

アルギン酸ナトリウム含有飴が 唾液分泌と唾液粘度に与える影響

Effect of candy containing sodium alginate on salivation and salivary viscosity

倉若 美咲樹¹⁾

KURAWAKA Misaki

曾矢 麻理子¹⁾

SOYA Mariko

小林 三智子²⁾

KOBAYASHI Michiko

要 旨

わが国では高齢化が進む中、高齢者の口腔機能の維持・増進による健康対策が進められている。特に、唾液分泌量は加齢とともに減少する傾向にあり、生活の質を高めるためにも、唾液分泌量を維持・向上させることは重要である。また、唾液分泌を促すと同時に、唾液自体にも粘度が付与できれば、誤嚥を引き起こしにくい食品の開発への一助になり得る。近年、唾液分泌促進が期待されている食品成分としてアルギン酸ナトリウムが注目されているが、実際にアルギン酸ナトリウムによる唾液分泌促進作用を報告している研究論文は、調べた限りでは見当たらない。これらを踏まえ、本研究では唾液分泌促進が期待されているアルギン酸ナトリウムと、口腔機能リハビリテーションでも利用されている飴に着目し、唾液分泌向上と唾液粘度付与を目指した食品の開発へ向けた基礎データの収集を目的として、アルギン酸ナトリウム含有飴を用いた人工唾液試験およびヒト試験を実施した。人工唾液を用いた試験では、アルギン酸ナトリウム濃度依存的な飴の溶解時間の遅延と人工唾液粘度の増大が確認された。これら測定値の相関関係を調べたところ、溶解時間と粘度の間には正の相関が認められた。ヒト試験においては、アルギン酸ナトリウム添加により唾液分泌量が増加した。人工唾液試験と同様に、溶解時間と唾液粘度も増大が認められた。一方で、単位時間当たりの唾液分泌量ではアルギン酸ナトリウムの影響が小さくなった。溶解時間と粘度には正の相関があったことを踏まえると、アルギン酸ナトリウムによる唾液分泌促進作用は、唾液の物性を変化させ、飴の溶解時間が遅延し、飴が長く口腔内にとどまったためであると推察された。

¹⁾ 十文字学園女子大学 人間生活学部 食品開発学科

Department of Food Science, Faculty of Human Life, Jumonji University

²⁾ 十文字学園女子大学 国際栄養食文化健康研究所

Institute of International Nutrition and Health, Jumonji University

1. 背景

わが国では高齢化社会が急速に進んでおり、高齢者の健康の維持・増進へ向けた取り組みが行われている。とくに、高齢者の口腔機能の低下は、フレイルや低栄養、さらには不顕性肺炎などの種々の感染症の原因となる^{1, 2)}。これらを背景に、近年では「オーラルフレイル」という新しい概念が定義された³⁾。口腔機能の低下が、のちにフレイル、サルコペニア、低栄養、基礎疾患の悪化などの全身に影響するため、初期状態であるオーラルフレイルの段階で予防・改善することが重要となる。オーラルフレイルのチェック項目のなかには「口腔内の乾燥」が取り上げられており、唾液分泌を向上させる新たな食品素材の探索や機能性食品の開発が求められている。

唾液は口腔内で分泌される消化液であるが、そのはたらきは食物の消化のみならず、口腔内の清潔維持および粘膜の保護、食塊の形成など多岐に渡る^{4, 5)}。唾液分泌量が低下すると、口腔内に食物の残渣が長時間残留することになり、口腔内環境の悪化をはじめ、味覚異常や嚥下障害、さらには誤嚥などを引き起こす要因にもなり得る。特に、唾液分泌量は加齢とともに減少する傾向にあり、生活の質を高めるためにも、唾液分泌量を維持・向上させることは重要である¹⁾。また、液体を嚥下する際、一定の粘度が付与されていると誤嚥が起きにくくなるため、嚥下困難者用の食品として、飲料に粘度を付与する特別用途食品「とろみ調整用食品」⁶⁾などが販売されている。唾液分泌を促すと同時に、唾液自体にも粘度が付与できれば、誤嚥を引き起こしにくい食品の開発への一助になり得ると考えられる。

近年、唾液分泌促進が期待されている食品成分としてアルギン酸ナトリウム（アルギン酸Na）が注目されている。アルギン酸は、昆布やワカメなどの海藻類に多く含まれており、D-マンヌロン酸とL-グルロン酸からなる多糖類である^{7, 8)}。アルギン酸は様々なミネラル類と塩を形成するが、

その中でもナトリウム塩は、増粘安定剤やゲル化剤用途の食品添加物として広く利用されている^{7, 9, 10)}。唾液分泌を促進する食品成分としてアルギン酸（またはアルギン酸Na）をあげているインターネットサイト等が散見されるが、実際にアルギン酸Naによる唾液分泌促進作用を報告している研究論文は、調べた限りでは見当たらない。

これらを踏まえ、本研究では唾液分泌促進が期待されているアルギン酸Naと、口腔機能リハビリテーションや口腔機能維持向上を目的として利用されている飴¹¹⁻¹⁴⁾に着目した、唾液分泌向上と唾液粘度付与を目指した食品の開発へ向けた基礎データの収集を目的として、アルギン酸Na含有飴を用いた人工唾液試験およびヒト試験を実施した。

