

平成 30 年 5 月 14 日現在

機関番号：42686

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2017

課題番号：16K16267

研究課題名(和文) 摂食過程における食塊の性状変化と主観的特性の関連性

研究課題名(英文) Relationship between property change of bolus in feeding process and subjective characteristics

研究代表者

中川 裕子(岩崎裕子)(NAKAGAWA, Yuko)

日本大学短期大学部・その他部局等・助教

研究者番号：60511194

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：食物の食べやすさに影響する要因を探るため、食物を口に含んでから咀嚼し嚥下するまでの過程における食塊の性状変化を検証した。液状食品としてトロミ調整食品を添加したゾル試料について検討したところ、トロミ剤の主成分により食塊の力学的特性の変化は異なり、飲み込みやすさに影響した。固形食品としてさつまいもについて加熱方法の違いを比較した結果、レンジ加熱試料が最も食べにくく、その要因として食塊が硬く、水分率が低いことが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：In order to examine the factors affecting eating easiness of food, changes in the bolus of the feeding process was mainly examined for the measurement of the properties. As a result of studies on a sol samples containing commercial thickening agents, the change in the mechanical properties of the bolus was different depending on the main ingredient of the thickening agents (starch, xanthan, or guar), which affected ease of swallowing. Next, the result of comparing differences in heating methods (range, oven or steaming) for sweet potato, the range heated sample was hardest to eat, which was influenced by the fact that the bolus was hard and the moisture content was low.

研究分野：調理科学

キーワード：食塊 市販トロミ調整食品 さつまいも テクスチャー特性 粘度 官能評価 水分含有率 唾液

### 1. 研究開始当初の背景

人が食べ物を口に入れ咀嚼し嚥下する過程において、唾液と食片を混合し、食塊が形成される。口腔内で適切な食塊を形成することで、嚥下反射が誘発され、誤嚥のリスクが低減できるといっても過言ではない。加齢により、嚥む機能や飲み込む機能が低下してくると、硬いものが食べにくくなることに加え、食べ物を唾液と混ぜ合わせて食塊とすることが出来にくくなり、飲み込むことが困難になってくる。そのため、食塊形成しやすい食形態を摂取することが安全性の面でも重要といえる。

### 2. 研究の目的

高齢者にとって食べやすく、誤嚥の危険性の低い食事の提供および介護食の開発に寄与するため、食物を口中に取り込み、咀嚼、嚥下する過程における食塊の変化を、唾液との混合状態、力学的特性および水分含有量により把握し、さらに官能評価との関連性を検討することにより食塊形成しやすい食物の特徴を明らかとすることを目的とした。

### 3. 研究の方法

試料として、1) 市販トロミ調整食品を添加した均質なゾル状試料、2) さつまいもを用いた。1) については、主成分の異なるトロミ調整食品添加試料について、食塊の特性と飲み込みやすさを、2) については、加熱方法の違いが食塊の特性および食べやすさに及ぼす影響を比較した。

#### 1) ゾル状試料

主成分の異なるトロミ調整食品3種(デンプン、グアーガム、キサンタンガム)を緑茶飲料に添加し、ずり速度  $50\text{s}^{-1}$  における粘度が  $450 \pm 50\text{mPa}\cdot\text{s}$  となるゾル試料を用いた。

食塊の採取にあたり、被験者は一口量 15ml を口に含み 1 回/秒で、1、5、10、15 回と指定回数咀嚼し、容器に吐き出し、採取直後のものを試料とした。食塊試料について、温度、性状観察、粘度およびテクスチャー特性の測定を行った。また、官能評価を行い咀嚼回数の異なる食塊の飲み込みやすさについて評価した。

#### 2) さつまいも

さつまいも(千葉県産紅あづま)を  $100 \pm 10\text{g}$  に切断し、3 種の加熱方法(オープン加熱、蒸し加熱、電子レンジ加熱)で調製した。

加熱後の試料について、力学的特性の測定(テクスチャー測定・破断測定)、水分測定を行った。また、順位法による官能評価を行い、かたさ、食べやすさ、まとまりやすさ、残留感について短大生 12 名を被験者として評価した。走査電子顕微鏡による組織観察、光学顕微鏡によりヨウ素デンプン反応を観察した。

食塊の採取法は、2 cm 角に切ったさつまい

もを口中に取り込み、5 回、15 回、25 回、自由回(飲み込む直前)と、それぞれ容器に吐き出してもらい食塊試料とした。食塊試料について、テクスチャー特性、水分含有率を測定し、唾液分泌率を算出した。

### 4. 研究成果

#### 1) 市販トロミ調整食品

##### (1) 食塊の温度

摂食過程に伴う食塊試料の温度変化を Fig.1 に示した。被験者 9 名が各々 2 回ずつ実施した。個人差はあるが、口中に含む前は 20 度であった試料は、口に含むとすぐに温度が上昇し、摂食運動時間に伴い上昇、15 秒後には 28 付近まで達することが明らかとなった。

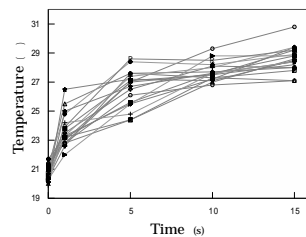


Fig.1 Eating times versus temperature of the bolus

This result was made by nine subjects twice. The symbol represents the subjects, and the same symbol indicates that it is the same person.

