

## 針入式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

畦西克己<sup>\*1</sup>, 館村 卓<sup>\*2</sup>, 外山義雄<sup>\*3</sup>, 奥田豊子<sup>\*4</sup>,  
吉村 美紀<sup>\*1</sup>, 北元 憲利<sup>\*1</sup>, 西成 勝好<sup>\*5</sup>

\*1: 兵庫県立大学大学院環境人間学研究科

\*2: 大阪大学大学院 歯学研究科 高次脳口腔機能学講座

\*3: 明治乳業株式会社食品開発研究所

\*4: 帝塚山学院大学人間科学部 食物栄養学科

\*5: 大阪市立大学大学院生活科学研究科

### Comparison of commercial thickening agents using a simplified falling needle viscometer and by sensory evaluation, and the effect of added salt on their properties

Katumi AZENISHI<sup>\*1</sup>, Takashi TACHIMURA<sup>\*2</sup>, Yoshio TOYAMA<sup>\*3</sup>, Toyoko OKUDA<sup>\*4</sup>,  
Miki YOSHIMURA<sup>\*1</sup>, Noritoshi KITAMOTO<sup>\*1</sup>, Katsuyosi NISHINARI<sup>\*5</sup>

\*1: Graduate School of Human Science and Environment, University of Hyogo

\*2: Functional Oral Neuroscience, Graduate School of Dentistry Osaka University

\*3: Meiji Dairies Corporation

\*4: Department of Food Science and Nutrition, School of Human Sciences, Tezukayama Gakuin University

\*5: Graduate School of Human Life Science, Faculty of Human Life Science, Osaka City University

#### Abstract

We compared the viscosity and sensory characteristics during swallowing of samples prepared with commercial thickening agents.

[Study 1] Nine types of xanthan gum-based thickening agents were dissolved, according to the respective manufacturer's instructions, to prepare samples at a consistency similar to potage. The potage-like consistency corresponded to the low viscosity examples indicated in the manufacturers' instructions. A simplified viscometer (Meiji Dairies Corporation) was used to measure the time required for the test needle to fall in each sample 15, 30 and 60 min after sample preparation. The duration of fall was used as an indicator of sample viscosity. Three thickening agent samples with different viscosity levels were chosen and added to Hojicha (roasted green tea) for sensory evaluation by healthy young adults. The findings of Study 1 are as follows.

1. Viscosity levels varied widely between the 9 thickening agents at potage-like consistency, prepared according to the manufacturers' instructions.
2. When added to Hojicha, sensory characteristics such as "ease of swallowing", "smoothness", "less residue after swallowing", and "overall acceptability" were reported to be more favorable in thickening agent samples with lower viscosity than in those with higher viscosity.

[Study 2] We next examined the effect of added salt on the viscosity and sensory characteristics during swallowing of thickening agents. Samples with the consistency similar to yoghurt, with or without the addition of a mixture of stock and soy sauce (final salt content 1%), were prepared with the same nine thickening agents used in Study 1, according to the respective manufacturer's instructions. The yoghurt-like consistency corresponded to the intermediate viscosity example among the three viscosity levels indicated in the instructions for each agent. First, the time required for the test needle (diameter, 8 mm and 12 mm) to fall in each sample was

measured 15, 30, and 60 min after sample preparation. Next, samples with added salt were tested using the viscometer, and three samples with different viscosity levels were chosen for sensory evaluation by healthy young adults. Findings of Study 2 are as follows.

1. Rankings of the nine thickening agents by viscosity were different depending on the consistency of the prepared samples (yoghurt-like consistency vs potage-like consistency in Study 1. The addition of salt significantly reduced the viscosity of most of the thickening agent samples with yoghurt-like consistency, suggesting that seasonings and food ingredients influence the viscosity of xanthan gum-based thickening agents.
2. When added to Hojicha, mean sensory evaluation scores tended to be higher for samples with lower viscosity. It was suggested that the relationship between the viscosity of thickening agents and sensory evaluation results is weakened by the presence of salt.
3. The simplified falling needle viscometer used in this study enables viscosity to be measured in a simple manner and provides useful estimates of the viscosity of thickening agents.

**Key words:** simplified viscometer(簡易粘度計), xanthan gum(キサンタンガム), thickening agents(とろみ調整食品), viscosity comparison(粘性比較), sensory evaluation(官能評価)

## I. 緒 言

わが国では今世紀半ばには、65歳以上人口が全人口の1/3を占める勢いで、現在、少子高齢社会が急速に進行している。加齢や疾病などにより、咀嚼・嚥下機能の低下が見られる。特に、脳血管障害の罹患率は依然として高く、救命率が高まる一方で急性期にはその3割が嚥下障害を呈する。嚥下機能の低下は誤嚥性肺炎や脱水など、生命に関わる危険性が高いため、医療や福祉の現場では、摂食・嚥下障害のある人に対して、経腸栄養や静脈栄養が適用される場合が多い。近年、食形態の工夫や摂食訓練により、少しでも経口摂取ができるように変化してきており、口から食べることは日常生活において、単に栄養素を補給するためだけでなく、心理的・社会的意義においても食べる楽しみは必要不可欠なことである。特に、わが国は超高齢社会を控え、「いかにして健康な生活を営むか」が重要であり、その基本は食生活にあるといっても過言ではないといえる。

加齢や疾患に伴って咀嚼・嚥下などの生理機能が低下すると、食品に求められる特性は、栄養価・味・生体調節機能に加えて、食べやすさの要因であるテクスチャー特性が重要となってくる。しかし、摂食・嚥下障害のある人が経口摂取できる食形態は、ゼリー食品やペースト食などの限定された調理形態となり、水やお茶のような液状食品や飲料はそのままの状態では、誤嚥の危険性が高いとされている。最近では、液状食品や飲料に添加するだけで粘度が得られるとろみ調整食品が市販されており、嚥下障害を持つ患者の食事である嚥下食に欠かせないものになっている。

とろみ調整食品は、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<sup>2)</sup>。例えば、お茶を飲む時にむせる患者には、とろみ調整食品を振り入れて、粘性を付けることにより、むせずにスムーズに飲み込むことができる。また、きざみ食などのように口の中でバラバラになるような形態の食事にも、とろみ調整食品を用いて粘性を加えることにより、まとまって飲み込むことができるようになる。しかし、医療や施設の現場において、どのとろみ剤が適切な粘性を示し、飲み込みやすいか検討されずに、使用されているのが現状であり、どの程度のとろみの粘度が摂食・嚥下障害がある対象者に対して有効であるかを明確にする必要がある。

とろみ調整食品に必要とされる機能は、(1)「ダマ」になりにくく、常温で容易に分散、溶解すること (2) 実用的な粘度の発現が早く、経時的変化が少ないこと (3) 食品の成分に関係なく、安定した粘度を発現すること (4) 付着性が小さく、保形性(食塊形成性)が高いこと (5) 食品の嗜好性(味や外観)を損なわないことなどが挙げられる<sup>3)</sup>。

