

科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）研究成果報告書

平成25年4月30日現在

機関番号：32670

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2011～2012

課題番号：23700887

研究課題名（和文） 不均質な食形態の客観的評価方法の検討

研究課題名（英文） Study on methods of measurement for physical properties of sol-gel mixed sample

研究代表者

岩崎 裕子

日本女子大学・家政学部・助手

研究者番号：60511194

研究成果の概要（和文）：固形物（ゲル）と液状物（ゾル）が混合した不均質な食形態について、混合割合および固形物の特性が食べやすさに与える影響を、主観的、客観的および生理学的特性の面から検討した。固形物の硬さが硬くなると、飲み込みにくく、咀嚼時間および咀嚼回数が増える傾向が認められた。また、高齢者のほうが若年者よりも、硬さが食べやすさに与える影響が大きいため、安全な食形態の提供には、固形物の客観的特性値の把握が重要だと示された。

研究成果の概要（英文）：This study investigated the physical properties, the sensory characteristics and the electromyography (EMG) of sol-gel mixed sample to observe how the difference in the gel characteristic and the ratio affect the ease of eating.

The ease of swallowing of the samples was evaluated more difficult and the number and time of chews was measured more large number as solid hardness was harder. Sensory evaluation showed that old people was sensitive to hardness of sample than young people so it was important to measure the physical properties of solid for preparing a safety meal.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
交付決定額	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：咀嚼・嚥下・食べやすさ・テクスチャー・官能評価・筋活動量・高齢者

1. 研究開始当初の背景

高齢者施設などで提供されている摂食機能が低下した高齢者の食事としての食形態には、均質な状態ばかりではなく、きざみ食にとろみあんをかけたものなど不均質な状態が多く存在する。また、人は食物を咀嚼し

唾液と混合することで飲み込んでいるが、飲み込む直前の状態である食塊もまた均質ではなく、ゾルとゲルの混合した状態といえる。これまできざみ食のモデル系としてゾルとゲルが混合した混合系試料についての研究が行われてきたが、ゾル-ゲル混合状態の食

物に関する力学的特性の測定法を確立した報告は現在のところみあたらない。

2. 研究の目的

高齢者をはじめ、咀嚼、嚥下機能が低下した人にとって安全な食事の提供が行えるような食品開発に寄与するためにも、不均質な形態すなわちゾルとゲルが混合した系の食べやすさの改善、また、的確な客観的特性の測定方法を検討することは必須といえる。そこで、食べることと関連づけるためには、主観的特性および生理学的特性との関連性を検討することが必要であり、本研究ではそれら特性を的確に反映できる不均質な食形態の測定法の確立を目的とした。具体的には、ゾルとゲルの割合や、ゲルの性状を変化させ、ゾルとゲルが混合した系の食べやすさおよび客観的特性（力学的特性）がどのように影響を受けるか検討することとした。

3. 研究の方法

(1) 試料調製

① ゲル化剤を用いたゾルーゲル混合モデル試料

特性の異なるゲル化剤 4 種（試料 a、b、c、d）を用い、硬さが等しくなるようゲルを調製し、それらを 4mm 角の微細ゲルに成形した。また、蒸留水にトロミ調整食品を添加しヨーグルト程度の硬さとしたゾル試料と微細ゲル各々を重量比 1 : 1 で混合した混合系モデル試料（試料 A、B、C、D）を調製した。

② 混合割合を変化させた試料

ゾルとゲルの混合割合が混合系試料に与える影響を検討するため、固形物（ゲル）として 4mm 角の低温スチーム加工大根を、ゾル部分としてトロミ調整食品を添加した白だしを用いた。それら大根ととろみあんの混合割合を重量比で 3 : 7、5 : 5、7 : 3 と変化さ

せた 3 試料（試料 G3、G5、G7）を調製した。

③ 硬さを変化させた試料

ゲルの硬さの相違が混合系試料の食べやすさに与える影響を検討するため、固形物（ゲル）として低温スチーム加工した 4mm 角の大根を用いた。加熱条件を変化させ、硬さを 3 段階に変化させた。それらをゾル試料と重量比 1 : 1 で混合した 3 試料（試料 I、II、III）を調製した。

(2) 力学的特性の測定

① テクスチャー特性の測定

測定は、レオナー（(株)山電）を用いた。なお、機器の違いによる比較を行うため、テクスチャーアナライザー（英弘精機）も同時に使用した。プランジャーは直径 20 mm の円柱型、圧縮率は 66.7、80、90% で行い、圧縮速度は 1 mm/sec と 10 mm/sec とした。記録曲線より硬さ、付着性、凝集性を算出した。測定温度はいずれも 20°C とした。

② 破断特性の測定

微細大根の破断特性の測定にはレオナーを用いた。8 mm の円柱プランジャーを用い、圧縮率 80%、圧縮速度 1 mm/sec で圧縮を行い、破断点における破断応力、破断ひずみおよび破断エネルギーを算出した。

