

平成 31 年 4 月 24 日現在

機関番号：34311

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00832

研究課題名(和文)においによる嚥下食の嗜好性の検証

研究課題名(英文) Influence of change in odor on the palatability of swallowing modified diets

研究代表者

真部 真里子 (Manabe, Mariko)

同志社女子大学・生活科学部・教授

研究者番号：50329968

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：普通食から嚥下食への展開は風味の変化を伴う。そこで人参の含め煮をゲル化剤と凍結含浸法を用いて嚥下食に展開し、においの変化を検討した。それら2種の嚥下食と普通食について、ヘッドスペース中の香気成分をSPME法にて抽出し、前鼻腔経由と後鼻腔経由のにおい嗅ぎによるGC分析を行った。凍結含浸法では、普通食からのにおいの変化が少なく、においを強く感じる傾向があった。そこで、人参含め煮の普通食と凍結含浸食のにおいに関して20歳代前半の女性を被験者として官能評価を実施したところ、両者に有意差が無く、凍結含浸法は、においの変化を引き起こすことなく軟化させることができることが確認できた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

超高齢社会では、おいしい嚥下食がQOLの維持に必須である。しかし、嚥下食への展開は、見た目や風味の変化を伴い、特ににおいの変化には嗜好性の低下が危惧される。近年開発された「凍結含浸法」は、見た目の変化なく軟化することができ、嚥下食の嗜好性の向上が期待される。そこで、本研究では「凍結含浸法」を用いた嚥下食のにおいの変化を機器分析と官能評価で検討した。その結果、この嚥下食はにおいの質の変化がなく、むしろ普通食由来のにおいを強く感じる傾向にあり、嗅覚感度の低下傾向にある高齢者の食事として相応しいことが示唆された。

研究成果の概要(英文)： The improving the texture of food for dysphagia is accompanied by changes in appearance and flavor (taste and odor). The changes in odor are feared to deteriorate in palatability. Thus, the odor of the texture-modified simmered carrot using gelling agents or "freeze-thaw infusion method" was compared with that of the original. The volatiles in the head space of these samples were analyzed by gas chromatograph and the active compounds in their odors were detected by assessors with orthonasal and retronasal olfaction. The distinct differences in odor between the simmered carrot prepared by "freeze-thaw infusion method" and the original were not found. The results of sensory evaluation using a female in the early 20's as a subject also showed that there was no significant difference between their odors and that the "freeze-thaw infusion method" did not cause a change in odor. Food prepared by "freeze-thaw infusion method" could be suitable as meals intended for the elderly.

研究分野：調理科学

キーワード：嚥下食 凍結含浸法 GC分析 スニッフング 官能評価

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

食物を口唇から口腔内に取り込み、咀嚼した食べ物を食道へ送り込み嚥下する機能は加齢とともに低下する。そこで、消化器への過度の負荷や誤嚥などを防ぐため、一定の摂食機能の低下が認められた場合には、嚥下困難者用に調整した食品（嚥下食）を利用することになる。

この嚥下食は、テクスチャー以外にも“におい”や“味”も普通食と異なるが、中でも、研究代表者は、“におい”が食物に対する「嫌い」という判断に大きく影響すると報告しており（真部：家政誌，57，21-29，2006）嚥下食の嗜好性に“におい”の変化は無視できない。

ところで、においの認識には、香気成分が空気と共に前鼻孔から入り嗅上皮に到達する経路（前鼻腔経路）と口腔内の食物から遊離する香気成分が咽頭奥に開口する後鼻孔から嗅上皮に到達する経路（後鼻孔経路）がある。前者は食欲を誘発し、後者は、味と共に風味として認識され、食欲の持続に貢献する。食物中の香気成分は、口腔内で食物が咀嚼されると、食物から唾液相、さらに気相へ移動して、口腔内に放散される。そのため、唾液の影響も無視できない。

研究代表者は、照焼鮭を各種耐熱性ゲル化剤によってゼリー食に展開した場合、普通食に水を加えて均質化する操作とゲル化剤固有のにおいによって普通食からにおいが変質することを報告した（真部ら：日本調理科学会大会，2010）。

