

令和元年5月29日現在

機関番号：25406

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16265

研究課題名(和文)嚥下障害者のためのとろみの簡易的な粘度測定方法の検討

研究課題名(英文)Simple methods for evaluating thickened liquids for patients with dysphagia

研究代表者

山縣 誉志江(YAMAGATA, YOSHIE)

県立広島大学・人間文化学部・助教

研究者番号：40634150

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、ずり速度50 s⁻¹で得られる粘度値に近い結果の得られる簡易粘度測定方法を確立することを目的とした。LST (Line Spread Test)では、キサンタンガム系のとろみ剤、溶媒は水、温度は20℃という条件から乖離するほど、評価が難しくなる傾向が見られ、様々な種類のとろみの簡易評価方法として使用するには、LST以外の方法を検討する必要があることがわかった。シリンジを使用するFlow Testでは、LSTと比較し、素材や性質の異なるとろみ剤においても粘度の増加に依存してシリンジ内残量が増える傾向にあることから、粘度の簡易測定方法として、LSTよりも有用である可能性が示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

近年、先進国では高齢化が進み、嚥下障害者も増加している。そのため、嚥下調整食の使用量が増え、このような現状を整理するために、IDDSI (International Dysphagia Diet Standardisation Initiative)において、嚥下調整食の世界基準が作成されている。本研究により、日本摂食嚥下リハビリテーション学会の「嚥下調整食分類2013(とろみ)」により相応しい簡易粘度測定法が提案できるだけでなく、IDDSI指定シリンジが入手できないアジアを中心とした各国でも利用できる簡易法として有用性を示すことができ、増加する嚥下障害者への対応の一助となることが期待される。

研究成果の概要(英文)：This study performed a comparative investigation of simple methods to evaluate thickened liquids with an equivalent shear viscosity of 50 s⁻¹. Results from the line spread test (LST) indicated that it is difficult to evaluate a thickened liquid under different from certain conditions such as the use of thickening agents containing xanthan gum, water solvents, and a temperature of 20 °C. We investigated the syringe method as another evaluation method that can be used for various types of thickened liquids; for this method, the higher the viscosity of the sample, the larger is the remaining volume compared to the results of LST. Thus, the syringe method was identified to be more suitable for the simple evaluation of thickened liquids compared to LST.

研究分野：食生活学

キーワード：嚥下調整食 とろみ 粘度 嚥下障害 食品物性

1. 研究開始当初の背景

平成 29 年の内閣府の統計において、高齢化率は 27.7%となり、今後も上昇することが予測されている（内閣府：平成 30 年版高齢社会白書）。このような超高齢社会では、高齢による嚥下筋力の低下や脳卒中などの疾患の増加に伴い、摂食嚥下機能の低下した患者が増加することが予測される。嚥下機能が低下すると、唾液や飲食物が誤って気管に入ることによって引き起こされる誤嚥性肺炎を引き起こすことがある。誤嚥性肺炎は、平成 29 年より死因順位に用いる分類項目に新規で追加され、死因の第 7 位となった（厚生労働省：平成 29 年人口動態統計の概況）。このように摂食嚥下機能の低下した患者や、誤嚥のリスクのある患者に提供する食事は、機能低下の代償として形態を調整した嚥下調整食の提供が有用である。

嚥下機能の低下した患者は、食べ物だけでなく、飲み物の摂取にも注意が必要である。嚥下障害者にとって、さらさらとした水分は咽頭で散らばりやすく、また、咽頭流入速度が速いため、嚥下反射のタイミングがとりにくい。そのため、誤嚥のリスクが高いことから、とろみをつけて対応を行うことが多い。これまで、日本ではとろみの基準が示されていなかったが、2013 年、日本摂食嚥下リハビリテーション学会から、「嚥下調整食学会分類 2013 (とろみ)」が示され、とろみの粘度の分類および評価方法が定められた（表 1）。その中に示された簡易的な粘度の評価方法である LST (Line Spread Test)は、高額な粘度測定装置を導入できない臨床現場などで粘性を評価する際に有用であると考えられる。しかし、LST では、とろみ剤や飲み物の種類により、ヒトの粘性感覚や機器による粘度測定結果を反映しない場合があることを報告した（山縣誉志江，他：日摂食嚥下リハ会誌，19，109-116，2015）。そのため、より適切な粘度の簡易測定方法の確立が必要とされている。

