

# 原 著

## 下顎切歯部の叢生と側方歯群萌出後の移動様相との関係について

葛西理恵 林 亮助 齋藤勝彦 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：下顎切歯，叢生，側方歯群，経年歯列模型，歯列幅径

抄録：小学生児童の歯列弓成長変化の観察から，側方歯群の萌出後の移動様相が下顎切歯部叢生にどのような影響を与えているか調査した。資料は，小学生児童（81名）から，条件を満たす43名の1年生から6年生まで1年に1度，計6回にわたって採得した上下顎歯列模型である。1年生時の下顎切歯 irregularity index を計測し，6年生時の同部が減少したものを叢生改善群（以下，改善群）27名，増加したものを叢生増悪群（以下，増悪群）16名に分類した。接触型三次元形状測定装置にて，左右側犬歯（乳犬歯）咬頭頂，左右側第一および第二小白歯頰側咬頭頂，ならびに左右側第一大臼歯近心頰側咬頭頂の座標値を求めた。また，上下顎の側方歯群および第一大臼歯の歯列幅径を計測し，改善群と増悪群を比較検討し，以下の結果を得た。

1. 改善群では，乳臼歯脱落以降の第一大臼歯および第二小白歯が近心移動する時期に歯列幅径の増大がみられ，6年生時における犬歯，第一小白歯，第二小白歯および第一大臼歯は増悪群に比べ有意に頰側に移動し，犬歯および第一小白歯では有意な遠心移動が認められた。
2. 6年生時において，改善群の犬歯間幅径，第一小白歯間幅径，第二小白歯間幅径および第一大臼歯間幅径は増悪群に比べ有意に大きかった。特に第一大臼歯間幅径においては3年生時以降の改善群は増悪群に比べ有意に大きかった。
3. 両群の leeway space 量，乳犬歯および第一乳臼歯の脱落時期，ならびに側方歯の萌出時期および萌出順序に差は認められなかった。

以上のことから，1年生時の下顎切歯部叢生が6年生時で改善するためには，犬歯および第一小白歯の連動した頰側および遠心への移動が重要であり，それらの遠心移動を可能にさせるスペースの獲得には側方歯群交換期に側方歯群および第一大臼歯の歯列幅径の生理的増大が

必要であることが示された。

(Orthod Waves-Jpn Ed 2011 ; 70(2) : 85-96)

### Relationship of mandibular incisor crowding and teeth movement of buccal segments after eruption

**Abstract :** This study was conducted to observe the developmental changes of the dental arch in elementary school children and to observe the effect of the post-eruption moving phase in the buccal segment upon crowding of the mandibular incisors. This document provides mandibular and maxillary dental casts taken from 43 elementary school children (grades 1 to 6). The mandibular incisors irregularity index was measured at grade 1. It was classified into a crowding improvement group (improvement group), in which the irregularity index of the site decreased at grade 6, and a crowding exacerbation group (exacerbation group), in which the irregularity index increased at grade 6. With regard to mandibular dental arch measurement, two-dimensional coordinates were set, and coordinate values were calculated for canine (deciduous canine) cusp, first premolar buccal cusp, second premolar buccal cusp, and first molar mesiobuccal cusp. Moreover, the width was measured between the mandibular and the maxillary palate in the buccal segment and the first molar mesiobuccal cusp, and the improvement and exacerbation groups were compared. Subsequently, the following results were obtained.

1. In the improvement group, the dental arch width increased when the first molars or second premolars made mesial movements after the loss of the deciduous molars. Moreover, in the improvement group, canines, first premolars, second premolars, and first molars for grade 6 children, compared to the exacerbation group, moved significantly to the buccal side. With regard to canines and first premolars, significant distal movement was observed.
2. At grade 6, the arch width was significantly wider compared to children in the exacerbation group. Especially, the width between the first molars was significantly wider in the improvement group in grade 3 than in the exacerbation group.
3. No significant differences were observed between the improvement and exacerbation groups in a leeway space amount, timing of the loss of the deciduous canines and the first primary molars, as well as the eruption timing of the ca-

nines, the first premolars, and the second premolars.

From the findings, we conclude it is apparent that the crowding of the mandibular incisal region shows improvement. The reasons for this improvement are twofold: (1) An increase in the distal

movement of the canines and first premolars; (2) An increase in the dentition width of the buccal segment and first molar in the exchange timing.

(Orthod Waves-Jpn Ed 2011 ; 70(2) : 85-96)

## 緒 言

Moyers<sup>1)</sup> は、下顎切歯は犬歯と小白歯の萌出および大白歯の調整のために使用される側方歯部の空隙、すなわち leeway space をいくらか犠牲にしながら排列すると述べている。このことから、leeway space が小さい場合や、第一大臼歯の近心移動量が大きい場合などが前歯部叢生の改善されない原因とされてきた。このような leeway space 不足による叢生の発現は、従来からう蝕による乳歯早期喪失<sup>2-5)</sup> や歯と顎のサイズの不調和 (arch length discrepancy : 以下, ALD)<sup>6-8)</sup> などとして広く理解されてきた。さらに、近年では健全乳歯をもつ児童の叢生の増加傾向から歯列幅径の狭窄<sup>9,10)</sup>、咀嚼機能の減退<sup>11-13)</sup> などの要因も叢生発現要因に加えられてきた。Tsuji ら<sup>10)</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、叢生患者の歯列幅径が有意に狭いと述べ、叢生発現に歯列幅径の狭窄が関与していると報告している。また、その歯列幅径狭窄の要因として、Hayashi ら<sup>14)</sup> は咀嚼機能の違いが影響しているとし、咀嚼機能の減退が叢生発現に影響していると述べている。

下顎歯列の叢生発現部位は、前歯部に多いといわれている<sup>15)</sup>。下顎切歯は、乳切歯より歯冠が大きいことから切歯萌出時では叢生状態を呈することがほとんどである。しかし、歯列の成長発育の過程において、leeway space を活用した個々の歯の位置変化が生じ、それによって叢生が緩和する場合と、それらがうまく機能せず増悪する場合がある。乳歯の脱落から永久歯列完成期までは、歯列はさまざまな環境因子の影響を受ける時期でもあり、叢生の改善・増悪を左右する重要な期間である。そこで、本研究は小学校1~6年生時までの6年間の追跡調査により、下顎の個々の歯の移動様相を観察し、第一大臼歯や側方歯群の萌出後の移動様相を調べ、leeway space による個々の歯の位置変化や歯列幅径の成長変化が下顎切歯部叢生の改善・増悪にかかわる要因について調査した。

## 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81名から、矯正の既往、6年生時での乳歯残存、歯の形態異常ならびに計測点に修復物が

なく、咬耗度が Stage 1<sup>16)</sup> に満たないもの43名(男児20名, 女児23名)を対象とし、1~6年生時まで1年に1回、計6回にわたって採得した上下顎の経年歯列模型を用いた。また、下顎歯列にて1年生時の irregularity index<sup>17)</sup> を計測し、それと比較して6年生時の同部の irregularity index 量が減少したものを叢生改善群(以下, 改善群)27名, 増加したものを叢生増悪群(以下, 増悪群)16名に分類した(表1)。