また、キサンタンガムは耐酸性、耐塩性、耐熱性、耐凍結解凍性を示し、溶液に高濃度の食塩を添加したり、低pHに調整したり、レトルト殺菌のような強い加熱を施した場合においても、グアーガムなどの他の増粘多糖類と比較して、その粘度・粘性に大きな変化が少ないという報告がある<sup>4)</sup>。現在、市販されているとろみ調整食品は20種類以上(ゲル化・固形化目的も含めると数十種類ともいわれている)に及んでおり、キサンタンガムを主原料とした商品が主流となってきている。キサンタンガム系は、上記のとろみ調整食品に必要とされる機能を満たしている製品が多く、各メーカーは摂食・嚥下障害のある対象者に適用しやすい商品の開発に力を注いでいることがわかる。

また、病院および介護施設では、市販とろみ調整食品

表1 9種類の市販とろみ調整食品の成分と指示量

	トロミ剤名	成分	添加量1 (g / 液体 100ml)	添加量2 (g / 液体 100ml)
A	トロメリン Hi	キサントガム、グアーガム、デキストリン	1.0	2.0
B	ソフティア	キサントガム、デキストリン	1.0	1.5
C	とろみファイン	キサントガム、デキストリン	1.0	1.5
D	トロミパーフェクト	キサントガム、デキストリン、塩化カリウム	1.0	2.0
E	トロメイクSP	キサントガム、デキストリン、塩化カリウム	1.0	1.5
F	つるりんこ	キサントガム、デキストリン、乳酸カルシウム、クエン酸三ナトリウム	1.5	2.0
G	トロメリンS	デキストリン、グアーガム、デキストリン	1.0	1.5
H	ネオハイトロミール	キサントガム、デキストリン、pH調整剤	1.0	2.0
I	トロミクリア	キサントガム、デキストリン	1.5	2.3

添加量1：水などの液体に添加し、ポタージュ状にする量

添加量2：水などの液体に添加し、ヨーグルト状にする量

を用いて、料理や食品、水分などに溶解して粘度を調整し、患者に提供している。しかし、実際に調理師などが厨房内で調理を行う場合、感覚的にとろみを付ける場合が多いことから、毎回、均一で適正な粘性であるとはいえない。また、患者個人ごとの障害の度合いによっても粘性を区別することが本来は重要であるといえる。一般的に物性の測定は、クリープメーターやB型粘度計を使用するが、そのような機器を病院や介護施設で利用することは難しい。そこで、簡単に粘性を測定できる粘度計が必要であると考えられる。簡便な方法で物性評価できる先行研究として、LST法、傾斜法などが開発されている<sup>5-8)</sup>。

今回、市販されている9種類のキサントガム系のとろみ調整食品（2007年時点）について粘性を比較検討し、さらに、健常者を対象にほうじ茶に添加し、官能評価を行い、「飲み込み特性」について検討した。また、とろみ調整食品の主原料であるキサントガム試料に塩分を添加した場合、粘性の低下が少ないと報告されている<sup>9)</sup>。そこで、9種類のキサントガム系のとろみ調整食品を用いて調整した試料に塩分を添加（だし醤油）した場合、粘性にどのような影響があるかについて検討した。また、健常者を対象にだし醤油溶液にとろみ調整食品を溶解し、調整した試料における「飲み込み特性」についても検討した。

本研究では簡便な粘度測定機器の有用性検討も目的の1つとしており、明治乳業と大阪市立大学の西成勝好教授が共同で考案し、井元製作所が製作した「針入式簡易粘度計」を用い粘性の指標とした。電源や圧縮空気等の動力源が不要で、小型・軽量という特長を有し、かつ粘度測定方式として広く用いられている「針入式」を採用している点が従来のLST法（Line Spread Testの略、中央に同心円の描かれたシートの中心部分に試料を規定量で、その広がり方と大きさを粘性の指標とする方法）、傾斜法

に比べて有用と判断したものである。

## II. 方法

### 1. 試料

トロメリン Hi ((株)三和化学研究所)、ソフティア (ニュートリー(株))、とろみファイン (キュービー(株))、トロミパーフェクト (日清サイエンス(株))、トロメイク SP (明治乳業(株))、つるりんこ((株)クリニコ)、トロメリン S ((株)三和化学研究所)、ネオハイトロミール((株)フードケア)、トロミクリア (ヘルシーフード(株)) の主原料がキサントガムであることをメーカーに確認した9種類のとろみ調整食品を試料とし、それぞれをA、B、C、D、E、F、G、H、Iとした。(表1)

市販とろみ調整食品の成分に関しては、表1に示すとおりであるが各原料の配合割合については、各製品のパンフレットに記載がないため、不明である。また、表1の記載分量はポタージュ状およびヨーグルト状の濃度にするために、100mlの水などの液体に加えるパンフレットの指示量を示している。

### 2. 試料調整方法

実験1では、各製品のパンフレットの指示にある3段階の中で最も低粘度になるとされている濃度（ポタージュ状）に溶解したものを試料とした。各とろみ調整食品の指示量を20℃のイオン交換水100mlに添加し、攪拌機（プロベラ型、直径4cm）で500rpm×2分間攪拌を行い各試料の粘性を均一にした。

実験2では、各製品のパンフレットの指示にある3段階の中で真ん中の粘度になるとされている濃度（ヨーグルト状）に溶解したものを試料とした。各とろみ調整食品の指示量を20℃のイオン交換水100ml（塩分添加なし）と20℃のイオン交換水90mlに市販だし醤油であるキッ

①セッティング

治具中心が試料表面となる位置で支持棒を固定。

②測定開始

ストッパーを解除し、棒を落下させる

③測定終了

規定位置まで落下した時点でストップ

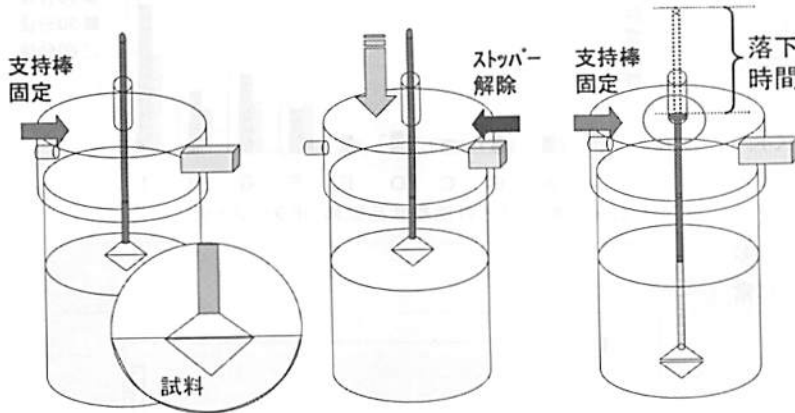


図1 針入式簡易粘度計の測定方法

コーマン本だしを 10ml (塩分 1g 相当) 入れたもの (以後、塩分添加と記す) に添加し、攪拌機 (プロペラ型、直径 4cm) で 500rpm × 2 分間攪拌を行い各試料の粘性を均一にした。

