-10 に、赤魚の物性測定結果を Fig. 5-11 に示す。硬さはいずれの試料においても、油脂を添加することで軟らかくなり、鶏肉の 20℃と 45℃、赤魚の 20℃と 45℃のすべてにおいて有意差が確認された。また、硬さの数値の変化率で見ると、赤魚は約 3 割低下したのに対し鶏肉は約 7 割の低下となり、鶏肉の方がより大きく低下していた。凝集性で有意差が確認されたのは、鶏肉の 20℃と赤魚の 45℃であり、両者とも油脂を添加した試料が無添加の試料より低値であった。付着性はいずれの試料においても、油脂を添加した試料が高値となり、すべてにおいて有意差が確認された。

得られた結果を嚥下食ピラミッドの物性基準 (Table 5-9) に当てはめてみると、鶏肉においては、油脂未添加では規格外だったものが、油脂を添加すると 20℃では L4, 45℃では L3 相当になった。赤魚の 45℃については、油脂未添加で L4 相当であったものが、油脂を添加しても L4 相当に変化はなかった。しかしながら、赤魚の 20℃の場合は、油脂未添加で L4 に相当していたものが、油脂を添加すると規格外となった。

2. 官能評価

Table 5-10 に官能評価の結果を示す。鶏肉に関しては、油っぽさを除く 5 つの項目 (やわらかさ, ざらつき, べたつき, 残留感, おいしさ) において、油脂を添加した試料が油脂を加えない試料よりも良好な評価を得た。このうち有意差が見られたのは、やわらかさ, おいしさの 2 項目であった。赤魚に関しても、油っぽさを除く 5 つの項目 (やわらかさ, ざらつき, べたつき, 残留感, おいしさ) において、油脂を添加した試料が油脂を加えない試料よりも良好な評価を得た。このうち有意差が見られたのは、やわらかさ, ざらつき, 残留感, おいしさの 4 項目であった。油っぽさは鶏肉, 赤魚ともに、油脂未添加よりも油脂添加の方が油っぽいという評価を得たが、有意差が確認されたのは鶏肉のみであった。

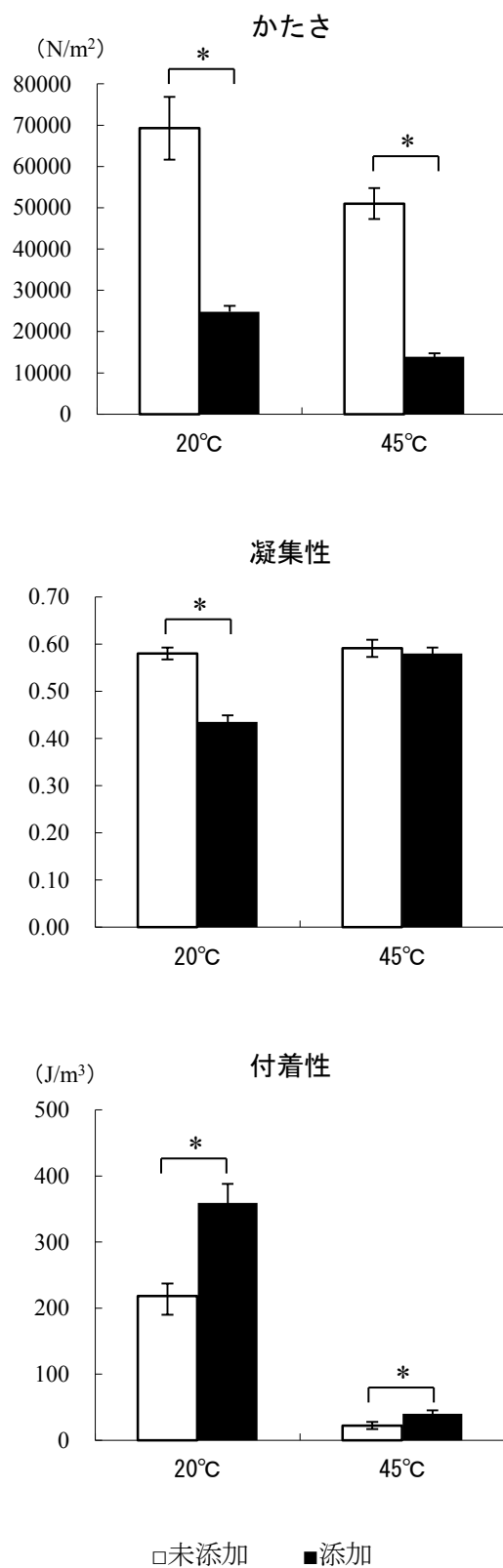


Fig. 5-10 ゲル状油脂の有無による物性への影響 (鶏肉) (* : p<0.05)

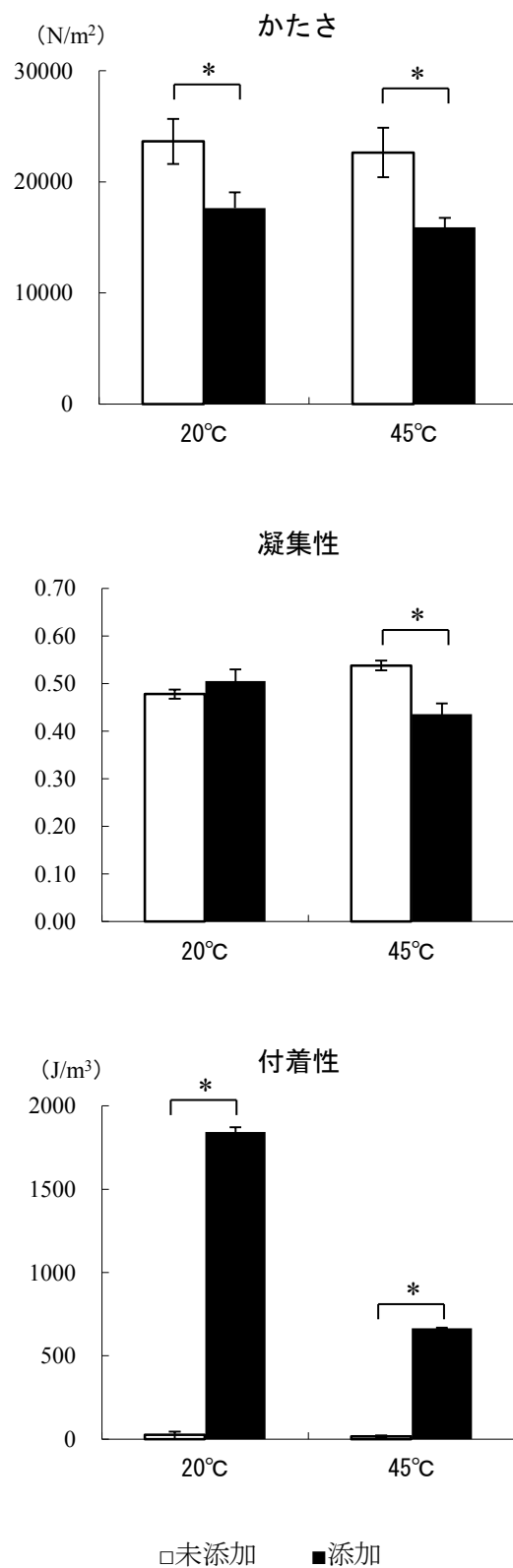


Fig. 5-11 ゲル状油脂の有無による物性への影響 (赤魚) (* : p<0.05)

