

# 学位論文の要旨

## 論文題目

嚥下・咀嚼機能の低下した患者や高齢者に対する食感改良に関する研究

印刷公表の方法及び時期 未公表

## 緒言

2015年国勢調査によると<sup>1)</sup>65歳以上人口が全人口の26.7%を占め、少子高齢化社会が急速に進行している。また、平成23年以降、死因の第3位は肺炎でその9割が65歳以上の高齢者が占めており、肺炎の要因の6割が誤嚥性肺炎によるものである。誤嚥性肺炎の要因の一つには、摂食・嚥下障害があり、これらをもつ高齢者が急増しており、摂食・嚥下障害による窒息では、認知機能の低下や臼歯部咬合の喪失、義歯装着時の不具合などがリスク因子といわれている。摂食・嚥下障害に対する対策と機能の改善をはかり、食事を与えることが必要であるが、摂食・嚥下障害に対する食事形態についても、統一された規格がなく、十分に摂食・嚥下障害に対応した食事が整えられていないのが現状である。そこで、少しでも経口摂取の可能性が残されている患者に対しては、安全性の確保、安全な食事の開発が求められる。

2013年国民健康・栄養調査報告（厚生労働省）から<sup>2)</sup>、健康日本21（第2次）の目標として、60歳代における咀嚼良好者の割合の増加目標値として80%挙げている。また、食べ物や飲み物が飲みにくく感じたり、食事中にむせたりすることが頻繁にあると回答した者の割合は、60歳代で14%、70歳以上で22%であり、低栄養傾向を示す者のうち24%以上は、食べ物や飲み物が飲みにくく感じたり、食事中にむせたりすることが頻繁にあると答えている。

近年、80歳において残歯20本の確保（8020運動）をスローガンに老人歯科保健に力が注がれていることから、高齢者における20本以上の歯の保有する割合は増加している。しかし、歯の喪失は年齢が高くなるほど進むことは変わらない<sup>3)</sup>。

摂食は食物を認識して食欲が起こり、口に運び、咀嚼により食塊を形成する。その食塊が口腔、咽頭を通過し食道、胃へと送られていく一連の動作である。摂食障害は、咽頭への送り込み、咽頭通過、食道への送り込みが上手くいかない嚥下機能低下と歯の喪失などから起こる咀嚼機能低下に区別することができる。そこで、医療や福祉の現場では、嚥下および咀嚼機能低下に応じた食事の適応が必要不可欠となる。

とろみ調整食品は、嚥下機能低下から起こる誤嚥を防止するために、流動状食品や飲料などの飲み込みにくい食べ物に粘性（とろみ）を付けることにより、テクスチャーを改良することを目的としている。また、ゼリー状食品は、嚥下および咀嚼障害のある患者に使用されており、ゼラチンや寒天以外のゲル化剤が臨床現場において利用されている。

病院や介護施設で提供される普通食などの食事は、きざみ食やミキサー食と比較すると外観、味、食感のすべてにおいて優れているといわれている。しかし、食肉および魚肉は良質な蛋白質の供給源であるが、咀嚼機能が低下した高齢者では、硬く、咀嚼しにくいテクスチャーであることが知られており、食べにくい食品の一つになっている。

食事とは喫食者の人間としての尊厳を重視し、食べ物の楽しみを与え、自分の口で食べることにより、病気の回復への気力を取り戻すことができる。そのためには、安全性や機能性の他においしさも重要視される。毎日の食事は大きな楽しみであり、安全でおいしく食べられることがQOLの維持向上に繋がると考えられる。

現在、嚥下調整食や咀嚼機能低下した人の食事および料理についての報告や、その材料となるゲル化剤やとろみ調整食品の報告は数多く見られる。しかし、市販ゲル化剤の成分や組成および配合などが明確にされている報告はほとんどなく、市販ゲル化剤を用いて食品ゼリーを作製し、加温状態にしたゼリー食の研究はない。また、市販食品品質改良剤を用いた軟化処理と加熱条件の違いによる物性の影響を比較した

