

総説特集 情動と食：適切な食育へ向けて－6

摂食障害とうま味について

—脳神経基盤との関連から—

薛 陸景^{1)*}・平野 好幸²⁾・中里 道子²⁾

(¹千葉大学大学院医学研究院・認知行動生理学、

²千葉大学大学院医学研究院・子どものこころの発達研究センター)

摂食障害は、思春期から青年期の女性に多く認められる食行動の異常を主症状とする難治性の精神疾患である。本稿では、摂食障害について、味覚刺激に対する脳応答を調べた機能画像研究からの知見を整理したうえで、現在筆者らが取り組んでいる過食症患者のうま味刺激への反応を調べる機能画像研究を紹介する。また、過食症に対して最も有効性が認められている治療のひとつである認知行動療法の概略について述べたうえで、研究知見から臨床実践への展開について考察するものとする。

キーワード：摂食障害、過食症、味覚、うま味、fMRI

はじめに

摂食障害は、思春期から青年期の女性に多く認められる食行動の異常を主症状とする精神疾患であり、肥満恐怖、拒食、低体重を特徴とする神経性無食欲症（拒食症 *anorexia nervosa*：以下 AN）と、過食と体重増加を防ぐための排出行動（嘔吐や下剤の乱用など）を繰り返す神経性大食症（過食症 *bulimia nervosa*：以下 BN）とに大別される（図1）。摂食障害の患者は、それらの食行動異常の持続や疾患特有の精神病理によって、心理的にも身体的にも、また社会的にも、非常に大きな苦痛と不利益をこうむっている。また、摂食障害は、経過の長さ、確立されている治療の不十分さなどから、難治性の疾患とされている。これまでに、心理学的観点、生物学的観点、文化社会学的観点など多くの分野からのアプローチがなされてきたが、その疾患モデルや病態生理については未だに解明されていない。

本稿では、摂食障害、なかでも主に BN について、味覚刺激に対する脳応答を調べた画像研究からの知見を整理し、その病態生理を考察する。本稿の

構成として、まず、摂食障害患者の具体的な食行動の特徴について述べ、次いで、摂食障害患者の味覚刺激時の脳機能画像に関する先行研究と、現在筆者らが取り組んでいる BN 患者のうま味刺激への反応を調べる研究を紹介し、最後に、BN に対して最も有効性が認められている治療のひとつである認知行動療法の概略について述べ、それをふまえて研究知見から臨床実践への展開について考察するものとする。

摂食障害患者の食行動の特徴

摂食障害患者の具体的な食行動は、文化社会的背景と密接な関連があり、時代や地域ごとに大きく異なると考えられるため、文献から得られる知見は限定的ではあるが、嗜好の偏向や摂食パターンの障害はある程度共通して確認されている。患者の食行動を調査した研究では、総カロリー摂取量の高さ（BN）、排出行動制限下におけるさらなる摂取制限の試み、総カロリーに占める脂質や炭水化物の割合の多さ、甘味や炭水化物への渴望、過食時における忌避食品の摂取増加などの現象が観察されている¹⁻³⁾。

Received June 19, 2014; Accepted July 11, 2014

Umami, brain, and eating disorders: an fMRI study.

*Rikukage Setsu: Department of Cognitive Behavioral Physiology, Chiba University Graduate School of Medicine, 1-8-1 Inohana, Chuo-ku, Chiba 260-8670; setsu.r@chiba-u.jp; Fax: +81-43-226-2028

薛 陸景・平野 好幸・中里 道子

また、臨床的には、AN 患者が食事制限だけではなく、極端な偏食や著しく刺激的な味付けの食事を摂取することや、BN 患者が甘味の強い食品だけではなく、塩味の濃いスナック菓子、脂質の多い加工食品など、一般に好まれやすいような味付けをされた食品を大量に買い込み、ほとんど味わっていないかのように過食することがよく観察される。臨床場面で観察される摂食障害患者の食行動の特徴を表1に示す。これらの食行動異常が継続する背景に、患者の味覚刺激への脳応答の変容が推測されており、海外では複数の先行研究が行われている。

摂食障害患者の脳機能画像研究

近年の脳機能画像技術の発展に伴い、多くの精神

疾患の病態解明が進められるようになってきている。脳機能画像は、脳のどの部位がどの程度活動しているのかを計測する手法の総称であり、fMRI (functional magnetic resonance imaging)、PET (positron emission tomography)、NIRS (near-infrared spectroscopy) などがある。fMRI は、MRI 装置を利用して撮像する機能画像であり、血中の酸素レベル (正確にはデオキシヘモグロビン濃度) による磁性の差を描出する手法が用いられる。fMRI は高い空間分解能と非侵襲性を特徴としており⁸⁾、摂食障害についても、その病態解明を目的とした研究での利用が増加している。本章では、まずヒトの脳内の味覚情報処理のプロセスについて概説し、味覚課題を中心とした、摂食障害患者の脳機能画像研究について紹