Table 5-9 嚥下食ピラミッドの物性基準⁸⁶⁾

| | L0 | L1 | L2 | L3 | L4 |
|-------------------------|-------------|----------------------------------|----------------------------------|----------|----------|
| | 開始食 | 嚥下食 I | 嚥下食 II | 嚥下食 III | 移行食 |
| 障害の程度 | 重度嚥下障害 | 中等度嚥下障害 | 中等度嚥下障害 | 軽度嚥下障害 | 咀嚼障害 |
| 硬さ (N/m ²) | 2,000~7,000 | 1,000~10,000 | 12,000以下 | 15,000以下 | 40,000以下 |
| 凝集性 | 0.2~0.5 | 0.2~0.7 | 0.2~0.7 | 0.2~0.9 | 0~1.0 |
| 付着性 (J/m ³) | 200 以下 | 200 以下 ※凝集性 0.4 前後の場合 500 まで可 | 300 以下 ※凝集性 0.4 前後の場合 800 まで可 | 1,000 以下 | 1,000 以下 |

Table 5-10 : 油脂を添加した食材の官能評価結果 (* : p<0.05)

| | 鶏肉 | 赤魚 |
|-------|--------------|--------------|
| やわらかさ | 6.50 ± 0.50* | 5.25 ± 0.66* |
| ざらつき | 5.00 ± 1.50 | 5.75 ± 0.43* |
| べたつき | 3.68 ± 0.70 | 4.50 ± 1.22 |
| 残留感 | 4.00 ± 1.32 | 5.25 ± 0.66* |
| 油っぽさ | 3.13 ± 0.60* | 3.25 ± 0.83 |
| おいしさ | 5.00 ± 1.00* | 5.25 ± 0.83* |

※数値はゲル状油脂を添加した試料のスコアを平均値±標準偏差で示した。

※ゲル状油脂を添加しない試料を対照 (0点) とした際の相対評価のため、数値が正の場合、ゲル状油脂を添加した試料が良好な評価を示す。

5-4-3 考察

前項で作成した介護食レシピの物性測定を、嚥下食ピラミッドの測定方法で行ったところ、45℃の赤魚、20℃の鶏肉がL4に、45℃の鶏肉がL3に相当した。油脂を添加すると、鶏肉、赤魚ともに硬さが低下し、特に鶏肉においては、油脂を添加しない場合より、硬さの数値が約1/3程度まで軟らかくなった。加熱した際に肉が硬くなるのは、筋原繊維蛋白質やコラーゲンの収縮、およびそれによって絞め出される水分の減少が要因である⁷⁰⁾。鶏肉はゲル状油脂の添加後、スチコンで加熱を行っている。すなわち、加熱前に油脂を加えた方が出来上がりの状態が軟らかく、なめらかになるが、その原因はミキシングによって肉組織中の水分と油脂がクリーム状になることで、加熱時の水分の減少が抑えられたことと推察した。高齢者にとって、肉が最も食べにくいという報告が多く、その主な要因としては加熱によって硬く、ボソボソしやすいこととされている。介護食でかたさを調整する場合は、調理の際に加水する量を増加する方法が行われているが、この方法は穀類や野菜類との相性は良いものの、肉や魚に対しては旨み成分が薄まり、おいしさに関しては減少してしまう。本検証の官能評価において、油脂を加えると加えないものよりも有意においしいとの結果を得ている。水分で薄めたものとの比較は直接行っていないが、おいしさの点で良好なことは言うまでもない。これを踏まえると、油脂を添加する手法は肉を食べやすくする点において、テクスチャーと味の両方において有効であると考えられる。

一方で、20℃と45℃で物性値が異なることも分かった。山縣らは全国176施設で実際に提供されている嚥下食のサンプルを入手し、特別用途食品「えん下困難者用食品」の許可基準に基づいた物性測定を行った結果について報告している⁷³⁾。これによると、肉類、魚類では物性値が温度の影響を受けやすく、45℃では許可基準内に該当する試料も20℃では基準外になっていることが多かったとされている。本検証においても、硬さに関しては、鶏肉、赤魚のいずれも20℃より45℃が低値となったおり、鶏肉の45℃はL3相当だったものが、20℃ではL4相当となった。なお、本検証において、硬さ以上に温度の影響を受けやすかったのは付着性である。摂食嚥下障害者にとって、べたつきやすい食品は貼り付きや残留の要因になるため、付着性の高い食品は重度になるほど避けるのが望ましいとされている。実際に、20℃の赤魚の場合では、硬さがL4の基準内に該当していても、付着性の数値が基準内に収まらないために規格外となってしまった。ところが、官能評価においては、鶏肉、赤魚ともに付着性と関連するべたつき感において、有

意な違いは確認されなかった。このことは3章での物性測定、および官能評価の結果とも一致している。付着性やべたつきに関する項目が、官能評価では物性測定ほど違いが現れない理由としては、口腔内温度の影響が考えられる。例えば、冷たい食べ物を喫食すると口腔内の体温によってあたたまるように、室温で付着性の高い試験食でも、体温まであたたまるとべたつきが少なくなるのである。実際に物性測定において、20℃では規格外であった赤魚も45℃になると付着性が下がり、L4の規格に当てはまるようになった。このことから官能評価では試料の温度が上昇することで、べたつきに顕著な違いが現れなかったと考えられる。但し、食品を口腔内に入れても、その内部まであたたまるのはある程度の時間を必要とする。今回の検証は健常人であるため、特に問題とならなかったが、摂食嚥下機能の低下した者では、食材の部位によってあたたまるまでの時間差が問題になることもあるかもしれない。このため、肉や魚に関しては、あたたかい温度で一定時間保持した後の提供とすることが望ましいと考えられた。

このように、温度による違いはあるもののゲル状油脂を利用した代表的な介護レシピの物性測定を行ったところ、嚥下食ピラミッドのL3、およびL4相当であることが分かった。これは軽度嚥下障害者、および咀嚼障害者を対象とし、当初想定したキザミ食の対象者に当てはまることが確認された。なお、本検証で用いた鶏ひき肉、および白身魚は全国130施設の病院を対象としたアンケート調査にて、最も使用頻度の高い食材であった⁸⁷⁾。このため本研究で得られた結果は、多くの調理現場でそのまま応用可能であることも利点と考えられる。