2. 方法

2-1 実験材料

アルギン酸Naは食品添加物グレードのものを株式会社松葉薬品（奈良）から購入した。人工唾液の試薬は、特級グレードのものを富士フィルム和光純薬工業株式会社（大阪）から購入した。

2-2 アルギン酸Na含有飴の調製

試験食は、一般的なべっこう飴を作成する手順に従い、作成した。グラニュー糖200 g、水飴80 g、水40 gを鍋に加え、中火で加熱した。液温が160℃に達したらすぐに火を止め、アルギン酸Na粉末を加え、手早く混ぜた。その後、飴が固まらないうちに15 mm×15 mm×10 mm（容量2 mL）のシリコン型に流し込み、冷やし固めた。飴が固まったら重量を測定し、 3.5 ± 0.2 gのものを選抜し、各試験に用いた。サンプル飴は、乾燥剤を入れ、ジップロックスクリュウロック[®]（旭化成ホームプロダクツ株式会社、東京）中で常温保存した。

2-3 人工唾液試験

2-3-1 人工唾液の調製

人工唾液の組成は、過去の報告¹⁵⁾を参考に、

2.5 mM KH_2PO_4 , 2.4 mM Na_2HPO_4 , 15 mM KHCO_3 , 0.15 mM MgCl_2 , 0.15 mM クエン酸, 1.5 mM CaCl_2 , pH 6.8となるよう調製し, これを「人工唾液ベース」とした. 人工唾液ベースは, 使用するまで冷蔵保存した. 試験当日, おおよそその唾液中のムチン濃度である25 mg/mL¹⁶⁾となるよう, 人工唾液ベースにムチン(ブタ胃由来, 富士フィルム和光純薬工業株式会社, 大阪)を加え, ミルミキサーでホモジネートし, これを「人工唾液」として試験に用いた. 人工唾液は用事調製とし, 当日中に使い切るようにした.

2-3-2 アルギン酸Na含有飴の溶解試験

100 mL容ビーカー(品番MB0100, 胴径50 mm, 株式会社MonotaRO, 大阪)にテーパー型の回転子(品番1-4206-27, 長さ40 mm, 直径8 mm, アズワン株式会社, 大阪), 37℃に予備加温した人工唾液, 0, 0.5, 1, 2%アルギン酸Na含有飴を入れ, ホットスターラーにセットし, 底面温度40℃, 300 rpmで溶解させ, 飴が完全に溶解す

るまでの時間を計測した. 人工唾液の添加量は, 研究室内で飴1 gあたりの唾液分泌量について予備試験を行い, 飴重量の10倍量になるように加えた. アルギン酸Na含有飴を溶解させた人工唾液は, 速やかに下記に示す粘度測定に用いた.

2-3-3 コーンプレート型回転粘度計による粘度測定

粘度計は, コーンプレート型回転粘度計(TVE-25形粘度計, 東機産業株式会社, 東京)を用いた. コーンは直径2.4 cm, コーン角度 $1^\circ 34'$ のものを使用した. 測定手法は, 過去の報告¹⁷⁾を参考にし, 一部改変した. 試料およびサンプルカップの温度は, 口腔内を想定して37℃に設定した. 1分かけてずり速度100 rpmにし, その回転数を維持して1分後の粘度(mPas·s)を記録した.

2-3-4 簡易毛細管法による粘度測定

使い捨て毛細管を利用した簡易法^{18, 19)}を参考に測定した. 5 mL容プラスチックミニカップ(株式会社マルエム, 大阪)に, マイクロピペッ

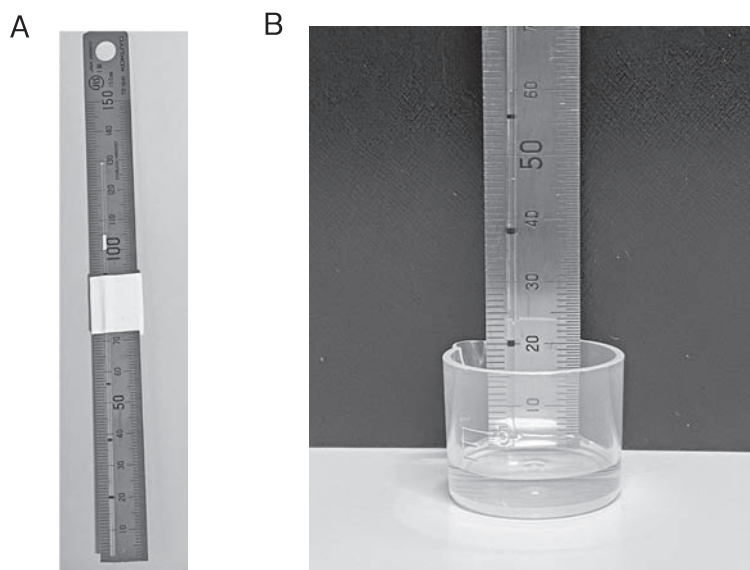


図1. 簡易毛細管法による粘度測定

A: 定規にセットした毛細管. B: 簡易毛細管法による粘度測定. 定規上の20 mmに位置している黒い印までサンプルが吸い上げられるまでにかかった時間を計測した.

