

簡易な映像法を用いた咀嚼運動の研究

—咀嚼運動に及ぼす性や年齢の影響について—

井川佳子

(1996年9月9日受理)

A Study of Masticatory Movement by Using the Simple Motion - Picture Method
— Effect of Sex and Age on Masticatory Movement —

Yoshiko Ikawa

Masticatory movement was investigated by using the simple motion - picture method for 125 subjects consisted of four groups, 1) 38 young adult males (aged 19 - 29 years), 2) 45 young adult females (aged 19 - 29 years), 3) 24 adult males (aged 40 - 59 years) and 4) 18 adult females (aged 40 - 59 years). Test foods consisted of hard jelly and boiled carrot having four different size. Duration and frequency of mastication were counted by observation of the picture which had recorded the eating subjects on video tape. The results were as follows.

1. Mean chewing frequencies obtained by counting the number of masticatory cycle for hard jelly was significantly large than that of carrot. The mean rate of masticatory cycle of hard jelly also significantly slow than that of carrot.
2. Decreasing the carrot in size caused increase in masticatory frequencies and decrease in the rate of masticatory cycle.
3. The group of young adult male showed significantly smaller frequencies and more quickly cycle for mastication of hard jelly than the young adult female group.
4. The rate of masticatory cycle of the small size carrot showed significantly difference among male and female.
5. Correlation between the masticatory movement and sensation of hardness was not appeared.

1. 結 言

咀嚼とは、食物を咬断、粉碎、白磨して唾液と混合し、食塊を形成して嚥下するまでのリズムカルな反復運動である。このような運動は上位中枢と顎口腔系諸器官との複雑な協調によって営まれ、口腔領域の感覚器官に与えられる食品の情報に応じて微妙に調整されている¹⁾。食物摂取に重要なこの運動は、小児期の顎骨、関節、咀嚼筋等の成長を促進するだけでなく、脳の発達や高齢者の生活機能維持に効果を持つ可能性が指摘されている²⁾。

高齢者の日常生活機能は、現代的な関心事の一つである。中でも生活の基本である健全な食生活には、咀

嚼機能の維持が重要な要素であると認識されたこと、また前述のように、小児の発達との関連や、不適切な食習慣による咀嚼不良児の発生が問題として取り上げられたこと³⁾等によって、咀嚼機能や咀嚼運動と、食生活や健康との関係に関心が高まってきた。

咀嚼運動の測定は、主に歯科学の領域で行われている。近年では機器類の発達により、咀嚼に関与する開口筋や閉口筋の筋電図形、或いは顎の動きを記録するキネジオグラフ等を用いて精密に行われることが多い。これらの測定機器は、環境を一定に保ち特定の器具を被験者に装着する必要がある。そのため被験者の数が制限されやすく、一般的なデータを得るには適していない。食生活や健康という視点から咀嚼運動を取り扱

うには、データ数がある程度多くする必要があり、そのためには簡易な測定法の適用が不可欠である。

咀嚼運動の簡易な測定法として、①アンケートによる方法、②各自で咀嚼回数や時間を計る方法、③映像法、④チューイング法⁴⁾を挙げることができる。①は主観的要素が強く、④はむしろ咀嚼能力テストである。②と③は実際の食品を試験できる点で有利であるが、②はより意識的になること、測定基準を揃えにくいことから、③の映像法を試みることにした。

従って、この研究の目的は、映像法を用いた咀嚼運動の測定の有用性を検証すると共に、一般成人の咀嚼運動の特徴を探り、基礎的なデータを得ることである。

2. 実験方法

1) 被験者

一連の測定は、1994年3月～1995年1月の間に、広島大学学生89名と教職員及び一般成人63名の合計152名に対して実施した。この内、全ての項目のデータが揃い、かたい食品のデータ変動率(実験方法の3)参照)が10%以内であり、年齢区分が19-29歳並びに40-59歳のデータを解析の対象とした。従って、解析した被験者は表1に示すように合計125名である。

一般に咀嚼運動は、咬合の状態によっても大きな影響を受ける。しかし、現代日本人における不正咬合者の割合は50%以上に上ることが知られていること⁵⁾、一方今回の実験では、一般的な成人のデータを得ようとしたことから、被験者を咬合の状態で区別せずに解析した。

