

<平成 21 年度助成>

摂取する食品の種類が朝の胃運動と食欲に及ぼす影響 - 消化器からみた朝食の“からだ目覚め効果”の検討 -

永井 成美・*森谷 敏夫

(兵庫県立大学環境人間学部 *京都大学大学院人間・環境学研究科)

1. 緒 言

朝食欠食は、午前中の活力や仕事の能率を低下させるのみならず、長期的には肥満やメタボリックシンドローム発症とも関連しておりその改善が必要である。しかし、朝食欠食の主因である夜型のライフスタイルそのものの是正は、シフトワーク等の勤務形態や通学・通勤時間上の制約などから困難な場合もある。そのため、朝食欠食の上位の理由である「食欲がない」ことに着目し、朝の食欲や消化器活動(胃運動)の回復・亢進に着目した研究は、朝食欠食問題を解決に向けて有用であると考えられる。

ヒトの胃の蠕動運動は1分間に3回程度発生しており、胃体部からゆっくりと蠕動が幽門に向かって伝播し幽門が開くと胃の内容物が十二指腸に送り出されるしくみになっている^{1,2)}。この蠕動波の頻度、速度、方向を決める筋原性要素が、胃体上部大彎側のペースメーカー細胞から発信される3 cycle per minute (cpm)の活動電位であり、これが胃電図(electrogastrography; EGG)の基本周波数、正常波(normogastric^{3,4)})である。1924年にAlvarez⁵⁾が、腹壁に癒痕性ヘルニアを有する女性高齢者患者の腹壁表面から3 cpmの活動電位を記録し、癒痕から観察した胃運動と一致したため胃の活動電位として報告したことに始まり、1980年代以降のエレクトロニクスの進歩に伴い研究が発展した。腹壁体表面から非侵襲的に測定でき、正常波の波高は胃収縮運動の指標として、その周期は胃運動の頻度やリズム変化を認

識する指標とされている^{1,2)}。臨床的には、胃運動のリズム異常(正常波の出現が少ない)は胃潰瘍、機能的ディスペプシア等の胃疾患の患者^{7~9)}のみならず、摂食障害¹⁰⁾や2型糖尿病患者⁴⁾においても認められ、健常者においても心理ストレス^{11,12)}や乗り物酔い^{13,14)}、高血糖クランプ¹⁵⁾でリズム異常が出現することが報告されている。

我々はこれまでに、習慣的な朝食摂取者において1週間の朝食欠食により空腹期胃運動が弱まることや、胃運動の強さと食欲に関連があることを報告してきた¹⁶⁾。興味深いのは、欠食期間が終わり、朝食再摂取後1週間の時点でも胃運動と食欲は欠食期間前のレベルには回復しなかったという点である¹⁶⁾。この結果からは、何かのきっかけで朝食欠食が繰り返されると消化器(胃)の応答調節が変調し、朝の食欲低下とあいまって朝食欠食が習慣化しやすいことが考えられた。逆にその改善の手立てとして、どのような飲食物を朝食として摂取すれば胃運動や食欲が惹起されやすいのかについてはまだ研究が十分に進んでいない。

そこで本研究では、健康な若年女性を対象として独自に開発した胃電図測定・解析システムを用い、食欲増進効果が期待できる香辛料(カレーパウダー)を含む液体サンプルを試験食として、香辛料の摂取が朝の胃運動と食欲感覚に及ぼす影響について健康な若年女性において検討した。

2. 方 法

2.1 被験者

兵庫県立大学および大学院内より募集した喫煙

習慣や胃疾患を有さない若年女性 (18-23 歳) 12 名を被験者とし、全員のデータを解析に用いた。被験者の身体的特徴は表 1 に示した。

本実験の実施にあたっては、被験者の個人情報保護や倫理的配慮を盛り込んだ実験計画書を作成し、兵庫県立大学倫理委員会の承認を受けた。また、全被験者へインフォームド・コンセントを実施し、全員から実験参加同意書への署名を得た。

2.2 試験プロトコル

試験サンプルは、香辛料を含むスープ (以下 Spice と表記、65℃・150ml、カレーパウダー顆粒 1.5g [ハウス食品株式会社製、ターメリック、植物油、コリアンダー、クミン、フェヌグリーク、フェンネル、ブラックペパー、陳皮、シナモン、ナツメグ、ジンジャー、ディル、カルダモン、クローブ、唐がらし、パプリカ、アニス、スターアニス、ローリエ、アジowan、セロリシード、ホワイトペパー、オールスパイス、ガーリック、タイム、甘草、セージ、ローズマリー、タラゴン、オレガノ、香辛料抽出物含有]、コンソメ 1g、デキストリン、食塩を含む、43kcal、食塩相当量 1.2g)、および香辛料を含まないスープ (以下 Control と表記、65℃・150ml、デキストリンと食塩を添加してエネルギーとナトリウムを Spice 等量に調整) の 2 種類とした。

実験は 1 日に 1~2 名ずつ行い、前夜 10 時より絶食した被験者に異なる 2 日間の朝 9 時にランダムな順序でサンプルを負荷した。上体を起こしたベッド上で安静を保持した状態で、被験者の