### II. 方法

#### 1. 二次元座標の設定

接触型三次元形状測定装置(3D-PICZA, Roland DG社, 浜松)にて歯列模型を計測し、得られた三次元形状データを三次元画像解析ソフト(3D-RUGLE, Medic Engineering(株), 京都)にて解析した。下顎の基準平面は、中切歯間乳頭頂および左右側の第二小白歯(第二乳臼歯)と第一大臼歯の歯間乳頭頂の3点を通る平面とした。基準平面上に原点を下顎中切歯間乳頭頂、左右側第二小白歯(第二乳臼歯)と第一大臼歯の歯間乳頭頂を通る直線を原点まで平行移動させた線をX軸、それに直行する直線をY軸とした座標系を設定した(図1)。

#### 2. 計測項目

乳犬歯の計測は脱落による影響が少ない1年生時に行い、犬歯、第一小白歯および第二小白歯は口腔内に観察できた時点を萌出開始時とし、萌出開始時と6年生時の計測を行った。また、第一大臼歯は1年生の時点をすべての歯列模型で萌出が確認されているため、1~6年生時までの計6回の計測を行った。

##### 1) 咬頭頂座標値

咬頭頂座標値は下顎の左右側犬歯(乳犬歯)咬頭頂、左右側第一小白歯頰側咬頭頂、左右側第二小白歯頰側咬頭頂および左右側第一大臼歯近心頰側咬頭頂とした。

##### 2) 歯列幅径(図2)

###### (1) 上下顎乳犬歯・犬歯間幅径

上下顎乳犬歯間幅径は座標の設定と同様に1年生時に行った。その後、下顎犬歯が口腔内に観察できた時点を萌出開始時とし、下顎犬歯萌出時の上顎乳犬歯・犬歯間幅径および下顎犬歯間幅径、ならびに6年生時の上下顎犬歯間幅径を計測した。

###### (2) 上下顎第一小白歯および第二小白歯頰側咬頭頂間幅径

6年生時の上下顎第一小白歯および第二小白歯頰側咬頭頂間幅径を計測した。

表 1 改善群および増悪群における irregularity index (i.i.) の比較

	(mm)			
	1年生 (i.i.)		6年生 (i.i.)	
	mean	s.d.	mean	s.d.
改善群 (n=27)	2.31*	1.77	1.21**	1.26
増悪群 (n=16)	1.28	1.05	3.05	1.73

改善群および増悪群の平均値による Student *t* 検定

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

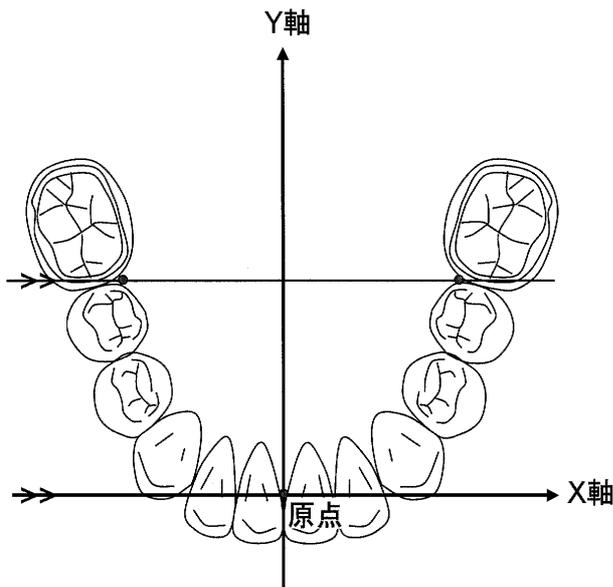


図 1 原点を下顎中切歯間乳頭頂とした二次元座標  
 原点：下顎中切歯間乳頭頂  
 X 軸：左右側第二小臼歯（第二乳臼歯）と第一大臼歯の歯間乳頭頂を通る直線を原点まで平行移動させた線  
 Y 軸：下顎中切歯間乳頭頂を通り、X 軸に垂直な直線  
 計測座標点（8点）：左右側犬歯（乳犬歯）咬頭  
 左右側第一小臼歯頬側咬頭頂  
 左右側第二小臼歯頬側咬頭頂  
 左右側第一大臼歯近心頬側咬頭頂

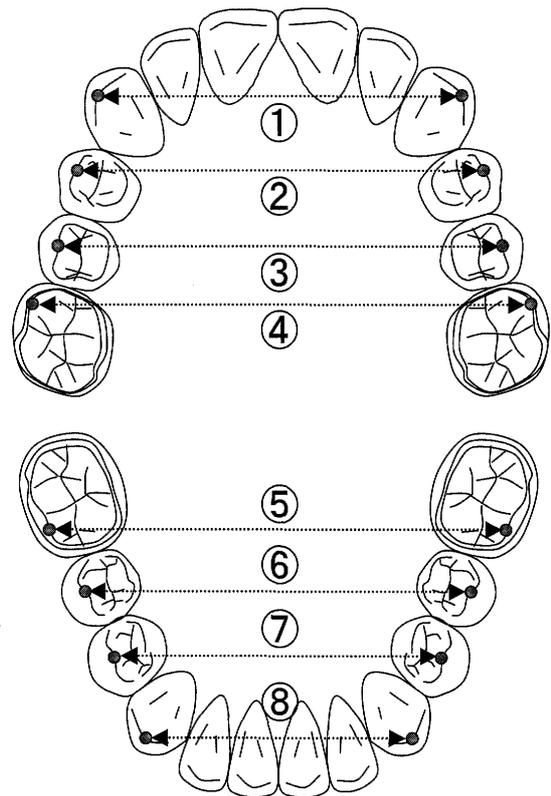


図 2 歯列弓幅径

①上顎犬歯（乳犬歯）間幅径，②上顎第一小臼歯間幅径，③上顎第二小臼歯間幅径，④上顎第一大臼歯間幅径，⑤下顎第一大臼歯間幅径，⑥下顎第二小臼歯間幅径，⑦下顎第一小臼歯間幅径，⑧下顎犬歯（乳犬歯）間幅径

(3) 上下顎第一大臼歯近心頬側咬頭頂間幅径（以下、上下顎第一大臼歯間幅径）

上下顎第一大臼歯は、1年生時で萌出が確認されているため、6年生時までの計6回の第一大臼歯間幅径を計測した。

3) ALD および available arch length

永久歯列完成期の6年生時下顎歯列弓上において利用できる歯列弓長 (available arch length) と、歯の配列に必要なスペース (required arch length: 第二小臼歯から反対側の第二小臼歯までの歯冠幅径の和) との差<sup>18)</sup>である ALD をデジタルノギス (MAX-CAL, 最小メモリ 0.01 mm, ミットヨ社, 神奈川) を用いて計測した。また、歯列弓長 (available arch length) は、