第6章 咀嚼補助用ゲル状油脂を用いた介護食のヒトによる評価

6-1 はじめに

前項までに「咀嚼補助用ゲル状油脂」を添加した介護食の食べやすさを検証し、相性の良い肉・魚を中心とした介護食レシピの作成を行った。本項では、介護食レシピの飲み込み特性を評価するため、咀嚼・嚥下筋電図測定による摂食機能評価を行った。筋電図測定とは、筋線維が興奮する際に発生する活動電位を記録する手法で、得られた筋電図より筋活動量等を解析することができるため、主に歯科領域の先行研究にて古くから利用されている手法である。本章では、健常成人を対象とした油脂の有無による咀嚼挙動の違いから、「咀嚼補助用ゲル状油脂」の咀嚼・嚥下機能への影響を検証することとした。

6-2 方法

1. 試料

試料は鶏肉を用い、調理方法は前章にて作成した介護食レシピに基づいて調製した。生の鶏もも挽き肉 200 g とコンソメスープ 60 g に対し、ゲル状油脂 40 g を加え、フードプロセッサ（クイジナート：DLC-PRO100）にて、途中ヘラでかき混ぜながら断続的に5分間粉碎した。粉碎後、アルミホイルを敷いたバットに流し込み、上部をアルミホイルで覆った。これをスチームコンベクション（コンボスター OES-6.20：株式会社エフ・エム・アイ）に挿入して、10分間加熱した。スチームコンベクションの設定は、蒸気モード、100℃とした。加熱後、スチームコンベクションから取り出した試料を常温にて30分放置し粗熱を取り、1.3 cm 角に取り分け、乾燥を防ぐためラップで個包装した。同様の調理方法でゲル状油脂を添加しないものを調製し、共にヒト試験に供した。

なお、試料の分量については、一般的に嚥下しやすい量として述べられる「一口量」を目安とした。上記の1.3 cm 角の根拠は、一口量を調査した先行研究⁸⁸⁾に記載のある3gになるように測り取った場合の大きさである。

2. 被験者

日常の食生活に不自由がなく、歯科口腔外科的に異常がなく、摂食・嚥下障害の既往症のない健常者 19 名（男性 8 名，女性 11 名，平均年齢 34.3±7.6 歳）を被験者とした。各被験者に対しては，実験に先立ち本実験の趣旨を十分に説明したうえで，実験協力者としての同意を得た。なお本研究は，東京医科歯科大学高齢者歯科学分野研究室の協力を得て実施した。実験に際して，東京医科歯科大学歯学部倫理審査委員会の承認（受付番号第 636 号，課題名：油脂を添加した食品の食べやすさ向上に関する研究，平成 23 年 5 月 17 日承認済み）をあらかじめ得たうえで実施した。

3. 測定方法

試料を咀嚼してから嚥下するまでの咀嚼筋，および嚥下筋の動きについて表面筋電図計を用いて計測した。計測者が被験者の口腔内に試料を運び，開始の合図とともに自由に咀嚼・嚥下させた。その際，嚥下回数をカウントするため，被験者に嚥下したタイミングでボタンを押下するように指示し，筋電図データに入力した。最終嚥下が完了した時点で挙手させ，計測終了とした。被験者は油脂の有無については告知を受けないようにし，試料毎に水で口腔内を洗浄しながら 1 分間の間隔をおいて，3 回の繰り返し測定を行った。

筋活動の記録には，ホルター筋電計付刺激装置 ME3000（エムピージャパン株式会社：MyoTrac Infinity Model SA9800）を使用し，筋活動の導出には表面電極（Blue Sensor P：Ambu®）を用いた。咀嚼筋である咬筋の測定位には，右側咬筋脇腹中央位置（右側頬骨直上と咬筋の走行にそって頬骨と下顎角を結んだ中点）を選んだ。また，嚥下筋である舌骨上筋群の測定位には，興津らの先行研究⁸⁹⁾を参考に，最大導出と報告されていたオトガイ下位置（右側のオトガイ隆起-下顎の前 1/3 位）を選び，該当位置に電極を貼付し，双極誘導にて行った（Fig. 6-1）。得られた筋活動データ（Fig. 6-2）より被測定毎の筋電図波形を求め，Table 6-1 の項目を算出した。