3. 測定装置と測定方法

測定は、針入式簡易粘度計を用いた。この簡易粘度計を用いて各市販トロミ調整食品をイオン交換水で溶解して、トルビーカーに入れ、先端に円錐治具を取り付けた支持棒を落下させ、支持棒の先端が、ガイドの「赤ライン」に達するまでの時間を計測した。攪拌終了後の試料の粘性の測定は、15分、30分、60分後の落下時間とした (図1)。円錐治具は直径 6、8、10、12mm の 4 種類 (図2) あり、落下時間が長いほど、粘度が高いことを表している。また、円錐治具は直径が大きいほど試料との抵抗力が大きくなるため、落下時間は遅くなる。攪拌終了 15分、30分、60分後の各試料の粘性の指標として、治具の落下時間を測定した。測定は 3 回実施し、その平均値を用いた。

4. とろみ調整食品に関する官能評価

沸騰させたイオン交換水を用いて、ほうじ茶を作成し、測定した粘性 (落下時間) を強度別の 3 つの区分に分類した。その中から E: トロメイク SP、H: ネオハイトロミール、I: トロミクリアの 3 種類を選び、冷却したほうじ茶にこれらを溶解し、攪拌機を用いて、粘性の測定時と同様な試料調製方法でテスト当日に官能検査用試料を作成した。

また、各試料は調製後、30 ~ 60 分位、温度は 25°C ± 3°C でパネリストに提供し、嗜好評価を行った。

官能検査のパネリスト (評価者) は、栄養士養成施設女子学生 32 名 (平均年齢 27.2 ± 6.4 歳) とした。パネリストは、高齢者など嚥下機能が低下した人を対象とするのが本来の目的からは妥当であるが、誤嚥の危険性や感度のことを考慮して、健常者とした。

次に、沸騰したイオン交換水にだし醤油を添加して、だし醤油溶液を作成し、前実験同様に測定した粘性 (落下時間) を強度別の 3 つの区分に分類した。その中から E: トロメイク SP、H: ネオハイトロミール、I: トロミクリアの 3 種類を選び、冷却しただし醤油溶液にこれらを添加し、攪拌機を用いて、粘

性の測定時と同様の試料調製方法でテスト当日に官能検査用試料を作成した。また、各試料は調製後、30 ~ 60 分間に温度は 25°C ± 3°C でパネリストに提供し、嗜好評価を行った。

官能検査のパネリストは、栄養士養成施設女子大学生 28 名 (平均年齢 20.8 ± 0.5 歳) とした。

ほうじ茶試料およびだし醤油試料とも 30 g ずつプラスチック製カップに入れ、色シールを貼って区別した。シール色と呈示順序がランダムになるように組み合わせた 3 種類の試料を各パネルに摂取してもらった。また、次の試料を評価する前に水道水でうがいをを行い、口中の試料の残留を除去した。

官能評価の実施前にパネリストにこの研究の目的ととろみ調整食品の安全性について 30 分程度の説明を行い、同意の得られたもののみが参加した。尚、個人情報の保

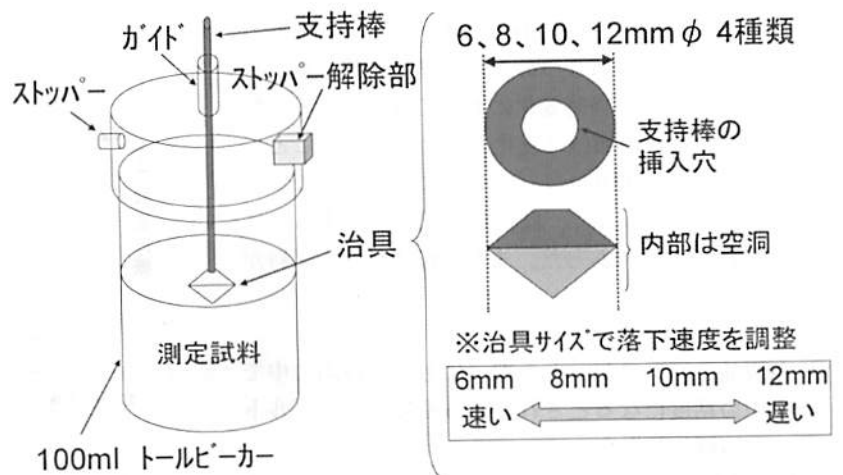


図2 針入式簡易粘度計の概要

護に十分に配慮した。

評価項目は「舌触りのなめらかさ」、「風味」、「べたつき感」、「飲み込みやすさ」、「口中における残留感」及び「総合評価(好ましき)」の6項目であった。評価基準は、舌触りのなめらかさ(+2:非常になめらか←2:非常にざらつく)、風味(+2:非常に風味がよい←-2:非常に風味が悪い)、べたつき感(+2:非常にさらりとしている←-2:非常にべたつく)、飲み込みやすさ(+2:非常に飲み込みやすい←-2:非常に飲み込みにくい)、口中における残留感(+2:非常に残留感が少ない←-2:非常に残留感が多い)、総合評価(+2:非常に好ましい←-2:非常に好ましくない)の5段階とした。

5. 統計処理

嗜好性の評価としての統計処理は、クラスカル・ウォリス検定を行い、その後、ウィルコクソンの順位和検定を用いて、有意差検定を行った。有意水準は  $p < 0.017$  および  $p < 0.003$  とした。また、ほうじ茶試料と塩分添加試料の嗜好性の評価の平均値の差について、t検定を行った。塩分添加なし試料(ヨーグルト状)と塩分添加試料の粘性の平均値の差についてもt検定を行った。

III. 結 果

1. 市販とろみ調整食品の粘性の強度別分類と経時変化の特性

(1) 各製品のパンフレットの指示にある3段階の中で最も低粘度になるとされている濃度(ポタージュ状)に溶解した場合

円錐治具の落下時間は、図3に示すとおりである。試料の粘性の強度が小さい順に1) A:トロメリンHi、B:ソフティア、C:とろみファイン、D:トロミパーフェクト、E:トロメイクSP、2) F:つるりんこ、G:トロメリンS、H:ネオハイトロミール、3) I:トロミクリアの3つのグループに分類した。15、30、60分の粘性の経時変化においては、とろみ調整食品間での粘性の順位は変化がないが、時間ごとに粘性が増加を示す傾向があるものはA、G、Iであった。著しい変化がなく、安定した傾向を示すものはB、C、D、E、Fであった。また、粘性が低い試料が経時的に安定であった。

