

## 原 著

## 経年歯列模型による永久歯列完成時の叢生量の予測について

葛西理恵 林 亮助 斎藤勝彦 葛西一貴

日本大学松戸歯学部歯科矯正学講座

KASAI Rie, HAYASHI Ryosuke, SAITOH Katsuhiko, KASAI Kazutaka

Department of Orthodontics, Nihon University School of Dentistry at Matsudo

キーワード：叢生，予測，経年歯列模型，重回帰分析

抄録：小学校1年生から6年生までの歯列弓の経年的成長変化の観察から，叢生の発生メカニズムを解明し，混合歯列期から永久歯列完成時における下顎叢生量の予測の可能性を検討した。資料は小学生児童50名の下顎経年歯列模型である。各学年における歯列弓幅径，歯列弓長径，第一大臼歯頰舌的歯軸傾斜角（以下，歯軸傾斜角）および6年生（永久歯列完成時）の叢生量（ALD）を計測した。6年生のALDから正常歯列群（ $ALD \geq -2.0$  mm）と叢生歯列群（ $ALD \leq -2.5$  mm）に分類し比較検討した。また，重回帰分析により叢生量の予測について検討した。その結果，次のような結果を得た。

1. 2年生以降の叢生歯列群では歯列弓幅径と歯軸傾斜角年間変化量が有意に小さかった。また，歯冠幅径およびdef歯率について正常歯列群と叢生歯列群とを比較したところ，すべての項目で有意差はみられなかった。
2. 永久歯列完成時における主成分分析の結果，第一主成分（46.9%）は歯列弓幅径の因子，第二主成分（15.9%）は叢生量と歯軸傾斜角変化量の因子，第三主成分（14.9%）は歯列弓長径の因子であった。
3. 永久歯列完成時の叢生量を目的変数に，各計測値とそれぞれの年間変化量を説明変数とし，重回帰分析を行った結果，4年生の計測値および3年生と4年生の年間変化量を用いた下記の回帰式は重相関係数0.80を示した。

$$\text{叢生量} = -0.44 (\text{歯軸傾斜角年間変化量}) - 0.49 (\text{第一大臼歯間幅径}) + 1.31 (\text{第一大臼歯間幅径年間変化量}) + 24.78$$

以上の結果より，叢生歯列群の特徴は歯列弓幅径が狭く，第一大臼歯は舌側に傾斜していた。正常歯列群および叢生歯列群における歯列弓幅径と歯軸傾斜角年間変化量に差がみられる起点は，2年生であった。また，歯の

サイズが標準的で乳歯が健全である混合歯列では，4年生の計測値および3年生と4年生の年間変化量を用いた回帰式によって，永久歯列完成時の叢生量がある程度予測可能であることが示された。

(Orthod Waves-Jpn Ed 2010; 69(1): 12-22)

### Prediction of dental crowding of permanent dentition from mixed dentition using personal longitudinal dental casts

**Abstract** : The aims of this study were to elucidate the mechanism of dental crowding and to predict dental crowding of permanent dentition from mixed dentition using longitudinal dental casts (from first grade to sixth grade in primary school). Subjects were mandibular dental casts of 50 children. Dental arch width, dental arch length, bucco-lingual inclination of first molar, and amount of dental crowding in sixth grade (permanent dentition) were measured. Subjects were classified into normal group ( $ALD, \geq -2.0$  mm) and crowding group ( $ALD, \leq -2.5$  mm). Multiple regression analysis was performed to predict ALD at permanent dentition. After second grade, although there was no significant difference in tooth size and def rate between the 2 groups, dental arch width and annual changes of first molar inclination in the crowding group were significantly smaller than those in the normal group. Principal component analysis in permanent dentition revealed that the first principal component (46.9%) was dental arch width; the second principal components (15.9%) were amount of crowding and inclination of first molar, and the third principal component (14.9%) was dental arch width. In conclusion, the crowding group showed narrow dental arch width and first molar inclined lingually. The starting point of the difference in dental arch width and first molar inclination between normal and crowding groups was the second grade. In individuals with normal tooth size and caries-free dentition, crowding of permanent dentition could be predicted from mixed dentition.

(Orthod Waves-Jpn Ed 2010; 69(1): 12-22)

## 緒 言

叢生の発生要因として、う蝕による乳歯早期喪失<sup>1-4)</sup>、歯と顎のサイズの不調和 (arch length discrepancy: ALD)<sup>5-7)</sup>、歯列弓幅径の狭窄<sup>8,9)</sup>、咀嚼機能の減退<sup>10-12)</sup>などの要因があげられる。特に、歯のサイズについては世代間比較において現代人が有意に大きいと報告されており<sup>13-15)</sup>、歯のサイズの増大は叢生の発生要因の一つである。一方、Howeら<sup>8)</sup>および Tsujiら<sup>9)</sup>は、叢生患者と正常咬合者の歯のサイズに有意な差はなく、歯列弓幅径が叢生患者で有意に狭いと述べ、叢生発生に歯列弓幅径の狭窄が関与しているとしている。

咀嚼機能について、Hayashiら<sup>16)</sup>は7歳時で下顎に認められた叢生が、第一大臼歯の頬側への直立による歯列弓幅径の増大により12歳時では改善することがあると報告し、咬合力が強く、グライディングタイプ咀嚼の者は歯列弓幅径が広く、下顎第一大臼歯の頬側への直立が認められる<sup>17)</sup>と述べている。

このように、叢生の発現にはさまざまな要因が関与しているが、最近ではう蝕予防が定着し leeway space の不足による叢生は見かけなくなった<sup>9)</sup>。う蝕のない健全な歯でありながら7~8歳頃に前歯の叢生を主訴に来院する患児が多いことから、混合歯列期の歯列形態から永久歯列完成時の叢生量が予測可能であれば、効果的な対応ができるのではないかと考えた。

永久歯列になった時点の叢生量を予測する方法としては、前歯の歯冠幅径の合計を用いて側方歯の歯冠幅径を予測する小野<sup>18)</sup>の回帰方程式や、乳歯列の生理的空隙を参考にする方法<sup>19)</sup>などがあげられるが、歯列の成長変化量からの予測方法は確立されていない。そこで、本研究では小学校1年生から6年生までの経年モデルを用いて、混合歯列期から永久歯列完成時の叢生量の予測について検討した。

## 資料および方法

### I. 資 料

千葉県松戸市立古ヶ崎小学校入学年1997年、卒業年2002年の児童50名(男児22名、女児28名)を1年生から6年生まで計6回にわたって追跡し、採得した下顎の経年歯列モデルを用いた。なお、資料選択の条件は、矯正の既往がない、6年生で乳歯残存がない、歯の形態異常がない、計測点に修復物がない、ならびに咬耗度がStage1<sup>20)</sup>に満たないものとした。また、6年生のALDが $-2.0\text{ mm}$ 以上<sup>16)</sup>のものを正常歯列群、 $-2.5\text{ mm}$ 以下のものを叢生歯列群とした。さらに、両群の1年生の前歯部のirregularity index<sup>21)</sup>を計測した。