近年、先進国でも高齢化が進んでおり、それに関連して嚥下障害者も増加している。その対応のための嚥下調整食は先進国で注目を集めており、研究開始当初、IDDSI (International Dysphagia Diet Standardisation Initiative)において嚥下調整食の世界基準の作成が進められていた。とろみについても、各国の基準が集約され、その中で、日本のとろみの基準として前述の学会分類 2013 (とろみ)が掲載された（Cichero JAY, et.al. Curr Phys Med Rehabil Rep: 1, 280-291, 2013）。研究開始当初には、これらの基準がまとめられ、粘度測定方法やその簡易方法も検討されていた。

表 1. 学会分類 2013 (とろみ) 早見表 (一部抜粋)

	段階 1 薄いとろみ	段階 2 中間のとろみ	段階 3 濃いとろみ
粘度 (mPa·s)	50 - 150	150 - 300	300 - 500
LST 値 (mm)	36 - 43	32 - 36	30 - 32

粘度： コーンプレート型回転粘度計を用い、測定温度 20℃，ずり速度 50 s⁻¹ における 1 分後の粘度測定結果。

LST 値： ラインスプレッドテスト用プラスチック測定板を用いて内径 30 mm の金属製リングに試料を 20 ml 注入し、30 秒後にリングを持ち上げ、30 秒後に試料の広がり距離を 6 点測定し、その平均値を LST 値とする。

2. 研究の目的

本研究では、世界共通の粘度測定条件であるずり速度 50 s⁻¹ で得られる粘度値に近い結果の得られる簡易測定方法を確立することを目的とした。本研究により、日本国内の学会分類 2013 (とろみ)により相応しい簡易粘度測定法が提案できるだけでなく、先進国で増加する嚥下障害者の対応が可能となることが期待される。

3. 研究の方法

(1) とろみ調整食品および溶媒を様々に変化させ、どのようなとろみの測定で LST が有用であるのかを網羅的に検証した。とろみ調整食品は、原材料がキサンタンガム系のとろみ剤 3 種類、グアーガム系 1 種類、デンプン系 1 種類の計 5 種類を用いた。溶媒には、水、1%食塩水、お茶、オレンジジュース、栄養剤の 5 種類を用いた。試料を 20℃ または 50℃ で 30 分間静置後、コーンプレート型回転式粘度計 (HAAKE RheoStress6000, Thermo Fisher Scientific) を用いてずり速度 50 s⁻¹ における粘度を測定した (測定温度: 20 ± 0.2℃, 50 ± 0.2℃)。LST 測定には LST 用プラスチック測定版 (サラヤ株式会社) および内径 30 mm、容量 20 ml の金属製リングを用い、測定方法は「学会分類 2013 (とろみ)」に示された方法に準じた。

(2) LST 以外の簡易測定方法の候補として、シリンジ法がある。IDDSI によって作成された食事ととろみの基準である IDDSI Framework では、液体のとろみの簡易粘度測定方法として、Flow Test を提案している。これは、10 ml 容のシリンジから液体を 10 秒間滴下し、シリンジ内の液体残量によりとろみの粘性を 5 段階で評価する方法である。IDDSI の規格は、0 ~ 10 ml の目盛りまでの長さが 61.8 mm のシリンジを使用して作成されている。しかし、この規格のシ

リンジは日本では流通しておらず、日本で入手可能なシリンジで評価を行っても、IDDSI Framework とは異なる結果が得られる可能性がある。そこで本研究では、複数の種類のシリンジを用いて IDDSI Flow Test の結果を比較することにより、日本においても IDDSI Framework による評価ができるかを検討した。

とろみ調整食品は、原材料がキサンタンガム系のとろみ剤 3 種類、グアーガム系 1 種類、デンプン系 1 種類の計 5 種類を用いた。溶媒は、水、オレンジジュース、栄養剤、濃厚流動食の 4 種を用いた。試料を 20 で 30 分間静置後、コンプレート型回転式粘度計を用いてずり速度 50 s^{-1} における粘度を測定した（測定温度： 20 ± 0.2 ）。シリンジ法に用いたシリンジは、シリンジ A（BD 302188, Becton, Dickinson and Company.（アメリカ）, 0~10 ml の目盛りまでの長さ：61.8 mm, ルアースリップ / IDDSI スタンダードシリンジ）、シリンジ B（BD303134, Becton, Dickinson and Company.（アメリカ）, 60.5 mm, ルアースリップ）、シリンジ C（BD301997, 日本ベクトン・ディッキンソン株式会社, 60.5 mm, ルアースリップ）、シリンジ D（SS-10SZP, テルモ株式会社, 51.5 mm, ルアースリップ）、シリンジ E（JS-S10C, 株式会社ジェイ・エム・エス, 62.5 mm, ルアースリップ）の 5 種を用いた。IDDSI Framework Tasting Methods に基づき、試料溶液の滴下テストを行った。10ml 容シリンジから 10 秒間試料を滴下させ、シリンジ内に残った試料の量を測定し、IDDSI レベルに分類した。IDDSI スタンダードシリンジ（シリンジ A）の結果を基準とし、他のシリンジを用いた Flow Test の結果に差がみられるかを検討した。