##### (2) 食塊の力学的特性

食塊の粘度(Fig.2)および硬さを測定した結果、トロミ調整食品の種類により程度は異なるが、口に含む前の基準試料と比較し、1 回、さらに 15 回食塊は低下した。特にデンプンが主成分のトロミ調整食品添加試料は、低下が顕著であった。

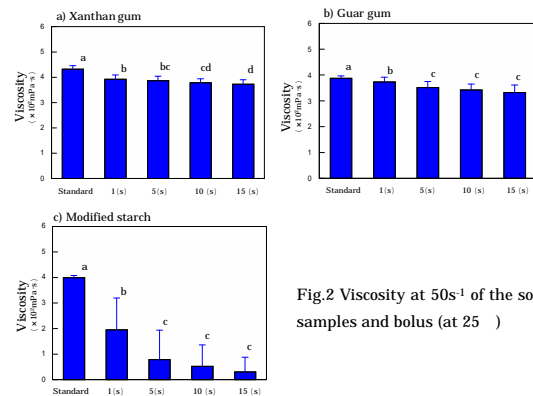


Fig.2 Viscosity at  $50\text{s}^{-1}$  of the sol samples and bolus (at 25 °C)

##### (3) 官能評価

官能評価では、咀嚼回数を 1、5、10 回とし、飲み込みやすさを比較した。デンプンおよびキサンタンガム試料は、1 回食塊と比較して 10 回食塊が飲み込みやすいと評価された。食塊の粘度および硬さが低下したことが、飲み込みやすさに影響したことが示唆された。

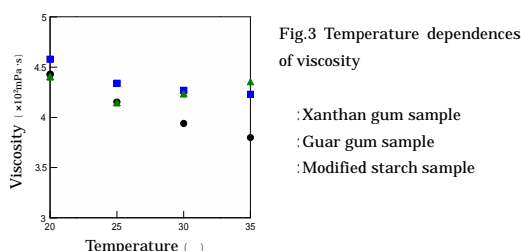
##### (4) 食塊性状の画像観察

食塊の性状変化を画像観察すると、元の試料は白濁していたデンプン試料が、食塊は唾液中のアミラーゼの影響により透明となる

様子が観察された。キサンタンガムおよびグアーガム試料は変化がみられなかった。

### (5) 温度の粘度への影響

Fig.2 に示したように咀嚼回数に伴い粘度が低下するが、要因は唾液の混在もしくは温度変化と推測できる。そこで試料温度が力学的特性へ及ぼす影響を検討した。測定機器の温度を 20、25、30、35 とした時のずり速度  $50\text{s}^{-1}$  における粘度を測定し、結果を Fig.3 に示した。キサンタンガムおよびグアーガム試料は、温度が上昇するに従い粘度が低下した。従って、キサンタンガムおよびグアーガム食塊の摂食運動時間に伴う粘度および硬さの低下は、食塊温度が上昇することによる影響が大きいことが示唆された。一方、デンプン試料は温度が上昇するに従い粘度が増加する傾向が認められた。



### (6) まとめ

トロミ調整食品の主成分によって口腔内に取り込まれてから飲み込むまでの食塊の性状変化の程度は異なるが、いずれも変化する。誤嚥を防ぐために利用する際には、口中での状態変化を考慮し使用することが望ましい。

## 2) さつまいも

### (1) 加熱後試料の硬さおよび破断特性

テクスチャー測定により加熱後の試料の硬さを測定したところ、有意差は認められなかった。

破断測定は圧縮速度を 1, 5, 10 mm/s の 3 段階で行い、破断応力と破断歪みを算出した。圧縮速度 10 mm/s においては、硬さと同様全試料間に有意差は認められなかったが、1 mm/s では、レンジ加熱試料が他の試料と比較し有意に高値を示した。破断歪みについても、10 mm/s では試料間に有意差は認められなかったが 1 mm/s では、レンジ加熱試料が他の試料と比較し有意に高値を示した。1 mm/s でレンジ加熱試料が他の試料と異なる傾向を示したことは、実際に食べた時の感覚に影響することが推察される。

### (2) 加熱後試料の水分含有率

水分含有率は、蒸し加熱、オープン加熱と比較し、レンジ加熱が有意に低値を示した。レンジ加熱はマイクロ波による高温短時間加熱方式より水分含有率が低く、蒸し加熱は水を媒体とする加熱方式であるため水分含