第二小臼歯のから反対側の第二小臼歯までの10歯を中切歯と側切歯、犬歯、および第一小臼歯と第二小臼歯の6ブロックに分け、それぞれの歯冠乳頭頂間距離を計測し、それらの総和とした。

4) 歯冠近遠心幅径および leeway space の計測

歯冠近遠心幅径（以下、歯冠幅径）は、下顎の永久歯の中切歯から第一大臼歯の歯冠幅径をデジタルノギスにて計測した。leeway space は、乳犬歯、第一乳臼歯および第二乳臼歯の歯冠幅径の総和から、その代生歯である犬歯、第一小臼歯および第二小臼歯の歯冠幅径の総和を差し引いた値とし、左右側をそれぞれ計測した。

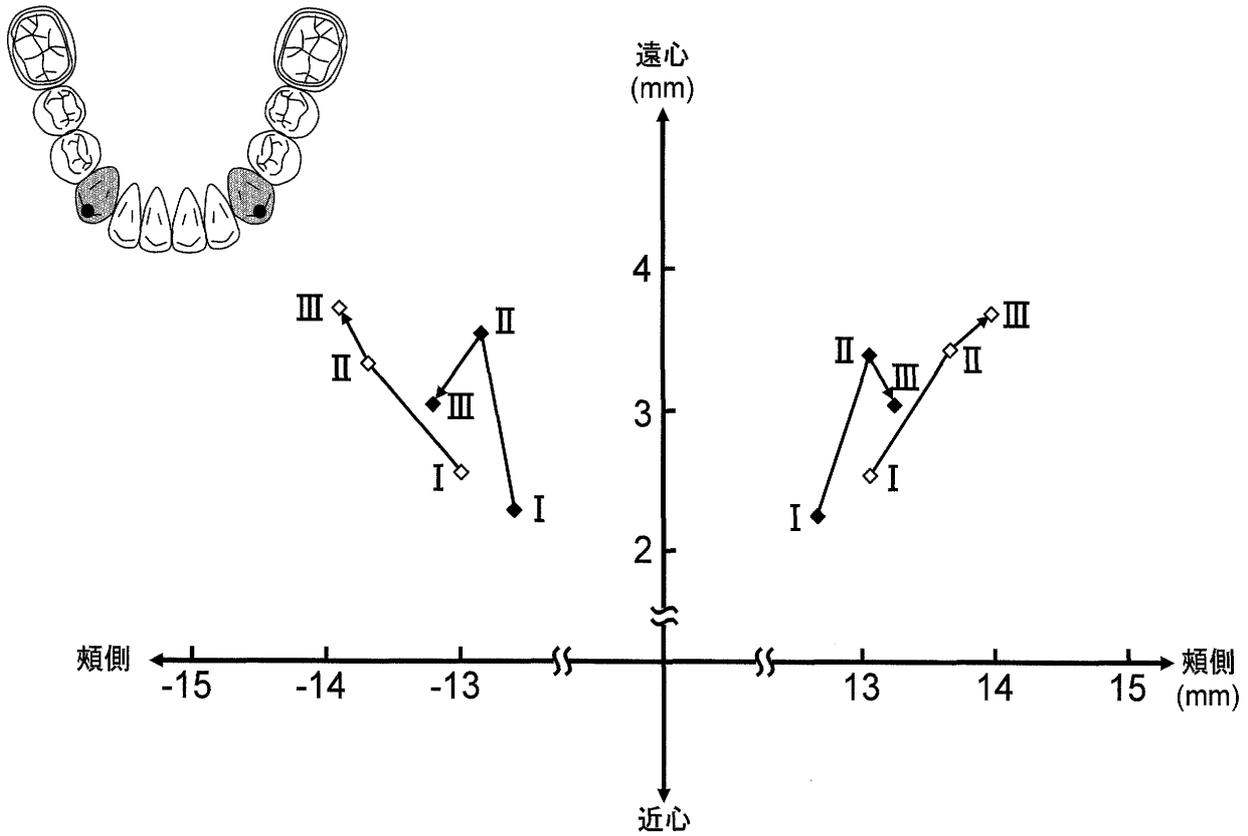


図3 下顎犬歯咬頭頂の移動様相

◇：改善群，◆：増悪群

I：乳犬歯時，II：犬歯萌出開始時，III：6年生時

表2 改善群および増悪群の下顎乳犬歯・犬歯における座標値の比較

		乳犬歯時				犬歯萌出開始時				6年生時			
		右側		左側		右側		左側		右側		左側	
		mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
X 座標	改善群	-13.03	0.99	13.05	0.80	-13.69	1.13	13.67	1.17	-13.90*	0.81	13.97*	0.79
	増悪群	-12.60	1.33	12.66	0.96	-12.87	1.73	13.06	0.89	-13.18	1.27	13.24	0.95
Y 座標	改善群	2.31	1.05	2.31	0.89	3.08	1.00	3.22	1.53	3.62*	1.06	3.56*	1.10
	増悪群	1.87	0.79	1.99	0.93	3.29	1.84	3.16	1.12	2.76	1.16	2.81	0.98

改善群および増悪群の平均値による Student *t* 検定

\* :  $p < 0.05$

5) 下顎乳側方歯脱落，永久側方歯萌出時期および永久側方歯萌出順序

犬歯，第一小白歯および第二小白歯が口腔内に観察できた時点を萌出開始時とし，改善群と増悪群の萌出開始学年，犬歯と第一小白歯の萌出および乳側方歯の脱落のタイミングならびに永久側方歯の萌出順序の比較を行った。

III. 統計処理方法

各計測項目の平均値，標準偏差を算出するとともに改善群と増悪群の計測値を Student *t* 検定を用いて検

討した。また，両群の下顎乳側方歯脱落，永久側方歯萌出時期および永久側方歯萌出順序について， $\chi^2$  独立性の検定を行った。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。

IV. 計測誤差について

計測は日を改めて2回行い，同一標本の1回目と2回目の原点の座標値を求め，paired *t*-test を用いて検定を行った。また，Dahlberg の double determination method<sup>19)</sup> により，総分散に対する誤差分散の百分率