トを用いてサンプルを2000 μL 移した。あらかじめ150 mmステンレス定規（コクヨ株式会社，大阪）にガラス毛细管マイクロピペット（内径0.26 mm，外径1.09 mm，長さ127 mm，Drummond Scientific Company，PA，USA）の下端を2 mmに合わせてセットしたもの（図1 A）をサンプル液面に対し垂直に立て，毛细管がサンプル液面に1 mmつかるように固定した（図1 B）。サンプルは毛细管現象により毛细管内へ吸い上げられ，毛细管の下から一つ目の黒い印（高さ18 mm，容量として1 μL ）に到達した時間を，ストップウォッチを用いて計測した。これを3回繰り返し，平均値を算出した。

2-4 ヒトを対象とした試験

2-4-1 ヒト試験および倫理的配慮

ヒト試験は，十文字学園女子大学研究倫理審査委員会より承認されたものである（承認番号：2022-026，承認日：2023年6月25日）。また，UMIN臨床登録システムへ登録し，実施した（ID：UMIN000051700，登録日：2023年7月25日）。本試験は，学内における公募を行い，応募があった者に対し事前に説明文書を配布し，研究目的と内容について説明した。後日，試験参加希望者から研究同意書を提出してもらい，試験を実施した。調査用紙は無記名で行い，個人データはすべてIDで管理した。

2-4-2 被験者の募集

対象者は，インフォームド・コンセントを得られた，本学に所属する健康で咀嚼・嚥下機能に問題のない学生および教職員（成人の男女）とし

た。被験者の除外規定は，糖尿病，糖代謝異常，脂質異常症，食物アレルギーのいずれかの既往歴，BMIが26.5以上，喫煙習慣のいずれかを有する者を除外とした。また，誤嚥リスクの高い者（脳梗塞の後遺症などで口腔や喉に麻痺を生じている者，後期高齢者など），咀嚼・嚥下に自信のない者も安全面を考慮し除外とした。

2-4-3 ヒト試験の流れ

〈試験前日〉

唾液分泌には身体および精神の状態が反映されるため，被験者には，前日から暴飲暴食，激辛料理の摂取，夜更かしは避けるよう依頼した。

〈試験当日朝～試験直前〉

新型コロナウイルス感染症予防のため，当日朝に体温の測定と健康記録用紙の記入を実施した。体調がすぐれない，もしくは新型コロナウイルス感染症濃厚接触者に該当した場合は，感染防止のため試験には参加しないよう呼びかけた。また，昼食および歯磨きを13時までに実施するよう依頼した。

〈試験〉

ヒト試験は，唾液分泌の日内変動²⁰⁾を考慮し，14時～17時の間に実施するようにした。一連のヒト試験の流れは，図2に示した。

2-4-4 試験食を摂取していない安静時の唾液採取

最初に試験食を摂取していない状態の唾液を，吐唾法²¹⁾により採取した。10分間で自然に分泌された唾液を適宜紙コップに採取させた。終了後，唾液入りの紙コップを回収し，測定に供した。

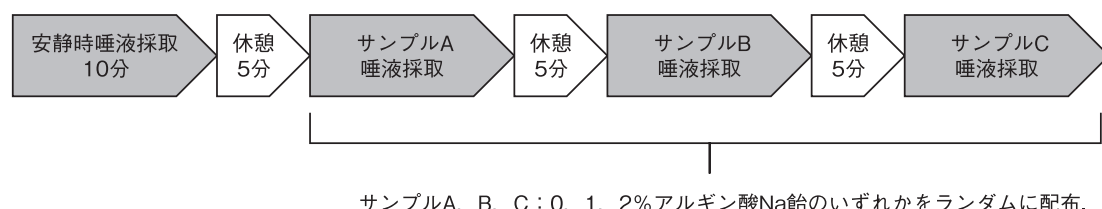


図2. ヒト試験の流れ

2-4-5 試験食摂取時の唾液の採取

続いて、試験食摂取時の唾液を採取した。唾液の採取法は、ドライマウスやシェーグレン症候群などの検査で用いられるサクソントテスト²¹⁾とガムテスト²²⁾を応用し、研究室内で作成した、紙コップに0, 1, 2%アルギン酸Na含有飴のいずれかを入れ、1種類ずつ被験者に渡した。順序効果を抑制するため、3種のサンプルを渡す順番は被験者ごとにランダムにした。被験者にはカウントアップタイマーを渡し、試験食を口に含めてから全て舐め終わるまでにかかった時間を計測させた。飴は噛まずに全て舐め、分泌された唾液は適宜紙コップに吐き出し、飲み込まないように指示した。終了後、5分間の休憩とし、この間に最低1回は脱イオン水で口を濯ぐよう説明した。休憩終了後は別の飴サンプルが入った紙コップを渡し、上述の通りの測定を行った。これを3回繰り返し、すべての試験終了後、唾液に粘度がついたと思った順番と自由記述式アンケートに記入を依頼した。唾液と飴が入った紙コップは、回収後15分以内に順次測定に供した。