有率が高くなることが示唆された。

### (3) 加熱後試料の官能評価

官能評価の結果、レンジ加熱が他の試料と比較し、有意にかたく、まとまりにくく、飲み込みにくく、残留感が多いと評価された。蒸し加熱とオープン加熱の試料間にはいずれの項目についても有意差は認められなかった。

### (4) 加熱後試料の組織観察

SEM により組織構造を観察すると、レンジ加熱は細胞膜が強固で細胞間に空隙があるが、オープンおよび蒸し加熱は細胞壁が崩れている様子がみられた (Fig.4)。また、光学顕微鏡によりヨウ素デンプン反応を観察した所、レンジ加熱はデンプンが多く残っているが、他の試料は加熱によりデンプンが分解されほとんど観察されなかった。加熱方法の違いが食感や成分変化にも影響することが明らかとなった。

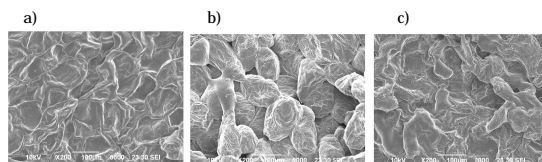


Fig.4 Temporary tissue of heated sweet potatoes by SEM (x 200)

a) Oven heated sample b) Range heated sample c) Steamed heated

### (5) 食塊の硬さおよび水分含有率

被験者 3 名の食塊を採取し、硬さ (Fig.5) および水分含有率 (Fig.6) を測定した。また、水分含有率より唾液分泌率 (Fig.7) を算出した。

咀嚼回数の増加に伴い硬さは低値となるが、咀嚼回数 15 回まではレンジ加熱の食塊が他の試料よりも硬い傾向がみられた。また、飲み込む直前の食塊の硬さはいずれの被験者も同程度で均質なペースト状であった。食塊の水分含有率は、咀嚼回数が増えるほど唾液の量が増すため高値となるが、咀嚼開始初期から 25 回まではレンジ加熱の食塊が最も他の試料よりも低い傾向がみられた。唾液分泌率を算出すると、レンジ加熱は他の 2 試料よりも飲み込むまでの食塊形成に多くの唾液が必要であることが示された。

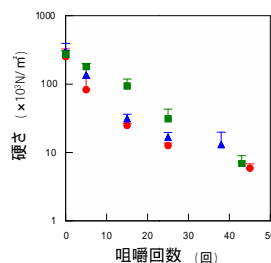


Fig.5 Hardness of sweet potato bolus by number of chewing

\* The average value of 3 subjects

Steamed heated sample  
Oven heated sample  
Range heated sample

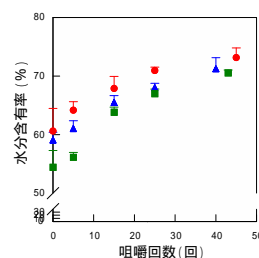


Fig.6 Moisture content of sweet potato bolus by number of chewing

\* The average value of 3 subjects

\* As in the example in Fig. 5

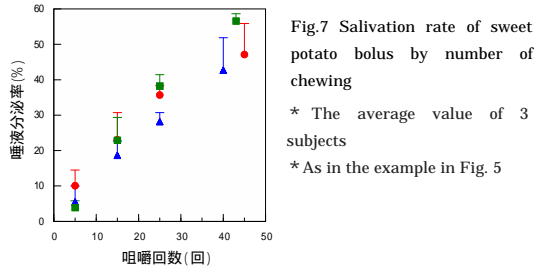


Fig.7 Salivation rate of sweet potato bolus by number of chewing  
 \* The average value of 3 subjects  
 \* As in the example in Fig. 5

#### (6) 食塊の画像観察

食塊の性状を観察すると、咀嚼初期（5、15回）で、レンジ加熱は他の試料と比較し食片が細かくばらついていて、しかし飲み込む直前の食塊はいずれもペースト状で3種の違いは見られなかった。咀嚼開始初期の食塊の水分含有率が低くまとまりにくい形態であることが、レンジ加熱が官能評価で食べにくいと評価された要因であることが示唆された。

#### (7) まとめ

ヒトが飲み込むことができる食塊の状態は一定以上の水分を含み、軟らかい性状である必要がある。加熱方法により水分量や組織構造が異なることが、食塊の形成しやすさ、食べやすさに影響することが明らかとなった。

### 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)

[雑誌論文](計2件)

中川(岩崎)裕子, 本多優美, 高橋智子, 大越ひろ(2017), トロミ調整食品添加試料の摂食過程における性状変化, 日本調理科学会誌 50 巻 4 号 133-139 頁, 査読有

岩崎裕子, 大越ひろ, 城史子, 高石聡淑, 島宏治(2016), のどごしに及ぼす飲料の粘度の影響 若年群と熟年群の比較, 日本調理科学会誌 49 巻 268-275 頁, 査読有

### 6. 研究組織

#### (1) 研究代表者

中川 裕子 (NAKAGAWA, Yuko)  
 日本大学短期大学部・その他部局等・助教