

総 説

子どもの咬合力・咀嚼能力と食生活

岡 崎 光 子*

The Biting Force, Masticatory Ability and Dietary Life in Children

Mitsuko OKAZAKI*

1. はじめに

子どもの咀嚼が問題になった発端は、およそ20年前にさかのぼることができる。近年のわが国の子どもの食生活に関わる問題として、食品の安全性、朝食欠食、共食の有無、栄養素のアンバランスな食事摂取の問題、食物アレルギー、野菜や魚を嫌う偏食など、食物の摂り方、食べる量、それに由来する健康上のことが話題に取りあげられることが多い¹⁾。しかし、よく噛んで食べる事の重要性については、教育の現場で食育活動テーマとして取りあげられることは、今まではそれほど多くはなかった。前記の食育白書の中でも、“噛むこと、味わい方”についての関心、及びその実践の状態については報告されているが、子どもに限定した内容ではない。しかし、心身ともに健康な子どもを育むための第一歩は、よく噛んで食べられることと考える。歯科学領域では、子どもの咀嚼問題を早くから取りあげているが²⁻⁵⁾、栄養学の領域では、特に子どもの咀嚼を問題にし、さらに栄養教育にまで発展させた論文は少ない。1991年、当時TBSのニュースキャスターをしておられた堂本暁子氏が、無認可保育施設である「ベビーホテル」の取材中に、保育さんたちの、『噛めない子がいるのよね』と話していることを耳にしたことをキッカケに、保育園児の食物を噛んでいる実態についての調査を開始された。全国の保育園4,935施設、406,598人の園児を調査した結果、“噛めない子、噛まない子”は2～3歳児で1.7%、4～5歳児では0.8%であることが明らかにされた⁶⁾。このことはテレビのニュース番組で報道された。これが契機となり、日本の子どもの咀嚼の研究に拍車がかかったと言っても過言ではない。平成7年に実施された乳幼児栄養調査結果⁷⁾では、3～4歳の幼児で「堅いものが噛めない」児は6%前後おり、「よく噛まずに丸のみする」も8～11%いた。赤坂らの研究でも⁸⁾、日常、一般家庭で食べられ

ている食品のかたさの範囲は、非常に広いものの、その分布はかたさの小さい方に集中しており、官能的に軟らかいと感じる食品の多いことが報告されている。「歯触り・舌ざわりの悪い食べ物を嫌いか」の質問には、約20%の子どもが“はい”と回答している⁷⁾。近年の子どもの野菜摂取をテーマとした食べる授業の実践を行った池田ら⁹⁾の研究においても、歯ざわり、舌ざわりが悪く、かつ、苦みのあるピーマン、セロリ、青梗菜などの野菜類は、子どもは苦手であることを報告している。

以上のように、最近の幼児を含め小学生の子どもたちの中には、噛むこと（咀嚼）に問題を抱えているものがある。

2. 噛んで食べる咀嚼とは

咀嚼とは、食物を噛み砕き、唾液を混ぜて飲み込む嚥下に適した食塊を形成する過程をいう¹⁰⁾。咀嚼は、下顎の開閉や唾液の分泌、舌による食物の混和などの複雑な組み合わせで、呼吸と同様にリズムがある自動的な運動であるが、同時に意識的に早くしたり、逆に遅くしたり、さらに止めることもできる特殊な運動である。この運動の神経回路は、歩行、姿勢、血液循環の調節などとともに脳幹にプログラムされており、また制御は、覚醒、高次神経活動、情動・本能、恒常性、味覚、食べる動機づけ、運動・平衡などが関わる脳の各部の調節機構によるので、生命の維持に極めて重要である¹⁰⁾。

咀嚼の基本的機能は生後の学習が必要であり、特に離乳期前半の学習により獲得されと考えられている¹¹⁾。さらに咀嚼の発達には、咀嚼筋などの筋力の増大、歯の咬合接触面積の増加、歯根膜受容器および咀嚼筋紡錘の成熟などが複雑に関連し、咀嚼能力は増大する¹²⁾。したがって、幼児の咀嚼能力を増大させるためには、口顎系器官が正常に発達していることが必要であると同時に、発達過程の途上で様々な食物を通しての適応・訓練をさ

* 実践栄養教育学研究室, 女子栄養大学: Laboratory of Applied Nutrition Education, Kagawa Nutrition University

せることが重要である^{13, 14)}。つまり、日頃から噛む訓練を習慣化させながら、噛む力を増強することが必要である。そのためには、噛み応えのある食物・料理を意識して与えることが必要となる。このように摂食機能の一つである咀嚼能力の育成には、授乳期をスタートとする小児期に学習によりその能力を獲得し、さらに、それを学習して発達させていく必要がある^{11, 15)}。しかし、前記したように近年、噛み応えのある食品を“噛めない”“噛もうとしない”，あるいは“上手に飲み込めない”など、咀嚼の拙劣な子どもがいることが報告されている^{6, 16-18)}。この咀嚼能力は、増齢に伴い増大することも先行研究により明らかにされている^{15, 19, 20)}。と同時に咀嚼能力は、前述のように咀嚼学習により発達するものと考えられている²⁰⁾。したがって、小児期の咀嚼能力を増大させることは、子どもの心身ともに健全な発育発達を促すためにも重要なことである。

一方、食品の種類の多様化が進むと同時に、食生活の合理化から人々の「簡便性・利便性」志向が進み、それに対応すべく加工食品の生産量が増加している²¹⁻²³⁾。このような食環境は、成長期にある子どもの咀嚼能力を正常に発達させ、維持させていく上では望ましい状況とは言えない。しかし、現代の子どもたちは、噛みごたえのある食物を嫌い、いわゆる加工食品などの軟らかい食物を好むようになってきており、“噛めない”，“飲み込めない”など、摂食機能の低下を示す子どもの増加もみられている²⁴⁻²⁸⁾。

なお、本論文中では咬合力と咀嚼能力という用語を両方表記している。咀嚼能力については前記したような状態を言う。他方、咬合力は歯芽支持組織、顎関節や咀嚼筋群などの形態の影響を受け、上顎と下顎の歯、または義歯が噛み合わせる力を意味する。したがって、咬合力と咀嚼能力とは本来、異なる力である。しかし、両者は非常に高い相関を示すことが先行研究²⁹⁾により明らかにされていることから、本稿では両用語を同じ状態を表すものとして表記した。しかし、本論文中に引用した文献の中には、咬合力と咀嚼能力とを区別し、記述しているものもある。その場合には原著者の記述に従った。

3. 子どもの咬合力・咀嚼能力に及ぼす要因

1) 身体的要因

①身長・体重

咀嚼能力と身長、体重との関係は、いずれも成長に伴い咀嚼能力は増大するとの報告がある^{27, 30-32)}。川村らは³³⁾、学年が上がるにつれ最大咬合力は増加すること、そしてBMIと握力とが有意に関連することを明らかにしている。これは、身体の大きさと筋繊維の量とは直接比例するものではないが³⁰⁾、咀嚼能力の増大と密接な関係があるものと考えられている^{34, 35)}。Ulien KC. は³⁶⁾は、思春期の子ども並びに成人の咀嚼能力の増大には、体の大きさが最も大きな要因であると指摘している。

②性

性差については、幼児期では咀嚼能力の性差は認められるという報告^{3, 37, 38)}と、認められないとの報告がある^{25, 39-41)}。しかし、小学生以降では性差は認められるという報告もある^{42, 43)}。すなわち、小学生くらいになると歯、歯周組織、顎骨組織、顎骨の形態、発育状態や咀嚼筋の筋力に性差がみられるようになることから、咀嚼能力にも性差はみられると考えられている⁴⁴⁾。田部らも⁴⁵⁾、小学2, 3, 4年生の咬合力を測定し、いずれの学年も男子の咬合力が大きいと報告している。さらに、Palinkas M. ⁴⁶⁾らの報告では、7歳～80歳代の咬合力は、いずれの年齢においても男性の方が大きいとしている。

③年齢

月齢と咀嚼能力との間には、有意な関係のあることが報告されている^{25, 31, 47-49)}。さらに、増齢により咬合力は増大することが報告されている^{29, 50-55)}。これは性差のところでも記述したように、歯周組織、顎骨組織、顎骨の形態、発育状態や咀嚼筋の筋力などの機能的発育は、増齢に伴い増大することが関係することから、咀嚼筋の成長発育と咬合力の増大は相関するものと考えられている⁴⁴⁾。

