

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：31309

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2016

課題番号：26350103

研究課題名(和文) 脳における味覚の情報処理メカニズムに関する神経生理学および認知心理学的研究

研究課題名(英文) taste information processing mechanism of brain

研究代表者

鈴木 裕一 (Suzuki, Yuichi)

仙台白百合女子大学・人間学部・教授

研究者番号：50091707

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：人の脳における味覚の情報処理メカニズムの一端を明らかにするため、塩味による苦味抑制効果について検討した。舌の離れた左右の2つの場所の一方を苦味刺激しもう一方を同時に塩味刺激した場合に、苦味強度が抑制されることが示された。このことは塩味による苦味抑制効果の少なくとも一部は、脳における情報処理を介して起こっている示唆すると考えられる。さらに、NaClとNa-Gluconateでは同等の苦味抑制効果が見られたが、塩味は後者が前者に比べて弱いことが明らかになった。塩味がNaだけで決まるものではないこと、及び苦味抑制効果の機序が複雑であることを示唆している。

研究成果の概要(英文)：We investigated taste information processing mechanism of brain, particularly on the inhibition of bitter taste by Na salts. The results showed that application of NaCl on the unilateral side of the tongue reduced the bitterness of quinine applied on the contralateral side, indicating the inhibition of bitterness occurs, at least in part, in the information processing mechanism of the brain. We also found that Na-gluconate is less salty than NaCl, while both reduced the bitterness of bitter melon by a similar degree, indicating that salty taste is not solely due to Na, and that the underlying mechanism of inhibition of bitterness by Na salt is complicated.

研究分野：生理学

キーワード：味覚 脳 苦味 塩味 舌 味覚相互作用

### 1. 研究開始当初の背景

動物は、生きて行くために食物を食べなければならない。食べたい(食べたくない)という気持ちは我々の脳でおこり、食行動を進めていく(回避する)駆動力となっている。食べたい気持ちは、味・匂い・テクスチャー・見た目などの生理的な知覚、食卓の状況などの外的な環境、空腹などの内的な環境、および過去の食体験などが統合されて起こる。中でも味覚は食行動を引き起こすもっとも基本的な部分をなしている。本研究は、味覚がヒトの脳においてどの様に情報処理されているかについて検討を加えようとするものである。視覚、聴覚、体性感覚などの他の知覚と比較し、味覚に関する脳情報処理メカニズムの研究はまだ少ない。

### 2. 研究の目的

本研究は、ヒトの脳における味覚の情報処理メカニズムの一端を明らかにするため、平行して4つの課題について進めた。すなわち;

(1) 塩味刺激による事象関連脳電位の検出を試みる。

(2) いくつかの塩味物質を用い、ゴーヤの苦味に対する抑制効果を比較検討する。

(3) 選択することによって選択しない場合よりも記憶が促進される現象(自己選択効果)が、味覚に関しても見られるか否かについて、さらに選択と好みとの関係について検討する。

(4) 塩味と苦味の相互作用について、それが末梢の味蕾部で起こっているのかそれとも中枢神経で起こっているのかを検討する。

### 3. 研究の方法

それぞれの課題の研究手法

(1) 事象関連脳電位測定のため、立ち上がりの早い、かつ刺激開始時時間が正確に特定できる特性を持った味覚刺激装置

(gustmeter、飛鳥電気、大阪)を用いた。味覚刺激は以下のようにして行った。外径0.65mm、内径0.45mmのシリコンチューブ内に水溶液を連続的に流した。チューブの途中に刺激部位となる楕円形の開口部(長径0.8mm、短径0.3mm)があり、そこに被験者の舌を当てた。刺激部位には弱い陰圧(約-1mH<sub>2</sub>O)がかかるよう、最終的な流出液回収容器の液面の高さを調節した。刺激液(または対照液)は0.2秒間の気泡を前後に挟んで2秒間流した。その後洗浄のための水を30秒間流した。刺激液と対照液は交互に流した。刺激液には赤色の色素を、対照液(蒸留水)には黄色の色素を加えた。赤色と黄色の色素を上流側に設置したカラーセンサーが認識した時間と、カラーセンサーの位置と刺激部位開口部の距離と、流速(実験日ごとに実験開始前に測定:おおよそ14cm/秒)から刺激開始時間を特定した。流量は150mL/分とした。脳電位誘導の電極位置は標準的な10-20電極配置法に従い、誘導電極としては双極誘