4. 解析方法

被験者毎に各項目の平均を算出し，得られた値の試料による差を Wilcoxon の符号付順位検定を用いて統計処理した。有意水準は $p < 0.05$ とした。

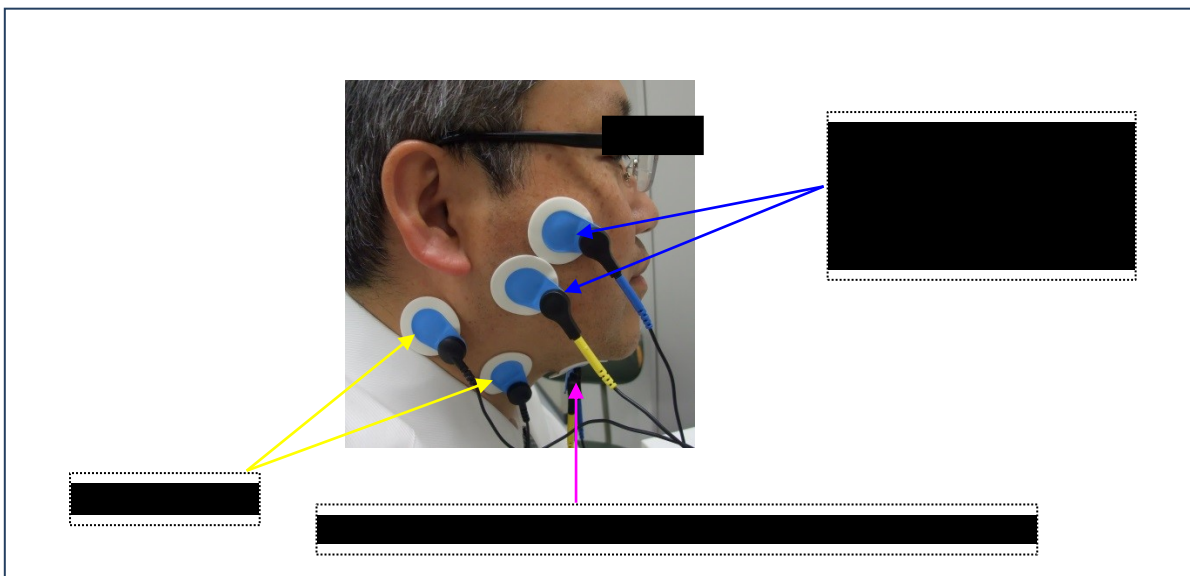


Fig. 6-1 電極の貼付位置

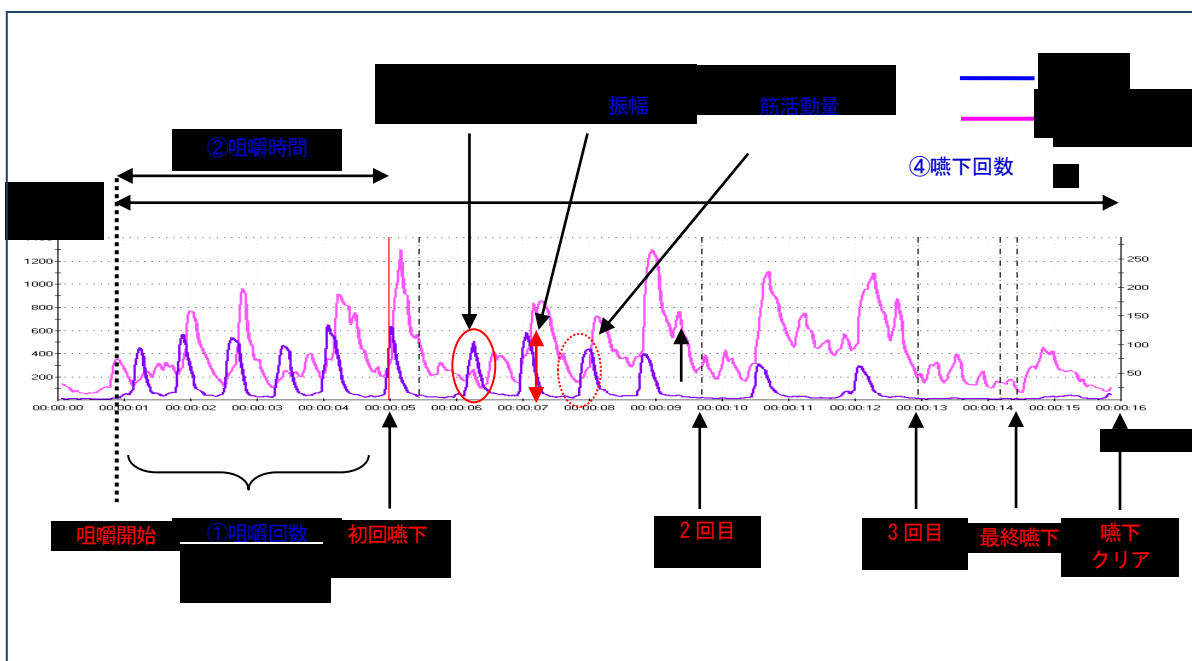


Fig. 6-2 筋電図波形

Table 6-1 筋電位測定項目

| 咀嚼に関する項目 | |
|----------|------------------------|
| ①咀嚼回数 | (咀嚼開始から初回嚥下までの咬筋の波形総数) |
| ②咀嚼時間 | (咀嚼開始から初回嚥下までの時間) |
| ③咀嚼周期 | (咀嚼時間を咀嚼回数で除じたもの) |
| 嚥下に関する項目 | |
| ④嚥下回数 | (咀嚼開始から最終嚥下までの嚥下回数) |

6-3 結果

筋電図測定結果を Table 6-2 に示す。咀嚼回数，咀嚼時間については油脂を添加した試料が添加しない試料よりも低値となり，いずれも試料間での有意差が確認された。咀嚼周期については油脂を添加することで有意に長くなった。嚥下回数については有意差は確認されなかった。

Table 6-2 筋電位測定結果

| | 添加 (+) | 未添加 (-) | p 値 |
|-----------|-------------|-------------|--------|
| ①咀嚼回数 | 12.0 ± 2.0 | 17.2 ± 1.6 | 0.001* |
| ②咀嚼時間 (s) | 7.3 ± 1.2 | 9.9 ± 1.0 | 0.001* |
| ③咀嚼周期 (s) | 0.65 ± 0.05 | 0.61 ± 0.03 | 0.037* |
| ④嚥下回数 | 2.2 ± 0.2 | 2.5 ± 0.3 | 0.069 |

※数値＝平均±標準偏差を示す。

※ * は試料間での有意差を示す (* : p<0.05)

6-4 考察

咀嚼筋の筋電位測定は、食品物性の違いや咀嚼中に口腔内で起こる物性変化に伴う咀嚼パターンの差異を筋電図により明らかにできるため、咀嚼能力への影響を検証するスタンダードな手法として用いられている。筋電位測定においては、異なった食物での測定では咀嚼初期ほど試料間の差が現れやすく、咀嚼中期以降になるとその差が検出されにくいことが知られている⁹⁰⁾。咀嚼開始時は食物のテクスチャーに応じて固有な咀嚼活動となりやすいが、咀嚼が進み、食物が唾液と混ざり合うと食物毎の差が少なくなるためである。このため、本研究における筋電位データの各項目は、咀嚼開始時から初回嚥下間での間にて測定した。

本検証では油脂を添加することで、咀嚼回数が少なくなり、咀嚼時間が短くなることが確認された。ヒトが咀嚼する際、咀嚼回数の変化によって食塊の硬さを調整し、ある一定値以下にならないと嚥下閾値に達しないとされている⁹¹⁾。これを参考にすると、油脂を添加すると硬さが低下するため、嚥下閾値に達する咀嚼活動が少なくて済み、結果として咀嚼回数や咀嚼時間が短縮したと考えられる。

本研究と類似した先行研究では、キザミ食にとろみを添加した影響を検証した先行研究がある。9種類の食品を刻み状にカットし、増粘剤の主原料であるキサンタンガムベースのとろみを加えると、硬さが減少し、まとまりやすく、食べやすくなったと物性測定、官能評価によって示している⁹⁵⁾。しかしながら、この報告の筋電図測定では、9種類の食物すべてにおいて、咀嚼回数、咀嚼時間、咀嚼周期がとろみの有無で差が確認されたものはなかった。それに対して本研究の検証では、油脂を添加した試料は、咀嚼回数、咀嚼時間、咀嚼周期が有意に低下した。とろみの先行研究では刻んだ食物にとろみを後から添加しており、容積が増すことで全体の硬さが減少したものの、固形分の食物そのものの硬さは変化していない。それに対して、本研究ではゲル状油脂と共に粉碎しており、鶏肉の硬さが大幅に減少している。最近の研究でキザミ食の摂取しやすさはとろみの有無よりも固形物である食品の硬さと関係があること⁹⁶⁾が分かってきた。すなわち、従来のキザミ食は食品の粒の大きさが揃っていても、粒の硬さが揃っていないことが摂取しにくい理由のひとつであった。キザミ食へとろみを添加することは、食塊形成しにくいキザミ食を摂取しやすくする手法として広く利用されている⁹⁷⁾が、ゲル状油脂を添加して粉碎すると粒の大きさと硬さが共に減少する。このことはゲル状油脂を添加した食事の摂取しやすさを表していると考えられる。

一方、舌骨上筋群は舌骨に付着する筋肉であるが、付着性の高い食品を咀嚼した際に負荷が増えることが報告されている⁹⁸⁾。本研究の物性測定では、ゲル状油脂の添加によって付着性が大きく増加していたが、筋電図測定での嚥下回数では油脂の有無によって差は見られなかった。この要因としては、温度と唾液の影響が考えられる。嚥下誘発と食塊の付着性との関係では、餅のような付着性の高い食品を摂取する際は、咀嚼の進行とともに食塊の付着性が減少し、咽頭の粘膜に貼付かない程度まで付着性が減少した時点で嚥下が誘発されることが示唆されている⁹³⁾。また咀嚼の過程において、食塊の温度が体温に近い温度まで上昇することが推察される。前項の物性測定において、20℃に比べて、45℃の付着性は大幅に低値であった。これを踏まえると、本研究の鶏肉において、咀嚼過程で唾液と混和されることと温度が上昇することで付着性が減少し、結果として舌骨上筋群への負荷が減少されたと推察される。ただし、高齢者では口腔乾燥が多いことも知られている⁹⁹⁾。従って、そのような唾液の分泌が不足しがちな者に対しては、あらかじめ適量の水分を添加するなどの対処が必要になると考えられる。