④永久歯現在歯数

遠藤は⁵⁶⁾は、発育期にある小学生、中学生の咀嚼能力の評価を行い、咀嚼能力に影響を及ぼす因子として、永久歯現在歯数が関係することを報告している。小学生の時期は、入学前後に第一大臼歯の崩出が始まり、前歯部および側方歯群の交換が行われる混合歯列期に該当する。そこで9歳頃までは咬合力は増齢に伴い増加していくが、10歳前後で第一乳臼歯が脱落すると、一時的に咬合力は低下する。したがって、このような口腔内の変化を認識し、この時期に行うべき栄養教育の目標は、単に硬いものを噛むような一元的な指導ではなく、個人差に留意すること、すなわち、口腔内の発育発達状況を十分に考慮し、様々な硬さと弾力を有する多様な食品、料理をバランスよく組み合わせて食べるように設定することが重要である。

⑤歯科疾患（齲蝕、歯肉炎）

齲蝕歯との関係につき著者らは³¹⁾、齲蝕歯保有児の咀嚼能力は非保有児に比較し、有意に低値を示したことを報告している。また、五十里ら⁵⁷⁾も、齲蝕未処置歯および処置歯を保有する園児は無齲蝕歯群に比較し、有意に低い値を示すことを報告している。落合ら⁵⁸⁾、三條⁵⁹⁾、さらに大山らは⁶⁰⁾、齲蝕歯の増加は咬合力の低下をきたすことは否めないと報告している。軽度の齲蝕罹患児の咬合力も低下するが、しかし、充填処置をすることにより健康歯の95%位には回復することが報告されている⁶¹⁾。これらのことから、齲蝕は咀嚼能力を低下させる要因の一つではあるが、早い段階で処置することにより、咀嚼能力は維持されることが示唆される。現在、わが国の幼児の齲蝕歯保有率は41.6%であり、その内、治療が完了している幼児は18.4%と少ない状態にある。しかも近年は残念ながら、その処置率は減少傾向にある⁶²⁾。

従来より我が国では、子どもが間食時やおやつ時に喫食するものとしては、甘い菓子類、清涼飲料水を飲食することが多い。これらの食品は、食べた後の口腔内の衛生状態により齲蝕を発症させる原因ともなりうる。そこで、子どもの咀嚼能力の維持向上の観点からは、間食時に食べさせる食品の種類の問題、さらに食べさせ方を考慮した栄養教育が検討されなければならない。「健康日本21」の到達目標の一つに、“う歯のない幼児の増加”が挙げられている⁶³⁾。平成10年度(1998年)の全国平均(3歳児歯科健康診査結果)では、齲蝕のない幼児の割合は59.5%であった。そこで平成22年度(2010年)には、その割合を80%以上にすることが目標として掲げられたが、その目標には未だ到達していない状況にある。齲蝕以外の歯科疾患の一つである歯肉炎の高発症率も、間食や液状食をよく喫食している子どもに高いことが報告されている⁵⁹⁾。

今後、齲蝕歯予防と同時に歯周炎を予防する観点からも、幼児期に噛み応えのある食物を食べる習慣を身につけさせ、咀嚼能力の向上をめざす食育をさらに進めていく必要があると考える。

⑥歯の崩出状態

小児期の咬合力は、歯の崩出状態並びに顎、顔面、頭蓋の成長発育や大きさ、および咀嚼機能の発達の良否などに左右されると考えられている⁶⁴⁾。さらに咬合力は、歯の咬合接触面積、咬合面積の変化などにより影響を受ける⁶⁵⁻⁶⁷⁾。したがって、齲蝕歯を保有したり、不正咬合のある場合には、歯の咬合接触面積が小さくなるため、咬合力も弱くなることが考えられる。また、咬合の発育は子どもの口腔内の発育に伴い異なってくる⁶⁸⁾。すなわち、乳歯列後期では、第一大臼歯の崩出の影響を受け、咬合接触面積が増大すること、および顎骨の発達や筋力の増加などの影響を受けて咀嚼能力は向上することが明らかにされている^{31, 69)}。つまり、口腔内の発育に伴い乳歯は次第に永久歯に生え換わり⁷⁰⁾、第一大臼歯の崩出とともに、噛む力は第二乳臼歯主導から第一大臼歯主導に変化していく。これは、6歳以上の小児に顕著にみられる現象である^{16, 71)}。この歯の生え換わる時期に、咀嚼機能は習熟され発達する⁷⁰⁾。つまり咬合接触面積が増加し、さらに筋・神経機構が成熟し、顎関節形態も変化して下顎窩のくぼみが深さを増すことにより、下顎の位置が相対的に決定されるようになるため咀嚼機能は習得されと考えられている⁷¹⁾。ヘルマンの咬合発育段階によると⁷²⁾、小児の標準的な咬合状態はⅠ～Ⅴ期の5段階に分けられており、さらにそれぞれはAとCに分類されている。但し、Ⅲ期のみB段階が設定されている。この咬合発育段階によっても、子どもの咬合力は異なる^{45, 68, 73)}。著者らの研究では⁷⁴⁾、ⅢA期(前歯の生え換わる時期)、ⅢB期(側方歯群の交換期)であると、噛み合わせがうまくいかず、咬合力は一次的に低下する現象がみられた。他の研究報告では⁷⁵⁻⁷⁷⁾、咬合力はⅢB期で一時減少し、ⅢC期で再び増加している。この背景に

は、乳臼歯の動揺や、喪失により、咬合力は一時、減少するが、小臼歯・第二大臼歯の崩出によりⅢC期では、再び咬合力は増加すると考えられている。ⅢA期、ⅢB期では、歯の欠損部分ができるため、そこに食べ物が溜まりやすい。したがって、この時期の子どもは食べ物をため込んで食べる現象もみられる。そこで、口腔内の発育発達状態の違いにより幼児には一時的に“噛めない”、“噛まない”という現象がみられることもあろう。そのため、子どもを養護、保育している大人は、その状態を正確に観察し、対処することが望まれる。

⑦不正咬合

Kamegai ら⁵⁴⁾は、不正咬合のある幼児の場合には正常な咬合の児に比較し、咬合力は30%低く、高校生の場合には70%も低くなるとしている。これは不正咬合の場合、前記したように、上顎と下顎の噛み合わせが悪くなり、歯の接触面積が小さくなるためである。著者らも⁷⁸⁾幼児の場合に、同様の結果になることを明らかにしている。

⑧食欲

子どもたちが好んで喫食している食物は比較的脂肪を多く含み、単位当たり食品のエネルギー量の多いものである⁷⁹⁾。すなわち脂肪を多く含む食品・料理を好んで食べる傾向にある。脂肪を多く含む食品・料理は噛み応えが低い。そこで、噛む力にも影響を及ぼしているものと考えられる。一方、最近の子どもの運動量・活動量は低下している^{80, 81)}。この状況は、子どもが空腹感、飢餓感を感じることが少なくなってきたことにも影響を及ぼしていると考える。言い換えれば、子どもは空腹を感じ、かつ、食欲があれば、少々嫌いなものでも、また噛み難く、食べにくいものであっても、それらの食べ物を食べるものとする。それにより、噛む力は育成されていくことも考えられる。広瀬ら⁸²⁾は、このことを東京・新潟・富山・三重・沖縄の幼児へのアンケート調査により検証している。

2) 摂食行動と咬合力・咀嚼能力との関わり

①栄養法

乳児は乳首などが口の中に入ると舌でそれを捕らえ、すぐにリズミカルに吸啜を開始する。これは、乳児には吸啜に適した口腔内の形態がみられるからとも考えられる。顎口蓋部には乳首を安定させる窪み(吸啜窩)があり、頬部内面の前後には吸引時の陰圧を保つのに都合のよいBichatの脂肪床がみられる⁸³⁾。これにより、乳児は母乳(ミルク)を吸うことができるのである。乳児への授乳方法の中では、母乳栄養法で育てられた幼児の咀嚼能力が最も大きく、ついで混合栄養法であるとの報告がある^{30, 31)}。これは一般に、母乳栄養児は人工栄養児に比較し、口腔周囲の筋肉運動に差があるからである。母乳栄養児は母乳を吸う時に、口を大きく開け、舌を前突させて乳首を口腔内へ取り込み、母親の乳輪全体を頬張るように顎を活発に動かし積極的に吸啜の努力を行う。

そこで母乳栄養児は他の授乳方法の乳児に比較し、最も活発に吸乳を行うのである。この活発な吸乳運動は、幼児期の咬合に影響を与える筋肉の発達に関係してくるものと考えられている⁸⁵⁾。

