

原著：秋田大学保健学専攻紀要26(1)：35-45, 2018

## 幼児期および学齢期における子どもの咬合力の発達に関連する要因

薄 田 悦 子\* 平 元 泉\*\*

### 要 旨

【目的】幼児後期（3歳・4歳・5歳）および学齢期（小学生・中学生）の子どもの咬合力の発達と関連する要因を明らかにする。

【方法】秋田県内の保育園児608名（3歳児97名，4歳児187名，5歳児324名），小学生139名，中学生88名，計835名を分析対象とした。保護者に質問紙調査（出生体重，保育園入園年齢，う歯本数，ヘルマンのデンタルエイジなど）を実施した。対象者にオクルーザルフォースメーターを使用して左右2回ずつ測定し，最大値を最大咬合力とした。分析は，最大咬合力について，3歳児，4歳児，5歳児の3群間，保育園児，児童，生徒の3群間でそれぞれ多重比較した。次いで，デンタルエイジで2群（IC,IIA,IIICとIIIA,IIIB,IIIC,IVA）に分類し，背景別（性，出生体重，保育園入園年齢，う歯本数，離乳開始時期，離乳完了時期）に分散分析した。【結果】最大咬合力は，4歳児より5歳児（ $p < 0.05$ ）のほうが大きかった。保育園児より小学校低学年・高学年，低学年より高学年のほうが大きかった（ $p < 0.01$ ）。デンタルエイジ，出生体重別，う歯本数の主効果が有意だった。性別では交互作用が有意で，デンタルエイジIIIA,IIIB,IIIC,IVAにおいて男子が女子よりも咬合力が大きかった（ $p < 0.01$ ）。

### I. はじめに

朝食を欠食する子どもの増加や生活習慣病有病者の増加などを背景に，2005年に食育基本法が施行された<sup>1)</sup>。それに伴い，乳幼児に対しては「授乳・離乳の支援ガイド」（2007年）<sup>2)</sup> や子どもの発達段階に応じた食事の提供についてまとめた「児童福祉施設における食事の提供ガイド」（2010年）<sup>3)</sup> が策定されている。さらに2011年から2015年までの5年間の第2次食育推進基本計画<sup>4)</sup> では「よく噛んで味わって食べる」食べ方や，摂食に関わる機能の発達時期に応じた食育の指導と支援の必要性が提示されている。2016年から2020年まで第3次食育推進基本計画<sup>4)</sup> が策定され，子どもの成長発達に合わせた切れ目のない食育の推進が重要とされている。

乳幼児の食育において，歯の萌出状態や咀嚼力，口腔の健康状態など摂食に関わる機能発達に応じた食物

の調理や食具への配慮が必要となる。乳幼児の咀嚼・嚥下を中心とした機能発達状態について，不安や問題を感じている保護者や育児担当者がいることが指摘されている<sup>5)</sup>。2016年に公表された乳幼児栄養調査<sup>6)</sup> によると，月齢を離乳食開始の目安としているのは保護者の84.3%，離乳食について何らかの困りごとを抱えているのは75%とされている。さらに5歳までの幼児では「遊び食べ」「食べるのに時間がかかる」「偏食」「むら食い」「早食い，よくかまない」などの困りごとを約8割が抱えていると報告されている。

子どもの咀嚼能力の発達について，「乳歯列咬合完成期（3歳）の咀嚼能力は成人の1/2程度である。14～15歳の永久歯列期の完成によって成人と同様になる。永久歯列咬合が安定するのは18歳頃である。」<sup>7)</sup> と言われている。また，乳歯の咬合時の接触面積が永久歯より小さいこと，咀嚼筋の発達が未成熟であること

\* 秋田市医師会立秋田看護学校

\*\* 秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻

Key Words: 幼児

小学生

中学生

咬合力

オクルーザルフォースメーター

から、4～5歳の乳歯列の幼児の咀嚼能力は成人の40～60%、咬合力は成人の約3分の1であるという報告もある<sup>8)</sup>。

咀嚼機能とは、食物の認知から嚥下までの広い範囲を意味し、咀嚼機能を評価する方法として、質問紙による主観的方法と客観的方法がある<sup>9)</sup>。客観的方法には直接測定と間接測定の2つがある。直接測定は、咀嚼試料の内容物の溶出量や食物の粉碎状況などを測定する方法である。間接測定は、咀嚼に関与している他の要素として筋電図や咬合力を測定する方法である。咀嚼機能評価は歯科医による診断データとして用いられてきたが、歯科保健指導への活用として、色変わりチューインガム<sup>10)</sup>やオクルーザルフォースメーター<sup>11)</sup>などの簡易咬合力計による評価が試みられている。健康な子どもを対象にオクルーザルフォースメーターを使用した咬合力の発達に関する調査は3件であった<sup>12)13)14)</sup>。3歳以上は適応可能とされているが、3歳から6歳の乳歯のみで咀嚼している時期や永久歯列完成までの学齢期を対象にした実態調査は少ないのが現状である。

幼児期から学齢期の子どもの食への支援のあり方を検討するためにも咀嚼機能の発達の実態と、関連要因を明らかにする必要がある。本調査では、3歳以上の使用の安全性が確認されている簡易咬合力計を使用し、咬合力に焦点を当てることにした。

## II. 研究目的

幼児後期（3歳・4歳・5歳）および学齢期（小学生・中学生）の子どもの咬合力の発達と関連する要因を明らかにする。

## III. 研究方法

### 1. 対象

秋田市内の保育所20施設の3歳以上の園児840名  
秋田県内A市のB小学校の児童156名・C中学校の生徒90名

### 2. 調査期間

2014年4月～11月

### 3. 調査内容・方法

#### 1) 保護者を対象とした質問紙調査

(1) 子どもの属性：現在の年齢、性別、出生体重、保育園入園年齢、離乳食開始時期、離乳完了時期

(2) 歯の発達年齢および歯の本数

ヘルマンのデンタルエイジ（以下、DA）は、IA（乳歯未萌出期）、IC（乳歯咬合完成前期）、IIA（乳歯咬合完成期）、IIC（第一大臼歯および前歯萌出開始期）、IIIA（第一大臼歯萌出完了、前歯萌出中または完了期）、IIIB（側方歯列群交代期）、IIIC（第二大臼歯萌出開始期）、IVA（第二大臼歯萌出完了期）、IVC（第三大臼歯萌出開始期）、VA（第三大臼歯萌出完了期）の10段階に分類される（資料1）。DAをイラストで示し該当するものにチェックをしてもらった（資料2）。う歯の有無とう歯ありの場合はう歯の本数を記載してもらった。保育園児は保育士に記載を依頼した。