また、Flow Test のシリンジ内残量がコンプレート型回転式粘度計により得られる粘度値を反映するか否かについて、LST の結果と比較した。

4. 研究成果

(1) 学会分類の基準を作成する際に使用された、水にキサンタンガム系のとろみ調整食品を添加して作成したとろみであっても、とろみ剤によっては LST で評価された段階が、粘度測定で評価された段階と異なることがあることがわかった。グアーガム系のとろみ調整食品では、粘度が上昇しても LST の到達距離に他のとろみ剤のように変化が見られず（図 1(a)）、どの溶媒においても LST で学会分類 2013（とろみ）の段階を評価することができないことが示唆され

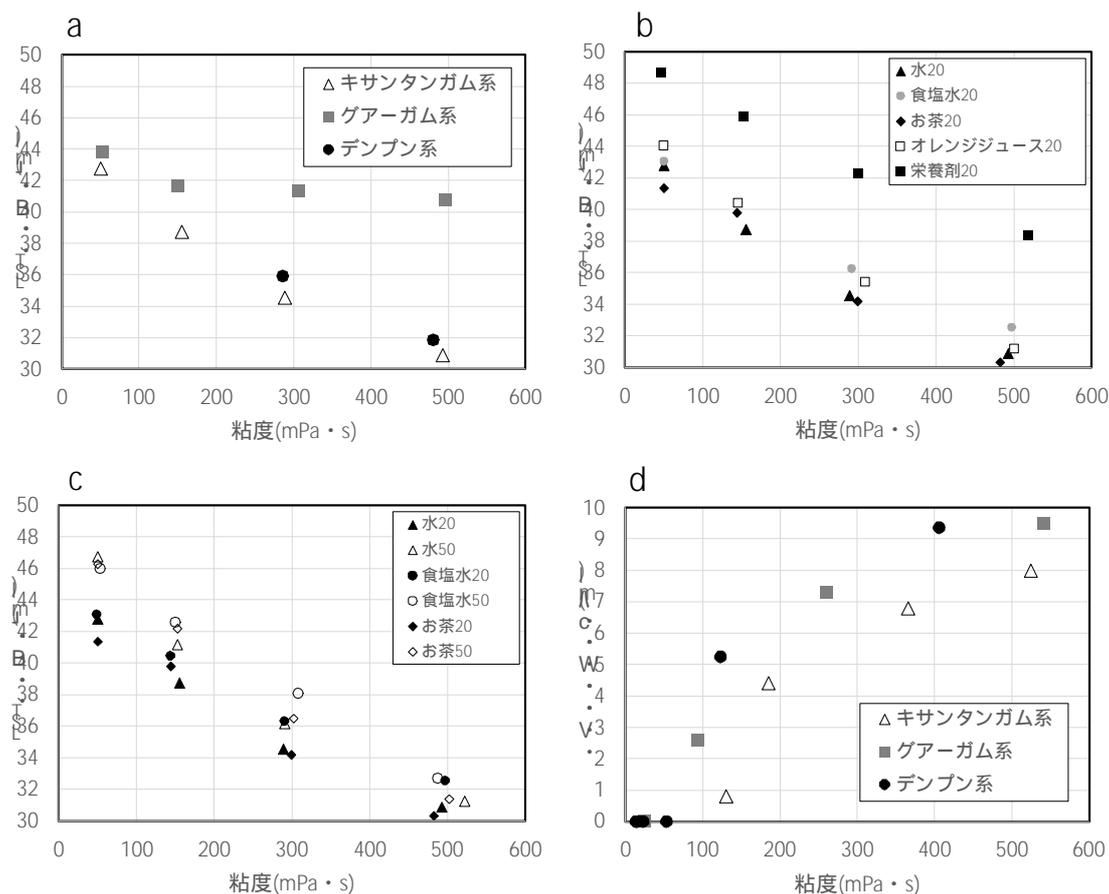


図 1. ずり速度 50 s^{-1} における粘度と簡易法の関係

(a) LST, 溶媒：水（20 ）、(b)LST, とろみ剤：キサンタンガム

(c) LST, とろみ剤：キサンタンガム, (d)シリンジ法（シリンジ D）, 溶媒：水（20 ）」

た。溶媒による影響では、栄養剤でグアーガム系のとろみと同じ傾向が見られた(図 1(b))。また、各温度で同じ粘度に調整したとろみでも、50 で LST の結果が高くなることがわかった(図 1(c))。以上の結果から、キサンタンガム系のとろみ剤、溶媒は水、温度は 20 という条件から乖離するほど、LST による学会分類 2013(とろみ)の段階評価が難しくなる傾向が見られた。LST では、とろみ剤や溶媒の種類により、ヒトの粘性感覚や機器による粘度測定結果を反映しない場合がある(山縣誉志江, 他: 日摂食嚥下リハ会誌, 19, 109-116, 2015) ことから、様々な種類のとろみの簡易評価方法として使用するには、LST 以外の方法を検討する必要があることが再確認された。

(2) Flow Test では、シリンジの種類により同一試料でも異なるレベルに分類される場合があった。シリンジの形状は長さ以外にも、シリンジ外筒の直径や容量、筒先の直径や長さなどに違いがあり、これらが結果に影響を与えていることが考えられた。しかしながら、IDDSI スタンダードシリンジ(シリンジ A)と、日本で入手可能な 3 種のシリンジ(シリンジ C・D・E)との Flow Test のレベルを検討すると、3 種類全てのシリンジにおいて 85%以上の一致率を示した。このことから、シリンジの種類の違いが IDDSI Flow Test の結果へ及ぼす影響は少ないことが示され、日本で流通している 3 種類のシリンジにおいても IDDSI Framework を用いたとろみの簡易粘度評価が可能であることが示唆された。