2-4-6 唾液分泌量

唾液分泌量は、唾液の重量とした。回収された唾液入り紙コップの重量から風袋（紙コップと飴の重量）を差し引いて求めた。

2-4-7 唾液粘度測定（簡易毛細管法）

唾液粘度は、器具の使い捨てが可能かつ清掃が容易な簡易毛細管法により測定した。測定方法は2-3-4に示した通り行った。使用した器具類は、感染防止のため高圧蒸気滅菌を行い、廃棄した。

2-4-8 主観的順位および自由記述式アンケート

全ての試験終了後、3サンプルのうち、唾液に粘度がついたと思う順番に、1～3位まで順位づけし、集計した。また、本試験の感想などの自由記述式のアンケートを実施した。

2-5 統計解析

統計ソフトはIBM SPSS Statistics ver.26 for

Japan（日本アイ・ビー・エム株式会社、東京）を用いた。人工唾液試験のデータの群間比較については、Shapiro-Wilk検定により正規性、Levene検定により等分散性の検定を実施した。対応のない一元配置分散分析後、Tukeyの多重比較を行い、平均値の差を検定した。2変数間の関係の強さを分析するために、Pearsonの積率相関係数を算出した。このうち、測定手法の違いによる人工唾液の粘度については、独立変数（簡易毛細管法で測定した粘度）が従属変数（コーンプレート型回転粘度計で測定した粘度）をどの程度説明できるのか調べるために単回帰分析を行い、決定係数 R^2 を算出した。

ヒト試験のデータの群間比較については、Shapiro-Wilk検定により正規性の検定を実施後、正規分布しなかった項目（簡易毛細管法で測定した唾液粘度）については、ノンパラメトリック検定であるFriedman検定後、Bonferroniの多重比較を実施した。それ以外の正規分布している項目については、対応のある一元配置分散分析後、Bonferroniの多重比較を行った。唾液の粘性が強いと感じた順位については、各順位間差についてはNewell & MacFarlaneの検定、各順位の被験者間の一致性についてはKendallの一致性の係数を求め、検定を行った²³⁾。いずれも有意確率5%未満の場合に統計的有意と判断した。

3 結果

3-1 人工唾液試験

3-1-1 溶解時間、粘度の群間比較

試験食1粒が人工唾液に完全溶解するまでにかかった時間は、アルギン酸Na濃度依存的な増大が確認された（図3）。予備検討で3%, 5%含有試験食でも実施したが、それぞれ約30分、約60分となり、溶解時間が急激に増大した（データ未掲載）。

コーンプレート型回転粘度計、および簡易毛細管法で測定した結果についてそれぞれ図4A、

図4Bに示す。いずれも、アルギン酸Na濃度依存的な粘度上昇が見られた。また、これら2種のデータについての相関関係を調べたところ、Pearsonの積率相関係数は0.992であり、有意な強い正の相関が認められた(図4C)。また、単回帰分析を実施したところ、決定係数 R^2 は0.984

($p < 0.001$)であり、良好な直線性が得られた。そのため、後述のヒト試験では、新型コロナウイルス感染防止のため片付けが容易な簡易毛細管法を用いて唾液粘度を測定した。

3-1-2 溶解時間と粘度の関係

試験食の溶解時間と、コーンプレート型回転粘度計および簡易毛細管法で測定した粘度との相関関係を調べた(図5)人工唾液における検討では、いずれの測定方法でも、粘度と溶解時間の間に有意な強い正の相関が確認された。人工唾液の粘度が大きいほど、試験食の飴の溶解時間が長くなることが示唆された。

3-2 ヒト対象試験

3-2-1 試験の経過および被験者の属性

試験の経過と被験者の属性については図6に示す。試験の説明を実施後、28名から同意書が提出された。1名が試験当日の体調不良により参加を辞退したため、27名に対し試験を実施した。このうち、安静時唾液分泌量について、唾液の比重を1.003と仮定したときに1.0 mL/10分以下となり、