#### 2) 咬合力測定

オクルーザルフォースメーター GM10（長野計器）を使用し、左右の第一大臼歯（乳歯の場合

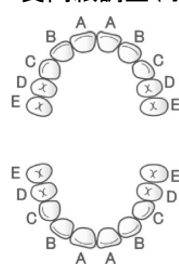
資料1：ヘルマンのデンタルエイジ（歯齢）（咬合発育段階）

段階	咬合発育段階	歯列の発育	年齢
I	A 乳歯萌出前期	無歯期	～6か月
	C 乳歯咬合完成前期	乳歯萌出期	6か月～
II	A 乳歯咬合完成期	乳歯列期	2歳半～3歳から6歳
	C 第一大臼歯および前歯萌出開始期		6歳
III	A 第一大臼歯萌出完了期、前歯萌出中または完了期	混合歯列期	7歳～
	B 側方歯列群交代期		10～12歳
IV	C 第二大臼歯萌出開始期		12歳
	A 第二大臼歯萌出完了期	永久歯列期	13～15歳
V	C 第三大臼歯萌出開始期		17歳～
	A 第三大臼歯萌出完了期		～24歳

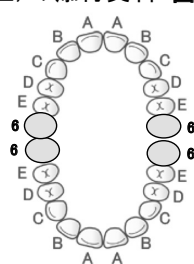
A: attained (完成), C: commenced (開始), B: between (AとCの間)

(参照: 渡部茂, 平岩幹男: やさしく学べる子どもの歯. 診断と治療社, 東京, 2008, pp14)

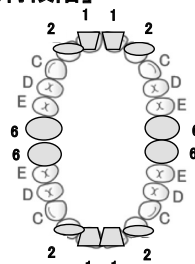
## 資料2 質問紙調査(小中学生)の添付資料「歯の発育段階」

乳歯20本生え揃う  
(3歳ごろ)

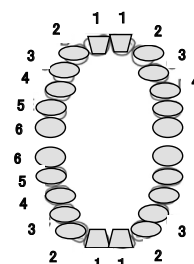
\* 乳歯は、前歯から順番にアルファベットA～Eで、また永久歯は、前歯から順番に数字1～8で表示します。



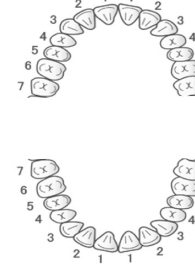
①奥歯に永久歯が生えかけている。前歯の乳歯が抜けて永久歯と交換の時期である(6歳ごろ)



②奥歯の永久歯が生えそろう、前歯4本が生えそろっている。(7歳～8歳ごろ)

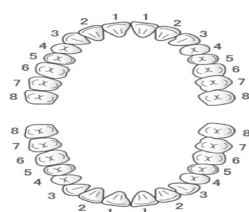


③側方の3・4・5番目の犬歯、小臼歯の乳歯が抜けて、永久歯が生え始めているか、生えそろっている(10歳～12歳ごろ)



④7番の奥歯(第二大臼歯)が生え始めている(12歳ごろ)

⑤7番の奥歯が生えそろっている(13歳～15歳ごろ)



⑥親知らずが生え始めているか、生えそろっている(17歳～24歳ごろ)

アンケートの番号とイラストの番号は同じです。

段階	目安の年齢	歯の発育段階
①	6歳ごろ	下の奥歯に永久歯(第一大臼歯)が生え始めている。前歯の乳歯が抜けて永久歯と交換の時期である。
②	7歳～8歳ごろ	下の奥歯の永久歯(第一大臼歯)が、完全に生え揃っている。前歯の永久歯が生え揃っている。
③	10歳～12歳ごろ	側方の歯(犬歯、小臼歯など)の乳歯と永久歯が生え変わる時期である。
④	12歳ごろ	第二大臼歯が生え始めている。
⑤	13歳～15歳ごろ	第二大臼歯が、完全に生え揃っている。
⑥	17歳～	第三大臼歯(親知らず)が生え始めている。

は第二乳臼歯)で2回ずつ測定し、そのうちの最大値を最大咬合力(maximum biting force, 以下MBF)とした。正確な測定値とするため歯科衛生士の資格を有する同一者1名が測定した。オクルーザルフォースメーターは、長さ195×幅29mm、厚さ18mmの体温計型の器具であり、口腔内に挿入する咬合力検出部が薄型で、受圧面積が広いため咬合しやすくとされている<sup>15)</sup>。電源を入れ、ディスプレイのプラスチックカバーをつけた咬合力検出部をゆっくりと思い切り音が鳴るまで噛むように説明して測定した。測定時の姿勢は立位とした。測定者毎の測定値の平均値と最大値(単位はN:1N=約100g)が記憶され、測定終了5秒後に本体の基部に液晶表示される仕組みであった。

## 4. 分析方法

MBFはコルモゴロフ=スミルノフ検定により正規分布をしているとみなされ(p=0.0655)、パラメトリックな分析方法を用いた。統計解析には、エクセル統計2015 for windowsを用いた。有意水準を5%とした。

## 1) 最大咬合力の比較

幼児(3歳・4歳・5歳)、小学低学年(1年生・2年生・3年生)・高学年(4年生・5年生・6年生)、中学3学年(1年生・2年生・3年生)

の比較、保育園児、小学生、中学生の比較、DAの3群(IC,IIA,IIC, IIIA,IIIB,IIC, IVA)の比較には一元配置分散分析を用いた。DAは第一大臼歯萌出完了のIIIA, 第二大臼歯萌出完了のIVAを咬合力の変化する時期として3つに区分した。

