原	著
---	---

側方歯群交換期における上顎永久側方歯の配列に 関する三次元的研究

岸 沢 有 二

東京医科歯科大学歯学部小児歯科学教室（指導：小野博志教授）

（1984年 9 月30日 受付）

A Three-dimensional Study on Alignment of Upper Permanent Buccal Teeth during the Period of Buccal Teeth Exchange

Yūji Kishizawa

Department of Pedodontics, Tokyo Medical and Dental University (Chief: Prof. Hiroshi Ono)

Developmental changes of the buccal teeth segments on the longitudinal dentitions during the period of buccal teeth exchange and the factors having effect on their dimensional changes were investigated by using three groups: normal group, group with good alignment in spite of the premature loss of the second deciduous molar and the group resulting ultimately in bad alignment.

The dimensional changes were observed as the positional changes of each buccal teeth, first permanent molars and permanent lateral incisors on the three dimensional coordinate, which was defined by the rugae, median raphe and papilla on the palate of the plaster model.

As the result, the increment of the buccal arch segment placed between the permanent lateral incisor and the first permanent molar occurred mainly by the eruption of the permanent canine as well as of the first premolar in consequence of the forward and mesial migration of the permanent lateral incisor and in some cases backward migration of the first permanent molar by the eruption of the first premolar caused by the eruptive force of these permanent teeth.

The decrement, on the contrary, was observed mainly by the eruption of the second premolar with the large forward migration of the first permanent molar. In the cases with a premature loss of the second deciduous molars, the increment of the segmental dimension was observed by the eruption of the second premolar, contrary to the normal group.

緒 言

永久側方歯の配列は歯の交換順序、間隔に影響を受けるとともに、第1大臼歯および永久側切歯のあり方にも影響を受けることはよく知られているところである。また乳臼歯はウ蝕罹患性がとりわけ高く、小児歯科臨床において、これらの歯冠隣接面が著しく崩壊したり、早期喪失に至る症例

に遭遇することは少なくない。その結果、後継永久歯が萌出余地の不足から配列に異常を生じることもよく経験するところである。しかしながら、例えば第2乳臼歯の早期喪失によって、第2小臼歯の萌出余地が縮小し、明らかに不足が生じているにもかかわらず、萌出が進むにつれて萌出余地が回復し、結果的に良好な配列を得た症例も経験している。このように側方歯群の交換時にみられ

る永久側方歯配列のための歯列弓の成長変化、とくに側方歯群長の変化は、単純な Leeway space の受け渡しと考えられる変化だけではないことをうかがわせる。したがってこれらの変化のより詳細な観察が必要であるが、従来行われてきた観察ならびに研究は、後継永久歯の萌出時期、およびそれが永久歯の配列に及ぼす影響についてのもの¹⁻¹⁵⁾、あるいは乳臼歯早期喪失症例をも含めて、歯列弓上の萌出空間の量的変化を、主に空隙の閉鎖量や各歯間の距離の変動を用いて観察し検討したもの¹⁶⁻²⁰⁾である。歯の配列にとって必要な情報は、萌出空間の量的変化は当然のことながら、それ以上にそれをもたらした各歯の動きについてのものであるといえよう。

そこで本研究では、歯列弓上の歯の位置変化を評価できる座標系をみいだすために、まず側方歯交換期に口蓋の成長変化が比較的安定した部位を検索し、これに基づいて基準平面を設定することを試みた。そして、今回はこの基準平面によって上顎歯列弓の側方歯交換期間にみられた、個々の永久側方歯、および、第 1 大臼歯ならびに永久切歯の動きを経年資料により三次元的に観察し、健全乳歯列から切歯群、側方歯群ともに良好に配列し得た群、第 2 乳臼歯が早期に喪失しながら結果的に第 2 小臼歯の良好な配列を得た群、および結果的に配列不正に至った群の間にみられた相違を比較検討し、側方歯群交換期において、永久側方歯の配列に影響を及ぼす要因を検討した。

資料ならびに研究方法

1. 資料および資料の分類

資料は、東京教育大学付属小学校昭和38、39年度入学児童 318 名から 6 学年にわたり半年に 1 度ずつ採得された 1 人12組の経年石膏模型である。これらの模型からつぎの条件にあう 3 群を選択した。

正常交換群：乳歯列から永久歯列への交換過程において、乳歯の歯冠崩壊による歯冠近遠心幅径の変化や乳歯の早期喪失などがみられなかったもので、永久側方歯の配列が臨床的に正常となったもの（27症例）。

第 2 乳臼歯が完全に喪失し、その後、1 年以上経過しても第 2 小臼歯の萌出がみられなかったものを早期喪失群とし、さらにそれを最終時の模型上で下記の条件により 2 群に分類した。

配列良好群：第 2 小臼歯がほぼ良好に配列したもの（12症例）。

配列不正群：第 2 小臼歯に萌出異常や配列不正を認めた症例で、かつ、反対側の第 2 小臼歯はほぼ良好に配列しており、その配列不正が局所的な要因によると考えられるもの（7 症例）。