表1 解析の対象とした被験者

グループ名	年齢(才)	人数(人)
20代男	19-29	38
20代女	19-29	45
40～50代男	40-59	24
40～50代女	40-59	18
合計		125

2) 試験用食品

実験の目的に鑑み、比較的かたい食品と、嚙むのに強い力を要しない程度の食品の2種類を基本とすることにした。また後者の食品は、切り方の影響を調べるため、同体積で大きさを変えた試料を用意することにした。

口に入れる食品のかたさや質の違いによって、咀嚼パターンや咀嚼回数、咀嚼サイクルが異なることが知られている。また試験用食品は被験者に受容されやす

表2 試験用食品の概要

食品名	形状とサイズ	備考
ハードゼリー	17mm×17mm×10mm	原材料ゼラチン
人参 a	円盤状 直径28mm, 厚み10mm	茹で人参
人参 b	人参 a の4等分	
人参 c	人参 a の8等分	
人参 d	人参 a の36分割	

く、実験期間中安定した品質を保ちやすいことが必要である。

従来より咀嚼試験には、かたい食品としてピーナッツ、たくあん、するめ等が使用されている。しかし、形状が揃いにくい、受容性に問題がある、すりつぶす動作を誘起しやすく咀嚼回数や咀嚼サイクルの測定に適さない、等の理由でこれらは採用できなかった。

映像法では、顎周辺の動きを読みとる必要があるため、粘着性が小さく、咬断により過度に砕けないものが適している。そこで、歯科医院等で嚙む訓練に用いられているハードタイプゼリー(商品名チュービックゼリー、サンスター(株)製)をかたい食品として採用することにした。以下この食品をハードゼリーと表現する。また種々の検討を経て、より柔らかい食品として茹でた人参を用いることにした。人参は西洋人参「向陽」の秀2Lを10kg単位で購入し、冷暗所に保管した。一本の中心部から所定の円盤状に6個切り出し、5分間沸騰水中で加熱後、一晚冷蔵庫に保存した。6個の内、最上部と最下部の2片のかたさを後述の方法で測定した。残り4片の内3片を4分割、8分割、36分割とし、咀嚼試験用に用いた。これらの人参は、表2のように人参a、b、c、dと表現する。

試料のかたさは、レオロメータ(アイテクノ(株)製)にくさび型のプランジャーを装着し、試料高さの75%圧縮時の応力を測定して求めた。

3) 咀嚼運動の測定

被験者には、ビデオカメラの正面に着席し、年齢や欠損歯の有無を用紙に書き込み、テスト上の注意事項を守って、ハードゼリー2個、茹でた人参a～dを各1個ずつ食べるように指示し、食べている様子を撮影した。なお注意事項とは、1. 食品を口に入れる以外は口元に手を持っていかない、2. 1個分を完全に飲み込んでから、少し間をおいて次に移行する、3. カメラの方を見て食べ、途中でしゃべらない、4. 水を飲むのは食品と食品の間にする、の4点である。撮影終了後、ハードゼリーと人参aのかたさをどのように感じたかを7段階で、また人参a～dの内最も食べやすいと感じたものはどれかを尋ねた。

映像から食品1個の咀嚼に要した時間と咀嚼回数を読みとり、回数を時間で割って咀嚼サイクル(回/秒)を求めた。またハードゼリーの測定値については、1個目と2個目の値を平均し、平均値と元の値の差を平均値で除して変動率を求めた上、これが10%以上のデータは何らかの理由で安定性に欠ける測定であると考え、解析の対象から除いた。このようにして除外したデータは3例であった。

3. 結 果

1) 試験食品のかたさ

表3にハードゼリーと人参のかたさの平均値と標準偏差を示した。いずれも標準偏差は大きかったが、ハードゼリーは人参の約3倍の応力を示したので、これをかたい食品と位置づけることは問題がないと判断した。

表3 試験食品のかたさ

食 品 名	か た さ ×10 ⁶ dyn / cm ²
ハードゼリー	2.81 (0.52)
茹で人参	0.91 (0.33)