高齢になると咀嚼時間や咀嚼回数が増加し¹⁰⁰⁾、筋力の衰えも含め、様々な要因が重なり食べにくくなる。本研究は健常成人での検証であるため、咀嚼機能の低下した高齢者においての精査は別途必要であるが、本検証によってゲル状油脂の添加が咀嚼機能への負荷を軽減することが明らかになった。

第7章 総括

近年、摂食嚥下障害への対応が進む中で、従来から普及していた食形態の見直しが行われている。特に「キザミ食」は、かつて90%以上の介護施設で利用されていた食形態であったが、食塊形成しにくく、誤嚥を誘発しやすいことが知られるようになり、近年では廃止する施設も少なくない。これに対し、キザミ食の置き換えとして最も普及が進んでいる食形態が、施設給食の厨房で食材に水を加えて均質な物性に粉碎したのち、ゲル化剤で固形化した食事、すなわち「ムース食」である。2013年9月に日本摂食嚥下リハビリテーション学会が示した「嚥下調整食分類2013（以下、学会分類）」によると、重度な嚥下障害の場合には均質でべたつかず、まとまりやすい食形態が必要であると述べられており、「コード1j」と「コード2-1」が該当する。これらに当てはまる食形態として、均質なテクスチャーであるムース食は合致しており、嚥下訓練食からの移行においても利用可能な優れた食形態である。一方、全国37か所の介護施設（特養24か所、老健13か所）に勤務する管理栄養士を対象とした嚥下調整食の利用状況に関する調査¹⁰¹⁾によると、副食の食形態で最も利用されていたのは「コード4」（特養31.8%、老健53.8%）で、次いで「コード3」（特養31.5%、老健13.5%）であった。「コード4」はかたさ、ばらけやすさ、貼りつきやすさに配慮され、スプーンで切れるやわらかさ、「コード3」は押しつぶしが容易で、食塊形成や移送が容易、咽頭でばらけず嚥下しやすいものと明記されており、均質性については必須ではないとされている。このことは、介護施設に入所する摂食嚥下困難者のうち約6～7割は、不均質な食事でも対応可能ということになる。ムース食は見た目も良く、管理栄養士の関心も高いが、物性を均質にするため、肉や魚の場合は食材比100%以上の加水が行われており⁷³⁾、当然ながら単位容積あたりの栄養価が下がってしまう。さらに最近の研究でキザミ食にかけることの多いたれに使用されるとろみ調整食品は、腹部膨満を引き起こしやすいということも分かってきた¹⁰²⁾。このように既存の介護食の課題が改めて認識されている。これまで摂食嚥下障害者に対しては、食べやすさを優先した食事が提供されていたが、今後は食べやすさに加えて、栄養の充足が一層重視されることと思われる。

本研究では、キザミ食の欠点である食塊形成性を補うため、食べやすいテクスチャーに調整可能な「咀嚼補助用ゲル状油脂」を開発し、栄養価の高い介護食の提供を容易にすることを目的とした。その結果、開発したゲル状油脂は温度依存性が少なく、他の油

脂よりも安定したレオロジー特性を示すこと、食材と混和して粉砕するだけで、軟らかくなることを明らかにした。特に高齢者が食べにくかった肉に関しては、フードプロセッサで混和するだけの工程で、舌でつぶせるかたさまで軟らかくすることが可能である。咀嚼能力と栄養摂取との関連を調査した先行研究によると、噛めない群は噛める群に比べて、エネルギー、蛋白質、脂質の摂取量が有意に低いこと、およびエネルギー比では蛋白質と脂質が低く、糖質エネルギー比は高い傾向にあったことが報告されている¹⁰³⁾。また別の研究においても、噛めない群の摂取エネルギー量、及び脂質エネルギー比は有意に少なく、炭水化物エネルギー比は有意に大きかったことが示されている¹⁰⁴⁾。このことは咀嚼機能が低下すると、軟らかい食物を中心に摂取するため、エネルギーや脂質の摂取量が少なくなることが要因であり、咀嚼機能の低下した要介護高齢者においては健常人に比べて脂質を積極的に摂取する必要性があると考えられる。一方、ゲル状油脂を使用する際の注意点は付着性の上昇である。付着性を低減する方法として水分の添加が有効と分かったため、べたつきが気になる場合は若干の加水をして、付着性の低減を試みるのが良いと考えられる。また本研究で開発した肉・魚を中心とした介護食レシピの普及には調理実習などの活動も必要であろう。

我が国で高齢者の低栄養が知られるようになったのは、施設や病院の高齢者の約4割、在宅高齢者の約3割が血清アルブミン値 3.5 g/dl 以下、すなわちたんぱく質エネルギー低栄養状態 (PEM) であるという報告がきっかけであった¹⁵⁾。その後、平成17年10月の介護保険制度の改正により介護保険施設における栄養ケアマネジメント (NCM) が導入され、個別評価での栄養アセスメントが普及し、施設入所者に関しては一定の効果が現れている。しかしながら、在宅高齢者に関するフォローはまだ徹底されておらず、直近の研究報告では約7割が低栄養、もしくは低栄養のリスクがあったとしている¹⁰⁵⁾。2014年に農林水産省は新しい介護食品の呼称として「スマイルケア食」を発表した¹⁰⁶⁾。同省ではスマイルケア食の導入で期待される効果として、介護食品の認知度向上や、在宅と施設での食形態の統一化による食事指導の容易さの他、高齢者の低栄養に関する認知度の向上も掲げている。このように、これまでにないほど低栄養への関心が高まっていることから、本研究の目的である食べやすく、栄養を充足しやすい新しい介護食を開発するという着眼点はスマイルケア食の先駆けとなるものであったと考えられる。

また2015年度より「日本人の栄養摂取基準」が5年ぶりに改訂され、油脂の摂取目安量の上限が25%から30%に上げられた。油脂をエネルギー補給の目的で利用することに

ついても、低栄養の関心とともに高まってきており、今後は本研究で得た内容のさらなる活用が期待できる。食品の栄養評価に「栄養素密度 (Nutrition Density)」という考え方がある。従来の重量当たりの栄養価でなく、エネルギー当たりの栄養価で算出する考え方であるが、これからの新しい介護食には、食べやすさと高い栄養素密度を兼ね備えたものが必要になることは間違いない。本研究で得た成果が新しい介護食の普及に寄与することが大いに期待される。

