

わさびを使用した辛み官能試験の検討

加藤 みわ子^{*1}・清水 遵

A study on the sensory evaluation of the pungent taste with "Wasabi".

Miwako Kato and Jun Shimizu

要旨

安全でバランスの取れた食生活は健康的な生活の基本であると考えられる。偏った食生活を生み出す要因のひとつは、味覚である。また、辛み成分であるカプサイシンは、脳・中枢神経系に対する作用に関する報告があり、身体状態との関わりからも注目をされている味覚のひとつである。しかしながら、これまでの辛みの官能試験においては、繰り返しの試験が困難であった。そこで、本研究においては、繰り返しの官能試験をおこない、トウガラシを試料にした場合と比較することで、わさびが主観的な辛み感覚を測定するための試料となり得るかを検討した。実験には、健常な大学生で構成された31名（女性9名、男性22名。平均年齢 28.6 ± 9.2 歳）が、トウガラシ群とわさび群の2群に分けられて参加した。実験参加者は、15分間の座位安静の後の1回と、10分の間隔を置いて2回の辛みの官能試験と、快適感と覚醒感の気分評定をおこなった（計3回）。得られた結果それぞれに関して、2群を比較した結果、トウガラシの方がわさびよりも、3回繰り返した味覚試験の辛みの評定得点が大きく変動することが明らかとなった。また、わさびとは異り、トウガラシ群では、味覚試験によって快適感の有意な低下が認められた。これらの結果から、わさびは辛み試料としては適している可能性があると考えられた。

キー・ワード：辛み、味覚試験、わさび、トウガラシ

問題と目的

平成12年3月に、国（厚生省）が各地方自治体へ通知した「21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）」では、健康により行動を行う可能性を高める要因である、適度な運動、適切な食事・栄養、十分な睡眠、ストレスへ適切な対処、および健康に関する正確な情報の取得が重要視されている。また、「日本人の食事摂取基準（2005年版）」においては、生活習慣病の予防を特に重視し、「摂取量の範囲」を示している。更に、平成12年に文部・厚生・農林水産の3省（当時）が、誰もが食生活改善に取り組めるように策定した「食生

活指針」でも、ライフスタイルの多様化による食生活の偏りを特に問題視している。

一方、食生活状況と身体状況との関連については、健康な大学生を対象とした研究において、不規則な食事時間、食事の品数や間食の頻度、朝食の欠食、緑黄色野菜・淡色野菜・果物の偏食および、インスタント食品類や菓子の摂取頻度と疲労自覚症状に深い関係があるとされている（尾崎・高山・吉良，2005）。偏食を生み出す要因のひとつは、食物を嫌いになることであり、その原因の多くは味にある。味覚は、物質の味を評価し、質を識別する感覚であり、食物を選択する基本的な行動の動機となる（Slochower, Kaplan & Mann, 1981）。正常な味覚を保持することが適切な食生活をもたらすとも言える。また、味覚と

※1 愛知淑徳大学 心理学研究科 研究生

ストレス状態との関係については、抑うつや不快感などを伴う精神的な蓄積された疲労感が塩味の閾値に大きく関与していることや、不安状態が甘味の閾値に影響をおよぼすこと、交感神経活性の変化を伴うストレスと酸味の感受性に関係があることなど、いくつかの報告が存在する（加藤・伊藤・永・清水, 2007; 加藤・伊藤・永・清水, 2006; 加藤・足達・伊藤・長岡・永・清水, 2008）。すなわち、ストレス状態と味覚閾値との間には、少なからず関連があることが示されているのである。これらのことから、味覚を測定することは、ストレス状態の指標のひとつとして有用である可能性が考えられる。また、味覚試験は、その結果を利用することで、食物選択の視点からの健康的な食生活の維持・改善のための食生活指導に適用が可能であると思われる。

