

## 咀嚼回数と食事にかかる時間が摂食量および食後の満腹感と空腹感に及ぼす影響

松元 圭太郎, 野田 観世, 下橋 樺奈, 佐々木 優

### 要 約

肥満を抑制する手段の1つとして提唱・実施されている咀嚼法のように、咀嚼回数を増やしたり食事に時間をかけることが、摂食量や食後の満腹感および空腹感に及ぼす影響を検討した。若年女性23名(年齢 $21.7 \pm 0.2$ 歳, BMI $20.4 \pm 1.5$  kg/m<sup>2</sup>: 平均±標準偏差)を対象として、咀嚼回数と食事にかかる時間を変えた3条件[1口当たり20回咀嚼, 1口当たり40回咀嚼, 1口当たり20回咀嚼+待ち時間(1口ごとに待ち時間を設け, 食事にかかる時間は40回咀嚼と同じ)]のランダムクロスオーバー試験にて、満腹感を得るまでの摂取量を測定した。実験食のエネルギー・産生栄養素バランスは、たんぱく質15%, 脂質29%, 炭水化物56%であった。実験食の摂取前後の満腹感および空腹感をvisual analogue scales (VAS)法により測定した。満腹感を得るまでに摂取したエネルギー量は、20回咀嚼で $849 \pm 263$  kcal, 40回咀嚼で $757 \pm 234$  kcal, 20回咀嚼+待ち時間で $738 \pm 205$  kcalであり、20回咀嚼の摂食量は他の2条件と比べて有意に高かった( $P < 0.05$ )。食事にかかった時間は20回咀嚼で $32.6 \pm 9.5$ 分, 40回咀嚼で $48.9 \pm 15.7$ 分, 20回咀嚼+待ち時間で $48.6 \pm 16.0$ 分で、20回咀嚼の食事時間は他の2条件と比べて有意に短かった( $P < 0.05$ )。実験食摂取直後の満腹感のVAS値は3条件間に差はみられなかった。実験食摂取開始から6時間に渡る期間の満腹感および空腹感の平均値, 最大値, 最小値に3条件間で差はみられなかった。これらの結果から、咀嚼回数を増やし時間をかけて食事を摂ることが、摂食量を抑える手段として有効であること、抑えられた摂食量でも食後の腹持ちに支障がない可能性が示され、肥満を抑制する手段としての有効性が示唆された。また、摂食量の抑制には、咀嚼回数よりも食事にかかる時間の影響が大きい可能性が示唆された。

**キーワード:** 摂食量, 咀嚼回数, 食事時間, 食欲感覚, visual analogue scales (VAS)

### 緒 言

現代の日本での重大な健康問題の1つが、メタボリックシンドロームなどの発症要因となっている肥満である。平成29年の国民健康・栄養調査では、成人男性の30.7%, 成人女性の21.9%が肥満者(BMI $\geq 25$ )であることが報告されている<sup>1)</sup>。肥満を抑制・軽減する手段の一つとして、食物をしっかりと咀嚼し時間をかけて食べる咀嚼法が提唱・実施されている<sup>2,3)</sup>。咀嚼法が提唱・実施されている背景として、国民健康・栄養調査の調査で肥満者では食べる速さが速いと回答した者の割合が、やせ及びふつう体型の者に比べ多かった<sup>4)</sup>こと、日本人中年世代(男女)の調査により早食いであるほど現在のBMIおよび20歳時と比較した時のBMI増加量が高値であった<sup>5)</sup>こと、日本人中年世代(男女)の調査によりメタボリックシンドロームのオッズ比が食事速度が速い集団で高く、遅い集団で低かった<sup>6)</sup>こと、日本人若年女性

の調査により食事スピードが速いほどBMIが高値であった<sup>7,8)</sup>こと、男性で咀嚼回数の増加に伴い摂食量が減少した<sup>9,10)</sup>こと、男性で食事スピードの低下により摂食量が減少した<sup>11)</sup>ことなどが報告されていることが挙げられる。これらのことから、ゆっくりとよく噛んで食べることにより摂食量が減少し、その結果肥満が改善されることが期待されている。

肥満の予防・改善のためには、一回の食事摂取量が減少するだけでなく、一日の総エネルギー摂取量が減少することが重要である。咀嚼回数の増加や食事時間の延長により摂食量の減少が期待される一方で、咀嚼回数の増加によって唾液の分泌が増加し澱粉の消化が促進した<sup>12)</sup>ことや咀嚼回数の増加により胃内容物の胃排出速度が増加した<sup>13)</sup>ことが報告されていることなどから、咀嚼回数の増加により物理的な消化が促進されることや、摂食量の減少により食後の空腹感の出現が早まることが予想され、その結果として間食や次の食事の摂取量が増加する可能性が危惧された。このため、咀嚼法で提唱されている

様に咀嚼回数を増やすことや食事に時間をかけることによって摂食量が抑えられるか、食後の空腹感の発生に咀嚼回数や食事にかかる時間が影響するかについて、若年女性を対象に検討することを本試験の目的とした。

## 方 法

### 1. 被験者と調査手順

被験者はA大学の管理栄養士養成課程に属する健常な女子学生より募集した。本試験の目的および内容について口頭並びに書面にて説明を行い、本人の自由意志に基づいて試験に参加するとのも文書同意を得た23名を被験者とした(年齢: 21.7 ± 0.2 歳, 身長: 156.8 ± 5.3 cm, 体重: 50.3 ± 4.9 kg および BMI: 20.4 ± 1.5 kg/m<sup>2</sup>; 平均 ± 標準偏差)。なお、食物アレルギーについて、実験食に記載されているアレルギー物質およびアレルギーに関する注記事項について問題がないことを、被験者個々との面談にて事前に確認した。

