

女子短大生の咬合力

銭場 武彦*・三川 明美*

On the Occlusion Forces of the Women's Junior College Students

Takehiko SEMBA and Akemi MIKAWA

緒 言

口腔内で食物を粉碎し、臼磨し、嚥下できるようにするには、一定の力が必要である。歯を最大限に咬みしめて、歯軸方向に出しうる圧力を、その歯の最大咬合力という。最大咬合力を決定する因子は、咀嚼筋の力、歯および歯の支持組織の抗压性と痛覚閾値および下顎頭を支点として、咀嚼筋の付着部位を力点とした槓杆での食物の位置である^{1,2)}。

食物を粉碎、臼磨するためのリズムカルな下顎の運動により生ずる咀嚼力は、食物の性質や咀嚼経過によって、著しく異なるが、最大咬合力よりはるかに低く、最大咬合力の1/2~1/4にすぎない。

咬合力の測定については、Borelli (1681) が17世紀後期にはじめて計測したといわれているが、測定方法として、従来、槓杆式、スプリング式、圧痕測定、油圧式など、種々な計測器があるが³⁾、近来は抵抗線歪計を利用した電氣的計測を応用して、精度の高い装置が開発され、かつ、小型化された電氣的咬合力計ができて⁴⁻¹³⁾。

ヒトの第一大臼歯の最大咬合力の下限は、男子 40 kg、女子 30 kg 以上で、上限は 90 kg 程度といわれている。第一大臼歯は、歯列中最大の歯で、乳歯列弓の後方に萌出して、これが完了してから、乳歯の脱落がはじまる。

歯列の咬合高¹¹⁾はこの歯によって決定される。従って、形態的にも機能的にも、第一大臼歯は key to occlusion (Angle¹⁴⁾) であつて¹⁵⁾、咀嚼力の60%は、これに負っているといわれる^{16,17,18)}。

著者らは、新開発のフォイル・ストレーンゲージ応用の高精度超小型ロードセルを使用したトランスデューサを用いて、女子短大生272名について、最大咬合力の測定を試みた。

対象となった女子短大生は18~20才で、咬合力が最大となる年代である¹⁾。多数のこの年代のものを対象とした測定結果は、これまで報告されていない。この値を従来報告されている種々の成績と比較検討した。

さらに、現代の食生活では、軟かい食物が好まれ、殊に若い人の間では硬い食品は敬遠されるという風潮と合せて、咬合力について若干の検討をしたので報告する。

実験方法

咬合力計は日本光電 KK 製 MPM-3000 型を用いた。咬合部は径 16 mm × 厚さ 4 mm の金属円板の中央に径 3 mm × 高さ 1 mm のトランスデューサが埋め込まれている (図 1)。これは新開発のフォイル・ストレーンゲージ応用の高精度・超小型ロードセルを使用した咬合力トランスデューサ (TJ-300T) である。本体は最大値表示機能を具えた、電池駆動のデジタル表示式指示計を備えている。

ロードセルに圧が加わると、起電力に変化が生じ、これが増幅されて、デジタルで瞬間値と最大値とが表示される。

使用に当つては、トランスデューサ部を予め 40°C の温湯に数分間浸したのち、付属のプラスチック・カバーをして、上下第一大臼歯間の咬合面に装着する。初め弱く咬んで、デジタルの数字が変化するのをみて、強く咬みしめさせた。歯牙に歯痛を感ずる程度まで、できるかぎり強く咬んで、最大値を求めた。

* 食物栄養学科

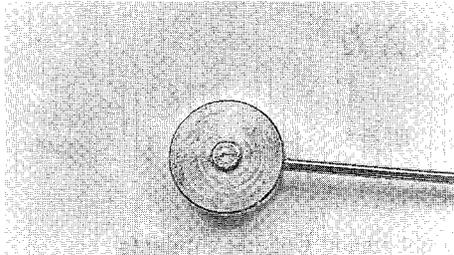


図1 トランスデューサの咬合部

計測する第一大臼歯は、左右何れでもよく、平常習慣的に食事のさい使用している側を、被検者に選ばせた。また咬合の位置もトランスデューサ部をなるべく第一大臼歯の咬合面の中央に当てるよう注意した(図2)。