味覚とは、味覚器官に化学物質が刺激となって生ずる感覚であるが、生理学・化学的な定義では、口中に水溶性の物質を含んだとき、口腔内、とくに舌面、口蓋部、咽喉頭部の特異的な受容器と化学物質が接触することによって生じる感覚とされている（標準生理, 2005）。現在、生理学的には、甘味・酸味・塩味・苦味・うま味の5つが基本味に位置づけられている。1900年頃まで基本的な味の要素として挙げられていたものには、甘味・酸味・塩味・苦味・辛味・渋味・刺激味・無味・脂身味・アルカリ味・金属味・電気の味などがあった（佐藤・小川, 1997）。生理学的な定義に従えば、辛味は口腔内の受容体で感じる痛覚であるので、味覚には含まれない。しかしながら、辛味は、日本では味を分類する概念のひとつであるとされており、トウガラシ・ワサビ・ショウガ・サンショウなどに代表される刺激的な味である。したがって、現代の日本社会では、辛味は重要な味覚のひとつと考えられており、甘味・酸味・苦味・塩味と並ぶ5つの味（五味）のひとつとして捉えられている。

香辛料の辛み成分は、硫黄原子を含む揮発性のものと、硫黄原子を含まない不揮発性のものとに大別される。前者には、カラシやわさびなどで知られるイソチオシアネート類とたまねぎやニンニクの成分であるスルフィド類が含まれる。後者に

は、トウガラシやショウガの成分であるアミノ類とショウガで知られるバニルルケトン類が含まれる。

トウガラシの辛味・刺激性の主体はバニルアミド (vanillylamide) を基本骨格とする12種類以上のカプサイノイドである。辛味と痛み知覚に関する研究は1950年代から始められており、ごく微量のカプサイシンが一般的な発痛物質であるブラキニン (BK) よりも低濃度で痛みを起こすことなどが報告されている。加えて、カプサイシンに代表される辛みは、胃および小腸の上・中部でよく体内へ吸収され、自律神経系と内分泌系の二大情報伝達系を介して生体エネルギー代謝に影響をおよぼすことが明らかとされている (Henry & Emery, 1986)。また、カプサイシンは易脂溶性であるため、血液ー脳関門を通過しやすく、脳・中枢神経系に対する作用に関する報告があり、身体状態との関わりからも辛みは注目をされている感覚のひとつである (岩井, 1991)。

一方、味覚と食行動に関しては、健常成人を対象にした食塩嗜好と食塩経験との関係について、食事時の食塩濃度変化に伴う味覚の変化は、塩辛さを感覚的に経験することによってゆっくりと2～4ヶ月かかって変わるものであり、実際の摂取食塩量とは直接関係していないなどの報告もある (Beauchamp & Gary, 1994; Dimsdale, 1990)。したがって、感覚的に「塩分の多い (塩辛い)」味を経験することで次第に塩味嗜好が強化される可能性があるとされている (Blaustein, 1991)。これらのことから、食行動においては、主観的な味体験が非常に重要であると考えられる。

生活体が外界環境を感じるためのセンサーとしては、TRP (Transient receptor potential) チャンネルが、普遍的なセンサー分子として、多様な刺激の受容に重要な役割を果たしていることが知られている (Montell, 2005)。TRPチャンネルは、陽イオン (Ca^{2+}) を透過するチャンネルであり、温度、機械刺激、痛み刺激などの物理的刺激を受容し、抗原刺激などの受容体刺激によるシグナル伝達に関わる多様な機能を有する分子群である。特に、侵害刺激である痛みを受容することで知られている。痛みを惹起する刺激は温度刺激、機械

刺激, 化学刺激であり, 温度によって活性化されることが確認されているTRPチャンネルのサブファミリーには, TRPV1, TRPV2および, TRPAがある (富永 2006)。TRPチャンネルの基本分子構造は, 膜6回通過型のイオンチャンネルで4量体として機能する。サブチャンネルはそれぞれに, 細胞内に面する特徴的な構造を持つN末端, C末端を有しており, これらがチャンネル機能の制御や修飾に重要な役割を果たしているといわれている (辛島・外, 2011) (Figure 1)。

辛みは厳密には味ではなく, 痛みに分類される。しかしながら, “辛い味” という表現は一般的である。そのため, TRPチャンネルは, 食物の辛みのセンサーとしても扱われている。温度によって活性化されて痛みを感じる, TRPV1, TRPV2および, TRPAの3つのTRPチャンネルファミリーの内, 食物の辛みのセンサーとして知られているのが, TRPV1とTRPAである (稲田・富永, 2007)。先行研究で報告されている辛み成分は主にカプサイシンであり, その受容体はTRPV1であることが同定されている。TRPV1は, 痛みとして感じる温度域である43°C以上の熱によっても活性化されることが知られている (Caterina, 1997)。また, カプサイシン存在下ではTRPV1の