表 1 は、このような条件で選り出した症例を萌出順序別に分けた各群の症例数である。

表 2 は、早期喪失群の第 2 乳臼歯が喪失した年齢を表したものである。

そして、各症例から第 1 大臼歯萌出時、側方歯交換直前時、永久犬歯萌出時、第 1 小臼歯萌出時、第 2 小臼歯萌出時、最終時の模型を取り出し

表 1 萌出順序別による各群の症例数

萌出順序		3→4→5	(3・4)→5	4→3→5	4→(3・5)	4→5→3	5→4→3	(4・5)→3	(3・4・5)	計
非喪失 早期喪失	正常群	8	5	4	4	2	2	1	1	27
	配列良好群	0	0	2	2	8	0	0	0	12
	配列不正群	0	2	4	1	0	0	0	0	7

表2 第2乳臼歯の喪失年齢

年齢層	～7.0	7.0～7.5	7.5～8.0	8.0～8.5	8.5～9.0
配列良好群	6	2	2	0	2
配列不正群	3	1	0	2	1

計測対象とした。

野本²¹⁾, Kirk²²⁾, 松本²³⁾の報告に基づき, 捻転, 唇舌側転位のみられないものを臨床的に正常とし, 早期喪失群における第2小臼歯の配列の正・不正は鶴田²⁴⁾の報告に基づいて判定した。

また, 各歯の萌出は半年ごとに採得した模型上で, 歯冠の一部が歯肉上に現れた時とした。

2. 研究方法

模型上の各計測点は, 三次元入力装置 (イントロックス社, GRADICON) により, 三次元座標値として小型電子計算機 (アイ電子測器, ICOM) に入力後, 基準となる4点をもとに座標変換を行い, 各症例から取り出した数個の模型を同一座標系内の座標値として記憶させ各歯の動きを観察した。

A. 基準平面の設定

図1に示すように, 第1小臼歯の歯頸部より4～8 mm 下方の間にある左右口蓋皺壁の屈曲点,

図1 基準平面の設定

あるいは, 口蓋皺壁上を横断する皺が口蓋と接した点2, 4を結ぶ線分の midpoint Oを原点とし, この原点と切歯乳頭の最後点1を結ぶ直線をY軸とした。さらに, Y軸および口蓋縫線上の1点3から正中矢状平面を決定し, X軸, Z軸を算出し, 模型上の任意に入力された各点を座標変換した。

B. 計測項目

1) 距離の計測項目

a) 永久側方歯の配列の場の変化を調べるために, 永久側切歯の遠心隅角より第1大臼歯の近心隅角までの直線距離を側方歯群長とし, その変化を検討した。

b) 第2乳臼歯喪失後の空隙の変化を調べるために, 図2の中のAで示したように, 第1小臼歯の頬側咬頭頂と第1大臼歯の近心頬側咬頭頂をX-Y平面上に投影し, その距離を計測した。

c) 第2小臼歯の萌出位置を調べるために, 図2の中のBで示したように, 第2小臼歯が萌出した時, その頬側咬頭頂をX-Y平面上へ投影し, 線分Aにたいして垂線をおろし, その距離を計測した。

d) Leeway space を求めるために, 乳側方歯と永久側方歯の歯冠近遠心幅径を計測した。

2) 角度的計測項目

各永久側方歯の萌出により, 永久側切歯と第1大臼歯にどのような歯冠の捻転が生じるのかを調

図2 第2小臼歯の萌出空間および萌出位置についての計測

図3 永久側切歯と第1大臼歯の捻転についての計測

図4 歯の移動についての計測

べるために、図3に示したように、永久側切歯では両側の切縁隅角を結んだ線分、第1大臼歯では頬側分界溝と舌側分界溝を結んだ線分を X-Y 平

面上へ投影し、左側を例にとると時計回りの捻転をプラスとし、反時計回りの捻転をマイナスとした。

3) 歯の移動についての計測項目

図4に示したように、各時期の永久中切歯の切縁の midpoint、永久側切歯の切縁の midpoint、永久犬歯の咬頭頂、第1小臼歯の頬側咬頭頂、第2小臼歯の頬側咬頭頂、第1大臼歯の近心頬側咬頭頂を X-Y 平面上へ投影し、時期の早いものから順に線で結び歯の移動を観察した。

研究結果

I. 萌出順序別にみた永久側切歯と第1大臼歯の動きと捻転および側方歯群長の変化

永久側方歯の萌出による側方歯群長の変化と、それを決定する永久側切歯と第1大臼歯の動きを萌出順序別に観察した(図5～24)。

図5から図24までに記載した各分画図のうち、aは各歯の動きを示したもので、bは側方歯群長の変化、c、d、eはそれぞれ永久側切歯と第1大臼歯の前後および側方への動き、ならびに歯冠の捻転をグラフに表したものである。またfは乳側方歯と永久側方歯のそれぞれの歯冠近遠心幅径および Leeway space の値を単位 mm で示した表である。