### II. 方 法

#### 1. 計測方法

計測時に歯列モデルが動かないよう机と固定し<sup>22)</sup>、下記に述べる計測点を高精度三次元デジタイザー (Micro Scribe, 日本バイナリー, 東京) を用いて計測し、3D/CAD解析ソフト (KEY CREATOR Version7.03, クボテック株式会社, 大阪) にて距離と角度を計算した。なお、左右側の同名歯がともに乳歯、あるいは永久歯である場合にのみ計測した。基準平面は、中切歯間乳頭頂および左右側第二小臼歯 (第二乳臼歯) と第一大臼歯の歯間乳頭頂の3点を通る平面とし、左右側第二小臼歯 (第二乳臼歯) と第一大臼歯の歯間乳頭頂を通る直線をX軸、基準平面上でそれに直行する直線をY軸、また基準平面に直行する直線をZ軸とした。

#### 2. 計測項目

##### 1) 歯列弓幅径

計測点は、左右側犬歯 (乳犬歯) 咬頭頂、第一小臼歯 (第一乳臼歯近心) 頬側咬頭頂、第二小臼歯 (第二乳臼歯近心) 頬側咬頭頂および第一大臼歯頬側近心咬頭頂の計8点とし、犬歯 (乳犬歯) 間幅径、第一小臼歯 (第一乳臼歯) 間幅径、第二小臼歯 (第二乳臼歯) 間幅径、ならびに第一大臼歯間幅径を算出した (図1)。

##### 2) 歯列弓長径

左右側第二小臼歯 (第二乳臼歯) と第一大臼歯の接触点を結ぶ線から中切歯間乳頭頂に至る垂直線の距離を歯列弓長径とし、計測した (図2)。

##### 3) 第一大臼歯頬舌的歯軸傾斜角 (以下、歯軸傾斜角)

第一大臼歯の頬側面の溝から咬合面の頬面溝への移行点と舌側面の溝から咬合面の舌面溝への移行点の2点を通る直線がZ軸となす角を歯軸傾斜角とした (図3)。

##### 3. 6年生時におけるALDの計測

永久歯列完成期の6年生下顎歯列弓上において利用できる歯列弓長 (available arch length: 一側の第一大臼歯近心から反対側の第一大臼歯の近心までの歯槽頂の長さ) と、歯の配列に必要なスペース (required arch length: 左右第一大臼歯より前方の歯をすべて配列するのに必要な量) との差を計測した (図4)。

##### 4. 歯冠近遠心幅径およびdef歯率の測定

歯冠近遠心幅径は、下顎永久歯の中切歯から第一大臼歯の歯冠近遠心幅径 (以下、歯冠幅径) をデジタルノギス (MAX-CAL, 最小メモリ0.01 mm, ミットヨ社製, 神奈川) を用いて計測した。また、乳犬歯、第一乳臼歯および第二乳臼歯を対象としたdef歯率を求めた。