(2) 各製品のパンフレットの指示にある3段階の中で真ん中の粘度になるとされている濃度(ヨーグルト状)に溶解した場合

塩分添加なしの試料では直径8mmでの治具の落下時間は図4に示すとおりである。とろみ調整食品を

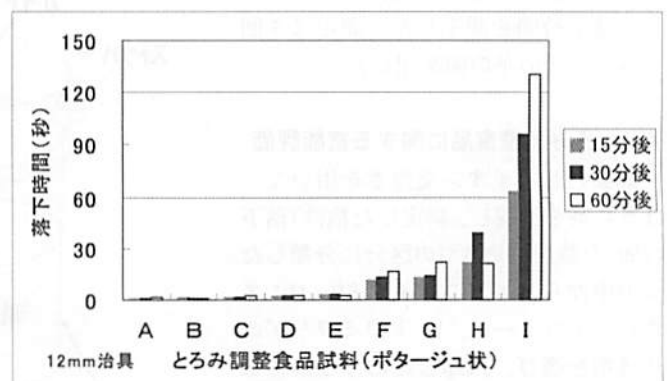
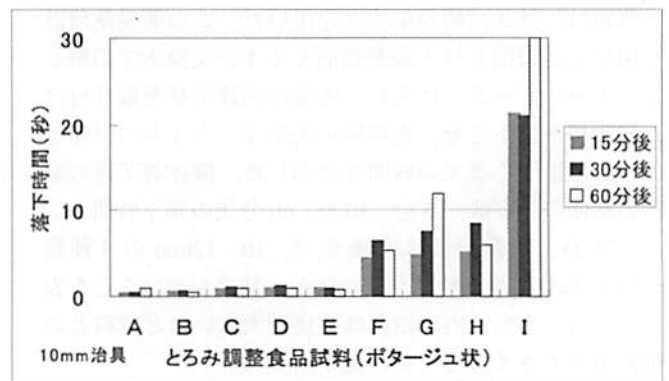
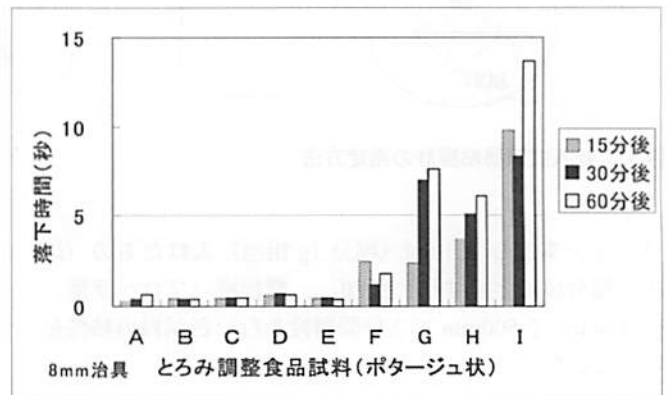
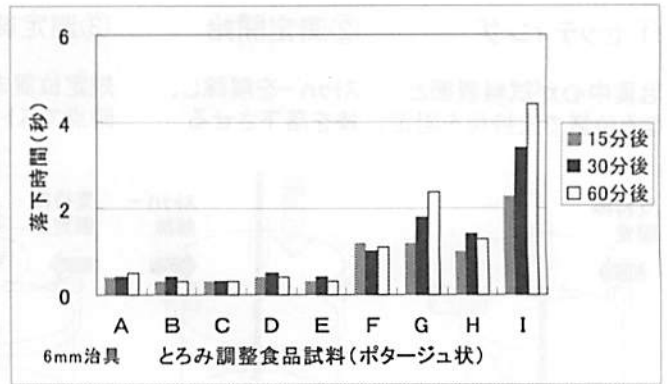


図3 3試料A~Iの15・30・60分後の治具6・8・10・12mmの落下時間

ポタージュ状に溶解した試料とヨーグルト状のもの(塩分添加なし)とでは、異なる粘性強度の順を示した。試料Hの落下時間は600秒以上になったため、これ以上の測定が不可能と判断した。

(3) 塩分を添加してヨーグルト状濃度に溶解した場合

塩分添加試料の直径8 mm および 10 mm での治具の落下時間は、図5に示すとおりである。塩分添加試料のとろみ調整食品の粘性の強度が小さい順に I) B:ソフティア、G:トロメリンS、A:トロメリンHi、E:

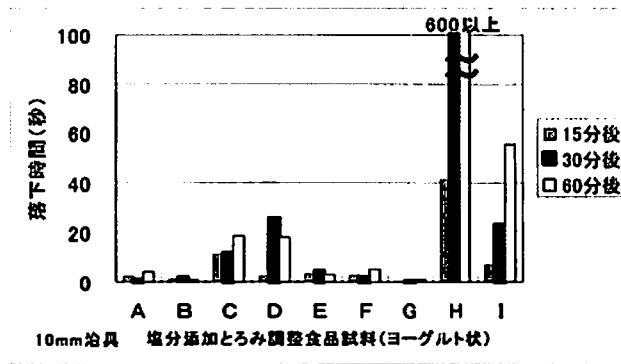
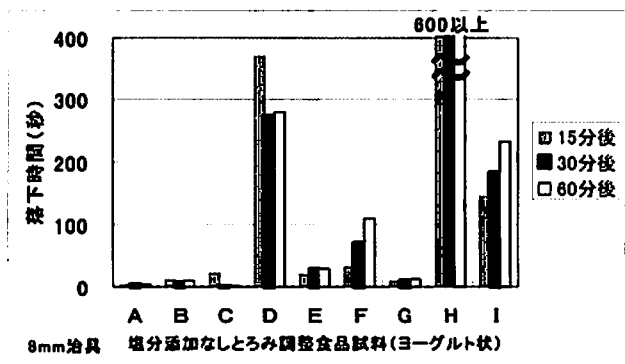
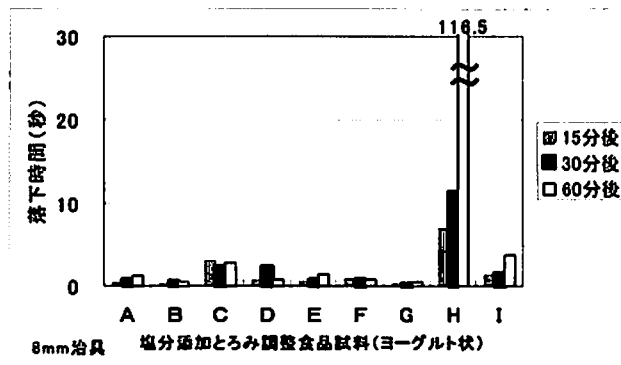