活性化温度域値が低下する。そのため, トウガラシを食べると, 体温の温度域でも活性化されるようになるために, 継続的な痛みを惹起させる (Voets, 2004)。

これまでの予備的な辛みの官能試験においては, 繰り返しの試験が困難であった。これは, 呈味試料にカプサイシンを用いたことにより, 受容器を介して痛み感覚が惹起されてしまったためであると考えられる。したがって, 痛み受容器の活性化を持続させない辛み刺激, すなわち, 先行する呈示刺激が後の知覚に影響をおよぼさない刺激である, 主観的な辛み感覚を測定するために有用な試料を検討する必要がある。

トウガラシはHotな辛みであるのに対して, Coolな辛みとしてわさびが知られている。わさびの辛み作用は, わさびの細胞中に含まれるアリルイソチオシアネート (Allyl isothiocyanate) による。このアリルイソチオシアネートがペルオキシダーゼ酵素であるミロシナーゼ (myrosinase) によって分解されると辛みを感じると言われている (Nagashima & Uchiyama, 1959)。酵素は, 生体でおこる化学反応に対して触媒として機能する分子である。ほとんどの酵素はタンパク質をもとにして構成されているので,

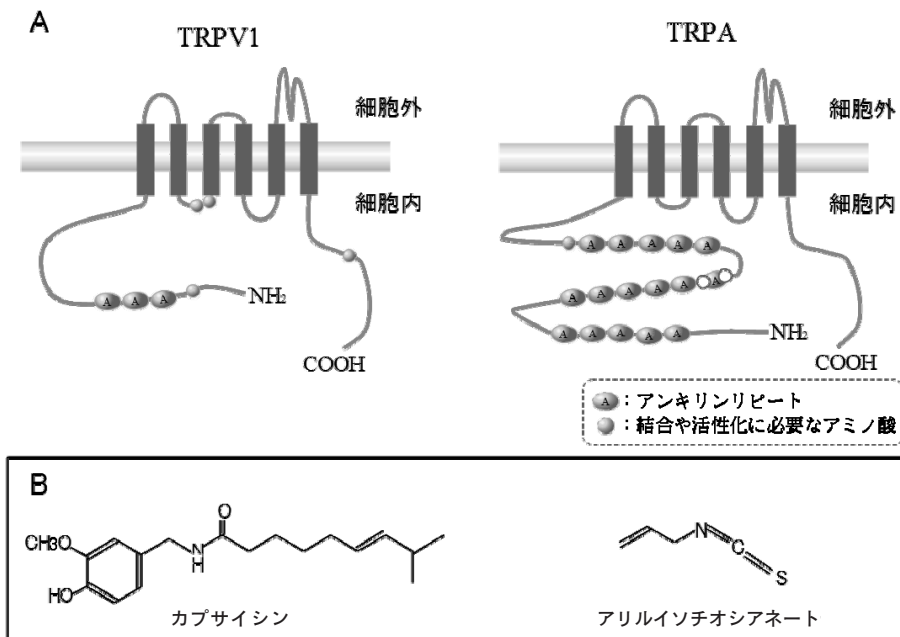


Figure 1 TRPV1とTRPA1の構造モデル(A)と受容される辛み成分の構造(B) (稲田・富永, 2007を改変)