### 2. 実験食および咀嚼回数・食事時間に関する試験条件

実験食として市販の餃子と焼売(三桃食品㈱, 福岡)を用いた。実験食のエネルギー産生栄養素バランスが、日本人の栄養摂取状態を反映し、日本人の食事摂取基準(2015年版)<sup>14)</sup>で推奨されている範囲に収まるように、餃子2個と焼売1個を1セット(重量42g, 熱量82 kcal)とした。餃子2個と焼売1個の組合せ時のエネルギー産生栄養素バランスはたんぱく質15%, 脂質29%, 炭水化物56%であった(表1)。餃子および焼売は試験直前に電子レンジで加熱して給仕した。

咀嚼回数や食事にかかる時間を変えた3条件で、満腹感を得るまでに実験食をどれだけ摂取できるか検討した。条件1では1口当たりの咀嚼回数を20回(20回咀嚼)とし、条件2では1口あたりの咀嚼回数を40回(40回咀嚼)とし、条件3では1口あたりの咀嚼回数は20回だが待ち時間を設けて1口にかかる時間を40回咀嚼と揃えた(20回咀嚼+待ち時間)。実験食の餃子と焼売はそれぞれ1個を2口に分けて摂取させた(1口当り7g)。なお、条件を設けずに普通に摂取した時の実験食の1口あたりの平均咀嚼回数は25.3 ± 10.3回であり、被験者全員が20回の咀嚼で実験食の摂取が可能であることを予備試験にて確認した。また、咀嚼スピードを統一するために、被験者にはメトロノームのリズム(80拍/分)に合わせて咀嚼するよう指示した。この咀嚼スピードは、予備試験にて被験者にいくつかのリズムでの実験食摂取を試させて設

定した。実験食1セットを摂取する毎に飲水の時間を設けた。実験食の摂取は満腹感を感じるまで続けさせた。先入観を排除するために、各条件での摂取個数や試験中のその時点での摂取個数について、被験者には情報を一切与えなかった。

表1 実験食の栄養組成

	餃子 (1個)	焼売 (1個)	実験食* (1セット)
重量(g)	14	14	42
熱量(kcal)	27	28	82
たんぱく質(g)	1.1	0.8	3.1
脂質(g)	0.6	1.4	2.7
炭水化物(g)	4.1	3.2	11.4
食塩相当量(g)	0.2	0.2	0.5

\*実験食1セット: 餃子2個と焼売1個。

### 3. 試験デザイン

各被験者が咀嚼回数や食事にかかる時間を変えた3条件の試験をすべて行うランダムクロスオーバー法にて実施した。試験の前日の夕食は21:00までに摂取させ、それ以降はカロリーを含まない飲料以外の飲食は禁止した。試験当日は8:00に規定食(ブロック状栄養補助食品: 1本当たりのエネルギー量: 熱量100 kcal, たんぱく質1.8g, 脂質5.6g および糖質11.1g)を摂取させた。規定食のブロック状栄養補助食品の摂取本数は、各被験者について3試験間で統一させた(4.2 ± 2.0本)。実験食の摂取を12:00から開始した。実験食の摂取時は、餃子および焼売につけるタレ及び薬味(餃子のタレ, ポン酢, カラシ)は自由に選択させ、ミネラルウォーターまたは烏龍茶のいずれかを自由に摂取させた。試験終了の18:00まで、規定食および実験食以外の食品の摂取は禁止したが、ミネラルウォーターの飲水は自由とした。試験当日は、朝食摂取前(8:00), 朝食摂取直後, 実験食摂取前(12:00), 実験食摂取直後, 12:30, 13:00, 13:30, 14:00, 14:30, 15:00, 16:00, 17:00 および18:00に満腹感および空腹感等の食欲に関する指標の測定を行った。なお、日常生活の影響を抑えるためにすべての試験は被験者毎に同じ曜日に実施した。また、試験前日から試験終了まで激しい運動などの活動や飲酒を禁止し、前日の夕食はできるだけ同じようなエネルギー摂取量となるように、できる限り通常通りの生活活動を行うように被験者に指示した。

### 4. 食欲に関する指標の測定

本試験では、食欲に関して、空腹感、満腹感、

予想食事量および満足感について visual analogue scales (VAS) 法にて測定した。本試験では、Flintらによって開発された食欲に関する VAS 法<sup>15)</sup>を基に作成された日本語版食欲質問紙<sup>16,17)</sup>を利用した。VAS 質問紙は、1) 質問、2) 100mm の長さの横線、3) 横線の左右両端に記された最小または最大の状態を表わす言葉によって構成されている (図 1)。本試験では食欲に関して、被験者はそれぞれの質問に対して自分の感覚と一致するように横線に交差する縦線を 1 本引かせた。横線の左端から縦線との交差線までの距離を測定し、この距離を満腹感等の数値とした。この距離の測定は、一人の験者が同じ定規を用いてすべての質問紙を行った。

また、被験者が前回の回答を参考にして記入することがないように、測定ポイント毎に質問紙は新規のものを使用した。さらに、被験者への VAS 回答法についての説明を標準化するために、記入方法の

説明を同じ文言で説明するとともに、被験者同士で互いに相談したり比較したりしないように指示した。なお、“満腹感”と“満足感”の違いについて、既報<sup>16)</sup>と同様に“満腹感”は“お腹が膨らんだという感覚”、“満足感”は“精神的な満足を伴うお腹がいっぱいになったという感覚”として区別するように被験者に説明を行った。