数値は平均値(標準偏差)を示す。

2) 測定の再現性

本実験に先立ち、測定の再現性を検討するため、大学生男女各5名ずつを被験者として、ハードゼリー2個分の咀嚼実験を2回、1週間の間隔をあけて行った。実験の方法は、人参の部分省略した以外は、本実験と同じである。

表4に各回毎の被験者10人の咀嚼回数と咀嚼サイクルの平均値と、変動率を示した。咀嚼回数の変動率は、2.3~11.5%で、各回における個人の変動率1.2~9.8%よりわずかに大きかった。一方咀嚼サイクルの変動率は咀嚼回数に比し全体的に小さく、0.7~10.8%であった。

表に示したように、10人のデータの各回毎の平均にはほとんど差が見られなかった。以上のことから、グループとしての再現性は比較的高いと考えられた。

3) データの概要

個別の測定値は省略したが、図1にハードゼリーと人参a、人参aとb、人参aとdの、咀嚼回数及び咀嚼サイクルに関する散布図を示した。これらの図より、全体として咀嚼回数や咀嚼サイクルは、個人内変動が小さく、個人間の差が大きいことが分かる。図1のA

表4 予備実験における咀嚼運動のデータ

被験者番号	咀嚼回数平均値			咀嚼サイクル(回/秒)平均値		
	1回目	2回目	変動率(%)	1回目	2回目	変動率(%)
1	60.5	54.0	5.7	1.23	1.35	1.3
2	33.5	37.5	5.6	1.03	1.19	1.1
3	65.0	69.5	3.3	1.07	1.10	1.3
4	68.0	55.5	10.1	1.20	1.34	5.5
5	62.5	65.5	2.3	1.40	1.42	0.7
6	47.5	41.5	6.7	1.14	1.22	3.4
7	36.5	29.0	11.5	1.24	1.04	8.8
8	64.5	72.5	5.8	1.48	1.59	3.6
9	49.0	48.5	5.1	1.38	1.11	10.8
10	32.5	38.0	7.8	1.25	1.23	2.0
平均	52.0	51.2	—	1.24	1.26	—