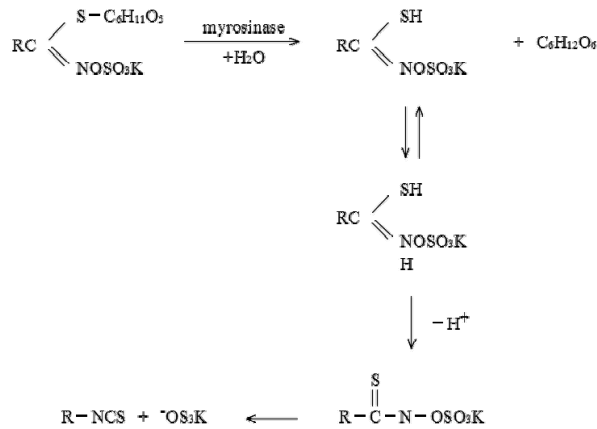


Figure 2 わさびの辛み成分の生成機構 (伊奈, 1982より引用) R: アルカリ基またはフェニル基

生体内での生成や分布の特性、熱やpHによって変性して活性を失う特性がある。アリルイソチオシアネートは植物体では配糖体として存在し、生では組織が損傷することで、乾燥状態では加水することで、酵素が活性化されて糖とアリルイソチオシアネート類を生成する (伊奈, 1982) (Figure 2)。このように、わさびの辛み作用は、酵素の作用によるものであるために、疼痛もなく残味も少ないと考えられる。また、このアリルイソチオシアネートの受容体は、感覚センサー (TRPチャンネル) の中で、食物の辛みのセンサーであるTRPV1とTRPAのひとつである、TRPAであることが知られている。この受容体は17°C以下の冷刺激によって活性化されることが報告されている (Stoyr, 2003)。すなわち、わさびを感じるセンサーが疼痛を惹起させる可能性は極めて低いといえるであろう。

そこで、本研究においては、繰り返しの味覚官能試験 (以下; 味覚試験) をおこない、トウガラシ (カプサイシン) を試料にした場合と比較することで、わさび (アリルイソチオシアネート) が主観的な辛み感覚を測定するための試料となり得るかを検討する。

方 法

実験参加者

健全な大学生31名 (女性9名, 男性22名。平均年齢28.6±9.2歳) が本実験に参加した。

辛みに関して、トウガラシを用いて味覚試験をおこなう「トウガラシ群」とわさびを用いる「わさび群」に、実験参加者を無作為に2群に分けた。トウガラシ群は19名 (女性5名, 男性14名。平均年齢26.9±7.8歳)、わさび群は12名 (女性4名, 男性8名。平均年齢31.4±10.7歳) であった。

全ての実験参加者に、本実験の意義と参加・不参加によって不利益が生じないことおよび、得られたデータは全て個人が特定できない状態にして研究目的以外には使用しないことなどを十分に説明をし、実験参加に承諾を得た。

手続き

参加者全員について、15分間の座位安静の後、気分評定と味覚試験をおこなった。このとき、トウガラシ群はトウガラシを、わさび群はわさびを呈味することで主観的な辛みの評価をおこなった。その後、10分間の座位安静の後に、再び気分評定と味覚試験をおこなう試行を2回実施した (Figure 3)。味覚試験前には市販のミネラルウォーターにより口腔内の洗浄をおこなった。

なお、実験の前後に不安感の測定もおこなった。

測定方法

辛み味覚官能試験 (味覚試験)

味覚試験は、トウガラシ群はトウガラシ味のあられ (塗壁製菓製) 2gを、わさび群はチューブ入りの本わさび (S&B社製) 0.4 mlを呈味することでおこなわれた。辛みの評定は、VAS

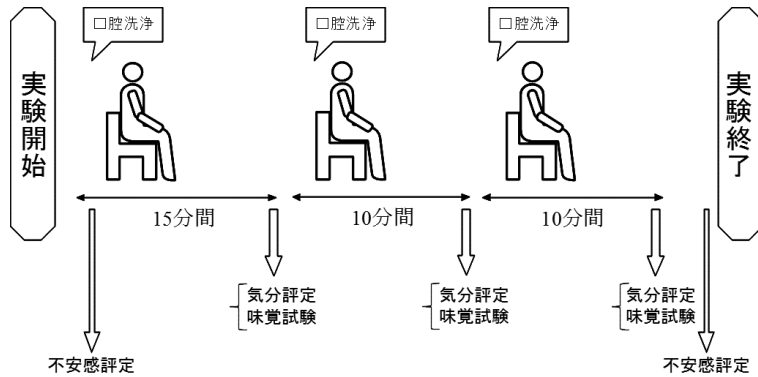


Figure 3 実験手続き

(Visual Analogue Scale) 法によって測定された。

快適感および覚醒感

気分を評定する目的で、アフェクトグリッド (Affect-grid) 法を用いて、参加者全員の快適感および覚醒感を測定した。

アフェクトグリッド法は、Russell, Weiss, and Mendelsohn (1989) によって考案された、感情空間への記入評定法である。本研究では、横軸は「快-不快」、縦軸は「覚醒-不覚醒」の2次元からなるアフェクトグリッドを用い、各次元について、1から9までの9段階で回答を求めた。