②離乳食

生後4、5か月頃から離乳食が与えられ始める^{84, 85)}。生後6か月頃になり乳歯が生えてくると、吸乳行動が次第に咀嚼行動に移行していく。この移行は先天的な能力ではなく、生後の学習により獲得される能力である⁸⁶⁾。離乳期における離乳食の与え方は、乳児の咀嚼能力の増強に影響を与える。そこで離乳食の調理形態は、基本的には乳児それぞれの咀嚼能力に応じた受け入れやすいものであることが重要であると考え^{84, 85)}。一般に市販されているベビーフードには、裏ごし製品とつぶし状製品の2種類があるが、離乳後期用の製品の中には、裏ごしし過ぎの物もあり、かつ、離乳後期用の離乳食の種類も限られている^{84, 85)}。手作りの離乳食が必ずしも、乳児の咀嚼能力の発達に適した形態に調理されているとも限らない。しかし、離乳食を幼児の口腔内の発達および食欲に合わせて調理し、食べさせている場合、および離乳の進め方に沿って離乳食を食べさせていた保護者の子どもの歯の擦り減りは、そのような進め方で食べさせられてこなかった幼児に比較し、大きかったことが報告されている⁷⁸⁾。これは離乳食として、乳児の咀嚼能力を考慮した食物(料理)が与えられていたことにより、乳児は自ずと咀嚼の訓練を行っていたものと推測される。咀嚼運動は、先天的反射運動ではなく、離乳食を体験し、咀嚼の訓練を重ねることにより、その能力は獲得されること⁸⁶⁾を保育士、管理栄養士などは保護者に認識させる必要がある。

③日常、喫食している食物・料理

子どもが日常、喫食している食品と咀嚼能力との関係を考察している文献によると⁷⁸⁾、日常、噛み応えのある食品をできるだけ数多くの種類を食べさせることは、子どもの咀嚼能力を増大させることにつながると報告されている。Maria Beatriz ら⁸⁷⁾も、日常、噛み応えの少ない軟らかい食物を食べている幼児の噛む力は、噛み応えのある食品を食べている児に比較し、弱いことを報告している。安富ら⁸⁸⁾は、小学校の給食で提供される主食中、パンはソフト麺やご飯に比較し、咀嚼時間が長いと報告している。これは噛み応えのある食品の方が噛む時間は長く、咀嚼能力を必要とすることを示唆している。

④摂食の仕方

食物をかき込むように食べる子ども、および汁ものや飲み物と共に食物を流し食べる子ども、さらに食べる時間の早い子どもの咀嚼能力は小さいことが報告されている^{78, 89)}。これらのことは、日頃、あまり噛まずに飲み込

むような食べ方をしている子どもの咀嚼能力は小さいことを意味している⁹⁰⁻⁹²⁾。村上らは¹⁶⁾、十分に噛まないで飲み込む幼児の食べ方の特徴は、食事時間が短い、食が太い、何度もお代わりをする、パクパク食いをする、口一杯にはおぼる、顎の動きが速いことを報告している。また、成人(平均年齢23.2±2.2歳)の研究ではあるが、肥満者ほど、「早食い」「口の中に食物を詰め込みやすい」「よく噛まない」などの食べ方をしていることが報告されている。すなわち、咀嚼回数の少ないことが示されている⁹³⁾。同様に大人を対象としている研究ではあるが、料理を「丸かじり」した場合とフォークとナイフを用いて食べた場合の咀嚼回数は、食具を使用して食べた場合の方が、咀嚼回数及び摂取回数(食物を口運ぶ回数)は、共に有意に大きかったとの報告がある⁹⁴⁾。このことは、食事の際にフォークとナイフを用いて食事することは、例え早食いの傾向をもつ人でも、無意識のうちに咀嚼回数を増加させていることが考えられる。この現象は小児にも当てはまるものと考え。すなわち、咀嚼回数を増加させることは、咀嚼能力の向上にもつながろう。そこで今後の子どもへの食育では、日常、家庭、学校でも料理によっては、フォークとナイフを用いた食べ方を訓練することは、食事のマナーを修得させるのみならず、強いては、子どもの咀嚼能力の向上にも繋がるものと考え。食事時にテレビなどを見ながら食べる食べ方の影響については、咬合力の大きい子どもはテレビを消して食事をしているとの報告がある⁴⁵⁾。テレビを消して食べることは、食べることに集中させることができ、しっかり噛む訓練にもつながったものと推測される。

⑤外食・中食

日頃、外食する回数の多い子どもや食事中に加工食品を種類多く、かつ、頻回使用した料理を食べさせられている子どもの咀嚼能力は、そのような状態にない児に比較し、小さいことが報告されている⁷⁸⁾。このことは、子どもが外食する場所の多くは、ファミリーレストランやファーストフード店などであり⁹⁵⁾、これらの施設で昼食時や夕食時に提供する料理は、基本的にはレストラン内の調理場で素材からは調理されず、中央の調理場で大量調理された物をレストランで温めて提供していることが多い。したがって、事前に加熱調理されたものが多く使用されており、一般的には柔らかい料理が多い。ちなみに独立行政法人日本スポーツ振興センターの報告書⁹⁶⁾によると、7～14歳の子どもが喫食する人気メニューの第1位はすし、次でラーメン、カレーライス、ハンバーグである。一方、家庭で中食として使用されている総菜の多くは餃子、シュウマイ、ハンバーグなどである⁹⁷⁾。これら総菜の噛み応えは、赤坂らの資料による⁹⁸⁾と、噛み応えの少ない料理である。著者らの研究⁷⁸⁾でも、子

* 噛み応え指数は以下のように算出した。まず、子どもが喫食した食品を3グループに分類した。すなわち、食品の硬さ1～4(1.0kg未満)をⅠグループ、ランク5～7(1.0以上から2.0kg未満)をⅡグループ、ランク8～10(2.0kg以上)をⅢグループとし、子どもが各グループに属するそれぞれの食品を「噛める」と母親が回答した場合には1の値を、「噛めない」と回答した場合には0を当てはめ、各児、各食品の硬さランクグループ毎に噛み具合を計算した。例えば、Ⅰグループに属する硬さランク1の食品が9種類であった場合、その9種類全てを「噛める」と回答した場合には1×9=9となる。Ⅱグループ、Ⅲグループに属する全ての食品についても同様の手順で計算した。次にⅠ、Ⅱ、Ⅲグループの合計数を全食品数で割った。このようにして算出された値を「噛み応え指数」とした。

どもが家庭でよく喫食していた市販食品は、フライドチキン、餃子、ミートボール、メンチカツ、シュウマイ、コロケなどの、いわゆる噛み応え指数*の少ない料理であることを明らかにしている。

咀嚼筋活動量または、噛み応えの少ない食事を日常的に喫食するような食習慣では、咀嚼能力の増加は少ないものと考えられる。ファーストフードは、脂肪の含有量が多く、咀嚼回数を半減させるとも報告されている⁹⁹⁾。近年の調査では、清涼飲料水やジュースなどで食事を流し込んで食べている小・中学生の噛み回数は、そうではない子どもと比較すると少ないことが報告されている¹⁰⁰⁾。著者らも同様な結果を報告している⁷⁸⁾。細谷ら¹⁰¹⁾は、現代の幼児にみられる咀嚼機能の弱体、つまり、“噛めない”“飲みこめない”状態にある子どもの存在は、手軽に外食をすることが可能なこと、そして利用可能な市販食品が豊富な飽食時代における食習慣が背景にあると指摘している。