胃電図、鼓膜温 (耳栓で閉塞した耳内平衡温度を高感度サーモセンサーで測定)、心拍数 (心電図) を、サンプル負荷前 20 分間および負荷後 40 分間測定した。食欲感覚 (空腹感、満腹感、予想食分量、満足感を Visual Analogue Scales; VAS で定量)¹⁹⁾ は、サンプル負荷 20 分前、負荷直後、および負荷 40 分後の 3 ポイントで測定した。測定中はベッドをパーテーションで仕切り、無音で刺激の少ない環境にするとともに会話と体動を禁止した。

2.3 胃電図による胃運動の評価

胃の電気的活動の測定は、我々が独自に開発した胃電図測定システムおよび解析プログラムを用いて、胃体上部大彎側のペースメーカーより 1 分間に約 3 回 (3 cpm) の基本リズムで発生する脱分極・再分極を正常波として導出・解析した^{2~4,7,13)}。具体的には、腹壁に配置した電極^{16,20)} から得られた信号を胃電図測定専用で作製した生体アンプ (ECG EGG Amplifier Biotex Kyoto/Japan) を用いて心電図の混入とノイズをフィルターで除去し、選択導出した信号を増幅し、0.5Hz で A/D 変換 (DAQ AD135, Germany) したデータをパーソナルコンピュータのハードディスクに取り込んだ。次に、HTBasic (Trans Era, Utah, USA) で作成したプログラム¹⁶⁾ を用いて、時系列データの DC 成分及びトレンドを除去し、ハミング・タイプのデータ窓を経て 512 の連続データを高速フーリエ変換しパワースペクトルを求めた。

表 1 被験者の身体的特徴

	n = 12	(最小値 - 最大値)
年齢 (歳)	20.0 ± 0.3	(19 - 23)
身長 (cm)	158.4 ± 1.8	(149 - 171)
体重 (kg)	49.4 ± 1.6	(41.8 - 59.1)
BMI (kg/m ²)	19.7 ± 0.4	(17.2 - 22.8)
体脂肪率 (%)	26.7 ± 1.0	(21.4 - 30.9)
収縮期血圧 (mmHg)	95 ± 2	(89 - 108)
拡張期血圧 (mmHg)	60 ± 2	(51 - 72)

平均 ± 標準誤差

胃運動には空腹期運動と食後期運動があり、空腹期のEGGより波の出現サイクルと波高の情報を得ることができる^{1,2)}。図1は空腹期の被験者の胃電図典型例で、図1・Aが胃電図生波形である。□で囲んだ部分(1分間)に3回の正常波の出現が観察できる。この正常波のリズムは胃運動の速度を、振幅は胃運動の強さを反映するとされる^{1,2,7)}。図1・BはAのデータを高速フーリエ変換して求めたパワースペクトルである。1分間に1-2回出現する徐波成分、2-4回出現する正常波成分、4回以上出現する速波成分について、各周波数帯域のスペクトル積分値を求めパワー(胃運動の強さ)とした^{3,4,7,11,16)}。本研究では、サンプル負荷前を基準として、負荷後の各成分の増加比率(power ratio)^{3,8,9)}を評価に用いた。

2.4 統計処理

データは平均±標準誤差で表した。統計処理にはPASW(ver. 18.0, Windows版, IBM, 東京)を用いた。サンプル間の嗜好得点の比較には、Wilcoxonの順位和検定を用い、サンプル負荷前後の時系列データは、変化のパターンが試行間で

異なるかどうかを二元配置分散分析(反復測定、対応なしと対応あり)で検定した。統計的有意水準は5%未満とした。

3. 結果

3.1 サンプルへの嗜好性

各サンプルへの被験者の嗜好性は、サンプル摂取直後に味の評価質問紙(0点を“大変まずい”、5点を“ふつう”、10点を“大変おいしい”とする1~10のスコアに被験者がひとつだけ○印をつける)²¹⁾を用いて調査した。その結果、Control(2.8±1.6点)に比べてSpiceで有意に高い得点が示された(6.8±1.2点, $P < 0.001$)。

3.2 胃電図

図2は、同一被験者のサンプル負荷後の胃電図ランニングスペクトル(典型例)である。各サンプル負荷後の経時変化をみると、Controlでは3cm付近の正常波の増大はそれほど顕著ではなく、徐波や速波の増大が不規則に認められた。Spiceでは徐波や速波も一過性に増大したが、正常波の増大が顕著であり、サンプル負荷後徐々に

