

令和 4 年 6 月 14 日現在

機関番号：21401

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2021

課題番号：18K02257

研究課題名(和文) 塩味増強に効果を与えるうま味の相互作用と咀嚼時の味成分溶出率との関係解明

研究課題名(英文) Elucidation of the relationship between the interaction of umami, which has the effect of enhancing saltiness, and the elution rate of taste components during mastication

研究代表者

石川 匡子 (Ishikawa, Kyoko)

秋田県立大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：80315598

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：塩に対するうま味の添加は、塩味を強く感じさせ、少ない塩分量で満足させる効果があると言われている。また、食品の食感、咀嚼に伴う唾液への味物質の溶出度合に影響を与える。本研究では、うま味をもたらす味や触感への効果を検討した。その結果、食品が柔らかいと咀嚼時に崩壊しやすいこと、さらに咀嚼時に水分とともに味成分が多く溶出するため、塩味が強く感じられることが分かった。また、味成分が不均一に分布していると濃度差による味刺激のため、味が強く感じられる傾向にあり、対比効果も起こりやすいことが示唆された。これらの知見を食品に応用することで、減塩へ繋がると考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生活習慣病予防に減塩が推奨されているが、塩分摂取量の過剰制限は、塩味だけでなく料理の味自体が薄味になり、食感の低下も引き起こすことから、十分に食生活改善運動としては浸透していない。本研究では、うま味物質を複数併用で引き起こされる相乗効果を利用することで更なる味増強が可能であること、咀嚼時に唾液中へ味成分がしみ出しやすいよう食品の水分を保持することも重要であることが示唆された。これらの知見を日常の食生活や調理加工に応用することで、減塩へ繋がると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Adding umami to salt increases the saltiness, and it is said that even a small amount of salt has a sufficient effect. In addition, the texture of food affects the degree of elution of taste substances into saliva during chewing. In this study, we investigated the effect of umami on taste and texture. As a result, it was found that when the food is soft, it easily disintegrates during chewing, and a large amount of taste components are eluted with water during chewing, so a strong salty taste is felt. In addition, if the taste components are unevenly distributed, the taste stimulus due to the difference in concentration is strongly felt, suggesting that the contrast effect is likely to occur. By applying these findings to foods, it is thought that salt reduction will be realized.

研究分野：食品科学

キーワード：塩味増強 味の相互作用 減塩

様式 C-19、F-19-1、Z-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

塩は私たちの食生活に不可欠であるが、過剰摂取は生活習慣病の一因とされ、減塩が推奨されている。2015年度より食事摂取基準で、男性 8.0 g、女性 7.0 g が適塩であるとされた。平成 25 年国民栄養調査において日本人の成人の 1 日の塩分摂取量は、男子が 11.1 g、女子が 9.4 g であるが、そのうち、加工食品などに既に含まれているため加減しにくい塩分は 57%、塩や醤油など自ら加減可能な塩は 43%とされている。食品加工において塩は、脱水やタンパク質変性、腐敗防止など食品の品質や安全性の保持の役割、家庭調理においては主に味付けとして塩味の付与はもちろん、他の味を増強あるいは抑制する作用に必須である。そのため、減塩は味や食感の低下を引き起こし、美味しさを損ねることに繋がるため食事摂取基準まで現在の食生活を改善するのは容易ではない。近年ではうま味の付与は減塩による味の物足りなさを補うために有効だと言われているが、食材に対する最適な調理条件は経験に頼らざるを得ないのが現状である。日本料理では、ダシで煮込むといった塩と他の調味料と合わせた調理技法が用いられることが多く、うま味は普段から口にしている。うま味が減塩に有効であると言うためには、調理過程で食品素材にどのように浸透するか、その過程で食感はどのように変化するか、ヒトは咀嚼時に味の違いを認識出来るか（唾液中に味成分が溶出しやすいか）、食感の違いは味の強さ（唾液中への染み出しやすさ）に影響するか、減塩前と同等の塩味として認識できるのかを明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、食品を調味料と共に製造することで、調味料の浸透挙動、食品内部の成分との相互作用、食感、味にどのような影響を及ぼすか明らかにすることである。本研究では咀嚼モデル試験やヒト咀嚼試験にて実験を行った。