使用後は70%アルコール液に、トランスデューサ部を暫時浸したあと、消毒綿で清拭した。

被検者は広島文化女子短大1~2年生と呉女子短大1年生との希望者で、総計272名で、年齢は18~20才である。

実験は昭和63年6月から7月にかけて行われた。

実験成績

1) 短大生272名について、第一大臼歯の最大咬合力を測定したが、左側の第一大臼歯にトランスデューサを当てたもの121名、右側の第一大臼歯で咬んだもの151名であった。すなわち、左は44.4%、右は55.5%で、右側の歯を用いたものは、11.1%多かった。

2) 咬合力を5kgの段階別に表示したのが、表1である。これに基づいてヒストグラムをつくると図3のようである。最大咬合力、最小咬合力、平均値、標準偏差を求めると表2のようである。

咬合力10kg未満のものが28名あった。全例の10.3%である。この中には僅か1kg、3kgというものが、それぞれ1名づつあった。1kgを示したものは、脳性小児麻痺の後遺症をもつものである。3kg

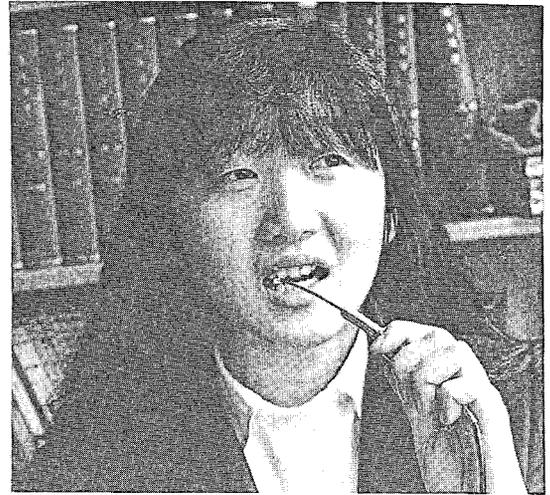


図2 咬合力計使用状態

を示したものは、生来虚弱児といわれているものである。計測機器に慣れていないために、金属片を強く咬むことを躊躇したと思われる。咬合力10kg未満のものの中には、歯列不正あるいは咬合面の中央部が陥凹して、トランスデューサがうまく咬み合わさず、咬合力が表示されるのが不十分なものも含まれている。

咬合力16~25kg間のものは123名で、全例の45.2%を占め圧倒的に多い。さらに21~30kg台のものは、80名で29.4%を示した。また11~30kg間では188名、69.1%を占めている。31~40kgのものは、37名で全例の13.5%、40kg台のものは12名で4.4%である。50kg台のものは6名で2.2%であった。60, 70, 80kg台のものはなく、94kg(右側を使用)を示したものが1名あった。この被検者の左側の咬合力は86kgを示している。この被検者の歯列は上下とも整々としていて、各歯は緊密に接着し、一見して強固のものであった。ウ歯は現症も既往症もなかった。

一般に女子の咬合力は30kg以上(河村)¹⁾といわれているが、30kg以上の咬合力を示したものは、本実験の場合56名で、全例の20.2%、僅か1/5にすぎなかった。

表1 咬合力5kg毎の例数

咬合力 kg	0-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	91-95
例数 人	11	17	38	70	53	27	26	11	7	5	6	1
%	4.04	6.25	13.97	25.73	19.48	9.92	9.55	4.04	2.57	1.83	2.20	0.3

表 2

NO	272
Mean	22.6 kg
Max	94.0 kg
Min	1.0 kg
SD	11.64

全例272名の平均の咬合力は 22.6 kg で、標準偏差は11.64であった。

考 察

1) 第一大臼歯は歯列中もっとも強大な歯牙で、咬合面積もっとも広く、かつ歯根も一番大きい。また臼歯列の中央に位置し、正常な咀嚼機能のうで極めて重要な歯である^{18,19)}。

最大咬合力は、できるだけ強い力で咬んでいるから、歯の支持組織の耐えうる限界の力を示している。しかしこれは実際に食物を破砕し、臼磨する咀嚼力とは、直接的には関係はない。しかし最大咬合力の1/2~1/4が咀嚼力に相当するといわれている^{1,18,20)} から、最大咬合力は歯のもつ機能的能力を判断する一つの規準となりうるであろう。