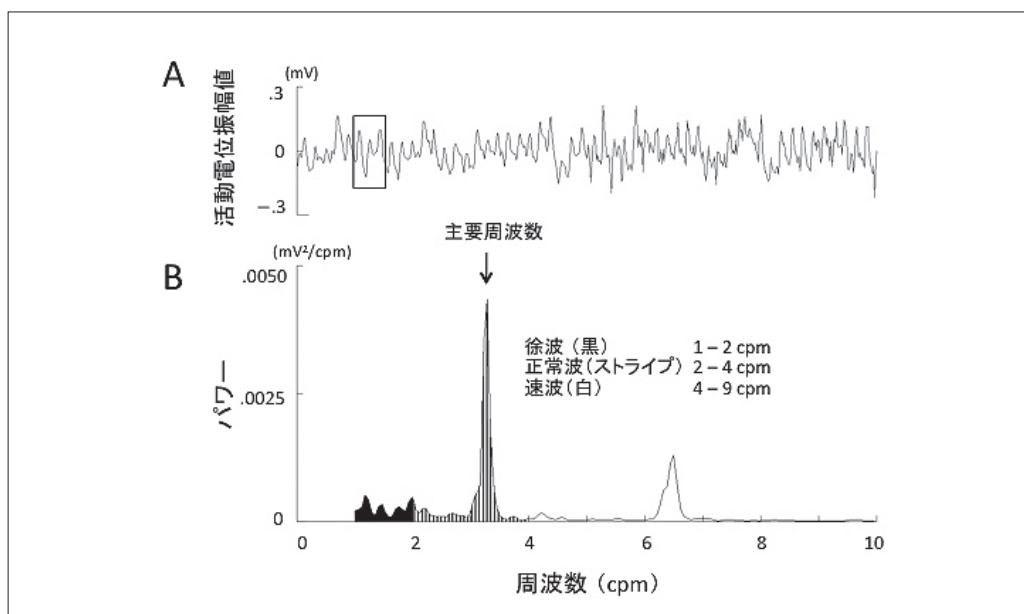


図1 胃電図の解析と評価方法

A: 空腹状態の被験者胃電図生波形。
 B: Aのデータにハミングウインドウをかけ高速フーリエ変換により求めた胃電図パワースペクトル。
 1分間に1-2回出現する徐波成分(黒)、2-4回出現する正常波成分(ストライプ)、4-9回出現する速波成分(白)の各積分値を計算しパワーとした^{3,4,7,11,16)}。

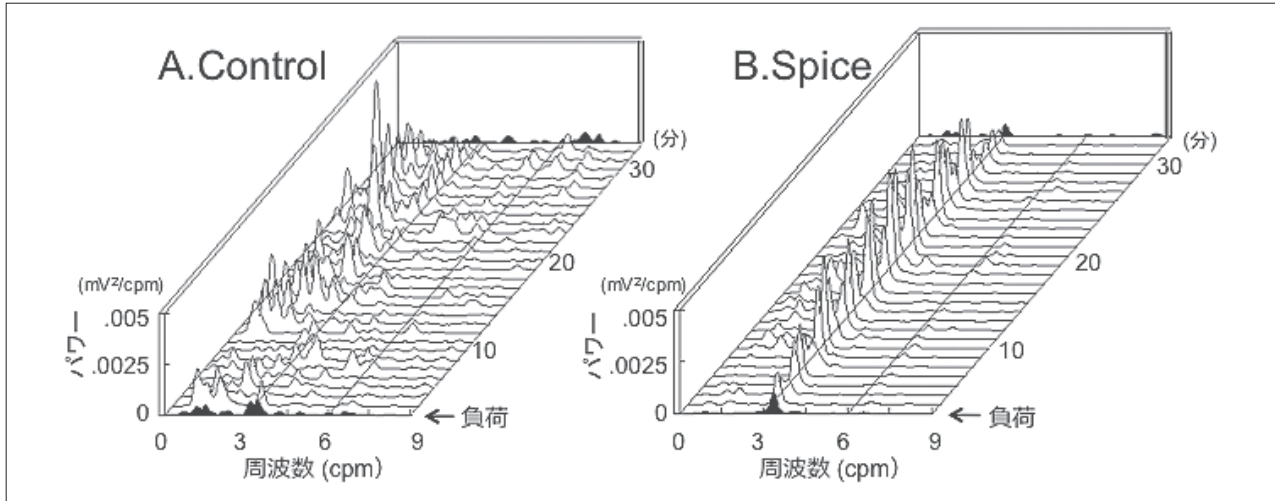


図2 サンプル負荷後の胃電図ランニングスペクトル

A : Control, B : Spice

サンプル負荷後のパワースペクトル(各4分)を1分ずつずらしながらプロットした。

波高が高くなり約30分で収束した。

図3は、サンプル負荷前を基準とした各パワーの増加比である。二元配置分散分析で経時変化の交互作用を検討した結果、徐波パワーでは経時変化のパターンがサンプルにより有意に異なり (Time × Sample, $P = 0.041$)、正常波パワーでは交互作用は有意性に達せず ($P = 0.100$)、速波パワーでは経時変化のパターンがサンプルにより異なる傾向が示された ($P = 0.081$)。すなわち、両サンプルとも負荷後には胃運動が増大するが、その比率はSpiceでより高い傾向にあった。

3.3 食欲感覚

図4にサンプル負荷前(安静空腹時)を基準とした、食欲感覚スコアの経時変化を示した。空腹感スコアは、両サンプルとも負荷直後に低下し40分後に上昇する変化を示した。SpiceはControlと比較して負荷直後 ($P = 0.008$)、40分後 ($P = 0.004$) ともに有意に低値を認め、経時変化のパターンも有意に異なっていた (Time × Sample, $P = 0.028$)。満腹感スコアは、Controlでは負荷直後に上昇し40分後に負荷前のレベルに戻ったのに対し、Spiceでは負荷直後の上