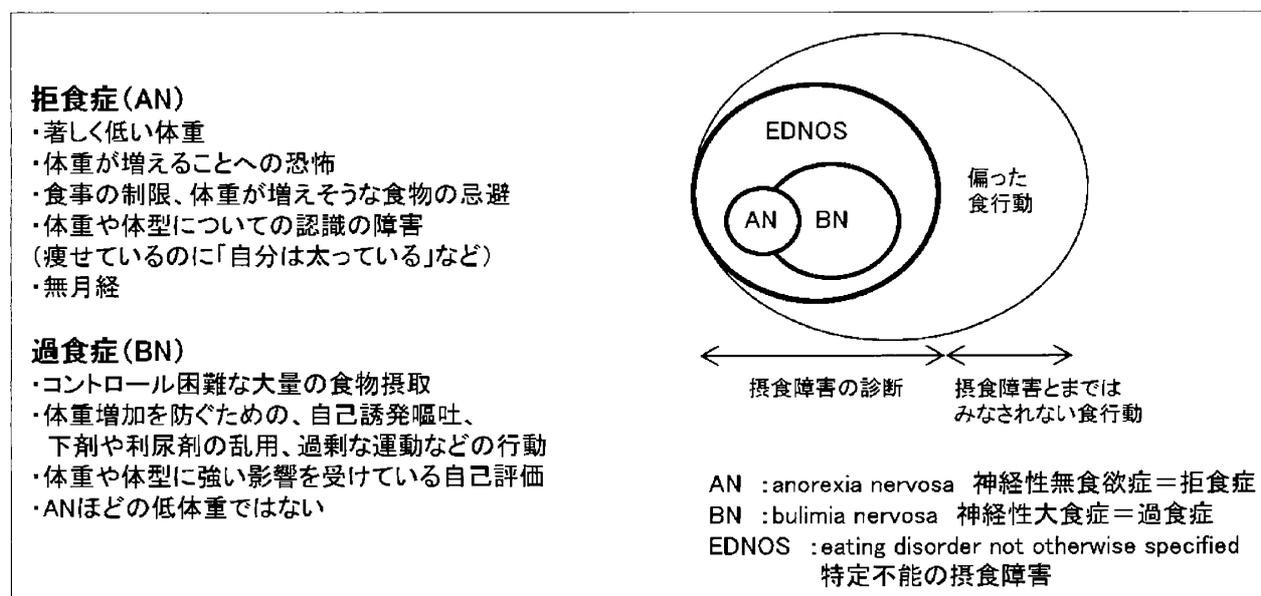


図1 摂食障害の概念

表1 臨床場面で観察される摂食障害患者の食行動

特徴的な食行動の例
◎通常のダイエットの程度を超えた極端な食事制限を続けている。(拒食)
◎食べ始めると止まらず、短時間に多量に摂食する。(過食)
◎著しく不規則な食事のリズム。(絶食や1日1食、夜間の摂食、不定期な間食)
◎刺激の強い食べ物や、甘味、嗜好品を好む ⁴⁾ 。あるいは、極端に避ける。
◎空腹感や満腹感がわからない ⁴⁾ 。
◎普通の食事を「おいしい」と感じられない ⁴⁾ 。
◎ひとりで(人のいないところで)過食し嘔吐する ⁵⁾ 。
◎客観的には妥当な摂取量を、「食べ過ぎた=過食」と判断して排出行動をとる。
◎普段は太りたくないために自ら制限している食品を、過食の際にはむしろ多く摂取する ¹⁾ 。
◎自ら料理したものよりも、購入したもの(入手が容易なもの)を過食することが多い。
◎人工甘味料入り飲料の摂取が多い ^{6, 7)} 。

摂食障害とうま味について—脳神経基盤との関連から—

介する。

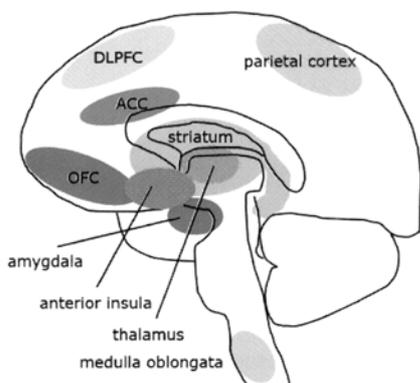
1) 味覚情報の処理のプロセス

摂食時のヒトの脳内における味覚情報処理のプロセスについて図2に示す。口に食べ物が入ると、舌の化学受容器が情報を感知し、その信号は脳幹を経由して視床に達する。視床からこの信号は島皮質前部とその周囲に送られる。ヒトの味覚処理のプロセスにおいて、島皮質は特に重要な役割を担っている。島皮質は、外受容性および内受容性の知覚、感情、認知の統合など多くの機能を担っているが、口に入った食物の味、温度、粘度や質感を含め、味わいとして統合する働きもあり、特にその前部とその周囲の弁蓋部は、一次味覚野と位置づけられている⁹⁻¹¹⁾。また、島皮質は、この味覚情報の統合とは別に、食物から感じられる報酬/好みに関連する脳領域、具体的には、眼窩前頭皮質、前帯状皮質、扁桃体などと、強い神経ネットワークを形成している。眼窩前頭皮質は二次味覚野として、以前の経験と比較して感知された味覚の好みや快/不快の判断を担う。この二次味覚野は、腹側線条体に連絡して、味覚刺激の報酬としての評価や実際の食行動の決定が行われる。扁桃体は、味覚刺激や食品の摂取に伴う気分や