そんな中、直接食品を酵素処理（凍結含浸法）して軟化させた嚥下食が市販された。普通食と外見上の差異がほとんどなく、見た目では食欲を下降させないため、ニーズは更に高まると予想される。しかし、においについては、十分な検討はなされていない。そこで、本研究では、凍結含浸法による嚥下食のにおい特性を検討し、嚥下食のさらなる質的向上に貢献しうるデータの提供を目的とする。

### 2. 研究の目的

本研究では、「人参の含め煮」を基準料理とし、キサンタンガムを含む2種の市販耐熱性ゲル化剤 A（原材料：キサンタンガム，ローカストビーンガム，寒天，デキストリン）B（キサンタンガム，寒天，粉飴）を用いたゼリー食 A、B と凍結含浸法による嚥下食（凍結含浸食）へ展開し、日本摂食・嚥下リハビリテーション学会嚥下調整食分類 2013（食事）の嚥下調整食 3（ユニバーサルデザインフード区分「舌でつぶせる」相当）に該当するテクスチャーに調整した（図 1）。そのにおい特性をにおい嗅ぎによる GC 分析にて検討した。摂食前と咀嚼中に分けて検討するために、前鼻腔経路（GC-0）と後鼻腔経路（GC-R0）によるにおい嗅ぎを用いた。GC-R0 分析については、咀嚼を反映するため試料を圧縮粉砕し、さらに、唾液の影響を考慮するため人工唾液を共存させた条件にて分析した。また、人が実際に摂食した時に、GC 分析の結果を反映した形でにおいを感じるのかを官能評価によって確認した。

### 3. 研究の方法

#### (1) 「にんじん含め煮」普通食・嚥下食の調製

##### i) 普通食

人参を厚さ約 1cm の輪切りにし、抜型（32mm）で型を抜いて形状を揃えた。調味液が浸透しやすいように、包丁で表裏とも十文字に深さ 4mm の切り込みを入れた。鍋（片手鍋 14cm）にみりん 6g、薄口醤油 4g、砂糖 2g、塩 0.3g、混合だし 100g を入れ、人参の輪切り 12 個を鍋に入れ、クッキングシートで落とし蓋をした。電磁調理器の火力 700W で沸騰するまで 2 分 30 秒間加熱し、火力 450W でさらに 12 分間加熱した。消火後、鍋蓋をして 10 分間放置した。

##### ii) ゼリー食

普通食を 1 分間ハンドミキサーで粉砕し、同重量の超純水を加えて 30 秒間ハンドミキサーで混和した。ゲル化剤（普通食重量の 0.3% [A]，0.35% [B]）を加えて、さらに 30 秒間混和した。鍋（片手鍋 18cm）に移し、電磁調理器の火力 700W で、1 分間ゴムべらで攪拌しながら加熱した。加熱後、流し函（内寸 96×77mm 高さ 46mm）に入れ、粗熱をとった後、冷蔵庫（4℃）で 30 分以上冷やし固めた。

##### iii) 凍結含浸食

普通食と同様に人参の形状を整えた。鍋（片手鍋 14cm）に混合だし 150g と人参 12 個を入れて、電磁調理器の火力 450W で 10 分間、火力 260W で 10 分間加熱した。この人参をフリーザーパックに入れて、流水で粗熱をとった後、冷蔵庫（約 -20℃）で一晩保存した。冷凍した人参を流水で解凍し、真空包装専用の袋（三菱樹脂）に移した。みりん 12g、薄口醤油 6g、砂糖 4g、塩 0.4g、混合だし 15g を混和した調味液と酵素（セルラーゼとペクチナーゼの混合物：ベジロン用酵素 [クリスタコーポレーション]）0.5g を混ぜ合わせて加え、この液に 30 分室温で人参を浸漬した。真空包装機にて、真空度 98% で 5 分間保った後、人参のみを新しい袋に移し、真空度 98% にてシールし、冷蔵庫（4℃）で一晩（16 時間）酵素反応させた。袋を開封し、沸騰水中加熱し、人参の中心温度が 90℃ 到達後 10 分間加熱を継続し、酵素反応を停止させた。