研究も見られない。また、食品および料理などの物性評価をクリープメータで測定しており、この測定機は高価で簡便に測定することはできない。簡便な方法で物性評価できる先行研究はこれまでに少ないのが現状である。

そこで、本研究では、病院や要介護施設などの臨床現場における嚥下・咀嚼機能の低下した人や患者に対する食品の食感改良の研究を目的として、(1)とろみ調整食品において、針入式簡易粘度計の有用性の検討を行い、飲み込みやすい市販とろみ調整食品を比較検討した。また、(2)ゲル化剤では、異なる市販ゲル化剤の成分や組成を明確にし、それらを用いて作製したゼリーの特徴について比較検討し、(3)市販ゲル化剤を用いて作製した食品ゼリーを加温状態にした時の物性の安定性と嗜好性について比較検討した。さらに、(4)市販食品品質改良剤を用いて、食肉および魚肉を軟化処理させ、軟化処理の有無と加熱条件の違いによる物性、嗜好性、咀嚼性について比較検討した。

## 第1章 針入簡易粘度計を用いた市販各種とろみ調整食品の粘性比較と官能評価、塩分添加への影響

簡便な粘度測定機器を使用し、9種類のキサンタンガム系の市販とろみ調整食品を用いて作製した試料の粘性について比較検討した。また、若年健常者を対象にほうじ茶に添加し、官能評価を試みた。さらに、試料に塩分を添加（だし醤油）した場合の粘性の変化について検討し、この試料を用いて若年健常者に官能評価を行なった。また、簡便な粘度測定機器の有用性についても検討を試みた。その結果、以下の知見を得た。

1. 各とろみ調整製品をパンフレットの指示にある濃度（ポタージュ状）で比較したが、粘性には著しい差があることが確認された。
2. 官能評価から、ほうじ茶試料の場合には、粘性が低いほど「飲み込みやすい」、「舌触りがなめらか」、「べたつき感が少ない」、「口中の残留感が少ない」、「総合評価がよい」という結果を示し、好ましい粘性であることがわかった。
3. 各製品パンフレットの指示にある濃度（ヨーグルト状）で調整した試料の粘性強度の順位は、ポタージュ状の濃度の場合と異なっていた。ヨーグルト状濃度に塩分（だし醤油）を添加し、塩分を添加しない試料と比較すると、ほとんどの試料で著しい粘性の低下を示した。
4. ほうじ茶試料では、粘性が低いほど官能評価の平均値は高い傾向を示した。また、塩分添加試料の場合には、ほうじ茶試料と比較して相対的に粘性との関連性は低いことが分かった。
5. 使用した針入式簡易粘度計は簡単に粘性が測定でき、とろみの粘性の目安を把握するのに有効であることが分かった。

第1章では、針入式簡易粘度計は、操作が簡単で小型・軽量のため、持ち運びが便利でどこでも測定が可能であり、粘性の目安がすぐに判断できる利点がある。ただし、粘性が非常に大きい試料では治具の落下が不可能になり、測定することができなくなる場合や、逆に、粘性が非常に小さい場合は治具の落下速度が極端に速くなり、測定するのが難しくなることが分かった。しかし、これらの短所は、治具の大きさ、重さを変えることにより十分対応可能であると考えられる。

これらの研究から、キサンタンガム系のとろみ調整食品は使用する調味料や食材により、粘性が異なることが示唆された。また、とろみ調整食品の使用には、主原料による分類に従うだけでなく、同じ主原料を用いる場合でも、製品ごとの物性の比較に基づく必要があり、今後、対象者の摂食・嚥下機能状態ととろみ調整食品の物性との関係を検討し、とろみ調整食品を用いて最適な粘性を調整するための規準を構築する必要があると考えられた。

## 第2章-1 市販ゲル化剤を用いたゼリー食のテクスチャー特性と官能評価

3種類の市販ゲル化剤（ゲル化剤A、ゲル化剤Bおよびゲル化剤C）を用いて、ゼリー食のテクスチャー特性と官能評価を比較検討した。各ゲル化剤の使用濃度は、パンフレットの指示量である濃度に調整し、牛乳、味噌汁、粥、オレンジジュース、緑茶の5種類の食品をゼリー状に固め、テクスチャー特性について

