蓄積的疲労感が塩味の閾値におよぼす影響

加藤みわ子*・伊藤 康宏**・永 忍夫**・清水 遵***

(*愛知淑徳大学コミュニケーション研究科, **藤田保健衛生大学衛生学部,

***愛知淑徳大学コミュニケーション学部)

The influence of cumulative fatigue on salty taste sensitivity

Miwako Kato*, Yasuhiro Itoh**, Shinobu Naga**, Jun Shimizu***

*Graduate School of Communication Studies, Aichi Shukutoku University, 9 Katahira Nagakute
Nagakute-cho Aichi-gun Aichi, 480-1197, Japan

**School of Health Science, Fujita Health University, 1-98 Dengakugakubo Kutsukake-cho
Toyoake, Aichi, 470-1192, Japan

***Faculty of Communication Studies, Aichi Shukutoku University, 9 Katahira Nagakute
Nagakute-cho Aichi-gun Aichi, 480-1197, Japan

****〒480-1197 愛知県愛知郡長久手町長湫片平9

**〒470-1192 愛知県豊明市沓掛町田楽ヶ窪 1-98

The influence of chronic fatigue on food taste sensitivity was investigated in 73 healthy university students (age 21.3 ± 0.5 years). Participants were divided into two groups (Cumulative fatigue group and Normal group) based on their CFSI (Index of cumulative fatigue symptoms) scores and both groups were tested for sensitivity to sweet, salty and sour tastes. Participants were assessed for the emotion state using the Affect-grid. Salivary cortisol concentrations were measured and compared between the two groups. The results showed Cumulative fatigue group had a significantly higher sensitivity to salty taste. Cumulative fatigue group had a significantly higher arousal level and a significantly lower pleasant level compared to the Normal group. Moreover, arousal, salivary cortisol and pleasant level were correlated with cumulative fatigue level.

In addition, the atrabiliary item of CFSI was correlated with the sensitivity of saltiness. These results were discussed in the context of the depressive mood and the unpleasant feeling.

緒 言

平成13年に厚生労働省は、各自治体に通知した「21世紀における国民健康づくり運動（健康日本21）」において、栄養・食生活は多くの生活習慣病や生活の質（QOL）との関連も深いとし、人々の健康で良好な食生活の実現のためには、身体的、精神的、社会的に良好な個人の行動変容とともに、それを支援する環境づくりを含めた総合的な取り組みの重要性を訴えている¹⁾。また、個人の健康感をみると、「日常生活を満足して送る」、「働くことができる」、「食事がおいしい」などで表現されることが多く、心身の疲労の回復と充実した人生を目

指すこと、おいしさを感じ取ることは、生命を守るための基本的な感覚と言えるであろう。一方、食生活状況と疲労自覚症状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²⁾。しかしながら、食生活習慣が悪いので疲労度も高い状況にあるのか、疲労度が高いから食生活習慣も悪いのか、その判断は容易ではない³⁾。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⁴⁾。したがって、味覚を保持することが適切な

食生活をもたらすと言える。また、味覚と慢性疲労との関係や味覚と生化学的分析に関しての研究はほとんどない。

そこで本研究では、味覚官能試験と唾液成分の生化学的分析及び質問紙によって、蓄積的な疲労感が味覚やストレスにおよぼす影響を心理的・生理的に検討し、食を通じた生活の質（QOL）の向上を考えた。

方 法

1. 実験参加者

健常な大学生73名（女性52名、男性21名、平均年齢 21.3 ± 0.5 歳）が本研究に参加した。

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及び、本実験では唾液採取を行うこと、採取唾液からコルチゾール濃度を測定すること、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し、実験参加に承諾を得た。

