

令和元年6月24日現在

機関番号：22702

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K21273

研究課題名(和文)揮発性成分によるうま味増強効果を応用した減塩とうま味関連脳基盤に関する研究

研究課題名(英文) Research on salt reduction and umami recognition applying umami enhancement effect of umami of volatile soup stock

研究代表者

徳永 美希 (TOKUNAGA, Miki)

神奈川県立保健福祉大学・保健福祉学部・助教

研究者番号：90610238

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：これまでに、煮干しだしの揮発性成分と食塩とのうま味の増強効果に関わる機序を、官能評価と脳賦活化部位の測定から明らかにしてきた。だし揮発性成分によって惹起するうま味認知は、食塩6g/L添加によって相乗的に増強した。だしの揮発性成分水溶液と食塩との脳の伝達経路は、背外側前頭前野と上側頭回、眼窩前頭皮質が活性化することでうま味の相乗効果が生じる可能性が示され、イノシン酸と食塩との脳の伝達経路とは異なることが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

だしの揮発性成分と塩とのうま味の増強効果の機序を神経科学的に明らかにすることは、うま味認知の一助となると考えている。社会的意義として、うま味を惹起するだしの揮発性成分と塩とのうま味の増強効果を食品に応用することで、うま味を保ちつつ減塩が可能となる可能性があると考えている。

研究成果の概要(英文)：We examined the enhancement effect of the volatile fractions of niboshi soup stock and salt using a sensory evaluation and functional magnetic resonance imaging (fMRI). The umami intensity in the volatile fractions of soup stock added with 6 g/L of sodium chloride was greater than that of the other solutions. The enhancement effect of the umami perception of the volatile fractions of soup stock and salt might be due to the activation of the dorsolateral prefrontal cortex, the superior temporal gyrus and the orbitofrontal cortex in the brain.

研究分野：食生活

キーワード：うま味 だし揮発性成分

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

1. 研究開始当初の背景

料理のうま味の感じ方は、塩が少ないと弱くなる。日本食は、うま味を重視するため、うま味と相乗効果が高い塩を多く含むことがしばしばである。血圧に対する影響を考えると、うま味を高く保ちながらも、塩を減らす技術が必要とされている。

近年、うま味認知の研究は、風味との関連に重きが置かれるようになってきた。特に、うま味成分による風味増強効果が、官能評価と機能的磁気共鳴画像法(以下 fMRI)や近赤外分光法(以下 NIRS)による脳賦活化部位の測定の組み合わせによって明らかにされつつある(McCabe and Rolls, Eur J Neurosci, 2007)。現在、うま味の認知機序を解明するためには神経科学的解明が必須であり、官能評価と脳賦活化部位の測定を組み合わせる方法が行われている。

食品の揮発性成分にも注目が集まっており、揮発性成分が味の認識に影響することが解明されつつある。煮干しだしの揮発性成分についても簡易的ながら測定が行われている(神田ら、日本家政学会誌、2011)。

これまでに、煮干しだし中の揮発性の成分が、グルタミン酸やイノシン酸混合液よりも、うま味を強く惹起することを、明らかにしてきた(Tokunaga et al., Int J Clin Nutr, 2011)。これには、味を最終的に判断する脳の部位である背外側前頭前野が関わっていることを示してきた(徳永、若手 B 2012-2013 年度)。さらに、塩は、だし中の揮発性成分との組み合わせでうま味を強くすることを明らかにしてきた(17th World Congress on Clinical Nutrition)。しかし、だし中の揮発性成分と塩との組み合わせで、うま味を増強する機序はまだ明らかになっていない。

2. 研究の目的

これまでに、塩との組み合わせでうま味を増強を起こす物質が、だし中の揮発性の成分であることを明らかにしてきた。さらに、うま味を最終的に判断する脳の部位も特定しつつある。本研究は、官能評価と脳賦活化部位の測定を組み合わせを行い、だしの揮発性成分と塩とのうま味増強効果に関わる神経基盤を明らかにすること、うま味認知に関わる物質を特定することを目的としている。

