

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 11 日現在

機関番号： 34605
 研究種目： 基盤研究 (C)
 研究期間： 2009 ～ 2011
 課題番号： 21500808
 研究課題名 (和文) 食べ物のおいしさとこく-その本態の解明と過剰摂取への対策-
 研究課題名 (英文) Palatability and *koku* of food -studies on their characteristics and measures how to control over-eating
 研究代表者
 山本 隆 (YAMAMOTO TAKASHI)
 畿央大学・健康科学部・教授
 研究者番号： 60028793

研究成果の概要 (和文) : こくの概念を明確にするため、調査を行い、味の複雑性、うま味の増強効果がこく発現に最重要な要素であることを確認した。こくを生じる物質として知られるグルタチオンの味覚作用として、うま味物質のうち、イノシン酸の応答を増強することを見出した。おいしくておこくのある食べ物は前頭前野の脳活動を低下させることも明らかになった。香りによる食べ過ぎの抑制効果についても検討した。

研究成果の概要 (英文) : A survey to delineate the concept of *koku* showed that taste complexity together with enhancement of umami are essential for the induction of *koku*. Glutathione known as a *koku*-inducing substance was found to enhance the taste of inosinate in mice. Palatable foods with *koku* suppressed the activity of the prefrontal cortex when measured with the fNIRS technique. The importance of a certain odor has been suggested to suppress over-eating.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2010 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

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： 味覚、美味しさ、こく、食行動、味覚閾値

1. 研究開始当初の背景

研究代表者の山本は長年にわたり味覚と食行動の基礎的な研究を行ってきた。近年の分子生物学的研究の進展により、5基本味に対応する味細胞の受容体や細胞内情報伝達

の仕組みは明らかになってきた。しかし、おいしさやこくは単に味の質や強さだけではなく、他の感覚や情動、快・不快を含むより高次の中枢処理の結果として発現するため、

その仕組みに関してはまだ不明なところが多いのが現状である。

おいしさは食を促進させる源であり、体が要求する栄養素・エネルギー源を必要量摂取させるための推進役をなすが、一方で、過食から肥満を誘発させる大きな要因ともなる。おいしさは決して悪役ではなく、おいしく食べることそれ自体は、健康な生活を営む基本であり、そのためにはいかに食をコントロールするかが大切である。本研究では、この点を科学的に明らかにしたいと思う。

2. 研究の目的

(1) おいさとこくの本態の解明

食品学、調理学などでは、食物のおいしさの評価項目として、味や香りの他に、「こく」が重要な位置をしめる。こくはおいしさの厚み、広がり、芳醇性といった要素に関わるとされている。また、立ち上がりの速さ、奥深さ、幅の広がり、強さを増強するとともにその持続性を高めるといった作用（後味）、さらには、いやな味を抑えて好ましい味を強めるといった滑らかさ、バランスのよさ（まろやかさ）も含む。しかし、その定義は明確ではなくその本態についても科学的に明らかにされていない。

こくを発現するとされる物質をうま味溶液に添加した時に、どのような官能評価が得られるかをヒトで調べ、ラットやマウスの行動学実験や味覚神経記録実験などにより、こくの本態を科学的に検証する。

(2) おいしさによる生体反応の解析

おいしさの客観的評価法は確立していない。「おいしい」とは快感であり、快の感情は副交感神経活動優位になるとされているが、これはあまりにおおまかな判定であり、必要にして十分な評価法とはいえない。本研究では、摂食中の自律神経活動をモニターし

つつ、自由行動下で脳の機能イメージングが可能な機能的近赤外線スペクトロスコピー（fNIRS）を用いて脳の活動を調べる。

(3) おいしく食べ健康に過ごす食行動とは？

食べ物のおいしさは、摂食を積極的に持続させ、体が必要とする栄養素、エネルギー源を不足なく摂取させるという好ましい働きがある一方で、過食を誘発して、肥満に至る危険性も持っている。長寿者に長生きの秘訣を尋ねると、「好き嫌いなく何でも食べるが、腹八分目で抑える」と答える人が多い。いかに過食を防ぐかは、単に個人の健康問題にとどまらず、世界的な食糧危機を目前にして、きわめて重要である。以前我々が示唆したのであるが、摂食促進ペプチドの産生を抑える働きのある香りについてさらに効用の探求をしたい。

3. 研究の方法

(1) 調査研究

1) こくの概念が食品、調理品、飲料により異なることから、こくに関して抱くイメージを調査する。日本人に限らず、研究代表者のこれまでの共同研究者であったアメリカ（コーネル大学心理学部）の Prof. Bruce Halpern、中国（河北師範大学、生命科学学院）の白文忠教授、ハンガリー（ペーチ大学、医学部）の Prof. Zoltan Karadi にも協力を依頼し、それぞれの国におけるこくのイメージを探る。例えば、熟成度の異なるチーズ、ワインなどを味わって比較するとき、どのような言葉、イメージで表現するのかを調査したり、日本人が「こくがある、あるいは、ないと評価した」レトルトカレーを送付して、それを各国の現地の人に味わってもらったときのおいしさを、あらかじめ設けた調査項目毎に5段階評価をしてもらい、こくという概念が日本を含めた各国で共通のものかどうかを