慢性ストレス状態を評価する目的で作成された、蓄積的疲労感候インデックス（An index of cumulative fatigue symptoms；以下 CFSI と略す）を用いて、日常的に自覚された心身状態の訴え得点の平均値（186.2）よりも高い学生を「蓄積疲労群」、平均値より低い学生を「健康群」と定義した⁵⁾。CFSI は何日間か停滞して感じるような症状・状態、または時々感じる心身の違和感を尋ねる8項目81問からなる2評定法質問紙であり、本研究では CFSI の採点方法に準じて回答を採点した（得点範囲 0～800点）。

参加者を2群に分けた結果、蓄積疲労群33名（女性25名、男性8名（CFSI 293.5 ± 108.1 点）、平均年齢 21.2 ± 0.4 歳）、健康群40名（女性27名、男性13名（CFSI 98.2 ± 50.8 点）。平均年齢 21.4 ± 0.6 歳）であった。

参加者には、あらかじめ実験の日時を知らせ、実験に食事の影響がないように実験開始前1時間の飲食を控えるように教示した。また、実験開始前に、水道水で口腔内を洗浄することを求めた。

2. 実験方法

蓄積的疲労感の強さによって2群に分けられた実験参加者は全員、実験室として用意された講義室に集合し、着席して安静を約20分間保った。安静後の感情評定と唾液採取を行った後、群間に甘味・塩味・酸味それぞれに関して味覚の官能試験を行った。また、味覚試験は呈味毎に、感情評定は試験毎に実施した。採取した唾液からは、唾液中コルチゾール濃度を測定した。そして、群間に各味覚の閾値と感情及び唾液中コルチゾール濃度に違いがあるかを比較検討した。

味覚試験

味覚試験は、基本5味（甘味・塩味・酸味・苦味・うま味）のうち、甘味・塩味・酸味の3味とした。苦味に

ついては、基本味の中で最も拒否反応を引き起こす味であるので、参加者への倫理的配慮に基づき、本研究における味覚試験からは除外した。また、うま味についてはグルタミン酸・グアニル酸・イノシン酸をそれぞれ主成分とした試験が必要であると考え、参加者を拘束する時間が長時間におよぶことによる苦痛を考慮し、試験に加えなかった。味覚試料は、溶質が実際の料理に必要な呈味の内容になるべく近くなるように、甘味には砂糖、塩味には天塩、酸味には醸造酢（米酢）を使用した。砂糖・天塩・米酢にそれぞれ、ごく薄い濃度から6段階の{0.0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8（重量%）}の濃度勾配をつけた⁶⁾。試料担体として寒天（岐阜県恵那市山岡町産）を用い、約4%で固化した。実験参加者は、ランダムに並べて提示された試料を一定量（10.7g/回）呈味した後、試食ごとに味覚試験用紙に記入し、次の味覚試験に移行した。味覚試験用紙には、「味を感じた（1点）か、感じなかった（0点）か」を参加者自身が○×で記入回答した。すなわち、各系列について味ごとの合計得点の高い方が味覚の閾値が低いことを示した。なお、試験時の試料温度は、 $28 \pm 3^{\circ}\text{C}$ 。試験室の室温は 28°C 、湿度は53%であった。

感情評定

実験時の感情を評定する目的で、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及び覚醒感を測定した⁷⁾。本研究では、横軸は「快—不快」、縦軸は「覚醒—不覚醒」を示す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（図1）。アフェクトグリッドによる「覚醒」とは、周囲に注意をくばり、物事を正しく認識しようの状態を示している⁸⁾。本研究では、感情を扱う特徴上、参加者が瞬時に判断できる測度としてアフェクトグリッドが最適であると判断した。

唾液採取及び唾液中コルチゾール濃度

唾液採取は、サリヴェット（Salivette：サルステッド社製）のクエン酸なしの綿筒タイプによった。採取時間はコルチゾールの日内生体変動を考慮し、最も安定する

図1 affect-grid

13～16時とした⁹⁾。唾液採取時には、条件を一定にするために、綿筒の咀嚼と口腔内保持時間を統制した。採取した唾液は、3500 rpm で4分間遠心し、その上清より0.2 μ mのフィルターを用いて固形物を取り除き、測定まで-20℃以下で凍結保存した。