### III. 統計処理方法

歯列弓形態と叢生の発生との関係性を調べるため、次の統計処理を行った。

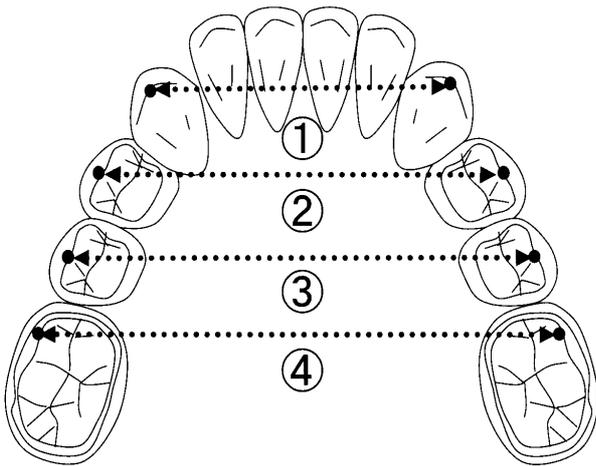


図1 下顎歯列弓幅径

①：犬歯（乳犬歯）間幅径，②：第一小臼歯（第一乳臼歯）間幅径，③：第二小臼歯（第二乳臼歯）間幅径，④：第一大臼歯間幅径

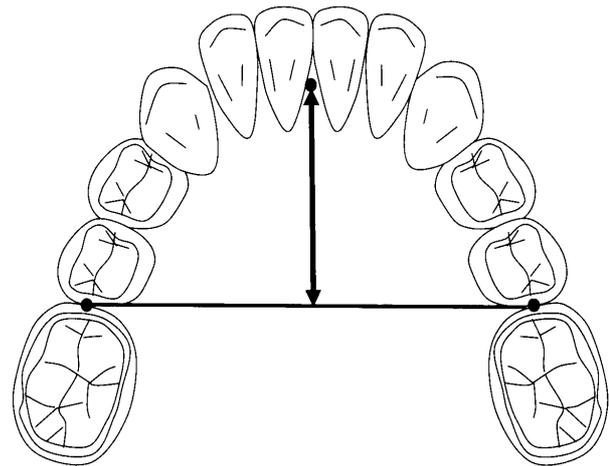


図2 下顎歯列長径

左右側第二小臼歯（第二乳臼歯）と第一大臼歯の接触点を結ぶ線から中切歯間乳頭頂に至る垂直線の距離

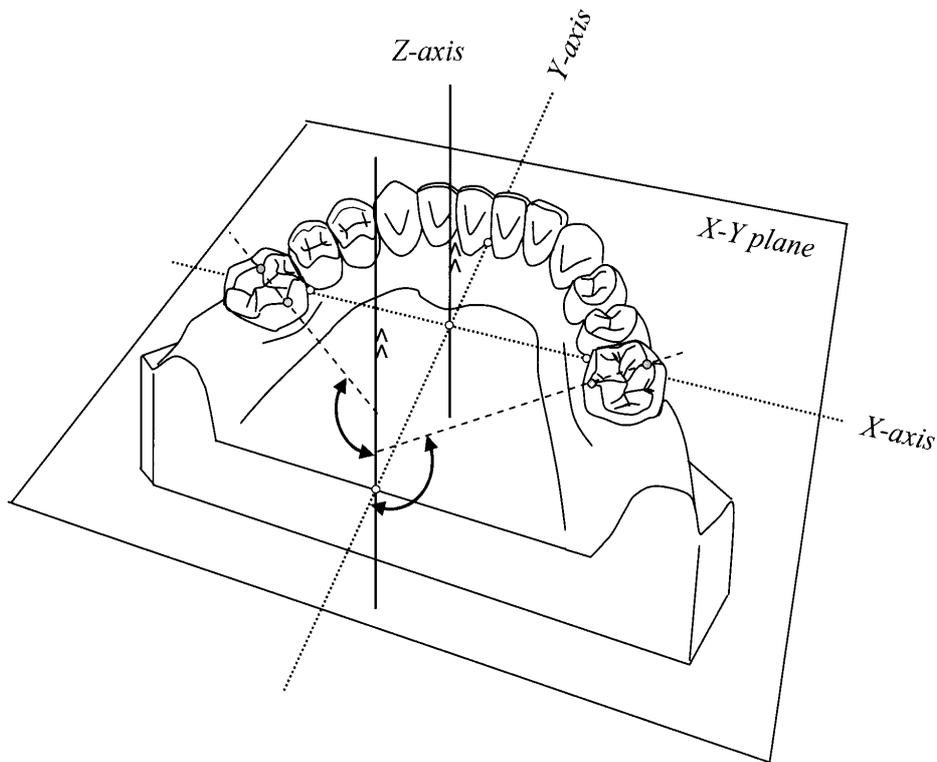


図3 第一大臼歯頬舌的歯軸傾斜角

第一大臼歯の頬側面の溝から咬合面の頬面溝への移行点と舌側面の溝から咬合面の舌面溝への移行点の2点を通る直線がZ軸となす角度

なお、これらの計算はJMP 7 Statistical Discovery (SAS Institute Inc., Carolina) によって行われた。

1. 歯列弓幅径，歯列弓長径および歯軸傾斜角年間変化量の平均値，標準偏差を算出するとともに正常歯列群と叢生歯列群における平均値の差についてはStudent *t* 検定を用いて検討した。

## 2. 主成分分析

永久歯列における歯列弓形態と叢生量の関係を把握

するため、6年生における犬歯間幅径，第一小臼歯間幅径，第二小臼歯間幅径，第一大臼歯間幅径，歯軸傾斜角変化量，歯列弓長径および叢生量を変数とする主成分分析を行った。

## 3. 重回帰分析

永久歯列完成時の叢生量を推定するため、2年生から4年生の側方歯の代表歯として犬歯（乳犬歯）間幅径，第一大臼歯間幅径，歯軸傾斜角年間変化量，およ

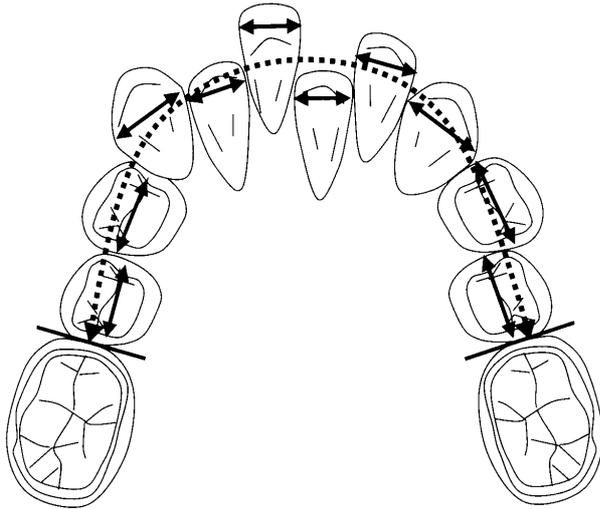


図4 Arch length discrepancy

←-----→ : available arch length, ←————→ : required arch length

表 1-1 正常歯列群と叢生歯列群における歯列弓幅径および歯列弓長径の Student *t* 検定

1 年生	正常歯列群		叢生歯列群		<i>t</i> -test
	mean	s.d.	mean	s.d.	
歯列弓長径 (mm)					
乳犬歯間幅径	26.5	2.3	25.8	1.1	ns
第一乳臼歯間幅径	33.0	2.3	32.0	1.2	ns
第二乳臼歯間幅径	38.7	2.2	37.9	1.1	ns
第一大臼歯間幅径	44.6	2.0	44.6	1.4	ns
歯列弓幅径 (mm)	23.7	2.1	22.5	1.2	ns

ns : no significant

表 1-2 正常歯列群と叢生歯列群における歯列弓幅径, 歯列弓長径および歯軸傾斜角年間変化量の Student *t* 検定

2 年生	正常歯列群				叢生歯列群			
	mean	s.d.	GC mean	s.d.	mean	s.d.	GC mean	s.d.
歯列弓幅径 (mm)								
乳犬歯 (犬歯) 間幅径	27.5	2.1	0.8	1.3	25.9*	1.8	0.5	0.9
第一乳臼歯 (小白歯) 間幅径	33.6	1.8	1.0	0.9	31.7**	2.0	-0.3	0.4
第二乳臼歯 (小白歯) 間幅径	39.3	2.1	1.0	0.9	37.6**	1.6	-0.3	0.3
第一大臼歯間幅径	46.1	2.0	0.6	0.5	44.5*	2.1	0.4	0.4
歯列弓長径 (mm)	23.2	1.3	-0.7	1.5	22.5	1.7	0.3	0.6
歯軸傾斜角年間変化量 (°)			3.3	1.3			1.0 <sup>†</sup>	2.4

正常歯列群および叢生歯列群の平均値による Student *t*-test : \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

正常歯列群および叢生歯列群の成長変化量による Student *t*-test : <sup>†</sup> :  $p < 0.05$

GC (growth change) : 前学年からの年間変化量

表 1-3 正常歯列群と叢生歯列群における歯列弓幅径, 歯列弓長径および歯軸傾斜角年間変化量の Student *t* 検定

3 年生	正常歯列群				叢生歯列群			
	mean	s.d.	GC mean	s.d.	mean	s.d.	GC mean	s.d.
歯列弓幅径 (mm)								
犬歯 (乳犬歯) 間幅径	27.9	2.0	0.5	1.0	26.4*	1.5	0.7	1.3
第一小白歯 (乳臼歯) 間幅径	34.7	2.4	1.1	1.6	31.9**	2.2	0.3	1.0
第二小白歯 (乳臼歯) 間幅径	40.2	2.5	0.8	1.0	37.9**	1.9	0.5	0.6
第一大臼歯間幅径	46.3	2.2	0.4	0.8	44.7*	2.1	0.3	0.6
歯列弓長径 (mm)	23.5	1.4	0.2	1.0	22.6	1.9	0.2	0.5
歯軸傾斜角年間変化量 (°)			3.2	2.9			0.1 <sup>††</sup>	3.1

正常歯列群および叢生歯列群の平均値による Student *t*-test : \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

正常歯列群および叢生歯列群の成長変化量による Student *t*-test : <sup>††</sup> :  $p < 0.01$

GC (growth change) : 前学年からの年間変化量

歯列弓長径を説明変数に, 6 年生の叢生量を目的変数とし, stepwise 法にて各学年の回帰式を求めた。さらに, 各学年の説明変数に 1 年間の変化量 (以下, 年間変化量) を加え, 回帰式を求めた。なお, 予測の観点から 5 年生から 6 年生の年間変化量のデータを除いた。算出された回帰式の精度については F 検定を行い,

推定値と実測値との相関を示す重相関係数 (multiple regression coefficient : multiple R) と回帰式によって説明しうる寄与率 (決定係数) (regression coefficient square :  $R^2$ ) を基に検討した。