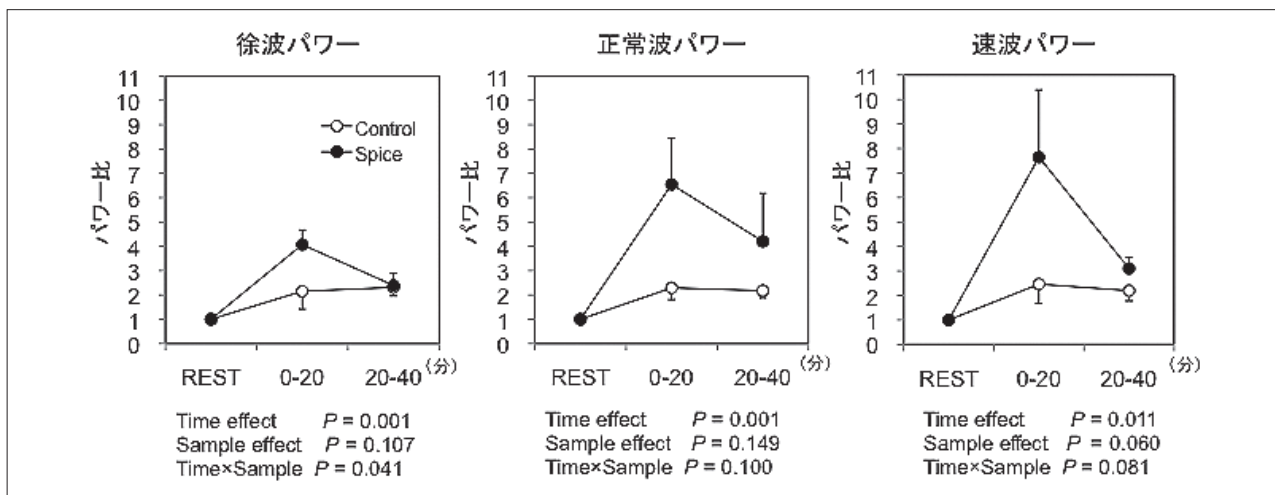


図3 サンプル負荷後の胃運動

サンプル負荷前を1とした増加比で示した。平均±標準誤差。二元配置分散分析(反復測定)。

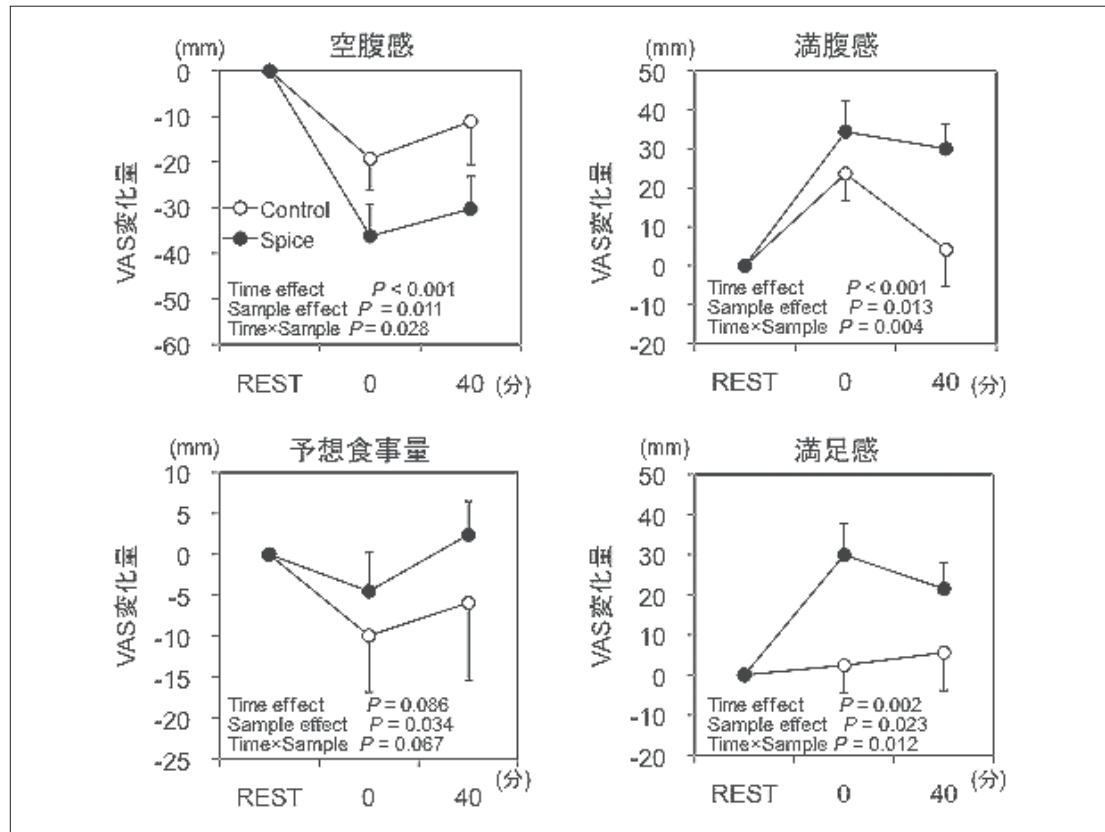


図4 サンプル摂取後の食欲感覚

負荷前(安静空腹期)を基点として、各サンプル負荷直後および40分後の食欲感覚(空腹感、満腹感、予想食事量、満足感の各VASスコア)の変化量をプロットした。平均±標準誤差。二元配置分散分析(反復測定)。