検討するとともにこの5種類の食品をゼリーにした時の市販ゲル化剤の特徴についても分析した。また、若年者および健常高齢者に官能評価を行い、比較検討を行うとともにテクスチャー特性と官能評価の関連性についても検討した。その結果、以下の知見を得た。

1. 物理的特性と官能評価は、市販ゲル化剤の3種類間で変動がみられた。一方、各試料の物理的特性と官能評価との間の傾向は同様であった。
2. 官能評価値の各試料間の差は、若年者の方が高齢者より大きかった。ゲル化剤Aとゲル化剤Bの食品ゼリー（牛乳、味噌汁、オレンジジュース、緑茶）は、ゲル化剤Cの食品ゼリーより硬いことが物性測定と官能評価から評価された。
3. ゲル化剤Cを用いて作製した粥ゼリーは、軟らかく、粘り気が少なく、飲み込みやすかった。これらより、ゲル化剤Aとゲル化剤Bの成分は類似で、ゲル化剤Cは異なっており、ゲル化剤Cは澱粉分解酵素を含むことが分かった。
4. それぞれの食品で物理的性質と官能評価に適するように市販ゲル化剤を使用することが重要であることが分かった。

第2章-1では、市販ゲル化剤の原材料はジェランガムや、キサンタンガムにローカストビーンガムを混合したキサンタンガム製剤であることが確認できた。また、ジェランガムはネイティブ型であり、この特徴は、先行研究において、溶解温度が85~90℃以上と高く、融解温度も70~90℃と極めて高いことが示され、溶解温度および融解温度はカチオン類の添加によって上昇し、そのゲルの食感柔らかくて弾力があり、離水が少ない性質を示すことが分かっている。特にジェランガムは、高い耐酵素性を有し、一般に市販されている酵素や微生物によって分解しないとされている。本研究では、粥を使用して作製したゼリーは付着性が小さく、べたつきにくく、飲み込みやすいことが確認できた。また、使用した市販ゲル化剤の原材料にデンプン分解酵素が含まれていることが分かった。さらに、牛乳および味噌汁ゼリーはカルシウムおよびナトリウムなどのカチオン類が含有するため、80℃では溶解が不十分でゼリー状を形成しなかったことが考えられた。そこで、確認のため90℃で加熱したところ、ゼリー状を形成することが分かった。これらのことから、主原料がネイティブ型ジェランガムであるゲル化剤を用いる場合、他のゲル化剤とは異なり、使用食品によって加熱温度を変える必要があることが示された。オレンジジュースゼリーは非常に軟らかいゼリーとなった。オレンジジュースのpH値は酸性を示したことから、酸の影響を受けやすいと考えられた。味噌汁ゼリー、オレンジジュースゼリー、緑茶ゼリーは白濁色を示したことからこのゲル化剤の主原料はネイティブ型ジェランガムであることが確認できた。

市販レトルト粥を用いた先行研究では、口中で感じる硬さおよび飲み込みやすさは若年者と高齢者では同様の傾向を示すと報告している。本研究においては、健常高齢者では市販ゲル化剤を用いて調製したゼリーの官能評価項目における各試料間の平均値が学生よりも高いことが認められた。このことは、加齢による感覚刺激認知機能の低下、唾液の粘性率の上昇、舌運動機能の低下などから、粥とは異なるゼリー状の形態になると学生では明確に識別できる物性の違いが高齢者では識別できないことが推測できた。