⑥野菜の嗜好とその摂取状況

咀嚼筋活動量の多い食品としては、野菜類があげられる⁹⁸⁾。特に葉野菜が含有する食物繊維は多い¹⁰²⁾。食物繊維を多く含む野菜の噛み応えは大きい。著者ら⁷⁸⁾は、幼児が1日に摂取する食物繊維は約11gであり、そのうち野菜から摂取した食物繊維は3.9g(35.5%)であったこと、そして食物繊維摂取量と咀嚼能力とは正の相関関係にあることを報告している。幼児は自ら食物を選択し、調理することは未だ困難な状態にある。したがって、幼児が食物繊維を多く含む野菜を食べられるか否かは、大人の食事の与え方に大きく影響される。保育園、小・中学校では多くの場合、給食が提供されている。そのような保育、教育の施設では、できるだけ種類の野菜を少しでも多く食べさせようと、栄養士をはじめとして、保育士や栄養教諭(学校栄養職員)が努力している。しかし、家庭の食事における野菜の摂取量は未だ少ない状態にある^{97, 103)}。そこで保育園、幼稚園、小学校並びに家庭でも、噛み応えのある野菜をいかに食べさせていくかに関する具体的な食育活動が、近年は実施されるようになった。名村らは¹⁰⁴⁾、幼稚園において1年間、野菜や果物を栽培・収穫し、特に収穫した野菜を使用したクッキングを加えた食育(「野菜を食べよう」)を実施し、食育効果の上がったことを報告している。三豊市教育委員会でも幼稚園児から高校生までを対象として、野菜の栽培や収穫、調理実習、生産関係者との交流などの体験活動を通して、農作物や野菜に興味を持たせ、親しみ、積極的に野菜を摂取するための活動を展開している¹⁰⁵⁾。また、沖縄県教育委員会でも、文部科学省の指定を受け平成21年度に「幼稚園における食育に関する調査研究」の中で、「野菜を育てる、簡単な料理を作る、楽しく会食をする等の食育」の実践活動を展開している¹⁰⁶⁾。さらに5A DAY協会では、全国309カ所で野菜を1日5皿分(350g)と200gの果物を食べることを推奨する食育体験学習を展開し¹⁰⁷⁾、また、特定非営利活動法人・生果物

推進協会も、全国の教育委員会、学校等と連携し、出前授業を実施する中で、児童・生徒に野菜摂取の重要性についての食育活動を展開している¹⁰⁸⁾。野菜は子どもに嫌われる食品ではある¹⁰⁹⁾。秋本ら¹¹⁰⁾は、赤坂ら¹¹¹⁾は「野菜嫌い」「歯ごたえのある食べ物の方が嫌い」「軟らかい食べ物の方が好き」などの嗜好傾向のある幼児は、噛むことが苦手なことを報告している。同様にYamanakaらも¹¹²⁾も、キャベツやセロリのように硬い野菜を好んで食べる幼児の噛む力は、嫌いで食べない児に比較し、大きいことを報告している。前田ら⁹¹⁾、大林ら⁹²⁾の研究、また赤坂らの研究でも¹¹¹⁾、偏食が少ない幼児の咀嚼能力は偏食の多い児より大きいことを指摘している。

以上のことから今後の食育の目標の一つに、野菜を食べさせることが挙げられるが、これは単に栄養素バランスを整えるためのみならず、咀嚼能力の維持、向上を図るためにも必要なことと考える。

3)生活習慣と校合力、咀嚼能力との関わり

①就寝時刻・起床時刻

子どもの生活習慣の中で、夕食喫食時刻や就寝時刻が遅くなることは、朝の目覚めを悪くし、さらに活動性の低い生活行動になる、いわゆる「生活リズムの夜型化」になることが指摘されている^{80, 113-115)}。著者らも¹¹⁵⁾、保育園児(3~5歳)の中で早寝・早起きをしている児は、好き嫌い無く何でも食べており、咀嚼能力も大きいことを報告している。大人の生活パターンに子どもを合わせさせていることは、子どもの遅寝・遅起につながり、しかも母親が就業している場合には、朝食時に、時間を十分にかけて食事を喫食させることが難しくなる。したがって、子どもは心ならずも流し食べ、かき込み食べ等をする食習慣がつき、よく噛まずに食べてしまっている状態になることも考えられる。よく噛んで食べている児童は「朝食を誰かと食べている」、「家族で集まっておしゃべりをする時間がある」などの生活習慣と関係のあることも報告されている^{80, 116)}。

②喫食時間

牧ら²⁹⁾は、小児の咬合力、咀嚼能力の測定に関する研究の中で、咀嚼時間、咀嚼回数の減少、すなわち喫食時間の減少は、咀嚼筋の発達を阻害し、咀嚼能力に影響を及ぼすことを明らかにしている。

③運動習慣および体力

日頃、友人と積極的に遊ぶ幼児の咀嚼能力は、そうではない児と比較し、大きいことが明らかにされている⁹²⁾。これは、体を動かして遊ぶ時間が長い場合には、咀嚼筋などの筋力もそれに伴い増大することによるものと考えられる。小野らは³²⁾、小学1年生から6年生合計289名を対象に咀嚼と体力との関連性につき検討している。その結果、低学年生では握力・シャトルラン・50m走・立ち幅跳びで、高学年生では、反復横跳びとの項目間に咀嚼能力との関連があったこと、すなわち咀嚼能力の高い児童の方がこれらの運動能力は有意に高いことを報告し

ている。さらに小学6年生を対象に新体力テストと咀嚼能力との関係を検討した研究¹¹⁷⁾では、直接的咀嚼力(ガムを噛ませ、それによって溶出する糖量を計測する)と新体力測定敏捷性(反復横跳び・ソフトボール投げ)、瞬発力(平均握力、上体起こし)、および柔軟性(長座体前屈)とは大きく関係することが示されたことを報告している。つまり、咀嚼能力と前述した運動能力を構成する基本的な体力要素とは関連性の高いことが示唆されている。さらに高校生を対象とした大橋ら¹¹⁸⁾の研究によると、握力の大きい生徒の咀嚼能力は握力の弱い生徒に比較し、有意に大きかった事が報告されている。握力は測定時に歯を食いしばり測定することから、このような結果に結びついたものと考えられる。

4. 咬合力・咀嚼能力の維持向上を図る栄養教育・健康教育

1) 幼児期におけるしつけ

宮井らの研究では²⁶⁾、幼児期におけるしつけは学童期の咀嚼状況と関連のあることを明らかにしている。したがって、比較的早い時期から咀嚼に関する適切な指導をすることは、噛みごたえのある食物をも積極的に嚙食できるようにすること、さらにしっかり噛んで食べる習慣を修得させることに繋がるものと考えられる。

2) 訓練用のガムを用いた栄養教育

咀嚼訓練ガムを用い、咀嚼訓練を行うことにより咬合力は増強することは、諸研究者により報告されている^{27, 119, 120)}。Ohiraら¹²⁰⁾は、幼児に1日に2回、1回に5分間、訓練用のガムを噛ませることを4週間実施した結果、幼児の咀嚼能力はガムを噛まなかった児に比較し、有意に増大することを報告している。すなわち、ガムを噛む訓練により、咀嚼能力は増大することが示された。著者らは¹²¹⁾、4、5歳児の保育園児を栄養教育実施群(介入群)と非実施群とに分け、栄養教育の効果の有無を評価している。介入群には12か月間、月1回(30分間)栄養教育を実施した。そして毎回、終了時には訓練用チューインガム(株式会社・ロッテ製 dentist, 1.92g/枚)を用い、噛むトレーニングを実施した。噛むトレーニングはそれ以外に週1回(3分間)、保育園で実施し、さらに各家庭でも自主的に1日1回(3分間)はガムを噛むように依頼した。その結果、介入群の幼児の咀嚼能力は1年後には有意に増加した。ちなみに、非介入群の幼児の咀嚼能力も1年後には増加傾向がみられたが、有意ではなかった。このことは、幼児の咀嚼能力は増齢により増加はするが、子どもに噛むことの重要性を理解させ、日常生活の中でも噛み応えのある食品(料理)を与えることを意図して実施する栄養教育の効果も期待できることを示唆している^{121, 122)}。著者らの研究では、咀嚼能力を測定するためにチューインガム法を採用した。本方法は測定精度が比較的高く¹²³⁾、幼児へも実施可能なこと¹²⁴⁾、そして粉砕臼磨作用と混合作用の両方が反

映される可能性が報告されている¹²¹⁾。さらに大林らもチューインガム法と感圧紙法(デンタルプレスケール)との間に差は認められないことを報告している⁹²⁾。根岸らは¹²⁵⁾、平均年齢10.7歳の児童13名に1日2回、朝食後と、夕食後の10分間、硬性ガムを噛むことを1か月指導した結果、児童の最大咬合力は有意に増加し、さらにトレーニング終了1か月後にも、その咬合力は維持されていたことを認めている。これらのことにより、日常、噛む訓練を継続すること、少なくとも1か月間は訓練することは、咬合力を増加及び維持させるためには有効なことと考える。