5. 倫理的配慮

試験の実施にあたり、研究計画は鹿児島純心女子大学研究倫理委員会の審査承認を得た (承認番号 倫 30-1)。また、本人の希望により試験への参加をいつでも止めることができることを被験者に説明した上で、ヘルシンキ宣言 (1964 年施行、2013 年改定) の精神に則り、十分な倫理的配慮のもとで本試験は実施された。なお、試験に関する記録およびデータ管理は、個人が特定できないように被験者 ID にて行われた。

6. 統計解析

脱落者はなかったもので、23 人全員を解析対象とした。結果はすべて平均±標準偏差で示した。3 条件間のデータ比較は、分散分析を行った後に Bonferroni 法にて実施した。測定ポイントが複数のデータは、繰り返し測定 of 二元分散分析を行った後に Bonferroni 法にて比較した。P < 0.05 の場合を有意差ありとした。統計解析には SPSS Statistics 21 (IBM) を用いた。

結果

1. 摂食量および食事時間

満腹感を得るまでに摂取した実験食のエネルギー量と食事にかけた時間の結果を表 2 に示した。20 回咀嚼の摂取エネルギー量は他の 2 条件よりも有意に高かった (P < 0.05)。40 回咀嚼の摂取エネルギー量は、20 回咀嚼と比較して 10.8% 低く、被験者のうち 16 名で減少、4 名で同じ、3 名で増加していた。20 回咀嚼+待ち時間の摂取エネルギーは、20 回咀嚼と比較して 13.0% 低く、18 名で減少、2 名が同じ、3 名で増加していた。実験食を摂取するのに要した時間は、20 回咀嚼が他の 2 条件よりもそれぞれ 33.3% と 32.8% 有意に短かった (P < 0.05)。

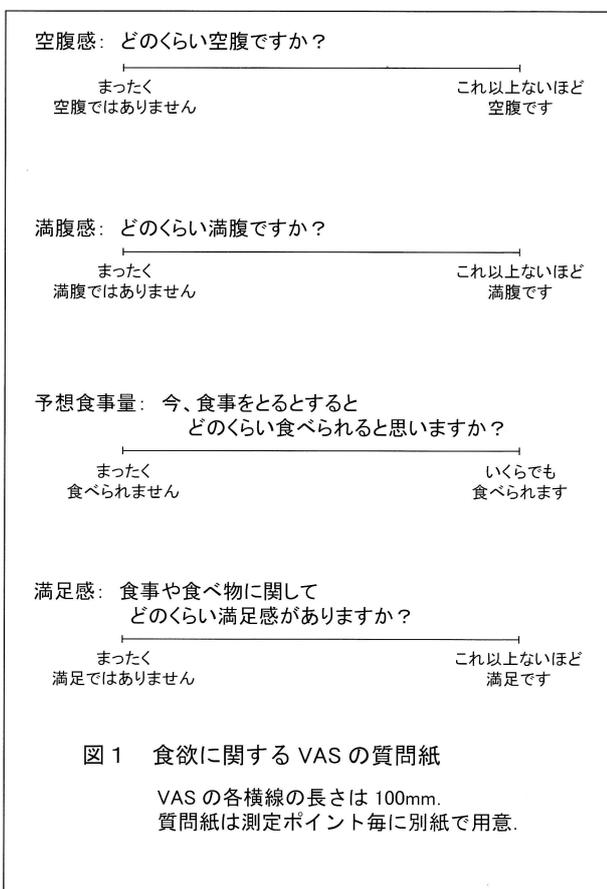


図 1 食欲に関する VAS の質問紙  
VAS の各横線の長さは 100mm.  
質問紙は測定ポイント毎に別紙で用意。

表 2 実験食の摂取量および食事にかけた時間\*

	20 回咀嚼	40 回咀嚼	20 回咀嚼 + 待ち時間	繰り返し測定 of 一元分散分析
食事摂取量 (kcal)	849 ± 263 <sup>a</sup>	757 ± 234 <sup>b</sup>	738 ± 205 <sup>b</sup>	P < 0.01
食事時間 (分)	32.6 ± 9.5 <sup>a</sup>	48.9 ± 15.7 <sup>b</sup>	48.6 ± 16.0 <sup>b</sup>	P < 0.01

\* 平均±標準偏差 (n=23). 異なる文字を有する数値間に有意差 (P < 0.05, Bonferroni 法).

2. 食欲に関する指標

試験当日の空腹感、満腹感、予想食事量および満足感の推移の結果を図2に示した。食欲に関する測定は12:30と13:00の時点でも実施したが、これらの測定ポイントでは既に満腹を感じて食事を終えた時と食事継続中の時のデータが混在しているため、データの解析対象から除外した。実験食摂取後の食欲に関する指標の経時変化の解析は全員が食後状態となっていた摂取直後および13:30から18:00までの間のデータ(8時点)を採用した。

朝食摂取前後の空腹感、満腹感、予想食事量および満足感に咀嚼条件の違いによる差はみられず、咀嚼条件と時間の交互作用もみられなかった(表3)。実験食摂取前の空腹感の値は20回咀嚼で68.0 ± 19.6 mm, 40回咀嚼で61.3 ± 29.4 mm, 20回咀嚼+待ち時間で73.7 ± 18.0 mmであり、予想食事量の値は20回咀嚼で74.2 ± 16.4 mm, 40回咀嚼で70.3 ± 20.6 mm, 20回咀嚼+待ち時間で74.2 ± 15.5 mmであり、それぞれ3条件間に差はみられなかった。実験食摂取直後の満腹感の値は20回