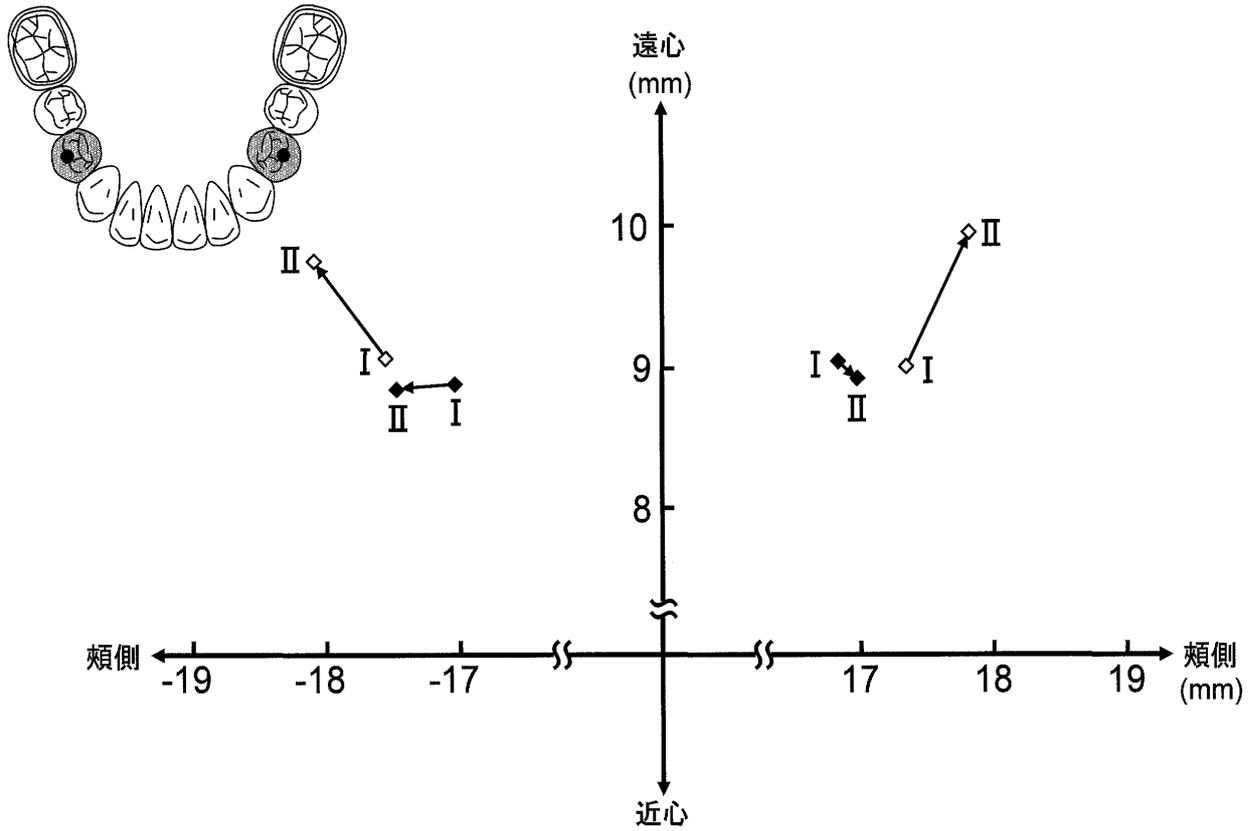


図4 下顎第一小白歯頬側咬頭頂の移動様相

◇：改善群，◆：増悪群  
I：第一小白歯萌出開始時，II：6年生時

表3 改善群および増悪群の下顎第一小白歯における座標値の比較

		第一小白歯萌出開始時				6年生時			
		右側		左側		右側		左側	
		mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
X 座標	改善群	-17.57	1.24	17.37	1.52	-18.09	1.18	17.92*	0.86
	増悪群	-17.04	1.12	16.83	1.96	-17.45	0.97	16.93	1.85
Y 座標	改善群	9.07	1.39	9.01	1.27	9.76*	1.17	9.94*	1.16
	増悪群	8.86	1.31	9.02	1.73	8.93	1.06	8.91	1.14

改善群および増悪群の平均値による Student *t* 検定

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

(error %) を求めた。

その結果，最大誤差は 0.31 mm 以下で，error % はいずれも 0.6-2.7% 以下であった。

## 結 果

### I. 側方歯群の位置変化について

#### 1. 乳犬歯・犬歯咬頭頂の位置変化について

乳犬歯時の X および Y 座標値は，改善群と増悪群において差はなかった。また，萌出開始時の両群の X および Y 座標値は，乳犬歯時と比較して増加していた

が，両群間に差は認められなかった。6年生時の改善群の X および Y 座標値は，萌出開始時と比較して増加しており，増悪群の犬歯咬頭頂の X 座標の絶対値はやや増加するが Y 座標値は減少し，改善群と比較して X および Y 座標値は有意に小さかった。すなわち，6年生時の改善群の犬歯咬頭頂は増悪群に比べ有意に頬側遠心に位置している結果となった (図3, 表2)。