昇の程度が高く40分後にも有意に高値を示し ($P=0.001$)、両サンプル負荷後の変化のパターンには有意な差が認められた (Time x Sample, $P=0.004$)。予想食事量(今、食事をとるとどれくらい食べられるか)は、Spiceでは負荷40分後には負荷前よりも高値を示し、経時変化のパターンがサンプルにより異なる傾向が示された (Time x Sample, $P=0.067$)。満足感は、腹部膨満感を反映する満腹感に精神的に満たされた感情を伴う感覚である。Spiceでは負荷直後にControlと比較して有意に高値を示し ($P<0.001$)、負荷後の変化のパターンにもサンプル間で顕著な差が認められた (Time x Sample, $P=0.012$)。

3.4 心拍数

表2に各サンプル負荷前および負荷後の心拍数とその増加量を示した。両サンプルとも負荷後には平均約8拍の心拍数上昇を認めたが、サンプル

間で有意な差は認められなかった。

3.5 体温(鼓膜温)

表3に各サンプル負荷前および負荷後の体温(鼓膜温)とその増加量を示した。Spiceではサンプル負荷直後に負荷前平均値より $0.40 \pm 0.03^{\circ}\text{C}$ 増加しており同時点のControl ($0.28 \pm 0.05^{\circ}\text{C}$) と比べて有意に高値を示した ($P=0.035$)。負荷後平均値や負荷後最大値で計算した体温の増加量についてもSpiceのほうが高値を示したが統計的有意性には至らなかった ($P=0.169$)。

4. 考 察

本研究で得られた主要な知見は次の2点である。1) 香辛料(カレーパウダー)を含むスープの摂取後には、胃運動の増大、満腹感および満足感の上昇、心拍数と体温の上昇が認められた。2) 等エネルギー・等ナトリウム量の香辛料を含

表2 心拍数

	Control (bpm)	Spice (bpm)	<i>P value</i>
REST av (負荷前平均値)	63.8 ± 2.3	65.2 ± 2.7	0.697
POST av (負荷後平均値)	67.6 ± 2.8	68.7 ± 2.4	0.718
POST (負荷直後)	67.9 ± 2.7	69.0 ± 2.2	0.714
PEAK (負荷後最大値)	72.2 ± 2.7	73.0 ± 2.7	0.753
増加量			
POST av – REST av	3.8 ± 1.1	3.5 ± 0.8	0.841
POST – REST av	4.2 ± 1.0	3.9 ± 1.0	0.858
PEAK – REST av	8.4 ± 1.3	7.9 ± 0.9	0.705

平均 ± 標準誤差. *t*検定 (対応あり)

表3 体温

	Control (°C)	Spice (°C)	<i>P value</i>
REST av (負荷前平均値)	35.96 ± 0.17	35.81 ± 0.14	0.519
POST av (負荷後平均値)	36.22 ± 0.16	36.16 ± 0.13	0.745
POST (負荷直後)	36.23 ± 0.15	36.21 ± 0.12	0.879
PEAK (負荷後最大値)	36.29 ± 0.16	36.24 ± 0.12	0.807
増加量			
POST av – REST av	0.26 ± 0.04	0.35 ± 0.06	0.270
POST – REST av	0.28 ± 0.05	0.40 ± 0.05	0.035
PEAK – REST av	0.33 ± 0.04	0.43 ± 0.06	0.169

平均 ± 標準誤差. *t*検定 (対応あり)

まないスープとの比較により、本研究で用いた香辛料には朝の胃運動を強める作用、および満腹感、満足感と体温を高める作用が認められた。

4.1 香辛料摂取と胃運動

スープ摂取後の胃運動徐波、正常波、速波の増加比は、いずれも Spice で高値傾向を示した。その中で、香辛料の摂取と胃運動正常波成分の増大について以下に考察したい。

本研究で香辛料を含むスープに用いたカレーパウダーは、ターメリック、唐がらし、ペパー、ジンジャーなどの香辛料30種類をブレンドした混合スパイスであり、150mlのコンソメ味ベースのスープに1.5g添加して用いた。胃運動と香辛料に関する既報では、ジンジャー（しょうが根のパウダー）の摂取が、高血糖クランプ¹⁴⁾や乗り物酔い¹⁵⁾などで誘発される胃運動リズム異常を予防

し、正常な胃運動を維持したことが報告されている。そのメカニズムは不明な点が多いが、コリン作動性神経への拮抗作用、プロスタグランディンやロイコトリエン生成阻害作用などによるものと推測されている。しかし、調べた限りにおいてジンジャー以外のスパイスと胃運動についての報告は見当たらず、本報告が初めての報告であると考えられる。

カレーパウダーの辛味はトウガラシの辛み成分のカプサイシンやペパーの辛味成分ピペリンなど多くのスパイスの総合的な味であるが、摂取後にひりひりとした痛みと熱さを伴う味感覚はカプサイシン特有であり、本研究で用いた香辛料を含むスープの味を特徴づけている。この味感覚は、カプサイシンと43℃以上の熱刺激によって活性化される、求心性一次知覚神経のバニロイド受容

体 TRPV1 (transient receptor potential vanilloid receptor subtype 1) を介して中枢に情報が伝わることにより生ずることが知られている²²⁾。近年、TRPV1 と知覚神経は胃にも存在し、刺激を受容すると胃粘膜防御系を活性化することや、カプサイシン以外にジンジャーの主成分であるジンゲロールも TRPV1 を刺激することが報告されている²²⁾。口あるいは胃に存在する TRPV1 から伝わる辛味刺激が、どのようなしくみで胃運動や胃排出といった消化管運動を賦活するのは現時点では不明であり、今後の研究が待たれる。