咀嚼で89.9 ± 14.5 mm, 40回咀嚼で91.2 ± 11.8 mm, 20回咀嚼+待ち時間で93.4 ± 11.1 mmで、3条件間に差はみられなかった。実験食摂取直後の満足感の値は20回咀嚼で63.9 ± 36.0 mm, 40回咀嚼で61.0 ± 37.2 mm, 20回咀嚼+待ち時間で65.4 ± 34.1 mmで、3条件間に差はみられなかった。実験食摂取前後の空腹感、満腹感、予想食事量および満足感も同様に咀嚼条件の違いによる差はみられず、咀嚼条件と時間の交互作用もみられなかった(表3)。食事摂取直後および食事開始から1.5-6時間の期間(13:30-18:00)の空腹感、満腹感および満足感では咀嚼条件の違いによる差はみられず、咀嚼条件と時間の交互作用もみられなかった。予想食事量では咀嚼条件の違いによる差はみられなかったが、咀嚼条件と時間の交互作用がみられた(表4)。また、食事摂取後の期間(食事開始から6時間まで)の空腹感、満腹感、予想食事量及び満足感の期間平均、頂点値、低点値および曲線下面積(AUC: area under the curve)の結果を表5に示したが、3条件間に差はみられなかった。

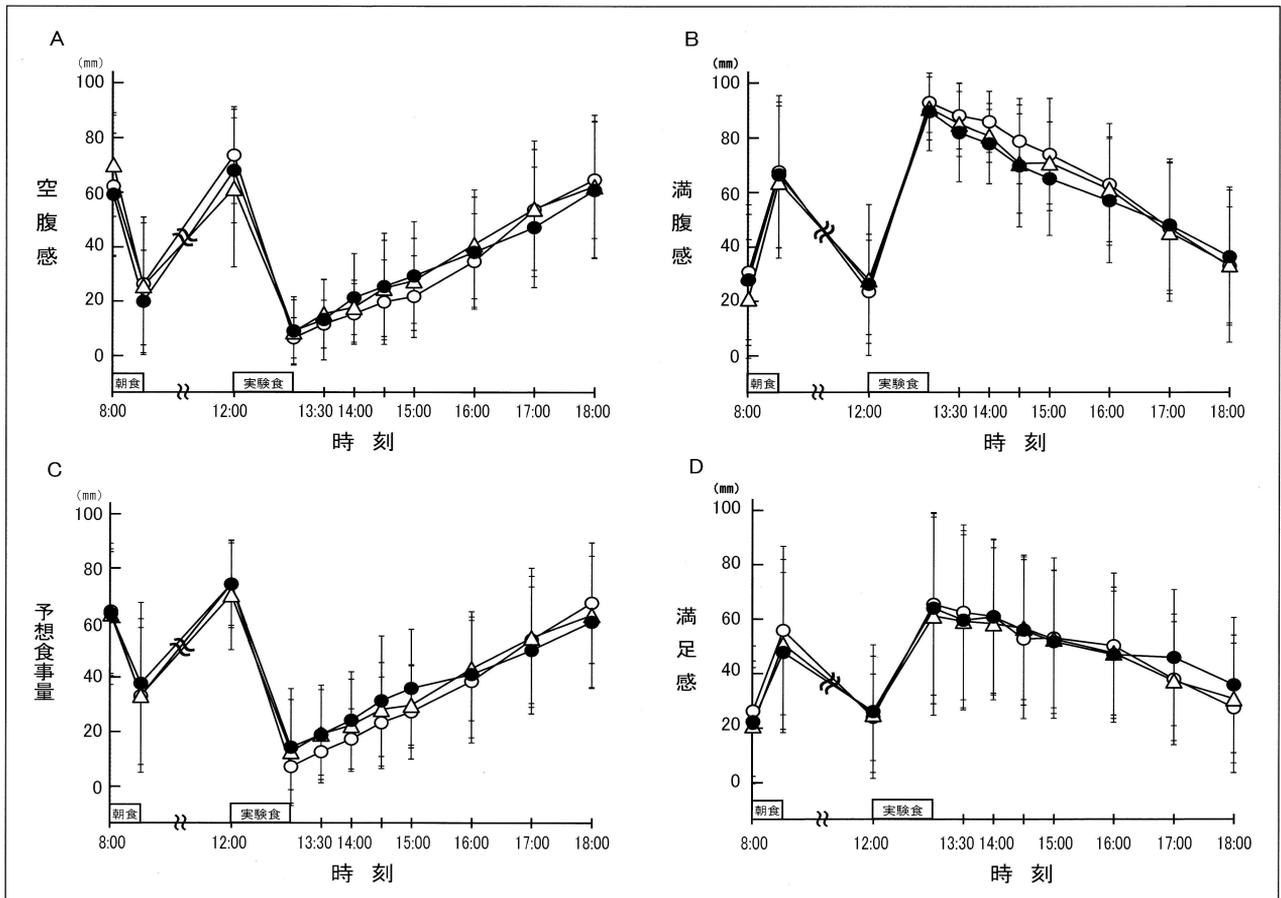


図2 試験当日の空腹感、満腹感、予想食事量および満足感の推移

空腹感(A), 満腹感(B), 予想食事量(C), および満足感(D). 値は平均 ± 標準偏差 (n=23).

●: 20回咀嚼, △: 40回咀嚼, ○: 20回咀嚼+待ち時間.

朝食摂取前後および実験食摂取前後の推移の統計解析の結果は表3を, 実験食摂取後の統計解析の結果は表4を参照.