#### 2. 第一小白歯頬側咬頭頂の位置変化について

第一小白歯萌出開始時の頬側咬頭頂 X および Y 座標値は，改善群および増悪群において差はないが，6年生時の改善群の咬頭頂は萌出開始時と比較して X

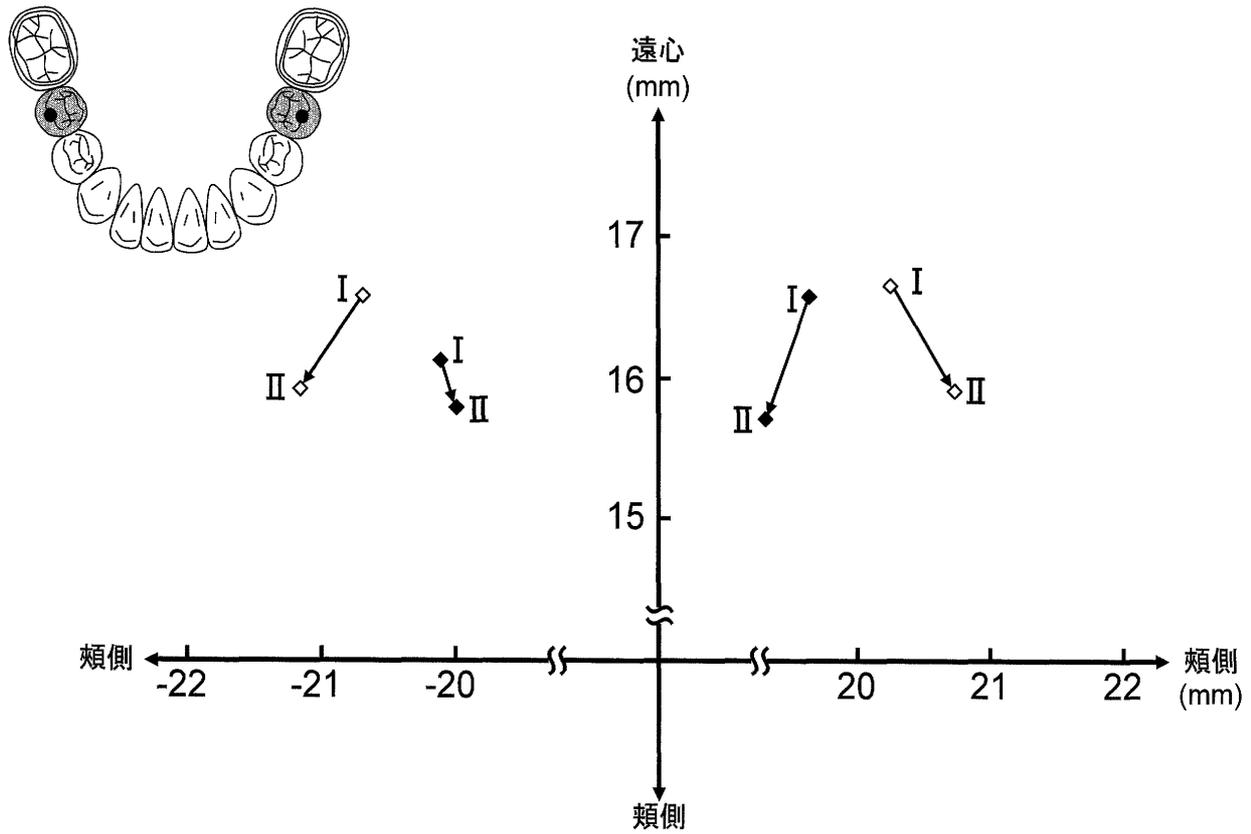


図5 下顎第二小白歯頬側咬頭頂の移動様相

◇: 改善群, ◆: 増悪群  
I: 第二小白歯萌出開始時, II: 6年生時

表4 改善群および増悪群の下顎第二小白歯における座標値の比較

		第二小白歯萌出開始時				6年生時			
		右側		左側		右側		左側	
		mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
X 座標	改善群	-20.78	1.06	20.27	1.73	-21.14*	1.34	20.63**	1.24
	増悪群	-20.15	1.29	19.62	1.07	-19.98	1.52	19.33	1.71
Y 座標	改善群	16.53	1.62	16.65	2.01	15.88	1.47	15.88	2.03
	増悪群	16.10	1.51	16.55	1.84	15.73	1.19	15.71	2.29

改善群および増悪群の平均値による Student *t* 検定

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$

および Y 座標値は増加していた。一方、増悪群では萌出開始時と比較して X 座標はわずかに増加するが、Y 座標値はほぼ変化はなかった。6年生時の改善群の X および Y 座標値は有意に大きく、改善群の第一小白歯咬頭頂は増悪群と比べ有意に頬側遠心に位置している結果となった (図4, 表3)。

3. 第二小白歯頬側咬頭頂の位置変化について

第二小白歯開始時の頬側咬頭頂の X および Y 座標値は、改善群および増悪群において差はないが、6年生時の改善群の咬頭頂は萌出開始時と比較して X 座標値は増加していた。増悪群では X および Y 座標値

の減少が認められた。すなわち、6年生時の改善群の第二小白歯咬頭頂は増悪群に比べ有意に頬側に位置している結果となった (図5, 表4)。

4. 第一大臼歯近心頬側咬頭頂の位置変化

改善群の第一大臼歯近心頬側咬頭頂の X 座標値は、1年生時から5年生時にかけて増加が認められるが、増悪群ではほぼ変化はみられず、6年生時の改善群は増悪群と比較して有意に大きかった。一方、Y 座標値は両群とも経年的に減少し、特に5年生時で顕著な減少を示した。また、両群の5年生時および6年生時の Y 座標値は1年生時と比較して有意な近心移動がみら

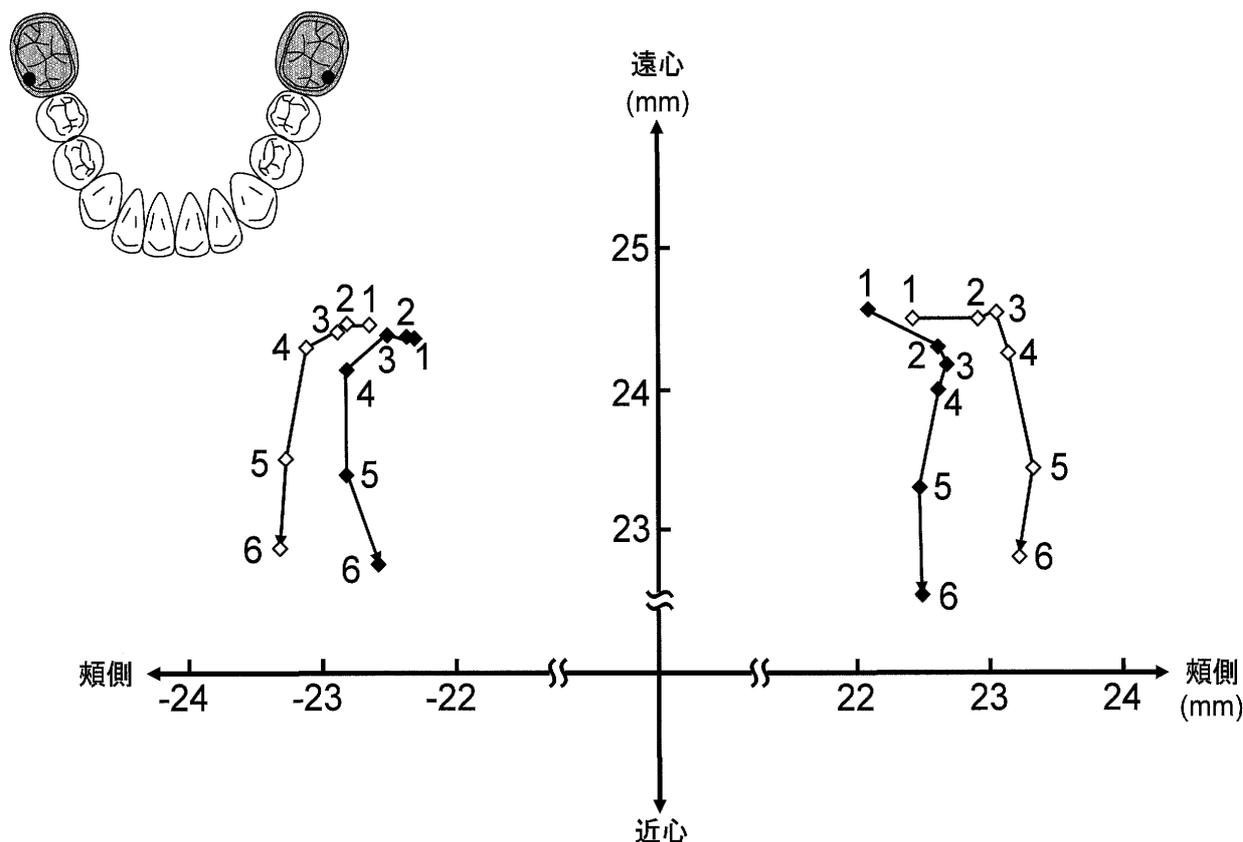


図6 下顎第一大臼歯近心頬側咬頭頂の移動様相

◇: 改善群, ◆: 増悪群

1~6: 学年を示す

れたが、改善群と増悪群で差はみられなかった。すなわち、改善群の5年生時以降の第一大臼歯近心頬側咬頭頂は増悪群と比べ有意に頬側に位置していたが、近心移動量に差はない結果となった(図6, 表5)。

## II. 歯列弓幅径

### 1. 上下顎乳犬歯・犬歯間幅径について

改善群および増悪群の下顎犬歯萌出開始時の上顎乳犬歯・犬歯間幅径は、上顎乳犬歯間幅径と比較して有意な増加を示した。また、6年生時の上顎犬歯間幅径は、上顎乳犬歯間幅径と比較して有意な増加を示し、改善群の6年生時上顎犬歯間幅径は増悪群と比較して有意に大きかった。6年生時下顎犬歯間幅径は、下顎乳犬歯間幅径と比較して有意な増加を示し、上顎と同様に改善群の6年生時下顎犬歯間幅径は増悪群と比較して有意に大きかった(表6)。

