

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 23 日現在

機関番号：27103

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24700842

研究課題名(和文)だし揮発性成分によるうま味認知機序の解明

研究課題名(英文)Effects of the volatile fractions in soup stock on the perception of umami taste

研究代表者

徳永 美希 (Tokunaga, Miki)

福岡女子大学・文理学部・助手

研究者番号：90610238

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円、(間接経費) 810,000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がヒトのうま味認知を惹起させる機序を、官能試験と脳賦活化領域の測定から明らかにしてきた。官能試験の結果、だしの揮発性成分水溶液の方が、アミノ酸核酸混合液よりもうま味が強く感受された。だしの揮発性成分によって惹起するうま味認知には、一次嗅覚野である海馬と扁桃体、味を判断する部位である背外側前頭前野が関わっている可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：We examined the effects of the volatile fractions in niboshi soup stock on the perception of the umami taste using a sensory evaluation and functional magnetic resonance imaging (fMRI). The umami intensity in the volatile fractions was greater than that in the mixture of amino and nucleic acids. The umami perception of volatile fraction might be due to the activation of the olfactory area and the dorsolateral prefrontal cortex in the brain.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：うま味

1. 研究開始当初の背景

うま味は、甘味、塩味、酸味、苦味に続く5番目の味である。うま味成分は、アミノ酸系うま味物質であるグルタミン酸や核酸系うま味物質であるイノシン酸、グアニル酸などが一般的である。しかし、近年、うま味の定義が「風味を増強する因子」として定着しつつあり、グルタミン酸による風味増強効果に対する効果に関する研究が増加してきている。特に、官能試験と脳賦活化領域の測定を組み合わせる手法を用いることによって、脳内でのうま味認知の様子を観察する手法が注目されている (McCabe and Rolls, Eur J Neurosci, 2007)。

一方で、我々はだし揮発性成分水溶液の方が、グルタミン酸やイノシン酸などのアミノ酸核酸混合液よりも、うま味が強いことを官能試験で明らかにしてきた。さらに、だし揮発性成分が嗅細胞への到達を妨げた場合にはうま味を感じなくなることも示してきた。しかし、だし揮発性成分が、うま味認知を脳内でどのように引き起こすかについては不明のままであった。

2. 研究の目的

だし揮発性成分がヒトのうま味認知を惹起させる機序を明らかにするため、官能試験と脳賦活化領域の測定を行い、さらに脳内の伝達経路を解析により明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) デザイン

デザインは、だし中の成分 (だし揮発性成分水溶液、アミノ酸核酸混合液、蒸留水) とノーズクリップの有無を要因とした3×2の二元配置とした。ノーズクリップは、揮発性成分の嗅細胞への到達を妨げることで、匂いを知覚させない目的で用いた。

(2) 被験者

被験者はうま味を理解する20歳から39歳までの健常成人27名 (平均年齢25±5.4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、アミノ酸核酸混合液、蒸留水 (対照) の3種類を試料とした。試料は食塩濃度6g/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、下記の要領で調整した。煮干しの頭部と内臓を取り除き、11の蒸留水に対して30gの体部を鍋に入れ (30g/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。

アミノ酸核酸混合液は、煮干しだしをアミノ酸分析後に、煮干しだしと同じ組成のグルタミン酸とイノシン酸を含むアミノ酸と核

酸の混合液を試薬から再合成して調整した。

(4) 官能試験

官能試験は、27名中官能試験に参加可能な15名を対象とした。評価項目はうま味、甘味、塩味、酸味、苦味、匂い、嫌な臭い、おいしさの8項目とした。それぞれの評価項目について、全く感じない、あまり感じない、ある程度感じる、やや感じる、強く感じるの5段階で回答してもらった。

試料の評価は、まずノーズクリップを着用しておこない、次いで、ノーズクリップ未着用でおこなった。異なるだしを評価する度に、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だし汁を口に含んで8秒後に飲み込んでもらった。