コルチゾールは、ステロイドホルモンの一種であり、視床下部-脳下垂体を経て副腎皮質から分泌される「ストレスホルモン」として知られている。

唾液中コルチゾール濃度は、ハイ・センシティブ・サリバリー・コルチゾール・エンザイム・イムノアッセイ・キット (High Sensitivity Salivary Cortisol Enzyme Immunoassay Kit: サリメトリック社製) により、総コルチゾール (遊離型+蛋白結合型) をマルチスキャン JX 検出器 (Multiskan JX: サーモエレクトロン社製) を用いて波長450nmで測定、定量した。

結 果

甘味・塩味・酸味それぞれに関して、蓄積疲労群と健康群を比較した。このとき、喫煙、薬物摂取などの味覚に影響することが知られている要因を有する者は予め参加者から除外した。また、甘味の試験において6名 (蓄積疲労群3名、健康群3名) 及び、酸味の試験において1名 (健康群) に回答に不備が認められたので検定から除外した。味覚試験ごとの群別の平均値は図2に示した。

1. 味覚試験

スチューデント (Student) の t 検定の結果、蓄積疲労群の方が、健康群よりも塩味の閾値が有意に低いことが明らかとなった { $t(71) = 2.27, p < 0.05$ } (図2)。

甘味・酸味に関しては、両群間に有意な差は認められなかった。

塩味閾値に関して、蓄積的疲労感の中で特に関連を持っている項目を検討した結果、塩味の味覚得点と CFSI の抑うつ項目に正の相関 ($r = 0.35, p < 0.01$) が認められた (図3)。

図2 Comparison of the taste sensitivity between two groups

図3 Relations between the depression item score of CFSI and saltiness

図4 Comparison of the emotion states by affect-grid

2. 感情評定

アフェクトグリッドによる両群の結果は図4に示した。アフェクトグリッドにおける覚醒感の得点に関して蓄積疲労群と健康群間を t 検定で比較した結果、蓄積疲労群が健康群よりも有意に高い得点を示した { $t(71) = 3.21, p < 0.01$ }。快適感に関しては、蓄積疲労群が健康群よりも有意に得点が低かった { $t(71) = 3.50, p < 0.01$ }。また、慢性疲労感と覚醒感及び快適感に関してピアソン (Pearson) の相関係数を算出し、無相関検定 (両側) を行った。その結果、蓄積的疲労感と覚醒感では正の相関 ($r = 0.27, p < 0.05$) が認められた。また、蓄積的疲労感と快適感では負の相関 ($r = 0.49, p < 0.01$) が認められた。すなわち、疲労感が蓄積している人ほど覚醒しており、快適感が低いことが明らかとなった。

加えて、実験前と塩味呈味直後の快適感と塩味閾値に関しては、塩味閾値が低いほど快適感が減少していることが明らかとなった ($r = -0.24, p < 0.05$) (図5)。また、実験前と塩味呈味直後の快適感に関して、対応のある t 検定 (paired- t) を行ったところ、呈味後に快適感が有意に減少していた { $t(73) = 7.08, p < 0.001$ }。

図5 Relations between sensitivity of saltiness and change of pleasantness

A vertical axis shows a change in the emotion from pleasantness before the saltiness taste test. This figure shows that pleasantness emotions decrease as much as the saltiness score is high.

図6 Comparison of salivary cortisol concentrations

3. 唾液中コルチゾール濃度

唾液中コルチゾール濃度の平均値は、蓄積疲労群1.39 $\mu\text{g/dl}$ (SD0.19) および健康群1.29 $\mu\text{g/dl}$ (SD0.27) であった(図6)。 t 検定の結果では、両群の間に有意な差は認められなかった。しかしながら、蓄積的疲労感と唾液中コルチゾール濃度との相関係数算出と無相関検定を行った結果、正の相関($r=0.31$, $p<0.05$)が認められ、疲労感が蓄積している人ほどコルチゾール濃度が高く、ストレス状態であることが明らかとなった(図7)。