一方、胃運動には飲食物の palatability (美味しさ) が関与することも知られている²³⁾。本研究で用いた試験食は、Spice の平均スコアが“ふつう”と“大変おいしい”の間、Control の平均スコアが“ふつう”と“大変まずい”の間であった。既報²³⁾では、調理後のフランクフルトと冷たい豆腐で作ったフランクフルトの2種類の試験食をそれぞれ sham-feeding (食べ真似；口に入れて咀嚼したのちに吐き出す) した場合、前者の食欲をそそる食物では正常波パワーの増大を、後者の食欲をそそらない食物では逆に正常波の減衰が認められている。以上から、香辛料を含むスープ摂取後の胃運動正常波増大には、香辛料に加えて美味しさも関与していることが推察される。

4.2 香辛料摂取と食欲感覚

我々がこれまでに行った実験で、健康な男児に辛口カレーライス、あるいはカレーから香辛料を除去して作製した等エネルギーの擬似カレーライス (ビーフシチューに似た味) を朝食として負荷すると、前者で食後の満腹感 (VAS スコア) が高く維持され、カレーに含まれる香辛料の作用であることが示唆されている²⁵⁾。本結果においても、香辛料を含むスープの摂取後には Control 摂取後よりも満腹感と満足感の有意な上昇を認め既報²⁵⁾と良い一致をみている。さらに、満腹感と満足感 は摂取直後の一過性の上昇のあと摂取 40 分後に

も Control より高値を維持しており、我々が既報で考察したように²⁵⁾、香辛料辛味成分による交感神経活動亢進作用によるものと推察される。類似の研究で、昼食摂取前後の食欲感覚を VAS で調査し、心拍変動解析による交感-副交感神経バランスとともに交感神経活動マーカー (唾液コルチゾール、 α アミラーゼ) と VAS との関連を検討した既報²⁶⁾があり、食後の満足感は交感神経活動優位の神経バランスと有意に関連していたことが報告されている。交感-副交感神経系は中枢の食欲制御機構に関わっており、交感神経活動系による摂食抑制はヒトの体脂肪蓄積を調節する重要な satiety system であることから²⁷⁾、矛盾のない結果であると思われる。

以上は中枢性の食欲調節であるが、末梢性では迷走神経求心路を介した食欲調節として、上部消化管に存在する迷走神経求心路からの栄養素情報によって消化管運動が賦活され食後の満足感を形成することが知られている²⁸⁾。その臨床的な意義を検討した報告では²⁹⁾、機能性ディスペプシアの患者が sham-feeding を行うと、迷走神経が活性化し胃運動も改善されたことが示唆されている。実際に食物は胃に入っていないが、食事の見た目、匂い、味なども迷走神経に刺激を与えることが示されており、本研究でも香辛料を含むスープの強い匂いと味が上部消化管迷走神経を刺激し、満足感を高めた可能性が推察される。

なお、統計的有意性には至らなかったが、香辛料を含むスープでは摂取 40 分後に予想食事量のスコアが増加に転じており、食欲が出てきた可能性が考えられる。我々はこれまでに、食欲スコアと胃運動正常波パワーが正相関することを報告しており¹⁶⁾、香辛料を含むスープの単回摂取、あるいは継続的な摂取が、朝に食欲がない人の胃運動と食欲を変化させ得るかどうかについても、今後検討したいと考える。

4.3 香辛料摂取と体温

本研究では、サンプル摂取前後の深部体温を鼓膜温で測定した。鼓膜温測定には、独自に考案、発注した耳栓の内側に極小のサーモセンサーがついた測定器具を用いることにより外気温の影響を排除し、かつ被験者に不快感や負担感を与えずに温度を記録できた。リアルタイムモニターにより、スープサンプル摂取直後から鼓膜温の上昇を観察できたため、食物負荷試験における代謝を反映する鋭敏なマーカーになり得ると考えられる。

本結果では、香辛料を含むスープでは Control と比較して摂取直後の鼓膜温上昇（増加量）が有意に高値を示したが、摂取後の平均鼓膜温の上昇（増加量）には有意差が認められなかった。その理由は、香辛料を含むスープでは辛味刺激への反応として体温上昇が早期に起こり、中には汗ばむ被験者もいたことから発汗による放熱によりその後体温低下に転じたことが考えられる。Control 摂取直後には鼓膜温の急な上昇は認められなかったが、その後徐々に上昇しており、辛味はなくともスープの温度、エネルギー・ナトリウムの摂取の影響によりもたらされたと考えられる。

我々は、これまでにカレーライスに含まれる香辛料が、小児の食事誘発性熱産生を増加させたことを報告しており²⁵⁾、本研究結果と良い一致をみている。香辛料によって惹起される本作用は交感神経系を介した任意的体熱産生であり、摂取時の口腔内感覚神経刺激と中枢神経系への作用の両者によりもたらされたと考えられている³⁰⁾。香辛料を含むスープの摂取は心拍数と体温上昇を伴うため、午前中の活力が乏しくなりがちな人の朝食として適しているかもしれない。

