

The relation between the masticatory ability and food intake behavior and the obesity of school children

Ai Yamamoto^{*1} and Keiko Yoshioka^{*2}

^{*1} Department of Nutritional Sciences, Nakamura Gakuen University, Fukuoka 814-0198, Japan.

^{*2} Nakamura Gakuen University, Professor emerits

Abstract

[Purpose] The term of school children is deeply concerned whether the appropriate occlusion including the masticatory behavior would be obtained, for it is the stage of formation of dietary habit and self-support of eating. In this study the quantification of mastication of occlusal force and masticatory score of school children was attempted, and their food intake and masticatory behavior were researched. We investigated the relationship between their masticatory ability and obesity.

[Methods] The subjects of this study were 56 school children in the 5th grade of K elementary school in Fukuoka prefecture. We calculated Rohrer index, measured their waist and occlusal force using by a occluzer and researched the Food frequency questionnaire and the dietary survey concerning food intake frequency, skipping of meal, eating snacks, eating with family and masticatory behavior. Statistical analysis was done about the relationship between each research items.

[Results and Discussion] The ratio of obese and rather obese school children was 14% in Rohrer index ($140 \geq$) and there is a positive correlation between Rohrer index and waist circumference. Regarding the relation between their dietary habits and occlusal force, high occlusal group showed less frequency of intake of snacks and was higher in the masticatory score. Furthermore this group had a tendency of having more green and yellow vegetables and seaweed. Thus the foods they usually take had relation to their occlusal force.

[Conclusion] It is suggested that the improvement of dietary habit including masticatory behavior for school children will lead to the development of good occlusal force and masticatory function, and obesity prevention is also expected.

Key words

school children, occlusal force, masticatory score, Food frequency questionnaire

児童における咀嚼力、食物摂取状況と肥満との関連性

山本 亜衣¹⁾・吉岡 慶子²⁾

1) 中村学園大学 薬膳科学研究所 開発・教育部門

2) 中村学園大学 名誉教授

(2015年12月20日 受理)

キーワード

児童、咬合力、咀嚼スコア、咀嚼行動、食物摂取頻度調査

要 旨

【目的】 近年、咀嚼が食欲の抑制やエネルギー代謝の調節に関ることが報告され、肥満との関係について明らかにされてきた。学童期は食習慣の形成、自立期であり、咀嚼行動を含めた食習慣が適切な咬合獲得に深く関与すると考えられる。本研究では児童の咬合力および咀嚼スコアによる咀嚼力の数値化を試み、咀嚼行動を含めた児童の食物摂取状況を調査し、咀嚼力と肥満との関連性を検討した。

【方法】 調査対象は福岡県K小学校の5年生の児童56名とし、Rohrer 指数の算出、腹囲計測、オクルーザーによる咬合力測定、食物摂取頻度調査および欠食、間食、共食状況、咀嚼行動に関する食生活調査を行い、各調査項目の関係について統計解析を行った。

【結果・考察】 児童の肥満および肥満傾向児の割合は、Rohrer 指数より約14% (Rohrer 指数140 \geq) であった。Rohrer 指数と腹囲との間には正の相関がみられた。児童の食生活調査と咬合力の関係について、咬合力の高い群では間食の摂取頻度が少なく、咀嚼程度が高いとされた。さらに、咬合力の高い群では緑黄色野菜、海藻の摂取量が多い傾向がみられ、摂取食品群と咬合力に関連がみられた。

【結論】 咀嚼行動を含めた食習慣の改善が児童の健全な咬合力および咀嚼機能の発達につながる事が示唆され、さらには肥満予防が期待される。

I. 緒 言

ヒトの基本的摂食機能は、獲得される幼児期に始まり、人間の一生を通じて老年期までの各ライフステージにおいて重要な意味を有しているとされている¹⁾。特に、近年、咀嚼と肥満との関係が明らかにされつつある。坂田らは、咀嚼は神経ヒスタミンを賦活し、満腹中枢を介して食欲を抑制したり、視床下部から交感神経を介して末梢エネルギー代謝を調節したりすることで、エネルギー代謝が駆動されると報告している²⁻³⁾。さらに、これらの基礎研究を踏まえて、実際の肥満症治療の補完治療技法の一つとして咀嚼法がとり入れられ、内臓脂肪削減に寄与するとされている⁴⁾。肥満予防のためには、幼少期からの適正な食習慣の形成が重要である。平成21年度学校保健統計調査報告によると、男子の肥満傾向児の出現率は、10歳以上では10%を超えている⁵⁾。学童期は食習慣の形成、自立期であり、口腔機能の発達段階では学童期後半は永久歯列完成期にあたる。生活習慣は適切な咬合獲得に深く関与し、特に、学校給食における食

事時間や咀嚼回数は児童の咬合力、咀嚼機能の発達に関係すると考えられる。2005年食育基本法が施行され、2006年食育推進基本計画が策定された。それに基づいて全国の地方自治体は学校の教育従事者、栄養教諭、歯科医療関係者、健康推進委員などに食育推進を働きかけた。2007年日本歯科医師会から「食育推進支援ガイド」⁶⁾が提示された。その学童期の食育支援として、「早食いの食べ方と肥満との関連から健康な食べ方を学ぶ」ことが挙げられている。一方、宮井らは児童・生徒を対象に、咀嚼の観点から嗜好食品の物理的な性状に関する調査を行い、児童・生徒は軟らかく食べやすい食品を好み、咀嚼活動量を必要とする硬いものを嫌う傾向があることを報告している⁷⁾。