不安感

参加者全員に日本版 状態・特性不安インベントリ (State trait anxiety inventory ; 以下 STAI と略す) に回答を求めた。本研究においては、状態不安に関する測定をおこなった。

統計的解析

辛みに関しては、最初の座位安静15分後の辛み評定を基準として、1回目の評定得点から、2回目および3回目は、辛み得点がどれほど変化したかを示す変化量を算出した。辛みは、この変化量に関して、試料要因 (トウガラシ・わさび) と試行要因 (2回目・3回目) の混合分散分析をおこなった。

快適感、覚醒感に関しては、それぞれ試料要因 (トウガラシ・わさび) と試行要因 (1回目・2回目・3回目) の混合分散分析をおこなった。また、状態不安感に関しては、試料要因と実験要因 (前・後) の混合分散分析をおこなった。

統計処理には、Windows XP 上で作動する STAR 5.5.7J が用いられた。

結果

味覚試験

辛みに関する評定得点は、1回目・2回目・3回目の順に、トウガラシ群は60.42±16.01点、46.74±28.21点、60.05±26.33点であり、わさび群は47.25±18.19点、48.08±17.23点、49.25±17.43点であった (Table 1)。

1回目の評定得点からの変化量は、2回目・3回目の順に、トウガラシ群は34.63±20.05点、25.26±21.52点であり、わさび群は2.25±1.90点、3.50±2.32点であった。

Table 1 辛み評定得点

辛み	試験	評価得点		N
		MEAN	SD	
トウガラシ	1回目	60.42	16.01	19
	2回目	46.74	28.21	
	3回目	60.05	26.33	
わさび	1回目	47.25	18.19	12
	2回目	48.08	17.23	
	3回目	49.25	17.43	

辛み評定得点の変化量に関して、分散分析をおこなった。その結果、試料要因の主効果が有意であった { $F(1,29)=39.27, p<.01$ }。すなわち、トウガラシ群の1回目の味覚得点からの変化量は、わさび群よりも大きいことが明らかになった (Figure 4)。

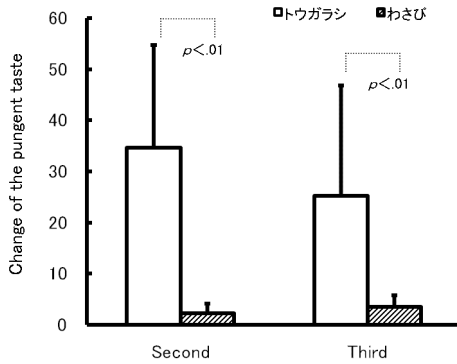


Figure 4 初回からの味覚得点の変化量の比較

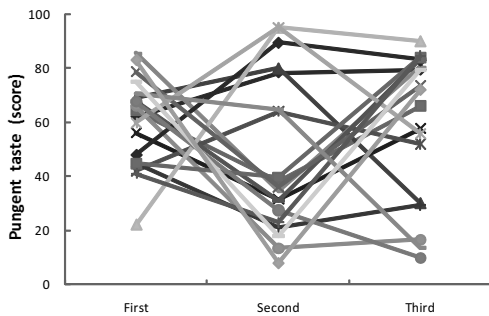


Figure 5 実験参加者全員の辛み評定得点の変化 (トウガラシ群)

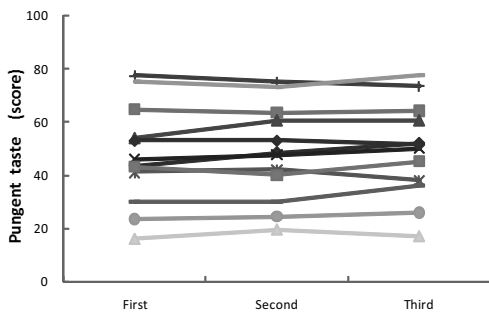


Figure 6 実験参加者全員の辛み評定得点の変化 (わさび群)