## 2) 最大咬合力の背景別比較

DA 2群(IC,IIA,IICとIIIA,IIIB,IIC,IVA)に分けて、性別、出生体重別(2,000g未満, 2,000g以上;咬合力が小さいと報告されている超出生体重児および極低出生体重児数が少ないため2,000gを基準とした)、入園年齢別(2歳未満, 2歳以上;離乳食完了の時期を基準とした)、う歯本数(2本未満, 2本以上;平成28年度歯科疾患実態調査<sup>16)</sup>の3歳から6歳までの乳歯のう歯本数の平均1.5を基準とした)、離乳開始時期(7か月未満, 7か月以上;本調査の離乳食開始時期の平均+標準偏差である7か月を基準とした)、離乳完了時期(21か月未満, 21か月以上;本調査の離乳食完了時期の平均+標準偏差である21か月を基準とした)の背景別に二元配置分散分析に比較した。

## 5. 倫理的配慮

秋田大学大学院医学系研究科倫理委員会の承認を受けて実施した(医総3146号)。保育園・小学校・中学校の責任者の承諾を得た後、対象および保護者に文書

および口頭で説明をした。内容は、研究の参加は自由であり、研究に参加しない場合でも、途中で参加中止した場合でも不利益は全く生じることはないこと、咬合力を測定して評価すること、保育士（小学校、中学校の場合は養護教諭）からの情報を得ることについて説明した。同意が得られた場合には、保護者に同意書の提出を求めた。

#### IV. 結 果

##### 1. 対象の概要 (表1)

1,086名中894名(82.3%)の同意を得て、859名(96.1%)の参加が得られた。参加保育園児632名中24名(3.9%)が測定値を検出できなかった。内訳は、3歳児111名中14名(12.6%)、4歳児192名中5名(2.6%)、5歳児329名中5名(1.5%)であった。したがって、保育園

表1 対象の概要

n = 835		
項目	内訳	人数(%)
クラス別	3歳児	97(11.6)
	4歳児	187(22.4)
	5歳児	324(38.8)
	小1	25(3.0)
	小2	22(2.6)
	小3	20(2.4)
	小4	23(2.8)
	小5	21(2.5)
	小6	28(3.4)
	中1	31(3.7)
	中2	31(3.7)
中3	26(3.1)	
性別	男子	410(49.1)
	女子	425(50.9)
デンタルエイジ別	IC, IIA, IIIC	613(73.4)
	IIIA, IIIB, IIIC	135(16.2)
	IVA	45(5.4)
	無回答	42(5.0)
出生体重別	2,000g未満	19(2.3)
	2,000g以上	732(87.7)
	無回答	84(10.1)
	平均(SD)	3002.4(514.8)
入園年齢別	2歳未満	480(57.5)
	2歳以上	262(31.4)
	無回答	93(11.1)
	平均(SD)	1.3(1.3)
う歯の本数別	2本未満	653(78.2)
	2本以上	139(16.6)
	無回答	43(5.1)
離乳開始年齢別	7か月未満	626(75.0)
	7か月以上	99(11.9)
	無回答	110(13.2)
	平均(SD)	5.7(1.4)
離乳完了年齢別	21か月未満	570(68.3)
	21か月以上	40(4.8)
	無回答	225(26.9)
	平均(SD)	15.2(5.8)

児608名(3歳児97名, 4歳児187名, 5歳児324名), 小学生139名, 中学生88名, 計835名を分析対象とした。現在の年齢は, 3歳1か月から15歳5か月までであった。性別は, 男子410名(49.1%), 女子425名(50.9%)であった。

DAは, IC(乳歯咬合完成前期), IIA(乳歯列完成期)およびIIC(第一大臼歯および前歯萌出開始期)は, 613名(73.4%)であった。IIIA(第一大臼歯萌出完了, 前歯萌出中または完了期)およびIIIB(側方歯列群交代期), IIIC(第二大臼歯萌出開始期)は135名(16.2%), IVA(第二大臼歯萌出完了期)は45名(5.4%), 無回答が42名(5.0%)であった。

出生体重は, 632gから4,534gの範囲で, 平均(標準偏差)は3,002(514.8)gであった。出生体重2,500g未満は87名(10.1%)であった。低出生体重児87名のうち, 1,000g未満の超低出生体重児は2名, 1,500g未満の極低出生体重児は6名であった。出生体重2,000g以上と, 2,000g未満で区分した結果, 2,000g以上は732名(87.7%), 2,000g未満は19名(2.3%), 無回答が84名(10.1%)であった。

入園年齢は, 2か月から5歳5か月までの範囲であった。入園年齢が2歳未満は480名(57.5%), 2歳以上は262名(31.4%), 無回答が93名(11.1%)であった。う歯の本数別では, う歯本数が2本未満は653名(78.2%), う歯を2本以上有しているのは138名(16.6%), 無回答が43名(5.1%)であった。

離乳開始時期の平均(標準偏差)は, 5.7か月(1.4)であった。7か月未満が626名(75.0%), 7か月以上が99名(11.9%), 無回答が110名(13.2%)であった。

離乳完了時期の平均(標準偏差)は15.2か月(5.8)であった。21か月未満は570名(68.3%), 21か月以上が40名(4.8%), 無回答が225名(26.9%)であった。