導法を基本とした。電極からの信号はデジテックス研究所製の携帯型多用途生体アンプ Polymate AP100 を用いてデジタル記録した。

(2) 摺りおろしたゴーヤに、NaCl、Na-gluconate、KCl、或いは K-gluconate (0.2mmol~1mmol/g)を加えた試料で、苦味と塩味の官能評価を行った。

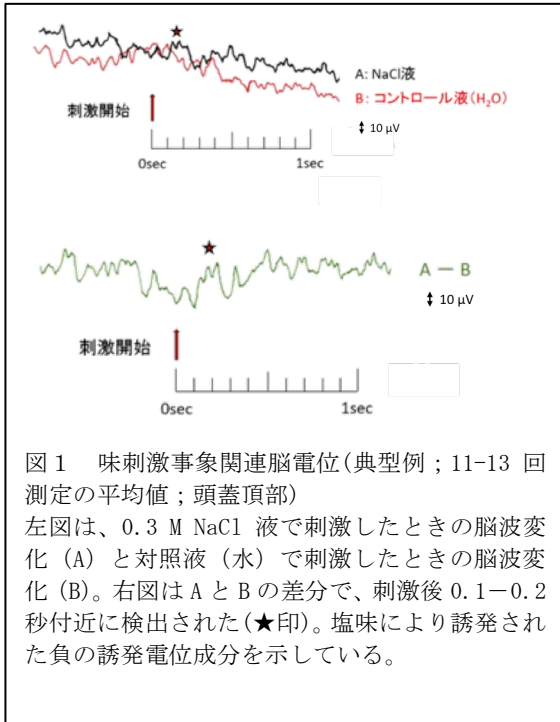
(3) 3段階にわかれた記憶テストを行った。第1段階では6対の検査液を順次与え味わった。そのうち3対は自己選択(選択)で、残り3対は「他者が指定」(強制)とし、記憶させた。次いで、5分程休憩(第2段階)した。第3段階では、記憶した6種の検査液とは全く別の6種の検査液(未知)を加え、記憶のテストと好き・嫌いの評価を行った。記憶のテストでは、検査液を飲んだか否か判定させ、好ましさの評価では、0を中心に好きか嫌いか5段階で評価してもらった。

(4) 塩味と苦味の相互作用について、それが末梢の味蕾部で起こっているのかそれとも中枢神経で起こっているのかを明らかにするため、舌上の2カ所にそれぞれ塩味と苦味の刺激を独立に与え、検討した。味覚刺激は、1cm四方の綿布に1.8%NaClまたは0.2%塩酸 Quinine、あるいは両者をしみこませ、それを舌上に乗せて行った。場所は舌先から咽頭部に向かって数cm、左右対称に1cm以上離れた位置とした。主観的味覚強度は、強さの表現付き点数評価表にもとづいて、刺激開始後一定時間間隔で点数評価してもらった。