3. 研究の方法

(1) モデル食品の調製

添加する味物質には、食塩、DL-アラニン（以下 Ala）、グルタミン酸ナトリウム（以下 MSG）を用いた。塩分濃度は、煮物の汁や煮物そのものに相当する 1.0~1.5%とした。Ala は検知閾値から認知閾値以上に相当する濃度まで数種類の濃度を設定した。これらを用いて水溶液を調製し、寒天を添加することで固形モデル食品を作製した。また、味物質が付近に分布した固形モデル食品、硬さが異なる固形モデル食品も作製した。ただし、これらは NaCl のみで作製した。

(2) 食品サンプルの調製

大根を 2 cm 角に裁断した。これら大根の保存（常温・凍結）や加熱方法（下処理あり、常圧加熱、圧力加熱）、加熱時間を変えることで、硬さの異なる大根サンプルを調製した。

(3) 咀嚼モデル試験

物性測定装置（島津小型卓上試験機 EZ-test EZ-S）直径 4 cm の円柱プランジャーを用いてモデル食品の圧縮試験を実施し（圧縮速度:50,240 mm/min、圧縮回数:1~20 回、圧縮率:50%→70%）、溶出した水分量と水分中の塩分濃度を測定した。また抽出液は味覚センサ測定にも供した。

(4) ヒト咀嚼試験

ネットで包んだ脱脂綿 2 枚と、寒天を口に含み、所定回数・所定速度で咀嚼した。なお、咀嚼速度については、パネルが寒天をゆっくり噛む速度、速く噛む速度の平均から定めた速度である。評価はメトロノームを用いて、リズムを流しながら咀嚼した。咀嚼後の脱脂綿を、遠心分離し、脱脂綿に含まれる唾液を分離した分離した唾液を、塩分計で測定した。また、脱脂綿重量から、染み出した水分量を求めた。

(5) 官能評価

味質や味強度は官能評価を実施した。味強度は 2 点比較法を用いた。また、口に含んだ際に口に含んだ際に感じた味を強い順に順位付け（1 位:3 点、2 位:2 点、3 位:1 点）し、各味の割合(%) = (各味の点数合計 / 全味の点数合計) × 100 の式から味のバランスを評価した。また、味の持続時間を TDS 法にて評価した。パネルには 1 分間に 75 回の速度で寒天を咀嚼し、咀嚼し始めた瞬間から味を感じられなくなるまでの時間を Magic Sense (Taste Technology 製) で測定するよう指示した。全パネルの結果を MS-AnalyzerV3.2.5 を用いて統計解析後、1/2 以上の確率で味を認識できた時間を味の持続時間とした。

(6) 研究倫理

本実験は、秋田県立大学研究倫理規範第 5 条「人を対象とする研究」研究倫理委員会において許諾された後、実施した。

4. 研究成果

(1) 食品の硬さと味強度の関係性について

硬さが異なる固形モデル食品を対象に、味強度を2点識別法にて評価した。含有成分濃度が同一にもかかわらず、柔らかいモデル食品の味が強いと評価された。食品物性の違いに味知覚が異なった原因を調べるため、ヒト咀嚼試験にて、咀嚼時に溶出する水分量と塩分量を評価したところ、柔らかい方が水分量、塩分量ともに多い結果となった。よって、柔らかいと水分とともに味成分が多く溶出するため、塩味を強く感じていたことと考えられる。物性測定装置を用いた咀嚼モデル試験にて、モデル食品を圧縮し、溶出水分量を測定したところ、柔らかいモデル食品の水分量が溶出されやすく、また咀嚼時の崩壊度が高いことが確認され、官能評価を支持する結果となった。以上のことから、食品物性の違いが味知覚に影響を及ぼすことが示唆された。