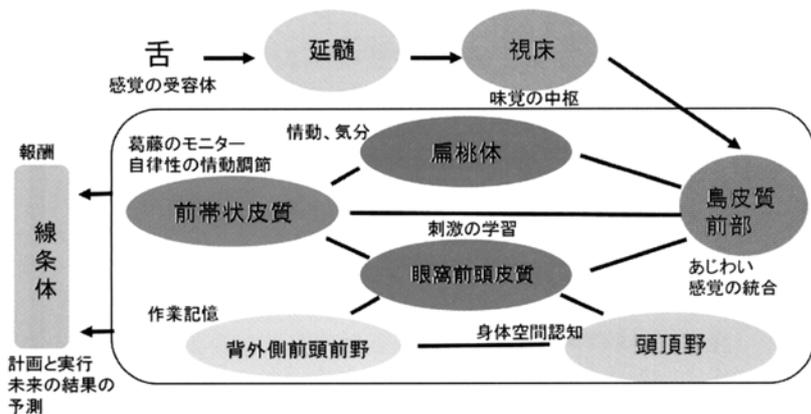
情動の変化を司り、また視床下部への連絡も担っている。この辺縁系と大脳皮質とのネットワークが構成する情動、味覚、報酬系の自律的な経路は、腹側神経回路として、味覚処理における中核的な神経伝達路とされる¹²⁻¹⁵⁾。

2) 摂食障害患者の脳機能画像研究

摂食障害の疾患特異的な認知障害(やせ願望、体型・体重への強固なこだわり、ボディイメージの障害)や行動異常(拒食や過食、排出行動)の持続に関わる神経基盤を解明するために、様々な課題を用いた脳機能画像研究が行われている。被験者に提示される課題は、摂食障害の症状に関連する課題や、症状を刺激すると予測される課題が選択されることが多い。自らの身体と他人の身体との写真を提示したときの反応を調べた研究では、ボディイメージの障害として他者の身体に過剰に関心を払う傾向(AN)などが示された^{17,18)}。食品画像の提示に対する反応を評価した研究では、AN、BNともに前頭前野の活動性に変化を認めている¹⁹⁾。また、他の視覚刺激の研究では、過食患者は、食品画像に対して前帯状皮質と島皮質の強い活性化を示したが、嫌悪画像(不快感を刺激する食べ物以外の画像)への反



medulla oblongata: 延髄
 thalamus: 視床
 anterior insula: 島皮質前部
 OFC: 眼窩前頭皮質
 ACC: 前帯状皮質
 amygdala: 扁桃体
 DLPFC: 背外側前頭前野
 parietal cortex: 頭頂野
 striatum: 線条体



健常者の食行動

- お腹がすいている (島皮質)
- 何か食べてみよう (眼窩前頭皮質-背外側前頭前野)
- 食べよう(決断する) (前帯状皮質)
- おいしい (島皮質などの味覚野)
- 心地よい (線条体)
- 落ち着いている、怖くない(扁桃体)
- もう少し食べてみよう (背外側前頭前野)
- 私は大丈夫 (頭頂野)
- 私はお腹いっぱい、満足感 (線条体)

図2 味覚および摂食に関わる脳内神経サーキット (文献12、16より改変)

薛 陸景・平野 好幸・中里 道子

応は健常者と差がなかったとしている²⁰⁾。

このような視覚刺激を用いた研究とは別に、摂食障害患者の特徴的な食行動から予測される味覚刺激への脳応答の変容や報酬系の異常の解明などを目的として、味覚課題を用いた研究も複数行われている(表2)。BN患者群の口腔内に甘味刺激を行った最初のfMRI研究では、右前帯状皮質の活動低下から、報酬反応の低下が報告された²¹⁾。また、空腹時のAN患者は、甘味を味わった時、健常者と比較して、右扁桃核と左内側側頭回の活動が亢進しており、味覚刺激に伴う情動変化の増大が示唆された²²⁾。また、回復したAN患者は、甘味と不快な味覚の両方に対して、島皮質や線条体の神経応答が健常者とは異なっており、味覚処理プロセスの変容が認められた²³⁾。BNおよびAN傾向を持つ被験者に甘味を投与した

研究では、島皮質の活動低下が示され、味覚や報酬と関連する脳領域の機能低下が示唆された²⁴⁾。また、BN患者のドーパミン応答の低下、即ち報酬評価の機能不全を示した研究もある²⁵⁾。回復後のAN、BN両群を対象とし島皮質に注目した研究では、BNの空腹シグナルを過大に認識する傾向やANの空腹シグナルをうまく認識できない傾向が示されている¹⁴⁾。