今後に向けて

本研究結果より、1杯の香辛料を含むスープ（カレースープ）で胃運動が惹起されたことは、「食欲がない」という理由で朝食を食べられない人の

朝の胃を刺激するためのアプローチとして有用かもしれない。小児から若年成人に至る朝食欠食問題の解決には、その根底にある夜型ライフスタイルの改善が必須であるが、それと同時に「食欲がない」人の胃の調子を整え食欲を惹起するような食品機能を探求し朝食として提案することも解決の一助になると考えられる。今後は、胃電図を含む栄養生理学的なパラメータを用いて習慣的な朝食欠食者への介入研究により、朝食として摂取する食品や食品成分の“からだ目覚め効果”を検証し、国民の朝食摂取ひいては健康増進に役立つ研究へと発展させたい。

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、研究助成を賜りました浦上食品・食文化振興財団に心より感謝の意を表しますと共に、貴財団の益々のご発展を祈念申し上げます。

研究成果の公表

1. 胃電図測定システムおよび解析プログラム開発と基礎実験
〔論文〕
脇坂しおり, 永井 元, 村 絵美, 森谷敏夫, 永井成美. 取する水の温度と量がヒトの胃運動に及ぼす影響. 『日本栄養・食糧学会誌』64(1):19-25, 2011
〔学会発表〕
永井成美, 脇坂しおり, 松永哲郎, 森谷敏夫. 胃電図を指標とした朝食欠食と朝の胃運動の関連. 第 11 回日本電気生理運動学会, 京都大学, 2009 年 12 月
2. 胃電図測定システムを用いた朝食試験
〔論文〕
永井成美, 脇坂しおり, 高木絢加, 山口光枝, 森谷敏夫. 香辛料が朝の食欲感覚と胃運動に及ぼす効果. 『栄養学雑誌』70(1):17-27, 2012
〔学会発表・海外〕(発表予定を含む)
Nagai N, Takagi A, Wakisaka S, Yamaguchi M, Moritani T. Effect of spices on gastric motility and appetite sensations. 16th Annual congress of the European College of Sports Science, Liverpool, UK, 2011 年 7 月
〔学会発表・国内〕
永井成美, 脇坂しおり, 高木絢加, 山口光枝, 森谷敏夫. 香辛料が朝の食欲感覚と胃運動に及ぼす効果. 第 65 回日本栄養・食糧学会, お茶の水女子大学, 2011 年 5 月