咀嚼においては、咬頭嵌合位²¹⁾ (上・下顎の歯牙が咬頭と斜面とで最大面積で接触し、咬頭で密接に嵌合し安定した咬合位) でも、上・下第一大臼歯の咬頭のそれぞれの接触は複雑で、作用する力の方向は、咀嚼の過程でいろいろと変化してゆく^{15,19)}。ところが咬合力計を使用した場合は、トランスデューサの表面は堅い平板な金属板であって、各上・下第一大臼歯のそれぞれの咬頭で維持されていて、咬頭に加わる力の移動はないから、咬合力は単なる顎圧縮力といえる。このため、実際の咀嚼の場合と、圧測定のための咬合とは趣は大いに異ってくる。

また咬合の仕方によって、咬合力が変る^{22,23)} のであるが、計測に当って被検者が中心咬合位²¹⁾ (下顎頭が下顎窩内で最後上方の位置をとり、下顎頭は窩内で純粋な開閉運動を営むことのできる頭蓋と下顎との位置関係) をとるか、前方位をとるか、また後方位あるいは側方位をとるかは、特に指示せず、被検者が任意に咬みやすいようにさせた。このため、本実験における各人の示した咬合力は、厳密な意味では、心ずしも同一条件にあるとは限らないといえる。

2) こういう方法で得られた、これまでの各研究者の計測した日本人についての平均咬合力を表3にまとめて示した。

この表によると、12件の報告で男子は平均 54.36 kg で、女子では6件の報告の平均は 32.8 kg であった。何れの場合でも、女子は男子より咬合力は低く、従来男女比は 4 : 3³⁰⁾、3 : 2¹⁷⁾、5 : 4¹⁰⁾、5 : 3.4²¹⁾ などといわれている。遠藤²¹⁾ の女子の例 22.1 kg は無歯顎者(総入れ歯)で、年令52-80才であるか