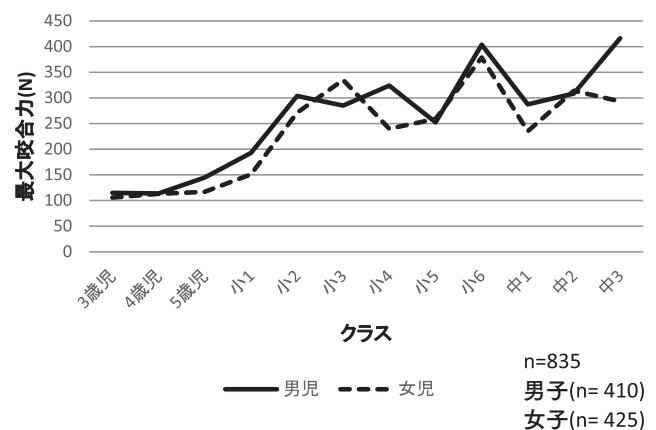


図1 クラス別・性別の最大咬合力

表2 クラス別3群の最大咬合力の分散分析表

		人数	平均(標準偏差)	自由度	F 値	p 値	多重比較
保育園児	3歳児	97	110.7(63.5)	2	4.1829	0.0157	4歳<5歳*
	4歳児	187	113.5(60.5)				
	5歳児	324	129.8(82.9)				
保育園児と小学生	保育園児	608	121.7(74.1)	2	190.6136	<0.001	保育園児<低学年** 保育園児<高学年** 低学年<高学年**
	小学低学年	67	254.2(137.9)				
	小学高学年	72	319.6(159.9)				
中学生	1年生	31	262.3(140.7)	2	2.4460	0.0927	
	2年生	31	311.6(151.5)				
	3年生	26	354.7(182.8)				
保育園児と小中学生	保育園児	608	121.7(74.1)	2	236.9864	<0.001	保育園児<小学生** 保育園児<中学生**
	小学生	139	288.1(152.7)				
	中学生	88	307.0(160.4)				

一元配置分散分析

\*\*p&lt;0.01 \*p&lt;0.05

## 2. 最大咬合力

### 1) クラス別

各クラス別・性別のMBFは図1, クラス別・学校種別比較の結果は表2に示した。保育園児(3歳・4歳・5歳)の3クラスの比較の結果, 3歳の最大咬合力の平均(標準偏差)は110.7(63.5)N, 4歳は113.5(60.5)N, 5歳は129.8(82.9)Nで, 有意差が認められた( $p=0.0157$ )。Bonferroniの多重比較の結果, 5歳が4歳より有意に高かった( $p=0.0495$ )。3歳児と4歳児, 3歳児と5歳児の差は有意ではなかった。保育園児と小学低学年・高学年の3群の比較では, 保育園児121.7(74.1)N, 小学低学年254.2(137.9)N, 小学校高学年319.6(159.9)Nで, 保育園児よりも低学年・高学年( $p<0.001$ ), 低学年よりも高学年( $p<0.001$ )が有意に高かった。中学生3学年の比較では, 中学1年生262.3(140.7)N, 中学2年生311.6(151.5)N, 中学3年生354.7(182.8)Nで差はなかった( $p=0.0927$ )。保育園児と小学生, 中学生の比較では, 保育園児121.7(74.1)N, 小学生288.1(152.7)N, 中学生307.0(160.4)Nで, 保育園児より小学生( $p<0.001$ ), 保育園児より中学生( $p<0.001$ )が有意に高かった。小学生と中学生の差は有意ではなかった( $p=0.5318$ )。

### 2) ヘルマンのデンタルエイジ別

#### (1) ヘルマンのデンタルエイジ3群の比較

DA 3群(IC,IIA,IIC, IIIA,IIIB,IIIC, IVA)で比較した結果, IC,IIA,IICの平均(標準偏差)は130.0(84.4)N, IIIA,IIIB,IIICは297.7(156.3)N, IVAが315.3(168.4)Nで, 有意差が認められた( $p<0.001$ )。Bonferroniの多重比較の結果, IC,IIA,IICよりIIIA,IIIB,IIIC, IC,IIA,IICよりIVAが有意に高かった( $p<0.001$ )。

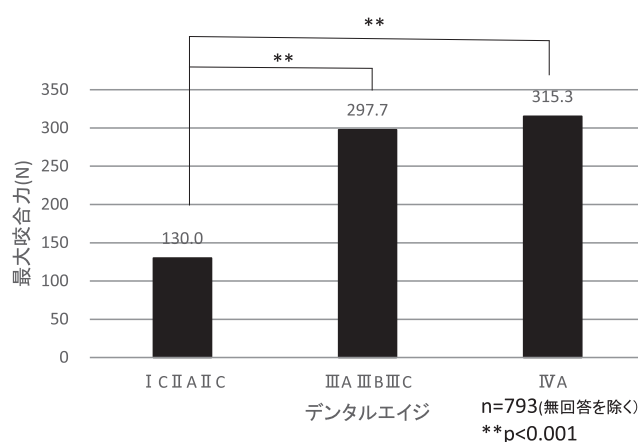


図2 デンタルエイジ別の最大咬合力

IIIA,IIIB,IIIC と IVA の差は有意ではなかった(図2)。

#### (2) ヘルマンのデンタルエイジ2群と背景別比較

IIIA,IIIB,IIIC と IVA の差は有意ではなかったため, DAをIC,IIA,IICとIIIA,IIIB,IIIC,IVAの2群に分けて, 背景別に比較した(表3, 表4)。

##### ① 性別

交互作用が有意であった( $p=0.0172$ )。Bonferroniの多重比較の結果, DAがIIIA,IIIB,IIIC,IVAにおいて男子325.0(167.8)Nで, 女子280.7(148.1)Nよりも有意に高かった( $p=0.0050$ )。

##### ② 出生体重別

交互作用は有意ではなかった( $p=0.0969$ )。出生体重とDAの主効果が有意であった。Bonferroniの多重比較の結果, DAがIC,IIA,IICは130.6(86.3)Nで, IIIA,IIIB,IIIC,

表3 デンタルエイジ2群の最大咬合力(背景別)