文 献

- 1) 川井敬市編集. 胃-形態とその機能. p.177-190. 医学書院, 東京, 1994
- 2) Verhagen MAMT, Van Schelven LJ, Samsom M, Smout AJPM. Pitfalls in the analysis of electrogastrographic recordings. *Gastroenterology* 117:453-460, 1999
- 3) Adachi H, Kamiya T, Hirako M, Misu N, Kobayashi Y, Shikano M, Matsuhisa E, Kataoka H, Sasaki M, Ohara H, Nakao H, Orito E, Joh T. Improvement of gastric motility by hemodialysis in patients with chronic renal failure. *J Smooth Muscle Res* 43:179-189, 2007
- 4) Hata N, Murata S, Maeda J, Yatani H, Kohno Y, Yokono K, Okano H. Predictors of gastric myoelectrical activity in type 2 diabetes mellitus. *J Clin Gastroenterol* 43:429-436, 2009
- 5) Geldof H, Van der Schee EJ, Van Blankenstein M, Grashuis JL. Electrogastrographic study of gastric myoelectrical activity in patients with unexplained nausea and vomiting. *Gut* 27:799-808, 1986
- 6) Alvarez WC. The electrogastrogram and what it shows. *JAMA* 78:1116-1119, 1922
- 7) Parkman HP, Hasler WL, Barnett JL, Eaker EY. Electrogastrography: a document prepared by the gastric section of the American Motility Society Clinical GI Motility Testing Task Force. *Neurogastroenterol Motil* 15:89-102, 2003
- 8) Zhang H, Xu X, Wang Z, Li C, Ke M. Correlation between gastric myoelectrical activity recorded by multi-channel electrogastrography and gastric emptying in patients with functional dyspepsia. *Scand J Gastroenterol*. 41:797-804, 2006
- 9) Chen CL, Hu CT, Lin HH, Yi CH. Clinical utility of electrogastrography and the water load test in patients with upper gastrointestinal symptoms. *J Smooth Muscle Res*. 42:149-157, 2006
- 10) Ogawa A, Mizuta I, Fukunaga T, Takeuchi N, Honaga E, Sugita Y, Mikami A, Inoue Y, Takeda M. Electrogastrography abnormality in eating disorders. *Psychiatry Clin Neurosci*. 58:300-310, 2004
- 11) Yin J, Levanon D, Chen JDZ. Inhibitory effects of stress on postprandial gastric myoelectrical activity and vagal tone in healthy subjects. *Neurogastroenterol Motil* 16:737-744, 2004
- 12) Muth ER, Koch KL, Stern RM, Thayer JF. Effect of autonomic nervous system manipulations on gastric myoelectrical activity and emotional responses in healthy human subjects. *Psychosom Med* 61:297-303, 1999
- 13) Chang FY. Electrogastrography: basic knowledge, recording, processing and its clinical applications. *J Gastroenterol Hepatol* 20:502-516, 2005
- 14) Lien HC, Sun WM, Chen YH, Kim H, Hasler W, Owyang C. Effects of ginger on motion sickness and gastric slow-wave dysrhythmias induced by circularvection. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 284:G481-489, 2003
- 15) Gonlachanvit S, Chen YH, Hasler WL, Sun WM, Owyang C. Ginger reduces hyperglycemia-evoked gastric dysrhythmias in healthy humans: possible role of endogenous prostaglandins. *J Pharmacol Exp Ther* 307:1098-1103, 2003
- 16) 脇坂しおり, 小橋理代, 菱川美由紀, 山本百希奈, 池田雅子, 坂根直樹, 松永哲郎, 森谷敏夫, 永井成美. 胃電図を指標とした朝食欠食と朝の胃運動の関連の検討. 『日本栄養・食糧学会誌』62:297-304, 2009
- 17) 健康・栄養情報研究会. 国民健康・栄養の現状-平成18年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より-, p.67. 第一出版, 東京, 2009
- 18) 内閣府. 平成22年版食育白書, p.53, 2010 http://www8.cao.go.jp/syokuiku/data/whitepaper/2010/pdf_file/1sho2.pdf
- 19) Flint A, Raben A, Blundell JE, Astrup A. Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. *Int J Obes Relat Metab Disord* 24:38-48, 2000
- 20) 中川千鶴, 大須賀美恵子, 竹田 仰. VE 酔い (動揺病) 評価に用いるための自律神経指標の検討-大型4面立体映像提示装置と6軸モーションを用いて-. 『ヒューマンインタフェース学会論文誌』3:65-71, 2001
- 21) 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. スープ摂取後に得られる安堵感の評価とその要因の検討. 『日本栄養・食糧学会誌』63:279-285, 2010
- 22) 堀江俊治. トウガラシの辛味は胃でも味わう: カプサイシンのパニロイド受容体を介した胃機能への薬理作用. *FFIJ* 213:660-665, 2008
- 23) Stern RM, Jokerst MD, Levine ME, Koch KL. The stomach's response to unappetizing food: cephalic-vagal effects on gastric myoelectric activity. *Neurogastroenterol Motil* 13:151-154, 2001
- 24) Wicks D, Wright J, Rayment P, Spiller R. Impact of bitter taste on gastric motility. *Eur J Gastroenterol Hepatol* 17:961-965, 2005.
- 25) 永井成美, 坂根直樹, 鳴神寿彦, 久下沼裕, 森谷敏夫. 香辛料辛味成分が小児の食事誘発性熱産生, 満腹感, 及び交感神経活動へ及ぼす影響. 『肥満研究』9:156-163, 2003
- 26) Harthoorn LF, Dransfield E. Periprandial changes of the sympathetic-parasympathetic balance related to perceived satiety in humans. *Eur J Appl Physiol* 102:601-608, 2008
- 27) Bray GA. Reciprocal relation of food intake and sympathetic activity: experimental observations and clinical implications. *Int J Obes Relat Metab Disord* 24, S8-S17, 2000
- 28) 畝山寿之, 岩槻 健, 中村英志, 鳥居邦夫. アミノ酸の消化管重要研究でわかってきた摂食調節, 消化吸収・代謝調節, 体内栄養素の恒常性維持機構. *G.L.Research* 16:381-387, 2008
- 29) 河田照雄. 香辛料辛味成分の機能に関する栄養生化学的研究. 『日本栄養・食糧学会誌』45:303-312, 1992

Effects of food intake as breakfast on gastric motility and appetite feelings in the morning: the arousal effect of breakfast focusing on digestive system

Narumi Nagai, *Toshio Moritani

School of Human Science and Environment, University of Hyogo

**Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University*

The gastric electrical activity paces the contractions of the stomach and can be measured noninvasively using surface electrodes placed on the abdomen. Our previous studies have clearly demonstrated that gastric motility was transiently increased after water ingestion, and hot water (65°C, >150 ml) accelerated the pace of the normal range of gastric motility. By means of our newly developed electrogastrography (EGG) recording and analysis methods, we investigated the response of the gastric motility and appetite feelings (feeling of hunger, fullness, desire to eat, and satiety) to spice-containing soup or isoenergetic placebo soup in 12 healthy female volunteers. Each subject was tested on two separate days in a randomized order at 9 a.m. after overnight fast. The gastric motility, eardrum temperature, and heart rate were measured for 20 min in the fasting state and 40 min after consuming the soup in sitting-up position. Appetite feelings were measured 3 times (fasting, immediately after and 40 min after the soup ingestion). To determine the gastric motility, we assessed the component of bradygastria (1-2 cpm), normogastria (2-4 cpm), tachygastria (4-9 cpm), and total power ratio (post/pre) of EGG frequency power spectrum. Results indicated that all EGG power ratios tended to increase following spice-containing soup as compared with placebo soup. As to the appetite feelings, fullness and satiety scores significantly increased after spice-containing soup at different time courses. The relative increase in eardrum temperature immediately after consuming the spice-containing soup was significantly greater than that of placebo soup, while similar increase in heart rate (about 8 bpm) was observed after both soups. The present results suggest that the spices contained in curry powder enhances gastric motility and fullness and satiety feelings while increasing eardrum temperature when compared with placebo soup trial.