表3 朝食および実験食の摂取前後の食欲に関するVASの統計結果\*

	咀嚼条件	時間	咀嚼条件×時間
朝食摂取前後			
空腹感	NS	$P < 0.01$	NS <sup>#</sup>
満腹感	NS	$P < 0.01$	NS
予想食事量	NS	$P < 0.01$	NS
満足感	NS	$P < 0.01$	NS
実験食摂取前後			
空腹感	NS	$P < 0.01$	NS
満腹感	NS	$P < 0.01$	NS
予想食事量	NS	$P < 0.01$	NS
満足感	NS	$P < 0.01$	NS

\* 朝食の摂取前・摂取直後の2時点と実験食摂取前・摂取直後の2時点の解析。

<sup>#</sup>NS：有意差なし ( $P > 0.05$ , 繰り返し測定二元分散分析)。

表4 実験食摂取後の食欲に関するVASの統計結果\*

	咀嚼条件	時間	咀嚼条件×時間
空腹感	NS	$P < 0.01$	NS <sup>#</sup>
満腹感	NS	$P < 0.01$	NS
予想食事量	NS	$P < 0.01$	$P < 0.01$
満足感	NS	$P < 0.01$	NS

\* 実験食摂取直後および13:30から18:00の期間の測定ポイント(8時点)を解析。

<sup>#</sup>NS：有意差なし ( $P > 0.05$ , 繰り返し測定二元分散分析)。

表5 実験食摂取後の食欲に関するVASの数値\*

	20回咀嚼	40回咀嚼	20回咀嚼 +待ち時間	繰り返し測定 一元分散分析
空腹感				
平均 (mm)	29.7 ± 16.0	30.6 ± 14.0	27.6 ± 11.4	NS <sup>#</sup>
頂点 (mm)	62.4 ± 24.0	63.4 ± 25.5	66.9 ± 20.6	NS
底点 (mm)	5.5 ± 10.9	6.4 ± 8.7	3.9 ± 5.5	NS
AUC (mm・時間)	166 ± 86	174 ± 77	158 ± 65	NS
満腹感				
平均 (mm)	65.6 ± 17.4	67.2 ± 14.6	70.3 ± 12.9	NS
頂点 (mm)	91.4 ± 11.2	92.6 ± 7.8	94.0 ± 10.0	NS
底点 (mm)	32.9 ± 24.3	32.1 ± 28.4	27.5 ± 21.8	NS
AUC (mm・時間)	308 ± 94	317 ± 80	331 ± 73	NS
予想食事量				
平均 (mm)	36.7 ± 20.2	36.4 ± 17.0	33.6 ± 14.5	NS
頂点 (mm)	62.5 ± 23.3	64.4 ± 24.2	68.0 ± 22.7	NS
底点 (mm)	16.2 ± 15.0	14.9 ± 13.8	10.5 ± 8.9	NS
AUC (mm・時間)	178 ± 95	179 ± 80	167 ± 74	NS
満足感				
平均 (mm)	50.6 ± 25.5	48.5 ± 23.3	48.8 ± 24.1	NS
頂点 (mm)	65.5 ± 29.1	65.0 ± 28.6	67.1 ± 27.4	NS
底点 (mm)	31.6 ± 23.5	26.6 ± 22.2	21.3 ± 22.0	NS
AUC (mm・時間)	221 ± 112	210 ± 101	212 ± 108	NS

\* 実験食摂取直後および13:30から18:00の期間の測定ポイント(8時点)が対象。平均±標準偏差 (n=23)。

<sup>#</sup>NS：有意差なし ( $P > 0.05$ , 繰り返し測定一元分散分析)。

## 考 察

若年女性を対象に、咀嚼回数と食事にかかる時間が摂食量と食後の満腹感および空腹感に及ぼす影響を検討した結果、咀嚼回数の増加や食事にかかる時間を延長することで実験食の摂食量が抑制されること、抑制された摂食量によっても食事開始後6時間に渡って腹持ちに支障がないことが明らかとなった。

1口当たりの咀嚼回数と摂食量について、Zhuらは体重区分（通常体重、過体重、肥満の3群）に関係なく、若齢成人（男女）の摂食量が咀嚼回数を通常の1.5倍に増やすことで9.5%減少、咀嚼回数を通常の2倍に増やすことで14.8%減少したこと<sup>9)</sup>を報告している。Liらは若年成人男性で体重区分（やせと肥満の2群）に関係なく、咀嚼回数が15回/口に比べて咀嚼回数40回/口の時で摂食量が11.9%減少したこと<sup>10)</sup>を報告している。今回の試験でもこれらの報告同様に咀嚼回数を2倍に増やすことで摂食量の10.8%の減少がみられた。一方、咀嚼スピードの低下による摂食量の低下が多数報告されているが、被験者の性別や体型によって結果は一定していない<sup>18)</sup>。Martinらは食事スピードを50%減少させることで、男性でのみ摂食量が10.0%減少したこと<sup>11)</sup>を報告している。Shahらは食事スピードを減少させ食事時間を2.3倍にすることで、正常体重の成人（男女）では摂食量が9.9%減少したのに対し、過体重・肥満の成人（男女）では摂食量の減少が見られなかったこと<sup>19)</sup>を報告している。Andradeらは食事スピードを減少させ食事時間を3.4倍にすることで、若年成人女性の摂食量が10.3%減少したこと<sup>20)</sup>を報告している。これらの試験での食事スピードの調節方法は試験ごとに異なっており（1口の量、咀嚼回数、1口毎の休憩時間の設置などにより調節）、このことが結果が一定しなかった一因と考えられた。

中枢性摂食調節機構の1つとして、ヒスタミンによる摂食抑制作用<sup>21,22)</sup>が報告されている。咀嚼回数が摂食量に及ぼす影響として、咀嚼による脳内ヒスタミンの分泌増加により摂食量が調節されること<sup>22-24)</sup>が動物レベルで報告されていることから、咀嚼回数の増加そのものによる摂食量抑制が期待されている。これまで咀嚼回数と食事にかかる時間の2つの要因それぞれについて同時に検討している報告はなかったため、今回の試験では1口毎に待ち時間を設けて咀嚼回数の要因を排除して食事時間を延長した第三の試験条件を設けた。この結果、咀嚼回数を増加させずとも食事にかかる時間を延長することによって、咀嚼回数を増やして食事時間が延長した時と同等の摂食量抑制効果がみられた。Komaiらは実験食を30回/口で咀嚼した時と、同じ実験食をミキサーにか