		人数(割合)				最大咬合力平均(標準偏差)			
		全体	IC IIA IIC	IIIA IIIB IIIC IVA	IC IIA IIC	IIIA IIIB IIIC IVA	全体		
性別	男子	359	272(75.8)	87(24.2)	130.8(79.6)	325.0(167.8)	177.9(136.1)		
	女子	434	341(78.6)	93(21.4)	129.3(88.1)	280.7(148.1)	161.7(121.0)		
	p 値				0.8607	0.0050			
出生体重別	2,000g 未満	18	13(72.2)	5(27.8)	100.6(63.5)	178.2(82.8)	122.2(75.8)		
	2,000g 以上	686	511(74.5)	175(25.5)	131.3(82.8)	305.7(159.5)	175.8(133.6)		
	p 値				0.3166	0.0102			
入園年齢別	2歳未満	465	427(91.8)	38(8.2)	127.8(84.8)	285.2(153.3)	140.7(101.7)		
	2歳以上	252	124(49.2)	128(50.8)	137.8(85.7)	310.8(156.7)	225.7(153.4)		
	p 値				0.3581	0.1892			
う歯本数別	2本未満	613	464(75.7)	149(24.3)	133.4(88.5)	313.0(161.9)	177.1(134.9)		
	2本以上	139	108(77.7)	31(22.3)	116.2(69.1)	250.0(135.5)	146.0(104.0)		
	p 値				0.1321	0.0030			
離乳開始時期別	7か月未満	587	446(76.0)	141(24.0)	131.4(87.0)	307.9(158.1)	173.8(132.0)		
	7か月以上	93	66(71.0)	27(29.0)	120.4(82.8)	309.0(163.0)	175.1(140.6)		
	p 値				0.4439	0.9629			
離乳完了時期別	21か月未満	570	435(76.3)	135(23.7)	130.9(88.2)	305.7(152.9)	172.3(130.3)		
	21か月以上	40	26(65.0)	14(35.0)	145.8(87.7)	298.9(180.4)	199.4(145.7)		
	p 値				0.4948	0.8232			

表4 デンタルエイジ(DA)2群の最大咬合力の背景別の分散分析表

	自由度	F 値	p 値	多重比較
DA	1	371.0623	<0.001	
性別	1	6.5314	0.0108	
DA×性別	1	5.7007	0.0172	IIIA IIIB IIIC IVAで女子<男子**
DA	1	18.7328	<0.001	IC IIA IIC<IIIA IIIB IIIC IVA**
出生体重別	1	7.3842	0.0067	2,000g未満<2,000g以上*
DA×出生体重別	1	2.7627	0.0969	
DA	1	219.7466	<0.001	IC IIA IIC<IIIA IIIB IIIC IVA**
入園年齢	1	2.5441	0.1111	
DA×入園年齢	1	0.4983	0.4805	
DA	1	170.1075	<0.001	IC IIA IIC<IIIA IIIB IIIC IVA **
う歯本数	1	11.1532	0.0009	2本以上<2本未満**
DA×う歯本数	1	3.6268	0.0572	
DA	1	183.0492	<0.001	IC IIA IIC<IIIA IIIB IIIC IVA**
離乳開始時期	1	0.1353	0.7131	
DA×離乳開始時期	1	0.1995	0.6552	
DA	1	76.5029	<0.001	IC IIA IIC<IIIA IIIB IIIC IVA**
離乳完了時期	1	0.0472	0.8280	
DA×離乳完了時期	1	0.3368	0.5619	

二元配置分散分析

\*\*p&lt;0.01 \*p&lt;0.05

IVA は302.1 (159.1) N で, IIIA,IIIB,IIIC, IVA が有意に高かった (p<0.001). 出生体重は, 2,000g 以上が175.8 (133.6) N で, 2,000g 未満122.2 (75.8) N よりも高かった (p=0.0067).

## ③ 入園年齢別

交互作用は有意ではなかった(p=0.4805). 入園年齢の主効果は有意ではなかった (p=0.1111).

## ④ う歯本数別

交互作用は有意ではなかった(p=0.0572).

う歯本数 (p=0.0009) と DA (p<0.001) の主効果が有意であった. Bonferroni の多重比較の結果, う歯本数 2本未満が177.1 (134.9) N で, 2本以上146.0 (104.0) N よりも高かった (p=0.0021).

## ⑤ 離乳開始時期別

交互作用は有意ではなかった(p=0.6552). 離乳開始時期の主効果は有意ではなかった (p=0.7131).

## ⑥ 離乳完了時期別

交互作用は有意ではなかった(p=0.5619).

離乳完了時期の主効果は有意ではなかった ( $p = 0.8280$ ).

## V. 考 察

本調査では、幼児期および学齢期の咬合力について、オクルーザルフォースメーターを使用して測定した。測定値を検出できなかったのは3歳から5歳児の4%と少なかったことから、オクルーザルフォースメーターは、3歳以上の幼児にも適応可能であり、咬合力を客観的に評価する有用な方法であると考えられる。

### 1. 幼児・小学生・中学生の咬合力の発達

クラス別に最大咬合力を比較した結果では、保育園児121.7, 小学生288.1, 中学生307.0で、保育園児は中学生の約3分の1であり、年齢が進むに伴い咬合力は増加することが明らかであった。ただ、Benjamin<sup>17)</sup>は、Kamegaiら<sup>12)</sup>が提示した幼児期のデータをもとに、3歳児がもっとも低く、4歳～6歳の時期はプラトーで7歳から増加していることを指摘している。本調査においては、3歳児と4歳児および3歳児と5歳児の差は明らかではなく、4歳児と5歳児の差が有意であった。先行研究<sup>16)</sup>と同様に、幼児期の咬合力は年齢と共に増加するとは言えない。

DAの分類で最大咬合力を比較した結果では、乳歯萌出完了のIC,IIA,IICより、第一大臼歯萌出完了後のIIIA,IIIB,IIIC以降の咬合力が高かった。IIIAの目安年齢は7歳であり、第一大臼歯萌出完了前より完了後の咬合力が大きいという先行研究<sup>17)</sup>と同様の結果であった。咬合力が最大になる時期については、Arwaら<sup>14)</sup>は18歳まで(最高値527N)、Kamegaiら<sup>12)</sup>は12～14歳、Samuelら<sup>18)</sup>は16歳、Usuiら<sup>13)</sup>は男子20歳、女子17歳であるとしている。本調査は中学3年生までが対象で、IVAの第二大臼歯萌出完了期(目安年齢15歳)の最大咬合力の平均は315.3Nで、IIIA,IIIB,IIICの混合歯列期は297.7Nと差は明らかではなかった。咬合力の増加には、筋力の増大、歯の接触面の増加、歯根形成による歯根表面積の増加ならびに歯根膜受容器の成熟等が関連し、増齢に伴う成長発育に伴い、第一大臼歯の形態および機能的な変化に順応していきと考えられている<sup>19)</sup>。本調査の結果から、中学生の最大咬合力は先行研究の最高値よりも低いことから、中学生以降も筋肉量の増加などによって咬合力が増加すると推察される。したがって、幼児期から学齢期の咬合力は、乳歯列完成後、混合歯列期、永久歯列期のDAによって変化すると考えられる。