図5の症例 A-1 を例にとってそれぞれを説明するとつぎのようである。

a 図で各歯の周りにつけた数字は下記の各時期を示すとともに、それを記した位置はそれぞれの時期の咬頭頂の位置を表している。すなわち、1は第1大臼歯の萌出時、2は側方歯交換直前時、3は永久犬歯の萌出時、4は第1小臼歯の萌出時、5は第2小臼歯の萌出時、6は最終時である。

b 図は側方歯群長の増減を表したものである。左の 24.14 は側方歯群の交換の始まる直前の側方歯群長であり、右の 24.05 は最終時の側方歯群長であり、それぞれ単位 mm で示したものである。

c 図は歯の前後方向への移動を表しており、正常交換群では側方歯群の交換直前の模型、早期喪

失群では最初の永久側方歯の萌出がみられた半年前の模型の咬頭頂の位置を基準として、その後の移動の様子を示している。

d 図は c 図と同じ時期を基準とした動きを示しており、グラフの線の上昇は側方への移動、下降は Y 軸方向への移動を示している。

e 図は歯冠の捻転を表しており、グラフの線の上昇は左側を例にとると時計回りの捻転、下降は反時計回りの捻転を示している。

各グラフの基準線上にある M_1 , C, P_1 , P_2 , M_2 は、それぞれ第 1 大白歯、永久犬歯、第 1 小臼歯、第 2 小臼歯、第 2 大白歯の萌出があったことを示す記号である。

1. 正常交換群

A. 3→4→5 の順で萌出したもの (8 症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

症例 A-1 はこの萌出型でみられた現象を表す代表例である。

a) 前後的な移動：第 2 小臼歯の萌出時まで、すべての症例で前方への移動が観察された。それ以後最終時には、前方移動が引き続きみられたものが 3 症例、逆に後方移動を示したものが 3 症例あり、前後的な移動がほとんどみられなかったものが 2 症例あった。

b) 近遠心的な移動：この移動は正中へ向かっての接近あるいは離隔である。永久犬歯の萌出時に近心への移動を示したものが 8 症例中 7 症例、残りの 1 症例はほとんど移動を示さなかった。第 1 小臼歯の萌出時には症例 A-1 や症例 A-2 のように大きな移動がみられなかったものが 5 症例で、近心移動を示したものが 2 症例、遠心移動を示したものが 1 症例あった。第 2 小臼歯の萌出時には近心移動を示したものと移動がみられなかったものが各 3 症例あり、残りの 2 症例では遠心移動が観察された。最終時には近心移動が 4 症例、移動がないものが 3 症例あり、1 症例のみに遠心移動がみられた。

c) 捻転：永久犬歯の萌出時に 8 症例中 7 症例でマイナスの捻転が観察されたが、症例 A-2 のみはプラスの捻転が生じていた。ちなみに、マイ

ナスの捻転は結果的に側方歯群長を大きくする動きである。また症例 A-2 では観察時永久犬歯はまだ咬頭頂しか歯肉上に萌出していなかった。第 1 小臼歯の萌出時にはプラスの捻転を示したものが 6 症例あったが、その変化量はいずれの症例も小さかった。残りの 2 症例では大きなマイナスの捻転がみられた。第 2 小臼歯萌出時と最終時には、マイナスの捻転が 8 症例中 6 症例、残りの 2 症例ではプラスの捻転が観察された。

2) 第 1 大白歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：前方移動が側方歯交換直前時と永久犬歯萌出時に 8 症例中 7 症例に観察された。第 1 小臼歯の萌出時には 8 症例中 5 症例で後方移動がみられ、残りの 3 症例は前方移動を示した。その後、第 2 小臼歯の萌出時には、すべての症例で再び大きな前方移動がみられ、最終時にも 8 症例中 7 症例で引き続き前方移動が観察された。

b) 頬舌的な移動：萌出時から最終時まで 8 症例中 7 症例で頬側への移動が観察されたが、移動が生じた時期については症例により異なっていた。

c) 捻転：側方歯交換直前時、永久犬歯の萌出時ともにプラスの捻転を示したものとマイナスの捻転を示したものが同数で一定の傾向はみられなかった。その後、側方歯群長を大きくするようなプラスの捻転を示したものが、第 1 小臼歯の萌出時には 8 症例中 6 症例、第 2 小臼歯の萌出時には 8 症例中 5 症例、最終時には 8 症例中 7 症例観察された。

3) 側方歯群長の変化

永久犬歯の萌出時に 8 症例中 7 症例で増加がみられ、減少を示したものは症例 A-2 のみであった。第 1 小臼歯の萌出時においても 8 症例中 7 症例に増加がみられ、減少した 1 症例もその量はわずかであった。第 2 小臼歯の萌出時およびそれ以後では、すべての症例で減少を示した。