けてピューレ状にしたものを咀嚼なしで摂取した時では、VASで測定した満足感には差がみられたのに対し、満腹感および空腹感には食後3時間にわたって差がみられなかったこと<sup>25)</sup>を報告している。これらのことから、咀嚼回数そのものよりも食事時間のほうが摂食量の抑制に効果が大きい可能性が示唆された。しかし、Liらは同量の実験食を15回/口で咀嚼した時と40回/口で咀嚼した時では、空腹感および満足感や血漿グルコース濃度および血漿インスリン濃度には食後3時間にわたって差がみられなかったのに対して、15回咀嚼時に比べて40回咀嚼時では血漿グレリン濃度が低く、血漿コレシストキニン濃度および血漿グルカゴン様ペプチド-1 (GLP-1)濃度が高かったこと<sup>10)</sup>を報告しており、消化管ホルモンの観点から咀嚼回数の増加による食欲抑制効果が期待される。これらのことから、咀嚼回数と食事時間のそれぞれが摂食量に及ぼす影響の解明には更なる検討が必要である。

また、Komaiらの試験では、食後の3時間にわたってエネルギー消費量の測定を行っており、同カロリーの実験食を摂取したにも関わらず、ピューレ状にして無咀嚼で摂取した時に比べて30回/口で咀嚼した時ではエネルギー消費量の増加、特に脂肪の燃焼量の増加<sup>25)</sup>が報告されている。他にも咀嚼回数を増やして食事スピードを遅くすることで、食後の食事誘発性体熱産生が高まることが多数報告<sup>26-30)</sup>されている。この咀嚼によるエネルギー消費量の上昇は、sham feeding（実験食を咀嚼後に飲み込まずに吐き出す）でも起きていること<sup>31,32)</sup>から、咀嚼活動そのものによる効果であることが示されている。これらのことから、咀嚼回数を増やすことはエネルギー消費量の観点からも肥満抑制の効果が期待されている。

肥満の予防・改善のためには、一回の食事摂取量が減少するだけでなく、一日の総エネルギー摂取量が減少することが重要である。咀嚼回数の増加により物理的な消化が促進されること<sup>12)</sup>や、摂食量の減少により食後の空腹感の出現が早まることが予想され、その結果として間食や次の食事の摂取量が増加する可能性が危惧された。今回の試験では、咀嚼回数の増加や食事時間の延長により摂食量がそれぞれ10.8%と13.0%低下していたが、食事開始後6時間にわたって、満腹感および空腹感において条件間に差はみられず、低下した摂食量でも間食や次の食事に及ぼす影響は少ない可能性が示唆された。しかし、VAS法によって測定した満腹感および空腹感については10mmの差の検出には12人が必要であり、5mmの差の検出には39人が必要であると推計されており、差の検出力に課題がある<sup>16)</sup>。Ferridayらは同量のスー

プを異なるスピードで摂取させたところ、遅いスピードで摂取した場合が摂取後の満腹感が高かったのに、間食の摂取量には差がみられなかったこと<sup>33)</sup>を報告している。これらのことから、咀嚼回数の増加や食事時間の延長により食事摂取量が減少したことが、間食や次の食事の摂取量に及ぼす影響を明らかとするには、主観的な指標である満腹感および空腹感だけでなく、食欲に関連するグレリンやコレシストキニン、GLP-1などの血中パラメーターや実際の食事摂取量も測定することが重要であることが示唆された。

本試験の限界として、グレリンなどの生化学的パラメーターの測定が行われていないこと、被験者が若年女性に限定されていること、食欲に影響を及ぼす性周期についての管理が行われていないことが挙げられる。しかし、これまでに多くの報告によって咀嚼回数の増加や食事スピードの低下によって食事時間を延長することは摂食量の抑制に効果があることは明らかとされていること<sup>9-11,19,20)</sup>から、今回の試験結果は対象集団を変えても再現される可能性が高いと考える。今後の試験にて生化学パラメーターや実験食摂取後の摂食量についても検討することで、咀嚼回数および食事にかかる時間の延長が摂食量およびその後の食欲について及ぼす影響やその作用機序をより明らかにすることが期待される。

我が国の食育の現場では「よく噛んで食べましょう」という指導が行われており、厚生労働省は一口あたり30回以上噛んで食べることを目標とする「噛ミング30(カミングサンマル)」を提唱<sup>34)</sup>している。また、我が国での食を取り巻く環境に関する問題の1つとして、核家族や共働き世帯の増加による孤食の増加<sup>35)</sup>がある。今回の試験では、咀嚼回数そのものよりも食事にかかる時間が摂食量に及ぼす影響が大きい可能性が示された。1人で食事を摂る孤食では、食事時の会話がなため、同じ咀嚼回数でも食事にかかる時間が短縮する可能性が考えられる。また、論文レベルの情報ではないが、あんパンを集団で食べた時では1人で食べた時と比べて、咀嚼回数が47%増加し、食事時間が68%延長したこと<sup>36)</sup>が報告されている。これらのことから、核家族や共働き世帯の増加に伴って問題となっている孤食は、咀嚼回数の低下や食事時間の短縮に繋がる可能性が考えられ、食育の観点からも咀嚼回数の増加や食事時間の延長は重視すべきことと考えられる。