表 1-4 正常歯列群と叢生歯列群における歯列弓幅径、歯列弓長径および歯軸傾斜角年間変化量の Student *t* 検定

4 年生	正常歯列群				叢生歯列群			
	mean	s.d.	GC mean	s.d.	mean	s.d.	GC mean	s.d.
歯列弓幅径 (mm)								
犬歯 (乳犬歯) 間幅径	28.0	2.0	0	1.0	26.7*	2.07	0.1	1.7
第一小白歯 (乳白歯) 間幅径	35.2	2.6	0.3	1.4	33.2**	3.14	1.3	1.6
第二小白歯 (乳白歯) 間幅径	41.1	2.8	0.8	1.3	38.8**	1.67	0.5	0.7
第一大臼歯間幅径	46.5	2.3	0.1	1.7	45.0*	1.63	0.3	0.9
歯列弓長径 (mm)	23.0	1.8	-0.6	1.0	22.4	1.65	-0.2	0.9
歯軸傾斜角年間変化量 (°)			2.5	2.4			-0.7 <sup>††</sup>	2.1

正常歯列群および叢生歯列群の平均値による Student *t*-test : \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

正常歯列群および叢生歯列群の成長変化量による Student *t*-test : <sup>††</sup> :  $p < 0.01$

GC (growth change) : 前学年からの年間変化量

表 1-5 正常歯列群と叢生歯列群における歯列弓幅径、歯列弓長径および歯軸傾斜角年間変化量の Student *t* 検定

5 年生	正常歯列群				叢生歯列群			
	mean	s.d.	GC mean	s.d.	mean	s.d.	GC mean	s.d.
歯列弓幅径 (mm)								
犬歯 (乳犬歯) 間幅径	28.0	2.0	-0.1	0.6	26.7*	2.0	-0.1	1.4
第一小白歯 (乳白歯) 間幅径	35.9	2.7	0.4	1.0	33.8**	2.3	0.6	1.8
第二小白歯 (乳白歯) 間幅径	41.5	2.7	0.4	1.2	39.7*	2.5	0.6	1.5
第一大臼歯間幅径	46.6	2.4	0.1	0.8	45.0*	1.6	-0.1	0.9
歯列弓長径 (mm)	22.1	1.8	-0.8	0.9	21.7	1.5	-0.7	0.8
歯軸傾斜角年間変化量 (°)			2.2	2.9			0.2 <sup>†</sup>	2.3

正常歯列群および叢生歯列群の平均値による Student *t*-test : \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

正常歯列群および叢生歯列群の成長変化量による Student *t*-test : <sup>†</sup> :  $p < 0.05$

GC (growth change) : 前学年からの年間変化量

表 1-6 正常歯列群と叢生歯列群における歯列弓幅径、歯列弓長径および歯軸傾斜角年間変化量の Student *t* 検定

6 年生	正常歯列群				叢生歯列群			
	mean	s.d.	GC mean	s.d.	mean	s.d.	GC mean	s.d.
歯列弓幅径 (mm)								
犬歯間幅径	28.0	1.9	-0.1	0.5	26.4**	2.0	-0.5 <sup>†</sup>	0.7
第一小白歯間幅径	35.7	2.2	-0.2	1.0	33.6**	2.5	-0.2	1.3
第二小白歯間幅径	41.7	2.5	0.2	1.5	39.5**	2.4	-0.2	1.1
第一大臼歯間幅径	46.4	2.4	0	0.6	44.9*	1.6	-0.2	0.5
歯列弓長径 (mm)	21.5	1.8	-0.6	0.9	21.0	1.5	-0.7	0.8
歯軸傾斜角年間変化量 (°)			3.1	2.6			-1.1 <sup>††</sup>	2.1

正常歯列群および叢生歯列群の平均値による Student *t*-test : \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

正常歯列群および叢生歯列群の成長変化量による Student *t*-test : <sup>††</sup> :  $p < 0.01$

GC (growth change) : 前学年からの年間変化量

## 結 果

### I. 各計測項目の差の検定について

表 1 および図 5 に、下顎歯列の正常歯列群と叢生歯列群の各計測値および年間変化量の平均値、標準偏差および Student *t* 検定の結果を示す。

#### 1. 歯列弓幅径について

1 年生の歯列弓幅径は正常歯列群と叢生歯列群に有意差は認められないが、2 年生以降の犬歯 (乳犬歯)

間幅径、第一小白歯 (第一乳白歯) 間幅径、第二小白歯 (第二乳白歯) 間幅径および第一大臼歯間幅径は叢生歯列群が有意に小さかった。また、年間変化量については、5 年生から 6 年生の犬歯間幅径で叢生歯列群は、正常歯列群より有意に減少していた。

#### 2. 歯列弓長径について

下顎の歯列弓長径は、正常歯列群と叢生歯列群に有意な差は認められなかった。

#### 3. 歯軸傾斜角について

2 年生から 6 年生までの年間変化量は、叢生歯列群

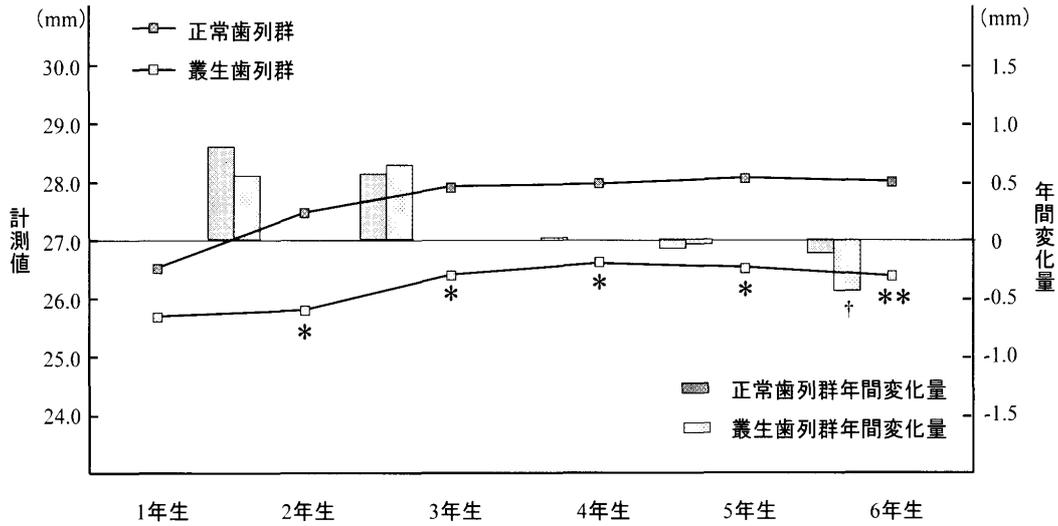


図 5-1 3-3 (C-C) 間幅径

正常歯列群および叢生歯列群の平均値による Student *t*-test : \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$   
 正常歯列群および叢生歯列群の成長変化量による Student *t*-test : † :  $p < 0.05$