一連の報告の結果には、実験条件や解析の対象とした部位などの違いがあるため、かなりの差が認められる。したがって、明確な理論を構築することは困難ではあるが、Kayeら^{12,13)}は、仮説として、AN患者における、腹側および背側脳神経回路の機能不全を提唱している。即ち、扁桃核、島皮質、腹側線条体、腹内側前頭前野など情動、味覚、報酬系の自律性経路(腹側神経回路)の障害による情報処理の

表2 摂食障害患者の味覚刺激への脳応答に関するfMRI研究

	対象疾患	患者群 (人)	対照群 (人)	味覚刺激	結果	参考、備考
Frank et al. ²¹⁾ (2006)	BN 回復群	10	6	甘味(ブドウ糖)	・右前帯状皮質↓ ・左楔部↓	報酬系の反応の低下が示唆された。
Wagner et al. ¹⁵⁾ (2008)	AN 回復群	16	16	甘味(ショ糖)	・島皮質↓ ・腹側・背側線条体↓ ・AN群では島の活性化は心地よさと相関しなかったが健常者群では相関した。	味覚処理にかかわる広い領域(島皮質とその関連領域)の機能不全が示された。
Vocks et al. ²²⁾ (2011)	AN(絶食時)	12	12	甘味(チョコレートミルク)	・右扁桃核↑ ・左内側側頭回↑	体重増加への恐怖を反映した可能性が示された。
Cowdrey et al. ²³⁾ (2011)	AN 回復群	15	16	甘味(チョコレートミルク) 不快な味覚	甘みに対して ・腹側線条体↑ 不快な味覚に対して ・島皮質↑、被殻↑	甘みでも、不快な味覚でも、健常者と異なる神経応答が認められ、腹側神経回路の活動の異常が示された。
Bohon et al. ²⁴⁾ (2011)	BNと閾値下BN	BN2 閾値下 BN11	13	甘味(チョコレートミルク)	・右島皮質後部↓ ・左中前頭回↓ ・右中心前回↓ ・左視床↓	味覚や報酬と関連する脳領域の機能低下があり、過食・むちゃ食いに結びつきうる。
Frank et al. ²⁵⁾ (2011)	BN	20	23	甘味(ショ糖)	・島皮質↓ ・腹側被殻↓ ・眼窩前頭皮質↓	報酬へのドーパミン応答の減弱が示された。 ※報酬の学習を測るデザインでの研究。
Oberndorger et al. ¹⁴⁾ (2013)	BN 回復群 AN 回復群	14 14	14	甘味(ショ糖とスクラロース=人工甘味料)	・BN群では、右の島皮質前部↑ ・AN群では、右の島皮質前部↓	空腹シグナルを過大に認識する傾向(BN)やうまく認識できない傾向(AN)が示された。

摂食障害とうま味について—脳神経基盤との関連から—

障害と、プランニングや注意、情動の意識的な制御や実行機能を司る背外側前頭前野、頭頂野、海馬などが構成する経路（背側神経回路）の活動亢進による行動統制の強さから、臨床症状としての不安感、強い摂食抑制やこだわりの強さが維持されると考察されている。

また、BN患者の過食の対象となる食品の味が甘味のみではないことは先に述べたとおりであるが、味覚応答に関する先行研究では、甘味刺激を用いて報酬系の機能不全などを考察したものがほとんどであり、うま味刺激を用いた研究は行われていない。これらの背景を踏まえ、患者の健康的な食生活の回復を支援する立場にある筆者らは、うま味を味わう機能の大切さに注目し、BN患者のうま味に対する脳活動の研究を行っている。仮説として、BN患者はうま味への脳応答が変容しており、「あじわう」ことの苦手さや食行動のコントロールの困難さが維持されるのではないかと推測している。

うま味刺激への脳応答に関する画像研究

摂食障害患者において、うま味刺激に対する脳応答を調べた先行研究は存在しない。本章ではまず、健常者に対してうま味刺激を行った画像研究を紹介し、次いで、現在筆者らが進めているBN患者を対象とした研究を紹介する。

1) 健常者へのうま味刺激時の脳機能画像に関する先行研究

うま味刺激による健常者のfMRI画像については、Rollsらの研究に詳しい。一次味覚野としての島皮質やその周囲の弁蓋部の活性化、および眼窩前頭皮質の活性化がサルを対象にした実験で確かめられ²⁶⁾、その後ヒトでも概ね同様の結果が得られている。さらに、0.005M イノシン酸ナトリウムを0.05M グルタミン酸ナトリウム (Monosodium Glutamate: 以下MSG) に添加した時の自覚的な味の強さの相乗効果も、fMRI上では眼窩前頭皮質前部の活性化として確認された²⁷⁾。近年では、他の味覚や香りとの組み合わせによって眼窩前頭皮質など二次味覚野の活性化の程度が大きく異なることがわかってきており^{28, 29)}、ヒトの味覚および食欲に対するうま味の持つ可能性はさらに注目されている。国内の研究でも、うま味は、塩味とほぼ同様に、島皮質を活性化させることが確認されている³⁰⁾。

