

## 外耳道のひずみで咀嚼回数をカウントする方法について

菅生 秀昭

松本歯科大学 大学院歯学独立研究科 顎口腔機能制御学講座  
(主指導教員：増田 裕次 教授)

松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士（歯学）学位申請論文

New method for counting the number of chewing by  
recording the distortion of ear canal

HIDEAKI SUGOU

*Department of Oral and Maxillofacial Biology, Graduate School of Oral Medicine,  
Matsumoto Dental University  
(Chief Academic Advisor : Professor Yuji Masuda)*

The thesis submitted to the Graduate School of Oral Medicine,  
Matsumoto Dental University, for the degree Ph.D. (in Dentistry)

### 【目的】

食塊形成や肥満予防という観点から、「咀嚼回数」の計数は必要であると考えられる。しかし、「咀嚼回数」の計数は、ビデオ撮影を利用し計数する方法や、顔面に計測するためのセンサーを設置したり、筋電図から計数したりするなど決して容易ではない。

一方、解剖学的見地から見ると、下顎運動時に起こる外耳道のひずみを記録することができれば、下顎頭の動きを推定できると考えられる。事実、外耳道のひずみの波形と下顎頭運動を記録した研究から、顎運動時に見られる外耳道のひずみは下顎頭運動により生じている可能性が高いことが示唆されている。

本研究では、外耳道ひずみを一定のアルゴリズムを持って計数することで、より簡便かつ正確に咀嚼回数を測定できるかどうかを明らかにすることを目的とした。さらに、物性の異なる食品を咀

嚼した時の計数の特徴を明らかにすることを目的とした。

### 【方法】

成人男性14名（27～55歳）を対象とした。すべての被験者には自覚的な顎関節症の症状は認められなかった。

ガム1粒（粒ガム）は20秒間咀嚼し、その回数の計数を行った。以降の被験食品は咀嚼側の指示以外は被験者が食品すべてを嚥下するまでに要した咀嚼回数を計数した。これらの食品を1回目は右側のみで咀嚼するように指示し、2回目は咀嚼側を規定せず、自由に咀嚼してもらった。

りんご1片（10g：りんご一個を約1/16等分に薄切り）、きゅうり1片（5g：輪切り）、チップスター<sup>®</sup>1枚、コアラのマーチ<sup>®</sup>1個、じゃがりこ<sup>®</sup>1本、クッキーサンド1枚、せんべい1枚を被験食品として用いた。

装置による咀嚼回数のカウントは、外耳道内セ

ンサーで記録した外耳道ひずみの波形を装置内のマイコンにて、2秒をワンブロックとして、自己相関関数を算出し、咀嚼と判定したブロックに推定された咀嚼回数を計数し、積算することで行った。

左側外耳道のひずみと同時に左右側咬筋筋電図を記録し、整流・スムージングした波形から、各バーストのピークの数をも自動計測した。

装置による積算数（咀嚼回数）と、同時記録した咬筋筋電図から得た咀嚼回数の一致を Bland-Altman 法で分析した。

### 【結果】

#### 1. 筋電図による食品別の咀嚼回数（筋電図による）

一元配置分散分析により、個人間に有意な相違が認められ、個人差の大きいことがわかった。加えて、右側咀嚼で咀嚼回数の多い人は自由咀嚼でも多い傾向にあった。

#### 2. 咀嚼回数計数装置の積算数（咀嚼回数）と筋電図の一致度の分析

Bland-Altman 法から得られた2つの計数値の差の平均値、95%一致限界（上限、下限）を食品ごとに検討した。ほとんどの記録で、咀嚼回数に比べて95%一致限界が小さく、双方の計数の一致度は高かった。食品別に一致度の比較を行うと、95%一致限界の範囲が狭い食品を認めた。

##### 1) 右側咀嚼について

右側咀嚼時では2つの計数値の差の平均値が多く、多くの食品の場合にマイナスの値を示し、筋電図で

のカウントよりも装置でカウントした時の方が咀嚼回数の計数が小さい結果になった。95%一致限界の範囲の大きさでは、じゃがりこ<sup>®</sup>、きゅうり、コアラのマーチ<sup>®</sup>、ガム、りんご、チップスター<sup>®</sup>、クッキーサンド、せんべいの順に大きくなった。

##### 2) 自由咀嚼について

自由咀嚼時の2つの計数値の差の平均を右側咀嚼のものと比較すると、全体的に下方に偏移した。全被験食品の中でチップスター<sup>®</sup>のみ右側咀嚼時の95%一致限界が下方に偏移した。

自由咀嚼時の95%一致限界の範囲が自由咀嚼の方が右側咀嚼に比べて、より大きく広がった食品は、リンゴ、ガム、クッキーサンド、きゅうりであった。

### 【結論】

本研究で、外耳道のひずみを利用した新しい咀嚼回数計数装置による咀嚼回数と筋電図により計数した咀嚼回数の一致度を調べると、以下に示す特徴が認められたものの、咀嚼回数に比べて95%一致限界は小さく、新しい装置で咀嚼回数が計数できる可能性が示された。

1. 咀嚼回数には個人差を認めた。

2. 右側咀嚼と比べて自由咀嚼の方が差の平均値および95%一致限界が下方に偏移した。

3. 右側咀嚼でも破碎性の食品は95%一致限界の範囲が広がった。

4. りんごやガムでは、自由咀嚼の場合に95%一致限界の範囲が広がった。