### 2. 上下顎第一小臼歯および第二小臼歯頬側咬頭頂間幅径について

6年生時の改善群の上下顎の第一小臼歯および第二小臼歯頬側咬頭頂間幅径は、増悪群より有意に大きかった(表7)。

### 3. 上下顎第一大臼歯間幅径について

改善群の上顎第一大臼歯間幅径は、1~6年生時に

かけて増加を認め、3年生時以降では1年生時と比較して有意に大きかった。また、増悪群においても1~5年生時までは増加を認めたが、6年生時でやや減少を示し、1年生時と各学年の比較では差は認められなかった。3年生時以降の改善群は増悪群より有意な増加を示した。下顎第一大臼歯間幅径では、改善群の5年生および6年生時は1年生時と比較して有意に大きかったが、増悪群の1年生時と各学年の比較では差は認められなかった。群間比較では上顎と同様に、3年生時以降の改善群は増悪群と比較して有意な増加を示した(表8)。

## III. ALD および available arch length

改善群のALDは0.32 mm, 増悪群のALDは-2.19 mmであり改善群が有意に大きかった。また、available arch lengthでは改善群で68.8 mm, 増悪群で66.6 mmと改善群が有意に大きかった(表9)。

## IV. Leeway space

改善群の左右のleeway spaceの平均値は2.15 mm, 2.10 mmで、増悪群の平均値は2.11 mm, 2.01 mmであり、両群の両側leeway spaceに差は認められなかった(表10)。

表5 改善群および増悪群の下顎第一大臼歯における座標値の比較

		1年生				2年生				3年生			
		右側		左側		右側		左側		右側		左側	
		mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
X座標	改善群	-22.69	0.71	22.42	1.24	-22.87	0.89	22.90	1.58	-22.91	0.99	22.99	1.53
	増悪群	-22.35	0.62	22.03	0.96	-22.43	1.18	22.59	0.79	-22.56	1.03	22.66	1.20
Y座標	改善群	24.45	1.20	24.50	1.37	24.45	1.51	24.49	1.33	24.40	1.58	24.57	1.61
	増悪群	24.34	0.82	24.55	1.33	24.34	1.76	24.26	1.02	24.37	1.72	24.17	1.55

		4年生				5年生				6年生			
		右側		左側		右側		左側		右側		左側	
		mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
X座標	改善群	-23.13	1.28	23.05	1.50	-23.32	1.13	23.47*	1.73	-23.36*	1.24	23.29*	1.57
	増悪群	-22.87	1.15	22.59	0.76	-22.85	1.17	22.45	0.80	-22.58	1.12	22.48	0.84
Y座標	改善群	24.29	2.01	24.50	1.93	23.48†	1.76	23.46†	2.19	22.88†	1.67	22.87†	1.87
	増悪群	24.16	1.53	24.05	1.49	23.42	2.16	23.34	1.50	22.74	1.66	22.50	1.39

改善群および増悪群の平均値による Student *t* 検定 \* :  $p < 0.05$ 1年生および各学年の平均値による Student *t* 検定 † :  $p < 0.05$ 

表6 改善群および増悪群の上下顎乳犬歯・犬歯間幅径の比較

		(mm)					
		乳犬歯時		下顎犬歯萌出開始時		6年生時	
		mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
上顎	改善群	33.02	1.86	34.69††	1.62	36.47*††	1.74
	増悪群	32.76	1.74	34.72	1.79	35.01	1.90
下顎	改善群	26.54	2.00	27.46	2.13	27.62*†	1.54
	増悪群	26.16	1.97	27.25	1.89	26.31	1.92

改善群および増悪群の平均値による Student *t* 検定 \* :  $p < 0.05$ 乳犬歯間幅径との平均値による Student *t* 検定 † :  $p < 0.05$ , †† :  $p < 0.01$ 

表7 6年生時における改善群および増悪群の上下顎第一小臼歯と第二小臼歯間幅径の比較

		(mm)			
		第一小臼歯間幅径		第二小臼歯間幅径	
		mean	s.d.	mean	s.d.
上顎	改善群	44.28*	2.44	49.33*	2.57
	増悪群	42.28	2.03	47.35	1.63
下顎	改善群	35.43**	1.83	41.53**	2.35
	増悪群	33.18	2.32	39.43	2.32

改善群および増悪群の平均値による Student *t* 検定\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ 

## V. Tooth size

表11に示すように、下顎永久歯の中切歯から第一大臼歯の歯冠幅径において改善群および増悪群に差は認められなかった。

## VI. 下顎乳側方歯脱落、永久側方歯萌出時期および永久側方歯萌出順序

改善群と増悪群の乳犬歯および第一乳臼歯の脱落時期に差はなかった。脱落のタイミングは、第一乳臼歯よりも乳犬歯が先に脱落する症例が両群ともに多く、次いで乳犬歯と第一乳臼歯の脱落が同時期の症例、第一乳臼歯が乳犬歯よりも脱落が早い症例の順となった。また、犬歯および第一小臼歯の萌出のタイミングとしては、両群ともに犬歯と第一小臼歯の萌出が同時期の症例が多く、次いで犬歯が第一小臼歯よりも先に萌出する症例、第一小臼歯が犬歯よりも先に萌出する症例の順となった(表12)。

犬歯、第一小臼歯および第二小臼歯の萌出時期はそれぞれの学年の改善群と増悪群に差は認められなかった。犬歯においては、両群ともに4年生時での萌出が多く、次いで改善群では3年生時、5年生時となり2年生時および6年生時には同率で一番少ない7.4%で

表 8 改善群および増悪群の上下顎第一大臼歯間幅径の比較

		1年生		2年生		3年生		4年生		5年生		6年生	
		mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
上顎	改善群	52.44	1.64	52.36	1.59	53.74*†	2.20	54.26*†	2.50	54.45*†	1.91	54.70*†	2.29
	増悪群	51.67	1.85	51.61	1.81	52.23	1.95	52.38	1.82	53.05	1.67	52.98	2.19
下顎	改善群	45.31	2.30	45.71	2.16	46.01*	2.04	46.38*	2.21	46.64*†	2.32	46.34*†	2.54
	増悪群	44.32	2.23	44.38	1.97	44.41	2.14	44.94	1.89	44.78	1.67	44.66	1.61

改善群および増悪群の平均値による Student *t* 検定 \* :  $p < 0.05$

1年生および各学年の平均値による Student *t* 検定 † :  $p < 0.05$

表 9 改善群および増悪群の永久歯列における ALD および available arch length の比較

	(mm)			
	改善群		増悪群	
	mean	s.d.	mean	s.d.
Available arch length	68.8*	2.74	66.6	2.07
ALD	0.32**	2.06	-2.19	1.36