謝辞

私の学位審査に際し，多大なご教示を戴きました公立大学法人県立広島大学大学院総合学術研究科生命システム科学専攻 小野武也教授に心より御礼を申し上げます。

在学中ならびに単位取得満期退学後も，親身にご指導くださった公立大学法人県立広島大学大学院 武藤徳男名誉教授に心より御礼を申し上げます。

また栢下研究室の一員として多大なご教示と専門領域に関するご指導を戴きました公立大学法人県立広島大学大学院人間文化学専攻 栢下淳教授に厚く御礼を申し上げます。

お忙しい中，本学位論文のご審査を賜りました公立大学法人県立広島大学大学院総合学術研究科 田井章博教授，斉藤靖和准教授に感謝の意を表します。

そして本研究の遂行に際し，多くのご支援を戴きました国立大学法人東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科 植松 宏元教授，戸原 玄准教授，中根綾子先生，高島真穂先生，鈴鹿医療科学大学 中東真紀准教授，またご助言を戴きました太田清人先生，青山敏明様，渡邊慎二様，野田竜二様，松居夏代様をはじめとする日清オイリオグループ株式会社の皆様に深く感謝を申し上げます。

参考文献

- 1) 平成 26 年版高齢社会白書, 内閣府.
- 2) 今後の高齢者人口の見通しについて, 厚生労働省.
- 3) 栢下 淳, 上西一弘 編: 栄養科学イラストレイテッド 応用栄養学, 羊土社, p150-173 (2014)
- 4) 平成 25 年人口動態統計月報年計(概数) の概況, 厚生労働省 (2014)
- 5) 寺本信嗣: 誤嚥性肺炎ーオーバービューー, 日本胸部臨床, **68**, 795-808 (2009)
- 6) 谷米 (長谷川) 温子: 高齢者施設における食事形態, フードシステム研究, **19**, 136-139 (2012)
- 7) 永井晴美, 鈴木隆雄, 柴田 博, 松本仲子: 特別養護老人ホームにおける“きざみ食の供食の実態”, 栄養学雑誌, **52**, 307-318 (1994)
- 8) 小城明子, 藤 綾子, 柳沢幸江, 植松 宏: 要介護高齢者施設における食物形態の実態ー食物形態の種類とその適用についてー, 栄養学雑誌, **62**, 329-338 (2004)
- 9) 別府 茂, 江川広子, 八木 稔, 黒瀬雅之, 山田好秋: 介護保険施設で提供される食事形態の分類ー全国の介護保険施設の実態調査ー, 日本咀嚼学会雑誌, **18**, 101-111 (2008)
- 10) 神山かおる: 食品の切り方と咀嚼特性, 日本調理科学会誌, **41**, 363-369 (2008)
- 11) 手嶋登志子, 赤羽ひろ, 塩浦政雄, 椎野恵子, 西 浩昭: 嚥下障害のある老年者のための食事の開発: 食に関する助成研究報告書, すかいらくフードサイエンス研究所, **4**, 13-23 (1991)
- 12) 齋藤真由: 咀嚼・嚥下障害に関する研究, 調理科学, **43**, 281-285 (2010)
- 13) 笹田陽子, 中館綾子, 工藤ルミ子, 重田公子, 鈴木和春, 檜村修生: 特別養護老人ホーム入所者における咀嚼・嚥下困難者食の導入による栄養状態, 日本食生活学会誌, **18**, 354-361 (2007)
- 14) 田村須美子, 窪津悌子, 島田幸男, 岩澤佳則, 佐藤智子, 細川弥生, 須藤節子, 中島康行, 梶本雅俊: 身体障害者施設におけるきざみ食の廃止と“形そのままソフト食”導入の効果, 栄養学雑誌, **53**, 838-845 (2010)
- 15) 杉山みち子: 施設及び居宅高齢者に対する栄養・食事サービスのマネジメントにカンする研究会」報告書, 日本健康・栄養システム学会, 厚生章老人保健事業推進等補助金研究 (1996-1999)

- 16) 杉山みち子, 清水瑠美子, 若木陽子, 中本典子, 小山和作, 三橋扶佐子, 小山秀夫 : 高齢者の栄養状態の実態, 栄養—評価と治療—, **17**, 553-562 (2000)
- 17) 下田妙子編 : 高齢者の栄養管理ガイドブック, 文光堂, p6-51 (2010)
- 18) Izawa, S., Kuzuya, M., Okada, K., Enoki, H., Koike, T., Kanda, S. and Iguchi, A. : The nutritional status of frail elderly with care needs according to the mini-nutritional assessment, *Clinical Nutrition*, **25**, 962-967 (2006)
- 19) Devoto, G., Gallo, F., Marchello, C., Racchi, O., Garbarini, R., Bonassi, S., Albalustri, G. and Haupt, E. : Prealbumin Serum Concentrations as a Useful Tool in the Assessment of Malnutrition in Hospitalized Patient, *Clinical Chemistry*, **52**, 2281-2285 (2006)
- 20) Fock, RA., Vinolo, MA., Crisma, AR., Nakajima, K., Rogero, MM. and Borelli, P. : Protein-energy malnutrition modifies the production of interleukin-10 in response to lipopolysaccharide (LPS) in a murine model, *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, **54**, 371-377 (2008)
- 21) 伊藤英俊, 菊谷 武, 田村文誉, 羽村 章 : 在宅要介護高齢者の咬合, 摂食・嚥下機能および栄養状態について, 老年歯学医学, **23**, 21~30 (2009)
- 22) 植田耕一郎 : 要介護高齢者への摂食嚥下リハビリテーション, 日本障害者歯科学会誌, **36**, 1-3 (2015)
- 23) 藤島一郎, 栢下 淳 : 経口摂取アプローチハンドブック, 日本医療企画, p99-108 (2015)
- 24) 山下 由美子, 赤田 望 : 食形態の変化が栄養摂取量に及ぼす影響, 広島文化短期大学紀要, 15-24 (2004)
- 25) 林 静子 : 高齢者の栄養ケアにおける疑問と検証, 臨床栄養, **100**, 145 (2002)
- 26) 中津沙弥香, 石原理子, 前西政恵, 柴田賢哉, 坂本宏司, 横山輝代子 : 凍結含浸法による軟化根菜類の高齢者による摂食評価, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌, **14**, 95-105 (2010)
- 27) 坂下玲子, 高見美保, 森本美智子, 加治秀介, 小野博史, 西平倫子, 濱田三作男 : 食形態が施設入居高齢者の健康に与える影響と関連要因—単一施設の調査結果—, 兵庫県立大学看護学部・地域ケア開発研究所紀要, **22**, 27-39 (2015)
- 28) 菊谷 武, 児玉 実穂, 西脇 恵子, 福井 智子, 稲葉 繁, 米山 武義 : 要介護高齢者の栄養状態と口腔機能, 身体・精神機能との関連について, 老年歯学医学, **18**, 10-16 (2003)
- 29) 黒田留美子, 成田和子 : 家庭でできる高齢者ソフト食レシピ, 河出書房 (2003)