B. 4→3→5 の順で萌出したもの (4 症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：第 1 小臼歯の萌出時に症例

症例 A-1

症例 A-2

症例 B-1

症例 B-2

図 8

- a. 各歯の移動
- b. 側方歯群長の増減
- c. 前後的な動き
- d. 頬舌的, 近遠心的な動き
- e. 歯冠の捻転
- f. 各側方歯の歯冠近遠心幅径と Leeway space
- c. d. e. については ——— 第 1 大臼歯
 永久側切歯

B-1 のように 前方移動を示したものが 2 症例、症例 B-2 のように後方移動を示したものが 2 症例観察された。後者のうち症例 B-2 では、観察時第 1 小臼歯はまだ咬頭頂しか歯肉上に萌出しておらず、他の 1 症例は乳犬歯の脱落を同時に伴っていた。それ以後の永久犬歯萌出時、第 2 小臼歯萌出時、最終時ともに 4 症例中 3 症例で前方移動がみられた。

b) 近遠心的な移動：第 1 小臼歯萌出時と永久犬歯萌出時に近心への移動が 4 症例中 3 症例で観察された。第 2 小臼歯の萌出時には近心移動と遠心移動を示したものが各 2 症例ずつみられたが、最終時にはすべての症例で近心移動が観察された。

c) 捻転：第 1 小臼歯の萌出時にプラスの捻転を示したものとマイナスの捻転を示したものが各 2 症例ずつあった。プラスの捻転を示した 2 症例は、この時期後方移動を示した症例である。永久犬歯の萌出時にはマイナスの捻転が 4 症例中 3 症例にみられ、残りの 1 症例ではほとんど変化は観察されなかった。その後、すべての症例で第 2 小臼歯の萌出時にプラスの捻転に変化し、最終時には再びマイナスの捻転が観察された。

2) 第 1 大臼歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：症例 B-1 で第 1 大臼歯萌出時より側方歯交換直前時までに 4 mm 以上の前方移動が観察された。この症例では萌出直後の第 1 大臼歯近心面と第 2 乳臼歯遠心面との間に空隙が存在しており、正常交換群の中では例をみない症例である。この他の 3 症例は、この時期症例 B-1 と同じように前方移動を示したものが 2 症例、後方移動を示したものが 1 症例あったが、いずれもその移動量は小さかった。第 1 小臼歯の萌出時には前方移動が 4 症例中 2 症例、後方移動を示したものは症例 B-2 のみで、残りの 1 症例ではほとんど移動がみられなかった。永久犬歯の萌出時から最終時までではすべての症例で前方移動が観察されたが、第 2 小臼歯の萌出以後により大きな移動がみられた。

b) 頬舌的な移動：側方歯交換直前時までにす

べての症例で頬側への移動が観察された。第 1 小臼歯の萌出時には引き続き頬側への移動を示したものが 2 症例、舌側移動を示したものと移動がなかったものが各 1 症例ずつあった。永久犬歯の萌出時には頬側への移動を示したものが 3 症例あり、症例 B-2 では大きな移動はみられなかった。第 2 小臼歯の萌出時には症例 B-1 と症例 B-2 はほとんど移動せず、残りの 2 症例は、頬側移動を示したものと舌側移動を示したものが各 1 症例ずつあった。最終時には舌側移動を示したものが 2 症例で頬側移動を示したものと移動がなかったものが各 1 症例あった。

c) 捻転：側方歯交換直前時までの変化が観察できた 3 症例では、プラスの捻転を示したものが 2 症例、マイナスの捻転を示したものが 1 症例あった。症例 B-1 は、第 1 大臼歯の萌出時にはまだ咬頭頂のみしか萌出していなかったもので、この期間の観察は不可能であった。第 1 小臼歯萌出時にはプラスの捻転を示すものとマイナスの捻転を示すものが各 2 症例あった。永久犬歯と第 2 小臼歯の萌出時にはプラスの捻転が 4 症例中 3 症例にみられ、最終時にはすべての症例でプラスの捻転が観察された。

3) 側方歯群長の変化

第 1 小臼歯の萌出時に増加したものと減少したものが 2 症例ずつあったが、減少した 2 症例はこの時期永久側切歯が後方移動を示した症例であった。永久犬歯の萌出時には 4 症例中 3 症例に増加が観察され、残りの 1 症例は減少を示した。第 2 小臼歯の萌出時およびそれ以後では、すべての症例で減少が観察された。

C. 4 → 5 → 3 の順で萌出したもの (2 症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：2 症例とも第 1 小臼歯の萌出時に前方移動がみられたが、第 2 小臼歯の萌出時には大きな移動は観察されなかった。永久犬歯萌出時および最終時には、ともに再び前方移動がみられた。

b) 近遠心的な移動：2 症例ともに第 1 小臼歯の萌出時に近心移動がみられたが、第 2 小臼歯の

萌出時には大きな移動はみられなかった。永久犬歯の萌出時には症例Cはほとんど移動がなかったが、残りの症例では1 mm近くの近心移動が観察された。最終時には症例Cは近心移動を示したが、残りの症例では移動がなかった。

c) 捻転：第1小臼歯の萌出時に症例Cはプラスの捻転を示し、残りの症例はマイナスの捻転を示した。その後2症例ともに永久犬歯の萌出時まで大きな変化はなく、最終時にはマイナスの捻転が観察された。