2) BN患者へのうま味刺激に関する脳機能画像研究

現在筆者らは、fMRIでBN患者のうま味刺激時の脳活動を撮像し、味覚野などの反応を解析することで、BNの神経基盤の解明を目指している。BN患者および健常者それぞれに対して、代表的なうま味成分であるMSGによる味覚刺激を行った際のfMRIの撮像を行い、摂食障害患者の脳活動を健常者と対照させ評価するデザインの研究である。被験者の選択基準として、患者群はBNの診断基準を満たす18～39歳の女性であり、著しい低体重や重篤なうつ病、口腔・耳鼻科疾患の既往、口腔や舌の奇形などを認める場合は除外している。被験者は撮像の3時間以上前から絶食をした状態でMRI装置に入り、専用の投与装置によって口腔内にうま味溶液の刺激を受ける。うま味溶液は、0.05M MSGに0.6% NaClを加えたものであり、MRI室の室温で投与を行う。被験者にはあらかじめ、うま味が投与されることが通知されており、また、検査中は投与に応じて味わうこと、モニター指示に応じて嚥下することが指示されている。うま味を味わう時間は10秒間で、溶液を嚥下後、水により口腔内を洗浄する。うま味溶液は繰り返し投与される。解析は、うま味を味わっている10秒間を刺激提示時間として、ブロックデザインモデルで行う。なお、本研究は千葉大学医学部附属病院倫理審査委員会にて研究の承認を得ており、被験者には十分な説明を行ったうえで文書による同意を得ている。

これまでの結果では、一次味覚野である島皮質の活動については、BN患者群と健常者群とで有意な差を認めなかった(図3-左)が、BN患者群は健常者群と比較して、後帯状皮質の活動が亢進していた(図3-右)。先行研究において、後帯状皮質は、情動、嫌悪刺激の処理、記憶などをつかさどる脳領域であるとされている。摂食障害患者の脳機能画像研究においては、嫌悪感度 (disgust sensitivity) という概念に注目した研究があり、たとえばBN患者では、食物への嫌悪感度が高い(嫌悪を感じる閾値が低い)ことが示されている³¹⁾。本研究の結果も、この食物への嫌悪感度の高さが、うま味を味わう際の心地の悪さ、即ち味わう機能の障害として示されたのではないかと推察される。実際、摂食障害の患者は、健常者がおいしいと感じられるような食物を、

薛 陸景・平野 好幸・中里 道子

嫌悪し、回避／忌避している場合が多い。治療的な視点からは、この食物忌避に、どのような介入を行い食行動の正常化を図るかが、重要なポイントのひとつである。

認知行動療法を通じた臨床実践への応用

BNに対して最も有効性が証明されている治療のひとつが認知行動療法 (cognitive behavioral therapy: 以下 CBT) である。これは、まず患者の行動変化 (食行動の正常化) を援助し、さらにその変化の効果と意味を吟味する過程で認知の変化 (やせ願望や体重・体型の過大評価などの修正) を促していく、あらかじめ治療期間が規定されている構造化された心理療法である。本章では、BNのCBTについて概説したうえで、研究から得られた知見を臨床実践に活かしていくための方法を考察する。

1) BNのCBT

わが国でのBN患者へのCBTは、大学病院の精神科外来やクリニックで、医師や臨床心理士によって行われることが多い。ここでは、千葉大学で行われている、外来患者への標準的な個人CBTについ

て概説する。

治療セッションは、患者がCBTの適応となるかどうかのアセスメント、CBTの構造についての理解と同意を確認したうえで開始される。治療者は、綿密な情報収集を行い、治療の目標を患者と共に定める。患者は、変化する／変化しないこと、それぞれのメリット／デメリットに対する迷い (両価性) を持っており、それを共有しながら整理し、動機づけを高める。健康的な食行動を取り戻す意義、症状の機能と弊害について心理教育を行い、ケースの概念化を行って患者自らが疾患の構造を客観視できるよう援助する。食行動の変容にあたっては、食事日誌への記載を通じて、過食に至る契機 (引き金) と過食行動 (行動)、その結果起こること (結果)、の連鎖を検討していく。さらに行動変化の効果と意味を考察する過程で、体重や体型に関する偏った考えなど、非適応的な認知の変化を促す。治療の全体を通して、治療者は、患者の行動や認知の変化を手助けするガイド役を務めることになる³²⁾。