他方、咀嚼力の評価法としては、主観的方法と客観的方法の2種類に分けられる。主観的评价法は主に質問紙や聞き取りによるもので、客観的评价法はグミゼリーやガムを実際に咀嚼して評価する場合や咬合圧、咬合接触面積などの補綴学的データ、舌や咀嚼筋の筋活動、下顎運動等の生理学的データを応用する手法等がある⁸⁻¹¹⁾。咀嚼力の評価はそれらの主観的方法と客観的方法を組み合わせる用いることが望ましいと考えられる。しかし、児童における咀嚼力に関するデータは少なく、評価の指標は確立されていない。

本研究では児童の咬合力測定および咀嚼スコアの算出から咀嚼力の数値化を試みた。さらに、咀嚼行動を含めた児童の食物摂取状況を把握するために、食物摂取頻度調査や食生活調査を実施し、咀嚼力と肥満との関連性を検討した。

II. 方 法

1. 調査対象および調査期間

調査対象は福岡県K市のK小学校の5年生の児童60名とした。このうち、全ての調査項目の回答が得られ、腹囲および咬合力の測定が可能であった56名を解析対象とした。調査期間は2009年10月から11月とした。

本研究はK小学校の児童および保護者に予め研究の意義を十分に説明して承諾を得、中村学園大学倫理審査委員会の承認を得て実施した(受付番号:倫理-09-005)。

2. 身体状況

対象児童の身体状況については腹囲を計測した。また、体格指数は身長、体重から Rohrer 指数 [体重 (kg)/身長 (cm)³×10⁷] を算出した。

3. 咬合力の測定

対象児童の咬合力は咬合力測定フィルム(デンタルプレスケール50H-R タイプS サイズ)を口腔内に挿入し、3秒間咬ませ、正確に測定できるまでの2~3回繰り返

して咬合力測定システム（オクルーザー FPD-707）を用いて解析した。

4. 質問紙によるアンケート調査

1) 食生活調査

食生活調査は学校給食における食べるはやさ、咀嚼程度、米飯の咀嚼回数など咀嚼行動に関する5項目および欠食、間食の頻度、共食状況、また、運動やストレスに関する11項目の併せて16項目についてアンケート調査を行った。回答はすべて5段階の順序尺度法で行った。

2) 摂取可能食品の調査

咀嚼力の主観的評価法は平井ら¹¹⁾の食品選択方法に準じて摂取可能食品の調査を行い、摂取難易度ごとに分類した食品30品目について摂取可能率(%)および咀嚼スコアを算出した。咀嚼スコアは、食品30品目を摂取難易度毎に5群に分け、各群の摂取可能率の比率を係数として算出した。摂取可能食品30品目については、予め卓上型物性測定器(TPU-2S(B))を使用して、歪率80%でテクスチャー試験を行い、硬さの値と摂取難易度(第I群~第V群)間に相関関係($r=0.893, p<0.01$)が認められ、食品選択の物性的な妥当性があることを確認して用いた。

3) 食物摂取頻度調査

食物摂取頻度調査は予め保護者に児童の一週間摂取した食品およびその重量、調理法を記録させ、給食がある日の昼食については献立表で記入内容を確認した。記入内容と児童への聞き取り調査から、高橋らが開発した食物摂取頻度調査票 FFQg (ver3.0)^{12,13)}を用い、栄養素および食品群別摂取量を推定した。推定された栄養素は「日本人の食事摂取基準(2015年版)」の値(10歳~11歳)に対する割合を算出し、食品群別摂取量は「平成19年度児童生徒の食事状況等調査報告書」¹⁴⁾の結果と比較した。

5. 統計解析

統計解析は Statistical Package for Social Science (SPSS) (22.0J, SPSS Inc., Chicago, USA) を使用した。児童の Rohrer 指数と腹囲、咬合力および咀嚼スコア間の関係については相関係数 (Pearson, Spearman) を用いて調べた。さらに各調査項目間の関係は χ^2 検定、一元配置分散分析および重回帰分析を行った。すべての統計解析において、有意水準は 1% および 5% とした。

Ⅲ. 結 果

1. 身体計測

児童の身体状況を表 1. に示す。男子の身長は平均値は 140.6 ± 5.96 、女子 146.1 ± 6.70 であり、体重は男子

36.5 ± 9.77 、女子 37.9 ± 6.26 であった。男子、女子の身長、体重の平均値および中央値は「平成19年度児童生徒の食事状況等調査報告書」の調査対象者の平均値とほぼ同様の傾向がみられた。一方、日本人の食事摂取基準(2015年版)の10~11歳の参照体位に対して、男子の身長は平均は1.4cm 低く、体重は0.9kg 高い値を示した。また、女子の身長は参照体位の2.1cm、体重は1.6kg 高い値を示した。対象児童の Rohrer 指数について、肥満および肥満傾向児 (Rohrer 指数 $140 \geq$) の割合は約14%であった。Rohrer 指数と腹囲との関係については図 1. に示し、相関関係 ($r=0.620, p<0.01$) が認められた。