2) 第1大臼歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：側方歯交換直前時に症例Cでは移動はみられなかったが、残りの症例では大きな前方移動が観察された。第1小臼歯の萌出時には2症例ともに0.5 mm程度の前方移動を示した。第2小臼歯の萌出時には症例Cでは引き続き前方移動がみられたが、残りの症例では逆に後方移動が観察された。永久犬歯の萌出時および最終時には2症例ともに前方移動がみられたが、第2大臼歯の萌出があった症例Cでは、最終時にとくに大きな前方移動を示した。

b) 頬舌的な移動：各萌出時に2症例が逆の動きをする場合が多く、一定の傾向はみられなかった。

c) 捻転：側方歯交換直前時には2症例ともにマイナスの捻転を示した。第1小臼歯の萌出時には症例Cではほとんど変化がなく、残りの症例ではマイナスの捻転が引き続きみられた。第2小臼歯の萌出時から最終時までには2症例ともにプラスの捻転が観察された。

3) 側方歯群長の変化

第1小臼歯の萌出時には2症例とも増加した。第2小臼歯の萌出時には症例Cは大きな減少を示したが、残りの症例ではわずかな増加がみられた。永久犬歯の萌出時には2症例とも再び大きな増加があり、その後、増減はみられなかった。

D. 5→4→3の順で萌出したもの(2症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：第2小臼歯の萌出時に2症例とも前方移動が観察された。第1小臼歯の萌出

時には症例Dでは前方移動が引き続きみられたが、残りの症例では逆に後方移動が観察された。その後、永久犬歯の萌出時と最終時には2症例とも前方移動を示した。

b) 近遠心的な移動：2症例とも第2小臼歯の萌出時に遠心移動を示したが、それ以後最終時までわずかずつではあるが近心移動がみられた。

c) 捻転：第2小臼歯の萌出時に大きなプラスの捻転が2症例ともにみられた。第1小臼歯の萌出時には症例Dではマイナスの捻転が、また残りの症例ではプラスの捻転が観察された。永久犬歯の萌出時には症例Dは変化がみられなかったが、残りの症例は大きなマイナスの捻転を示した。最終時には2症例ともにマイナスの捻転がみられた。

2) 第1大臼歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：側方歯交換直前時までに症例Dでは前方移動が、残りの症例では後方移動がみられた。第2小臼歯萌出時に2症例とも1 mmを超える前方移動を示した。第1小臼歯の萌出時には症例Dでは引き続き前方移動がみられたが、残りの症例は逆に後方移動を示した。永久犬歯の萌出時には2症例とも前方移動が観察され、それ以後、大きな移動はみられなかった。

b) 頬舌的な移動：側方歯交換直前時までに2症例ともに大きな頬側への移動が観察されたが、第2小臼歯の萌出時には移動はほとんどみられなかった。その後、2症例は各萌出時において互いに反対の動きを示した。

c) 捻転：2症例とも第2小臼歯萌出時までにはマイナスの捻転がみられた。第1小臼歯の萌出時には症例Dでは引き続きマイナスの捻転が観察されたのに対し、残りの症例はプラスの捻転に変化した。永久犬歯の萌出時には2症例ともプラスの捻転を示し、最終時には症例Dではプラスの捻転、残りの症例ではマイナスの捻転がみられた。

3) 側方歯群長の変化

2症例ともに第2小臼歯の萌出時に大きく減少するが、その後、第1小臼歯、永久犬歯の萌出につれて増加する傾向を示した。

症例 C

症例 D

図10

- a. 各歯の移動
b. 側方歯群長の増減
c. 前後的な動き
d. 頬舌的, 近遠心的な動き
e. 歯冠の捻転
f. 各側方歯の歯冠近遠心幅径と Leeway space
c. d. e. については — 第1大臼歯
.....永久側切歯

症例 E-1

症例 E-2

E. (3・4)→5の順で萌出したもの(5症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：永久犬歯・第1小臼歯の萌出時に、すべての症例で前方移動がみられた。続く第2小臼歯の萌出時にも前方移動が5症例中4症例で観察され、1症例のみが後方移動を示した。最終時には前方移動が2症例に、また後方移動が3症例にみられた。

b) 近遠心的な移動：永久犬歯・第1小臼歯の萌出時に近心移動が5症例中4症例で観察され、症例E-2のみはわずかな遠心移動を示した。それ以後最終時まで大きな移動はみられなかった。

c) 捻転：永久犬歯・第1小臼歯の萌出時にすべての症例でプラスの捻転が観察された。第2小臼歯の萌出時には3症例がプラスの捻転、2症例がマイナスの捻転を示した。最終時には5症例中4症例でマイナスの捻転がみられ、1症例のみはわずかなプラスの捻転を示した。