変動率 = (1回目と2回目の平均値-小さい方の値) / 平均値 × 100

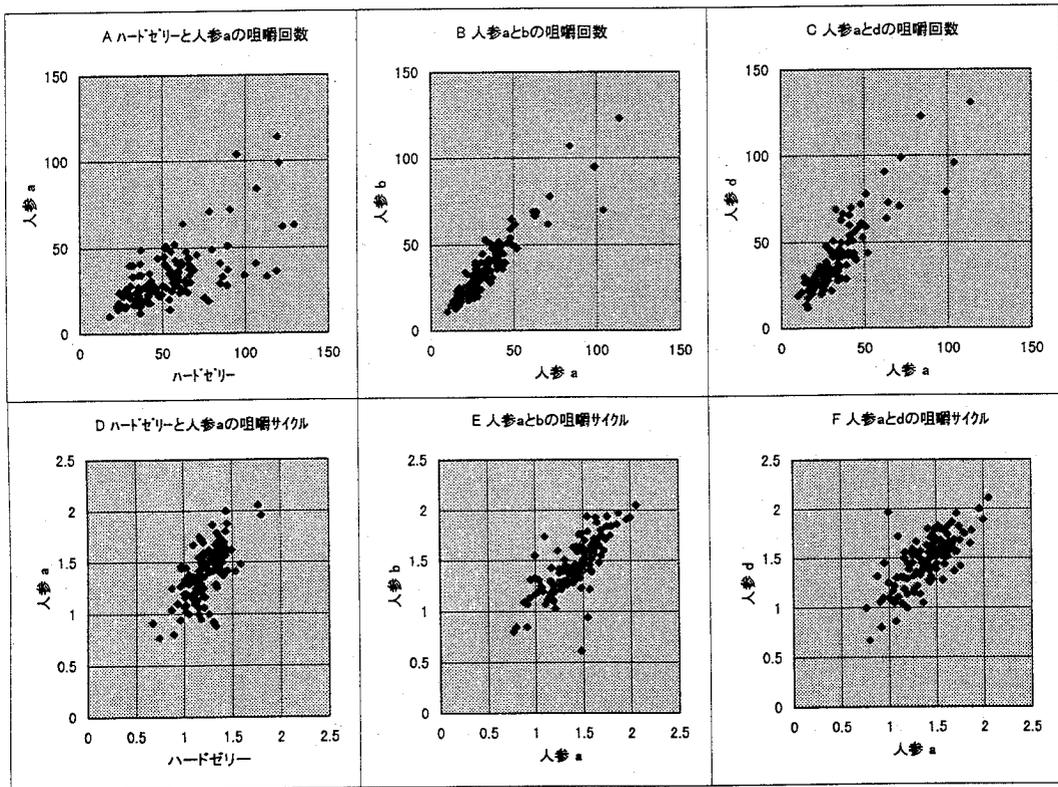


図1 2食品間の咀嚼運動に関する散布図
いずれもデータ数は125である。

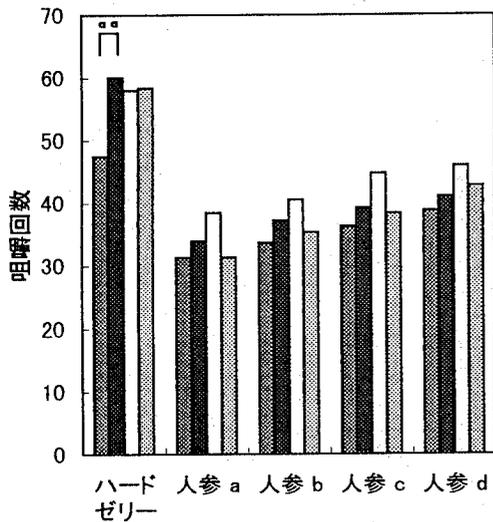


図2 各群別の咀嚼回数平均値

縦棒は左から、20代男、20代女、40-50代男、40-50代女の順である。

Πは平均値間に有意差があることを示し、ααは $P < 0.01$ を、αは $P < 0.05$ を表している。

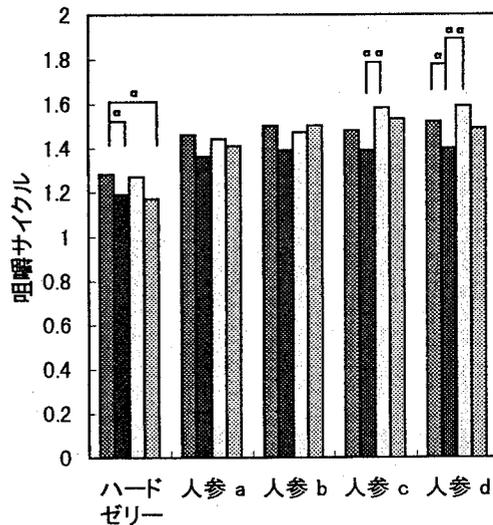


図3 各群別の咀嚼サイクル平均値

説明は図2の説明に同じ。

表5 食品別の咀嚼回数と咀嚼サイクル

		咀嚼回数 (SD)		検 定 ^{a)}			
ハードゼリー		55.6	(23.8)	ハードゼリー			
人参 a		33.6	(17.2)	***	人参 a		
人参 b		36.5	(17.8)	***	-	人参 b	
人参 c		39.2	(20.1)	***	*	-	人参 c
人参 d		41.5	(20.2)	***	**	*	-
		咀嚼サイクル (SD)		検 定 ^{a)}			
ハードゼリー		1.23	(0.18)	ハードゼリー			
人参 a		1.41	(0.25)	***	人参 a		
人参 b		1.46	(0.27)	***	-	人参 b	
人参 c		1.48	(0.26)	***	*	-	人参 c
人参 d		1.49	(0.26)	***	*	-	-

数値は全体の平均値 (n = 125) と SD を示す。

咀嚼サイクルの単位は回/秒である。

a) 検定記号の説明: *** = $P < 0.001$, ** = $P < 0.01$, * = $P < 0.05$, - = n.s.