調べる。

(2) 動物を用いた実験

マウスやラットを用いた実験では、系を単純にする必要があるので、「おいしさをより強めることがこくである」という1つの観点から、グルタミン酸、イノシン酸、両者の混合液を用いたいわゆるうま味溶液に、何らかの物質を添加して、より強いおいしさを発現する系を確立する。こく付与物質として官能評価で示されたグルタチオンをうま味溶液に添加することにより、マウスの溶液摂取量や、味覚神経応答を調べる。

(3) おいしさの客観的評価法の確立

①おいしい味付けとまずい味付けの料理、ケーキなどを、被験者（学生）に食べさせたときの、指尖脈波、呼吸、心拍の揺らぎ、血圧など、自律神経活動をモニターする。

②さらに、本大学に設置されている機能的近赤外線分光鏡（fNIRS）を用いて、大脳皮質の活動パターンを比較する。

(4) 食行動を制御する方策の提案

我々の先行研究により、飲食物や花の香りが視床下部外側野における摂食促進物質の産生に影響を及ぼす可能性を明らかにした。さらなる動物実験により、この事実を確認するとともに、人を対象にして、おいしいものを腹八分目で終える方策を考案したい。

3. 研究成果

(1) こくを生じる物質として知られるグルタチオン（GSH）の味覚作用について

マウスを用い、行動実験と電気生理学的実験を行った。まず、GSHそのものの味を知るため、味覚嫌悪条件づけ法により嫌悪の汎

化パターンを調べると、うま味溶液には汎化しなかったことから、うま味とは異なる味を有することが示された。グルタミン酸カリウム（MPG）とイノシン酸ナトリウム（IMP）の溶液にGSHを添加すると、溶液に対する嗜好性が増大した。とくに、IMPとの混合で大きく増大した。味覚神経（鼓索神経と舌咽神経）の味応答を調べると、IMPとGSHの混合の場合に相乗的に大きな応答が得られた。GSHはIMPのおいしさを増大させる可能性が示唆される。そして、この効果がこくの背後にあるひとつのメカニズムの可能性はある。

(2) 人における味覚検査法の考案とその応用

人に対して簡便かつ正確に味覚感受性を検査する方法を考案した。5基本味（甘味としてショ糖、塩味として塩化ナトリウム、酸味としてクエン酸、苦味としてスクロースオクタセテート、うま味としてグルタミン酸ナトリウム）の閾値付近の5段階の溶液核4mlずつを順次味わい、弁別閾、知覚閾を求めた。大学生約100人に対してテストを行い、本味覚検査キットが有効に味覚閾値の計測に使えることが確認できた。この方法を用いて、各年齢層の人についてもデータを取得中である。

(3) 幼若ラットにおける嗜好学習について

幼若期の食経験が成長後の食行動にいかに関与を及ぼすかに関する研究を行った。3週齢（離乳直後）のラットは低濃度（2%）のショ糖溶液と連合した香りを好み、高濃度（30%）のショ糖溶液と連合した香りを嫌う学習を獲得した。しかもこれらの学習は、20週齢（成長後）に再テストを行った結果、保持していることを確認した。幼若ラットが高濃度のショ糖溶液に嫌悪感を持つのは、消化管においてショ糖分解酵素がまだ十分に働

かないために消化不良になるためではないかという仮説を検証するため、ショ糖を構成するグルコースとフルクトースをそれぞれ15%ずつ含む溶液で条件付けをすると、やはり嫌悪学習を獲得した。内臓感覚ではなく、口腔感覚として嫌悪しているものと思われる。

(4) fNIRS法によるおいしさの評価法について

fNIRSを用いて、被験者がおいしいと思う食べ物、まずいと思う食べ物を実際に咀嚼・嚥下したときの大脳皮質の酸素化ヘモグロビンを測定した。前頭前野では、大好物を食べたときに、酸素化ヘモグロビンの低下、すなわち、脳活動が低下し、もっと食べたいと思うときには増大することから脳活動が上昇するという知見が得られた。咀嚼中のおいしさの実感（陶醉感）と、飲み込んだ後のもっとほしいという欲求（期待感）を反映しているのではないだろうか。そして、この欲求には、この部位に投射することの知られているドーパミンの作用によるのではないかと推察される。また、おいしいときの脳活動の低下は、おいしさに集中し我を忘れる状態を反映しているものと推察される。

(5) 香りによる食行動制御

香りとして、各種花の香りを用い、香り存在かで市販の菓子を自由に摂取させ、摂取量に及ぼす影響を調べた。また、ラットに餌や菓子を与える際に香りを提示しておくことで摂取量に影響が出るかを調べ、ラベンダー、ジャスミンがそれぞれ摂取量を増加させたり、減少させる効果のあることが示唆された。

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 20 件)

- ① K. Ueji and T. Yamamoto, Flavor learning in weanling rats and its

retention. *Physiol. Behav.* 査読有 106: 417-422, 2012.