また、実験参加者全員の辛み評定得点の変化を Figure 5 および Figure 6 に示した。これらの味覚試験ごとの評定得点の個人の推移から、トウガラシ群、わさび群共に1回目の得点にバラツキが見て取れた。しかしながら、トウガラシ群では1回目、2回目、3回目の得点の推移が山型、谷型であるなど、個人によって異なるのに対して、わさび群では比較的直線的な推移を見せた。

気分評定

快適感および覚醒感

トウガラシ群における、気分評定の快適感得点は、1回目・2回目・3回目の順に、 5.21 ± 1.51 点、 4.05 ± 0.83 点、 4.95 ± 1.15 点であり、わさび群は 4.25 ± 1.16 点、 5.17 ± 1.77 点、 4.58 ± 1.89 点であった (Figure 7)。また、トウガラシ群の覚醒感得点は、1回目・2回目・3回目の順に、 5.42 ± 1.79 点、 6.16 ± 1.50 点、 6.21 ± 1.67 点であり、わさび群は 4.33 ± 1.11 点、 5.42 ± 1.98 点、 5.83 ± 1.72 点であった (Figure 8)。

気分評定の結果それぞれに関して、試料要因 (トウガラシ・わさび) と試行要因 (1回目・2回目・3回目) の混合分散分析をおこなった。

その結果、快適感では、試料要因と試行要因の交互作用に有意が認められた $\{F(2,58)=5.66, p<.01\}$ 。そこで、単純主効果検定をおこなった結果、トウガラシ群における試行の効果に有意が認められた $\{F(2,58)=5.52, p<.01\}$ 。また、2回目

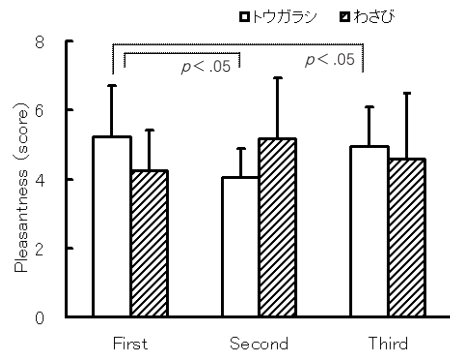


Figure 7 アフェクトグリッド法による快適感の気分評定得点

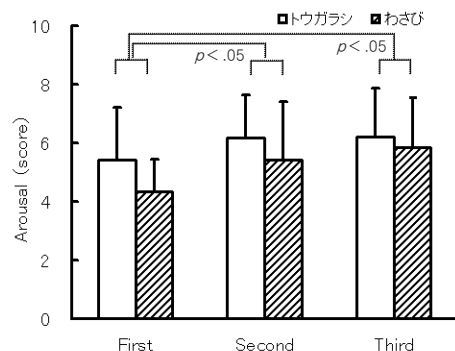


Figure 8 アフェクトグリッド法による覚醒感の気分評定得点

の試行における試料要因の効果が有意が認められた $\{F(1,29)=5.23, p<.05\}$ 。引き続き、検定をおこなった結果、初回の快適感得点より2回目および3回目の得点が有意に低下することが明らかとなった ($MSe=1.6907, p<.05$)。

また、覚醒感では、試行要因の主効果に有意が認められた $\{F(2,58)=5.31, p<.01\}$ 。引き続いでLSD法によれば、初回よりも2回目および3回目の覚醒感が有意に増加することが明らかとなった ($MSe=2.0266, p<.05$)。

不安感

s-STAI (状態不安) による不安感に関しては、トウガラシ群の実験前は 42.58 ± 7.13 点、実験後は 39.53 ± 7.64 点であり、わさび群の実験前は 45.33 ± 8.40 点、実験後は 38.17 ± 7.46 点であった。

試料 (トウガラシ・わさび) 要因と実験 (前・後) 要因の混合分散分析をおこなった結果、実験要因の主効果が有意であった $\{F(1,29)=10.27, p<.01\}$ 。すなわち、実験の前よりも後に、不安感が軽減することが明らかとなった (Figure 9)。