表 1. 対象児童の身体状況

項目	男子 (n=36)	女子 (n=20)
身長	140.6 ± 5.96 (138.9)	146.1 ± 6.70 (144.6)
体重	36.5 ± 9.77 (33.8)	37.9 ± 6.26 (37.1)
Rohrer 指数	129.6 ± 25.27 (121.8)	121.1 ± 13.89 (122.1)
腹囲	63.4 ± 9.48 (63.4)	64.0 ± 5.08 (64.8)

値は平均値 \pm SD (中央値) を示す。

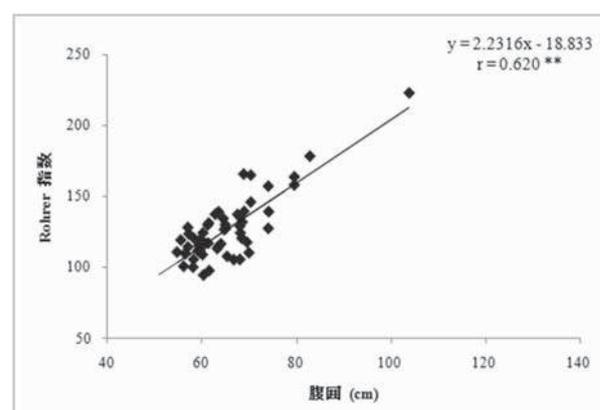


図 1. 対象児童の Rohrer 指数と腹囲との関係
n=56, r=Pearson の相関係数, **: $p<0.01$

2. 児童の咬合力

オクルーザーによる咬合力測定例を図 2. に示す。デンタルプレスケール上に印記された咬合圧の違いによる発色濃淡を圧力値に換算し、児童の咬合接触状態を表した。対象児童の咬合力の平均値は、男子 390.0 ± 146.2 (N)、女子 378.1 ± 196.6 (N) であった。また、75%点と25%点の差を表す四分位範囲は男子では141.6(N)、女子では262.9(N) であった。

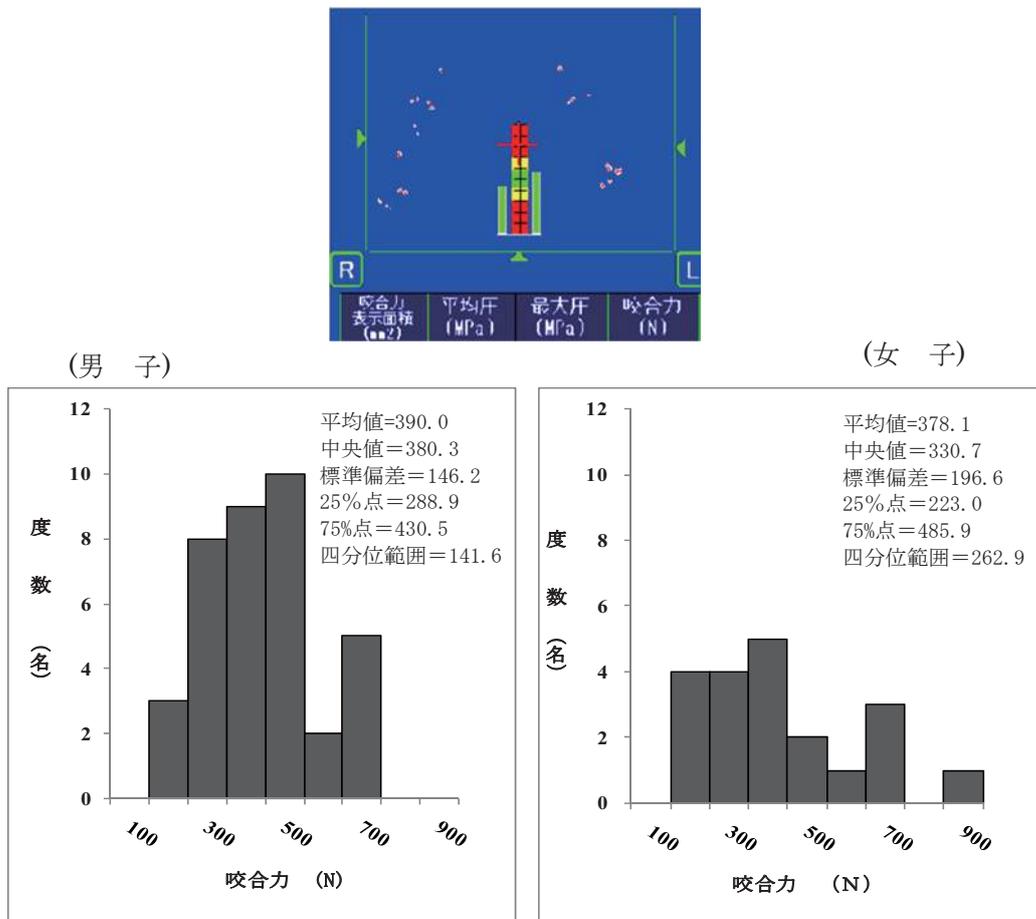


図2. オクルーザーによる咬合力測定例と対象児童の咬合力
 デンタルプレスケールの発色点は咬合接触点を示し、咬合力 (N)= 発色点の各面積 (mm²) × 各平均圧 (MPa) の総和から算出される。