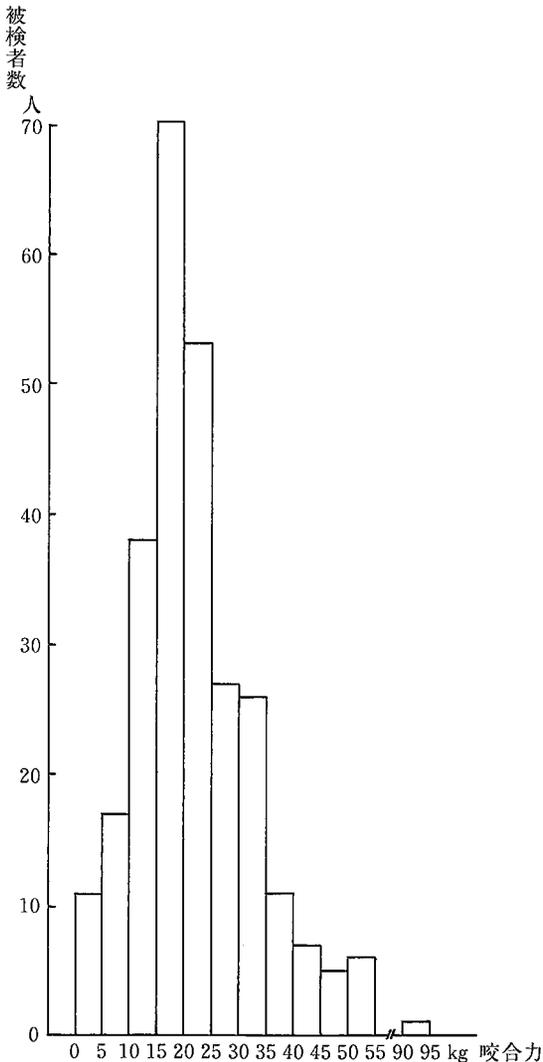


図3 272名の咬合力分布

表3 これまで報告された日本人男女の平均咬合力

報告者	発表年	男女別	被検者数 (年令)	平均咬合力
松村ら ²⁵⁾	'54	男	71名(15才)	48 kg
		女	35 (15才)	45
三浦ら ²⁶⁾	'54	男	82	30.65
		女	45	21.63
小西 ⁹⁾	'59	男	679 (21—50才)	40.5
		女	554 (21—50才)	33.1
津留 ¹¹⁾	'59	男	3	37.2
細川 ²⁷⁾	'59	男	296 (10—50才)	49
		女	286 (10—50才)	45
山崎 ¹⁰⁾	'60	男		53.86
高見沢 ²⁸⁾	'65	男	150 (20才台)	65.58
河村 ¹⁾	'70	男	1 (23才)	40
		女	1 (21才)	30
前田 ³⁾	'73	男	28 (大学生)	63.5 (42.5—100)
深水 ²⁹⁾	'74	男	10 (50—60才) 無歯顎者	15.1
平林 ²⁴⁾	'75	男	9 (26—30才)	89.1
遠藤 ²¹⁾	'83	男	50 (52—81才)	34.7
		女	50 (52—81才) 男女とも無歯顎者	22.1
平均		男		54.36
		女		32.8
銭場・三川	'88	女	272 (18—20才)	22.6

ら、この例を除外し、有歯顎者についてみると、この表から女子の平均咬合力は 34.94 kg となる。

女子で一番強い咬合力を示すのは、20才前後であって、40才になるとその15%減、60才では20才のときの2/3といわれる³¹⁾が、本研究では、被検者は18-20才の女子で平均咬合力は 22.6 kg となった。これは前記の女子の平均咬合力 34.94 kg より 12.34 kg 少ないことになる。本研究で得た値は三浦²⁶⁾の 21.63 kg に近い。三浦の場合は、高周波を利用したコンデンサー法の咬合力計であって、トランスデューサの本法とは異なる測定様式である。

女子の咬合力は、河村¹⁾、小西⁹⁾のいうように、この年令では 30 kg 前後と見做すことが適当と思われる。そうすると、本研究の 22.6 kg という値は、一般日本

人女子 (20才前後) のものとしては、可成り低い値といわねばならない。

3) 咬合力の最大値についての従来成績は 67 kg²¹⁾、88.4 kg¹⁷⁾、100 kg^{3,25)}、118 kg³⁰⁾ などであった。本実験では 94 kg で、ただ一名にすぎなかった。

4) 本実験では、咬合力測定に当り、右側を使用したものが多かった。すなわち、右55.5%、左44.4%であった。高見沢²⁸⁾は第一大臼歯は右側の方が左側よりも咬合力が強いという。右側が一般に多く用いられるようである。

5) 咬合力と下顎骨の発達の相関については、咬合力が弱いものは、下顎骨の発達もまた悪いといわれている。下顎骨の発達していないものは、下顎が細く尖って来て、このため歯の萌出に対して、スペースが

不足し、歯列不正をもたらす原因になるという。

文献的には、咬合力の大小と下顎骨の発達との関連を適確に示したものは未だ見当たらない。

和田³²⁾によると、中心咬合位にある上・下顎の歯列弓は、男子と女子とを比較すると、女子は狭長に傾いており、顎間距離が狭く、下顎の前後径が、男子より長いことである。このことは、男女の咬合力が4:3の比で女子が低いことと関連があるものと予想されるが、なお確定的ではない。

しかし一方、岩沢ら³³⁾は正常咬合者と不正咬合者について、顔面の種々の計測値を比較しているが、高い有意義の差のあることを示している。強い咬合力は咀嚼筋の発達を意味しており、これは下顎骨の発達につながる³⁾。殊に成長期においては、両者の関係は密接である³⁴⁾という。

女子の咬合力が、往時一般に30 kg以上といわれていたが、本研究にみる女子短大生272名の平均咬合力は22.6 kgであることは、昔よりも24.6%も減少したことになる。このことは近時、若い世代の人が軟い食物を好み、硬いものを敬遠する風潮と関連があると思われる。

また下顎骨が一層狭長になりつつあることと関連して、著者らは昭和60年1月21日の中国新聞夕刊の記事³⁵⁾に関心をもつものである。

「江戸時代の殿様は面長で骨が細く、武人というより“やさ男”タイプ。出歯が目立ち、歯並びが悪いというユニークな殿様の容姿が、改葬の機に歴代藩主十数人の遺骨を調べた慈恵医大解剖学・加藤征助教授の二年間の研究で報ぜられている。」