(5) 脳賦活化領域の測定

だし揮発性成分水溶液、アミノ酸核酸混合液、対照の3種類の試料について、それぞれノーズクリップ着用と未着用での脳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。脳機能計測には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。試料の提供順番は、無作為に決定した。試料は、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る管4本を固定して、シリンジから供した。測定には、試料0.6mlを8秒間味わたったのち嚙下し12秒間安静にてもらった。その後、口をゆすぐため蒸留水1.0mlを8秒間口に含んだのち嚙下し12秒間安静にてもらった。この組み合わせを連続して10回おこなった。はじめの5回はノーズクリップ着用状態で、残りの5回はノーズクリップ未着用状態でおこなった。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を組み合わせで行った。撮像の際、頭部の動きが平行移動で0.8mm未満である9名を解析に用いた。

4. 研究成果

(1) 官能試験の結果

うま味は、だし中の成分とノーズクリップの有無で交互作用が認められた (p<0.001、図1)。ノーズクリップ未着用の場合、だし揮発性成分水溶液>アミノ酸核酸混合液=対照の順にうま味が強く感受された (p<0.001)。ノーズクリップ着用の場合、うま味の強さは、

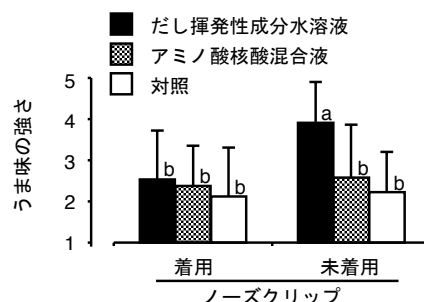


図1. だし揮発性成分水溶液、アミノ酸核酸混合液、対照のノーズクリップ着用と未着用でのうま味の感じ方

だし揮発性成分水溶液とアミノ酸核酸混合液、対照とで有意な差は認められなかった (p=0.8)。

(2) 脳賦活化領域測定の結果

①だし揮発性成分水溶液が脳賦活化領域に与える影響

ノーズクリップ未着用の場合、だし揮発性成分水溶液では、扁桃体、海馬、背外側前頭前野、帯状皮質、前帯状皮質、ブローカ野、側頭極、視床後内側腹側核などが活性化した (p<0.01)。扁桃体と海馬は嗅覚情報が伝達する一次嗅覚野であり、一次味覚野である島皮質は活性しなかった。すなわち、揮発性成分中に味物質はなく、嗅覚刺激が脳に伝達されていることが示唆された。

各被験者の脳各部位の信号強度を抽出した結果、だし揮発性成分水溶液においては、ノーズクリップ未着用時では着用時よりも扁桃体、海馬、背外側前頭前野において有意に高い活動性が認められた (p<0.05)。だし揮発性成分によって惹起されるうま味認知には、扁桃体と海馬、背外側前頭前野が関わっている可能性が高いと考えられる。

だし揮発性成分水溶液をノーズクリップ未着用で摂取したときに活性する脳領域の信号強度を抽出し、クラスター分析した (図2)。クラスター分析にはブートストラップ法を適応した。扁桃体と背外側前頭前野は、活性する条件が類似していることが示唆された。背外側前頭前野は味を判断する部位である。揮発性成分の嗅覚情報から、扁桃体から背外側前頭前野へ情報が伝わることで、うま味を