2) 食育を取り入れた認知行動療法について

筆者らは大学病院の認知行動療法専門外来でBN

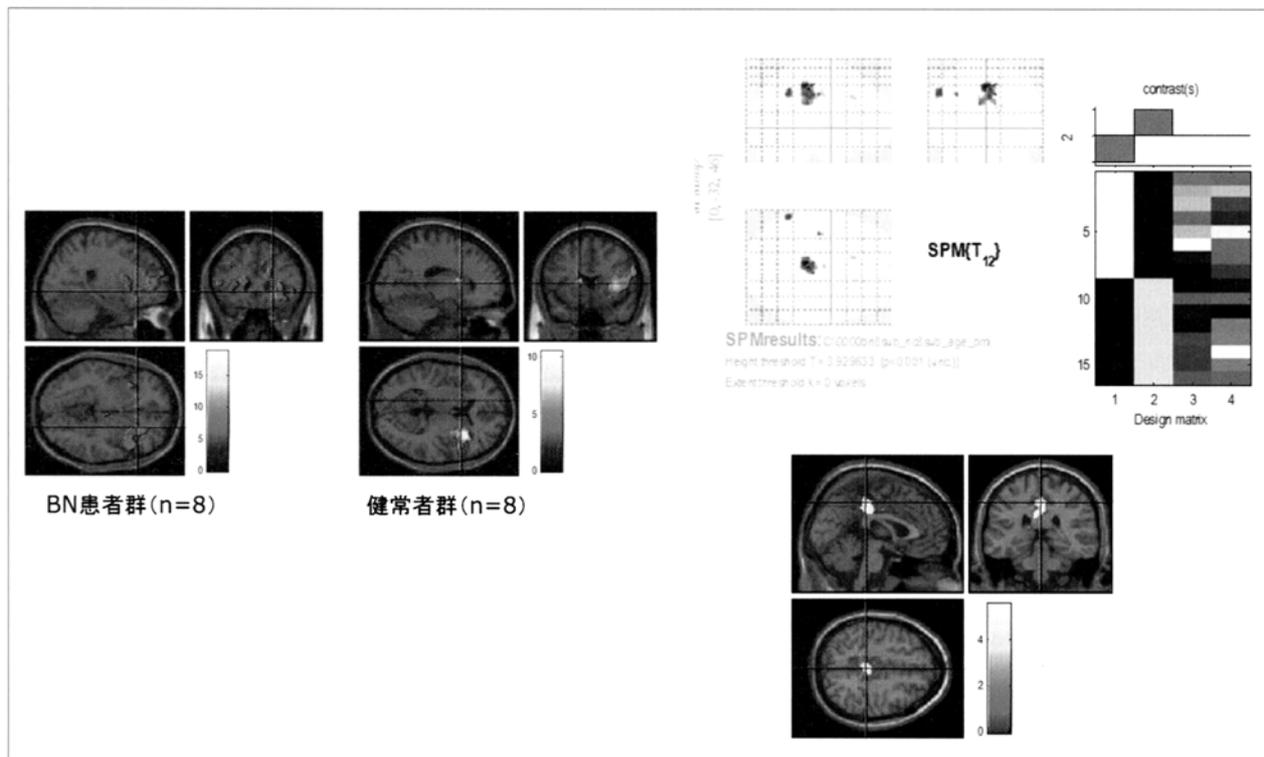


図3 うま味刺激によるBN患者の脳活動

- (左) うま味刺激による島皮質前部の活性化。BN患者群と健常者群とで有意な差は認められない。
 (右) BN患者群における後帯状皮質の活動の亢進

摂食障害とうま味について—脳神経基盤との関連から—

患者に対する個人CBTを実施している。患者の多くは、適切な食事量や食事内容、摂取の仕方がわからなくなってしまっていたり、知らないまま過ごしていたりする状態で外来を訪れる。筆者は、食品選択の極端な偏りや、特定の食品の嗜癖的な摂取が続いているケースでは、食物を「あじわう」ことの大切さを見直していくプロセスが特に重要であると考えており、治療の初期において、健康的な食行動に関する心理教育と変化への働きかけに重点を置いている。具体的には、甘味の強い嗜好品や強い刺激の味の食品の選択的摂取が続いている場合は、嗜癖的になりにくい摂取パターンを共に考え、セッションごとに段階的な行動変容の計画を立て、食事日誌の記載を通して食品選択のバランスの改善に取り組む。拒食の傾向や嫌悪／忌避している食品が目立つ場合は「栄養を摂ること、食べることそのものが“くすり”と同様の働きを心や脳にもたらす」ことを根気よく伝え、その必要性を共有する³³⁾。食品選択の偏りが大きい場合など、ケースによっては、管理栄養士による栄養指導の併用が有用である。ゆっくりとよく味わって三食を規則正しく食べること、親しい人と共に食卓を囲む機会を増やすこと⁵⁾、自ら料理をする機会を増やし、ゆっくりと穏やかに食事と向かい合うことなどが、治療を進展させることは、临床上よく経験されることである。現在進行中の研究ではあるが、筆者らの脳機能画像研究からは、BN患者のうま味への脳応答の変容が示された。このことから、「過剰においしい」ように加工された食品群に満足を求める⁴⁾ことが習慣化しているBN患者が、再び食物を「あじわう」ことができるようになるためには、甘味や濃い塩味、強い刺激性の味付けなど極端な味の摂取を見直し、「だし」に代表されるようなわが国古来の伝統的な食品などをバランスよく摂取していく食生活の再構築を援助していくことの重要性が示唆されたと考えている。

おわりに

近代社会における、過食／暴食についての環境面の準備状況と社会的文脈との乖離は、以前より指摘されている³⁴⁾。わが国でも、様々な魅力的な食品を容易に入手できる経済の発展・産業の充実や家族背景の変化による個食／孤食の増加など、食行動の不規則化や偏りを促す環境面の因子が増加する一方