#### (2) テクスチャー測定

ゼリー食 A、B と凍結含浸食について、クリーブメーター（YAMADEN）を用いて、ユニバーサルデザインフード自主規格の測定条件に従って、かたさ応力を測定した。

#### (3) GC 分析

##### 1) HS-SPME 法による香気成分の抽出

試料ヘッドスペース（HS）中の香気成分を、以下のように、固相マイクロ抽出（SPME）法に

よって抽出した。まず、100ml 容 UM サンプル瓶の蓋の中央部に直径 1.5~2.0mm の孔を開けた。200 $\mu$ l 容マイクロピペット用チップの先端部を切り出し、蓋の穴に挿入し、チップ開口部をパラフィルムで覆った。このサンプル瓶に試料 6 g (ゼリー食は 12g) を入れ、蓋をして、前鼻腔の場合は 60、後鼻腔の場合は 37 で 60 分間保温した。嚥下食の試料量は、人参含有量が普通食 6g に相当するように定めた。SPME ファイバー (Carboxen 分散 polydimethylsiloxane [膜厚 85 $\mu$ m]: Supelco) をチップの上からサンプル瓶に挿入静置し、60 分間気相に暴露させ、ファイバーに香気成分を吸着させた。ファイバーの暴露時間、SPME ファイバーの種類は、予備実験によって、ピーク出現数が最も多い条件を選択した。

## 2) GC 分析

香気成分吸着後の SPME ファイバーをガスクロマトグラフ (GC) の注入口に挿入し、ファイバーに吸着した香気成分を水素炎イオン化検出器 (FID) と検査員のおい嗅ぎによって検出した。GC 分析条件は、以下のとおりである。

装置: GC4000 (GL サイエンス). カラム: DB-WAX (60m $\times$  0.32mm i.d., 膜厚 0.5mm, J&W Scientific 社). オープン温度: 40 (5分保持), 40~240 (3 /min), 230 (15分保持). キャリヤーガス: ヘリウム (流速: 0.8mL / min). 注入法: スプリットレス注入. 注入口温度: 260. 検出器温度: 260.

また、おい嗅ぎによる検出は、カラムを出口付近で二つに分岐し、一方を FID に、他方をおい嗅ぎ装置 (GL サイエンス) へ接続し、FID をモニタしながら、スニッフィングポートより検査員がおいを嗅いだ。検査員は、同志社女子大学生生活科学部食物栄養科学科に在籍する 20 歳代前半の学生で、GC 分析でのおい嗅ぎの訓練を 3 ヶ月以上受けた 2 名が担当した。おい嗅ぎは、疲労による嗅覚感度の低下を防ぐため、10 分ごとに検査員が交替した。この時、各検査員が均等に各時間帯のおい嗅ぎを行えるよう配慮した。

## 4) 人工唾液の調製

口腔内での食品中の香気成分の揮発性は唾液が共存することによって変化するものと考えられる。そこで、本研究では、人工唾液 (van Ruth et al.: J. Agric. Food Chem., 49, 2409-2413, 2001) を調製した。GC-R0 分析では、この人工唾液を 1 試料当たり 10ml 加えて、SPME ファイバーに曝露した。

## 5) 模擬咀嚼

さらに、口腔内に入った食品の香気成分の揮発性には、咀嚼による食品の変形も影響するため、人工唾液を加えた試料に模擬咀嚼を加えて GC-R0 分析に供した。レオメータ (FUDOH) を用いて、クリアランス 2mm、圧縮速度 5 mm/s で、円錐型プランジャーにて 4 回、楔型プランジャーにて 6 回圧縮した。

### (4) 官能評価

人参含め煮の普通食と凍結含浸食の試料の特徴を把握するために、7 点評点法による官能評価を実施した。官能評価を行うにあたり、同志社女子大学「人を対象とする研究」に関する倫理審査委員会にて承認を得た。

#### 1) パネル選抜

同志社女子大学生生活科学部食物栄養科学科に在籍する 20 歳代前半の学生ならびに職員に対して予め実験の概要を説明した。同意を得た被験者対象者 76 名に、基本味識別検査ならびに嗅覚感度検査を実施し、27 名を被験者として選抜した。