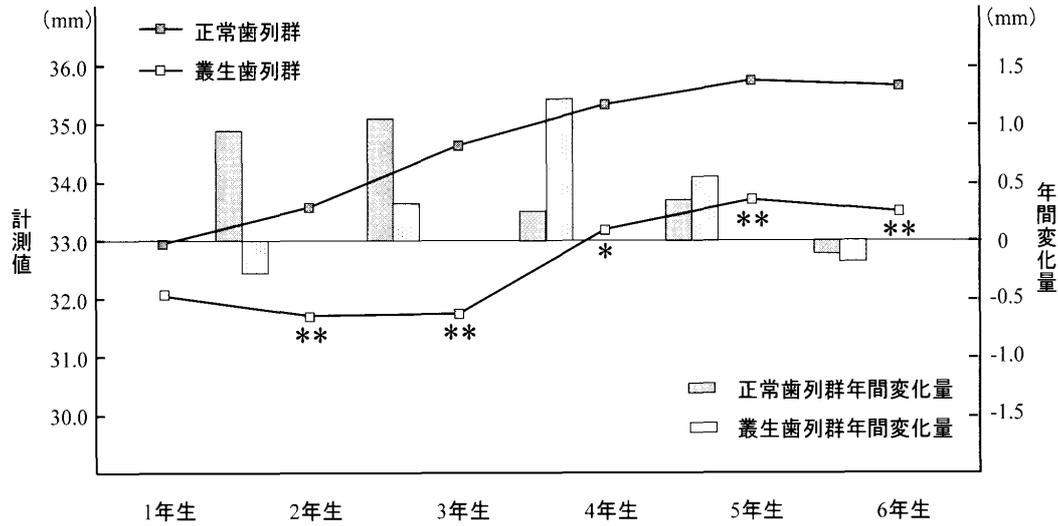


図 5-2 4-4 (D-D) 間幅径

正常歯列群および叢生歯列群の平均値による Student *t*-test : \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

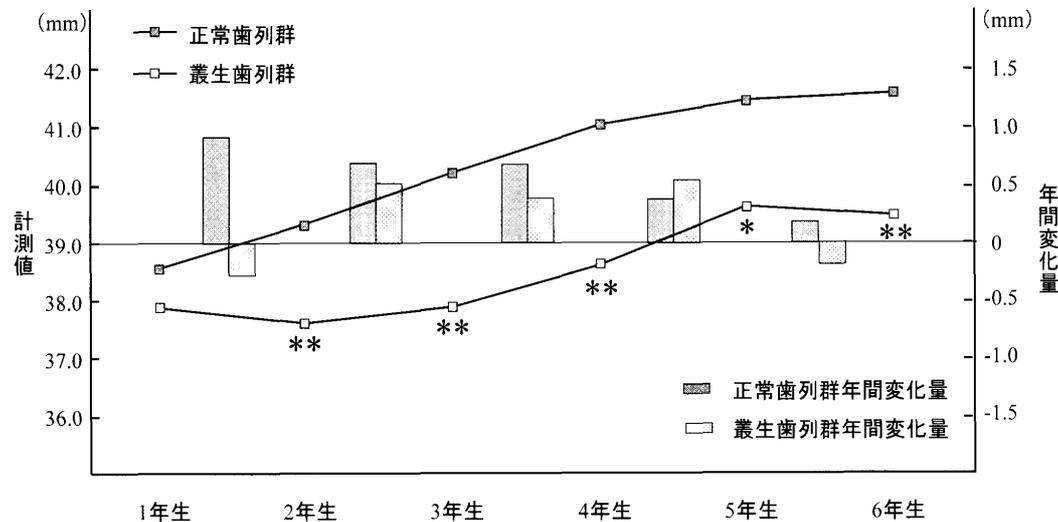


図 5-3 5-5 (E-E) 間幅径

正常歯列群および叢生歯列群の平均値による Student *t*-test : \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