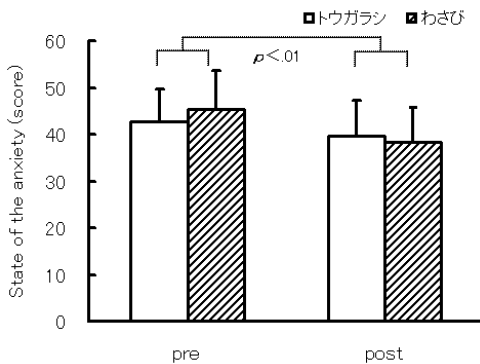


Figure 9 実験前後の不安感の変化

考 察

本研究では、辛みに関する繰り返しの味覚試験が可能となる試料を検討することを目的とした。

実験の結果、辛み評定得点に関して、初回の評定得点からの変化量は、トウガラシの方がわさびよりも有意に大きく、3回繰り返した味覚試験の結果が大きく変動することが明らかとなった。トウガラシの辛み評定得点が、試験ごとに変動した

この結果は、繰り返しの試験が困難であった予備的な実験結果を支持するものであった。これは、カプサイシンの受容体であるTRPV1受容体が、痛みにも深い関わりのある受容体である事が原因であると考えられる。また、受容体は、口腔内のみならず消化管や血管にも存在しているため、トウガラシからなる味覚刺激試料を食する場合、実験参加者は、刺激呈示後に辛み (痛み) を残味として知覚し続けていた可能性が否定できない。一方、わさびを試料とした場合は、トウガラシの結果に対して、繰り返して試験をおこなった時の評定得点は1回目の得点からほとんど変化しないことが示された。

感覚には、生理学的な閾値は存在するものの、個人差がある。このことは、実験参加者全員の辛み評定得点の変化 (Figure 5, 6) から、トウガラシ群・わさび群の双方に初回得点にバラツキがあることから伺うことができる。しかしながら、わさび群では、トウガラシ群に対して、比較的直線的な得点の推移を見せている。このことは、わさびを試料とした場合は、回を重ねても、先行の辛み刺激に影響されることなく、辛みのある程度安定した感覚として評価できる可能性を示していると言えるであろう。

また、気分評定に関しては、快適感において、トウガラシ群では、初回よりも2回目・3回目の快適感得点の有意な低下が認められた。すなわち、呈味することで不快になっていたと考えられる。これは、トウガラシを呈味することで、痛みを感じる感覚センサー (TRPV1) がカプサイシンを受容することで体温の温度領域でも活性化されるために痛みが惹起され、残味を感じ続けていたことが原因であると考えられる。

覚醒感では、トウガラシ群・わさび群とも初回よりも2回目・3回目の得点の増加が認められ、呈味することで覚醒感が上昇することが明らかとなった。これは、トウガラシもわさびも辛み、すなわち痛みを感じる刺激であるためであると考えられる。

加えて、実験の前後に実施した不安感については、実験の後に不安感が軽減していることが明らかとなった。このことから、実験に参加すること

による実験参加者の心的負担は大きくはなかったと考えられる。

ストレスに係る身体や気分の変化を検出しようとする時には、その前後変化を測定するのが有効であると考えられている(加藤, 2005; 加藤・足達・伊藤・長岡・永・清水, 2008)。したがって、身体および気分の変化が味覚におよぼす影響を検出するためには、先行する呈味刺激が後の感覚に影響をおよぼさないようにする必要がある。本研究の結果は、特に辛み感覚を測定する場合、呈味によって痛み感覚を体温領域で活性化してしまい、先行する刺激が後続の刺激に影響をおよぼすトウガラシよりも、先行する刺激の影響を受けにくいわさびの方が試料としては適していることを示唆している。