改善群および増悪群の平均値による Student *t* 検定

\* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$

あった。増悪群では、5年生時、3年生時の順となった。第一小臼歯は改善群で4年生時での萌出が一番多く、次いで5年生時となり2年生時、3年生時、6年生時は同率で3.7%となった。増悪群では、5年生時での萌出が一番多く、次いで4年生時、3年生時、6年生時の順となった。第二小臼歯は改善群で6年生時が一番多く、次いで5年生時、4年生時、3年生時の順となり、増悪群では、5年生時、6年生時、4年生時の順となった(表13)。

萌出順序は両群ともに犬歯と第一小臼歯が同時期で、その後第二小臼歯が萌出する症例が最も多く、次いで犬歯、第一小臼歯、第二小臼歯の順で萌出する症例が多かった。さらに、犬歯の萌出後、第一小臼歯および第二小臼歯が同時期に萌出する症例と側方歯3歯が同時期の症例が12.5-18.5%で認められ、その他の萌出順序ではそれぞれ1症例ずつ認められた。また、両群間における萌出順序の割合に差は認められなかった(表14)。

## 考 察

### I. 下顎歯列の変化について

Leeway space および第一大臼歯の近心移動量に有意な差がないにもかかわらず、切歯部の叢生が改善するものと悪化するものが認められた。両群の第一大臼歯は、側方歯交換期に入る4~5年生時で顕著な近心移

表 10 改善群および増悪群における leeway space の比較 (mm)

	改善群		増悪群	
	mean	s.d.	mean	s.d.
右側 leeway space	2.10	0.60	2.01	0.69
左側 leeway space	2.15	0.90	2.11	0.57

動を認め、第二小臼歯の萌出時期は、1症例を除いて両群とも4年生時から始まっており、二次元座標から6年生時の両群の第二小臼歯位置は、萌出開始時と比較して近心への移動が認められ、第一大臼歯の近心移動と連動していた。一方、第一大臼歯の頬舌方向への位置変化については、両群とも4年生時まではほぼ頬側への移動のみであったが、顕著な近心移動を認めた4年生時以降では改善群は頬側へ、増悪群は舌側への移動を認め、結果的に増悪群は改善群と比較して第一大臼歯間幅径が狭窄していた。第二小臼歯においても増悪群では改善群と比較して舌側に位置し、第二小臼歯間幅径も狭窄していた。一方、改善群の第一小臼歯は遠心への移動を認め、さらに、改善群の犬歯は第一小臼歯同様に、頬側および遠心への移動が認められ、犬歯と第一小臼歯の移動様相は連動していた。

従来から、leeway space は第一大臼歯の近心移動に使われるといわれていたが、本研究では第二小臼歯が萌出開始する4年生時以降の第一大臼歯の近心移動量は、改善群で平均1.56 mm、増悪群で平均1.45 mm と leeway space 量(2.01-2.15 mm)のすべてを利用してない。さらに、改善群における犬歯および第一小臼歯は永久歯完成期には萌出開始時と比較して遠心へ移動しており、残存する leeway space 量はこれらの歯の排列にも利用されたと考えられる。しかしながら、犬歯および第一小臼歯の遠心移動量や犬歯の歯冠幅径は乳歯犬歯の歯冠幅径よりも大きいことから、残存する leeway space のみの利用だけでは永久側方歯は排列できない。それにもかかわらず、6年生時で叢生が改善したのは、4年生時以降の側方歯列の歯間幅径増大

表 11 改善群および増悪群における下顎の歯冠近遠心幅径の比較

	右側第一大臼歯		右側第二小白歯		右側第一小白歯		右側犬歯		右側側切歯		右側中切歯	
	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
改善群	11.15	0.62	7.33	0.46	7.41	0.24	6.95	0.44	6.10	0.29	5.56	0.36
増悪群	11.33	0.52	7.58	0.62	7.59	0.35	7.07	0.44	6.24	0.75	5.54	0.33

	左側中切歯		左側側切歯		左側犬歯		左側第一小白歯		左側第二小白歯		左側第一大臼歯	
	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.	mean	s.d.
改善群	5.51	0.30	6.10	0.30	6.99	0.32	7.35	0.40	7.33	0.37	11.36	0.53
増悪群	5.69	0.36	6.25	0.56	7.14	0.50	7.61	0.21	7.61	0.57	11.49	0.62

表 12 改善群および増悪群における下顎 C と D の脱落時期および 3 と 4 の萌出時期

	改善群 n=27	増悪群 n=16
C が D より先に脱落	16 (59.3%)	9 (56.3%)
C が D より後に脱落	4 (14.8%)	3 (18.8%)
C と D の脱落が同時期	7 (25.9%)	4 (25%)
3 が 4 より先に萌出	11 (40.7%)	7 (43.8%)
3 が 4 より後に萌出	1 (3.7%)	1 (6.3%)
3 と 4 の萌出が同時期	15 (55.5%)	8 (50%)

症例数 (%)

と考えられる。これまでの研究から、叢生歯列の犬歯間幅径や第一大臼歯間幅径が正常歯列と比較して小さいこと<sup>10, 14, 20</sup>が知られており、本研究においても増悪群の available arch length が有意に小さく、増悪群の歯列幅径が狭いという同様の結果が示された。また、改善群における犬歯および第一小白歯の遠心移動は、側方歯群の幅径増大に加え、改善群の近心移動量が左右平均それぞれ 0.25 mm, 0.16 mm (計 0.41 mm) 増悪群より少なかったことも挙げられる。

乳歯の脱落および側方歯萌出のタイミングについて、野田<sup>21)</sup>は、正常な永久側方歯へ交換した例では下顎では犬歯、第一小白歯、第二小白歯の萌出順序が一番多いと報告しているが、小野<sup>22)</sup>は、側方歯の交換順序は切歯ほど規則的ではなく個体差が大きいと述べている。本研究では、改善群と増悪群の乳犬歯および第一乳臼歯の脱落時期および、犬歯、第一小白歯および第二小白歯の萌出時期に差は認められなかった。また、両群ともに犬歯と第一小白歯が同時期に萌出し、その後第二小白歯が萌出する症例が最も多く、両群間に萌出順序の差はなく一定の萌出順序は確認されなかった。これらのことから、生理的な歯の交換が行われている場合、側方歯群の交換のタイミングが切歯部叢生改善につながる犬歯遠心移動に影響を与える可能性は低いと考えられる。

## II. 上顎歯列の変化について

上顎犬歯、第一小白歯および第二小白歯は下顎の同名歯と比較して萌出時期が遅く、本研究においても乳歯の残存がないにもかかわらず未萌出の歯が認められたことから、各歯の座標値は求めず、幅径の計測のみを行った。その結果、下顎犬歯萌出時の上顎乳犬歯・犬歯間幅径は改善群と増悪群で有意な差は認められなかったが、6年生時の改善群の上下犬歯間幅径、上下第一小白歯間幅径および上下第二小白歯間幅径は増悪群と比較して有意に大きかった。さらに、第一大臼歯間幅径については、改善群が増悪群と比較して有意な増大を示した時期は上下顎とも3年生時以降で、6年生時まで改善群の有意な歯列幅径の増大が認められ、上下顎の歯列幅径の変化が連動していることが示された。