2) 第1大臼歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：側方歯交換直前時までに症例E-1のように前方移動を示したものが5症例中3症例、後方移動を示したものと変化がみられなかったものが各1症例あった。永久犬歯・第1小臼歯の萌出時には前方移動が5症例中3症例でみられ、残りの2症例では大きな移動はなかった。第2小臼歯の萌出時には大きな前方移動が5症例中4症例にみられ、1症例のみは変化を示さなかった。最終時にはすべての症例で前方移動が観察された。

b) 頬舌的な移動：第2小臼歯の萌出時に舌側への移動が5症例中4症例でみられた他には一定の傾向はみられなかった。

c) 捻転：側方歯交換直前時までにマイナスの捻転が5症例中4症例に観察された。それ以後の永久犬歯・第1小臼歯萌出時、第2小臼歯萌出時、最終時ともに5症例中3症例でプラスの捻転がみられた。

3) 側方歯群長の変化

この萌出順序の増減型は3→4→5および4→3→5の萌出順序の増減型と類似していた。症例

E-1のように永久犬歯・第1小臼歯の萌出時に増加し、第2小臼歯の萌出以後減少を示したものが5症例中4症例あった。症例E-2のみは永久犬歯・第1小臼歯の萌出時に減少を、そして、第2小臼歯の萌出時に増加を示した。この症例では永久犬歯・第1小臼歯、第2小臼歯の萌出がみられた時に、各歯はともに咬頭頂のみしか萌出していなかった。

F. 4→(3・5)の順で萌出したもの(4症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：症例F-1にみられるように、第1小臼歯の萌出時に前方移動が4症例中3症例で観察された。後方移動がみられた症例F-2では乳犬歯の脱落が同時に起こっていた。永久犬歯・第2小臼歯の萌出時には4症例中3症例で前方移動が観察され、残りの1症例では変化はみられなかった。最終時にはすべての症例が前方移動を示した。

b) 近遠心的な移動：第1小臼歯の萌出時に4症例中3症例で近心への移動がみられ、残りの1症例はわずかな遠心移動を示した。永久犬歯・第2小臼歯の萌出時には近心移動を示したものと遠心移動を示したものが各2症例あった。最終時には近心移動が4症例中3症例で観察され、残りの1症例はわずかな遠心移動を示した。

c) 捻転：第1小臼歯の萌出時にプラスの捻転を示したものが4症例中3症例で、残りの1症例ではマイナスの捻転がみられた。それ以後は4症例ともに、永久犬歯・第2小臼歯の萌出時にはプラスの捻転を示し、最終時にはマイナスの捻転に変化した。

2) 第1大臼歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：側方歯交換直前時に前方移動を示したものは症例F-1と症例F-2の2症例であり、残りの2症例では移動はほとんどみられなかった。第1小臼歯の萌出時にはすべての症例で前方移動が観察された。永久犬歯・第2小臼歯の萌出時および最終時ともに4症例中3症例で前方移動がみられた。

b) 頬舌的な移動：側方歯交換直前時までに大

症例 F-1

f

	C / 3	D / 4	E / 5	計
乳 歯	6.75	7.00	9.25	23.00
永久歯	8.05	7.60	7.05	22.70
Leeway space				0.30

図13

- a. 各歯の移動
b. 側方歯群長の増減
c. 前後的な動き
d. 頬舌的, 近遠心的な動き
e. 歯冠の捻転
f. 各側方歯の歯冠近遠心幅径と Leeway space
c. d. e. については — 第1大臼歯
..... 永久側切歯

症例 F-2

きな頬側への移動がすべての症例で観察された。第1小臼歯の萌出時には頬側への移動がみられたものが2症例あり、舌側への移動がみられたものと変化しなかったものが各1症例あった。永久犬歯・第2小臼歯の萌出時には頬側への移動が4症例中3症例で観察され、残りの1症例ではほとんど移動はなかった。最終時には4症例とも頬側への移動が観察された。

c) 捻転: 側方歯交換直前時までにマイナスの捻転が4症例中3症例でみられ、症例F-2のみがプラスの捻転を示した。第1小臼歯の萌出時にはプラスの捻転を示したものとマイナスの捻転を示したものが各2症例ずつあった。永久犬歯・第2小臼歯の萌出時にはプラスの捻転が4症例中3症例でみられ、症例F-2のみがマイナスの捻転を示した。最終時には4症例とも大きなプラスの捻転を示した。

3) 側方歯群長の変化

第1小臼歯の萌出時には、症例F-1にみられるように、大きな変化がなかったものが3症例あり、乳犬歯の脱落を伴っていた症例F-2のみに大きな減少がみられた。永久犬歯・第2小臼歯の萌出時には増加を示したものと減少を示したものが各2症例ずつあった。最終時に減少したのは症例F-1のみであり、残りの3症例では大きな増加がみられた。