- ② K. Tokita, T. Yamamoto, J.D. Boughter, Gustatory neural responses to umami stimuli in the parabrachial nucleus of C57BL/6J mice. *J. Neurophysiol.* 査読有 107: 1545-1555, 2012.
- ③ T. Tsuji, T. Yamamoto, S. Tanaka et al. Analyses of the facilitatory effect of orexin on eating and masticatory muscle activity in rats. *J. Neurophysiol.* 査読有 106: 3129-3135, 2011.
- ④ E. Matsuo, A. Mochizuki, K. Nakayama et al. (11人中、5番目) Decreased intake of sucrose solutions in orexin knockout mice. *J. Mol. Neurosci.* 査読有 43: 217-224, 2011.
- ⑤ T. Yamamoto and K. Ueji, Brain mechanisms of flavor learning. *Front. Sys. Neurosci.* 査読有 5: 1-7, 2011.
- ⑥ Y. Shinohara, T. Inui, T. Yamamoto and T. Shimura, Cannabinoid in the nucleus accumbens enhances the intake of palatable solution. *Neuroreport* 査読有 20: 1382-1385, 2009.
- ⑦ T. Yamamoto, U. Watanabe, M. Fujimoto and N. Sako, Taste preference and nerve response to 5'-inosine monophosphate are enhanced by glutathione in mice. *Chem. Senses* 査読有 34: 809-818, 2009.
- ⑧ N. Maeda, M. Onimura, M. Ohmoto et al. (7人中、5番目) Spatial differences in molecular characteristics of the pontine parabrachial nucleus. *Brain Res.* 査読有 1296: 24-34, 2009.
- ⑨ T. Yamamoto, M. Takemura, T. Inui et al. Functional organization of the rodent parabrachial nucleus. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 査読有 1170: 378-382, 2009.
- ⑩ T. Inui, T. Yamamoto and T. Shimura, GABAergic transmission in the rat ventral pallidum mediates a saccharin palatability shift in conditioned taste aversion. *Eur. J. Neurosci.* 査読有 30: 110-115, 2009.
- ⑪ C. Inui-Yamamoto, Y. Furudono and T. Yamamoto, Hedonics of taste influence the gastric emptying in rats. *Physiol. Behav.* 査読有 96: 717-772, 2009.

[学会発表] (計 42 件)

- ① 峰松祐至、西尾裕貴、上地加容子、山本

隆、食べ物の嗜好性による脳内酸素化へモグロビン濃度の変化 (fNIRS による分析). 第 58 回日本栄養改善学会学術総会. 2011 年 9 月 9 日、広島

- ② T. Tsuji, S. Tanaka, T. Yamamoto, Fragrance of grapefruit changes blood glucose level. 18th European Congress of Obesity, 2011 年 5 月 26 日、イスタンブール
- ③ T. Yamamoto, On the neural and neurochemical bases of palatability-induced ingestive behavior. The 9th International Symposium on Molecular and Neural Mechanisms of Taste and Olfactory Perception, 2011 年 11 月 3 日、福岡
- ④ 上地加容子、山本 隆、幼若ラットと成熟ラットにおけるフレーバー嗜好学習について. 第 44 回日本味と匂学会大会、2010 年 9 月 9 日、小倉
- ⑤ T. Yamamoto, T. Inui, C. Inui, Y. Furudono, R. Komaki, Gustatory and olfactory modulation of orexin level in rat ingestive behavior. 11th International Congress on Obesity, 2010 年 7 月 13 日、ストックホルム
- ⑥ 山本 隆、おいしさに関わる脳の働き、食品の”おいしさ”の原理を探る公開シンポジウム、2009 年 10 月 6 日、東京
- ⑦ T. Yamamoto, N. Maeda, M. Ohmoto, I. Matsumoto and K. Abe, Functional organization of the rodent pontine parabrachial nucleus in terms of ingestive behavior. 36th International Congress of Physiological Sciences, 2009 年 7 月 28 日、京都

〔図書〕(計 1 件)

- ① 山本 隆、青春出版社、ヒトは脳から太る。2009. 188 ページ.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山本 隆 (YAMAMOTO TAKASHI)
畿央大学・健康科学部・教授
研究者番号：60028793

(2) 研究分担者

金内 雅夫 (KANAUCHI MASAO)
畿央大学・健康科学部・教授
研究者番号：40191986

坂田 進 (SAKATA SUSUMU)
畿央大学・健康科学部・教授
研究者番号：20142383

竹村元秀 (TAKEMURA MOTOHIDE)
大阪大学・大学院歯学研究科・准教授
研究者番号：70192169