

原稿の種類：短報

題目：内臓感覚表現尺度（満腹評価）と嗜好の関連性

The relationship between expression scale of visceral sensation (satiety evaluation) and tastes.

1. 緒言

現代社会は飽食時代を迎え、摂食行動は、満腹感に代表される生理的制御ではなく、味やおいしさなどの認知的な情報による制御が主体になっている¹⁾。過食や摂食抑制などの摂食行動に問題を抱えた者は、満腹の知覚に鈍感なため、主に認知的な制御によって摂食を終了していることが指摘される²⁾⁻⁵⁾。このような中、問題行動への治療介入に、内臓感覚のアセスメントの重要性や、正常な満腹感を学習する行動療法が提唱されている⁶⁾⁷⁾。しかし、満腹感とは、摂食による内部臓器の変化および消化管ホルモンの分泌、食物から吸収されるグルコースや脂肪酸の血液濃度などの情報が、視床下部で統合され生じる⁸⁾。さらに、満腹感の形成には、食物の味や本人の嗜好など、大脳皮質からの認知的な情報にも影響を受ける⁹⁾。従って、満腹感を学習するには、認知的な要因の少ない満腹評価の指標が使用されることが望ましい。そこで、我々は満腹感に伴う内部臓器の感覚（内臓感覚）に注目し、これまでに摂食に伴う内臓感覚の表現尺度を作成した¹⁰⁾。この内臓感覚表現の下位尺度は、「ぱんぱん」や「ずっしり」といった日本語に特徴的なオノマトペで成り立っており、臓器の容量や重量を表す表現と、消化管の運動を示す表現の2因子で構成されていた。さらに、この尺度の生理的な妥当性は、飲水負荷試験による実験と、600kcal程度の試験食による時間推移を捉えた実験により検討された。その結果、内臓の容量や重量を表す下位尺度は、胃の拡張や胃内圧の上昇、胃排出を反映した表現であることが示唆された¹¹⁾¹²⁾。しかし、これまでの実験は、条件統制として、すべての実験参加者が同一の食物を摂取するように設定したため、個人の嗜好や評価による影響は検討されてこなかった。前述したように、満腹感が認知的な情報にも影響を受けることから、内臓感覚も同じように影響を受ける可能性が指摘される。従って、本研究では、健康成人を対象に、食物の嗜好による内臓感覚表現尺度（expression scale of visceral sensation）の変動を検討することを目的とした。

2. 研究方法

2-1. 研究対象者

研究対象者は、BMI 23.6kg/m^2 ($SD=4.3$) の健康な成人 12 名（男性 2 名、女性 10 名）、平均年齢は 35.6 歳 ($SD=6.1$) であった。対象者には消化器系疾患および食思不振症などの精神疾患のないことを確認した。

2-2. 倫理的配慮

対象者には書面を用いて研究の説明を行い、同意書の提出をもって研究参加の意思を確認した。参加にあたっては、本人の自由意思での参加と実験途中の中止が可能であることを保障した。本研究は、日本赤十字豊田看護大学研究倫理審査委員会の承認を得て行った（承認番号 2302 号）。

2-3. 測定項目

1) 内臓感覚表現尺度

内臓感覚の程度は、我々が作成した内臓感覚表現尺度 17 項目を用いて測定した¹⁰⁾。この尺度は、表 1 に示すように、内臓の容量・重量を示す表現 12 項目（以下、「容量・重量因子」）、消化管の運動を示す 5 項目（以下、「運動因子」）の 2 因子で構成され、項目ごとに「全く当てはまらない」「あまり当てはまらない」「やや当てはまる」「かなり当てはまる」の 4 段階評定を用いて、それぞれ 1~4 点を配点し点数化した。下位尺度の容量・重量因子の最大得点は 48 点、運動因子の最大得点は 20 点である。

2) 快・不快感の程度

測定時の快・不快感の程度は、中央に 0 点を設定し、両極に「快」と「不快」を配した 100mm のビジュアルアナログスケール（Visual Analog Scale；以下 VAS）を用いた。中央の 0 点を基準に、そこからの距離を mm 単位で測定し、その数値を点数とした。つまり、0 点から「快」の方向へ 10mm の場合は 10 点、0 点から「不快」の方向へ 10mm の場合は -10 点となる。VAS 値は、50 点に近いほど強い快感を、-50 点に近いほど強い不快感があることを示す。

3) 試験食と嗜好評価

試験食は選択嗜好性を考慮して、甘味、塩味、苦味、酸味を代表する 6 種類の食品（飲料）とした。甘味はおしることココア、塩味はコンソメスープ、苦味はカテキン含有飲料と青汁、酸味は黒酢含有飲料を用意した。試験食はすべて市販されているものを用いた。各試験食 100g に含まれるカロリーは、おしること 70.0kcal、ココア 49.8kcal、コンソメスープ 15.3kcal、カテキン含有飲料 3.4kcal、青汁 5.7kcal、黒酢含有飲料 9.0kcal であった。すべての試験食は、実験当日に衛生的な環境下で調製され、36-40℃の体温程度に温めて提供された。個人の嗜好を評価するために、試験食すべてに対し、「とてもまずい」「ややま