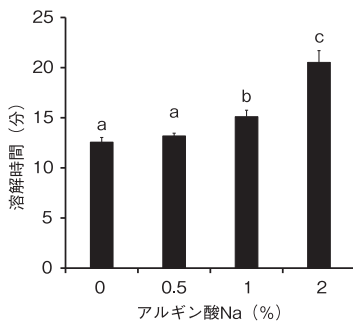


図3. 人工唾液への溶解時間

平均値±標準偏差 (n = 4)。対応のない一元配置分散分析後、Tukeyの多重比較を行った。異なるアルファベット間に有意差あり ($p < 0.05$)。

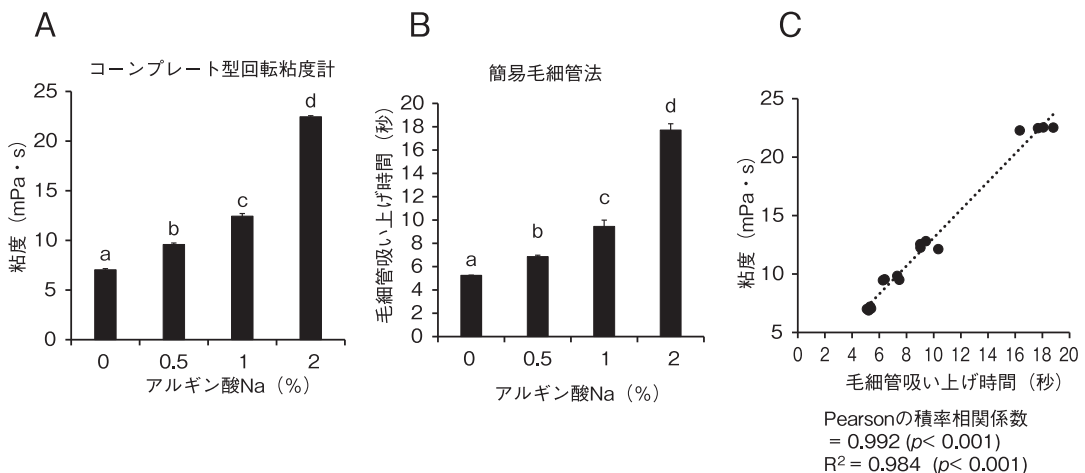


図4. 人工唾液の粘性

A: コーンプレート型回転粘度計で測定した粘度。B: 簡易毛細管法で測定した粘度。C: コーンプレート型回転粘度計の測定値と簡易毛細管による測定値の散布図。AおよびB: 平均値±標準偏差 (n = 4)。対応のない一元配置分散分析後、Tukeyの多重比較を行った。異なるアルファベット間に有意差あり ($p < 0.05$)。C: Pearsonの積率相関係数を算出したのち、単回帰分析により決定係数 R^2 を算出した。

ドライマウスの基準値¹⁶⁾を下回った1名、唾液粘度が強過ぎて簡易毛細管による粘度測定ができなかった2名を解析対象から外し、最終的な解析対象は24名となった。被験者の属性は、十文字学園女子大学に在籍している健康な女子学生で、平均年齢は 20.8 ± 1.4 歳であった。

3-2-2 唾液分泌量、溶解時間、唾液粘度の群間比較

唾液分泌量は、アルギン酸Na濃度依存的な増加が確認された(図7A)。溶解時間は、0% - 2%間で有意な増大が認められた(図7B)。これら2つの値を用いて単位時間当たりの唾液分泌