3) 咀嚼力判定ガムを用いた栄養教育

著者ら¹²⁶⁾は、小学2年生59名、4年生58名、6年生55名、合計172名を2グループに分け、半数のクラスには色変わりガム(咀嚼力判定ガム:XYLITOL咀嚼力判定ガム, ロッテ社製)を、担任に依頼し、1週間に1回、1回2分間噛ませることを半年間継続した(介入群)。その咀嚼力判定ガムは、元は緑色をしているが、よく噛むことにより徐々にガムの色は赤色に変化する。その色の変化により咀嚼能力を推定することが可能である。介入群の2年生のクラスのみ、「魚への関心を高め、魚をたべよう」をテーマに2か月間、2週間に1回、給食前の10分間、栄養教育を実施した。その結果、2年生、4年生、6年生ともに咀嚼力判定ガムのガムスケール値は、半年後には、有意に増大した。他方、咬合力についてもデンタルプレスケールを用いて測定したが、4年生男子を除き、同様の結果を得ている。2分間ガムを噛ませた時間については、小児の集中力の持続を考慮すると、妥当な時間と考えられている¹²⁶⁾。人見らも¹²⁷⁾、同様に咀嚼力判定ガムを幼児に1週間に1回、1回2分間、4週間にわたり噛ませている。同期間には4回、食教育も実施している。大平らも¹²⁸⁾、4～6歳の幼児に色変わりガムを1か月、1日2回、1回5分間噛ませている。これらの研究ではいずれも、幼児や学童に特製のガムを用い、咀嚼トレーニングを実施することは、乳歯列期や混合歯列期であっても、咀嚼能力を向上させることに繋がることを示唆している。

咀嚼力判定ガムの有効性については、山賀ら¹²⁹⁾の研究においても検証されている。松原らは¹³⁰⁾、色変わりチューインガムの小児科臨床への応用の論文の中で、小学4年生は乳歯列期や混合歯列期であり、形態的、機能的に差があることを考慮しなければならないとしている。そこで、咀嚼力判定ガムを用い咀嚼能力を判定するためには、今後、各児の咀嚼能力の発達に合わせた基準値の設定を検討する必要がある。

4) 噛み応えのある食品(煎り大豆)を用いた健康教育

噛み応えのある食品としてA小学校の児童らが自ら栽培した大豆を煎り大豆にし、2時限目の休み時間を利用し、1人15粒を30日間良く噛んで食べることを実施

した研究では¹³¹⁾、30日後には児童の咀嚼能力は有意に増加したことが報告されている。すなわち、噛み応えのある食品を毎日「しっかり噛んで食べること」により、児童の咀嚼能力は短期間でも増加することが示されている。その他、河村ら¹³²⁾、Thompson DJ¹³³⁾も、咀嚼能力を強化する目的で開発された食品を用いて訓練を行った結果、小児の咀嚼能力は増加したことを報告している。

5) 噛み応えのある給食の提供－学校・家庭・地域連携による食育活動－

著者は、埼玉県T市内F小学校2年生、4年生計144名（介入群）とS小学校2年生、4年生計146名（コントロール群）を対象に、栄養教育の効果の有無を検討している¹³⁴⁾。介入群には5か月間、週1回10分間の栄養教育を実施した。なお、両群の児童はT市の給食センターから配食される同一の給食を喫食していた。その給食は、著者と給食センターの管理栄養士が共働して噛み応えのある献立に作成し、提供した。さらに両群の保護者へは毎回、児童への栄養教育の内容をプリントにして配布した。その結果、両群とも2年生では栄養教育終了後には咬合力は増加したが、4年生ではそのような効果は観察されなかった。このことは、栄養教育の効果、すなわち、2年生には知識の定着および噛み応えのある給食を喫食した効果は認められたが、4年生の咬合力は向上しなかったことになる。この背景には、4年生のように歯の生えかわる時期に該当する子どもは、前記したように乳歯列期や混合歯列期に当たり、歯の噛み合わせる面積は狭くなることから⁵⁰⁾、噛むことの必要性は理解しても、実質的に噛む面積が小さくなり、咬合力は向上しなかったものとする。

なお、本研究において著者らは、咀嚼能力の測定には咬合力測定フィルムであるデンタルプレスケール（富士写真フイルム株式会社製）50H-Rタイプを使用して測定し、咬合力測定システムオクルーザー FPD703（富士写真フイルム株式会社製）により解析した。これらの装置は小児歯科の臨床に応用されており¹³⁵⁾、再現性のあることが報告されている^{47, 136, 137)}。さらに、咬合力と咀嚼能力とは有意に相関することは、先行研究により報告されている^{29, 47)}ことから、咬合力は咀嚼能力を示す指標の一つと考え、本研究においてはデンタルプレスケールを用い咬合力を測定した。

6) 食事指導

噛むという刺激が海馬領域に影響を与えることは明らかにされている^{138, 139)}。このことにより、児童・生徒についても噛むという刺激は、記憶や学習能力に何らかの影響を与えることが推察される。田部らは⁴⁵⁾、その検討を行った結果、食事指導と咀嚼訓練により集中力・記憶力の向上がみられる可能性のあることを示唆している。そこで、家庭、学校においても日頃から噛みごたえのある食物、料理を食べさせていくことは学習の効率をあげ

ていく上でも必要となろう。

7) 食育支援

2007年6月に日本歯科医師会を中心に関連4団体から「食育推進宣言」が出された¹⁴⁰⁾。具体的内容は、以下のようである。

- 1) 「食べ方」を通して、生涯にわたって安全で快適な食生活を営むことを目的とした食育を推進する。
- 2) あらゆる場と機会を通じて、口の健康を守り五感で味わえる食べ方ができるよう食育を推進する。

幼児期：支援としては、自立して食べる機能発達の支援および歯が生え揃うに従い、しっかり噛んで食べることができるよう食環境からの支援が必要となる。さらに食具の使用のための機能発達を育む支援が必要となる。

学童期：咀嚼能力の育成と五感を使用して食べる食べ方の支援が必要となる。給食などを通して食事時間への配慮、五感が満たされる食べ方を学び、しっかり噛んで食べることと美味しさが関連していることなどを学ばせる。

現在、日本歯科学会を中心に、日本栄養士会も共同し、成長期にある子ども達へ噛む必要についての食育を実施している。

5. 終わりに

2010年の日本人の健康寿命は、厚生労働省の発表によると男性70.42歳、女性73.62歳である。一方、平均寿命は男性76.55歳、女性86.30歳であり、健康寿命と比較し、男性は9.13歳、女性は12.68歳の差がある。この約10年間前後は、日常生活に何らかの差し障りを生じた不健康な状態で生活している人々がいることになる。このような状況を引き起こしている背景には、一人一人の今までの日常の生活習慣が大きく関わっていることは、周知のことである。従来より健康を維持増進するためには、栄養・運動・休養のバランスをとることが必要であると言われてきた。しかし、日常生活の中で運動する時間、そして休養する時間を十分には確保出来ないが、逆に栄養は十分に確保している人は多い。したがって、メタボリックシンドロームに罹患している者（或いは患者予備群）が後を絶たないのである。平成24年7月に厚生労働省は「第二次健康日本21」を公表した。そこには、国民に現在以上に健康に対する意識の向上のみならず、健康を維持するための実践活動を行うことが求められている。安全な食物・料理を、美味しく、楽しく食べるとは誰しもが要望することである。しかし、美味しく、楽しく食事をするためには、平均寿命までは無理としても、せめて健康寿命くらいまでは、治療済みの歯であっても、自分の歯で食事することが必要であろう。昭和63年4月に、第二次国民健康づくり対策“アクティブ80ヘルスプラン”が掲げられた。人生80歳代になっても自立した生活を送ることを目標に、栄養、運動、休養の総合的な健康づくりが開始された。その対策の一つに、「8020」運動のスローガンも挙げられた。これは80歳代

になっても、せめて“現存歯を20本は維持し、美味しく食事を食べ、元気に過ごしましょう”ということの意味している。そのためには、乳歯が生え揃う幼児期はもとより、永久歯が生え揃う学童期には、口腔内の衛生管理を十分に行うと同時に、良く噛むことを必要とする食物・料理を食べる習慣づけをすることが重要となる。今や国を挙げて食育活動が盛んに実施されているが、まずは各家庭で、その習慣づけを行うことが、生活習慣病を予防する第一歩と考える。