引用文献

- Beauchamp & Gary (1994). Chemosensory factors affecting acceptance of food during human growth. *Olfaction and Taste*, **XI**, 519-521.
- Blaustein (1991). Pathogenesis of essential hypertension. A link between dietary salt and high blood pressure. *Hypertension*, **18**, 184.
- Caterina, M.J. Schumacher, M.A. Tominaga, M. Rosen, T.A. Levine, J.D. & Julius, D. (1997). The capsaicin receptor: a heat-activated ion channel in the pain pathway. *Nature*, **389**, 816-824.
- Dimsdale (1990). Prediction of salt sensitivity. *American Journal of Hypertension*, **3**, 429.
- Henry, C. J. K., & Emery, B. (1986). Effect of spiced food on metabolic rate. *Human Nutrition: Clinical Nutrition*, **40C**, 165-168.
- 伊奈和夫 (1987). わさび, からし類の揮発性成分(辛み成分を中心とした) 香料, **136**, 45-52.
- 岩井和夫 (1991). 香辛料辛味成分の生理作用 化学と生物, **29**, 99-102.
- 加藤みわ子 (2005). 精神のおよび身体的急性ストレスが唾液緩衝能におよぼす影響 コミュニケーションと人間, **15**, 19-27.
- 加藤みわ子・足達まり恵・伊藤康宏・長岡俊治・永 忍夫・清水 遵 (2008). 精神的ストレスが味覚閾値におよぼす影響 生物試料分析, **31**, 19.
- 加藤みわ子・伊藤康宏・永 忍夫・清水 遵 (2007). 蓄積的疲労感が塩味閾値におよぼす影響 日本食生活学会, **18**, 140-144.
- 加藤みわ子・伊藤康宏・永 忍夫・清水 遵 (2006). 個人の不安特性が甘味感受性におよぼす影響 日本食生活学会, **17**, 44-48.
- 辛島裕士・外 須美夫 (2011). 感覚とTRPチャネル 福岡医誌, **102**, 45-55.
- 健康・体力づくり事業財団 (2001). 『健康日本21 (21世紀における国民健康づくり運動について)』 健康日本21 企画検討会 健康日本21 計画策定検討会報告書.
- 健康局総務課生活習慣病対策室 (2005). 日本人の食事摂取基準 厚生労働省.
- 国立健康栄養研究所 (2002). 食生活指針 平成13年版. 東京: 第一出版.
- Montell, C. (2005). The TRP superfamily of cation channels. *Science STKE*. **22** February 2005, Issue **272**, p. re3.
- Nagashima, Z., & Uchiyama, M. (1959). Possibility that myrosinase is a single enzyme and mechanism of decomposition of mustard oil glucoside by myrosinase. *Bull. Agric. Biol. Chem. Soc. Japan*, **23**, 555-556.
- 中里克治・水口公信 (1982). 新しい不安尺度 STAI日本語版の作成 心身医学, **22**, 108-112.
- 岡村康司 (2007). Ca²⁺活動電位とCa²⁺チャネルの特別な性質, 本郷利憲・廣重 力・豊田順一 (監修) 標準生理学 第6版 医学書院, pp. 93-97.
- 尾崎麻衣・高山智子・吉良尚平 (2005). 女子大学生の食生活状況および体型・体重調節志向

- と疲労自覚症状との関連 公衆衛生誌, **52**, 387-398.
- Russell, Weiss & Mendelsohn (1989). Affect-Grid: A Single-Item Scale of Pleasure and Arousal. *Journal of Personality and Social Psychology*, **57**, 493-502.
- 佐藤昌康・小川 尚 (1997). 味覚の科学, 朝倉書店 [改訂版], 東京
- Slochower, J., Kaplan, S. P., & Mann, L. (1981). The Effects of Life Stress and Weight on Mood and Eating, *Appetite*, **2**, 115-125.
- Story, G. M., Peier, A. M., Reeve, A. J., Eid, S. R., Mosbacher, J., Hricik, T. R., Earley, T. J., Hergarden, A. C., Andersson, D. A., Hwang, S. W., McIntyre, P., Jegla, T., Bevan, S., & Patapoutian, A. (2003). ANKTM1, a TRP-like channel expressed in nociceptive neurons, is activated by cold temperatures. *Cell*, **112**, 819-829.
- 富永真琴 (2006). TRPチャンネルと痛み 日本薬理雑誌, **127**, 128-132.
- Voets, T., Droogmans, G., Wissenbach, U., Janssens, A., Flockerzi, V., & Nilius, B. (2004). The principle of temperature-dependent gating in cold- and heat-sensitive TRP channels. *Nature*, **430**, 748-754.