また、塩味味覚得点と唾液中コルチゾール濃度($r=0.46$, $p<0.01$)との間にも正の相関が認められた(図8)。すなわち、塩味閾値が低い人ほど抑うつ感が強く、コルチゾール濃度も高いことが明らかとなった。

考 察

本研究において、蓄積的疲労感が高い人は塩味の閾値が低いことが明らかとなった。また、蓄積的疲労感が高い人は覚醒度が高く、快適感が低いことも明らかとなっ

図7 Relations between salivary cortisol concentrations and the cumulative fatigue

図8 Relations between cortisol concentrations and saltiness score

た。加えて、蓄積的疲労感とコルチゾール濃度との間に正の相関が認められた。

味覚閾値に影響を及ぼすものとしては、年齢・健康状態・唾液の量や唾液性状の変化などの生理状態、意欲・興味などの心理状態、室温・照明などの環境条件、検査試料温度などの実験条件、さらに、訓練・知的水準などが挙げられるが、本研究では実験参加者が同一大学の同学年であり、実験条件も同じであったことなどから、生理、心理状態以外の要因が結果に影響したとは考えにくい¹⁰⁾。

本研究で用いた味覚試験の試料の濃度に関しては、2群間において甘・塩・酸の3味それぞれの味覚閾値を比較したので、3味の閾値の違いは影響しないと考えた。しかし、味覚試験においては後味への配慮も必要と考えられ、それぞれの閾値の違いを考慮して試料濃度を設定することが今後の課題となった。

本研究では、疲労感が蓄積している人は塩味の閾値が低いことが明らかとなった。また、塩味閾値が低い人ほど抑うつ感が強かった。垣本ら(1988)は、心理作用と神経内分泌に関して検討をおこない、好ましくない感情(distress)を伴い、かつ努力(effort)を必要とする場合の尿中コルチゾールは増加したが、努力は要しても被

験者が満足した状態 (well-being) が作られると逆にコルチゾール濃度が低下することを示し, effort に加え distress などの好ましくない感情を伴うことが下垂体-副腎皮質系ホルモンの増加に必要であると示唆している¹¹⁾。本研究では, 慢性疲労感が高いほど快適感が低かったことが, コルチゾール濃度と正の相関が認められた原因の一つと考えられる。したがって, 慢性疲労感の強い人の塩味閾値を下げている要因としては, 抑うつや快適感などの気分や感情が大きく関与していると思われる。

塩味に関しては今までも様々な研究がなされており, 体内の電解質量と塩味嗜好との深い関わりについては, 多くの研究の見解に一致が見られるが, 体内の電解質量の不足により塩分を欲して閾値が低くなる (ネズミ) という報告や電解質過剰による回避行動として閾値が低くなるという報告がある^{12)~14)}。なかでも伏木 (2005) は, 塩味で特に重要なのはナトリウムであり, 生体内での予備貯蔵量がきわめて少なく, 体液中で厳密な濃度調節のもとで存在し, わずかの過不足も細胞の機能に直接影響するため, ナトリウムの不足に対しては強い塩味の欲求が起こり, 過多に対してはからく感じ塩味を避けることによって, 摂取量が味覚のレベルで調節されると述べている¹⁵⁾。本研究においては, 塩味閾値が低いほど塩味呈味後の快適感が有意に減少していた。したがって, 塩味閾値の低い人たちは「塩からい」と回避的に塩味を感じていたことが覗われる。伏木に従えば, 本研究における疲労感の蓄積している人たちは体内のナトリウム量が健康な人たちよりも多かったために塩味の閾値が低下したと考えられる。その原因としては, 本研究の実験参加者は, 蓄積的な疲労感の中でも身体的な疲労よりも抑うつのような精神的な疲労感が強く, ストレス状態にあったことが考えられる。ストレスによって, 副腎皮質からのアルドステロンの亢進がもたらされ, その結果として糸球体におけるナトリウムの再吸収亢進がおこり, 血中のナトリウムが増加した可能性がある。一方, 健康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, 塩辛さを感じ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^{16), 17)}。したがって, 本研究における疲労の蓄積した人たちが, 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り, 将来的に生活習慣病を招く恐れがあることは否定できない¹⁸⁾。