ずい」「どちらでもない」「ややおいしい」「とてもおいしい」の5段階評定を用いて評価し、0から4点の点数を配することで得点とした。

2-4. 手続き

対象者には本実験の数日前に、6種類の試験食について嗜好評価を行った。試験食は、ランダムに設定した順番で名称は告げられずに、実際に20ccずつ摂取された後、それぞれの嗜好を評価された。次の試験食を摂取する前に、水による含漱を行い、口腔内に残留する味を消した。すべての試験食を摂取後、5段階の嗜好評価とおいしさの順位づけが行われ、1位を報酬の高い食品（報酬高食品）、6位を報酬の低い食品（報酬低食品）とした。

実験は、ミネラル水の摂取をコントロールとし、報酬高食品、報酬低食品について1日1食品、1~2日の間隔をおいて、同じ手続きで3回行われた。試験食の順番による測定誤差を最小限にするため、各実験は3×3のラテン方格を用いて測定順番が決められた。また、試験食の摂取量は、内臓感覚表現尺度得点および心臓血管系交感神経活動において、摂取前と比較して有意差が出現した300mlが用意された¹¹⁾。

実験は11時30分に開始された。実験開始にあたって、対象者には4時間以上の絶食であること、排尿を済ませていることを確認した。実験室は、室温24℃、湿度30%、静寂な環境とした。対象者には、椅子座位にて5分間の安静を指示した後、内臓感覚表現尺度(①)と快・不快感(②)の回答を求めた。その後、「飲んでください」の合図に従って、試験食を100ml/分の速度で300mlまで摂取させた。実験では、白い紙コップに36-40℃に温めた試験食を入れ、100mlごとに提供した。摂取直後に再度①②の記入が求められ、実験を終了した。

2-5. 分析方法

内臓感覚表現尺度得点及び快・不快得点は、摂取(前・後)×試験食(ミネラル水・報酬高食品・報酬低食品)の2要因の繰返し分散分析を用いて比較された。また、内臓感覚表現尺度の下位尺度得点と快・不快得点の関連を検討するために、スピアマン相関係数を求めた。統計パッケージはSPSS ver18.0 for windowを使用し、有意水準5%以下とした。測定結果を平均値(標準偏差)で示した。

3. 結果

3-1. 嗜好性

試験食における嗜好評価の平均得点は、コンソメスープ 3.6 ($SD=0.5$) 点、ココア 3.3 ($SD=0.6$) 点、おしるこ 2.9 ($SD=1.2$) 点、カテキン含有飲料 2.2 ($SD=1.3$) 点、黒酢含有飲料 1.5 ($SD=0.9$) 点、青汁 1.3 ($SD=1.2$) 点であった。報酬高食品に選択された食品と人数は、コンソメスープ 6 名、おしるこ 4 名、ココア 2 名であった。また、報酬低食品に選択された食品のそれらは、青汁 4 名、黒酢含有飲料 3 名、カテキン含有飲料 3 名であった。青汁やカテキン含有飲料、黒酢含有飲料などの苦味や酸味をもつ試験食は嫌われる傾向にあった。ココアやコンソメスープなどの甘味や塩味、脂肪酸を含む試験食は、好まれる傾向にあったが、おしるこを報酬低食品に選択した対象者が 2 名いた。

3-2. 嗜好と内臓感覚表現尺度得点

内臓感覚表現尺度の下位尺度における摂取前後の平均得点を図 1 に示す。容量・重量因子得点は、すべての条件で摂取前よりも摂取後で高得点であった。容量・重量因子に関する二元配置分散分析の結果、摂取前後の主効果が有意であったが ($F(1,11)=91.4, p<0.01$)、試験食の主効果と交互作用は有意ではなかった (各々、 $F(1,11)=0.78, p>0.05$; $F(1,11)=0.59, p>0.05$)。運動因子得点では、摂取後に得点が低下する傾向を示したが、摂取前後、試験食の主効果、交互作用はいずれも有意ではなかった (各々、 $F(1,11)=4.64, p>0.05$; $F(1,11)=1.00, p>0.05$; $F(1,11)=1.47, p>0.05$)。