上顎歯列は、下顎歯列を覆う形で被蓋を形成しているため、上顎の歯列成長は下顎歯列の成長・発育の過程において重要な要因となる。顎顔面の成長発育パターンにおいて、上顎が下顎より早期に成長すること、また上顎大臼歯は歯軸を頰側に傾斜し萌出し、下顎大臼歯は逆に舌側に傾斜し萌出し、それぞれの歯軸は咬合によって次第に直立する方向に変化する<sup>2)</sup>。下顎は歯軸の直立によって歯列幅径が増大し、上顎は舌側に傾斜することによって歯列幅径は減少するが、それを上回る正中口蓋の側方成長によって歯列幅は増大する<sup>23)</sup>。したがって、歯列幅径の増大は歯の植立変化に加え、中顔面の側方への成長が不可欠であり、これらの成長変化は咀嚼機能によって促進されることが考えられる。

## III. 歯列幅径増大の要因について

歯列の成長・発育の過程において歯列幅径の増大に影響を与える因子としては舌・頰筋などの口腔周囲筋(バクシネーターメカニズム)や、咀嚼機能が挙げられる。Hayashiら<sup>14)</sup>は、咀嚼機能の脆弱化が第一大臼歯の舌側傾斜に影響を与え、そのことが第一大臼歯間幅径の狭窄の原因であると述べており、根岸ら<sup>23)</sup>は、

表 13 改善群および増悪群における下顎犬歯、第一小白歯および第二小白歯の萌出時期

	犬 歯		第一小白歯		第二小白歯	
	改善群 n=27	増悪群 n=16	改善群 n=27	増悪群 n=16	改善群 n=27	増悪群 n=16
1年生	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
2年生	2 (7.4%)	0 (0%)	1 (3.7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)
3年生	6 (22.2%)	4 (25%)	1 (3.7%)	2 (12.5%)	1 (3.7%)	0 (0%)
4年生	13 (48.1%)	7 (43.8%)	13 (48.1%)	5 (31.3%)	5 (18.5%)	3 (18.8%)
5年生	4 (14.8%)	5 (31.3%)	11 (40.7%)	8 (50%)	8 (29.6%)	8 (50%)
6年生	2 (7.4%)	0 (0%)	1 (3.7%)	1 (6.3%)	13 (48.2%)	5 (31.3%)

症例数 (%)

表 14 改善群および増悪群における下顎永久側方歯の萌出順序

	改善群 n=27	増悪群 n=16
3 → 4 → 5	7 (25.9%)	4 (25.0%)
(3・4) → 5	10 (37.0%)	6 (37.5%)
3 → (4・5)	4 (14.8%)	2 (12.5%)
(3・4・5)	5 (18.5%)	2 (12.5%)
4 → 3 → 5	0 (0%)	1 (6.25%)
(4・5) → 3	1 (3.7%)	0 (0%)
3 → 5 → 4	0 (0%)	1 (6.25%)

症例数 (%)

垂直成分の要素が多くチョッピングタイプ咀嚼と比較して垂直成分に側方成分が加わり、咀嚼能力がより高いとされるグライディング咀嚼を行っているものは下顎第一大臼歯が頰側に直立し、それにより歯列幅径が増大したと述べている。これらのことから、咀嚼機能が歯列幅径の拡大、すなわち犬歯遠心移動に利用できる空隙の獲得を促し、下顎前歯部叢生の改善に関与していることが考えられる。また、第一大臼歯および第二小白歯が近心移動する時期、すなわち乳臼歯の脱落以降の歯列幅径の増大が叢生改善に必要であると考えられることから、この時期までに生理的な歯列の増大を促すことが重要であると考えられる。

#### 文 献

- 1) モイヤーズ・ロバート E. モイヤーズ 歯科矯正学ハンドブック (三浦不二夫監訳). 第 1 版. 東京: 医歯薬出版株式会社, 1976: 179-183.
- 2) 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.
- 3) Brandhorst OW. Promoting normal development by maintaining the function of the deciduous teeth. J Am Dent Assoc 1932; 19: 1196-1203.
- 4) Lundström AL. The significance of early loss of de-

ciduous teeth in the etiology of malocclusion. Am J Orthod 1955; 41: 819-826.

- 5) Schachter H. The incidence and effect of premature extraction of deciduous teeth. Brit Dent J 1943; 75: 57-61.
- 6) 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.
- 7) Leighton BC, Hunter WS. Relationship between lower arch spacing/crowding and facial height and depth. Am J Orthod 1982; 82: 418-425.
- 8) 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.
- 9) Howe RP, McNamara JA Jr, O'Conner KA. An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. Am J Orthod 1983; 83: 363-373.
- 10) Tsuji H, Hayashi R, Saitoh K. Consideration of the mechanisms involved in dental crowding: comparison of dentition growth changes in children of two primary schools during two different eras. Int J Oral-Med Sci 2008; 6: 140-149.
- 11) 葛西一貴, 川村 全. 顎の話: 機能形態学から歯の植立と顎骨との関係を考える: 歯の植立と咀嚼機能とのかかわり. 歯界展望 2002; 99: 1376-1382.
- 12) プロフィット・ウィリアム 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.
- 13) 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.
- 14) Hayashi R, Kawamura A, Kasai K. Relationship between masticatory function, dental arch width, and bucco-lingual inclination of the first molar. Orthod Waves 2006; 65: 120-126.
- 15) 岩田秀夫, 大津晴弘. 萌出過程における永久歯の位置の経年的変化について. 歯科学報 1987; 87: 635-

- 643.
- 16) Molnar S. Human tooth wear, tooth function and cultural variability. *Am J Phys Anthropol* 1971; 34: 175–190.
- 17) Little RM. The irregularity index: a quantitative score of mandibular anterior alignment. *Am J Orthod* 1975; 68: 554–563.
- 18) 槇 宏太郎. 診断学. 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: 133–136.
- 19) Dahlberg G. Statistical methods for medical and biological students. London: George Allan and Unwin, 1940: 122–132.
- 20) 海原康孝, 財賀かおり, 中江寿美, 他. 乳歯列期に正常咬合である小児の叢生発現の過程に関する縦断的研究. *小児歯誌* 2006; 44: 649–656.
- 21) 野田 忠. 側方歯の交換過程にみられる側方歯群長の変化について. *口病誌* 1972; 39: 728–753.
- 22) 小野博志. 歯の交換4・完: 正常な側方歯の交換を期待するためには. *歯界展望* 1974; 43: 221–228.
- 23) 根岸慎一, 林 亮助, 斎藤勝彦, 葛西一貴. 硬性ガムトレーニングが混合歯列期児童の咀嚼運動および第一大臼歯植立に与える影響. *Orthod Waves—Jpn Ed* 2010; 69: 156–162.

---

指導: 葛西一貴 教授

2010年9月9日受付

2010年11月18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

〒271-8597 千葉県松戸市栄町西2-870-1

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