

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 29 日現在

機関番号：32669

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23300271

研究課題名(和文) 生体膜機能組込み人工喉モデルによるレトロネーザルアロマ発生メカニズムの解明

研究課題名(英文) Retronasal aroma release with artificial throat

研究代表者

小竹 佐知子 (Sachiko, Odake)

日本獣医生命科学大学・応用生命科学部・准教授

研究者番号：60233540

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,500,000円、(間接経費) 4,350,000円

研究成果の概要(和文)：当該研究は、咀嚼時に発生する“鼻に抜けるにおい(レトロネーザルアロマ)”の発生メカニズム解明を目指し、咀嚼中の口腔内や咽頭部で起こる生体膜と香気化合物の相互作用を調べられる人工喉機能を、交付研究室開発で稼働中の咀嚼モデル装置に盛り込むことをめざした。香気化合物(967化合物)の食品および生体膜との相互作用の強さについてのデータを整理し、一方、各種食品からの香気放散挙動の把握および人の咀嚼特性の把握を実施し、模擬生体膜として使用可能な素材の特性を検討した。模擬生体膜の状態保持のためには、人工唾液の咀嚼モデル装置内壁面の還流などの課題も提示されたが、模擬生体膜導入が可能であることが示唆された。

研究成果の概要(英文)：The study was conducted to reveal the mechanism of retronasal aroma generation, and an artificial membrane was tried to introduce to the mastication model machine developed in the laboratory. Data on interaction values between 967 volatile compounds and food and/or membrane were collected, flavor release from food matrix and mastication properties for subjects were measured, and some materials for artificial membrane were investigated. It was suggested to enable to introduce artificial membrane to the mastication model machine with a device for circulation system of artificial saliva.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食品と咀嚼性

キーワード：フレーバリリース アロマリリース レトロネーザルアロマ 人工喉

1. 研究開始当初の背景

(1)鼻に抜けるにおい. 食品の「におい」は食品のおいしさあるいは機能性に重要な役割を果たしている。食品の「におい」の中でも特に、食品咀嚼中に発生する“鼻に抜けるにおい”はレトロネーザルアロマと呼ばれ、人が食品の品質を判断する際の重要な要因となっている。

(2)レトロネーザルアロマ研究における咀嚼模擬装置利用の有用性. レトロネーザルアロマの発生メカニズムを探るには、人が実際に食品を咀嚼している状況下でのデータ採取が重要であるが、人の咀嚼特性（咀嚼力、咀嚼筋運動量、咀嚼頻度、咀嚼時間、唾液分泌量、唾液分泌速度、呼気流量、呼気流速、嚥下頻度など）が千差万別であることから、咀嚼特性を設定して模擬咀嚼が可能な咀嚼模擬装置を利用することが有用となる。研究費交付研究室では、咀嚼模擬装置を開発しており、さらに装置の性能向上のためには、人の実際の咀嚼状態に装置の機能を近づけることが重要となっていた。

(3)口腔内・咽頭内の生体膜の役割. 人が食品を咀嚼嚥下する際に食塊から放散された香気成分は、口腔内壁・咽頭内壁を構成している生体膜と相互作用（付着・吸着あるいは結合など）をしていると考えられる。そこで、この生体膜の機能を咀嚼模擬装置に組み込むことが、装置機能向上につながると考えられた。

2. 研究の目的

(1)香気化合物の付着・吸着・結合特性データの把握. 香気化合物が生体膜あるいは食品成分との間で、どのような相互作用をするかの基準となる基礎データを収集することを目的とした。

(2)食品からの香気化合物放散挙動の把握. 様々な食品からの香気化合物の放散挙動を、食品の成分を変えて把握することを目的とした。

(3)人の咀嚼特性および香気知覚強度把握. 人の咀嚼特性が人によって大きくばらつくことから、様々な食品における様々な被験者の咀嚼特性を把握し、またその際、人が感じる香気の知覚強度を測定した。