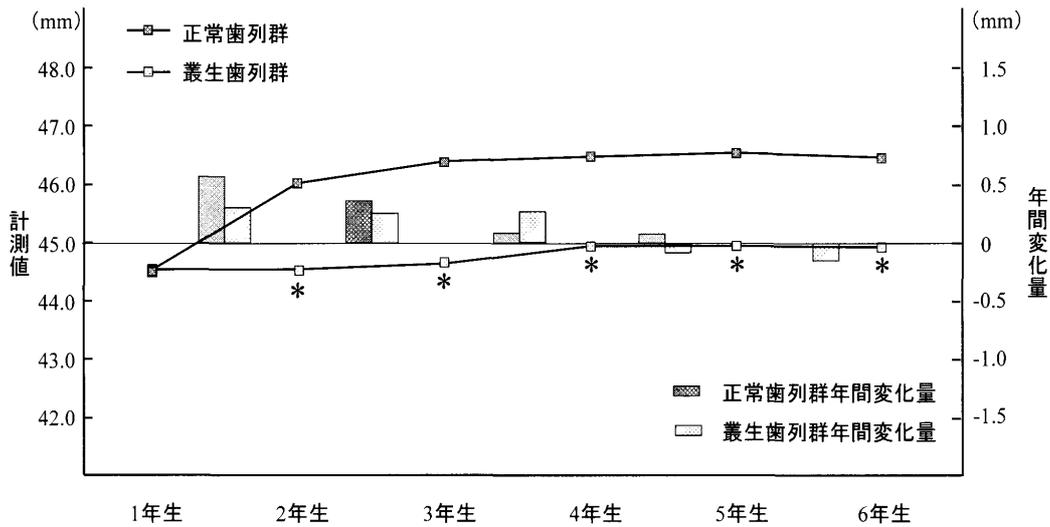


図 5-4 6-6 間幅径

正常歯列群および叢生歯列群の平均値による Student *t*-test: \* :  $p < 0.05$

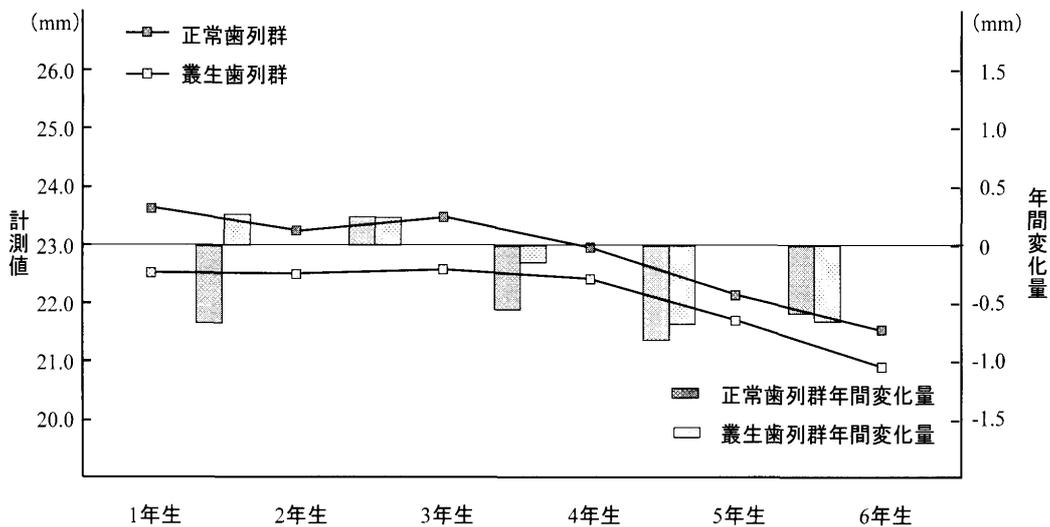


図 5-5 歯列弓長径

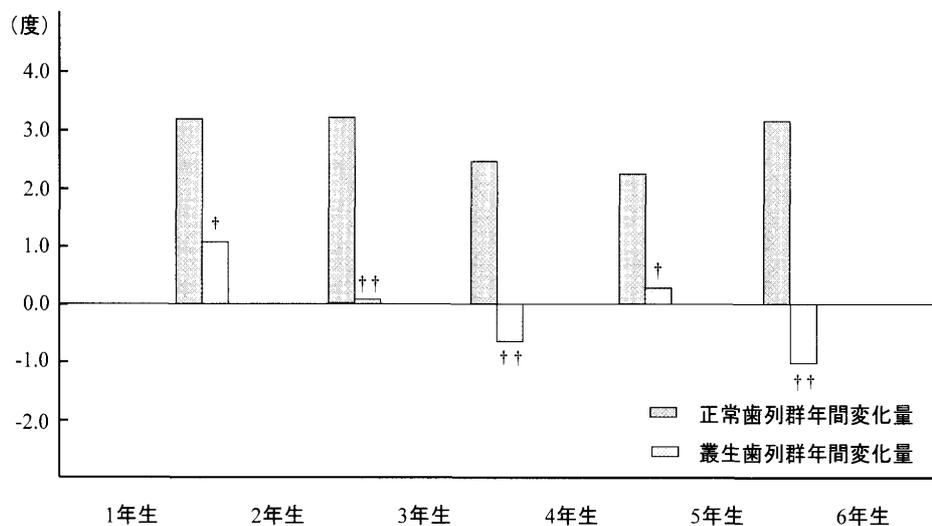


図 5-6 第一大臼歯頰舌的歯軸傾斜角年間変化量

正常歯列群および叢生歯列群の成長変化量による Student *t*-test: † :  $p < 0.05$ , †† :  $p < 0.01$

表2 正常歯列群と叢生歯列群における下顎の歯冠幅径の Student *t* 検定

	正常歯列群		叢生歯列群		<i>t</i> -test
	mean	s.d.	mean	s.d.	
中切歯	5.63	0.19	5.85	0.36	NS
側切歯	6.23	0.28	6.39	0.47	NS
犬歯	7.27	0.31	7.30	0.38	NS
第一小白歯	7.79	0.32	7.70	0.25	NS
第二小白歯	7.70	0.33	7.73	0.34	NS
第一大白歯	11.64	0.42	11.63	0.09	NS

が有意に小さく、舌側傾斜していた。

#### 4. 歯冠幅径, def 歯数および irregularity index について

永久歯歯冠幅径は、正常歯列群と叢生歯列群とに有意差は認められなかった(表2)。また、def 歯数は少なく、第一大白歯の大きな近心移動を起こすような進行した実質欠損が認められたものは3.9%と、正常歯列群および叢生歯列群はほぼ健全乳歯であり、差はみられなかった(表3)。さらに1年生のirregularity indexを調べたところ、正常歯列群は-2.0 mm、叢生歯列群は-2.3 mmで有意差はなかった。

### II. 永久歯列完成時の歯列弓形態と叢生量との主成分分析について

6年生50個体下顎歯列模型の主成分分析の結果、第一主成分(Z1)は寄与率46.9%で犬歯幅径、第一小白歯間幅径、第二小白歯間幅径および第一大白歯間幅径で歯列幅径の因子、第二主成分(Z2)は寄与率15.9%で叢生量と歯軸傾斜角変化量の因子、第三主成分(Z3)は寄与率14.9%で歯列弓長径の因子があげられ、累積寄与率は77.7%となり、叢生量が少ないものほど第一大白歯は頰側へ傾斜する傾向がみられた(表4)。

### III. 叢生量の予測について

#### 1. 各学年の計測値による重回帰分析(表5)

2年生では、歯軸傾斜角年間変化量と第一大白歯間幅径および歯列弓長径があげられ、重相関係数は0.63、寄与率は40%であった。3年生では、2年生と同様に歯軸傾斜角年間変化量と第一大白歯間幅径および歯列弓長径があげられ、重相関係数は0.54、寄与率は29%であった。4年生では、歯軸傾斜角年間変化量のみであり、重相関係数は0.60、寄与率は36%であった。また、5年生では第一大白歯間幅径のみで、重相関係数は0.43、寄与率は19%となり、他の学年よりも低い結果となった。

#### 2. 各学年の計測値と年間変化量による重回帰分析(表6)

##### 1) 3年生の計測値および2年生と3年生の年間変

表3 正常歯列群と叢生歯列群における下顎のdef歯率(%)の Student *t* 検定

	正常歯列群		叢生歯列群		<i>t</i> -test
	mean	s.d.	mean	s.d.	
def 歯率	49.0	19.1	31.3	31.3	NS

def 歯率 = (CDE を対象とした def 歯数) / 6 × 100

表4 主成分分析

	第一主成分 (Z1)	第二主成分 (Z2)	第三主成分 (Z3)
叢生量	-0.16	-0.72	-0.34
犬歯間幅径	0.71	-0.02	0.42
第一小白歯間幅径	0.89	0.20	0.27
第二小白歯間幅径	0.90	0.19	-0.02
第一大白歯間幅径	0.87	0.12	-0.13
歯列長径	0.06	0.03	0.90
歯軸傾斜角変化量	0.11	0.83	-0.19
固有値	3.28	1.11	1.05
寄与率 (%)	46.85	15.90	14.94
累積寄与率 (%)	46.85	62.75	76.69

化量を用いた際の有意な項目として、歯軸傾斜角年間変化量と第一大白歯間幅径および歯列弓長径があげられ、重相関係数は0.60、寄与率は36%であった。

2) 4年生の計測値および3年生と4年生の年間変化量を用いた際の有意な項目として、歯軸傾斜角年間変化量と第一大白歯間幅径および第一大白歯間幅径変化量があげられ、重相関係数は0.80、寄与率は64%であった。

3) 5年生の計測値および4年生から5年生の年間変化量を用いた際の有意な項目として、第一大白歯間幅径および第一大白歯間幅径変化量があげられ、重相関係数は0.63、寄与率は40%であった。