3. 研究の方法

(1) デザイン

デザインは、煮干しだし中の成分と食塩濃度を要因とした二元配置とした。煮干しだし中の成分として、だし揮発性成分水溶液、イノシン酸水溶液、蒸留水(対照)とした。食塩濃度は、0、3、6、9 g/Lとした。

(2) 被験者

被験者は、うま味を理解する 20 歳から 42 歳までの健常成人 15 名(平均年齢 29.2±1.6 歳)とし、インフォームドコンセント実施後、書面により本人から実験参加の同意を得た。

(3) 試料

だし揮発性成分水溶液、イノシン酸水溶液、蒸留水(対照)の 3 種類を試料とした。試料は、それぞれ食塩濃度 0、3、6、9 g/L に調整した。

だし揮発性成分水溶液は、エバポレーター(REN-1000, IWAKI)で煮干しだしを蒸発させて得た揮発性液とした。揮発性成分水溶液は、煮干しだしの匂いが感じられた。煮干しだしは、下記のとおり調整した。煮干しの頭部と内臓を取り除き、1Lの蒸留水に対して 30gの体部を鍋に入れ(30 g/kg) 180 分間浸漬した。鍋を火にかけ、沸騰後あくを取り除きながら 5 分間煮出した。火を止め、鍋ごと氷上中に 2 分間静置し、キッチンペーパーで濾した。

イノシン酸水溶液は、煮干しだしをアミノ酸分析後に、煮干しだしと同濃度のイノシン酸の水溶液を試薬から調整した。

(4) 官能試験

官能試験は、15 名中官能試験に参加可能な 13 名を対象とした。官能試験では、塩分濃度 0、3、6、9 g/L に調整しだし揮発性成分水溶液、イノシン酸水溶液、蒸留水を用いた。官能試験では、うま味・塩味・甘味・酸味・苦味・匂い・臭さ・美味しさ・まずさなどの強さを Labeled Magnitude Scale を用いて評価してもらった。

異なる溶液を評価するたびに、直前に試飲しだしの味が口に残らないように水を飲んでもらった。試飲の際は、舌全体に試料が行きわたる量の溶液を口に含んで 8 秒後に飲み込んでもらった。

(5) 脳の賦活化領域の測定

だし揮発性成分水溶液、イノシン酸水溶液、対照の 3 種類の溶液について、それぞれ食塩濃度 0 g/L と食塩濃度 6 g/L での脳の賦活化領域を機能的磁気共鳴画像法(fMRI)でリアルタイムに測定した。脳機能測定には 1.5 ステラ核磁気共鳴画像を用い、脳全体の構造画像と fMRI により機能画像を撮像した。溶液の提供順番は無作為に決定した。溶液は、fMRI 内の被験者の

口にプラスチック管とシリコンチューブを組み合わせた管7本を固定して、シリンジから供した。測定には、溶液0.6 mlを8秒間口に含んだのち、嚥下し12秒間安静にもらった。その後、口をゆすぐため蒸留水1.0 mlを8秒間口に含んだのち嚥下し、12秒間安静にもらった。この組み合わせを連続して10回おこなった。はじめの5回は食塩濃度0 g/L、残りの5回は食塩濃度6 g/Lとした。以上を試料別に合計3回実施した。

機能画像は前処理と統計処理をMatlabとSPM8を組み合わせて行った。撮像の際、頭部の動きが平行移動で0.8 mm未満である6名を解析に用いた。

(6) 統計解析

官能試験によるうま味・塩味・甘味・酸味・苦味・匂い・臭さ・美味しさ・まずさなどの強さの感じ方については、SPSSを用いて二元配置分散分析を行った。

脳の賦活化部位について、統計ソフトR2.15.1を用いたベイジアンネットワーク分析により、脳内の伝達経路を解析した。

4. 研究成果

(1) 官能試験の結果

官能試験の結果、うま味の強さは、煮干しだし揮発性成分あるいはイノシン酸、対照の水溶液と食塩濃度との間に交互作用が認められ ($p < 0.05$ 、二元分散分析) 食塩6 g/Lの煮干しだし揮発性成分水溶液のうま味が最も強かった。うま味の強さは、イノシン酸と対照とで有意な差は認められなかった。