## 第2章-2 市販ゲル化剤を用いた食品ゼリー食における温度変化の影響

次に、市販ゲル化剤の種類と濃度および加温温度の影響について、テクスチャー特性と官能評価の関連性から検討した。2種の市販ゲル化剤を用い、主原料がネイティブ型ジェランガムと推測したものをゲル化剤A、キサンタンガムにローカストビーンガムを混合したキサンタンガム製剤をゲル化剤B、Cとした。また、ゲル化剤AおよびBの使用濃度は、各ゲル化剤のパフレットの指示量である濃度とし、ゲル化剤Aは1.5%、ゲル化剤Bは0.75%とし、ゲル化剤CはBの2倍濃度の1.5%に調製した。里芋、ほうれん草、鮭をペースト状にしたものにゲル化剤を加熱溶解した後、冷却し、ゼリー状に固めた。ゼリーの設定温度は20℃と65℃とした。その結果、以下の知見を得た。

1. 65℃で、ゼリー食の硬さおよび付着性は低下し、凝集性は増加した。
2. ゲル化剤Aを用いて作製したゼリーはゲル化剤B、Cを用いて作製したゼリーより、温度および食品

成分の影響が少ないことが認められた。

3. テクスチャー測定と官能評価の結果より、ゲル化剤Aを用いて作製したゼリーはゲル化剤Bおよびゲル化剤Cを用いて作製したゼリーより、適度な軟らかさを示し、付着性が小さく、べたつきが少なく、口中の残留感が少なく、良いという評価となった。
4. ゼリー食を提供する場合は、ゲル化剤の主成分、温度、濃度および食品成分により、力学的物性値や官能評価値が異なることが分かった。

第2章-2では、医療機関や高齢者施設の給食では、温冷配膳車内で食事を加温および保冷を行ない、加温する温度は65℃以上に設定されている。そのため、味噌汁などの食事の提供温度が65℃の加温状態においても物性の変化がないゼリーを作製することが必要である。そのため、本研究では、試料ゲルの測定温度を20℃および65℃に設定し、温度の影響を検討した。その結果、硬さ、凝集性、付着性において主原料がネイティブ型ジェランガムであるゲル化剤を用いて作製したゼリーは、キサンタンガム製剤を用いて作製したゼリーよりも温度変化の影響が小さく、適度な硬さを示し、安定した凝集性であり、付着性が小さいことが認められた。官能評価においても、すべての官能評価項目において良好な評価が認められ、軟らか過ぎず、口中の残留感が少ないという評価となった。65℃の加温状態でのゼリー食を提供するには安定した物性特性および官能評価値が高いことが認められた主原料がネイティブ型ジェランガムであるゲル化剤を用いて作製したゼリーが有効であることが示唆された。

### 第3章 食肉および魚肉の物性・嗜好性・咀嚼性に及ぼす食品品質改良剤と加熱条件の影響

食肉・魚肉品質改良剤製剤（スベラカーゼミート）を用いて、食肉および魚肉を軟化させることを試みた。短時間で簡単に調理ができ、食べやすく、美味しい調理法の検討として、一般家庭や病院などで使用されている普通鍋と圧力鍋を用いて、軟化処理の有無と加熱条件の違いによる食肉および魚肉の物性への影響について比較検討した。また、若年者と高齢者による嗜好性および筋電図による咀嚼性との関連についても比較検討を行なった。その結果、以下の知見を得た。

1. 食肉および魚肉の軟化処理試料は軟化未処理試料と比較して、重量減少率が低く、貫入応力および貫入エネルギーが小さいことが分かった。
2. 官能評価では、若年者および高齢者とも、軟化処理した食肉および魚肉は軟らかく、まとまりやすく、噛みやすく、飲み込みやすく、おいしいという回答を得た。
3. 筋電図測定では、軟化処理した食肉および魚肉は咀嚼開始から第一嚥下まで、咀嚼回数が減少し、咀嚼時間および咀嚼活動時間が短縮し、咀嚼活動量も低下した。また、第一嚥下以降は、食肉および魚肉において、まとまりがよい軟化処理試料が咀嚼時間の短縮が認められた。
4. 加熱方法の比較では、食肉において、圧力鍋加熱試料は普通鍋加熱試料より、重量減少率が大きく、貫入応力および貫入エネルギーが小さく、テクスチャー特性の硬さは軟らかいことが分かった。
5. 魚肉は加熱方法による軟化は認められなかった。
6. 食肉の圧力鍋加熱・軟化未処理試料では、凝集性の著しい低下を示し、魚肉では付着性の著しい低下が認められた。