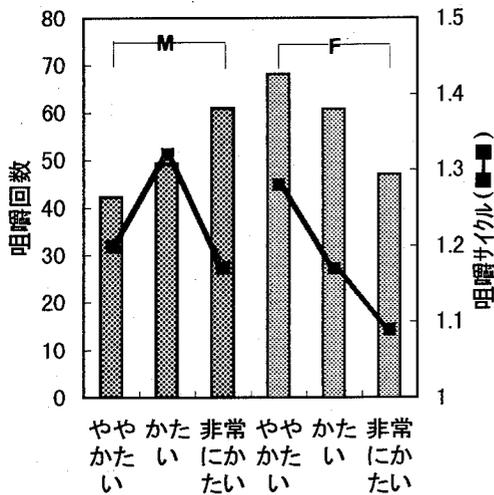


図4 ハードゼリーのかたさの判別と咀嚼運動の関係
Mは20代男を、Fは20代女を表す。

表6 人参の食べやすさ

	最も食べやすかった人参の記号				どれも同じ
	a	b	c	d	
回答数	29	44	24	22	6
割合(%)	23.2	35.2	19.2	17.6	4.8

とBを比較すると、後者のデータはほぼ対角線上に分布するのに対し、Aではほとんどが対角線より下部に位置し、しかもより分散程度が大きいことが読みとれる。即ちハードゼリーは茹で人参より、咀嚼回数が多

くなること、回数の増え方にも個人差があること、が分かる。咀嚼サイクルはハードゼリーが人参aより小さくなり、その減り方には回数のような個人差が表れていない。一方人参a, bの咀嚼サイクルは、数例を除きほとんど違いがないことが図1Eに示されている。

表5に食品別の咀嚼回数及び咀嚼サイクルの平均値と標準偏差、並びに2平均値間のt検定結果を示した。ハードゼリーの咀嚼回数やサイクルは、茹で人参とは明らかに異なっていた。また茹で人参の切り方が細かくなると、咀嚼運動に違いが表れた。

図2に群別の咀嚼回数の、図3に群別の咀嚼サイクルのグラフを示した。これらの図中に各平均値間の有意差検定の結果を同時に示した。咀嚼回数における20代男子の分散は他の3群とは異なっていたので、20代男子を含む咀嚼回数の検定には、ウェルチの検定を用い、他はt検定を行った。咀嚼回数はどの群もハードゼリーで多く、人参aで少なかった。人参a~dの間に大きな差は見られないが、小分割されるに従い、少しずつ増加する傾向が見られた。咀嚼サイクルはハードゼリーで小さく、人参a~dで少し大きくなった。即ちどの群でも、かたい食品の方をよりゆっくりと回数多く噛むことが示された。群間の差は標準偏差が大きいこともあって、咀嚼回数ではハードゼリーに1例、咀嚼サイクルではハードゼリーに2例、人参cとdに3例見られただけであった。

ハードゼリーのかたさをどのように感じたかによって20代男女をグループ分けし、それぞれの咀嚼回数と咀嚼サイクルの平均値を図4に示した。男女で異なっ

た傾向が見られた。しかし標本数が少ないこともあって、グループ間に統計的な有意差は見られず、かたさの判断と咀嚼運動の間に一定の関係があるかどうか検証できなかった。

表6に最も食べやすいと感じた人参選択の結果を示した。4分割した人参bを選択した人がやや多かったが、大きな差ではなかった。

4. 考 察

1) 咀嚼運動と食品の性状及び形状

今回の実験に用いたハードゼリーは、表2に示したかたさの測定値、及び咀嚼運動測定後のアンケートで「かたい」或いは「非常にかたい」と答えた人が69%いたことから、かなり噛みごたえのある食品に分類できる。一方茹で人参は、44%が「どちらでもない」、22%が「やや柔らかい」と答え、噛むのに特に努力を要しない食品と捉えていた。

表5より、被験者全体のハードゼリーの咀嚼回数平均値55.6回は、人参a～dのそれぞれの平均値に対して有意に多く ($P < 0.001$)、咀嚼サイクルの1.23も、人参のそれぞれに対して有意に小さかった ($P < 0.001$)。

食品のかたさが増すと、概して咀嚼回数が多くなり、咀嚼筋活動量の増加することが、種々の食品を用いた研究によって示されている⁶⁻¹¹⁾。またかたい食品は、1回の咀嚼に要する時間が延長し、ゆっくりした咀嚼リズムになることが、前述の食品やかたさの異なるガムを用いた研究で示されている¹²⁾。今回の実験においても同様の結果が得られ、このような簡易な測定によっても、咀嚼運動の概要を把握できることが分かった。