- 30) 小島真由美：なめらか食レシピ—普通食のような嚥下障害食，日総研出版（2007）
- 31) 坂本宏司，井上敦彦，柴田賢哉：植物組織への酵素急速導入法，特許第 3686912 号（2005）
- 32) 永井晴美，鈴木隆雄，柴田 博，渡辺修一郎，熊谷 修，寺岡加代，竹内孝仁，松本仲子：特別養護老人ホーム入居者におけるきざみ食と身体的要因との関連，栄養学雑誌，**53**，369-376 (1995)
- 33) 中野昭一編：栄養学総論—からだと栄養—，医歯薬出版，p28-31（1991）
- 34) 和田淑子，大越ひろ編：改訂健康・調理の科学，建帛社，p106-109（2010）
- 35) 藤谷順子，金谷節子，林 静子：嚥下障害食のつくりかた，医歯薬出版，p45-48（1999）
- 36) 江頭文江：在宅生活を支えるこれからの新しい嚥下食レシピ，三輪書店，p41-127，（2008）
- 37) 石原三紀，渡辺敦子，高橋智子，藤井恵子，大越ひろ：マッシュポテトの硬さと飲み込み特性の関係，日本家政学会誌，**51**，481-487（2000）
- 38) 川野亜紀，高橋智子，大越ひろ，大塚義顕，向井美恵：ペースト状食物の飲み込み特性と舌運動—温度と物性の影響—，日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌，**5**，11-18（2001）
- 39) 渡邊弥生，石原理子，中津沙弥香，坂本宏司：凍結含浸法によるジャガイモへの油脂含浸，日本食品科学工学会誌，**58**，51-54（2011）
- 40) 大須賀彰子，岩崎裕子，高橋智子，大越ひろ：油脂の性状がマッシュポテトの飲み込みやすさに及ぼす影響，日本調理科学会誌，**46**，15-22（2013）
- 41) 渡瀬峰男：嚥下障害者に向く食肉及び魚肉の機能特性—嚥下障害者の官能試験と動的粘弾性の関係，食品工業，**42**，64-71（1999）
- 42) 添田瑞恵，山縣誉志江，栢下淳：重症心身障害児（者）に適するペースト食の加工方法に関する研究，重症心身障害の療育，**3**，53-57（2008）
- 43) 武山進一，西田沙耶香，小野昭男，遠山 良：介護予防のための煮魚製品開発（II），岩手県工業技術センター研究報告，**14**，28-31（2008）
- 44) 渡瀬峰男：嚥下開始食の機能特性，食品工業，**44**，41-48（2001）
- 45) 稲田晴男，藤島一郎，本多知行：市販ペクチンゲル製品の有用性，難病と在宅ケア，**8**，45-47（2002）

- 46) 横山通夫, 岡田澄子, 馬場 尊, 才藤栄一, 重田律子, 鈴木美保, 九里葉子, 小国喜久子, 宮下警一, 戎 五郎, 久保秀治: 摂食・嚥下障害者用ゼリーの開発ー直接訓練における試用ー, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, **9**, 186-194 (2005)
- 47) 坂井真奈美, 栢下 淳: 嚥下食の物性に及ぼす調理後の経過時間の影響, 県立広島大学人間文化学部紀要, **2**, 49-62 (2007)
- 48) 野田竜治, 佐野淳也: 嚥下・咀嚼困難者向け摂食補助用油脂組成物及び嚥下・咀嚼困難者用食品, 国際公開番号 WO2011/024827 A1 (2011)
- 49) 佐藤清隆, 上野 聡: 油脂の機能性と構造・物性, 丸善出版 (2011)
- 50) Higaki, K., Sasakura, Y., Koyano, T. and Hachiya, I.: Physical analyses of gel-like behavior of binary mixtures of high- and low-melting fats, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **80**, 263-270 (2003)
- 51) 日本油化学会編: 油脂・脂質の基礎と応用, 日本油化学会 (2009)
- 52) Wright, A.J. and Marangoni, A.G.: Formation, Structure, and Rheological Properties of Ricinelaic Acid-Vegetable Oil Organogels, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **83**, 497-503 (2006)
- 53) 佐藤清隆: 油脂の結晶化ーバルク系と分散系の比較ー, オレオサイエンス, **5**, 3-11 (2005)
- 54) 蜂屋 巖, 佐藤清隆: 食用油脂の改質技術の展開と応用, 油脂, **62**, 38-47 (2009)
- 55) 野田竜治, 佐野淳也: 嚥下・咀嚼困難者向け摂食補助用油脂組成物及び嚥下・咀嚼困難者用食品, 国際公開番号 WO2012/029902 A1 (2012)
- 55) 後藤直宏: 油脂代替物, 日本油化学会誌, **46**, 1299-1319 (1997)
- 56) Gentry, C.E.: カプレニン - 新しい低カロリー脂肪, 月刊フードケミカル, **8**, 68-71 (1992)
- 57) 中村光男, 田中光, 三上理恵: 高齢者における栄養管理の実際ー特に低アルブミン血症に関してー, 日高消医会誌, **10**, 13-22 (2008)
- 58) 松井淳, 中村光男, 梶麻子, 葛西伸彦, 丹藤雄介, 小川吉司: 高齢者の膵外分泌能と脂肪消化吸収能についての検討, 老年消化器病, **12**, 83-86 (2000)
- 59) 大越ひろ, 品川喜代美, 増田邦子: とろみ調整剤ハンドブック, 東京堂出版, p21-23 (2012)
- 60) 蜂屋 巖: チョコレートの品質を決める油脂の結晶化挙動, 日本結晶学会誌, **3**, 315-322

- (2001)
- 61) 八木淳一, 石川晶子: 動的粘弾性による食感の客観評価方法の検討, 静岡県静岡工業技術センター研究報告, **45**, 109-112 (2000)
- 62) 高橋淳子, 中沢文子: 咀嚼パターンによる食品テクスチャーの評価—口腔内での咀嚼パターンの解析—, 日本家政学会誌, **38**, 107-113 (1987)
- 63) 神山かほる: 咀嚼解析による高齢者が噛みにくい食品の解明, 食品工業, **44**, 18-24 (2001)
- 64) 渡瀬峰男: 3次元的な考察から開発・生産した介護訓練食(上), 食品工業, **46**, 63-71 (2003)
- 65) 小城明子, 高木里恵: 残食調査結果から推察される介護老人保健施設入所者の食品群および調理に対する嗜好について, 栄養学雑誌, **62**, 153-160 (2004)
- 66) 日本介護食品協議会: ユニバーサルデザインフード自主規格—第2版— (2011)
- 67) 特別用途食品の表示許可等について, 厚生労働省: 食安発第0212001号 (2009)
- 68) 坂井真奈美, 江頭文江, 金谷節子, 栢下淳: 嚥下食の段階的な物性評価について, 日本病態栄養学会誌, **10**, 269-279 (2007)
- 69) 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会医療検討委員会: 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会嚥下調整食分類 2013, 日本摂食嚥下リハビリテーション学会誌, **17**, 255-267 (2013)
- 70) 沖谷明紘編: 肉の科学, 朝倉書店, p112-127 (1996)
- 71) 渋川祥子, 杉山久仁子: 新訂 調理科学—その理論と実際—, 同文書院, p110-112 (2005)
- 72) 新井映子: Video-fluorograph を応用した咀嚼中食物の動的解析, 老化抑制と食品, アイピーシー, p339-349 (2002)
- 73) 山縣誉志江, 酒井美由季, 栢下淳: 物性調査による嚥下調整食の現状と課題, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会誌, **16**: 140-147 (2012)
- 74) 阿部真之介: 食塊の物性が嚥下閾に与える影響, 小児歯科学雑誌, **39**, 704-711 (2001)
- 75) 楠本正一郎: 食物咀嚼に及ぼす唾液分泌量の影響—食品水分量と嚥下閾—, 明海歯学誌, **28**, 40-48 (1999)
- 76) 巢瀬賢一, 赤間智之, 福島理恵, 阿部真之介, 高森一乗, 孫泰一, 鈴木欣孝, 時安