第3章では、市販食肉・魚肉品質改良剤製剤（スベラカーゼミート）の原材料であるパペインおよび炭酸水素ナトリウムの働きにより、食肉および魚肉の筋原線維蛋白質を軟化させることを試みた。また、一般家庭や病院などで使用されている普通鍋と圧力鍋を用いて、加熱条件の違いによる食肉および魚肉の物性への影響について比較検討し、若年者と高齢者による嗜好性および筋電図による咀嚼性との関連についても比較検討を行なった。その結果、加熱調理後の軟化未処理の食肉、魚肉より軟化処理した食肉、魚肉の方が保水性は増加し、咀嚼時に軟らかく、バラつきおよびバサつきが少なく、噛みやすく、飲み込みやすく、おいしいことが認められた。また、加熱調理方法の比較では、圧力鍋加熱は食肉の軟化が認められたが、魚肉の軟化は加熱調理方法の違いによる影響が小さいことが示された。また、圧力鍋による加熱は食肉ではバラつき、魚肉ではバサつきが大きくなることが示された。食品品質改良剤を用いて軟化した食肉およ

び魚肉は、歯の状態の悪い高齢者に有効であり、在宅でも簡単に利用することができると考えられた。

## 総合考察

本研究では、病院や要介護施設で使用されている市販のとろみ調整食品、ゲル化剤、食品品質改良剤を用いて、とろみ食、ゼリー食、軟化処理した肉や魚の物性、嗜好性について検討を行った。9種類のとろみ調整製品をパンフレットの指示にある濃度に調整し、比較したところ、粘性には著しい差が見られ、使用する調味料や食材により、粘性が異なることが示唆された。また、とろみ食の適正な粘性を把握するために、臨床現場である病院や要介護施設に針入式簡易粘度計を設置し、必要に応じて測定することにより、適正な粘性のとろみ食を提供できることが期待される。とろみの付けすぎによる窒息などの事故も大幅に減少することが考えられる。

また、市販ゲル化剤の主原料を明確にすることにより、食材、調味料、温度の影響を受けにくく、安定した物性および良好な嗜好性であるゼリー食が作製できることが考えられる。病院や要介護施設において加温状態のゼリー食を提供するために野菜、芋、魚などを使用したゼリー状の味噌汁の具材、煮物、あんかけ料理などの温かい料理が増え、満足できる食事が提供できることが期待できる。

とろみ調整食品の使用には、主原料による分類に従うだけでなく、同じ主原料を用いる場合でも製品ごとの物性の比較に基づく必要があり、今後、対象者の摂食・嚥下機能状態ととろみ調整食品の物性との関係を検討し、とろみ調整食品を用いた最適な粘性を調整するための規準を構築する必要がある。また、ゲル化剤においては主原料が異なる場合、それぞれの食品において最適な物理的性質と官能評価に適するように市販ゲル化剤を使用し、嚥下および咀嚼機能低下に応じてゼリー食を提供することが重要であり、温度や食品に応じて異なる成分のゲル化剤を使い分けする必要がある。市販食品品質改良剤においては、原材料であるパンプインおよび炭酸水素ナトリウムの働きにより、食肉および魚肉の筋原線維蛋白質を軟化させ、保水性を増加させることにより、軟らかく、噛みやすくなることから、咀嚼障害のある高齢者に有効であると考えられる。

臨床現場において、とろみ食、ゼリー食、軟化処理食材を用いた食事を提供するためには、摂食・嚥下機能状態に応じた適正な物性が重要である。これらの食事の物性はとろみ調整食品、ゲル化剤、食品品質改良剤の主成分および濃度、使用食品、温度などに大きく影響を受けるため、これらの製剤の状況に応じた適切な選択が必要だと考えられる。