引用文献

- 1) 内閣府 平成23年度・食育白書. (2011)
- 2) 船越正也, 川村早苗, 中島宏通, 藤原秀樹, 西川 有: 咀嚼機能と知能指数の相関について. 岐歯学誌, **14**, 17-29, (1987)
- 3) 船越正也, 川村早苗, 藤原秀樹, 裕 哲崇, 佐橋喜志夫: 咬合力と知能テストの関連性について. 岐歯学誌, **15**, 392-398 (1988)
- 4) 船越正也: 「咀嚼と能 文部科学省特定」研究「咀嚼システムの基礎的研究」総括班編. 咀嚼システム入門. 211-224, 風人社 (東京), (1990)
- 5) 船越正也, 佐橋喜志夫: 咀嚼と学習効果. 日歯評論, **620**, 73-84 (1994)
- 6) 堂本暁子: よい歯がつくる元気な子供. 那覇市学校歯科保健大会特別講演録, 134-144 (1994)
- 7) 厚生省児童家庭局母子健康課: 平成7年乳幼児栄養調査結果. (1997)
- 8) 赤坂守人, 田村厚子, 柳沢幸江: 咀嚼機能と食物の物性ー咀嚼からの食物分類についてー. 歯界展望, **74**, 629-640 (1989)
- 9) 池田正子, 住田 実, 菰島未来, 横田成美, 中務紗代子, 難波有美子, 脇坂しおり, 菱川美由紀, 山本百希奈, 亀甲薫, 永井成美: 視覚と味覚から学ぶ食教育プログラムの展開ー野菜摂取をテーマとした「食べる授業」の実践と児童への効果ー. 栄養学雑誌, **68**, 51-58 (2010)
- 10) 小林義典: 咬合・咀嚼が創る健康長寿. 日本補綴歯科学会誌, **33**, 189-219 (2011)
- 11) 二木 武: 咀嚼と小児の健康. 日本咀嚼学会誌, **1**, 11-18 (1991)
- 12) 赤坂守人: 児童生徒の咀嚼など口腔機能に関する諸問題. 日本学校歯科医師会誌, **75**, 32-35 (1996)
- 13) 二木 武, 帆足英一, 川井 尚: 小児の発達行動 第一版. 医歯薬出版, 31 (1984)
- 14) 二木 武: 幼児と低学年児の生理学. 食の科学, **99**, 33-39 (1986)
- 15) Ono Y, Kubota K, Okada M *et al.*: Dental Survey in Nigeria, Part 2. Biting force of Nigeria. Bull Tokyo Med. Univ. **32**, 41-48 (1985)
- 16) 村上多恵子, 石井拓男, 中垣春男, 北方幸江, 石川洋子, 森田一美: 摂食に問題のある保育園児の背景要因ーよくかまないでのみこむ子についてー. 小児保健研究, **49**, 55-62 (1990)
- 17) 食生活データ総合統計年報: 三冬社, 201-204 (2011)
- 18) 日本小児歯科学会: 小児の咀嚼機能に関する総合研究ー食生活, 食べ方, 生活環境などについてー. 小児歯科, **36**, 1-21 (1998)
- 19) 伊藤雅夫: 小児の咀嚼能力についての研究 第1編 健全歯列児の咀嚼能力について. 歯科学, **40**, 340-352 (1977)
- 20) 前田隆秀, 今井 麗, 樋口直人 他: 小児の摂取機能と行動 (食べ方) に関する研究ー第1報 咬合力, 咀嚼能力について. 小児歯科学雑誌, **27**, 1002-1009 (1989)
- 21) 木村 進: 食生活・食品産業をめぐる話題. 食の科学, **244**, 24-49, 光琳 (東京), (1998)
- 22) 三冬社: 食生活データ総合統計年報. 151-154 (2011)
- 23) 三冬社: 食生活データ総合統計年報. 288-291 (2012)
- 24) 斉藤 滋: 給食メニューと児童の咀嚼. パラチノースランド, **2**, 11 (1989)
- 25) 岸田典子, 津山裕子, 田頭弘子, 上村芳枝: 第24回 日本栄養改善学会講演集 (仙台). 日本栄養改善学会, 608-609 (1993)
- 26) 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, **42**, 61-68 (1993)
- 27) Oueis H: Factors affecting masticators performance of Japanese children. Int J Paediatr Dent, **19**, 201-205 (2009)
- 28) 吉岡慶子, 三成由美, 時藤亜衣, 米田妙子: 摂取食品の物性からみた幼児の咀嚼スコアと咬合力. 中村学園大学薬膳科学研究所 研究紀要, **3**, 39-45 (2010)
- 29) 牧 憲司, 高江州 旭, 上田秀朗, 加来昭典, 児玉昭資, 高峯明彦, 山野博久, 木村光孝: 小児の咬合力, 咀嚼能力の測定に関する研究. 小児歯科学雑誌, **30**, 590-597 (1992)
- 30) 殿内真知子, 青木裕子, 中島謙二 他: 成長発育における咬合力の増大にかかわる各種要因. 小児歯科学雑誌, **33**, 449-462 (1995)
- 31) 岡崎光子, 高橋久美子, 奥 恒行: 幼児の咀嚼能力に関わる要因の検討. 小児保健研究, **59**, 57-64 (2000)
- 32) 小野くに子, 奥田豊子: 小学生の歯の健康状態と食生活・体力との関連性. 大阪教育大学紀要第II部門, **56**, 21-33 (2008)
- 33) 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・運動能力との関係ー新体力テストを用いてー. 教育医学, **54**, 228-235 (2009)
- 34) Shiau YY, Wang JS: The effects of dental condition on hand strength and maximum bite force Cranio. **11**, 48-54 (1993)
- 35) English JD, Buschang PH, Throckmorton GS: Does Malocclusion Affect Masticatory Performance? Angle Orthod. **72**, 21-27 (2002)
- 36) Ulien KC, Buschang PH, Throckmorton GS, Dechow PC: Normal Masticatory performances in young adults and children. Arch Oral Biol, **41**, 69-75 (1996)
- 37) 林木 栄, 伊藤秀三郎: 幼児の咬合力について. 歯科学報, **58**, 1-8 (1958)
- 38) 長野三代太: 乳歯の咬合力に関する実験的研究. 九州歯学会誌, **13**, 403-423 (1959)
- 39) 遠藤正治: 学童期における咀嚼能力と咬合の発達に関する研究. 口腔衛生学雑誌, **44**, 665-674 (1994)
- 40) 酒匂賢一, 牧 憲司, 葛立 宏 他: 小児期における咬合力, 咀嚼力. 小児歯科学雑誌, **34**, 335 (1996)
- 41) 笠井仁治: 乳歯の咬合力に関する研究. 日大歯誌, **40**, 329-331 (1966)
- 42) 覚道幸男: 歯と口腔の臨床生理. 498, 永末書店 (京都), (1969)
- 43) 川村 宏, 吉原正彦: 長期の歯科的健康管理下におかれた乳歯列期の咬合型と咬合力の年齢的变化について. 歯