で、痩せていることを推奨する風潮、様々なダイエット法に関する喧伝、テレビや雑誌に登場するモデルの体型の健康的なBMI (Body Mass Index) からの乖離など、「若い女性のやせ希求」を刺激してやまない社会全体の志向性は低くない。この行動—認知の分裂を呼び込みやすい現代社会のなかで、個人が健康的な食生活をどのように守っていくのか、今後も課題は多いと考えられる。

本稿で述べたように、近年の脳機能画像技術の発展により、摂食障害の病態解明やより良い治療法の確立を目指した研究が進められている。従来の提示刺激に用いられた味覚は甘味のみであったが、最近では、患者の高脂質の食物への嗜癖に注目し、ホイップクリームを用いて機能画像を撮影した研究も行われている³⁵⁾。筆者らも、さらに現在のうま味の研究を進め、摂食障害患者の病態生理の解明と、研究から得られた知見の臨床実践への橋渡しに努めていきたいと考えている。

謝辞

本稿で紹介したfMRIを用いた研究は、第19回うま味研究助成を受けて実施されました。ここに厚く御礼申し上げます。

また、本研究にあたって多大なご協力、ご指導を賜りました、福岡女子大学国際文理学部 食・健康学科 高橋徹、徳永美希各先生、千葉大学医学部附属病院放射線部 榊田喜正、松本浩史、安藤浩樹各先生、千葉大学医学部附属病院精神神経科 伊豫雅臣先生、千葉大学大学院医学研究院認知行動生理学教室 清水栄司、松澤大輔、沼田法子各先生に厚く御礼申し上げます。

文献

- 1) Gendall KA, Sullivan PE, Joyce PR, Carter FA and Bulik CM: The nutrient intake of women with bulimia nervosa. *Int J Eat Disord* 21, 115-127 (1997)
- 2) Hetherington MM, Altemus M, Nelson ML, Bernat AS and Gold PW: Eating behavior in bulimia nervosa: multiple meal analyses. *Am J Clin Nutr* 60, 864-873 (1994)
- 3) Guertin TL: Eating behavior of bulimics, self-identified binge eaters, and non-eating-disordered individuals: what differentiates these populations? *Clin*

薛 陸景・平野 好幸・中里 道子

- Psychol Rev* 19, 1-23 (1999)
- 4) 花澤寿：摂食障害の病理とマインドフルネス「時間」と「身体」からの考察. 千葉大学教育学部研究紀要 60, 395-400 (2012)
 - 5) 花澤寿：摂食障害における過食の病理性について「共食」との関係からの考察. 千葉大学教育学部研究紀要 56, 257-260 (2008)
 - 6) Brown TA and Keel PK: What contributes to excessive diet soda intake in eating disorders: appetitive drive, weight concerns, or both? *Eat Disord* 21, 265-274 (2013)
 - 7) Bragg MA and White MA: Examining the relationship between soda consumption and eating disorder pathology. *Adv Eat Disord* 1, 141-147 (2013)
 - 8) 平野好幸, 小島隆行：機能的MRIの基礎. 老年精神医誌 24, 289-302 (2013)
 - 9) Rolls ET: Taste, olfactory, and food texture processing in the brain, and the control of food intake. *Physiol Behav* 85, 45-56 (2005)
 - 10) Rolls ET: Brain mechanism underlying flavor and appetite. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 361, 1123-1136 (2006)
 - 11) Frank S, Kullmann S and Veit R: Food related processes in the insular cortex. *Front Hum Neurosci* 7, 499 (2013)
 - 12) Kaye WH, Fudge JL and Paulus M: New insights into symptoms and neurocircuit function of anorexia nervosa. *Nat Rev Neurosci* 10, 573-584 (2009)
 - 13) Kaye WH, Wagner A, Fudge JL and Paulus M: Neurocircuitry of eating disorders. *Curr Top Behav Neurosci* 6, 37-57 (2011)
 - 14) Oberndorfer TA, Frank GK, Simmons AN, Wagner A, McCurdy D, Fudge JL, Yang TT, Paulus MP and Kaye WH: Altered insula response to sweet taste processing after recovery from anorexia and bulimia nervosa. *Am J Psychiatry* 170, 1143-1151 (2013)
 - 15) Wagner A, Aizenstein H, Mazurkewicz L, Fudge J, Frank GK, Putnam K, Bailer UF, Fischer L and Kaye WH: Altered insula response to taste stimuli in individuals recovered from restricting-type anorexia nervosa. *Neuropsychopharmacology* 33, 513-523 (2008)
 - 16) Hill L and Kaye WH: To decide or not to decide: What is the rule? The neurobiology of Indecision in eating disorders. 2011 International Conference on Eating Disorders: Workshop (2011)
 - 17) Vocks S, Busch M, Gronemeyer D, Schulte D, Herpertz S and Suchan B: Neural correlates of viewing photographs of one's own body and another woman's body in anorexia and bulimia nervosa: an fMRI study. *J Psychiatry Neurosci* 35, 163-176 (2010)
 - 18) Vocks S, Schulte D, Busch M, Gronemeyer D, Herpertz S and Suchan B: Change in neuronal correlates of body image processing by means of cognitive-behavioural body image therapy for eating disorders: a randomized controlled fMRI study. *Psychol Med* 41, 1651-1663 (2011)
 - 19) Uher R, Murphy T, Brammer MJ, Dalgleish T, Phillips ML, Ng VW, Andrew CM, Williams SC, Campbell IC and Treasure J: Medial prefrontal cortex activity associated with symptom provocation in eating disorders. *Am J Psychiatry* 161, 1238-1246 (2004)
 - 20) Schienle A, Schafer A, Hermann A and Valtl D: Binge-eating disorder: reward sensitivity and brain activation to images of food. *Biol Psychiatry* 65, 654-661 (2009)
 - 21) Frank GK, Wagner A, Achenbach S, McConaha C, Skovira K, Aizenstein H, Carter CS and Kaye WH: Altered brain activity in women recovered from bulimic-type eating disorders after a glucose challenge: a pilot study. *Int J Eat Disord* 39, 76-79 (2006)
 - 22) Vocks S, Herpertz S, Rosenberger C, Senf Y and Gizewski ER: Effects of gustatory stimulation on brain activity during hunger and satiety in females with restricting-type anorexia nervosa: an fMRI study. *J Psychiatr Res* 45, 395-403 (2011)
 - 23) Cowdrey FA, Park RJ, Harmer CJ and McCabe C: Increased neural processing of rewarding and aversive food stimuli in recovered anorexia nervosa. *Biol Psychiatry* 70, 736-743 (2011)
 - 24) Bohon C and Stice E: Reward abnormalities among women with full and subthreshold bulimia nervosa: a functional magnetic resonance imaging study. *Int J Eat Disord* 44, 585-595 (2011)