G. (4・5)→3の順で萌出したもの(1症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

すべての時期において前方移動と近心移動とマイナスの捻転が観察された。とくに、永久犬歯の萌出時にこれらの現象が顕著であった。

2) 第1大臼歯の移動と捻転

側方歯交換直前時までに後方移動と舌側への移動がみられたが、それ以後最終時までには前方移動と頬側への移動が観察された。

捻転については、側方歯交換直前時にはマイナスの捻転がみられ、第1小臼歯・第2小臼歯の萌出時にはプラスの捻転に変化した。永久犬歯の萌出時には変化はほとんどみられず、最終時にはプラスの捻転が観察された。

3) 側方歯群長の変化

第1小臼歯・第2小臼歯の萌出時には減少を示したが、永久犬歯の萌出時と最終時には増加が観察された。

H. 3・4・5がほぼ同時に萌出したもの(1症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

a) 前後的な移動: すべての時期において大きな前方移動が観察された。

b) 近遠心的な移動: 各永久側方歯の萌出時に1mmを超える近心移動がみられた。近心への移動量は半年後には小さくなり、最終時には遠心への移動に変化した。

c) 捻転: 各永久側方歯萌出時およびその半年後に大きなマイナスの捻転が観察されたが、最終時にはプラスの捻転に変化した。

2) 第1大臼歯の移動と捻転

すべての時期において、前方移動と頬側への移動およびプラスの捻転が観察された。

3) 側方歯群長の変化

各永久側方歯の萌出に際して、側方歯群長は側方歯交換直前時の長さより1mm近くの増加を示した。増加傾向は半年後にもみられ、その後最終時には減少した。

2. 早期喪失群

I) 配列良好群

I. 4→5→3の順で萌出したもの(8症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

この萌出型を示した8症例のうち、永久側切歯が第1小臼歯より早く萌出したものが3症例、同時に萌出したものが3症例、第1小臼歯が永久側切歯より早く萌出したものが2症例あった。そのため、第1小臼歯の萌出時に永久側切歯の動きが観察できたのは3症例であり、第2小臼歯の萌出時にそれが可能であったのは6症例である。

a) 前後的な移動: 第1小臼歯萌出時には3症例すべてに前方移動が観察された。第2小臼歯萌出時には6症例中5症例で前方移動がみられ、残りの1症例はほとんど変化がなかった。続く永久犬歯の萌出時と最終時にはすべての症例で大きな

症例 G

症例 H

症例 I-1

図17

- a. 各歯の移動
b. 側方歯群長の増減
c. 前後的な動き
d. 頬舌的, 近遠心的な動き
e. 歯冠の捻転
c. d. e. については — 第1大臼歯
..... 永久側切歯

症例 I-2

図18

- a. 各歯の移動
- b. 側方歯群長の増減
- c. 前後的な動き
- d. 頬舌的, 近遠心的な動き
- e. 歯冠の捻転
- c. d. e. については ——— 第1大臼歯
..... 永久側切歯

前方移動が観察された。

b) 近遠心的な移動：第1小臼歯の萌出時には、遠心移動を示したものが2症例、近心移動を示したものが1症例あった。第2小臼歯の萌出時には近心移動が6症例中4症例で観察され、残りの2症例は比較的大きな遠心移動を示した。永久犬歯の萌出時には近心移動が8症例中6症例で観察された。残りの2症例ではわずかの遠心移動がみられた。最終時には遠心移動を示したものが8症例中5症例で、近心移動を示したものが1症例あり、変化がなかったものが2症例あった。

c) 捻転：第1小臼歯の萌出時に大きなプラスの捻転がみられたものが1症例観察された。この症例ではこの時期に乳犬歯の脱落が同時に生じていた。残りの2症例ではほとんど捻転はみられなかった。第2小臼歯の萌出時にはプラスの捻転が6症例中4症例でみられ、マイナスの捻転を示したものと変化がなかったものが各1症例ずつあった。永久犬歯の萌出時にはマイナスの捻転が8症例中5症例でみられ、残りの3症例ではプラスの捻転が観察された。最終時ではプラスの捻転を示したものとマイナスの捻転を示したものが各4症例ずつあった。

2) 第1大臼歯の移動と捻転

8症例のうち1症例は、第1大臼歯と第1小臼歯との萌出時期が接近していて、第1小臼歯が萌出する半年前までの第1大臼歯の移動が観察できなかった。

症例I-1は、第1大臼歯の萌出時に第2乳臼歯が存在しており、その後、第1小臼歯が萌出するまでに喪失したものの代表例である。

症例I-2は、第1大臼歯の萌出時に第2乳臼歯がすでに喪失していたり、残根状態であったものの代表例である。

a) 前後的な移動：第1小臼歯の萌出時まですべての症例で前方移動がみられたが、I-1のような症例では3mm前後の大きな前方移動が観察されたが、I-2のような症例ではその移動量は小さかった。第2小臼歯の萌出時には前方移動を示したものと後方移動を示したものが各4症例ず