3. 摂取可能食品の調査

咀嚼能力の点数化は摂取可能食品の調査における咀嚼スコアを算出した。摂取可能食品の調査は食品30品目を選択し、その摂取難易度別30食品の分類および咀嚼スコアの算出方法を表2. に示す。各食品の摂取可能率の算出は、摂取経験のない者のスコアが0点と同等に評価されることがないように、摂取経験者のフルスコアを100点として換算した。対象児童の各群における摂取可能率は、第I群89.5%、第II群86.1%、第III群79.4%、第IV群70.7%、第V群60.2%であり、I群からV群となるにつれて摂取可能率の低下がみられた。咀嚼スコアはこれらの各群の摂取可能率の比率を係数として算出され、男子の平均値は79、女子は72であった。また、咬合力と咀嚼スコア間には相関が (r=0.583, p<0.01) が認められ、咬合力が高い児童ほど咀嚼スコアも高値を示した。

表2. 摂取可能食品の調査による咀嚼能力の点数化 (咀嚼スコア)

取難易度別 30 食品の分類				
第I群(難易度I)	ブディング、ゆでたキャベツ、人参の煮物、バナナ、里芋の煮物、まぐろの刺身			
第II群(難易度II)	いちご、佃煮昆布、田舎こんにやく、水炊きの鶏肉、かまぼこ、ロースハム			
第III群(難易度III)	鶏のから揚げ、りんご、キャベツの千切り、焼き鶏の塩焼き、焼き鶏の漬け焼き、肉じゃがの牛肉、揚げせんべい			
第IV群(難易度IV)	豚の生姜焼き、らっきょう、とんかつ、いかの刺身、おかき、ピーナッツ			
第V群(難易度V)	牛肉のステーキ、するめ、めざし(丸干しいわし)、たこの酢の物、フランスパン、たくあん			
標準摂取可能率	比	得点		
第I群	89.5	1	6品目×2=12 a
第II群	86.1	1.04	12 b
第III群	79.4	1.13	12 c
第IV群	70.7	1.27	12 d
第V群	60.2	1.49	12 e
		計=5.93	5.93×12=71.16	
咀嚼スコア = (a + 1.04b + 1.13c + 1.27d + 1.49e) × 100 / 71.16				

平井ら¹¹⁾の摂取可能食品の調査方法を一部改変

児童における咀嚼力、食物摂取状況と肥満との関連性

表3. 食生活調査結果

質問項目	回答肢	n=57 人数 (%)
朝・昼・夕食必ず食べていますか	いつも食べている	41 (73.2%)
	ほとんど食べている	13 (23.2%)
	時々食べていない	2 (3.6%)
	ほとんど食べていない	0 (0.0%)
	食べていない	0 (0.0%)
赤・黄・緑の色々な食べ物を食べていますか	いつも食べている	14 (25.0%)
	ほとんど食べている	30 (53.6%)
	時々食べていない	12 (21.4%)
	ほとんど食べていない	0 (0.0%)
	食べていない	0 (0.0%)
毎日朝食を食べますか	必ず毎日食べる	44 (78.6%)
	ほぼ毎日食べる	11 (19.6%)
	一週間に2～3回食べないことがある	1 (1.8%)
	一週間に4～5回食べないことがある	0 (0.0%)
	ほとんど食べない	0 (0.0%)
昼食から夕食までの間におやつを食べますか	必ず毎日食べる	1 (1.8%)
	ほぼ毎日食べる	24 (42.9%)
	一週間に2～3回食べないことがある	20 (35.7%)
	一週間に4～5回食べないことがある	4 (7.1%)
	ほとんど食べない	7 (12.5%)
夕食を食べますか	必ず毎日食べる	2 (3.6%)
	ほぼ毎日食べる	8 (14.3%)
	一週間に2～3回食べないことがある	11 (19.6%)
	一週間に4～5回食べないことがある	7 (12.5%)
	ほとんど食べない	28 (50.0%)
平日の起床時間	～5:00	0 (0.0%)
	5:00～6:00	3 (5.4%)
	6:01～7:00	36 (64.3%)
	7:01～8:00	17 (30.4%)
	8:01～	0 (0.0%)
平日の就寝時間	～20:30	0 (0.0%)
	20:31～21:30	14 (25.0%)
	21:31～22:30	32 (57.1%)
	22:31～23:30	8 (14.3%)
	23:31～	2 (3.6%)
いつも夕食を誰と食べていますか	家族そろって食べる	27 (48.2%)
	おとなの家族の誰かと食べる	24 (42.9%)
	子ども達だけで食べる	4 (7.1%)
	一人で食べる	1 (1.8%)
	その他	0 (0.0%)
学校給食で出された食べものは全部食べますか	いつも全部食べる	51 (91.1%)
	全部食べることが多い	4 (7.1%)
	時々残すことがある	1 (1.8%)
	残すことが多い	0 (0.0%)
	いつも残す	0 (0.0%)
学校給食の前におなかがついていますか	いつもすいている	14 (25.0%)
	すいていることが多い	20 (35.7%)
	時々すいている	15 (26.8%)
	ほとんどすいていない	6 (10.7%)
	いつもすいていない	1 (1.8%)
学校給食を食べるのがはやい方ですか	大変はやい	3 (5.4%)
	はやい	9 (16.1%)
	普通	29 (51.8%)
	遅い	9 (16.1%)
	大変遅い	6 (10.7%)
学校給食をおよそ何分くらいかけて食べていますか	5分以下	3 (5.4%)
	10分間	24 (42.9%)
	20分間	23 (41.1%)
	30分間	3 (5.4%)
	30分間以上	3 (5.4%)
学校給食において、よく噛んで食べていますか	ほとんど噛まない	2 (3.6%)
	あまり噛まない	17 (30.4%)
	普通	29 (51.8%)
	よく噛む	7 (12.5%)
	非常によく噛む	1 (1.8%)
学校給食において、よく噛まずに丸飲みすることがあります	いつもある	2 (3.6%)
	よくある	0 (0.0%)
	時々ある	17 (30.4%)
	ほとんどない	15 (26.8%)
	ない	22 (39.3%)
学校給食の米飯を一口およそ何回くらい噛んでいますか	5回以下	2 (3.6%)
	10回	23 (41.1%)
	20回	28 (50.0%)
	30回	2 (3.6%)
	40回以上	1 (1.8%)
学校の授業以外で運動をしていますか	毎日している	13 (23.2%)
	ほぼ毎日している	16 (28.6%)
	一週間に3～4回している	15 (26.8%)
	一週間に1～2回している	10 (17.9%)
	していない	2 (3.6%)
イライラすることがあります	いつもイライラしている	1 (1.8%)
	よくイライラしている	8 (14.3%)
	時々イライラすることがある	19 (33.9%)
	ほとんどイライラすることはない	21 (37.5%)
	イライラすることはない	7 (12.5%)