(4)人工生体膜をもつ人工喉の構築. 人の咀嚼特性を再現できる咀嚼模擬装置への人工生体膜導入について検討することを目的とした。

3. 研究の方法

(1)香気化合物の付着・吸着・結合特性データの把握. 既報論文、便覧、各種団体のデータベースから、香気化合物の融点、沸点、溶解

度、ヘンリー定数、LogP 値を収集した。

(2)食品からの香気化合物放散挙動の把握. 食品試料からの香気放散について、モデル溶液（食塩水溶液、ショ糖水溶液、炭酸ガス水溶液）およびモデル固形試料（0%脂質ゼラチンゼリー、3%脂質ミルクゼリー、35%脂質クリームゼリー）からのアルコール類、アルデヒド類、ケトン類、エステル類、ラクトン類、芳香族類などの香気化合物が、各種食品成分によってどのように影響されるか否かを測定した。

(3)人の咀嚼特性および香気知覚強度把握. モデル溶液および各種食品（肉類、根菜類、煎餅類など、咀嚼力を有する食品）を被験者（若年者層～高齢者層）に咀嚼・嚥下させて咀嚼特性を測定し、また、香気の知覚強度について測定した。

(4)人工生体膜をもつ人工喉の構築. 人工生体膜として使用できる素材の特性を調べ、咀嚼模擬装置への導入が可能かどうか検討した。

4. 研究成果

(1)香気化合物の付着・吸着・結合特性データの把握. 香気化合物の付着・吸着・結合挙動を推定するのに用いる値を収集し、また、既報値が無かった化合物については、コンピューターシミュレーションによる計算値を求めた。最終的に 967 種の香気化合物のデータを構築するに至った。

(2)食品からの香気化合物放散挙動の把握. モデル溶液における食塩およびショ糖共存下における香気放散は、イオン化合物である食塩および水和力の高いショ糖の性質から、溶質による塩析効果が認められたため、高濃度溶質試料での放散量が増加した。一方、無極性の二酸化炭素を含む炭酸水溶液では、香気化合物の極性が大きいと放散しやすい傾向を示した。固形試料においては、脂質含量が増加するに従って、LogP 値の大きな香気化合物は試料内油相に存在することから、放散量が減少する傾向が認められた。

(3)人の咀嚼特性および香気知覚強度把握. 牛肉、人参、煎餅類における被験者の咀嚼特性は、呼気流量、呼気流速においては、若年者層および高齢者層間で有意な差は認められなかったが、咀嚼力、咀嚼頻度では若年者層のほうが有意に値は高かった。さらに、被験者から収集した咀嚼特性データの咀嚼力の最小値、最大値が、現所有咀嚼模擬装置の設定範囲を超えていたことが判明した。そこで、模擬咀嚼装置の駆動力モーターを大きなものに取り換えて仕様を変更した、また、食品の付着性も計測できるようにモニター機能を追加した。香気の知覚強度は放散量に依

存するものと依存しないものが認められた。

(4)人工生体膜をもつ人工喉の構築。人工生体膜として使用できる素材の検索を行い、扱いやすさ、膜厚条件を検討した。人工生体膜は湿潤下あるいは溶液状態で、咀嚼模擬装置に導入する必要のあることが認められた。

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 3 件)

- ① 小竹 佐知子、食品咀嚼中の香りフレーバーリリース研究における香気化合物測定方法と官能評価 -鼻に抜けるにおい“レトロネーザルアロマ”の追跡-、日本官能評価学会誌、査読有、Vol. 17、2013、88-94
- ② 小竹 佐知子、食品咀嚼中の香りフレーバーリリース研究における咀嚼模擬装置の活用、日本調理科学会誌、査読有、Vol. 46、2013、315-323
https://www.jstage.jst.go.jp/article/cookeryscience/46/5/46_315/_article-char/ja/
- ③ 小竹 佐知子、香り研究におけるレトロネーザルアロマと咀嚼特性、香料、査読無、Vol. 254、2011、21-30

[学会発表] (計 15 件)