#### 2) 評価項目の決定

選抜された被験者のうち 9 名に、60 保温した普通食と凍結含浸食の人参含め煮をそれぞれ 1 個ずつ白い紙皿 (15.5cm) に入れて、スチロール製のフォーク (日本箸) とともに提供した。各試料を試食してもらい、「におい」について思いつく用語を自由回答してもらった。被験者には、超純水 150ml を白い紙コップ (大創産業) に入れて提供し、自由に口をゆすいでもらった。その結果を、先述の検査員 2 名が KJ 法にて整理し、「香ばしさ」「だしの香り」「青臭さ」の 3 項目を決定し、「においの好ましさ」を加えた 4 項目を評価項目として決定した。

#### 3) 7 点評点法による官能評価

選抜されたパネルのうち 27 名を被験者とした。被験者には、実施 1 週間前に、評価基準の統一を目的として、「においの好ましさ」を除く 3 項目について、0~6 点の 7 段階のうち 3 点もしくは 4 点に相当する特徴を示す食品を試食してもらった。

官能評価当日、被験者には、官能評価が適切に行える健康状態であることを確認した。

60 $\pm$ 5 に調整した普通食と嚥下調整食の人参含め煮 1 個ずつを白色の紙皿 (15.5cm) に入れて、スチロール製のフォーク (日本箸) とともに被験者に提供した。試料の提供順は、被験者の半数ずつで変更した。被験者には、上述の 4 項目について 0~6 の 7 段階評点法で回答してもらった。口ゆすぎ用の水には、室温の超純水を用い、150ml を白い紙コップに入れて被験者に提供した。評価前に口を 1 回ゆすいでもらい、評価中は自由にゆすいでもらった。

#### 4) 統計処理

各項目別に普通食と凍結含浸食の評価について t 検定を行った。

## 4. 研究成果

### (1) 嚥下食「人参含め煮」の香気特性

普通食、ゼリー食 2 種、凍結含浸食の 4 種類の「人参含め煮」の香気特性を、検査員による

におい嗅ぎにて検出する GC-0 分析ならびに GC-R0 分析にて比較検討した。

GC-0 分析ならびに GC-R0 分析の結果から、普通食から各嚙下食に展開した際のにおいの質の変化を「消失」、「出現」、「変質」の3つに分類した。すなわち、普通食を各嚙下食に展開することで検知できなくなったにおいを「消失」、新たに検知されたにおいを「出現」とし、同一保持時間 (RT) ににおいは検出されるものの質が変化した場合を「変質」と表現した。

1) 前鼻腔経由のにおい (表1, 図1)

普通食を各嚙下食に展開した際、ゼリー食 A、B では、それぞれ複数のにおいの消失が認められたが、凍結含浸食ではにおいの消失は1個のみであった。ゼリー食で消失したにおいのうち、2種のゼリー食に共通して消失したのは、7個のにおいであった。ゼリー食調製工程の「普通食の加水粉碎操作」後の試料についても分析したところ (データ未表示) いずれのにおいも検知されなかったため、加水粉碎操作によって香気成分が揮発し、消失したと考えられる。また、ゼリー食 A、B それぞれ別のにおい1個が消失した。これらのにおいは、普通食の加水粉碎操作後の試料とさらに加熱操作まで行った試料 (データ未表示) では検知されたため、ゲル化剤の凝固作用によってゼリー中に香気成分が捕捉され、揮発しにくくなったことが要因と考えられる。これらのことから、ゼリー食調製工程に加えてゲル化剤の種類によってもにおいの消失に差異が生じることが認められた。一方、全ての嚙下食で検知できなかったにおいが1個あり、普通食から嚙下食への展開操作によって消失しやすいにおいだと考えられた。