4. 食生活調査

食生活調査結果を表3. に示した。朝、昼、夕の三食の摂食状況について、「いつも食べている」と回答した児童は73.2%、「ほとんど食べている」は23.2%であった。栄養のバランスについては、「赤・黄・緑の色々な食べ物をいつも食べている」児童は25.0%、「ほとんど食べている」が53.6%であった。夕食の共食状況は、「家族そろって食べる」が48.2%、「大人の家族の誰かと食べる」が43%であった。学校給食の食べる早さについては、「普通」が最も多く51.8%、学校給食を食べる時間は「10分間」が42.9%「20分間」が41.1%であった。また、学校給食の咀嚼の程度について、「ほとんど噛まない」、「あまり噛まない」が34.0%、学校給食において丸飲みすることがある児童は「いつもある」、「時々ある」を合わせると34.0%であった。さらに、学校給食の米飯の咀嚼回数については、10回以下と回答した児童が44.7%を占めた。

5. 食物摂取頻度調査

対象児童の食物摂取頻度調査による食品群別摂取量を図3. に示した。男女共に「平成19年度児童生徒の食事状況等調査報告書」の全国平均値と比較すると乳類の摂取が少ない傾向がみられた。一方、「日本人の食事摂取基準（2015年版）」の値に対する割合を算出す

ると、男女共に鉄（推奨量）、カルシウム（推奨量）の順に不足し、男子では鉄は約61.4%、カルシウムは約69.9%であった。女子では鉄は約34.0%、カルシウムは約51.8%であった。

6. 食生活調査項目と咬合力との関係

食生活調査と咬合力との関係について、対象児童の咬合力を3群（高い、普通、低い）に分け、 χ^2 検定を行った結果を表4. に示す。なお、児童の咬合力については評価の指標がまだ明確にされていないため、対象児童の中央値±16%を普通とし、3群の人数が均一になるように分類した。咬合力の高い群と低い群では、間食の摂取頻度、咀嚼程度、および丸飲みの頻度の項目において有意差が認められ、咬合力が高い群では間食の摂取頻度が少なく、咀嚼程度が高いとされ、また、丸飲みする頻度が少ない傾向がみられた。

7. 食品群別摂取量と咬合力および Rohrer 指数との関連性

食品群別摂取量と咬合力との関係について分散分析を行い、表5. に示した。咬合力の高い群では緑黄色野菜や海藻類の摂取量が多い傾向がみられた ($p<0.01$)。一方、各食品群が Rohrer 指数へ与える影響について重回帰分析を行うと、標準偏回帰係数 (β) から、肉類 ($\beta =0.65$) が最も多く、次いで麺類 ($\beta =-0.39$) であった。