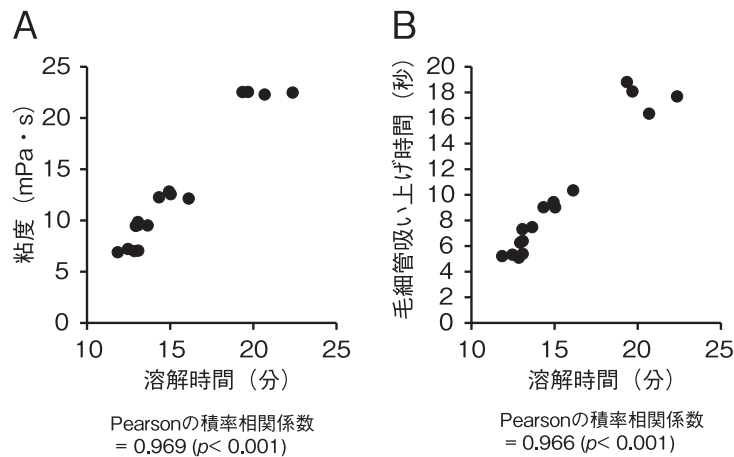


図5. 人工唾液における試験食溶解時間と粘度の相関

A: コーンプレート型回転粘度計で測定した粘度と溶解時間の散布図。B: 簡易毛細管法で測定した粘度と溶解時間の散布図。Pearsonの積率相関係数を算出した。

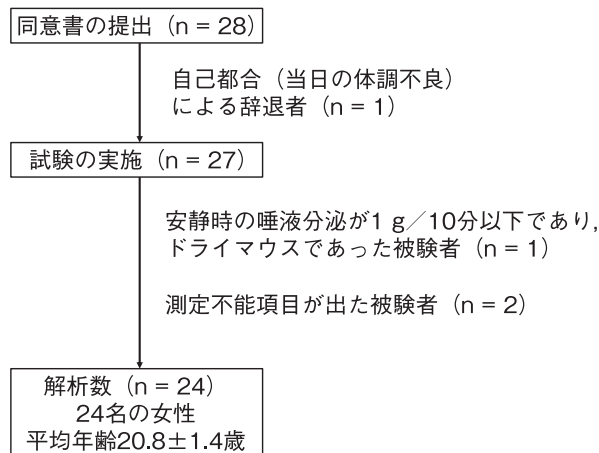


図6. 試験の経過と被験者の属性

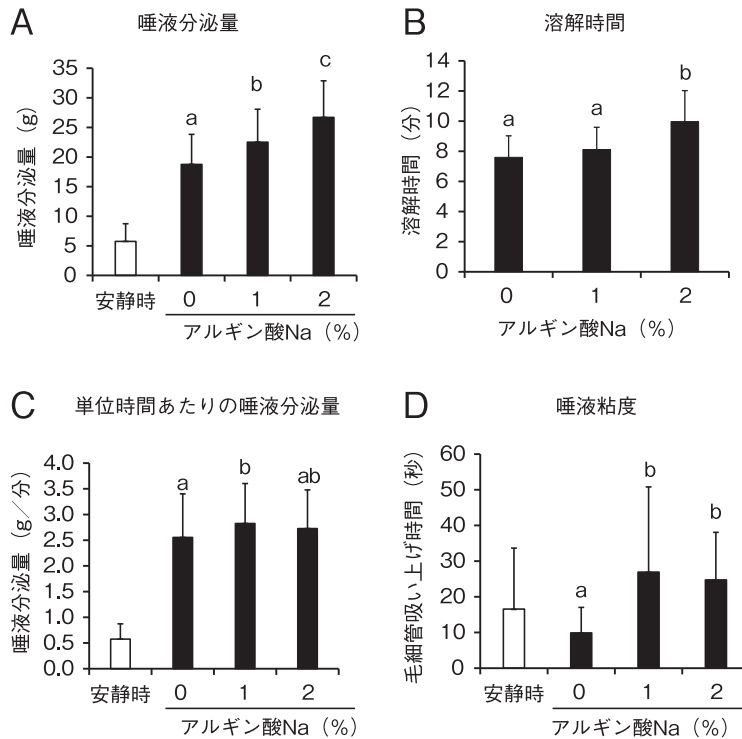


図7. ヒト試験における唾液分泌量, 溶解時間および粘度の群間比較

A: 唾液分泌量. B: 溶解時間. C: 単位時間当たりの唾液分泌量. D: 簡易毛細管による唾液粘度. A, B, C: 対応のある一元配置分散分析後, Bonferroniの多重比較を行った. D: Friedman検定後, Bonferroniの多重比較を行った. いずれも平均値±標準偏差 (n=24). 異なるアルファベット間に有意差あり ($p<0.05$).

量を算出したところ, 群間差は小さくなり, 0% - 1%間のみ有意な増加が確認された (図7C). 唾液粘度については, 0% - 1%間, および0% - 2%間で有意な粘度増大が認められた (図7D).

3-2-3 唾液分泌量, 溶解時間, 粘度の関係

ヒト試験においても, 唾液分泌量, 溶解時間及び粘度間との相関関係を調べた. ヒト試験における検討では個人差が大きかったが, 溶解時間と簡易毛細管法で測定した粘度間に弱い正の相関が確認された (図8).

3-2-4 唾液粘度の主観的順位

0%, 1%, 2%アルギン酸Na含有飴すべての試験終了後, 唾液の粘度が増大したと感じた順

に順位付けを行った. 主観的順位の結果は表1に示す. 唾液粘度の主観的順位については, 0% - 2%間, 1% - 2%間で有意差が認められた. 被験者間の判定には, 有意に一致性があると判定された.

4 考察

人工唾液試験およびヒト試験についても, アルギン酸Na添加による試験食の溶解時間の遅延, および粘度の増大が確認された (図3, 図7A). 物質の溶解には, 溶媒の温度や粘度が関与しており, 基本的に溶媒の温度が高いほど, 粘

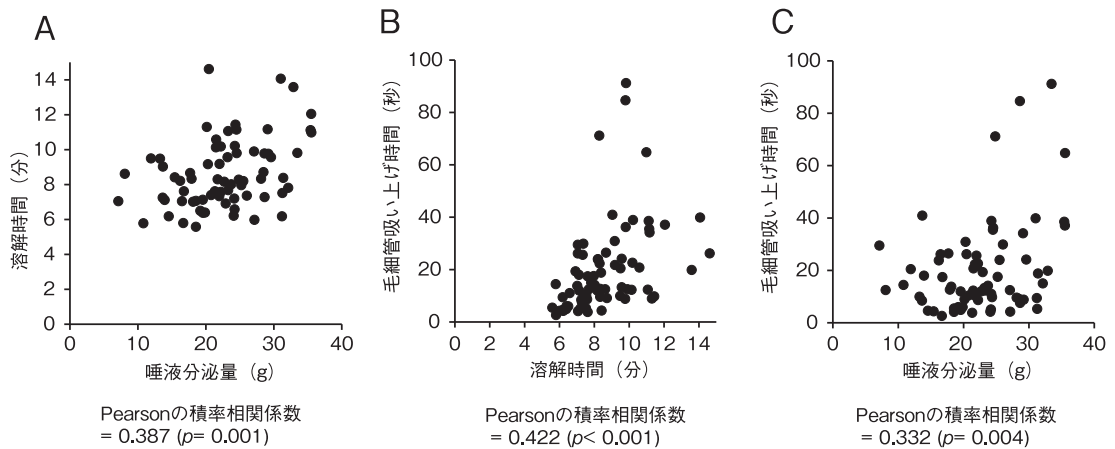


図 8. ヒト試験における唾液分泌量，溶解時間および粘度の相関

A：溶解時間と唾液分泌量の散布図。B：簡易毛細管法で測定した粘度と溶解時間の散布図。C：簡易毛細管法で測定した粘度と唾液分泌量の散布図。いずれも，Pearson の積率相関係数を算出した。