同氏は長岡藩主牧野家墓所発掘調査報告書³⁶⁾において、下顎関節突起、下顎角幅、下顎枝幅等各種の下顎骨の計測において、深窓に育った藩主たちは、いずれも、当時の江戸時代の一般人のそれより甚だ小さく、現代関東人よりも可なり小さいか、あるいは現代関東人とは僅かに異なるだけであるという多くの例を示しており、顔の形は歯の咀嚼力の強弱によって大きく変りうることを示唆している。

こういう問題に関連して、咬合力、咀嚼力、咬筋の収縮力の前頭骨に及ぼす影響³⁷⁾や、下顎骨の形態の力学的観点からの意義づけと咬合力、咀嚼力によって発生する骨に対する歪分布の測定などが盛んに行なわれるようになって来て、咬合力と下顎の発達についての相関関係が具体的に明らかになる日も遠くないと思われる³⁸⁻⁴¹⁾。

結 語

女子短大生272名(18-20才)について、日本光電KKの咬合力計MPM-3000を用いて、第一大臼歯の最大咬合力を測定して、表1・2図3のような結果を得た。平均咬合力は22.6 kgで、標準偏差は11.64であった。この値は、従来一般に女子についていわれている咬合力30 kg前後に比較して、明らかに著しく低値である。

謝 辞

実験に参加し協力を惜しまなかった広島文化女子短大食物栄養学科一・二年生及び呉女子短大生活学科一年生諸君に謝意を表します。

貴重な文献「牧野家墓所発掘調査書」を提供して下さいました加藤 征先生のご好意に感謝申し上げます。

また肖像の掲載を快く許して下さいました上田裕子様にお礼申し上げます。

文 献

- 1) 河村洋二郎, 咀嚼のなす仕事, 吉村・緒方編 生理学大系4-1, 代謝の生理学, 医学書院 1970, 28-42.
- 2) 河村洋二郎, 咬合の生理について, 日本歯科評論 1972, 359, 25-33.
- 3) 前田佳英, 咀嚼筋の作用機構と咬合力発現機構とに関する実験的研究, 歯科学報 1973, 73, 434-461.
- 4) Howell, A. H. & Manly, R. S. An electronic strain gauge for measuring oral force. J. dent. Res. 1948, 27, 705-712.
- 5) Yurkstas, A. The effect of masticatory exercise on the maximum force tolerance of individual teeth. J. dent. Res. 1953, 32, 322-327.
- 6) Uhlig, H. Über die Kaukraft. D. Z. Z. 1953, 8, 30-45.
- 7) Anderson, D. J. A method of recording masticatory loads. J. dent. Res. 1953, 32, 785-789.
- 8) Brudevold, F. A basic study of the chewing forces of a denture wearer. J. Amer. dent. Ass. 1951, 43, 45-51.
- 9) 小西繁一, 人歯牙の健全歯および諸種疾患ならびに補綴に於ける咬合圧に関する研究, 日口腔科学会誌 1959, 8, 427-457.