要 約

本研究では, 蓄積的な疲労感が味覚に影響を与えるかを味覚試験を行って実験的に検討したところ,

- 1) 蓄積的な疲労感の高い人は塩味の閾値が低かった
- 2) 塩味閾値が低い人は抑うつ気分が高かった
- 3) 塩味閾値の低い人ほど呈味直後の快適感が減少し

ていた

の結果を得た。そして, 疲労感の蓄積が味覚に影響を与える大きな要因のひとつであること, 肉体疲労のみならず精神的な疲労感やストレスを緩和することが健康で良好な食生活の実現, 惹いては生活習慣病予防に大切なことが示唆された。

文 献

- 1) 健康・体力づくり事業財団『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 (2001)
- 2) 尾崎麻衣, 高山智子, 吉良尚平: 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 (2005)
- 3) 鬼頭信子, 鄭 玉栄, 末田香里: 在宅要介護老人の介護者の蓄積的な疲労感と食生活習慣の関連, 名古屋女子大学紀要, **48**, 51-61 (2002)
- 4) Slochower, Kaplan, and Mann, : The Effects of Life Stress and Weight on Mood and Eating, *Appetite*, **2**, 115-125 (1981)
- 5) 越河六郎, 藤井 亀: 労働と健康の調和 CFSI (蓄積的な疲労徴候インデックス) マニュアル, 労働科学研究所出版部, 神奈川 (2002)
- 6) 中野和子, 桑野 薫, 二木栄子: 調理に関する味質と唾液分泌について-唾液分泌量と味覚閾値に対する肥瘦の影響について-, 生活科学, **8**, 169-180 (1969)
- 7) Russell, Weiss, and Mendelsohn: Affect-Grid: A Single-Item Scale of Pleasure and Arousal, *Journal of Personality and Social Psychology*, **57**, 493-502 (1989)
- 8) 中島義明, 子安増生, 繁樹算男, 箱田裕司, 安藤清志, 坂野雄二, 立花政夫: 心理学事典, 有斐閣, 東京, p.113 (1999)
- 9) 河村洋二郎: 歯科学生のための口腔生理学, 永末書店, 京都, p.289-291 (1968)
- 10) 今中正美, 道本千衣子: 女子学生の味覚の変化について, 日本家政学会誌, **50**, 1091-1096 (1999)
- 11) 垣本由紀子, 樽井英夫, 中村彰男, 長沢有恒: 精神作業負担測定法に関する実験的研究 (2) -精神作業と唾液中コルチゾールレベル-, 医実報告, **29**, 85-98 (1988)
- 12) Shepherd, Farleigh and Land: Preference and sensitivity to salt taste as determinants of salt-intake, *Appetite*, **5**, 187-97 (1984)
- 13) Booth, Thompson, Shahedian: A robust, brief measure of an individual's most preferred level of salt in an ordinary foodstuff, *Appetite*, **4**, 301-12 (1983)
- 14) Pangborn, Pecore, Related Articles, Links: Taste perception of sodium chloride in relation to dietary intake of salt, *American Journal of Clinical Nutrition*, **35**, 510-20 (1982)
- 15) 伏木 亨: 美食する脳, 環境と健康, **18**, 216-224 (2005)
- 16) Beauchamp and Gary: Chemosensory factors affecting acceptance of food during human growth, *Olfaction and Taste*, **XI**, 519-521 (1994)
- 17) Dimsdale, : Prediction of salt sensitivity, *American Journal of Hypertension*, **3**, 429 (1990)
- 18) Blaustein, : Pathogenesis of essential hypertension. A link between dietary salt and high blood pressure, *Hypertension*, **18**, 184 (1991)