通常、食品の噛み始め及び噛み終わりに、咀嚼リズムの乱れが生じやすい¹³⁾ことから、筋電図やキネジオグラフを用いた咀嚼サイクルの測定では、この部分を除外して咀嚼サイクル時間等を求めることが多い¹⁴⁾。一方今回の実験では、測定上の制約があり、第1回目の咀嚼から、嚥下に移行する直前の、噛み砕いた小片を集めつつ噛むようなリズムカルではない咀嚼まで、全てを含めて、平均化した咀嚼サイクルを計算した。そのためハードゼリーの咀嚼サイクル時間は、0.813秒(咀嚼サイクル1.23の逆数)、円盤状の茹で人参では0.709秒となり、他の研究報告に比べると大きな値になった^{9,11)}。

咀嚼に要した時間全体で咀嚼回数を除して得た咀嚼サイクル値は、人それぞれが持つと考えられている固有の咀嚼リズムに、各個人の食物を噛むときの習慣的動きを合わせたものと見なせる。従ってこの値は、厳密な解析には適さないが、特定の集団や食品相互の特徴把握には利用可能であると考えられる。

図1のBとC、EとFを比較すると、データの関係に違いのある可能性が見て取れた。この点を検討したところ表5に示すように、咀嚼回数ではaとdの間に有意差 ($P < 0.01$) があり、aとc、bとdの間にも有意差 ($P < 0.05$) が認められた。また咀嚼サイクルでは、aとc、dの間に有意差 ($P < 0.05$) が検出された。これらのことから、8分割以上人参を細かくすることは、咀嚼回数を増加させ、咀嚼リズムを早める効果があると言える。

食品の体積増加はかたさの場合と同様に、咀嚼回数を増し咀嚼リズムを遅くすることがハードタイプのゼリーで報告されている¹¹⁾。一方、ピーナツ、薫製たこ、リンゴ、かまぼこ、干しブドウ、ヌガーで食品量を2倍にすると、咀嚼回数は1.3～1.4倍増加するが、咀嚼サイクルにはほとんど変化がないとの報告がある⁷⁾。しかし今回の実験は、全体の体積を変えずにサイズのみを変化させたもので、今のところ直接比較できる前例は見当たらない。

常識的に判断すると、茹で人参は粘着性が見られない食品であるから、小片の多い場合には1回の咬断で潰すことのできる個数が減り、咀嚼効率の悪くなるために咀嚼回数が増加し、他方で、小片なので開口程度が小さくなって、噛む速度が速くなったと推察される。このように、食品の切り方も咀嚼運動に影響を与えるという一例を実証できた。

2) 咀嚼運動の性差と年代差

20代男女間では、ハードゼリーの咀嚼回数と咀嚼サイクルに統計的な差が検出され、男子の方が女子より咀嚼回数が少なく、咀嚼サイクルが大きいこと、即ち噛むリズムが速く、少ない咀嚼回数で飲み込むことが示された(図2、図3)。また人参dの咀嚼サイクルも、男子の方が有意に大きかった(図3)。しかし、40-50代の男女間に統計的有意差は見られなかった。一方咀嚼サイクルにおいて、ハードゼリーでは20代男子が40-50代女子より有意に大きく、また人参cとdでは40-50代男子が20代女子より有意に大きいことが認められた(図3)。このことから、一般に男子の方が速い咀嚼リズムを持つ可能性を指摘することができる。

ヒトの咀嚼運動の研究においては、被験者数を多数取り扱うことが困難なためか、性差や年代差を検討し或いは解析している例は少数である。田村らは食品の物性とΣ Burst(咀嚼筋及び表情筋の最大振幅電位の総計)の関係を男女別に示し、男子の方がΣ Burstが大であるとしているが、有意差は検出していない¹⁵⁾。田部は、19～30才の男女各30名に対して咬筋活動の筋電図学的特性と閉顎力を測定し、実験した全ての開口