3-3. 嗜好と快・不快得点

快・不快得点の摂取後の平均得点を図 2 に示す。各条件における快・不快の平均得点は、ミネラル水 -6.1 ($SD=24.4$) mm, 報酬高食品 12.4 ($SD=21.1$) mm, 報酬低食品 -15.3 ($SD=25.8$) mm と試験食の嗜好の影響が強かった。一元配置分散分析の結果は有意差が認められた ($F(2,22)=6.13, p<0.01$)。多重比較ではミネラル水と報酬高食品、報酬高食品と報酬低食品の間に有意差があった ($p<0.05$)。

3-4. 内臓感覚表現尺度得点と快・不快得点との相関係数

摂取後の内臓感覚表現尺度の下位尺度得点と快・不快得点との相関係数を表 2 に示す。容量・重量因子得点と快・不快得点との間で有意な相関関係を示したのは、ミネラル水と報酬低食品であった (それぞれ $r=-0.79, r=-0.61$, どちら

らも $p<0.05$)。

4. 考察

摂食後の満腹感は、視床下部にある満腹中枢に、血中のグルコースやインシュリン濃度の情報が入力され活性化することで生じる⁸⁾。満腹感を VAS で測定した研究では、脂肪食の摂取が満腹感を早期に生じさせること¹³⁾、満腹感と血清グリセリドやインスリン濃度、アミノ酸との相関関係が認められ¹⁴⁾、同じ摂取量でも栄養素やカロリーに影響を受けると報告されている。しかし、本研究における内臓感覚表現の下位尺度では、食品の嗜好による摂取直後の得点に違いは見られなかった。つまり、この尺度は、食品の栄養素やカロリーによる情報には影響を受けにくいことが考えられた。

また、今田ら^{15) 16)}は、摂食時に食品の嗜好に影響を受けた満腹の状態を感性満腹感と定義し、視覚や味覚、嗅覚によって生じる認知的な満腹感の存在を示唆した。彼らは、嗜好評価の高い食品では低い食品と比べ、感性満腹感が早く出現することを報告した。今田らの実験と同様に、我々の作成した内臓感覚表現尺度も、食品の嗜好のような認知的な情報に影響を受ける可能性が予測された。しかし、本研究結果は、内臓感覚表現の下位尺度得点に嗜好による 3 条件間の有意差が認められず、食品の情報などの認知的な要因の影響が少ないことを示した。従って、内臓感覚表現の尺度得点は、胃や腸の消化管内に取り込まれた食物の量を純粹に反映していると推察される。

内臓感覚表現尺度の容量・重量因子得点と摂取後の快・不快得点には、ミネラル水または嗜好評価が低い食品摂取時に、有意な負の相関を認めた。これは、摂取後の不快感がある対象者ほど内臓感覚を強く感じていることを示している。Polivy と Herman¹⁷⁾の過食境界モデルによると、摂食行動の生理的制御は、嫌悪統制と食餌性統制の 2 つによって統制されている。つまり、摂食行動は飢餓感という不快感によって動機づけられ、膨満感という新たな不快感によって停止するという考え方である。内臓感覚表現の容量・重量因子得点は、飲水負荷試験において胃の内圧や容量との関連が認められ、内臓の圧覚による体性感覚野の活性によって、その感覚表現の活性化が示唆されている¹²⁾¹⁸⁾。圧覚は触覚のひとつであり、その感覚表現の大半が不快な意味を持つため、内臓感覚表現尺度得点が高いほど不快が強くなったと考えられる。特に、内臓感覚の表現は、

「膨れた」「張る」「重たい」「苦しい」等の不快を示す動詞と、その状態を示す「ずっしり」「ぱんぱん」「どーん」といったオノマトペで構成されており、消化管の膨満感に代表される不快な状態を反映することが明らかになった。

一方、報酬高食品では、内臓感覚が同じ程度あるにも関わらず、相関関係が有意でない結果が得られた。スープ摂取後の安堵感と満腹感を評価した永井ら¹⁹⁾の報告では、満腹感と安堵感には正の相関関係が認められており、食品の持つ甘味やエネルギー充足によって安堵感に影響を与えることが説明されている。今回、我々の実験において報酬が高いと選択された食品は、甘味や油脂を多く含み、“おいしい”“心地よい”などの快感情を惹起する²⁰⁾。そのため、内臓感覚得点と同じであっても、酸味や苦味の強い食品を摂取した場合と比較して、摂取後の評価が不快ではなく、満足感や充足感につながるものと考えられた。さらに、甘味や油脂を含んだ食品は、摂取後にグルコースや脂肪酸の血中濃度を上昇させ、視床下部を活性化し、満腹感を早期に生じさせる²¹⁾。永井らの報告では、エネルギー充足による満腹感が、安堵感に結び付いたと結論づけており、視床下部を中心とした中枢系の摂食調節は、快感情を引き起こす役割があると推測される。従って、内臓感覚を不快に感じるか否かは、摂取する食品に対する認知や栄養成分によって変化することを示唆している。