## 2. 幼児・小学生・中学生の咬合力の発達に関連する要因

### 1) 性差

性差については、骨格や筋肉量の発育状態によって、男子が女子よりも咬合力が高くなると言われている<sup>20)</sup>。いずれの年齢区分においても性差があるという報告<sup>12)13)20)</sup>があるが、平均年齢3.4歳の早期歯列期は性差がない<sup>14)</sup>、7～12歳では性差がない<sup>21)</sup>、という報告もある。本調査では、7歳の第一大臼歯萌出完了時期のデンタルエイジIIIA以降において最大咬合力が高く、早期歯列期には性差がないという先行研究<sup>14)</sup>と同様の結果であり、幼児期よりも学齢期に筋肉量が増大することによるものと考えられる。

### 2) 出生体重

極低出生体重児の口腔の特徴として、以下の特性があるとされている<sup>22)</sup>。すなわち、①エナメル減形成や癒合歯の頻度が高い、②乳歯の歯冠が小さい、③永久歯の歯冠は小さい、あるいはむしろ大きい傾向である、④乳歯の石灰化が不十分、⑤永久歯の発育が遅れる、⑥乳歯列弓が小さく、とくに狭窄歯列である、それに伴い歯列不正が高頻度に認められる、⑦混合歯列、永久歯で不正咬合の頻度が高い、⑧乳歯列期(3～5歳)の咬合力、咀嚼能力が低い、⑨頭蓋顔面の幅経が圧偏され(いわゆる未熟児顔貌)、下顎骨の劣成長が認められる、⑩頭蓋骨の発育では前頭蓋窩の前後的成長抑制が認められる、⑪歯の形成障害に伴う蝕に罹患すると進行が早い、という特性である。形態的成長の遅れや経管栄養などにより経口摂取の時期が遅れること、低出生体重児の離乳のガイドラインはなく、離乳開始・完了の時期は修正月齢を基に進められていること<sup>23)</sup>などから咀嚼機能や咬合力が低いことが予測される。

園部<sup>24)</sup>は、超低出生体重児、極低出生体重児の咬合力を測定した結果から、低出生体重児の咬合力は乳歯列期(3歳)、混合歯列期(6歳)で健常児より低いと報告している。キャッチアップの時期については、Kondo<sup>25)</sup>らは、1,000g未満および1,500g未満の低出生体重児の咬合力は、デンタルエイジIIIAではコントロール群と差がないことから、就学後早期に追いつくとしている。2015年の出生体重別構成割合は2,500g未満は10.6%で、その内訳は1,000g未満の超低出生体重児0.3%、1,500g未満の極低出生体重児0.4%と割合は低い<sup>26)</sup>。本調査においても低出生体重児は

10%であるが、超低出生体重児0.2%、極低出生体重児0.7%と同様に少なく実態を明らかにすることが困難であった。そこで、2,000g未満と以上と比較したところ、デンタルエイジがIIIA以降においても咬合力が低いことが明らかになった。照井ら<sup>27)</sup>は「食べ方が気になる項目20項目」の質問紙調査を実施した結果、7歳以上の小学生のうち、低出生体重児群は対照児群より【好き嫌い】、【噛み方】、【食べ方】などの7項目において問題が多いことから、低出生体重児においては、就学後にも問題が解消しないことを示唆しており、本調査においても同様であった。データ数が少なく、性差をふまえた分析が不足しているため差があるとは断定できないが、咬合力が学齢期においてもキャッチアップしていない可能性がある。

### 3) 入園年齢、離乳開始時期・離乳完了時期

高橋ら<sup>28)</sup>は、食べ方個別相談事業の実態から、乳幼児の食事の問題は、食形態や摂取方法など食環境に対する保護者の知識不足が影響していることを示唆している。保護者の食習慣<sup>29)</sup>や食事内容<sup>30)</sup>が咬合力に関連していることも報告されている。保育所における給食は義務化されており、幼稚園よりも食育実践への姿勢や意識が高いことが示唆されている<sup>31)</sup>。咀嚼学習の臨界期は18か月から24か月であり、乳歯完成の3歳までによく噛む学習をすることが重要と指摘されている<sup>32)</sup>。したがって、保育専門職から離乳食の支援を受ける機会があることが咬合力に関連するのではないかと考え、入園年齢で比較を試みた。その結果、明らかな差は認められなかった。保育所における食事の提供ガイドライン<sup>33)</sup>では、「3～4歳になっても咀嚼がうまく出来ない場合は、離乳期につまみつけている点を見つけて、やり直す」という支援がされていることが報告されている。2歳以降においても食事支援が実施されているため、明らかな差として現れなかったとも解釈できる。

本調査の結果、離乳開始時期の平均は5.7か月、離乳完了時期の平均は15.2か月で、時期についてはほぼ標準範囲内の進行であった。開始や完了時期の遅れと咬合力との関連は明らかでなかった。離乳食の支援として、噛み方や口への取り込み方を観察しながら適切に介入することの必要性が指摘されている<sup>34)</sup>。したがって、今後は月齢のみではなく、食材の調理形態などを調査する必要があると考えられる。