度で、最大閉顎努力時の咬筋放電積分量に性差（男＞女）を見い出しており、この性差は咬筋の大きさの違いと下顎骨が女子で小さい点を主な要因と考察している¹⁶⁾。また広瀬らは、21～39才の男子93名と22～24才の女子16名を被験者として、チューインガム法による咀嚼能力等を調べ、男子の方が70回噛む時間が有意に短く、時間当たり溶出糖量が有意に多いことから、咀嚼能力は男子が優れていると報告している¹⁷⁾。

以上のように被験者数が多い場合に性差が検出されており、この点は本実験にも当てはまる。先の2つの研究結果は、いずれも男子の方が咀嚼に関わる筋力に優れ、顎形態の有利さを持ち、少ない咀嚼回数で効果を上げられること、速いピッチで下顎運動を行えることを示唆しており、本実験における性差を説明する根拠の一つになると考える。一方、咀嚼効率に大きな影響を与える第一大臼歯の咬合力には、明らかな男女差が存在する¹⁸⁾。この点も性差が現れる要因を構成しているのではないかと考えられる。

40～50代には性差が検出されず、また年代差も明確には認められなかった。これは40～50代の被験者数が少なかったことに加えて、年代が上昇することに依る歯科的な不具合の増加が影響したのではないかと考えられる。今回の実験手順の中では、測定時に歯のトラブルがないことを確認し、欠損歯数を尋ねた。その結果、20代で欠損歯ありと答えた割合は12%であったが、40～50代では48%に上った。咀嚼運動は歯牙の状態に大きく左右され¹⁹⁾、その要因も加齢と共に増加しかつ複雑化するもので、年齢の高い層のデータから性差を探ることは、かなり難しいと思われる。

3) 咀嚼運動の個人差

ハードゼリーの咀嚼回数は18～129.5、人参aでは10～104に分布し、非常に個人差の大きいことが示された。また咀嚼サイクルは0.67～1.8、0.77～2.06に分布し回数に比べるとその変動率は小さいものの、3倍に近い幅を持っていた（図1参照）。

咀嚼回数は、各個人の嚥下閾と、下顎の上下動1回の咀嚼効率に規定される。換言すれば、食物をどれくらいの大きさにして飲み込むか、その大きさにするために何回の咀嚼運動が必要か、に依っている。嚥下閾にも咀嚼効率にもそれぞれに個人差があり^{19,20)}、これらの積が咀嚼回数に影響するため、かなり広範な個人差が発現すると考えられる。

咀嚼サイクルは、噛み始めや嚥下直前を除けば、ほぼ一定で固有のリズムを持つと考えられている²¹⁾。このリズムは中枢性であり、脳幹に存在するリズム発生器と呼び慣わされているニューロン集団からの指令に

よるものと言われているが、詳細はまだ明らかではない²²⁾。いずれにしても物を噛む際のリズミカルな運動は、その人固有のリズムを主因とし、食物の性状や口腔状態の影響を受けて成り立っている。そのため個人内変動は小さいが、個人間変動は大きく、この点は今回のデータにも表れていた。

堀尾らは、男女大学生29名を対象として、同体積のトウフ、ハンペン、カマボコ、タコ、タクアンを用い、咀嚼運動を測定した。その結果、試料のかたさが増すと咀嚼回数が多くなるグループと、かたい試料でも咀嚼回数が少なく、かたさによって咀嚼回数がほとんど変化しないグループがあったと報告している¹⁰⁾。後者のグループは、被験者の21%を占めたが、これら2グループ間の咬筋活動等に有意な差は認めていない。そこで今回の実験においても、咀嚼回数の変化の少ない被験者について、検討することにした。

ハードゼリーに対する人参aの咀嚼回数の比率が80%以上を示すものを取り出した。分離したデータ数は23で、全体の18.4%に相当した。内訳は20代男10名、女7名、40～50代男5名、女1名であった。しかし彼らの咀嚼回数は、比較的少ない者から、平均的な者、100回を越えるいわゆる精咀嚼者まで含まれ、堀尾らの報告にあるような、咀嚼回数が少なく、同時に食品のかたさに依る回数の変化が小さい、いわゆる早食いタイプは4例を数えるのみであった。