図4 塩分添加なし試料A～Iの15・30・60分後の治具8mmの落下時間

図5 塩分添加あり試料A～Iの15・30・60分後の治具8・10mmの落下時間

表2 官能評価の平均値および標準偏差と全試料間有意差検定

ほうじ茶試料					
	E	H	I	F値	検定
舌触りのなめらかさ	0.83 ± 0.90	0.23 ± 1.18	-0.38 ± 1.35	24.961	**
風味	0.16 ± 0.99	-0.04 ± 1.01	-0.28 ± 0.97	5.280	n.s.
べたつき感	0.03 ± 1.03	-0.64 ± 1.03	-1.17 ± 0.88	37.215	**
飲み込みやすさ	0.47 ± 1.06	-0.18 ± 1.11	-0.55 ± 1.23	21.192	**
口の中における残留感	0.34 ± 1.07	-0.32 ± 0.96	-0.72 ± 1.09	26.568	**
総合評価	0.12 ± 1.09	-0.41 ± 1.09	-0.93 ± 0.93	25.749	**

N=32

\* : P < 0.05、\*\* : P < 0.01、n.s. : 有意差なし

注) 5段階評価+2: 非常によい ← → -2: 非常に悪い

塩分添加試料					
	E	H	I	F値	検定
舌触りのなめらかさ	0.29 ± 0.96	-0.30 ± 1.11	-0.75 ± 1.09	20.506	**
風味	0.02 ± 1.20	-0.26 ± 1.08	-0.06 ± 1.01	1.471	n.s.
べたつき感	0.10 ± 1.03	-0.74 ± 1.01	-0.65 ± 1.05	18.397	**
飲み込みやすさ	-0.02 ± 0.90	-0.58 ± 0.86	-0.35 ± 1.07	8.125	*
口の中における残留感	-0.10 ± 1.10	-0.54 ± 1.05	-0.71 ± 0.90	8.367	*
総合評価	-0.24 ± 0.95	-0.70 ± 0.76	-0.73 ± 0.90	9.681	**

N=28

\* : P < 0.05、\*\* : P < 0.01、n.s. : 有意差なし

注) 5段階評価+2: 非常によい ← → -2: 非常に悪い

トロメイク SP、F:つるりんこ、2) D:トロミパーフェクト、C:とろみファイン、I:トロミクリア、3) H:ネオハイトロミールの3つのグループに分類した。

とろみ調整食品に塩分を添加した場合、無添加と比較し、15、30、60分後いずれにおいても試料Cを除く、全ての試料で治具の落下時間が著しく短縮し、有意に ( $P < 0.05$ ) 粘性の低下を示した。粘性低下を示した塩分添加試料の中でHは、60分後の落下時間がその他のものと比較して、低下割合は小さかった。

10mm 治具、試料Hの落下時間は600秒以上になったため、これ以上の測定が不可能と判断した。

2. 官能評価

ほうじ茶試料 (ポタージュ状の濃度) での官能評価で得られた各特性に対する評価点の平均値および標準偏差ととろみ調整食品の全試料間の有意差検定結果を表2に示した。「舌触りのなめらかさ」、「べたつき感」、「飲み込みやすさ」、「口中における残留感」、および「総合評価 (好ましさ)」の評価項目において、とろみ調整食品間に有意な特性の差が認められた。また、図6に示すとおり、各試料間において「舌触りのなめらかさ」では、試料EはH、Iよりも、試料HはIよりも有意に舌触りがなめらかと評価された。次に、「べたつき感」についても、試料EはH、Iよりも試料HはIよりも有意にべたつき感が少ないと評価された。「飲み込みやすさ」については、試料EはH、

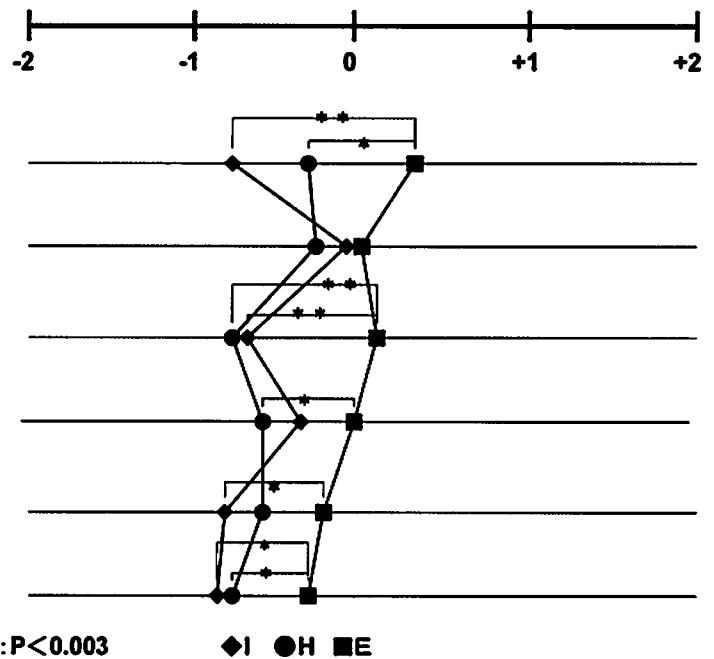
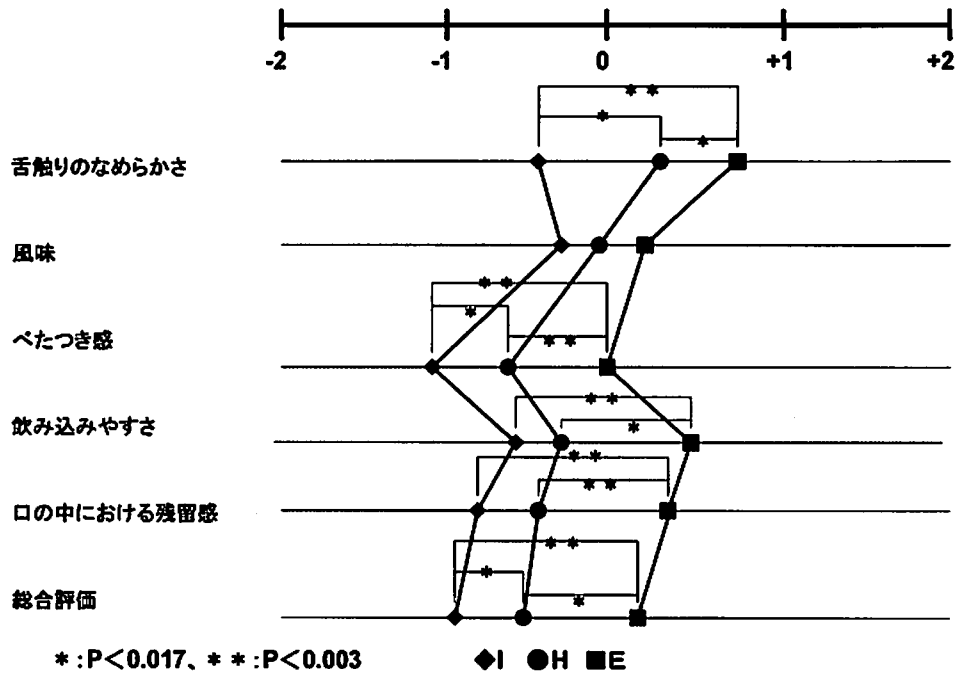