(2) 脳賦活化部位測定の結果

だし揮発性成分水溶液への食塩添加が脳賦活化部位に与える影響

脳の賦活化部位測定の結果、食塩6 g/Lを添加しだし揮発性成分水溶液では、背外側前頭前野と眼窩前頭皮質、前頭極、上側頭回が活性を示した ($p < 0.05$)。食塩0 g/Lのだし揮発性成分水溶液では上側頭回のみ活性を示した。したがって、背外側前頭前野と眼窩前頭皮質、前頭極が、だしの揮発性成分と食塩とのうま味の増強に関わることが示唆された。脳の賦活化部位についてのベイジアンネットワーク分析の結果、揮発性成分水溶液は、食塩の影響を受け、背外側前頭前野と上側頭回、眼窩前頭皮質に収束した (図1)。

→ : 因果関係を示す

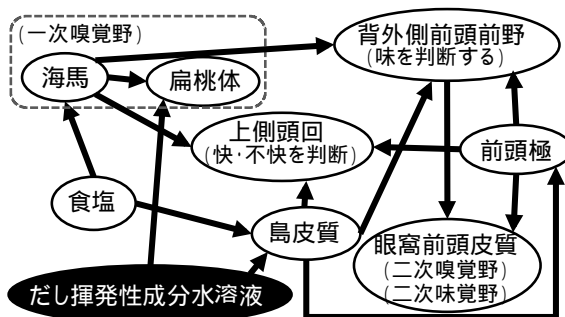


図1. ベイジアンネットワーク分析の結果

イノシン酸水溶液への食塩添加が脳賦活化部位に与える影響

食塩6 g/Lを添加したイノシン酸水溶液では、背外側前頭前野と眼窩前頭皮質、上側頭回、前頭極が活性を示した ($P < 0.05$)。食塩0 g/Lのイノシン酸水溶液でも背外側前頭前野、上側頭回、前頭極が活性を示し ($p < 0.05$)、眼窩前頭皮質は活性しなかった。脳の賦活化部位についてのベイジアンネットワーク分析の結果、イノシン酸水溶液は、食塩の影響を受けず、二次味覚野である眼窩前頭皮質に収束した。イノシン酸水溶液は、味として脳に情報が伝わっていることが示唆された。

< 引用文献 >

McCabe C and Rolls ET. Umami: a delicious flavor formed by convergence of taste and olfactory pathways in the human brain. *European Journal of Neuroscience* 2007; 25:19855-64

神田知子、安藤真美、高杉美佳子、田村理恵、高橋徹、丸山智美、五藤淑子. 大学生を対象とした煮干しだしと風味調味料だしの好みとうま味およびおいに対する知覚との関係. *日本家政学会誌*, 2011; 179-188

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計1件)

Setsu R, Hirano Y, Tokunaga M, Takahashi T, Numata N, Matsumoto K, Masuda Y, Matsuzawa D, Iyo M, Shimizu E, Nakazato M. Increased Subjective Distaste and Altered Insula Activity to Umami Tastant in Patients with Bulimia Nervosa. Front Psychiatry. 2017

〔学会発表〕(計1件)

徳永美希、畔野佳央理、丹羽政美、平野好幸、神田知子、丸山智美、久保金弥、安細敏弘、小野塚實、高橋徹、鰹だし揮発性成分とグルタミン酸ナトリウムの混合摂取によるうま味増強に関する脳内における機序. 第70回日本栄養・食糧学会大会、2016

〔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

該当なし

6. 研究組織

(1)研究分担者

該当なし

(2)研究協力者

該当なし

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。