今回の実験の範囲では、咀嚼回数の特に少ないものや多いものに、特定の傾向や特徴は見られなかった。

5. 結 語

ビデオによる映像法という簡易な測定法を用い、20代及び40～50代男女125名の咀嚼運動等を、5種類の食品を試料として測定し、次のような結果を得た。

- 1) かたい食品の咀嚼は、柔らかい食品に比べ、咀嚼回数が有意に多く、咀嚼サイクルが有意に小さかった。
- 2) 茹で人参では、分割程度が増すと咀嚼回数の増加と咀嚼サイクルの減少が認められ、切り方と咀嚼運動の関係の一端を実証できた。
- 3) ハードゼリーの咀嚼運動には性差が認められ、男子は女子より咀嚼回数が少なく、速い咀嚼リズムを持つと考えられた。
- 4) 円盤状の茹で人参の咀嚼回数からは性差が検出されず、より小さく分割した人参の咀嚼サイクルには男女差が見られた。
- 5) かたさの感じ方と咀嚼運動の間には一定の関係が表れなかった。

以上のように、今回用いたビデオ映像法によって、ある集団の咀嚼運動や、食品の咀嚼に関わる特徴の概要を明らかにし、検証できることが示された。

この方法はごく簡易な測定法であるので、厳密な解析には適用できない。しかしこの方法は、装置の簡単さ、測定場所の限定条件の少なさ、被験者に対する身体的な負担の軽さという点に特長を持つことから、フィールドワークや多数の被験者を対象としたい場合に有用である。

一方、咀嚼サイクルの測定には改善の余地があると考えられる。今後はこの点を検討すると共に、ビデオ映像法を適用した咀嚼運動の測定について、基礎的なデータをさらに蓄積し、咀嚼運動と生活との関係を探求する手段として役立てていきたい。

本研究の被験者としてご協力頂いた方々、並びにデータ収集に協力して下さいました来山里美さんに、感謝いたします。

参考文献

- 1) 船越正也：歯界展望 76, 45-49 (1990)
- 2) 桑原俊也, 丸山剛郎：「顎口腔機能分析の基礎と応用」 p.66 デンタルダイヤモンド社 (1991)
- 3) 伊藤学而, 広瀬寿秀, 井上直彦：口腔衛生学誌 38, 289-295 (1988)
- 4) 羽田勝：廣大歯誌 9, 126-132 (1977)
- 5) 伊藤学而, 黒江和斗, 安田秀雄, 井上直彦, 亀谷哲也：日矯歯誌 41, 708-715 (1982)
- 6) J.E. Steiner, J. Michman and A. Litman: *Archs. oral. Biol.*, 19, 29-34 (1974)
- 7) 田原邦昭：歯科学報 74, 1810-1845 (1974)
- 8) 中村隆志：阪大歯学雑誌 32, 36-55 (1987)
- 9) 桑原隆雄, 高島史男, 宮内修平, 丸山剛郎：補綴誌 31, 661-674 (1987)
- 10) 堀尾強, 河村洋二郎：歯基礎誌 30, 481-488(1988)
- 11) 塩野幸一, 清水久喜, 小椋正, 規工川浩：小児歯科誌 28, 1036-1047 (1990)
- 12) O. Plesh B. Bishop and W. McCall: *Experimental Neurology* 92, 502-512 (1986)
- 13) Y. Kawamura, K. Kishi, M. Nobuhara and J. Fujimoto: *Med. J Osaka Univ.*, 8, 229-240 (1957)
- 14) 天野仁一郎, 安東俊介, 松岡弘毅, 橋本元伸, 山内六男, 久保牧巳, 川野穰二：補綴誌 33, 270-282 (1989)
- 15) 田村厚子, 柳沢幸江, 寺元芳子, 赤坂守人：小児歯科誌 23, 984-992 (1985)
- 16) 田部孝治：日矯歯誌 35, 239-254 (1976)
- 17) 広瀬寿秀, 伊藤学而：日矯歯誌 47, 746-756(1988)
- 18) 西川有：岐歯学誌 16(1), 1-15 (1989)
- 19) 飯塚哲夫：「臨床咬合学」 p.56 (株)書林(1979)
- 20) Y. Kawamura and M. Nobuhara: *Med. J Osaka Univ.*, 8, 241-246 (1957)
- 21) 宮田友晴：補綴誌 29, 657-674 (1985)
- 22) 中村嘉男：神経研究の進歩 30, 237-250 (1986)