- 10) 山崎 健, 各種補綴物における咬合力の比較に関する研究, 日歯科医会誌 1960, 12, 11号特別掲載1-10.
- 11) 津留宏道, 義歯機能に関する生理学的研究, 咬合の高さと義歯機能との関係, 日口腔外科会誌 1959, 8, 482-496.
- 12) 長谷川 誠, 咀嚼筋作用能力に関する補綴学的研究, 歯科学報 1964, 64, 106-147.
- 13) 溝上隆男, 臼歯部における咀嚼圧の時相と負担機構に関する研究, 歯科学報 1966, 66, 217-272.
- 14) Angle, E. H. Treatment of malocclusion of the teeth, Angle's system (7th ed.) S. S. White Co. Philadelphia, 1907, 7-27.
- 15) 菊池 進, 咬合成立上の第一大臼歯の重要性, 歯界展望 1972, 40, 579-584.
- 16) Jenkins, G. N. The physiology of the mouth. Blackwell, Oxford, 1960, 294-319.
- 17) Worner, H. K. "Gnathodynamics" The measurement of biting forces with a new design of gnathodynamometer. Australian J. of Dentistry, 1939, 43, 381-393.
- 18) 銭場武彦 胃・腸管運動の基礎と臨床, 眞興交易 KK 医書出版部 1979, 141-144.
- 19) 藍 稔・平林健彦, 第一大臼歯と咀嚼, 歯界展望 1972, 40, 622-630.
- 20) 藍 稔・丸山雅昭, 第一大臼歯と咬合, 歯界展望 1972, 40, 631-639.
- 21) 遠藤隆一, 無歯顎者の顎圧縮力と握力との関係について, 歯科学報 1983, 83, 1181-1193.
- 22) 保母須弥也, 咬合学事典, 書林, 東京 1978, 136, 269-273.
- 23) 森谷良彦, 総義歯の咬合力に関する研究補遺, 日補綴歯会誌 1967, 11, 1-25.
- 24) 平林健彦, 種々な下顎位における咬合力に関する研究, 日補綴歯会誌 1975, 18, 337-360.
- 25) 村松篤良・塩川延洋・三宅 聰・高木米一, 発条式咬合力測定器について, 口腔病会誌 1954, 21, 157-162.
- 26) 三浦不二夫・角田正明, 咬合力に関する研究, 日歯科医会誌 1954, 7, 293-298.
- 27) 細川貞雄, 歯牙の咬合力に関する研究, 医学研究 1959, 29, 2915-2923.
- 28) 高見沢 忠, 健全永久歯の相対咬合力および個歯咬合力に関する研究, 日補綴歯会誌 1965, 9, 217-234.
- 29) 深水皓三, 総義歯の第一大臼歯部における咀嚼力および咬合力に関する研究, 日補綴歯会誌 1974, 17, 491-516.
- 30) Haber, G. Der Habersche Kaudruckmesser. Zahnartl, Rdsch, Jg., 1926, 35, 831-833.
- 31) 吉松信喜・吉田達也・野瀬 清, 成長期における咬合力の変化について, 臨床歯科 1959, 223, 20-22.
- 32) 和田憲夫, 中心咬合位における上下顎各歯の相対的位置, 日大歯学 1968, 42, 400-406.
- 33) 岩沢忠正・中久木正俊・松本幸良, 正常咬合者および不正咬合者の側貌型態について, 日矯正歯会誌 1968, 27, 457.
- 34) 増田 豊, 歯, 歯列, 咬合の成長, 発育パターンについての基礎知識, 紫耀 1985, 33, 734-737.
- 35) 加藤 征, 江戸の殿様は 'やさ男, 型, 中国新聞夕刊 1985, 1月21日
- 36) 加藤 征, 港区三田濟海寺, 長岡藩主牧野家墓所発掘調査報告書, 東京都港区教育委員会, 1986, 159-204.
- 37) 小林義明, 咬合, 咀嚼時の家兎顔面骨および頭蓋骨の力学的特性について, 歯科医学, 1983, 46, 33-51.
- 38) 杉林忠敬, 咬合力に対する歯および下顎骨の力学的反応機構に関する実験的研究, 日補綴歯会誌 1979, 23, 512-536.
- 39) 宮地建夫, 咬合圧によって生ずる歪分布からみた動物顔面頭蓋の構造力学的研究, 歯科学報 1971, 71, 44-91.
- 40) 増田孝雄, 二次元光弾性実験による下顎骨の力学的研究, 口腔解剖研究 1960, 17, 538-541.
- 41) 岡本 孝, 咬合時における下顎骨の応力分布について, 米子医誌 1958, 9, 791-803.

Summary

272 members of the women's junior college students (18 – 20 years old) were employed in experiments.

The occlusion forces of the 1 st molars were measured by the method of transducer gnathodynamometer (Nihon Kohden MPM-3000).

The following results were obtained. The maximum of occlusion force was 94 kg, the minimum of it was 1kg, and the mean value was 22.6 kg.

Standard deviation was 11.64.

On general, the occlusion force of the young women is estimated over 30 kg, and so the level of result obtained in experiments is seem to be very low.