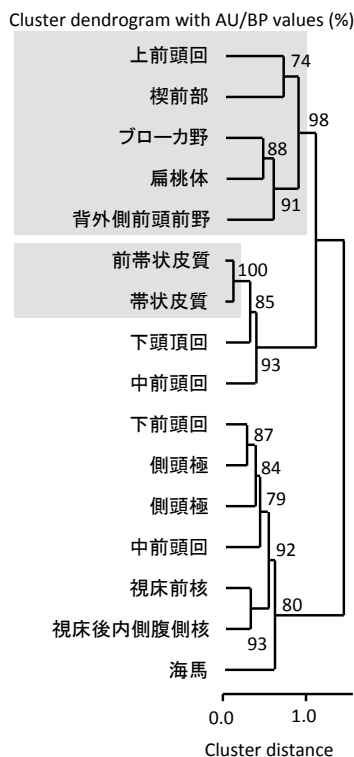


図2. だし揮発性成分水溶液をノーズクリップ未着用で摂取したときに活性する脳の領域間のクラスター分析の結果

脳で判断している可能性がある。

②アミノ酸核酸混合液が脳賦活化領域に与える影響

ノーズクリップ未着用の場合、アミノ酸核酸混合液では、視床後内側腹側核、島皮質、眼窩前頭皮質、海馬が活性化した (p<0.01)。島皮質は一次味覚野であり、眼窩前頭皮質は二次味覚野である。アミノ酸核酸混合液では、ノーズクリップ未着用時には、一次味覚野から二次味覚野といった味覚経路が活性化して、うま味を感じる事が示唆された。

以上の結果によりうま味認知機序は、だし揮発性成分とアミノ酸核酸混合液との間で異なる可能性が示唆された。だし揮発性成分は、嗅覚情報として脳に伝達され、背外側前頭前野を活性化させてうま味を認知させた可能性がある。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 4 件)

(1) R. B. Singh, M. Tokunaga, T. Takahashi, D. Wilson, E. Gerasimova and F. D. Meester. Reversal of immunogenicity of hepatitis B antigen by treatment with nutraceuticals (OMEGA QGEL), The Open Nutraceuticals Journal, 6, 45-48, 2013

(2) 御堂直樹、徳永美希、磯村隆、野口孝則 摂取するスープの温度が温度感覚、体温および心拍数に及ぼす影響 日本食品科学工学会誌、第 59 巻、第 6 号、262-267、2012

(3) M. Tokunaga, T. Takahashi, R. B. Singh, D. Rupini, E. Toda, T. Nakamura, H. Mori and D. W. Wilson. Diet, nutrient and noncommunicable diseases. The Open Nutraceuticals Journal, 5, 146-159, 2012

(4) J. Fedacko, V. Vargova, R. B. Singh, B. Anjum, T. Takahashi, M. Tokunaga, S. Dharwadkar, S. Singh, V. Singh, S. K. Kulshresth, F. D. Meester and D. W. Wilson. Association of high w6/w3 fatty acid ratio diet with causes of death due to noncommunicable diseases among decedents in north India. The Open Nutraceuticals Journal, 5, 113-123, 2012

[学会発表] (計 3 件)

(1) M. Tokunaga, K. Azeno, M. Niwa, K. Kubo, Y. Hirano, J. Mizuno, M. Onozuka, R. B. Singh, D. Wilson, F. D. Meester, and T. Takahashi. Effects of salt on umami perception in the volatile soup stock and IMP fractions. 17th World Congress of Clinical Nutrition. 2013. 10. 25, sofia, Bulgaria

(2) K. Azeno, M. Niwa, K. Kubo, Y. Hirano, J. Mizuno, M. Onozuka, R. B. Singh, D. Wilson,

F. D. Meester, T. Takahashi, M. Tokunaga.  
Synergy of umami taste perceptions in  
volatile fractions of soup stock and IMP  
or MSG. 17th World Congress of Clinical  
Nutrition. 2013. 10. 25, sofia, Bulgaria

(3) 徳永美希、丹羽政美、久保金哉、平野好  
幸、小野塚実、高橋徹 fMRI 測定による煮干  
しだしの匂いによって惹起するうま味認知  
機序の解明 第 18 回 Hindgut Club Japan シ  
ンポジウム 2012 年 12 月 8 日 専修大学

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

徳永 美希 (Tokunaga Miki)  
福岡女子大学・国際文理学部・助手  
研究者番号：90610238

### (2) 研究分担者

該当なし

### (3) 連携研究者

該当なし