表 1. 唾液粘度を強く感じた試験食の順位の比較

	アルギン酸Na		
	0%	1%	2%
1位の人数	3	4	17
2位の人数	6	13	5
3位の人数	15	7	2
順位合計	60	51	33
順位合計の差	0	9	27
平均順位	2.5 ^a	2.1 ^{ab}	1.3 ^c
Kendallの一致係数	0.328*		

Newell & MacFarlane の検定：異なるアルファベット間に有意差あり ($p < 0.05$)。Kendall の一致係数：* $p < 0.05$ 。

度が低いほど物質の拡散速度は上昇する傾向にある²⁴⁾。アルギン酸Naは人工イクラや人工キャビアの製作に代表されるように，カルシウムイオンの存在下でゲル化する⁸⁾。人工唾液試験 (図 5) およびヒト試験 (図 8 B) においても，溶解時間と粘度との間に正の相関がみられたことから，試験食中のアルギン酸Naが，人工唾液およびヒトの唾液に含まれるカルシウムイオンの存在下でゲル化が進むことにより唾液粘度の増大し，試験食

(飴) の溶解速度が遅くなったと推察される。

液体の粘度の測定には，人工唾液試験で実施したコーンプレート型回転粘度計で測定することが理想であるが，後片付けにおいて毎回測定サンプル (唾液) をふき取る必要があり，新型コロナウイルス感染を防ぐ上でも今回のヒト試験で採用することができなかった。その代替として，本研究では，サンプル必要量が 2 mL と少量で，後片付けや廃棄が容易な簡易毛細管法^{18, 19)}を採用した。人工唾液試験において，コーンプレート型回転粘度計で得られた粘度と簡易毛細管法で得られた結果における単回帰分析で良好な直線性が得られた (図 4 C)。ヒト試験においては，個人差が非常に大きかったが，ほとんどの被験者の唾液サンプルの粘度を簡易毛細管で測定することができた。しかしながら，2名の被験者については唾液の粘度が非常に強く，唾液が毛細管に吸い上げられなかったため解析不能となった。簡易毛細管法は簡便であるが，粘性が強いサンプルの測定には注意が必要であると考えられる。

唾液分泌量について，唾液分泌量そのものの比較 (図 7 A) では，アルギン酸Na濃度依存的な

上昇が確認されたが、単位時間あたりの唾液分泌量（図7C）はアルギン酸Naによる影響が小さくなった。前述の溶解時間と粘度との関係を踏まえると、アルギン酸Naによる唾液分泌促進作用は、唾液の物性を変化させ、飴の溶解時間が遅延し、飴が長く口腔内にとどまったためであると推察された。

口腔機能リハビリテーションや口腔機能維持向上のために飴を利用する研究は複数報告されている¹¹⁻¹⁴⁾。口腔機能を反映する指標として、舌圧や口腔内細菌量、口腔粘膜湿潤度などがある。とくに口腔粘膜湿潤度に対する影響について、唾液分泌量を直接測定しているものではないが、健康な在宅高齢者¹²⁾ および健康若年女性¹³⁾ では飴を舐めることにより増大した。健康成人男性では口腔粘膜湿潤度には変化がなかったが、舌圧が上昇した¹⁴⁾。飴を舐めることによる口腔機能の維持向上に一定の効果があることが示唆されており、これらの訓練用の飴にアルギン酸Naを添加することにより、飴の溶解時間が遅延し、より訓練の効果を得られやすくなるのではないかと期待される。さらに、飴舐め訓練中に分泌される唾液にアルギン酸Naによる粘度が付与されることにより、唾液の誤嚥抑制に寄与できるのではないかと考えられる。

5 本研究の限界と今後の展望

本研究の限界として、試験食の飴を舐めている時間に限定した唾液分泌試験の結果であること、誤嚥リスクの低い健康な若年女性の結果であることがあげられる。今後はアルギン酸Naの継続・長期摂取の検討、安全性を確保できる条件が整ったら、唾液分泌が低下した高齢者を対象とした試験を行う必要があると考える。自由記述アンケートでは、アルギン酸Na含有飴は「食感がザラザラしており、気になってしまった」など、ややマイナスなコメントが散見された。また、表1に示されるように、アルギン酸Naが2%含有されて

いると、唾液の粘度が強くなったと感じとれるようであった。今後は嗜好型官能評価も併せて実施し、適切なアルギン酸Na添加量なども検討していく。

また、本研究の目的からは外れるが、本研究の成果は、たとえば口腔内に長く留まり、長時間味わうことができる「溶けにくい飴」などの新たな食品開発にも寄与できるものと考えられる。今後は飴以外にもグミやガムなどでも検証し、新たな食品開発へ向けた知見を積み上げていきたい。

6 結語

アルギン酸Na含有飴は、若年女性における唾液分泌量および唾液粘度を増大させた。とくに唾液分泌量の増加には、アルギン酸Naによる唾液の物性変化（粘度増大）により飴の溶解に時間がかかり、口腔内に長く飴がとどまっていたことが関与している可能性が示唆された。

謝辞

本研究を進めるにあたり、ヒト試験の予備検討・本試験の実施にご協力いただいた十文字学園女子大学人間生活学部食品開発学科栄養生理学（倉若美咲樹）研究室のみなさま、ヒト試験にご協力いただいた被験者のみなさまに深謝いたします。