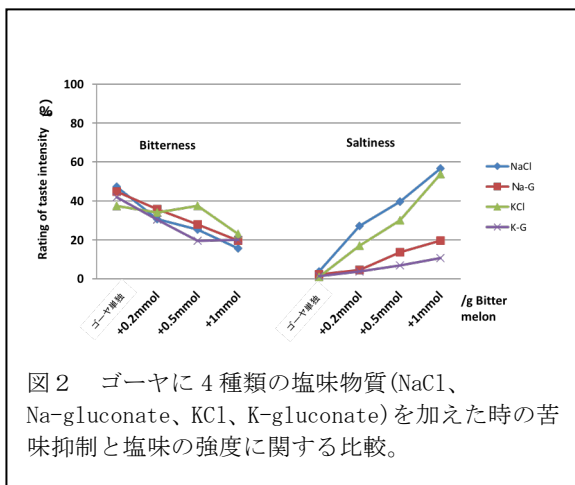
### 4. 研究成果

それぞれの課題の研究成果

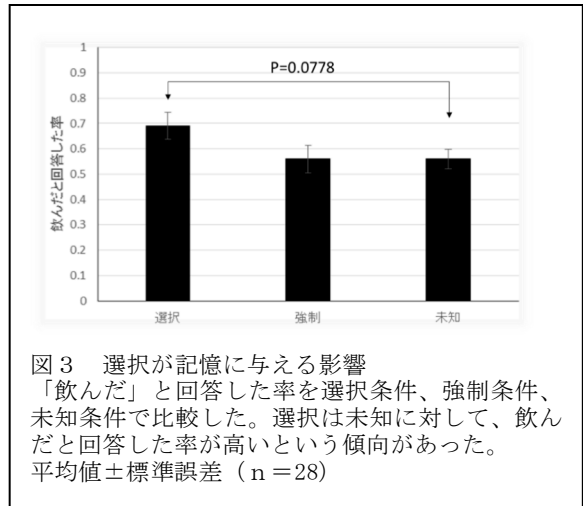
(1) 全部で9症例を測定した。そのうち、主観的に見て事象関連脳電位が現れたのは3例であった。塩味刺激に伴う事象関連脳電位は、刺激開始後0.05-0.2秒当たりピークを持ち、頭蓋頂部、左前頭部、右前頭部で主に観察された。左側頭中央部、右側頭中央部、左後頭部、右後頭部でははっきりしないことが多く、特に左後頭部、右後頭部はα波が大きく現れたため事象関連脳電位が隠れて見えない可能性があった。以上より、脳波のノイズ成分から微小な誘発脳電位を検出するにはさらなる工夫が必要であることが明らかになった。測定の繰り返し数を増やすことは、被験者の負担(現在30分)から考えて現実的ではないと思われる。信号処理によりノイズ成分を減らす方法を開発していく必要があると思われる。(図1)



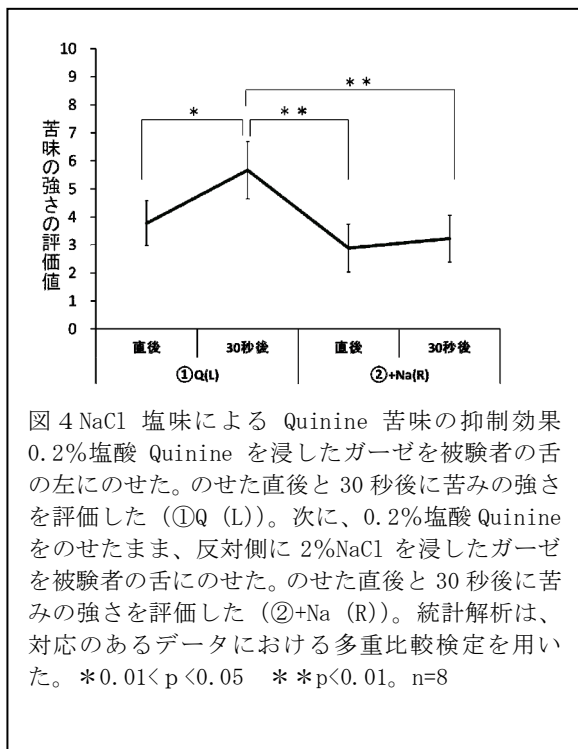
(2) NaCl、Na-gluconate、K-gluconate の3種類の塩はいずれも同等にゴーヤの苦味を抑制したが、KCl は苦み抑制が弱かった。それらのもたらす塩味の強度は異なり、NaCl、KCl は塩味が強く Na-gluconate、K-gluconate では弱かった。以上の結果より、Gluconate 塩はそれ自体の塩味は弱いにもかかわらず、Cl 塩と同等の苦み抑制効果を持つことが示された(図2)。苦味物質として使用したゴーヤの苦味成分であるモモルディシン、チャランチン、コロソリン酸、ククルピタシンと、今回用いた塩味物質が、舌と脳でどの様に相互作用を持ち、苦みを抑制するのか今後明らかにしていく必要があると考えられる。



(3) 選択、強制、未知の検査液で、「飲んだ」と回答した割合を比較した。選択された検査液は、未知の検査液よりも「飲んだ」と回答した割合が高い傾向があり、自己選択効果が見られた可能性が示された(図3)。一方、好き・嫌いの評価では、この3条件の間に有意差は見られなかった。今回の実験は、全体的に記憶のテストの成績が悪く、また好き・嫌いの評価では嫌いに傾いた点数になった。より記憶しやすい試料ないし条件を設定することにより、選択効果がより明確になると考えられる。