食品品質改良剤を用いて軟化処理された食肉および魚肉は軟化未処理の食肉および魚肉よりも保水性が増加することから、軟らかく、食べやすくなった。また、加熱調理方法の比較では、圧力鍋加熱は食肉の軟化が認められたが、魚肉の軟化は加熱調理方法の違いによる影響が小さいことが考えられた。圧力鍋による加熱は食肉ではバラつき、魚肉ではパサつきが大きくなった。咀嚼機能が低下した高齢者にミキサー食やきざみ食の代わりに市販食品品質改良剤を用いて、軟らかくした食肉や魚肉料理を病院や要介護施設で提供するだけでなく、在宅の普及においても期待ができると考えられる。

今後、とろみ食、ゼリー食、軟化食品を組み合わせ、新しい介護食の開発が考えられることから、食事の幅が広がることが期待できる。

## 結語

超高齢化社会を迎えた我が国において、健康のまま老いる社会の実現は重要なミッションである。その中で重要な鍵となるものの一つが「食」である。特に、病院・要介護施設において咀嚼機能が低下した人や高齢者にとっては、安全でおいしく食べられることがQOLの維持向上に繋がると考えられる。現在、嚥下調整食や、咀嚼機能低下した人の食事および料理についての報告、その材料となるゲル化剤やとろみ調整食品の報告などは多数あるが、それらの食品を簡便に物性評価できる方法は非常に少なく、市販ゲル化剤の成分や組成および配合などを明確にした報告も極めて少ない。また、市販ゲル化剤を用いて食品ゼリーを作製し、加温処理したゼリー食の研究や、市販食品品質改良剤を用いた軟化処理と加熱条件の違いに

よる物性の影響を比較した研究もみられない。

そこで本研究では、咀嚼機能が低下した高齢者や病院、要介護施設における患者に提供される食品の改良・改善を目的として、第1章では、現場において手軽で簡単な針入式簡易粘度計を導入することにより物性評価を行い、適正な粘性のとろみ食が提供できることを明らかにした。第2章では、異なる市販ゲル化剤の成分や組成を明確にし、市販ゲル化剤を用いて作製したゼリー状食品の開発を試み、物性の安定性と嗜好性の高い食品を提唱した。さらに第3章では、市販食品品質改良剤による軟化处理および加熱条件の違いによる物性、嗜好性、咀嚼性について比較検討し、軟らかくした食肉や魚肉料理が普及できることを明らかにした。

このように本研究では、嚥下・咀嚼機能が低下し患者や高齢者に対して、最適かつ美味しい食品を提唱した。今後、臨床現場におけるオーダーメイド食品の実現化が期待される。

## 参考論文

1. 畦西克己, 舘村卓, 外山義雄, 奥田豊子, 吉村美紀, 北元憲利, 西成勝好: 針入簡易粘度計を用いた市販各種とろみ調整食品の粘性比較と官能評価および塩分添加への影響, 日本健康体力栄養学会誌, 第16巻第1号, 10-20 (2011)
2. 畦西克己, 吉村美紀, 北元憲利, 阪井丘芳: 市販ゲル化剤を用いたゼリー食のテクスチャー特性と官能評価, 日本食生活学会誌, 第25巻第3号, 171-183 (2014)
3. 畦西克己, 阪井丘芳, 吉村美紀, 北元憲利: 市販ゲル化剤を用いた食品ゼリー食における温度変化の影響, 日本食生活学会誌, 第26巻第4号, 189-196 (2016)
4. 畦西克己, 堀夏海, 上野山あつこ, 吉村美紀, 北元憲利: 食肉の物性・嗜好性・咀嚼性に及ぼす食品品質改良剤と加熱条件の影響 (査読中)
5. 畦西克己, 竹上香奈恵, 吉村美紀, 北元憲利: 魚肉の物性・嗜好性・咀嚼性に及ぼす食品品質改良剤と加熱条件の影響 (査読中)

## 引用文献

1. 総務省: 国勢調査 (平成27年)
2. 厚生労働省: 国民健康・栄養調査報告書 (平成25年)
3. 厚生労働省: 歯科疾患実態調査 (平成23年)