また、図 1(a)と(d)の比較より、LST の結果と比較し、どのとろみ剤においても粘度の増加に依存してシリンジ内残量が増える傾向にあることから、粘度の簡易測定方法として、LST よりも有用である可能性が示唆された。LST で得られる値と強い相関関係にあったのは、ずり速度 1 s^{-1} で測定した粘度であった(山縣誉志江, 他: 日摂食嚥下リハ会誌, 19, 109-116, 2015) が、今回検討した Flow Test では、粘度測定を行うずり速度 50 s^{-1} により近いずり速度領域での粘度を反映している可能性が高いことが推察された。しかしながら、例えば、図 1(d)のグアーガム系の粘度 $260 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 付近の試料とキサンタンガム系の粘度 $370 \text{ mPa} \cdot \text{s}$ 付近の試料のシリンジ内残量が 7 ml 付近で同程度であることからわかるように、同程度のシリンジ内残量でも、粘度値に幅が見られることもあることから、完全に粘度測定結果を反映しているとはいえないこともわかった。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 2 件)

渡邊英美, 山縣誉志江, 小切間美保, 栢下淳. 異なるとろみ調整食品でとろみづけした飲料を用いた簡易粘度評価方法の比較, 日摂食嚥下リハ会誌, 査読有, 23: in press, 2019.

Yokote Y, Takata N, Yamagata Y, Kayashita J. A Comparison of Viscosity Classifications Between the Japanese Dysphagia Diet 2013 Criteria and the International Dysphagia Diet Standardisation Initiative, EC Nutrition, 査読有, 10: 185-194, 2017.

<https://www.econicon.com/ecnu/pdf/ECNU-10-00352.pdf>

[学会発表](計 1 件)

横手裕衣, 山縣誉志江, 栢下淳. 学会分類 2013(とろみ)と IDDSI Framework の比較検討, 第 22 回日本摂食嚥下リハビリテーション学会学術大会, 2016.

[図書](計 2 件)

栢下淳, 山縣誉志江. 【咀嚼ができない高齢者への食事を考える とろみとペーストの物性調整】FOODS と DRINKS の比較 とろみとペースト(コード 2-1・2-2)の物性の考え方, 栄養経営エキスパート, 3(6): 28-32, 日本医療企画, 2018.

山縣誉志江. 嚥下調整食学会分類 2013 に基づく物性の評価と調整—咀嚼と嚥下の機能を考える—コード別実践事例—とろみ—とろみの物性の考え方と調整法について, 栄養経営エキスパート, 1(3): 57-60, 日本医療企画, 2016.

[その他]

ホームページ等

<http://kayashita.com>

6. 研究組織

(1)研究協力者

研究協力者氏名: 栢下 淳

ローマ字氏名: (KAYASHITA, Jun)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。