参考文献

- 1) 厚生労働省. e-ヘルスネット「唾液分泌」.
<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/alcohol/ya-004.html>（2024年9月23日閲覧）
- 2) 厚生労働省. e-ヘルスネット「口腔機能の健康への影響」.
<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/teeth/h-08-001.html>（2024年9月23日閲覧）
- 3) 一般社団法人日本老年医学会, 一般社団法人日本老年歯科医学会, 一般社団法人日本サルコペ

- ニア・フレイル学会 (2024) オーラルフレイルに関する3学会合同ステートメント. 老年歯科医学 38 supplement 号: 86-96.
- 4) 細谷 憲政 監修, 武藤 泰敏 編著 (2002) 消化・吸収—基礎と臨床—. p 33-37. 第一出版, 東京.
- 5) 田地 陽一 編 (2020) 栄養科学イラストレイテッド 基礎栄養学 第4版. p 44-45. 羊土社, 東京.
- 6) 消費者庁. 特別用途食品について.
https://www.caa.go.jp/policies/policy/food_labeling/foods_for_special_dietary_uses/ (2024年9月23日閲覧)
- 7) 日本食物繊維学会 監修 (2008) 食物繊維—基礎と応用— 第3版. p 56-57. 第一出版, 東京.
- 8) 小林 三智子, 神山 かおる 編 (2022) 食品物性とテクスチャー. p 148-149. 建帛社, 東京.
- 9) 食品安全委員会. アルギン酸及びその塩類.
<https://www.fsc.go.jp/hyouka/hy/hy-hyouka-alginate.pdf> (2024年9月23日閲覧)
- 10) Puscaselu RG, Lobiuc A, Dimian M, Covasa M (2020) Alginate: from food industry to biomedical applications and management of metabolic disorders. *Polymers (Basel)* 12: 2417.
- 11) 山脇 加奈子, 吉川 峰加, 津賀 一弘, 久保隆靖, 田地 豪, 赤川 安正 (2015) 中等度認知症患者に飴を用いる口腔機能リハビリテーションを行った一症例. 日補綴会誌 7: 179-184.
- 12) 森野 智子, 伊藤 圭祐 (2013) 在宅で生活する健康な高齢者における「棒付き飴」トレーニングの効果. 静岡県立大学短期大学部研究紀要 27, 9-13.
- 13) 百合草 誠, 恋田 彩加, 磯永 美奈, 大原千洗, 鈴木 克明, 水上 陽介 (2024) 飴の嗜好性および飴の舐摂行動が口腔乾燥に与える影響. 健康医療科学研究 14, 29-38.
- 14) 森野 智子, 戸畑 温子, 溝口 奈菜 (2018) 健常者における飴舐め訓練による口腔機能向上に関する効果の検証. 老年歯学 33, 366-372.
- 15) Muszyńska B, Krakowska A, Lazur J, Jękot B, Zimmer L, Szweczyk A, Sułkowska-Ziaja K, Poleszak E, Opoka W (2018) Bioaccessibility of phenolic compounds, lutein, and bioelements of preparations containing *Chlorella vulgaris* in artificial digestive juices. *J Appl Phycol* 30: 1629-1640.
- 16) 平島 佳典 (2006) 唾液と高齢者の健康—唾液成分の特徴と関連する因子について—. 四国歯誌 19: 77-91.
- 17) 栢下 淳, 藤島 一郎, 藤谷 順子, 弘中 祥司, 小城 明子, 水上 美樹, 仙田 直之, 森脇 元希 (2021) 日本摂食嚥下リハビリテーション学会嚥下調整食分類2021. 日摂食嚥下リハ会誌 25: 135-149.
- 18) 北村 由紀子, 佐藤 裕二, 北川 昇, 岡根百江, 原 聡 (2006) 毛細管を用いた唾液のレオロジー特性評価法に関する基礎的検討. 老年歯学 21: 102-110.
- 19) 真下 純一, 岡根 百江, 佐藤 裕二, 北川 昇, 北村 由紀子 (2008) 口腔乾燥状態と唾液の性状との関係 第1報 健康成人の場合. 老年歯学 23: 319-329.
- 20) Flink H, Tegelberg A, Lagerlöf F (2005) Influence of the time of measurement of unstimulated human whole saliva on the diagnosis of hyposalivation. *Archives of Oral Biology* 50: 553-559.
- 21) 水橋 史, 小出 馨, 戸谷 収二, 北川 哲太郎, 森田 修己 (2010) 口腔乾燥患者の検査法: 安静時唾液, サクソソテスト, 口腔水分量, RSSTによる検査法の比較. 老年歯学 24: 374-380.
- 22) 後藤 聡, 渡辺 八州郎, 武田 真由美, 冨塚清二 (2002) シェーグレン症候群の診断におけ

る唾液分泌量測定法としてのガムテストの検討, 日口粘膜誌 8 : 20-28.

- 23) (公社) 日本フードスペシャリスト協会 編
(2014) 三訂 食品の官能評価・鑑別演習. p
15-21. 建帛社, 東京.
- 24) 山本 修一 (2010) 物質移動物性としての拡散
係数と水分吸脱着 (乾燥). 日本食品工学会誌
11 : 73-83.