(4) 最初の片側 Quinine 刺激では、刺激開始直後に比較し苦味は30秒後に有意に増強した。続いて対側にNaCl液を浸した綿布を乗せを塩味刺激を追加すると、直ち Quinine 苦味が抑制された。その後30秒後まで苦みの抑制は同程度で続いた(図4)。その後いったん刺激綿布を外し口をゆすいだ後、片側への Quinine +NaCl 刺激を行ったところ、刺激開始後30秒後の苦味は Quinine 単独刺激の30秒後の場合と差がなかった。塩味による苦味抑制効果は、舌の同じ場所を刺激した場合より、舌の離れた左右の2つの場所の一方を苦味刺激しもう一方を同時に塩味刺激した場合の方が、より苦味強度が抑制されることが示された。このことは塩味による苦味抑制効果が主に中枢神経で行われていることを示唆する、と考えられる。



## 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6件)

(1) Perceived 6-n-Propylthiouracil (PROP) Bitterness is Associated with the Dietary Sodium Intake in Female Japanese College Students. Hiroko Inoue, Toshiko Kuwano, Kimiko Yamakawa - Kobayashi, Toshiharu Waguri, Teruyo Nakano and Yuichi Suzuki. J Nutr Sci Vitaminol, 63:167-173, 2017 (査読有り)

(2) 脂質系栄養素：コリンの普及に際し、アメリカからの現状 日比野英彦、大久保剛 脂質栄養学 26:89-106 (2017) (査読有り)

(3) 食事摂取調査法と尿中ナトリウム排泄測定法による食塩摂取量推定の比較。宮下ひろみ、神田あづさ、菱沼宏哉、鈴木裕一 仙台白百合女子大学紀要 21:99-104, 2016 (査読有り)

(4) 飲料に加えた炭酸が女子大学生の消化管機能や味覚に与える影響。山城秋美、加賀山あかり、鈴木裕一 仙台白百合女子大学紀要 20:127-138 (2015) (査読有り)

(5) 食生活状況と味覚感度に関する研究。

矢島由佳、高澤まき子 仙台白百合女子大学紀要 20:169-179(2015) (査読有り)

(6) ヒトにおける塩味の受容経路-NaCl と KCl の比較。鈴木 裕一、加賀山 あかり、金子 友紀、鎌田 牧 仙台白百合女子大学紀要 19:49-54(2014) (査読有り)

[学会発表] (計5件)

(1) Yuichi Suzuki Perceived 6-n-propylthiouracil (PROP) bitterness is associated with the dietary sodium intake in female Japanese college students 17th International Symposium of Olfaction and Taste (ISOT2016) 2016年6月6日～年6月8日(横浜パシフィコ)

(2) 高澤まき子 女子大生の季節における味覚感度の変動—夏季と冬季の比較—第88回日本家政学会 2016年5月27日～平成28年5月29日(金城学院大学(名古屋市))

(3) 大久保 剛 DHA 結合型ホスファチジルコリンが概日活動リズムに及ぼす影響 日本脂質栄養学会 2016年9月16日～2016年9月17日(秋田市にぎわい交流館AU(あう))

(4) 高澤まき子 食生活状況と味覚感度に関する研究 第67回日本家政学会 平成27年5月23日(いわて県民情報交流アイーナ(盛岡市))

(5) 鈴木裕一 2味の相互作用における中枢神経系の関与-舌2カ所独立刺激時の官能検査。日本味と匂学会49回大会 2015年9月24日～25日(岐阜)

(4)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 裕一 (Suzuki Yuichi)  
仙台白百合女子大学・人間学部・教授  
研究者番号：50091707

(2) 研究分担者

高澤 まき子 (Takazawa Makiko)  
仙台白百合女子大学・人間学部・準教授  
研究者番号：50289732

渡邊 兼行 (Watanabe Tomoyuki)  
仙台白百合女子大学・人間学部・教授  
研究者番号：90337212

菱沼 宏哉 (Hishinuma Koya)  
仙台白百合女子大学・人間学部・教授  
研究者番号：20258792

山城 秋美 (Yamashiro Akimi)  
仙台白百合女子大学・人間学部・講師

研究者番号： 30722970

宮下 ひろみ (Miyashita Hiromi)  
仙台白百合女子大学・人間学部・教授  
研究者番号： 20279607

神田 あづさ (Kanda Azusa)  
仙台白百合女子大学・人間学部・教授  
研究者番号： 40280086

大久保 剛 (Okubo Takeshi)  
仙台白百合女子大学・人間学部・準教授  
研究者番号： 40513172

金澤 寛明 (Kanazawa Hiroaki)  
静岡県立大学・看護学部・教授  
研究者番号： 40214431

唐木 晋一郎 (Karaki Shin-ichiro)  
静岡県立大学・食品栄養科学部・助教  
研究者番号： 00363903