図6 各試料間の官能評価結果

Iよりも有意に飲み込みやすいと評価された。また、「口中における残留感」についても、試料EはH、Iよりも有意に口中における残留感が少ないと評価された。最後に、「総合評価 (好ましさ)」は、試料EはH、Iよりも、試料HはIよりも有意に好ましいと評価された。

次に、塩分添加試料での官能評価で得られた各特性に対する評価点の平均値および標準偏差ととろみ調整食品

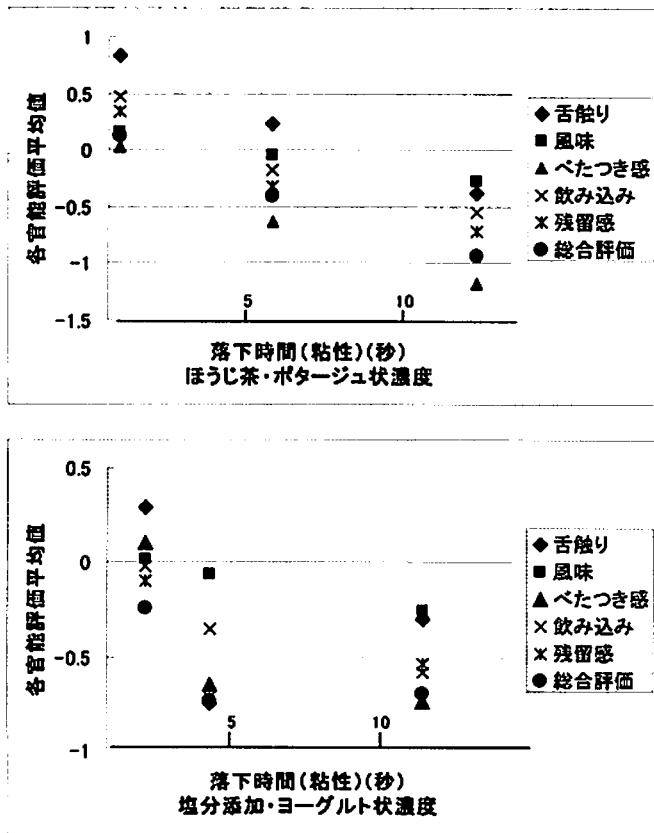


図7 落下時間(粘性) と各官能評価平均値の関連性

の全試料間の有意差検定結果を表2に示した。「舌触りのなめらかさ」、「べたつき感」、「飲み込みやすさ」、「口中における残留感」、および「総合評価(好ましさ)」の評価項目において、とろみ調整食品間に有意な特性の差が認められた。また、図6に示すとおり、各試料間において「舌触りのなめらかさ」、「べたつき感」、「総合評価(好ましさ)」の項目で、試料EはH、Iよりも有意な差が認められた。また、「飲み込みやすさ」では、試料EはHよりも有意に飲みやすく、「口中における残留感」では、試料EはIよりも有意に残留感が少ないと評価された。

官能評価で用いたほうじ茶試料と塩分添加試料の各特性における有意差は、「舌触りのなめらかさ」の評価項目では、試料EとH間において有意差が認められた。また、「べたつき感」では試料I、「飲み込みやすさ」では試料Eおよび試料H、「口中における残留感」では試料E間で有意差 ( $P < 0.05$ ) が認められた。

図7にほうじ茶試料(ポタージュ状の濃度)および塩分添加試料(ヨーグルト状の濃度)の各官能評価項目の平均値と試料調整60分後の8mm治具の落下時間との関連性を示す。ほうじ茶試料では、8mm治具において落下時間が短い(粘性が低い)とろみ調整食品試料ほど官能評価の平均値は高い傾向を示した。また、塩分添加試料では、ほうじ茶試料ほど顕著ではないが、8mm治具において落下時間が短い(粘性が低い)とろみ調整食品試料

ほど官能評価の平均値は高い傾向を示した。

塩分添加によって粘性低下が認められたため、とろみ調整食品の添加量を増やし(約1.5~2倍)でヨーグルト状となるように調整を試みたが、それでも塩分無添加のほうじ茶のポタージュ状に調製した場合に比べて、低粘度となった。

#### IV. 考 察

##### 1. 針入式簡易粘度計を用いた物性測定

針入式簡易粘度計による落下時間と粘性との関連の有意性については、先行研究において報告がある<sup>9)10)</sup>。簡易粘度計を用いて、粘性の強度の分析は行うことができる。

この針入式簡易粘度計の長所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ことがあげられる。また、反対に短所は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あげられる。(治具の大きさ、重さを変えれば対応可能である。)

今回の研究はこの簡易粘度計を用いて、キサントガム系の市販とろみ調整食品試料の粘性(落下時間)の比較および官能評価を行った。

これまでの先行研究では、市販されているとろみ調整食品試料を用いた粘稠な液状食品の力学的特性と官能評価による飲み込み特性の関係について検討している<sup>11)12)</sup>。これらの研究は、澱粉系試料、グアーガム系試料および、これらの混合試料を水溶液に加えて、液状、ヨーグルト状、ペースト状、ムース状にした食品を力学的特性(テクスチャー特性)である硬さ、凝集性、付着エネルギーや降伏応力、動的粘弾性の測定と官能評価を行い、これらの形状の食品での各とろみ調整食品別の飲み込みやすさについて検討している。

従来の研究において、ゲル状食品は圧縮速度の増加に伴い、硬さが増加することが報告されている<sup>13)</sup>。澱粉系及びグアーガム系試料を用いた粘稠な液状食品では、テクスチャー特性の応力の圧縮速度依存性が飲み込みやすさに関与し、硬さは圧縮依存性を示し、粘度は回転数依存性を表しており、硬さの圧縮速度依存指数が小さく、粘度の回転依存指数が低いほど飲み込み特性が優れていることを報告している<sup>14)</sup>。ここではB型回転粘度計を速く回すと回転数が大きくなり、粘度は小さくなる。また、B型粘度計をゆっくり回すと回転数は小さくなり、粘度は大きくなる。また、圧縮速度を変化させ、テクスチャー特性の応力と付着エネルギー間に高い正の相関が認められるということも示している<sup>12)</sup>。本研究での簡易



粘度計の場合においては、12 mm の治具ではゆっくり落下するが、6 mm の治具では速く落下することを表している。治具を複数活用することで、試料の圧縮速度依存性や回転数依存性などの有無や程度を知る手がかりとなると考えられる。治具の大きさ、重さを系統的に変えれば、B 型粘度計の回転数を変える場合に対応させることは可能である。