## 考 察

### I. 叢生歯列の特徴について

2年生以降の歯軸傾斜角変化量が叢生歯列群で有意に小さく歯列幅も叢生歯列群が狭いことから、歯列弓幅径の狭窄が叢生の発生要因の一つとなることを示した。Kawamura<sup>23)</sup>は、下顎第一大白歯の頰舌的歯軸傾斜と歯列弓幅径に相関があるとし、歯列弓幅径が大きいほど第一大白歯が頰側へ傾斜していると述べていることから、叢生歯列群における第一大白歯間幅径の狭窄は歯軸の舌側傾斜が原因であると考えられる。今回の資料では、正常歯列群と叢生歯列群とで歯の大きさに差がないことから歯列弓幅径の狭窄が叢生発生の原因とするHoweら<sup>8)</sup>およびHayashiら<sup>17)</sup>の報告と同様であった。さらに、本研究においては、経年的な観

表5 6年生叢生量の重回帰式（ステップワイズ法）の結果

		F
<u>2年生の計測値</u>		
6年生叢生量 = 0.38(歯軸変化量) + 0.37(第一大臼歯間幅径) + 0.48(歯列弓長径) - 30.08	R = 0.63 R <sup>2</sup> = 0.40	6.02
<u>3年生の計測値</u>		
6年生叢生量 = -0.37(歯軸変化量) - 0.32(第一大臼歯間幅径) - 0.39(歯列弓長径) + 26.31	R = 0.54 R <sup>2</sup> = 0.29	3.51
<u>4年生の計測値</u>		
6年生叢生量 = 0.52(歯軸変化量) + 2.76	R = 0.60 R <sup>2</sup> = 0.36	21.06
<u>5年生の計測値</u>		
6年生叢生量 = -0.39(第一大臼歯間幅径) + 19.84	R = 0.43 R <sup>2</sup> = 0.19	5.83

歯軸変化量：歯軸傾斜角年間変化量

表6 6年生叢生量の重回帰式（ステップワイズ法）の結果

		F
<u>3年生の計測値および2年生と3年生の年間変化量</u>		
6年生叢生量 = -0.35(歯軸変化量) - 0.31(3年生の第一大臼歯間幅径) - 0.38(3年生の歯列弓長径) + 25.61	R = 0.60 R <sup>2</sup> = 0.36	5.14
<u>4年生の計測値および3年生と4年生の年間変化量</u>		
6年生叢生量 = -0.44(歯軸変化量) - 0.49(4年生の第一大臼歯間幅径) + 1.31(第一大臼歯間幅径変化量) + 24.78	R = 0.80 R <sup>2</sup> = 0.64	14.48
<u>5年生の計測値および4年生と5年生の年間変化量</u>		
6年生叢生量 = -0.57(4年生の第一大臼歯間幅径) + 1.01(第一大臼歯間幅径変化量) + 27.65	R = 0.63 R <sup>2</sup> = 0.40	7.97

歯軸変化量：歯軸傾斜角年間変化量

察を行うことにより、正常歯列群および叢生歯列群における歯列弓幅径と歯軸傾斜角年間変化量の有意差が現れる起点が2年生であることを確認できた。

歯列弓長径の成長変化は4年生以降マイナスの成長を示した。大坪ら<sup>24)</sup>は、歯牙年齢ⅢB期の側方歯群の交換によって歯列弓長径の減少が起こると述べており、本研究においてもこの時期にleeway spaceによる第一大臼歯の近心移動が生じ、歯列弓長径が減少したと考えられた。Leeway spaceの不足は叢生発生の原因になり<sup>7, 12, 25)</sup>、特に、乳臼歯の早期喪失による後継永久歯の不正は歯列弓の後方部において認められると報告されている<sup>11)</sup>。しかしながら、今回用いた資料はdef歯率が低く健全な乳歯で永久歯交換時に抜歯は行われず、生理的交換が行われており、歯列弓長径は正常歯列群と叢生歯列群とで有意差を認めないことから、乳歯側方歯群のう蝕等による歯冠崩壊や抜歯による大きな第一大臼歯の近心移動がなく、生理的な歯列弓長径の減少を示していた。

## II. 叢生発生要因について

主成分分析は、変量相互の関連性を数式モデルに当てはめ、お互いに共通し類似した変量を要約すること

により、特徴的な因子を抽出し、関連性のない変量を誤差として分離する方法である<sup>26)</sup>。決定された因子との関連を示す因子負荷量は、各因子の因子負荷量の平方根を因子ごとに最大にする結果となっているため、因子の内容を推定することが困難である。そこで、因子軸回転の1方法であるバリマックス法を用いて、選択した因子のすべてについて同時に因子負荷量の平方の分散の和を最大にする手法により、因子と変量との関係を明解にした。

叢生と関連する歯列弓形態として、歯軸傾斜角変化量があげられ、叢生量がマイナス、歯軸傾斜角変化量がプラスで表示されていることから、叢生量が少ないものほど下顎第一大臼歯歯軸は直立する傾向にあることが確認できた。

下顎第一大臼歯は通常舌側方向に萌出し、口腔周囲筋や咀嚼機能の影響を受けながら徐々に頬側方向に直立する<sup>1, 27)</sup>が、現代日本人は咀嚼機能が脆弱化しており、それが歯の舌側傾斜に影響している<sup>10)</sup>といわれている。第一大臼歯の頬舌的な歯軸傾斜に影響を与える因子として、Hayashiら<sup>16)</sup>は咀嚼機能をあげており、咀嚼機能が叢生発生に関与していると考えられた。本研究にて歯軸変化量の有意差が現れる起点が2年生か

らであることが確認され、これらのことから咀嚼機能がこの時期から下顎第一大臼歯の直立に影響を与えている可能性が示唆された。

### III. 叢生量の予測について

これまでも永久歯列完成期排列状態を分類するために叢生量と空隙量を目的変数として重回帰分析を行った研究はあるが、下顎においては分析の精度があまりよくないとされていた<sup>28)</sup>。また、成長発育の過程で咬合様式は変化するため、歯列の予測は難しいといわれている<sup>29)</sup>。本研究においても、3年生から5年生の計測値のみの重回帰式の重相関係数および寄与率は低く、6年生の叢生量の予測するためには精度が低いと考えられる。しかしながら、1学年の計測値に、年間変化量の項目を加えた結果、重相関係数および寄与率はともに大きくなり、成長変化量を考慮することは永久歯列完成時の叢生量の予測に有用である可能性が明らかとなった。なかでも、4年生の計測値および3年生と4年生の年間変化量を用いた回帰式の重相関係数は0.80、寄与率は64%となり、この回帰式は永久歯列完成時の叢生量の予測にある程度有用であると考えられる。また、3年生と4年生の重回帰モデルから、歯軸傾斜角年間変化量ならびに第一大臼歯間幅径は叢生量と負の関係がみられ、この時期に第一大臼歯が直立し、第一大臼歯幅径が大きいほど永久歯列完成時の叢生量が減少する傾向を示している。