(2) 食品の味成分分布が味強度に及ぼす影響について

いずれも食品1個あたりの味物質濃度は同じであるが、味物質が均一に存在するモデル、味物質が食品中の上側1/3にだけ分布するモデル、味物質が食品中の中側1/3にだけ分布するモデル、以上3つの味成分が不均一に分布した固形モデル食品を対象に、味強度を2点識別法にて評価した。味物質が均一に分布したモデルよりも、不均一に分布したモデルの味が強く感じられる傾向にあった。味物質が均一に分布したサンプルと比較して、不均一サンプルでは味物質の濃度差が味増強をもたらすとの報告例があり^{1,2)}、本研究においても同様の傾向が確認された。TDS測定の結果、味物質が均一に分布したサンプルでは、寒天の味は感じられていないのに対し、不均一サンプルでは寒天の味を認識していた。このことから、不均一サンプルの味が強いと評価されたのには、固形食品中の濃度差が咀嚼時の味溶出の違いに影響したと考えられる。また、NaClだけでなく、他の味物質を添加し、味質の変化を確認したところ、味の対比効果も不均一モデルの方が現れやすく、味増強へ繋がるということが示唆された。一方、塩味を認識していた時間は、均一サンプルと不均一サンプルでは大きな違いは認められなかった。これまで、溶液を対象とした実験では、後味の持続性も味強度や味の満足感に影響を与えると考えてきたが、味物質が不均一に存在する固形食品の場合は、濃度差による味刺激の影響が大きいと推察される。

(3) 味増強効果と味バランスの関係性について

NaCl+Glu+Ala添加寒天を対象に、NaCl+Gluのみ添加した寒天との味強度を比較した。その結果、Alaの濃度上昇に伴い、味強度が増加し、認知閾値、認知閾値以上添加した場合には有意差が認められた。味増強にはうま味物質の添加が効果的と言われているが、うま味物質を複数併用で引き起こされる相乗効果を利用することで更なる味増強が可能であることが示唆された。塩味：うま味：甘味の味バランスは、Alaの濃度上昇に伴い甘味の割合が増えることが確認された。味の持続時間を確認すると、NaCl+Glu+Ala添加寒天 > NaCl+Glu添加寒天であった。味バランスに加えて後味の持続性も味強度や味の満足感に影響を与えると推察される。同濃度の水溶液を用いた実験では、味強度は寒天同様、味の相乗効果による味増強が確認されたが、味の持続時間については、寒天よりも長かった。水溶液よりも固形食品の方が味を感じにくくなる要因の一つに、後味持続時間があると考えられる。そのため、咀嚼時の崩壊のしやすさと味成分の溶出のしやすさが味の相乗効果による味増強を引き起こすために重要であると考えられる。

(4) 食品の硬さと味物質の溶出量との関係性について

加熱方法や加熱時間、下処理方法などを変えることで調製した硬さの異なる大根サンプルについて、物性測定による試験力測定、塩分測定、咀嚼モデル試験による水分溶出量を測定した。モデル食品と同様、柔らかさと味成分濃度、水分溶出量の関係性が味強度に影響をもたらすと考えられる。また、塩味強度には、後味持続時間など塩分濃度以外の要因も影響を与えると推察される。以上のことから、減塩モデルに繋げるためには、食品の硬さはもちろん、味の相乗効果を引き起こしやすい濃度組成に調整するとともに、唾液中へ味成分がしみ出しやすいよう水分を保持することも重要であることが示唆された。

<引用文献>

- 1) AC. Mosca, JHF. Bult, M. Stieger, Effect of spatial distribution of tastants on taste intensity, fluctuation of taste intensity and consumer preference of (semi-) solid food products, *Food Quality and Preference*, **28**,182-187 (2013)
- 2) AC. Mosca, F van de Velde, JHF. Bult, Enhancement of sweetness intensity in gels by inhomogeneous distribution of sucrose, *Food Quality and Preference*, **21**,837-842(2010)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------