ポタージュ状に調整した試料において、簡易粘度計の治具 4 種類 (6 ~ 12 mm) の試料 A ~ I の経時変化ごとの粘性は同じ傾向を示している。また、治具 4 種類 (6 ~ 12mm) とともに試料 A ~ I はそれぞれの粘性に差があることが認められた。このことは、簡易粘度計の先行研究と同様に粘性の分析を行うために用いることができるといえる。

主原料がキサンタンガムであるとろみ調整食品に塩分を添加した場合、著しい粘性の低下が認められた。先行研究では、蒸留水と 0.8、2、3% 食塩水に澱粉系のとろみ調整食品を溶解した場合、蒸留水よりも塩分濃度が増加するとともに粘性の低下を示し、澱粉系のとろみ調整食品試料は外的要因である温度、酸、その他の食品、唾液などが加わると粘性が低下することを示している<sup>19)</sup>。今回の研究でも、試料 C、H 以外の試料において、塩分を添加すると著しい粘性の低下を示した。キサンタンガム系とろみ調整食品試料の粘性の低下は主原料のキサンタンガムの特徴として、塩分添加の常温及び冷却した溶液には水和しにくい性質があり、塩分添加の加熱した溶液にキサンタンガムを添加する場合やキサンタンガムを添加した溶液を加熱する場合は、溶解性を示し、粘性の低下は小さいと報告がある<sup>20)</sup>。また、試料 C、H の粘性の低下が認められないまたは少ないのは、常温で塩分を加えた時に離水を防止する成分が含まれていると推測することができる。外的要因である温度変化や塩分、酸などが加わるとキサンタンガム系を含むほとんどのとろみ調整食品の粘性は変化することになる。そこで、摂食・嚥下機能障害がある対象者に応じた適切な粘性を把握するためには外的要因である温度変化や塩分、酸などが加わった場合まで考慮することが重要である。そのためには、どの程度の粘性であるか確認ができ、簡単に粘性を測定できる器具が必要となる。今後、医療、介護施設に今回の研究に用いた簡易粘度計を設置し、摂食・嚥下機能障害がある対象者に対して正確な粘性を測定することにより、嚥下機能障害に応じた適切な粘性をもつ料理を提案することが重要であると考えられる。今回の針入式簡易粘度計は、測定操作が簡単で粘性強度について正確に測定できるため、とろみの粘性の目安を把握するためには、有効であると考えられる。

また、市販とろみ調整食品の各製品パンフレットの指示に従って、ヨーグルト状に調製したにも関わらず、それらの粘度を比較することにより、ポタージュ状よりも

はるかに大きな差があることが確認された。現在、日本介護食品協議会では、「とろみの目安」を設定し、「とろみの目安表示」の統一化をすすめている。今後、各メーカーは、市販とろみ調整食品の改良を行い、実用的に使用できる製品の開発の取り組みだけでなく、この「とろみの目安表示」に沿った各製品のパンフレットの指示量と粘性を作成することが重要であると考えられる。

## 2. 官能評価

次に、従来の研究では、飲料 4 種類 (水、牛乳、ジュース、すまし汁) に市販とろみ調整食品を添加し、ヨーグルト状の硬さに調整して、健常者を対象に官能評価を行っている。舌触りのなめらかさはとろみ調整食品を添加した飲料の種類で異なった。しかし、いずれの飲料においても、グアーガム系試料が澱粉系試料に比べ、べたつき感があり、飲み込みにくく、口中の残留感があると評価されている。以上のことから、澱粉系試料はグアーガム系試料に比べ、プレーンヨーグルト程度の硬さを有する粘稠な試料では、飲み込み特性が優れていることを示している<sup>12)</sup>。しかし、プレーンヨーグルト状の硬さであれば比較的口腔内に滞留する時間も長いため、唾液中の酵素の影響も受けやすいと考えられる。

とろみ調整食品を使用したほうじ茶の官能評価は先行研究にもみられる。とろみ調整食品 (澱粉系) を使用した温度が異なったほうじ茶試料の比較研究では<sup>21)</sup>、60°C のほうじ茶は常温に近い 30°C のものより飲み込みやすく、おいしさにおいても同様であると報告されている。これは温度の異なる「ほうじ茶試料」がとろみ調整食品の添加量が一定の場合、温度が低いほど高粘度を呈するためであると考えられる。また、ほうじ茶を使用した澱粉系試料での粘度の違いによる比較研究では、濃度が 0、3、5% の場合、「飲み込みやすさ」、「総合評価」などの評価項目において、粘度が高いほどおいしさが損なわれるということが示されている<sup>22)</sup>。

本研究では、官能評価結果から、健常者ではほうじ茶の場合には、キサンタンガム系試料の粘性が低いほど飲み込みやすく、好まれる結果となった。また、8mm 治具での落下時間と各官能評価項目間には、落下時間が小さい (粘性が低い) 試料ほど官能評価は高い傾向を示した。このことにおいても粘性が低いほうじ茶の方が飲み込みやすいことを示すことができた。

次に、ほうじ茶試料の官能評価結果では、「舌触りのなめらかさ」、「風味」、「べたつき感」、「飲み込みやすさ」、「口中における残留感」および「総合評価 (好ましき)」のすべての評価項目において、いずれもとろみ調整食品間に特性の差が認められた。また、塩分添加試料の場合でも、同様の評価項目において、とろみ調整食品間に特性の差が認められた。健常者はほうじ茶の場合では、とろみ調整食品の粘性が低いほど飲み込みやすく、好まれ

ることが明らかとなった。しかし、塩分の添加により、試料C、Hを除いて、著しい粘性の低下を示した。この粘性の低下が、とろみ調整食品間の粘性の差を小さくし、評価することが難しくなると考えられた。そのため、ほうじ茶試料の場合、粘性が最も大きい試料Iがすべての評価項目において一番低い評価を得たが、塩分添加試料では、最も粘性が大きい試料Hが同様の結果とはならなかった。また、試料Iの30分後と60分後の落下時間(粘性)では著しい粘性の差がみられた。パネリストに試料を提供するのは試料調整後、30～60分後になるため、この粘性の差が評価を難しくしたことも考えられた。