摂食障害とうま味について—脳神経基盤との関連から—

- 25) Frank G, Reynold J, Shott M and O'Reilly R: Altered temporal difference learning in bulimia nervosa. *Biol Psychiatry* 70, 728-735 (2011)
- 26) Rolls ET: The representation of umami taste in the taste cortex. *J Nutr* 130, 960-965 (2000)
- 27) de Araujo IE, Kringelbach ML, Rolls ET and Hodben P: Representation of umami taste in the human brain. *J Neurophysiol* 90, 313-319 (2003)
- 28) McCabe C and Rolls ET: Umami: a delicious flavor formed by convergence of taste and olfactory pathways in the human brain. *Eur J Neuro Sci* 25, 1855-1864 (2007)
- 29) Rolls ET: Functional neuroimaging of umami taste: what makes umami pleasant? *Am J Clin Nutr* 90, 804-813 (2009)
- 30) Nakamura Y, Goto TK, Tokumori K, Yoshiura T, Kobayashi K, Nakamura Y, Honda H, Ninomiya Y and Yoshiura K: Localization of brain activation by umami taste in humans. *Brain Res* 1406, 18-29 (2011)
- 31) Troop NA, Murphy F, Bramon E and Treasure JL: Disgust sensitivity in eating disorders: a preliminary investigation. *Int J Eat Disord* 27, 446-451 (2000)
- 32) 中里道子: 外来での認知行動療法. *臨床精神医学* 42, 627-633 (2013)
- 33) 中里道子: 摂食障害の認知行動療法. *医学のあゆみ* 241, 703-707 (2012)
- 34) Prose F: *Gluttony the seven deadly sins*. Oxford University Press, USA (2003) (屋代通子訳: *暴食の世界史*, 築地書館, 東京, pp.132-133 (2010))
- 35) Radeloff D, Willmann K, Otto L, Lindner M, Putnam K, Leeuwen SV, Kaye WH, Poustka F and Wagner A: High-fat taste challenge reveals altered response in women recovered from bulimia nervosa: A pilot study. *World J Biol Psychiatry* 15, 307-316 (2014)

<著者紹介>

薛 陸景（せつ りくかげ）氏略歴

- 2006年 千葉大学医学部卒業
- 2006年～ 亀田総合病院、千葉市立青葉病院など、主に有床の総合病院精神科で臨床に携わる。
- 2012年 精神保健指定医取得、千葉認知行動療法トレーニングコース修了
- 2013年～ 千葉大学大学院医学研究院 認知行動生理学教室 客員研究員として、摂食障害の認知行動療法の効果研究および脳機能画像研究に携わる。



平野 好幸（ひらの よしゆき）氏略歴

- 2003年 岐阜大学大学院連合獣医学研究科博士課程修了
- 2003年～ 放射線医学総合研究所、米国国立衛生研究所
- 2011年～ 千葉大学大学院医学研究院子どものこころの発達研究センター勤務。精神疾患を対象としたfMRI研究に携わる。
- 2012年～ 千葉大学大学院医学研究院子どものこころの発達研究センター 特任講師



中里 道子（なかざと みちこ）氏略歴

- 1990年 千葉大学医学部卒業
- 1990年～ 同大学医学部附属病院精神神経科
- 2005～ ロンドン大学精神医学研究所・モーズレイ病院摂食障害ユニットへ留学
- 2007年
- 2012年～ 千葉大学大学院医学研究院 子どものこころの発達研究センター 特任教授（精神科医、医学博士）