- 科医学, **56**, 65-80 (1993)
- 44) 田村康夫：吸綴から咀嚼運動への移行 1 咀嚼への発達のための吸綴運動の特徴. *Intensense*, **15**, 6-9 (1996)
 - 45) 田部英樹, 田中栄二, 上田 宏, 高 明善, 渡辺元気, 堀畑光恵, 大松恭宏, 竹本英代, 丹根一夫：学校における食育指導－児童生徒の咬合の経年変化と食習慣の関連性について－. 広島大学・学部・付属学校共同研究機構研究紀要, **36**, 271-275 (2008)
 - 46) Palinkas M, Nassar MS, Cecilio FA, Siessere S, Semprini M, Machado-de-Sousa JP, Hallak JE, Regalo SC: Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. *Arch Oral Biol*, **55**, 797-802 (2010)
 - 47) 宮島圭介, 小方清和, 植野 信 他：小児の咬合力, 咬合接触面積ならびに咬合圧に関する研究. *歯学*, **79**, 1083-1084 (1991)
 - 48) 赤坂守人：歯・歯列の発育と咀嚼機能の発達. 日本学校保健医学会誌, **72**, 161-170 (1995)
 - 49) 小方清和, 荏部洋行, 菊池 進：デンタルプレスケールを用いた小児の咬合力測定に関する研究. *小児歯科学雑誌*, **34**, 856-864 (1996)
 - 50) 植野 信：成長発育に伴う咀嚼機能の発達に関する研究. *歯学*, **79**, 1235-1260 (1992)
 - 51) Kiliari dis S, Kjellberg H, Wenneberg B and Engstrom C: The relationship between maximal bite force bite force endurance, and facial morphology during growth. A cross-sectional study. *Acta. Odontol. Scand*, **51**, 323-331 (1993)
 - 52) 土屋友幸, 高橋 淳, 渡辺直彦, 井上三枝, 鬼頭秀明, 磯村文質：小児患者の咬合力に関する研究 (2) 健全歯と生活歯髄切断 処置歯, 根管充填処置歯の比較. *愛院大誌*, **34**, 707-715 (1996)
 - 53) 伊藤雅夫：小児の咀嚼能力についての研究 第1編－健全歯列児の咀嚼能力について－. *歯科医学*, **40**, 340-352 (1977)
 - 54) Kamegai T, Tatsuki T, Nagano H, Mitsuhashi H, Kumeta J, Tatsuki Y, Kamegai T, Inaba D: A determination of bite force in northern Japanese Children. *Eur J Orthod*, **27**(1), 53-57 (2005)
 - 55) Owais AL, Shawneesh M, Abu Alhalija ES: Maximum occusal bite force for children in different dentition stages. *Eur J Orthod*, **6**, Apr (2012)
 - 56) 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. *口腔衛生学会誌*, **44**, 665-674 (1994)
 - 57) 五十里一秋：乳歯列後期の咬合機能と齲蝕罹患との関係についての研究. *日大歯学*, **71**, 198-208 (1997)
 - 58) 落合 俊, 竹原直道, 佐伯榮一 他：齲蝕と咬合力との相関－齲蝕が咀嚼系機能に及ぼす影響－. *口腔衛生学雑誌*, **32**, 20-37 (1982)
 - 59) 三條 勲：幼児の咀嚼機能と顎顔面形態との関連性に関する研究. *岩医大歯誌*, **22**, 12-25 (1997)
 - 60) 大山 洋, 進土久明, 熊坂純雄, 大館 満, 内村 登：乳歯齲蝕が咬合機能に及ぼす影響について. *小児歯科学雑誌*, **37**, 948-953 (1999)
 - 61) 土屋友幸, 高橋 淳, 渡辺直彦, 鬼頭秀明, 井上三枝, 磯村文質, 黒須一夫：小児患者の咬合力に関する研究 (1) 健全歯と充填処置歯の比較. *小児歯科学雑誌*, **34**, 1157-1163 (1996)
 - 62) 一般財団法人 厚生労働統計協会 編：国民衛生の動向. **58**, 9 (2011/2012)
 - 63) 厚生労働省21世紀における国民健康づくり運動 (健康日本 21) の推進について. (2000)
 - 64) 井上直彦, 坂下玲子：子どもの口と未来のために. 98-99, メディサイエンス社 (東京), (1992)
 - 65) 永田めぐみ, 山崎要一, 峰松清仁, 藤瀬多佳子, 早崎治明, 中田 稔, 豊島正三郎, 小椋 正, 熊坂純雄, 内村 登, 土肥順尚, 赤坂守人, 荏部洋行, 小方清和, 菊池 進, 中島美どり, 宮沢裕夫：下顎第一大臼歯の崩出, 咬合推移と咬合接触面積及び咬合力の変化－第一報 初回採得資料の分析結果について. *小児歯科学雑誌*, **34**, 1171-1180 (1996)
 - 66) 大串香奈子, 西嶋憲博, 早崎治明, 居波 徹, 中田 稔：小児の集団歯科検診における咬合力および咬合接触状態の調査結果. *小児歯科学雑誌*, **36**, 65-70 (1998)
 - 67) Alexandre Durval Lemos, Flavia Riquet Gambareli, Marcia Diaz Serra, Rafael de Liz Pocztaruk, Maria Beatriz Duarte Gaviao: Chewing Performance and bite force in Children Brazilian. *Journal of Oral Sciences*, **5**(18), 1101-1108 (2006)
 - 68) Tatsuo Matsubara, Yoshiaki Ono, Yuzo Takagi: A Study on Developmental Changes of Masticatory Function in Children *J Med Dent. Sci*, **53**, 141-148 (2006)
 - 69) 二木 武：咀嚼の発達の視点から. *小児医学*, **18**, 954-976 (1985)
 - 70) 赤坂守人：児童生徒の咀嚼など口腔機能に関する諸問題. *日本学校歯科医会誌*, **75**, 33-35 (1996)
 - 71) 岡本恒夫：咬合構築をふまえて－小児期での咬合構築－. *日本歯科大学交友会歯学会報*, **23**, 2-6 (1997)
 - 72) 高木裕三, 田村康夫, 井上美津子, 白川哲夫：小児歯科学. 84-85, 医歯薬出版 (東京), (2011)
 - 73) 赤尾登紀子, 渡辺順子, 浜野美代子, 古川利温：児童の咬合力と食生活, 運動習慣, 体型との関連についての検討. *小児保健研究*, **63**, 619-645 (2004)
 - 74) 岡崎光子, 吉田須美子：児童の咬合の発育段階による咬合力と食生活との関係. 第65回日本栄養・食糧学会講演集, 144 (2012)
 - 75) 久米美佳, 岡崎好秀, 東 知宏 他：プレスケールを用いた小児期の咬合接触について. *口腔衛生学会誌*, **47**, 578-579 (1997)
 - 76) 田村浩子, 森川富昭, 西野瑞穂 他：小児の咀嚼機能に関する総合的研究－デンタルプレスケールおよびグミゼリーを用いた咬合・咀嚼機能検査－. *小児歯誌*, **36**, 111-122 (1998)
 - 77) 大串香奈子, 西嶋憲博, 早崎治明 他：小児の集団歯科検診における咬合力および咬合接触状態の調査結果. *小児歯誌*, **36**, 65-70 (1998)
 - 78) 岡崎光子, 柳沼裕子：幼児の摂食状況と咀嚼能力並びに歯の磨り減りとの関係. *栄養学雑誌*, **59**, 61-69 (2001)
 - 79) 香川芳子 監修：新毎日の食事のカロリーガイドブック. 女子栄養大学出版部 (東京), (2002)
 - 80) 伊東瑞歩, 岡崎光子：学童の生活リズムと食生活に関する研究. *日本食育学会誌*, **54**, 193-201 (2011)
 - 81) 岡崎光子, 飯島加奈子, 小澤由佳, 荻田あゆみ：児童の生活習慣, 健康状態との関係. *日本食育学会誌*, **6**, 9-19 (2012)
 - 82) 広瀬由治, 田村厚子, 岩田彦彦, 赤坂守人, 二木 武, 高野 陽：小児の摂食機能に関する研究. *小児保健研究*, **47**, 406-410 (1988)
 - 83) 田村康夫：吸綴から咀嚼運動への移行－1. 咀嚼への発達