表1 人参含め煮の前鼻腔経由のにおい特性

RT(分)	普通食	ゼリー食 A	ゼリー食 B	凍結含浸食
3.4	トイレ			
7.3	インク	インク	インク	インク
9.5	はちみつ	ヨーグルト	ヨーグルト	はちみつ
14.6	草			草
25.0	柑橘類	柑橘類	柑橘類	柑橘類
25.7	しめじ	しめじ	しめじ	しめじ
27.6	ポップコーン	ポップコーン	ポップコーン	ポップコーン
29.3	金属	金属	金属	金属
29.6	くさい	くさい	くさい	くさい
30.8				しめじ
32.2	青臭い	青臭い	青臭い	青臭い
33.2	フライドポテト	フライドポテト	フライドポテト	フライドポテト
33.8	不明			不明
34.7	抹茶	抹茶		抹茶
35.2				不明
35.4	青臭い	青臭い	青臭い	青臭い
36.5	ごぼう	ごぼう	ごぼう	ごぼう
36.9	口紅	口紅	口紅	口紅
42.7	発酵臭			納豆
44.2	豆腐			豆腐
45.0	抹茶			抹茶
45.4		抹茶	抹茶	抹茶
46.6	ポップコーン	ポップコーン	ポップコーン	ポップコーン
48.7	豆腐	豆腐ドーナツ	豆腐ドーナツ	豆腐
49.1	煮りんご	煮りんご	煮りんご	煮りんご
49.4	絆創膏		絆創膏	絆創膏
50.1	絆創膏	絆創膏	絆創膏	絆創膏
53.6	絆創膏	絆創膏	絆創膏	絆創膏
53.7	バラ	バラ	バラ	バラ
54.4	クレヨン	クレヨン	クレヨン	クレヨン
56.8	薬箱	薬箱	薬箱	薬箱
57.1	わたがし	わたがし	わたがし	わたがし
58.2	わたがし	わたがし	わたがし	わたがし
58.9	プラスチック			プラスチック
62.2	機械	機械	機械	機械
63.5				カラメル
65.2	絆創膏	絆創膏	絆創膏	絆創膏

次に、嚙下食への展開操作によって出現したにおいに着目する。ゼリー食、凍結含浸食とも出現したにおいは2個であった。そのうち1つは、普通食の加水粉碎操作後の試料、加熱操作後の試料においても検知されたため、普通食から各嚙下食への展開操作によって香気成分が揮発しやすくなったことが要因と考えられる。もう1つは、3倍量の普通食からにおいを捕集したところ、同 RT において検知されたため (データ未表示) 普通食由来のにおいであると考えられた。凍結含浸食でのみ出現したにおいは3個で、そのうち2個は3倍量の普通食からも検知されたため、普通食由来のにおいであると考えられた。残り1個のにおいは、凍結含浸食

のみに認められたため、凍結含浸法特有の工程によって香気成分の揮発性が促進されたか、またはにおいが付与したと考えられる。

さらに、普通食のにおいから変質したにおいに着目したところ、ゼリー食では1個検知された。普通食の加水粉碎操作後の試料や加熱操作後の試料では、普通食と同様であったため、ゲル化剤添加によってにおいに変質したと考えられる。また、凍結含浸法でも別のにおい1個に変質が認められ、酵素処理や冷凍等の凍結含浸法特有の操作による影響が考えられた。

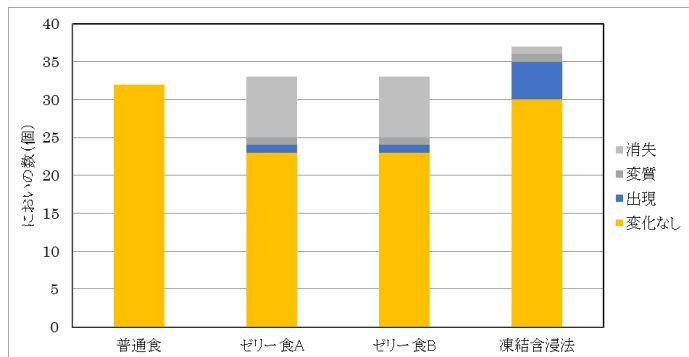


図1 GC-0分析にて検出された臭いの数

以上のことから、ゼリー食は、ゲル化剤の種類に関わらず、その調製過程で普通食が本来持つにおいが消失することがわかった。一方、凍結含浸食では、普通食の有するにおいは、ほぼ維持され、新たなにおいが出現する傾向にあった。しかし、この新たなにおいと考えられたもののいくつかは、普通食由来のにおいであることが分かった。このことから、凍