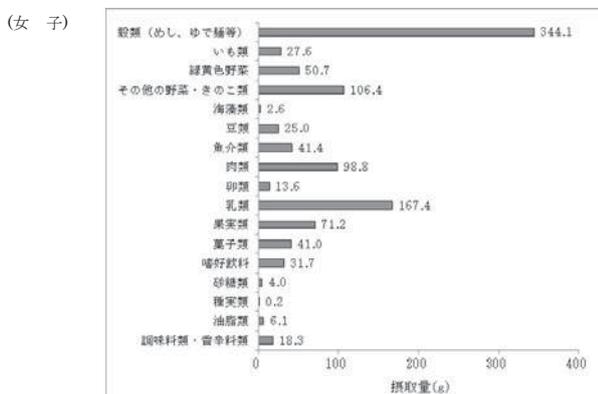
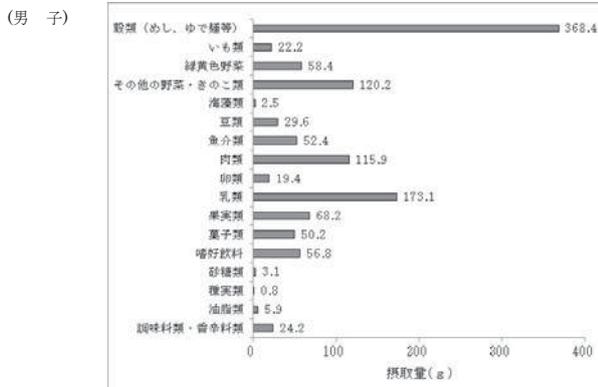


図3. 対象児童の食品群別摂取量

IV. 考 察

1. 身体計測

対象児童の身長および体重は、「日本人の食事摂取基準（2015年版）」の10～11歳の参照体位および「平成19年度児童生徒の食事状況等調査報告書」の全国平均値と比較し、ほぼ標準的な体格の集団として捉えることとした。また、Rohrer 指数と腹囲との相関関係から、対象児童の Rohrer 指数は腹囲を反映し、本研究における肥満の指標の目安として用いることができると考えられた。

2. 咬合力

咬合力とは咬合接触面に作用する圧縮力とされ、完全歯列を具える健常成人では平均約1,000Nといわれている¹⁵⁾。咬合力は歯、歯周組織、顎骨、顎関節、筋などの顎口腔が正常な形態を維持し、本来の機能が営まれ、児童における咬合力解析は顎口腔構造の成長、発達段階と深く関わる。児童の標準的な咬合力のデータは明らかにされていないが、岐阜県S市小学5年生のデータ¹⁶⁾によると、男子449.1(N)、女子380.5(N)であり、本研究の対象児童の咬合力と大差はみられなかった。また、長野県K小学校の小学2年生のデータ¹⁷⁾と比較すると、

児童における咀嚼力、食物摂取状況と肥満との関連性

本研究の対象者の方が約20%高値を示した。学童期は口腔機能の発達段階であるため、年齢が上がるにつれて高い値を示すことが推測された。

3. 食生活調査

1) 食生活調査

食生活調査の結果について、平成19年度児童生徒の食事状況等調査報告書にあげられている各項目と比較すると、3食の摂取状況は、いつも、ほとんどをあわせると96%で、調査報告書の値88.8%を上回った。栄養のバランスについては、調査報告書では「栄養のバランスを考えて食べていますか」という質問に対し、「はい」、「いいえ」、「わからない」がそれぞれ

39.0%、23.9%、37.2%であった。一方、本調査では対象児童が習っている3つの食品群にあわせて、「赤、黄色、緑の色々な食べ物を食べていますか」という具体的な質問に変えたため、「いつも」、「ほとんど食べている」が79%を占め、児童にとって回答しやすかったことが考えられる。

咀嚼行動については、一定条件の食事と比較できるため、学校給食における「食べるはやさ」、「食べる時間」、「咀嚼程度」、「丸飲みの頻度」および「米飯の咀嚼回数」に関する5つの質問から調査し、各々約30~40%の児童について咀嚼行動の改善の必要性が見出された。

表4. 食生活調査項目と咬合力との関係

項目	カテゴリー	咬合力			χ ² 検定
		低値 (n=19)	普通 (n=19)	高値 (n=18)	
問4. 間食の摂取	ほとんど	8	8	4	0.040*
	時々	10	6	5	
	ほとんどない	1	5	9	
問10. 食べるはやさ	はやい	4	5	4	0.902
	普通	12	9	10	
	遅い	3	5	4	
問11. 食べる時間	10分以下	11	9	7	0.699
	20分間程度	7	7	9	
	30分以上	1	3	2	
問12. 咀嚼程度	あまり噛まない	7	8	2	0.018*
	普通	10	9	7	
	良く噛む	2	2	9	
問13. 丸飲みの頻度	よくある	9	6	2	0.030*
	時々	8	7	3	
	ほとんどない	2	6	13	
問15. 運動の頻度	毎日	5	4	4	0.920
	ほとんど	11	10	9	
	時々	3	5	5	
問16. イライラする頻度	よくある	3	4	1	0.593
	時々	8	4	8	
	ほとんどない	8	11	9	