(3) 官能評価

① シェッフエの一対比較

①の試料については、20 代、30 代の健常な成人女性のべ 36 名を対象に、シェッフエの一対比較芳賀変法を用いて官能評価を行った。一口量 5g を自由に食べてもらい、評価項目はべたつき感、口内の残留感、まとまりやすさ、および飲み込みやすさの 4 項目について評価した。

② 順位法

試料②、③については、順位法を用い、若年者群と高齢者群の比較を行った。若年者群として 20 代、30 代の健常な成人女性 12 名、

高齢者群としてデイサービスを利用している 73~92 歳の男性 4 名、女性 7 名とした。一部義歯を装着している人もいたが、全員自力での摂取、解答が可能であった。評価項目は、③については、かたさ、べたつき感、残留感の 3 項目、②については、まとまりやすさおよび飲み込みやすさを加えた。

(4) 咬筋の筋活動測定

筋電位の測定はパワーラプシステム 4/25T (ADInstruments.com) を用いた。左右の咬筋に表面電極を貼付し、試料を口に入れてから嚙下開始までの咀嚼中の筋電位を得た。

得られた波形より、左右の総筋活動量、咀嚼回数、咀嚼時間を算出した。被験者は 20 代、30 代の成人女性とし、官能評価被験者と同一とした。

4. 研究成果

(1) ゲル化剤を用いたゾルゲル混合モデル試料

① ゲルのテクスチャー特性

図 1 に、調製した寒天ゲル 4 種のテクスチャー特性の結果を示した。4 試料は硬さを等しくしたが、付着性および凝集性は異なり、ゲル 4 種の特性の相違が示された。

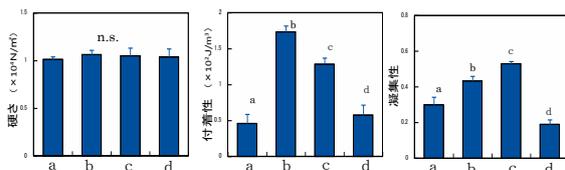


図 1 ゲル 4 種のテクスチャー特性 ※ 図中異なる文字間で有意差あり (p<0.01)

② テクスチャー特性

図 2 にサンプルケースに微細ゲルおよび混合系試料を敷きつめた試料のテクスチャー特性の硬さを示した。混合系試料のテクスチャー特性は微細ゲルのテクスチャー特性と比べ、硬さは低値となった。また、混合系試料の硬さ、

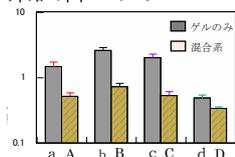


図 2 微細ゲルおよび混合系試料のテクスチャー特性

付着性において、微細ゲルの特性が影響し、試料間の有意差は微細ゲル試料と同様の傾向を示した。また、機種による比較としてテクスチャーアナライザーでの測定を行ったところ、圧縮率が上がるほどクリアランスの影響が大きくなり、2 機種間で差が生じることが示唆された。

③ 食べやすさの官能評価

官能評価の結果、ゲル単体でべたつき、飲み込みにくいと評価された試料 B、C は、混合系状態でもべたつき、飲み込みにくいと評価され、ゲル性状の相違が混合系試料の食べやすさにも影響することが明らかとなった。

④ 咬筋の筋活動測定

いずれのゲル試料においても、ゾルと混合することにより、試料を飲み込むまでの時間、咬筋活動量、咀嚼回数はゲルのみと比較し減少することが示された。しかし、混合系試料間においては有意な差は認められなかった。

(2) 混合割合を変化させた試料

① テクスチャー特性

図 3 に、大根ととろみあんの混合試料について、混合割合の相違によるテクスチャー特性の結果を示した。大根の混合割合が増す程、テクスチャー特性の硬さ、付着性が高値となり、凝集性は低値となる傾向が示された。これら試料のうち、ゲルの割合が 3 (試料 G3)、5 (試料 G5)、7 (試料 G7) の 3 試料について官能評価を行った。いずれの試料間においてもテクスチャー特性値は有意差が認められた。

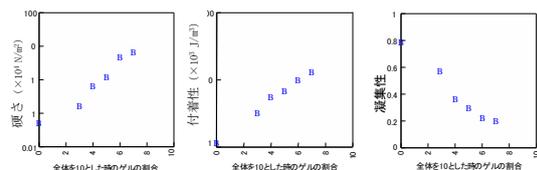


図 3 混合系試料のテクスチャー特性

② 官能評価

混合割合の異なる試料 G3、G5、G7 につ

いて高齢者群、若年者群を対象に官能評価を行った結果を図4に示した。両群とも、口中で感じるかたさは試料間に有意差が認められなかった。べたつき感は、あんの割合が最も多い試料 G3 が最もべたつくと評価された。一方、飲み込みやすさは、若年者は試料 G3 が最も飲み込みやすい傾向であったが、高齢者は試料 G5 となった。試料 G3 のべたつき感が、高齢者にとって飲み込む際に障害となることが示唆された。