- のための吸吸運動の特徴. *The Quintessence*, **15**, 6-12 (1996)
- 84) 岡崎光子 編著：子どもの食と栄養－演習－. 43-50, 同文書院 (東京), (2011)
- 85) 岡崎光子 編著：子どもの食と栄養. 67-81, 光生館 (東京), (2011)
- 86) 船越正也：食と教育. 4-7, 口腔保健協会 (東京), (2004)
- 87) Maria Beatriz Duarte Gavião, Vaneska Graciele Raymundo, Alessandra Matias Rentes: Masticatory performance and bite force in children with primary dentition *Braz Oral Res*, **21**, 146-152 (2007)
- 88) 安富和子, 中塚久美子, 大石めぐみ, 増田裕次：小学校の給食における咀嚼回数について－主食の違いによる検討－. 第20回日本咀嚼学会学術大会抄録集, 202 (2010)
- 89) 岡崎光子, 吉田須美子：児童の食生活と咬合力との関係. 日本栄養改善学会講演要旨集, 323 (2010)
- 90) Brekhus PJ, Armstrong WD, Simon WJ: Stimulation of the muscles of mastication. *J. Dent Res*, **32**, 87-92 (1941)
- 91) 前田 隆, 今井 麗, 樋口直人, 齋藤健志, 赤坂守人：小児の摂食の機能と行動 (食べ方) に関する研究－第2報 摂食状態と咬合力, 咀嚼能力との関係について－. *小児歯科学雑誌*, **28**, 133-142 (1990)
- 92) 大林美由紀, 大橋健治, 森下真行, 奥田豊子：幼児の咀嚼と食行動との関連性. *口腔衛生会誌*, **54**, 550-557 (2004)
- 93) 中道敦子, 後藤崇晴, 東岡紗知江, 松岡美和, 市川哲雄：一般青年の食行動についての実態調査. *日本咀嚼学会雑誌*, **22**, 26-35 (2012)
- 94) 塩澤光一, 中道敦子, 花田信弘：食べ方の違いがヒトの咀嚼行動に及ぼす影響. *日本咀嚼学会雑誌*, **22**, 18-25 (2012)
- 95) 三冬社 編：食生活データ総合統計年報. 142-144 (東京), (2010)
- 96) 独立行政法人日本スポーツ振興センター 編：平成19年度児童生徒の食事状況等調査報告書 (2009)
- 97) 社団法人JA 総合研究所：肉の消費行動に関する調査結果の概要 (2008)
- 98) 赤坂守人, 田村厚子, 柳沢幸江：咀嚼機能と食物の物性－咀嚼からの食物分類について－. *歯界展望*, **74**, 629-640 (1989)
- 99) 香川芳子, 柳沢幸江：子供の食物環境 (日本咀嚼学会編). 噛む効用, 77-91 (東京), (1997)
- 100) 食と咀嚼に関する実態等の調査委員会報告書：日本学校保健会 (東京), (2010)
- 101) 細谷京子, 川島佳千子：幼児の咬合力に関する実態. *足利短期大学紀要*, **15**, 99-109 (1994)
- 102) 香川芳子 監修：新しい日本食品成分表. 女子栄養大学出版部 (東京), (2010)
- 103) 平成20年厚生労働省国民健康・栄養調査報告－国民健康・栄養の現状－. 第一出版 (東京), (2011)
- 104) 名村靖子, 奥田豊子：収穫した野菜のクッキングによる食育効果と保護者の食意識, 園児の食関心との関連. *大阪教育大学紀要*, 第II部門, **58**(1), 27-42 (2009)
- 105) 橘川恵子, 三谷友里子：「幼児期から高校までの食育の推進」－体験活動を中心とした食育の取り組み－. 香川県教育委員会主催・幼児期から高校までの食育推進事業実践発表会資料 (2011)
- 106) 沖縄県教育委員会, 平成21年度文部科学省指定・幼児教育の改善・充実調査報告書 (2010)
- 107) 一般社団法人ファイブ・ア・デイ協会：「毎日食べよう野菜と果物」. 食育活動 (2010)
- 108) 特定非営利活動法人・青果物推進協会：やさい大好き食育体験等の推進 (2010)
- 109) カゴメ株式会社：子どもの野菜摂取に関する調査報告書 (2008)
- 110) 秋本光子, 尾崎政雄, 住吉彩子, 渡辺滋子, 宮崎修一, 豊村純弘, 田万喜子, 本川 渉：3歳児健診での咀嚼習慣に関するアンケート調査. *小児歯科学雑誌*, **38**, 567-583 (2000)
- 111) 赤坂守人, 今井 麗, 前田隆秀：幼児の咀嚼能力と摂食状態との関係について. 昭和63年度 厚生省心身障害研究「小児期の主な健康障害要因に関する研究」報告書, 185-188 (1988)
- 112) Yamanaka R, Furuta M, Koyama R, Tomofuji T, Tamaki N, Azuma T, Yamamoto T, Kishimoto E: Relation of dietary preference to bite force and occlusal contact area in Japanese children. *J Oral Rehabil*, **36**, 584-591 (2009)
- 113) 日本小児保健協会：平成12年幼児健康度調査報告書. 日本小児保健協会誌 (東京), (2001)
- 114) 近藤洋子：大人と子どもの生活リズムを考える. *小児保健研究*, **61**, 192-196 (2002)
- 115) 吉田須美子, 岡崎光子：幼児の夕食喫食時刻と咀嚼状況. *小児保健研究*, **64**, 397-407 (2005)
- 116) 巽 夕起, 佐々木昌世, 叶谷由佳, 佐藤千史：小学生の咀嚼と生活習慣に関する研究. *日健医誌*, **19**, 16-22 (2010)
- 117) 大林美由紀：小学生の咀嚼力と新体力テストとの関連性. *小児歯科学雑誌*, **47**, 219 (2009)
- 118) 大橋美佳, 中村美歩, 内田あや, 松田秀人：咀嚼能力と生活習慣, 運動能力との関係. *名古屋文理大学紀要*, **8**, 9-15 (2008)
- 119) Yurkstas A: The effect of masticatory exercise on the maximum force tolerance of individual teeth *J Dent Res*, **32**, 322-327 (1953)
- 120) Ohira A, Ono Y, Yano N, Takagi Y.: The effect of chewing exercise in preschool children on maximum bite force and masticatory performance. *Int J Paediat Dent*, **22**, 146-153 (2012)
- 121) 岡崎光子, 高橋久美子, 奥 恒行：幼児における咀嚼訓練を伴った栄養教育の評価－咀嚼能力の向上及び教育内容の定着度から－. *栄養学雑誌*, **57**, 271-281 (1999)
- 122) 岡崎光子, 高橋久美子, 奥 恒之：幼児の咀嚼能力の向上を意図して咀嚼訓練をとり入れた栄養教育の効果. *小児保健研究*, **58**, 575-586 (1999)
- 123) 羽田 勝, 柄 博治, 田部孝治, 山内和夫, 菅野義信, 前谷照男：チューインガム法による咀嚼能力の測定－石原の簡易測定との比較－. *広歯誌*, **9**, 133-138 (1997)
- 124) 伊藤学而, 広瀬寿秀, 井上直彦：野外調査法に適した咀嚼機能測定法の検討. *口腔衛生学会雑誌*, **38**, 289-290 (1988)
- 125) 根岸慎一, 林 亮助, 齋藤勝彦, 葛西一貴：硬性ガム咀嚼トレーニングが咬合歯列期児童の咀嚼能力に及ぼす影響. *Orthod Waves Jpn Ed*, **67**, 132-138 (2008)
- 126) 吉田須美子, 岡崎光子：咀嚼力判定ガムを用いた児童の咀嚼能力に関する研究. 第66回日本栄養・食糧学会大会講演要旨集, **142** (仙台), (2012)
- 127) 人見哲子, 鳥越みほ：幼児の咀嚼力の現状と食教育の影響. *美作大学紀要*, 1-5 (2009)
- 128) 大平 晃, 小野芳明, 橋本吉明, 藤田晴子, 矢野直人, 高

- 木裕三：小児の咀嚼能力に対するガムトレーニングの効果に関する研究. 小児歯科学雑誌, **47**, 364 (2009)
- 129) 山賀栄次郎, 内田達郎, 金澤 学, 藤波由希子, 駒ヶ嶺友梨子, 濱 洋平：咀嚼力判定用ガムの経時的色変化について. 第20回日本咀嚼学会. 学術抄録集, **21**, 59 (2010)
- 130) 松原龍生, 小野芳明, 長田久乃, 澤田牧子, 久保田知穂, 高木裕三, 徳本 匠, 佐藤 誠：色変わりチューイングガムの小児歯科臨床への応用について. 小児歯科学雑誌, **44**, 422-427 (2006)
- 131) 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－噛み応えのある食品を毎日食べることで－. 日本咀嚼学会雑誌, **19**, 77-84 (2009)
- 132) 河村洋二郎, 梶尾 強：咀嚼機能強化食品による咀嚼訓練の効果. 歯科基礎医学誌, **31**, 281-290 (1989)
- 133) Thompson DJ, Throckmorton GS, Buschang PH: The effects of isometric exercise on Maximuvoluntary bite forces and jaw muscle strength and endurance. J Oral Rehabil, **28**, 909-917 (2001)
- 134) 岡崎光子：学校・家庭・地域が連携した食育活動の展開：食育実証研究発表会報告書. 農文協（東京）, (2006)
- 135) 中田 稔, 緒方哲朗, 西嶋憲博, 峰松清仁, 野中和明：デンタルプレスケールの小児歯科における臨床応用. 歯科医展望, **85**, 239-246 (1995)
- 136) 緒方哲朗, 峰松清仁, 中田 稔：デンタルプレスケールを用いた小児の咬合摂食面積状態解析の再現性に関する研究. 小児歯科学雑誌, **32**, 480-487 (1994)
- 137) 大山 洋, 熊坂純雄, 小松太一, 木本茂成, 内 一實, 内村 登：デンタルプレスケールの小児への応用とその再現性－第1報 採得後の経時的変化－. 小児歯科学雑誌, **35**, 591-598 (1997)
- 138) Onozuka M, Fujita M, Watanabe K, Hirano Y, Niwa M, Nishiyama S: Mapping brain region activity during chewing. A functional magnetic resonance imaging study, J Dent Res, **81**, 743-746 (2002)
- 139) Kaku M, Tsutsui K, Motokawa M, Kawata T, Fujita T, Kohno S, Tohma Y, Ohtano J, Tenjoh K, Tanne K: Amyloid beta protein deposition and neuron loss in soteptrotic (op/op) mice: Brain Res. Brain Res Protoc, **12**, 104-108 (2003)
- 140) 日本歯科医師会, 日本歯科医学会, 日本学校歯科医会, 日本歯科衛生士会：食育推進宣言 (2007)