本試験の結果、若年女性において、咀嚼回数および食事時間の延長が食事摂取量を抑える手段として有効であること、咀嚼回数および食事時間の延長により抑えられた摂食量でも食後の腹持ちに支障がな

い可能性が示され、肥満を抑制する手段としての可能性が示唆された。また、摂食量の抑制には、咀嚼回数よりも食事にかかる時間の影響が大きいことが示唆された。しかし、咀嚼回数および食事時間の延長による摂食量の抑制の作用機序の解明には更なる検討が必要である。

## 文 献

- 1) 厚生労働省ホームページ：平成29年国民健康・栄養調査報告（平成30年12月），<https://www.mhlw.go.jp/content/000451755.pdf>, 2018
- 2) 大隈和喜：咀嚼法．坂田利家編：肥満症治療マニュアル．医歯薬出版，東京，1996，103-111
- 3) 日本肥満学会編：第4章 治療と管理・指導 1 治療法総論．日本肥満学会編：肥満症診療ガイドライン2016．ライフサイエンス出版，東京，2016，38-47
- 4) 厚生労働省ホームページ：平成21年国民健康・栄養調査報告（平成23年10月），<https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou/dl/h21-houkoku-01.pdf>, 2011
- 5) Otsuka R, Tamakoshi K, Yatsuya H, Wada K, Matsushita K, Ou Yang P, Hotta Y, Takefuji S, Mitsuhashi H, Sugiura K, Sasaki S, Kral JG, Toyoshima H: Eating fast leads to insulin resistance: findings in middle-aged Japanese men and women. *Prev Med* 46: 154-159, 2008
- 6) Nagahama S, Kurotani K, Pham NM, Nanri A, Kuwahara K, Dan M, Nishiwaki Y, Mizoue T: Self-reported eating rate and metabolic syndrome in Japanese people: cross-sectional study. *BMJ Open* 4: e005241, 2014
- 7) Sasaki S, Katagiri A, Tsuji T, Shimoda T, Amano K: Self-reported rate of eating correlates with body mass index in 18-y-old Japanese women. *Int J Obes Relat Metab Disord* 27: 1405-1410, 2003
- 8) 鈴木和枝，福島恭子：青年期女子における肥満の危険因子に関する検討 —特に食習慣を中心に— *栄養学雑誌* 58: 273-276, 2000
- 9) Zhu Y, Hollis JH: Increasing the number of chews before swallowing reduces meal size in normal-weight, overweight, and obese adults. *J Acad Nutr Diet* 114: 926-931, 2014
- 10) Li J, Zhang N, Hu L, Li Z, Li R, Li C, Wang S: Improvement in chewing activity reduces energy intake in one meal and modulates plasma gut hormone concentrations in obese and lean young Chinese men. *Am J Clin Nutr* 94: 709-716, 2011

- 11) Martin CK, Anton SD, Walden H, Arnett C, Greenway FL, Williamson DA: Slower eating rate reduces the food intake of men, but not women: implications for behavioral weight control. *Behav Res Ther* 45: 2349-2359, 2007
- 12) 柳沢幸江, 若林孝雄: 飯の物理的性状がでんぶんの消化・吸収速度に及ぼす影響 第1報. *日咀嚼誌* 1: 45-52, 1991
- 13) Pera P, Bucca C, Borro P, Bernocco C, De LA, Carossa S: Influence of mastication on gastric emptying. *J Dent Res* 81: 179-181, 2002
- 14) 厚生労働省ホームページ: 「日本人の食事摂取基準(2015年版)」策定検討会報告書(平成26年3月), <https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10901000-Kenkoukyoku-Soumuka/0000114399.pdf>, 2014
- 15) 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
- 16) 永井成美, 日比壮信, 山口亨, 亀尾洋司, 小林滋, 片嶋充弘: 視覚的アナログ目盛り (visual analogue scales: VAS) を用いた日本語版食欲質問紙の作成と再現性, 妥当性の検討. *肥満研究* 18: 39-51, 2012
- 17) 永井成美, 日比壮信: 食事療法 食欲評価法の有用性. *日本臨牀* 72: 439-444, 2014
- 18) 安藤雄一, 花田信弘, 柳澤繁孝: 「ゆっくりとよく噛んで食べること」は肥満予防につながるか? *ヘルスサイエンス・ヘルスケア* 8: 54-63, 2008
- 19) Shah M, Copeland J, Dart L, Adams-Huet B, James A, Rhea D: Slower eating speed lowers energy intake in normal-weight but not overweight/obese subjects. *J Acad Nutr Diet* 114: 393-402, 2014
- 20) Andrade AM, Greene GW, Melanson KJ: Eating slowly led to decreases in energy intake within meals in healthy women. *J Am Diet Assoc* 108: 1186-1191, 2008
- 21) 太田一樹: 空腹・満腹のメカニズム —中枢性摂食調節機構について— 鎌倉女子大学学術研究所報 12: 1-12, 2012
- 22) Masaki T, Yoshimatsu H: The hypothalamic H1 receptor: a novel therapeutic target for disrupting diurnal feeding rhythm and obesity. *Trends Pharmacol Sci* 27: 279-284, 2006
- 23) 藤瀬多佳子, 中田稔, 坂田利家: 咀嚼による満腹感 脳内ヒスタミン神経系による摂食および咀嚼機能調節. *The Quintessence* 16: 2221-2227, 1997
- 24) Fujise T, Yoshimatsu H, Kurokawa M, Oohara A, Kang M, Nakata M, Sakata T: Satiety and masticatory function modulated by brain histamine in rats. *Proc Soc Exp Biol Med* 217: 228-234, 1998
- 25) Komai N, Motokubota N, Suzuki M, Hayashi I, Moritani T, Nagai N: Thorough mastication prior to swallowing increases postprandial satiety and the thermic effect of a meal in young women. *J Nutr Sci Vitaminol* 62: 288-294, 2016
- 26) 濱田有香, 林直亨: 食べる速さが食事誘発性体熱産生に与える影響. *体力科学* 65: 287-295, 2016
- 27) Hamada Y, Kashima H, Hayashi N: The number of chews and meal duration affect diet-induced thermogenesis and splanchnic circulation. *Obesity (Silver Spring)* 22: E62-69, 2014
- 28) Reddy NL, Peng C, Carreira MC, Halder L, Hattersley J, Piya MK, Tripathi G, Randeve HS, Casanueva FF, McTernan PG, Kumar S, Barber TM: Enhanced thermic effect of food, postprandial NEFA suppression and raised adiponectin in obese women who eat slowly. *Clin Endocrinol (Oxf)* 82: 831-837, 2015
- 29) Toyama K, Zhao X, Kuranuki S, Oguri Y, Kashiwa Kato E, Yoshitake Y, Nakamura T: The effect of fast eating on the thermic effect of food in young Japanese women. *Int J Food Sci Nutr* 66: 140-147, 2015
- 30) Hamada Y, Miyaji A, Hayashi N: Effect of postprandial gum chewing on diet-induced thermogenesis. *Obesity (Silver Spring)* 24: 878-885, 2016
- 31) LeBlanc J, Cabanac M: Cephalic postprandial thermogenesis in human subjects. *Physiol Behav* 46: 479-482, 1989
- 32) Smeets AJ, Lejeune MP, Westerterp-Plantenga MS: Effects of oral fat perception by modified sham feeding on energy expenditure, hormones and appetite profile in the postprandial state. *Br J Nutr* 101: 1360-1368, 2009
- 33) Ferriday D, Bosworth ML, Lai S, Godinot N, Martin N, Martin AA, Rogers PJ, Brunstrom JM: Effects of eating rate on satiety: a role for episodic memory? *Phys Behav* 152: 389-396, 2015
- 34) 厚生労働省ホームページ: 歯科保健と食育の在り方に関する検討会報告書「歯・口の健康と食育～噛ミング 30 (カミングサンマル) を目指して～」(平成21年7月), <https://www.mhlw.go.jp/shingi/2009/07/dl/s0713-10a.pdf>, 2009
- 35) 農林水産省ホームページ: 食育に関する意識調査報告書(平成30年3月), [http://www.maff.go.jp/j/syokuiku/ishiki/h30/pdf\\_index.html](http://www.maff.go.jp/j/syokuiku/ishiki/h30/pdf_index.html), 2018