以上のことから、内臓感覚表現尺度は、摂食後の内臓感覚を純粋に反映しているが、食品の嗜好によって、摂食後の内臓感覚を不快と感じるか否かが決まることが明らかになった。この尺度の得点そのものは、食品の嗜好による影響が少ないため、摂食行動の指標として一般的に用いられてきた満腹感と比較して、より客観的に摂食後の内臓の状態が捉えられると考えられた。

本研究は、実験条件を加味して液体試料を用いた実験であるため、今後は実際の食事場面における実験の実施により、内臓感覚表現尺度が行動療法の指標として用いることができるかを検討する必要がある。

5. 結論

本実験結果から、内臓感覚の容量・重量因子得点は、食品の報酬による3条件間の有意差が認められなかった。また、内臓感覚表現の下位尺度である容量・重量因子得点と快-不快得点との相関は、ミネラル水と報酬低食品で有意な負の関係を示した。これらの結果から、内臓感覚表現尺度で測定される摂食後の

内臓感覚の強さは嗜好による影響を受けないが、内臓感覚が不快か否かはその食品の認知によって決まることが明らかになった。

引用文献

- 1) Wansink,B.,Collin,P.R : Counting bones: Environmental cues that decrease food intake, *Perceptual and Motor Skills*, **104**, 273-276, 2007
- 2) 大隈和喜, 坂田利家: 肥満症の行動療法, 内科, **75**, 624-631, 1995,
- 3) Eric,D., Sylvie,S.P., Natalie,A. : Relation between appetite ratings before and after a standard meal and estimates of daily energy intake obese individuals, *Appetite*, **40**, 137-143, 2003
- 4) 千葉政一, 坂田利家: 高次脳への配慮, *The Lipid*, **15**, 253-259, 2004
- 5) Barkeling,B., King,N.A., Naslund,E. : Characterization of obese individuals who claim to detect no relationship between their eating pattern and sensations of hunger or fullness, *International Journal of Obesity*, **31**, 435-439, 2007
- 6) 日本肥満学会: 肥満症治療ガイドライン 2006, 肥満研究, **12**, 33-39, 2006
- 7) Viola,A. : Visceral sensitivity testing, *Best Practice & Research Clinical Gastroenterology* , **23**, 313-324, 2009
- 8) 吉澤孝史: 食欲のメカニズム, 佐藤信紘, ここまで来た胃の科学, 13-18, 中外医学社, 東京, 1999
- 9) 山本隆: おいしいとなぜ食べ過ぎてしまうのかー脳内報酬系の働き, 日本味と匂学会誌, **13**, 119-124, 2006
- 10) 中島佳緒里, 櫻井優太, 清水遵: 大学生における満腹感に関する内臓感覚表現尺度の作成, 日本食生活学会誌, **19**, 325-333 , 2009
- 11) 中島佳緒里, 清水遵: 飲水負荷試験による内臓知覚表現と心臓血管系自律神経活動との関連, 日本臨床生理学会雑誌, **40**, 207-212, 2010
- 12) 中島佳緒里, 清水遵: 内臓感覚表現尺度 (満腹評価) の時間推移の検討, 日本食生活学会, **22**, 230-233, 2011
- 13) Christine,F., David,G., Nicholas,W.R. : Effects of duodenal nutrients on sensory and motor responses of the human stomach to distension, *American Journal of Physiology - Gastrointestinal and Liver Physiology*, **273**, G721-G726, 1997
- 14) 中村美智子, 伊勢崎美和, 窪田真理, 川端輝江: PFC の異なる食事摂取が空腹感に及ぼす影響 血漿アミノ酸・脂肪酸濃度との関係, 山梨医科大学紀要, **15**, 35-41, 1998
- 15) 今田純雄: 食べることの心理学, 55-62, 有斐閣, 東京, 2005
- 16) 今田純雄: 食物に対する好悪が感性満腹感に及ぼす効果, *Japanese Journal of Health Psychology*, **6**, 12-20, 1993
- 17) Polivy,J., Herman,C.P. : Distress and eating: Why do dieters over weight?, *International Journal of Eating Disorders*, **26**, 153-164, 1999
- 18) 芋阪直行: 感性言語ー擬音語・擬態語と脳, 三浦佳世, 知覚と感性, 156-182, 北大路書房, 京都, 2010
- 19) 永井成美, 山本百希奈, 御堂直樹, 磯村隆士, 脇坂しおり, 森谷敏夫: スープ摂取後の安堵感の評価と心理的, 生理的要因の検討, 日本栄養・食料学会誌, **63**, 279-285, 2010
- 20) 山本隆: 「おいしい」となぜ食べ過ぎるのか, 152-178 , PHP 新書, 東京, 2004
- 21) 箕越靖彦: 摂食調節シグナルとしての視床下部 AMPK/mTOR と細胞内代謝, 実験医学, **27**, 1099-1104, 2009