*: p<0.05

表5. 食品群別摂取量と咬合力との関係

食品群	咬合力			ANOVA
	低値 n=19	普通 n=19	高値 n=18	
穀類	345.4 ± 44.4	351.9 ± 48.9	376.3 ± 65.6	0.208
いも類	30.8 ± 24.8	20.7 ± 15.9	20.1 ± 16.8	0.194
緑黄色野菜	43.4 ± 23.3	59.1 ± 51.8	79.4 ± 37.4	0.005**
その他の野菜	116.4 ± 102.7	146.2 ± 122.7	87.3 ± 55.9	0.219
海藻類	1.7 ± 1.3	2.1 ± 3.1	5.6 ± 4.2	0.001**
豆類	25.7 ± 19.5	35.7 ± 35.0	20.2 ± 16.1	0.186
魚介類	50.1 ± 29.5	45.8 ± 32.9	49.7 ± 31.8	0.904
肉類	101.9 ± 47.5	117.9 ± 68.4	105.2 ± 45.8	0.657
卵類	13.2 ± 7.8	20.2 ± 10.0	16.2 ± 11.5	0.112
乳類	157.3 ± 53.5	175.7 ± 64.0	161.3 ± 59.2	0.620
果実類	55.8 ± 43.7	70.8 ± 58.8	68.4 ± 86.7	0.761
菓子類	40.4 ± 30.1	50.5 ± 42.5	47.9 ± 40.9	0.716
嗜好飲料	54.3 ± 106.2	21.5 ± 38.8	69.5 ± 159.1	0.433
砂糖類	3.3 ± 2.7	2.6 ± 2.3	4.6 ± 4.4	0.198
種実類	0.2 ± 0.5	1.1 ± 3.6	0.6 ± 1.6	0.500
油脂類	6.6 ± 2.0	7.1 ± 4.6	4.9 ± 3.8	0.174
調味料類	19.3 ± 9.9	22.8 ± 12.5	25.4 ± 14.0	0.337
総食品重量	1034.8 ± 324.9	1151.9 ± 343.7	1121.3 ± 262.8	0.514

**：p<0.01

2) 摂取可能食品の調査における咀嚼スコア

摂取可能食品の調査は、1988年頃から補綴分野の領域で義歯装着者の咀嚼能力を評価する指標として使用されているものであるが、本研究はその方法に準じて児童用に食品を選択し、応用した。咀嚼力の評価について、咀嚼スコアと咬合力の関係をみると相関が認められ、聞き取り調査による主観的評価と機器測定による客観的評価の一致性が確認された。咀嚼スコアと咬合力の値に一致性が認められたことは、摂取可能食品の調査が児童の咀嚼力を簡便に数値化でき、その有用性を示唆するものであった。

4. 食物摂取頻度調査

食物摂取頻度調査により算出された食品群別摂取量の推定値を「平成19年度児童生徒の食事状況等調査報告書」の全国平均値と比較すると、男女共に肉類以外はすべて低値を示した。また、「日本人の食事摂取基準（2015年版）」の値に対して、男女共に鉄（推奨量）、炭水化物（目標量）およびカルシウム（推奨量）が低値を示したことは、全体的に食品群の摂取量が不足しているためと考えられる。

5. 各調査項目間の関連性

本研究の結果から、咀嚼スコアや咬合力と Rohrer 指数間に負の相関はみられず、児童の咀嚼力と肥満との間に直接的な関係はみられなかった。しかし、咬合力が高い群は低い群よりも間食の摂取頻度が少なく、咀嚼程度が高いとされたことは、食事をよく咀嚼する習慣が咬合力を高め、また満腹感を増強させて間食の摂取頻度が少なくなったと推察された。さらに、咬合力の高い群では緑黄色野菜や海藻類の摂取量が多い傾向がみられた。財団法人日本学校保健会による「食と咀嚼に対する実態等の調査委員会報告書」¹⁸⁾によると、児童の保護者がよく噛むための食材を意識して食事に出している場合、味や香り、食感について話しながら食べていることが多く、咀嚼習慣形成への配慮が豊かな食生活につながるものとされている。第2次食育推進基本計画（2011）においても、「よく噛んで味わって食べるなどの食べ方に関心のある国民の割合の増加」が目標項目に掲げられている通り、児童の咀嚼習慣を含めた食べ方への意識を高めることが結果的に肥満を予防することに繋がると考えられた。

学校給食献立の調理品の物性について、昭和52年は「学校給食標準献立集」¹⁹⁾、平成7年は「施設別集団給食献立集」²⁰⁾から給食献立を各3例ずつ選択して調理し、再現したものを試料とし、平成21年はK小学校の給食の調理品を試料として卓上型物性測定器（山電製 TPU-2S(B)）を用いてテクスチャー試験を行った²¹⁻²²⁾。調理品のかたさの範囲は、昭和52年、平成7年、平成21年と年次を追って軟化傾向を示した。一方、K市では食育の一環として、咀嚼の大切さを教える「かみかみ献立」が導入され、通常の献立よりもかたい食物が多く用いられていた。また、福岡市学校給食センターにおける平成21年度～平成26年度「学校給食コンテストレシピ集」²³⁾の中には、根菜類、豆類、小魚など噛み応えのある食材を多く使用した郷土料理や行事食などが多くみられた。今後、K小学校の学校給食の展開としては、日本および地域の伝統的な食文化についての理解を深めるとともに、噛み応えのある調理品や薬膳食材の活用など更なる進展が考えられる。