永久歯列完成時の叢生量を予測するにあたり、3年生および4年生の計測値を用いるよりも6年生に近い4年生および5年生の計測値を用いた重相関係数および寄与率が低い結果となった。4年生から5年生において、第一乳臼歯から第一小臼歯への交換が全体の84%、第二乳臼歯から第二小臼歯への交換は全体の60%であり、歯列弓長径はこの時期に減少を示し、第一大臼歯の近心移動が生じた。さらに、この時期に第一大臼歯の近心移動により幅径も減少したと考えられた。特に、この時期下顎の歯列弓長径の減少は上顎よりも顕著であり<sup>24, 30)</sup>、第一大臼歯の変位が大きくなった。一方、今回の資料は前歯部に限局した叢生が多く、この時期の第一大臼歯の近心移動は叢生量の変化に影響が少ないため、重相関係数および寄与率が低い結果となったと考えられた。

今回用いた資料は歯のサイズが標準的で乳歯が健全である集団であり、これらの要件を満たす場合、3年生と4年生の歯列弓幅径および歯軸傾斜角年間変化量から永久歯列完成時の叢生量をある程度予測することが可能であることが確認された。

しかしながら、歯列の成長は環境要因が大きく影響し個人差も大きいと考えられることから、永久歯列完成時の叢生量の予測精度をさらに向上させるために

は、個人の成長量、成長様式、顔面パターンならびに咀嚼機能の関連性を調査する必要がある。

### 文 献

- 1) 飯田順一郎. 成長発育. 相馬邦道, 飯田順一郎, 山本照子, 他編. 歯科矯正学. 第5版. 東京: 医歯薬出版, 2008: 41-57.
- 2) Brandhorst OW. Promoting normal development by maintaining the function of the deciduous teeth. J Amer Dent A 1932; 19: 1196-1203.
- 3) Lundström A. The significance of early loss of deciduous teeth in the etiology of malocclusion. Am J Orthod 1955; 41: 819-826.
- 4) Schachter H. The incidence and effect of premature extraction of deciduous teeth. Brit Dent J 1943; 75: 57-61.
- 5) Rönnerman A, Thilander B. Facial and dental arch morphology in children with and without early loss of deciduous molars. Am J Orthod 1978; 73: 47-58.
- 6) Leighton BC, Hunter WS. Relationship between lower arch spacing/crowding and facial height and depth. Am J Orthod 1982; 82: 418-425.
- 7) Berg R. Crowding of the dental arches: a longitudinal study of the age period between 6 and 12 years. Eur J Orthod 1986; 8: 43-49.
- 8) Howe RP, McNamara Jr JA, O'Conner KA. An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. Am J Orthod 1983; 83: 363-373.
- 9) Tsuji H, Hayashi R, Saitoh K. Consideration of the mechanisms involved in dental crowding: comparison of dentition growth changes in children of two primary school during two different eras. Int J Oral-Med Sci 2008; 6: 140-149.
- 10) 葛西一貴, 川村 全. 歯の植立と咀嚼機能とのかわり. 歯界展望 2002; 99: 1376-1382.
- 11) プロフィット・ウイリアム R. 新版 プロフィットの現代歯科矯正学 (高田健治訳). 第1版. 東京: クインテッセンス出版, 2004: 113-144.
- 12) 井上直彦. 人類における歯と顎骨の不調和. 人類誌 1980; 88: 69-82.
- 13) 久保田公雄, 鶴岡好明, 川崎泰右, 他. 近代日本人の歯冠近遠心径および頬舌径と歯の配列との関係. 日大口腔科学 1991; 17: 442-453.
- 14) 久保田公雄, 小宮圭子, 中島十四夫, 他. 歯冠近遠心径と身体各部の大きさとの比較研究. 日大口腔科学 1994; 20: 256-262.
- 15) 久保田公雄, 青島 攻. 現代日本人の歯の大きさについての観察. 日大歯学 1995; 69: 122-130.

- 16) Hayashi R, Kanazawa E, Kasai K. Three-dimensional changes of the dental arch form and the inclination of the first molars; Comparison between crowding-improvement and crowding-aggravation groups. *Orthod Waves* 2006; 65: 21-30.
- 17) Hayashi R, Kawamura A, Kasai K. Relationship between masticatory function, dental arch width, and bucco-lingual inclination of the first molars *Orthod Waves* 2006; 65: 120-126.
- 18) 岩田敏雄, 後藤滋巳. 矯正歯科治療に必要な基礎知識. 後藤滋巳, 葛西一貴, 三浦廣行, 氷室利彦編. 混合歯列期の矯正歯科治療. 第1版. 東京: 医歯薬出版, 2002: 16-17.
- 19) Kasai K, Kawamura A. Correlation between buccolingual inclination and wear of mandibular teeth in ancient and modern Japanese. *Arch Oral Biol* 2001; 46: 269-273
- 20) 黒須一夫. 現代小児歯科学: 基礎と臨床. 第2版. 東京: 医歯薬出版, 1981: 124-125.
- 21) Little RM. The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod* 1975; 68: 554-563
- 22) *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, et al. Three-dimensional computer-assisted study model analysis of long-term oral-appliance wear. Part 1: Methodology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 134: 393-407.
- 23) Kawamura A. Relationship between buccolingual inclination of mandibular molars and dentofacial morphology. *Nihon Univ J Sci* 1999; 25: 339-349.
- 24) 大坪淳造, 石川富士郎, 桑原洋助. 歯列弓の累年的成長変化に関する研究: 6才から13才までの歯列弓の平均成長変化について. *日矯歯誌* 1964; 23: 182-190.
- 25) Inoue N, Kuo CH, Ito G, et al. Influence of tooth-to-denture-base discrepancy on space closure following premature loss of deciduous teeth. *Am J Orthod* 1983; 83: 428-434.
- 26) 柳井晴夫, 前川真一, 繁榎算男, 市川雅教. 因子分析: その理論と方法. 第2版. 東京: 朝倉書店, 1992: 13-48.
- 27) 野田 忠. 歯列形成上からみた第一大臼歯. 落合靖一, 栗山純雄編. 第一大臼歯. 第1版. 東京: 医歯薬出版, 1986: 177-178.
- 28) 杉浦三香. 叢生歯列の発現に関する累年的観察. *歯科学報* 1995; 95: 295-319.
- 29) Nakahara S, Kameda T, Takahashi M, et al. Re-examining occlusal changes in development of the Australian Aboriginal dentition-what have we learned as orthodontists. *Orthod Waves* 2001; 60: 347-353.
- 30) 望月清之. 歯列の成長変化に関する経年的研究. *口病誌* 1965; 32: 357-367.

指導: 葛西一貴教授 2009年5月15日受付

2009年9月7日受理

連絡先: 葛西理恵

日本大学松戸歯学部歯科矯正学講座

〒271-0061 松戸市栄町西2-870-1

E-mail: mari07004@g.nihon-u.ac.jp