36) 日本ケロッグホームページ: 佐藤厚 これからは  
唾液の時代です。咀嚼回数を増やし健康になろう!  
Kellogg's Update No.113 2011年4月, [https://www.](https://www.kelloggsnutrition.com/content/dam/globalnutrition/ja_JP/resources/113.pdf)

[kelloggsnutrition.com/content/dam/globalnutrition/ja\\_](https://www.kelloggsnutrition.com/content/dam/globalnutrition/ja_JP/resources/113.pdf)  
[JP/resources/113.pdf](https://www.kelloggsnutrition.com/content/dam/globalnutrition/ja_JP/resources/113.pdf), 2011 (参照 2018年12月25  
日)

## How masticating frequency and meal time affect food intake and the feeling of fullness and hunger after meals

Keitaro Matsumoto, Hiroyo Noda, Kana Shimohashi, Yu Sasaki

Department of Health and Nutrition, Faculty of Nursing and Nutrition,  
Kagoshima Immaculate Heart University

**Key words** : food intake, masticating frequency, meal time, appetite sensations,  
visual analogue scales (VAS)

### Abstract

We investigated how increasing the masticating frequency and spending more time at meals, such as the method of mastication proposed and performed as a method of inhibiting weight gain, affect food intake and the feeling of fullness and hunger after meals. We measured the food intake to achieve a feeling of fullness in a random crossover trial including 23 young women (age  $21.7 \pm 0.2$  yrs.; BMI  $20.4 \pm 1.5$  kg/m<sup>2</sup>: means  $\pm$  SD), with three different conditions such as the masticating frequency and meal time [20 chews per one bite, 40 chews per bite, 20 chews with waiting time per bite (the total meal time is the same as 40 chews)]. The PFC ratio of the experimental diet was protein 15%, fat 29%, and carbohydrate 56%. The feeling of fullness and hunger before and after ingesting the experimental diet was measured using the visual analogue scales (VAS) method. The energy intake to achieve a feeling of fullness was  $849 \pm 263$  kcal for 20 chews,  $757 \pm 234$  kcal for 40 chews, and  $738 \pm 205$  kcal for 20 chews with waiting time. The energy intake was significantly higher for 20 chews than the two other conditions ( $P < 0.05$ ). The meal time was  $32.6 \pm 9.5$  min for 20 chews,  $48.9 \pm 15.7$  min for 40 chews, and  $48.6 \pm 16.0$  min for 20 chews with waiting time. The meal time for 20 chews was significantly shorter than the other two conditions ( $P < 0.05$ ). There was no difference between the three conditions in terms of the VAS value regarding the feeling of fullness and hunger immediately after ingesting the experimental diet. There was no difference between the three conditions in terms of the average value, maximum value, and minimum value regarding the feeling of fullness and hunger in the period six hours from the beginning of ingesting the experimental diet. These results suggest that increasing the masticating frequency and spending more time at meals is an effective method of decreasing food intake and inhibiting weight gain and that decreased food intake may not significantly affect the feeling of fullness after meals. In addition, it was suggested that the meal time may play a more important role than masticating frequency in terms of the inhibition of food intake.

---