また、とろみ調整食品の主原料であるキサンタンガムのみを使用した薄口醤油で味付けしたキザミ食に添加した研究では、次のように示されている<sup>23-25)</sup>。同粘度のキサンタンガム、グアーガム、ローストビーンガムを付与したきざみ食の嗜好特性については、若年者パネルによる官能評価では、キサンタンガム、グアーガムを付与したきざみ食は、ローカストビーンガムを付与したきざみ食に比べ、飲み込みやすいと評価されたが、高齢者パネルでは、この3種類のすべてにおいて、飲み込みやすく総合評価で好ましいと評価される傾向を示した<sup>23)</sup>。また、同様の味付けのきざみ食で、キサンタンガム濃度を0.6、1.2、2.0%とした嗜好特性についての官能評価より検討している。若年者パネルでは、0.6%キサンタンガムを添加したきざみ食は、きざみ食だけの場合に比べ、飲みやすく、総合評価において良い評価を得ている。しかし、2.0%キサンタンガムは、飲み込みにくく、総合評価で好ましくないと評価されている。高齢者パネルでは、いずれの濃度のキサンタンガムを添加したきざみ食の場合も飲み込みやすく、食べやすく、総合的な好ましさにおいて、無添加のきざみ食に比べてよい評価が得られたと報告している<sup>24)</sup>。健常者では、きざみ食においても粘性が低い方が飲み込みやすく、好まれることが考えられる。しかし、「飲み込みやすいこと」と「安全に飲み込めること」は異なるという点は認識する必要がある。今後、健常者だけでなく、高齢者や摂食・嚥下機能障害がある対象者における研究も必要である。

摂食・嚥下障害がある対象者に対して、誤嚥などの障害を防ぐためにとろみ調整食品などを使用して、とろみを付けた調理形態にすることが重要とされている。しかし、とろみを付けるだけで、とろみの粘性の強弱まで考慮されていないのが現状であり、どの程度のとろみの粘度が摂食・嚥下障害の対象者に対して有効であるかわかっていない。また、「飲み込みやすい正確な粘性」に関しても現在のところ、研究報告はなく、明確にされていない。今回の研究を含めて、準備期、口腔期、咽頭期、食道期の各段階の摂食・嚥下機能障害に応じた適切な粘性を対象者に処方することが重要であると考えられる。また、嚥下しやすい姿勢や体位についても考慮する必要がある。

## VI. 結 論

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、同じ主原料を用いている場合でも、製品ごとの物性の比較に基づく必要がある。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、最適なとろみ調整食品を提供する規準を構築する。

## 引用文献

- 1) 柳沢幸江：おいしさ、テクスチャー。柴田博，藤田美明，五島孜郎(編著)，高齢者の食生活と栄養。光生館，92-107，1994
- 2) 大越ひろ：テクスチャー調整食品—最近の傾向と使い方のヒント，臨床栄養，105，178-185，2004
- 3) 船見孝弘，堤之達也，岸本一宏：とろみ調整食品や介護食品に使用されている増粘剤およびゲル剤，日本調理科学会誌，39，233-239，2006
- 4) 大本俊郎：キサンタンガムの特性と食品への応用(特集：食品における多糖類の構造と物性(2))，FFI JOURNAL, Vol. 208, No.11, 935-942, 2003
- 5) 丸山彰子，高橋智子，宮本 勲，他：粘稠液状食品の力学的性状に対する簡便な客観的評価法の検討，日家政会誌，57：263-270，2006
- 6) 高橋智子，大須賀彰子，川野亜紀，他：リング法を用いた粘稠液状食品の簡便な物性評価の有効性，栄養誌，65，113-122，2007
- 7) 船見孝博，飛田昌男，星 正弘，他：とろみ調整食品の力学測定法に関する検討(Texture Profile Analysisの有効性について)，日摂食嚥下リハ会誌，13(1)，10-19，2009。
- 8) 中村愛美，吉田智，岩品有香，他：とろみ調整食品で調整した粘稠液状食品のLine Spread Test 一部改変法(シリンジ法)による評価，日摂食嚥下リハ会誌，13(3)，197-206，2009
- 9) 外山義雄，竹端彩，高見正雄，村尾周久：簡易粘度計の試作検討ととろみ評価への適用，日摂食嚥下リハ会誌，8，213-213，2004
- 10) 外山義雄，竹端彩，金保叔，西成勝好：簡易粘度計で得られる落下時間とレオロジー特性値との関係，日摂食嚥下リハ会誌，9，101-101，2005
- 11) 高橋智子，丸山彰子，大越ひろ：嚥下補助食品としての増粘剤の利便性について—テクスチャー特性及び官能評価からの検討—，栄養学雑誌，55，253-262，1997
- 12) 高橋智子，大越ひろ：粘稠な液状食品の飲み込み特性と力学的特性の関係，家政誌，50，333-339(1999)
- 13) 高橋智子：粘稠な液状食品の力学特性と嚥下，日本調理学会誌，35(3)：310-316，2002

- 14) Takahashi T, Ogoshi H, Miyamoto K, et al. Viscoelastic Properties of Commercial Plain Yoghurts and Trial Foods for Swallowing, *Nihon Reorogi Gakkaishi* 27: 169-172, 1999
- 15) 高橋智子, 川野亜紀, 大越ひろ, 大塚義頭, 向井美恵: 極めて粘稠なムース状食品の力学的特性, 飲み込み特性と舌運動の関係, *日摂食嚥下リハ会誌*, 4(1), 3-10, 2000
- 16) 丸山彰子, 高橋智子, 渡辺敦子他: 液状食品の飲み込み特性を反映する簡便な力学物性の測定方法の検討, *栄養学雑誌*, 58(2), 23-28, 2000
- 17) 高橋智子, 川野亜紀, 大越ひろ: デンプン-グアーガム混合系増粘剤により調整した粘稠ゾル食品の粘弾性挙動と官能評価, *日本レオロジー学会誌*, 33(2), 87-92, 2005
- 18) 神山かおる, 西成勝好: 豆腐の物性測定に影響する諸因子の検討, *食工*, 39, 715-721, 1992
- 19) 河原和枝, 畑岡幹枝, 山口知夏: 嚥下補助食品(増粘剤)の粘度に及ぼす諸因子に関する検討, *JJPN*, 19, 993-1000, 1997
- 20) 三栄源・エフ・エフ・アイ資料, テクニカルレポート, キサントンガム, 1-12
- 21) 田沼智恵子, 小林志保子, 大崎潤子: 増粘剤を使用したとろみ茶の提供方法の検討-官能評価結果から-成人看護Ⅱ, 36(57), 169-171 2005
- 22) 市村久美子他: 液状・ゾル状食品の粘度とおしさの関係-官能評価から-. *茨城県立病院医学雑誌*, 18, 9-17 2000
- 23) 吉村美紀, 桑野稔子, 田中満智子, 西成勝好: きざみ食に付与した増粘剤のレオロジー的性質と嗜好特性について, *日咀嚼誌*, 13(1), 22-28, 2003
- 24) 吉村美紀, 桑野稔子, 盛崎利恵, 西成勝好: キサントンガムを添加したきざみ食の嗜好特性について, *日咀嚼誌*, 14(2), 50-61, 2004
- 25) 吉村美紀, 桑野稔子, 船見孝博, 西成勝好: 固有粘度の異なるキサントンガムの物性とニンジンのきざみ食の咀嚼性, *日咀嚼誌*, 15(2), 48-57, 2005