V. 結 論

咀嚼行動を含めた食習慣の改善が児童の健全な咬合力および咀嚼機能の発達につながるということが示唆され、さらには肥満予防が期待された。本研究は今後、さらに広範にわたる調査を重ね、児童の咀嚼力と咀嚼行動との関連性を明らかにすることで、児童の食教育の基礎資料の一助となり、食習慣の形成、自立期から生涯に亘る良好な食習慣の形成に寄与すると考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご協力いただきました福岡県K市のK小学校の教職員および栄養士の方々に心より感謝申し上げます。また、調査にご協力いただきました被験者および保護者の皆様にお礼申し上げます。

利益相反

利益相反に相当する事項はない。

文 献

- 1) 遠藤浩正：学齢期における咀嚼能力と咬合の発達に関する研究，口腔衛生学会雑誌，44, 665 - 674 (1994)
- 2) Sakata T, Yoshimatsu H, Masaki T, Tsuda K: Anti-obesity actions of mastication driven by histamine neurons in rats, *Experimental Biology and Medicine*, 228 (10) 1106-1110 (2003)
- 3) Sakata T: Histamin neuroms activated by mastication satiate appetite and up- regulate their energy expenditure, In: *Histamin Biology and Medical Aspects*, (ed by Falus A, Grossman N), p221-256, Spring Med, Budapest (2004)
- 4) 坂田利家：日本肥満学会編：肥満症治療ガイドライン—その目的と今後の課題—，日本臨床，68, 582-589 (2010)
- 5) 文部科学省：学校保健統計調査 - 平成21年度結果の概要，p14，文部科学省ホームページ，http://www.t.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/kekka/k_detail/1287812.htm.
- 6) 向井美恵：食べる機能の発達と食育，母子保健情報，56, 2011
- 7) 宮井信行，白石龍生，後藤英二：児童・生徒の摂食および咀嚼習慣に関する調査研究，大阪教育大学紀要 第三部門，42, 1, 61-88 (1993)
- 8) 富永一道，安藤雄一：咀嚼力の評価における主観的評価と客観的評価の関係，口腔衛生会誌，57, 166-175 (2007)
- 9) 竹原順次，本多丘人：成人男性集団における咀嚼機能の評価 第1報 チューインガム法による検討，口腔衛生会誌，50, 23-30 (2000)
- 10) Leake JL: An index of chewing ability, *J Public Health Dent*, 50 (4) 262-267 (1990)
- 11) 平井敏博，安斎隆，金田洩，又井直也，田中收，池田和博，内田達郎：摂取可能食品アンケートを用いた全部床義歯装着者用咀嚼機能判定表の試作，補綴誌，32, 1261-1267 (1988)
- 12) 高橋啓子，吉村幸雄，開元多恵，國井大輔，小松龍史，山本茂：栄養素および食品群別摂取量推定のための食品群をベースとした食物摂取頻度調査の作成および妥当性，*栄養学雑誌*，5shoku 9, 5, 221-232 (2001)
- 13) 高橋啓子：栄養素および食品群別摂取量を推定するための食物摂取状況調査票（簡易調査法）の作成，*栄養学雑誌*，61, 3, 161-169 (2003)
- 14) 平成19年度児童生徒の食事状況等調査報告書：独立行政法人日本スポーツ振興センター学校安全部食の安全課，p.14, 153-166, 239-258 (2009)
- 15) 服部佳功，佐藤智昭：咬合力測定に基づく咬合診断の可能性，*顎機能誌*，12, 12-16 (2005)
- 16) 川村早苗，高井重治，高橋徹，久保金弥，小野塚実：小学生の咬合力の年次推移と体力・運動能力との関係 - 新体力テストを用いて -，*教育医学*，54, 3, 228-235 (2009)
- 17) 安富和子，足立忠文，増田裕次：小学校での咀嚼訓練による咬合力と食嗜好の変化，*日本咀嚼学会*，19, 2 (2009)
- 18) 財団法人日本学校保健会：食と咀嚼に対する実態等の調査委員会報告書 (2010)
- 19) 茂木専枝編：学校給食標準献立集 . p6-p246, 光生館 (1979)
- 20) 殿塚婦美子編：施設別集団給食献立集 . p52-p54, 建帛社 (1995)
- 21) 時藤亜衣，吉岡慶子，LENG HONG、福澤佑果、白水愛恵、中山菜穂：児童における咬合力と咀嚼行動，第64回日本栄養・食糧学会大会（徳島，アスティとくしま），2010年5月21-23日
- 22) 時藤亜衣，吉岡慶子：学童期における咬合・咀嚼、食物摂取状況と肥満との関連性，第57回日本栄養改善学会学術総会（埼玉，女子栄養大学），2010年9月10-12日
- 23) 福岡市：学校給食コンテスト入賞レシピ集，<http://www.city.fukuoka.lg.jp/kyoiku.../kontesutoresipishuu.html>. (2015.12.26)