結含浸食では、普通食からのにおいの変化が、ゼリー食に比べて少なく、普通食由来のにおいも、普通食より強く感じられる可能性が示唆された。

## 2) 後鼻腔経由のにおい

一般的に、嗅覚は、前鼻腔経由よりも後鼻腔経由の方が劣るため、GC-RO分析で検出されたにおいはどの試料でも、GC-0分析よりも少なかった(表2)。

GC-RO分析では、摂食中のにおいを想定しているため、試料に人工唾液(試料と同量)を加えて模擬咀嚼後(唾液・咀嚼)香気成分を抽出した。嚥下食への展開によるにおい変化の原因を検討するために、人工唾液由来の香気成分を除いて比較した。また、普通食および各嚥下食において、人工唾液を加えず模擬咀嚼を行わないで調製した試料と、人工唾液を超純水に置き換えて模擬咀嚼を行った試料についても分析を行った。

前鼻腔経由のにおいと同様に、消失、出現、変質の3つの観点から検討したところ、後鼻腔経由のにおいにおいても、凍結含浸食では、普通食からのにおいの変化が、ゼリー食に比べて少なく、普通食由来のにおいも、普通食より強く感じる事が示唆された。すなわち、凍結含浸食は、ゼリー食に比較して、摂食前、摂食中を通して、普通食からの顕著なにおいの変化を感じないことが想定された。

表2 人参含め煮の後鼻腔経由のにおい特性(唾液・咀嚼)

R.T(min)	普通食	ゼリー食A	ゼリー食B	凍結含浸食
7.3	インク			インク
14.3	草	草	(草)	草
25.0	柑橘類	柑橘類	柑橘類	柑橘類
25.8	しめじ	しめじ	しめじ	しめじ
32.1			青臭い	青臭い
33.1	フライドポテト	フライドポテト	フライドポテト	フライドポテト
35.4	青臭い		青臭い	青臭い
35.6	米のとぎ汁	米のとぎ汁	米のとぎ汁	米のとぎ汁
36.9	口紅	口紅	口紅	口紅
38.6	米のとぎ汁	米のとぎ汁	米のとぎ汁	
39.0	米のとぎ汁	米のとぎ汁	米のとぎ汁	米のとぎ汁
42.7	米のとぎ汁	米のとぎ汁	米のとぎ汁	米のとぎ汁
49.2				(絆創膏)
49.2				煮りんご
49.4	絆創膏	絆創膏	絆創膏	絆創膏
50.4		絆創膏	絆創膏	絆創膏
54.0	バラ			(バラ)

## (2) 「人参含め煮」の凍結含浸食のにおいの認識

官能評価の結果について、普通食と凍結含浸食の相異を明らかにするためt検定を行った。4項目とも、普通食と凍結含浸食の間に有意差は見られなかった。すなわち、普通食と凍結含浸食ではにおいに差異がなく、好ましさに影響がなかったと考えられる。これより、GC分析結果が示した普通食と凍結含浸食のにおいの質に差異がないことが、官能評価によっても確認できた。一方で、凍結含浸食による普通食由来のにおいの強化は認めできなかった。

以上のことから、凍結含浸法は、少なくとも、“におい”の点では、嗜好性の低下を抑えてテクスチャーを調整することができると考えられ、嚥下食への展開に適した方法の一つであるこ

とが示唆された。

## 5．主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計0件)

〔学会発表〕(計1件)

平野 早紀、辻本 華音、坂本 宏司、真部 真里子、嚙下調整食への展開方法によるおいの変化、日本調理科学会平成 29 年度大会、2017

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

## 6．研究組織

### (1)研究分担者

坂本 宏司 (SAKAMOTO, Kouji)

広島国際大学・医療栄養学部・教授

80613017

久保 加織 (KUBO, Kaori)

滋賀大学・教育学部・教授

10190836

的場 輝佳 (MATOBA, Teruyoshi)

関西福祉科学大学・健康福祉学部・客員教授

10027196

### (2)研究協力者

無し

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。