- 喜彦, 渡部茂: 食物咀嚼における食塊水分量の変化, 小児歯科学雑誌, **38**, 1113-1118 (2000)
- 77) 成人被験者における唾液分泌量が咀嚼時の食塊物性変化に及ぼす影響, 老年歯科医学, **22**, 288-297 (2007)
- 78) 島田久寛, 谷口裕重, 井上 誠: 随意嚥下閾値に関わる食塊の物性, 日本摂食嚥下リハビリテーション学会, **14**, 106-115 (2010)
- 79) 塩澤光一, 神山かおる, 柳沢慧二: 摂取する食品の付着性がヒトの咀嚼行動に与える影響, 歯科基礎医学会雑誌, **39**, 25-33 (1997)
- 80) 多田鐸介, 斎藤一郎: 食べる喜びを 新・介護食レシピ, 阪急コミュニケーションズ (2008)
- 81) 栢下 淳編: 病院・施設のための嚥下食ピラミッドによる咀嚼・嚥下困難者レシピ 100, 医歯薬出版 (2009)
- 82) 近藤国嗣 編: 嚥下食をおいしくする 101 のソース, 中山書店 (2010)
- 83) 西尾正輝, 池上晴樹: 新しい介護食・嚥下食レシピ集: インテルナ出版 (2010)
- 84) 柴田 博, 藤田美昭, 五島孜郎編: 高齢者の食生活と栄養, 光生館 (1994)
- 85) 中嶋和夫, 矢嶋裕樹, 巖基郁, 岡田節子: 高齢者施設における日常生活援助サービスの質の評価, 厚生指標, **50**, 35-42 (2003)
- 86) 栢下 淳: 嚥下食ピラミッドによるレベル別市販食品 250 第2版, 医歯薬出版 (2013)
- 87) 渡邊智子, 石井國男, 杉崎幸子, 村松芳多子, 樋口 恵, 戸ヶ崎多巳江, 山下光雄: 病院給食の形態区分と食品および調理方法の検討, SHiDAX RESEARCH, **3**, 1-13 (2003)
- 88) 小城明子, 柳沢 幸江, 植松 宏: 高齢者の嚥下直前の食塊水分量に関する研究—若年者との比較検討—, 老年歯科医学, **20**, 25-33 (2005)
- 89) 興津太郎, 有田 元英, 園田 茂, 大田 哲生, 堀田 富士子, 本田 哲三, 千野 直一: 舌骨上筋群における嚥下表面筋電図の電極位置の検討, 日本リハビリテーション医学会誌, **35**, 241-244 (1998)
- 90) Kohyama, K., Ohtsubo, K., Toyoshima, H. and Shiozawa, K., Electromyographic study on cooked rice with different amylose contents., *Journal of Texture Studies.*, **29**, 101-113 (1998)
- 91) 大越ひろ, 品川弘子: 健康と調理のサイエンス, 学文社 (2008)
- 92) 神山かおる, 中山裕子, 福田節子, 檀 はるか, 佐々木朋子: 薄切りキュウリにおける咀嚼量の増加, 日本食品科学工学会誌, **50**, 339-343 (2003)

- 93) 神山かおる, 澤田寛子, 野仲美保, 中城巳佐男: テクスチャー機器分析およびヒトの摂食測定による咀嚼・嚥下困難者用餅の食べやすさ評価, 日本摂食・嚥下リハビリテーション学会雑誌, **10**, 115-124 (2006)
- 94) 柳沢幸江, 田村厚子, 寺元芳子: 咀嚼筋活動量とテクスチュロメーター特性値の相関性, 日本家政学会誌, **40**, 1011-1016 (1989)
- 95) 今井悦子, 飯塚智子, 小林久子: 物性の異なる食品から調製された刻み食の特性に及ぼすとろみ添加の影響, 日本食生活学会誌, **23**, 195-206 (2013)
- 96) 岩崎裕子, 大越ひろ: 固形物の硬さがきざみ食の食べやすさに及ぼす影響—調理法の異なる大根を用いて—, 日本調理科学会誌, **46**, 23-30 (2013)
- 97) 大越ひろ: 嚥下障害者のための食事—高齢者を対象とした食事の安全性とテクスチャーの面から—, 日本食生活学会誌, **17**: 288-296 (2007)
- 98) 西成勝好, 大越ひろ, 神山かおる, 山本隆編: 食感創造ハンドブック, サイエンスフォーラム, p251-258, (2005)
- 99) Ettinger, RL. : Xerostomia - A complication of ageing, *Australian Dental Journal*, **26**, 365-371, (1981)
- 100) 山田好秋: よくわかる摂食・嚥下のしくみ, 医歯薬出版, p117-121 (1999)
- 101) 杉山みち子他: 施設入居者に対する栄養管理, 口腔管理のあり方に関する調査研究 介護保険施設における摂食・嚥下機能が低下した高齢者の「食べること」支援のための栄養ケア・マネジメントのあり方に関する研究報告書, 日本健康・栄養システム学会 (2013)
- 102) Murray, J., Miller, M., Doeltgen, S. and Scholten, I. , Intake of thickened liquids by hospitalized adults with dysphagia after stroke, *International Journal of Speech-language Pathology*, **16**, 486-94 (2014)
- 103) 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)
- 104) 山内知子, 小出あつみ: 高齢者の咀嚼能力と食事摂取状況の関連, 名古屋女子大学紀要, **54**, 89-98 (2008)

- 105) 榎 裕美, 杉山 みち子, 井澤 幸子, 廣瀬 貴久, 長谷川 潤, 井口 昭久, 葛谷 雅文 :
在宅療養要介護高齢者における栄養障害の要因分析-the KANAGAWA-AICHI Disabled
Elderly Cohort (KAIDEC) Study より-, 日本老年医学会雑誌, **51**, 547-553 (2014)
- 106) 新しい介護食品 (スマイルケア食) 情報, 農林水産省 (2014)