### 4) う歯本数

全国の3歳児健康診査時のう歯本数の平均は0.6本(2013年)、2015年12歳では0.84本(2016年)<sup>35)</sup>で年々減少している。秋田県はう歯本数が0.33本と全国平均0.49以下に改善している<sup>36)</sup>。本調査における対象は3歳から15歳までのう歯本数の平均(標準偏差)は0.8(1.9)本で、12歳児の平均より低値であった。そこで平均本数より多い2本以上と2本未満に区分して分析した結果、2本未満の咬合力が2本以上より高いことが明らかになった。4・5歳児を対象とした岡崎ら<sup>37)</sup>の調査では、う歯保有率が70%と高く、う歯保有の有無別で咬合力を比較した結果、う歯を保有している児の咬合力が低いと報告している。う歯の有無と咬合力は関連しないという報告<sup>38)</sup>やう歯のリスクとの関連があるという報告<sup>39)</sup>もある。本調査では、う歯の部位や程度については情報を収集していないので、う歯が咬合力そのものを低下させると断定はできないが、食生活をはじめとする日常生活習慣が影響しているとも考えられる。また、不正咬合が関連するとされているが、本調査では情報を得ることができなかったため、今後の課題としたい。

### 3. 小児の食における支援のあり方

本調査では、幼児期および学齢期の咬合力について、オクルーザルフォースメーターを使用して測定した。咬合力の発達に関連する要因として、年齢、デンタルエイジ、性差、う歯本数、出生体重があることが示唆された。保育園児より、小学低学年、高学年、中学生の咬合力は大きかった。3歳から5歳の幼児期では、3歳と4歳の差は明らかではなく、幼児期の第二乳歯の咬合力は年齢と共に増加するとは言えないため、特に3歳児と4歳児の食べ方に対する同様の支援が必要である。デンタルエイジでは、第一大乳歯萌出完了前より完了後の咬合力が大きく、7歳頃に相当する。したがって、幼児期から学齢期の咬合力は、乳歯列期、混合歯列期、永久歯萌出完了期のデンタルエイジによって変化すると考えられる。そのため、歯の発達状態をふまえた食事支援が必要である。特に3歳から5歳までの幼児は咀嚼の学習時期であるといわれているが、7歳未満の小学低学年は、幼児と同様の支援が必要と考えられる。小学生は乳歯から永久歯への混合歯列期で咀嚼機能に問題があるといわれているが、中学生も成人期の咬合力には到達していないことから、よりよい発達にむけた支援が必要である。

乳幼児期から学齢期の小児の咬合力は発達途上にあ



り、成人期の咬合力の獲得までの重要な土台作りの時期である。離乳食や幼児食に関する関わりは、小児歯科医や歯科衛生士、栄養士などの実践例が報告<sup>40) 41)</sup>されているが、看護職との連携については報告が少ない。看護職は多職種と連携し、乳幼児期から学齢期における食への継続的な支援の必要がある。

## VI. 結 論

保育園児（3歳～5歳）、小学生および中学生を対象にオクルーザルフォースメーターで咬合力を測定した。咬合力は、保育園児、小学生、中学生と増加していた。デンタルエイジの乳歯列期、永久歯列期の変化に応じて咬合力は増加していた。性差、出生体重、う歯本数が咬合力に影響することが示唆された。幼児期から中学生までの咬合力は発達途上にあり、成人期の咬合力の獲得までの重要な土台作りの時期である。看護職は多職種と連携し、乳幼児期から学齢期における食への支援を継続的に実施する必要がある。

## 謝 辞

本研究にご協力いただきましたお子様および保護者の皆様に心より感謝いたします。また、本研究の趣旨をご理解いただき、ご協力して下さいました保育所、学校関係者の皆様に心より御礼申し上げます。秋田県歯科医師会会長の藤原元幸先生、秋田県小児保健会理事・ひらか歯科医師会の松野才先生、ひらか歯科医師会会長の赤澤茂樹先生、ひらか歯科医師会の後藤浩美先生には、調査にあたり多大なご指導をいただき、心より御礼申し上げます。

本研究は、平成28年度秋田大学大学院医学系研究科保健学専攻修士論文に加筆・修正したものであり第63回日本小児保健協会学術集会で発表した。

本研究は文部科学省研究補助金基盤（C）課題番号（25463462）の助成を受けて実施した。

## 文 献

- 1) 厚生労働省：食育の推進。入手先 <<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkoueiyou04/>>（参照2017-12-27）
- 2) 厚生労働省：授乳・離乳ガイド。 <http://www.mhlw.go.jp/shingi/2007/03/s0314-17.html>（参照2017-12-27）
- 3) 厚生労働省：児童福祉施設における食事の提供ガイド。入手先 <<http://www.mhlw.go.jp/shingi/2010/s0331-10a.html>>（参照2017-12-27）
- 4) 農林水産省：食育推進と食育推進基本計画。入手

- 先 <<http://warp.da.ndl.go.jp/info:ndljp/pid/9929094/www8.cao.go.jp/syokuiku/about/plan/index.html>>（参照2017-12-27）
- 5) 厚生労働省：平成27年度乳幼児栄養調査結果の概要。入手先 <<http://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000134208.html>>（参照2017.12.26）
- 6) 向井美恵：摂食に関わる機能発達の研究とそのあゆみ。Dental Med Res 33(1)：23-34, 2013
- 7) 井上美津子：口腔の形態発育と摂食機能の発達。小児看護36(9)：1185-1191, 2013
- 8) 赤坂守人：発育期の咀嚼機能とその支援。咀嚼の本－噛んで食べることの大切さ－。日本咀嚼学会編。口腔保健協会、東京、2006、pp35-51
- 9) 日本補綴歯科学会：咀嚼障害評価法のガイドライン。日補綴歯会誌46(4)：35-41, 2002
- 10) Shibuya Y, Ishida S, et al：Evaluation the masticatory function after mandibulectomy with colour-changing chewing gum. Jpn J Rehabil Med40: 484-490, 2013
- 11) 谷口威夫：オクルーザルフォースメーター。日補綴会誌30(3)：338-339, 1997
- 12) Kamegai T, Tatsuki T, et al: Adetermination of bite force in northern Japanese children. Eur J Orthod 27:53-57,2005
- 13) Usui T, Uematsu S, et al,: Change in maximum occlusal force in Association with maxillofacial growth. Orthod Craniofacial Res10 :226-234,2007
- 14) Arwal I, Mona S, et al: Maximum occlusal bite force for children in different dentition Stage. Eur J Orthod35:427-433, 2013
- 15) 坂口正雄, 小野伸幸・他：ハンディタイプの咬合力計の開発。医用電子と生体工学34(1)：52-55, 1996
- 16) 厚生労働省：平成28年度歯科疾患実態調査。入手先 <http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/62-28.html>（参照2017-12-25）
- 17) Benjamin J.D. LR, Lisa R.E, et al：Anatomical, functional, physiological and behavioural aspects of the development of mastication in early childhood. Br J Nutr 111:404-414, 2014
- 18) Samuel IR, Luis GR, et al: Are maximum bite force of subjects 7 to 17 years of age related to malocclusion? Angle Orthod 51:315-323, 2015
- 19) 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(5)：1236-1260, 1992
- 20) Shiga H, Kobayasi Y, et al：Gender difference in masticatory performance in dental adults, J Prosthodont Res 56:166-169,2011
- 21) Marcelo P, Mariangela SPN, et al: Age and gender

- influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness, Archives Biology55: 797-802, 2010
- 22) 池田正一：極低出生体重児の口腔の特徴と機能. 日未熟児新生児会誌14(2)：19-24, 2002
- 23) 板橋家頭夫：授乳と離乳食. チャイルドヘルス 12(9)：32-37, 2009
- 24) 園部恭子：極小・超未熟児の咬合力および咀嚼能力について. 小児歯科学会誌34(1)：110-128, 1996
- 25) Kondo T, Miyauchi K, et al: Changes of Occulusal force and masticatory Muscle activity with age in extremely low and birthweight infants. Pediatr Dent J16(1):35-42,2006
- 26) 厚生労働統計協会：人口動態. 出生時の体重と身長. 国民衛生の動向64(9)：62-63, 2017
- 27) 照井菜央子, 平元泉：低出生体重児の摂食における問題と支援に関する検討(その2) - NICUを退院した低出生体重児の実態 - . 秋田大学保健学専攻紀要 25(2)：11-22, 2017
- 28) 高橋摩理, 富田かおり・他：「歯から始める子育て支援事業」における食べ方個別相談に関する検討 - 年齢による比較 - . 小児保健研74：238, 2015
- 29) 秋本光子：幼児の咀嚼習慣に関する疫学的研究 - 因子分析による調査表の検討 - . 福岡歯大会誌24(3)：261-283, 1997
- 30) 木林美由紀, 大橋健治・他：幼児の咀嚼と食行動および生活行動との関連. 口腔衛会誌54：550-557, 2004
- 31) 足立恵子, 中山玲子：幼児の食育推進に関する一考察 - 幼稚園と保育所の給食の観点から - . 京都女大食物会誌61：21-27, 2006
- 32) 二木武：乳幼児の咀嚼発達についての問題点. 小児科：51-59, 1990
- 33) 厚生労働省：保育所における食事の提供ガイドライン. 入手先 <<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kodomo/pdf/shokujiguide.pdf>> (参照2017.12.28)
- 34) 志津美保, 志津康弘：離乳期における子どもの食行動の発達と母親の食事介助の影響. 小児保健研68(6)：614-622, 2009
- 35) 厚生労働統計協会：学校保健. 国民衛生の動向 64(9)：380-385, 2017
- 36) 美の国秋田ネット：12歳(中学1年生)一人平均むし歯本数の都道府県別順位の推移. 入手先 <<http://www.pref.akita.lg.jp/pages/archive/8367>> (参照2017-12-28)
- 37) 岡崎光子, 高橋久美子・他：幼児の咀嚼能力に関わる要因の検討. 小児保健研59：57-64, 2000
- 38) Lus MB, Peter HB, et al: Mixed longitudinal evaluation of masticatory performance in children 6 to 17 years of age. American Association of Othodontist10:427-434,2011
- 39) 小原勉：保育園における口腔衛生と食習慣に関する研究. 北海道文教大学紀要28：49-54, 2004
- 40) 浜野純也, 北村麗子：診療所での小児の口腔成育 - 浜野歯科医院での食育への取り組みから - . 歯衛士 35(5)：33-37, 2011
- 41) 荒井厚子, 塚越珠江・他：子育て支援と食育 - 埼玉県小川町における個別訪問利就職支援. 保健の科学 55(5)：351-357, 2013

## The development of occlusal force and related factors in preschool and school-age children

Etsuko SUSUKIDA\* Izumi HIRAMOTO\*\*

\* Akita City Medical Association Akita Nursing School

\*\* Akita University Graduate School of Health Sciences

**Purpose:** The purpose of the study was to assess the development of occlusal force and identify its related factors in preschool and school-age children.

**Methods:** The subjects were 835 children in Akita Prefecture, 608 of whom were nursery-school age (3-5 years old), 139 elementary-school age, and 88 middle-school age. Parents or guardians completed a questionnaire that asked about their child's birth weight, age at admission to nursery school, number of dental caries, Hellman's dental age, and other factors. The occlusal force gauge used was the Occlusal Force Meter GM10. Two measurements on the left and right were obtained, and the maximum value was taken as the maximum occlusal force. The maximum occlusal force among the nursery-school children, elementary-school students, and middle-school students was compared using a multiple comparison analysis. The subjects were then classified into two groups based on their dental age (IC, IIA, IIC and IIIA, IIIB, IIIC, IVA), and a variance analysis was categorized by background factors.

**Results:** The maximum occlusal force was larger for 4-year-old children than for 5-year-old children ( $p<0.05$ ). The maximum occlusal force was larger for both elementary-school lower grades and higher grades than for nursery-school children, and larger for elementary-school higher grades than for lower grades ( $p<0.01$ ). The main effect was significant for dental age, birth weight, and number of dental caries. The interaction was significant for age on sex, with the maximum occlusal force being larger for boys than for girls in the IIIA, IIIB, IIIC, IVA groups ( $p<0.01$ ).