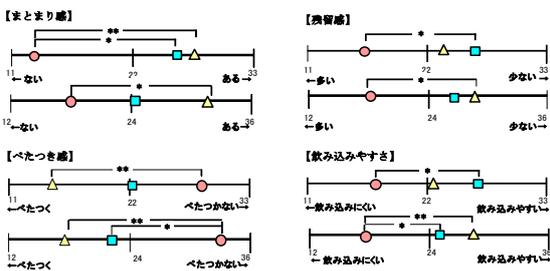


図4 混合系試料の官能評価結果 (上段) 高齢者群 (下段) 若年者群
△:試料 G3 □:試料 G5 ○:試料 G7 ** : p < 0.01 * : < 0.05

③咬筋の筋活動測定

官能評価に用いた試料について、若年者を対象に、咬筋の筋活動測定を行った。大根の混合割合が増す程、嚥下までの咀嚼回数および筋活動量が増加する傾向が示された。

以上のことより、ゲルの混合割合は、力学的特性、主観的特性および生理学的特性に影響することが明らかとなった。

(3) 硬さを変化させた試料

①大根の破断特性

低温スチーム加工の加熱条件を変化させることにより調製した、硬さ(破断応力)の異なる微細大根3試料 I、II、IIIについて破断特性を測定した結果、破断応力の高い順に試料 I ($6.16 \times 10^5 \text{N/m}^2$)、II ($3.12 \times 10^5 \text{N/m}^2$)、III ($1.76 \times 10^5 \text{N/m}^2$)、となり各試料間で有意差が認められた。

②テクスチャー特性

混合系試料のテクスチャー特性を図5に示

した。混合前の大根の破断応力が高い程硬さは高値となった。有意差は認められなかったが付着性は高値、凝集性は低値となる傾向がみられた。混合前の大根の硬さが混合試料にも影響することが示された。

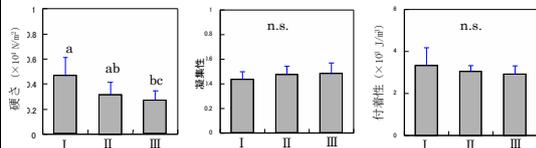


図5 混合系試料のテクスチャー特性 *異なる文字間で有意差あり(p<0.05)

③官能評価

混合試料 I、II、IIIについて、高齢者群、若年者群を対象に官能評価を行った結果を図6に示した。口中で感じるかたさは、高齢者、若年者ともテクスチャー特性の硬さと同様の順序を示した。まとまり感、残留感については、高齢者はかたさと同じ順序を示し軟らかい試料ほどまとまりやすく残留感が少ないと評価したが、若年者は最も軟らかい試料IIIが、最もまとまりやすいという評価ではなかった。要因として水っぽさが強かったことが示唆された。高齢者は硬さが硬い試料ほどまとまりにくく、残留感が多いと評価したことより、ゾルと混合する前の大根自体の硬さが混合試料の食べやすさを改善するために重要であることが示された。

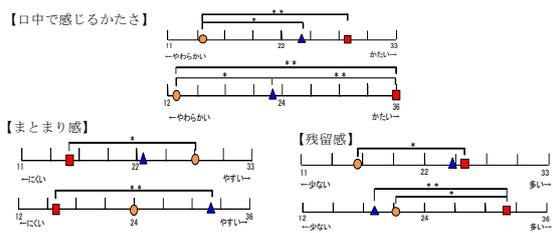


図6 混合系試料の官能評価結果 (上段) 高齢者群 (下段) 若年者群
△:試料 I □:試料 II ○:試料 III, ** : p < 0.01 * : < 0.05

(4) まとめ

ゾルーゲル混合系のような不均質な試料は、ゲルの特性や混合割合により、力学的特性値および官能評価値が変わることから、食べやすさを決める要因が様々である。そのため一定の基準(客観的特性値)を定めること

は難しいが、テクスチャー測定の変率を圧縮率を変化したり、混合前のゲル単体の特性を把握することにより、官能評価と関連性のある客観的特性値を得ることが可能となることが示された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計2件)

①岩崎裕子，大越ひろ：ゾルーゲル混合系試料の食べやすさに及ぼすゲル性状の影響：平成24年度日本調理科学会大会，2012.8.24

②岩崎裕子，大越ひろ：ゾルーゲル混合系試料の混合割合が食べやすさに及ぼす影響：平成23年度日本調理科学会大会，2011.8.30

6. 研究組織

(1) 研究代表者

岩崎 裕子 (IWASAKI YUKO)

日本女子大学・家政学部・助教

研究者番号：60511194