- ① 小竹 佐知子、小林 史幸、堅焼煎餅のテクスチャー、日本家政学会第 65 回大会、2013 年 5 月 18 日、昭和女子大学 (東京)
- ② 小竹 佐知子、小林 史幸、阿久澤良造、長期熟成ハム (パルマハム) 保存中の香気成分の変化、日本畜産学会第 116 回大会、2013 年 3 月 30 日、安田女子大学 (広島)
- ③ 木村 萌子、小林 史幸、小竹 佐知子、香気放散量への乳脂肪濃度の影響、日本食品科学工学会関東支部大会、2013 年 3 月 9 日、東京農業大学 (東京)
- ④ 南條 貴志、小林 史幸、小竹 佐知子、各種煎餅の機器測定物性値と官能評価に寄る硬さの評点、日本食品科学工学会関東支部大会、2013 年 3 月 9 日、東京農業大学 (東京)
- ⑤ 佐々木 友理恵、小林 史幸、小竹 佐知子、食品水溶液からの香気放散測定の条件設定の模索、日本海水学会若手会第 4 回学生研究発表会、2013 年 3 月 7 日、横浜国立大学 (神奈川)
- ⑥ 小竹 佐知子、小林 史幸、咀嚼モデル装置を用いた香気放散測定-モデル装置の工夫点-、第 56 回香料・テルペンおよび精油化学に関する討論会、2012 年 10 月 27 日、鹿児島大学 (鹿児島)
- ⑦ 小竹 佐知子、食品の成分・物性の違いが咀嚼中において成分の放散に及ぼす影響、日本香辛料研究会学術集会シンポジウム、2012 年 10 月 26 日、日本大学 (神奈川県)

- ⑧ 佐々木 友理恵、小林 史幸、小竹 佐知子、炭酸ガスがモデル水溶液からの香気放散に及ぼす影響、日本食品工学会第 13 回 (2012 年度) 年次大会、2012 年 8 月 9 日、藤女子大学 (北海道)
- ⑨ 小竹 佐知子、小林 史幸、人参スティック咀嚼時の咀嚼および呼吸挙動特性、日本食品工学会大 13 回 (2012 年度) 年次大会、2012 年 8 月 9 日藤女子大学 (北海道)
- ⑩ 小竹 佐知子、小林 史幸、ビスケット・煎餅類咀嚼中の呼気流量における高齢者と若年者の比較、日本家政学会第 64 回大会、2012 年 5 月 13 日、大阪市立大学 (大阪)
- ⑪ 小竹 佐知子、小林 史幸、高齢者における脂質含量の異なる牛肉の咀嚼特性、日本畜産学会第 115 回大会、2012 年 3 月 28 日、名古屋大学 (愛知県)
- ⑫ Kobayashi, F. and Odake, S., Flavor release measurement using model mouth equipped with force load cell device for monitoring masticatory force during mimic mastication, XIII Weurman Flavour Research Symposium, 27 September 2011, Saragosa (SPAIN)
- ⑬ 小竹 佐知子、小林 史幸、三枝 英人、中村 毅、牛肉嚙下工程における途中嚙下頻度に及ぼす脂質含量の影響、日本畜産学会第 114 回大会、2011 年 8 月 27 日、北里大学 (青森)
- ⑭ Odake, S. and Kobayashi, F., Flavour release study using model mouth system, SEG-PHR Forum, 2 July 2011, Wageningen (The Netherlands)
- ⑮ 小竹 佐知子、小林 史幸、食品咀嚼中の呼気流量における高齢者と若年者の比較、日本家政学会第 63 回大会、2011 年 5 月 29 日、和洋女子大学 (千葉)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小竹 佐知子 (ODAKE, Sachiko)
日本獣医生命科学大学・応用生命科学科・准教授
研究者番号：60233540

(2) 連携研究者

小林 史幸 (KOBAYASHI, Fumiyoui)
日本獣医生命科学大学・応用生命科学科・助教
研究者番号：50460001

清水 一政 (SHIMIZU, Kazumasa)
日本獣医生命科学大学・獣医学部・教授
研究者番号：80060531

金田 剛治 (KANEDA, Takeharu)
日本獣医生命科学大学・獣医学部・講師

研究者番号：10350175

田島 剛 (TAJIMA, Tsuyoshi)
日本獣医生命科学大学・獣医学部・助教
研究者番号：50460001

三枝 英人 (SAEGUSA, Hideto)
日本医科大学・医学部・講師
研究者番号：50460001