つあったが、その移動量はいずれも小さかった。永久犬歯の萌出時には前方移動が8症例中3症例にみられたが、残りの5症例はほとんど移動を示さなかった。最終時には前方移動が8症例中6症例にみられ、残りの2症例では後方移動が観察された。

b) 頬舌的な移動：第1小臼歯が萌出する半年前までに頬側移動が7症例中4症例でみられ、残りの3症例は舌側移動を示した。第1小臼歯の萌出時には頬側移動が8症例中6症例で観察され、残りの2症例ではほとんど移動はみられなかった。第2小臼歯の萌出時には頬側への移動を示したものが8症例中7症例あり、残りの1症例では変化がなかった。永久犬歯の萌出時には頬側へ移動したものが8症例中6症例あり、残りの2症例では舌側への移動がみられた。最終時には舌側へ移動したものが3症例、頬側へ移動したものが2症例あり、変化が少なかったものが3症例あった。

c) 捻転：第1小臼歯が萌出する半年前までの動きを観察できたのは6症例であった。この6症例のうちマイナスの捻転を示したものが4症例、プラスの捻転を示したものが1症例、症例I-2では変化がみられなかった。第1小臼歯の萌出時にはマイナスの捻転が8症例中5症例でみられ、残りの3症例ではプラスの捻転が観察された。第2小臼歯の萌出時にはプラスの捻転を示したものが多くなり8症例中6症例でみられた。永久犬歯の萌出時においてもプラスの捻転が8症例中6症例に観察され、残りの2症例は変化を示さなかった。最終時ではプラスの捻転を示したものが8症例中7症例で、マイナスの捻転を示したものは1症例のみであった。

3) 側方歯群長の変化

側方歯群長を計測できた症例は、第1小臼歯の萌出時には3症例であり、第2小臼歯の萌出時には6症例であった。第1小臼歯の萌出時には増加したものが2症例、減少したものが1症例あったが、いずれの症例においても変化量は小さかった。第2小臼歯の萌出時には増加したものが4症

例あり、減少したものと変化のなかったものが各1症例あった。永久犬歯の萌出時には8症例中7症例で大きな増加がみられ、1症例のみは変化がなかった。最終時においても大きな増加が8症例中6症例にみられ、症例I-1と症例I-2では変化がなかった。

J. 4→3→5の順で萌出したもの(2症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

この萌出順序のものは2症例あり、このうち症例Jでは永久側切歯と第1小臼歯の萌出が同時であり、残りの1症例では第1小臼歯が永久側切歯より早く萌出した。そのため、永久犬歯の萌出時の永久側切歯の動きは症例Jにのみ観察できた。

a) 前後的な移動: 永久犬歯の萌出時には症例Jは後方移動を示した。このとき永久犬歯は咬頭頂のみの萌出であった。その後最終時まで2症例とも大きな前方移動が観察された。

b) 近遠心的な移動: 永久犬歯の萌出時には症例Jはほとんど移動を示さなかった。第2小臼歯の萌出時には2症例ともに近心への移動がみられた。最終時には症例Jは引き続き近心移動を示したが、残りの症例では移動がみられなかった。

c) 捻転: 永久犬歯の萌出時には症例Jはマイナスの捻転を示した。第2小臼歯の萌出時には症例Jはプラスの捻転を示し、残りの症例ではマイナスの捻転が観察された。最終時には2症例ともに大きなマイナスの捻転がみられた。

2) 第1大臼歯の移動と捻転

a) 前後的な移動: 第1小臼歯が萌出する半年前までは2症例ともに大きな移動はみられなかった。この2症例はともに第1大臼歯の萌出時には第2乳臼歯が存在しており、第1小臼歯が萌出した時には第2乳臼歯はすでに喪失していたが、上下顎の第1大臼歯が完全に咬合していた症例である。第1小臼歯の萌出時に症例Jではほとんど移動はみられなかったが、残りの症例では前方移動が観察された。永久犬歯の萌出時には2症例とも1mmを超える大きな前方移動を示した。第2小臼歯の萌出時には症例Jでは移動はみられず、残りの症例では約0.5mmの後方移動が観察され

た。最終時には2症例とも前方移動を示した。

b) 頬舌的な移動: 永久犬歯の萌出時まで2症例は同じ動きを示した。第1小臼歯が萌出する半年前までに2mm近くの舌側移動がみられた。続く第1小臼歯と永久犬歯の萌出時には頬側移動に変化した。症例Jではそれ以後最終時まで大きな移動はみられなかったが、残りの症例では頬側移動が最終時まで続いてみられた。

c) 捻転: 2症例とも第2小臼歯の萌出時まで同じ動きを示した。第1小臼歯が萌出する半年前までは小さなプラスの捻転がみられ、第1小臼歯と永久犬歯の萌出時には大きなマイナスの捻転が観察された。第2小臼歯の萌出時には再びプラスの捻転を示した。最終時にも症例Jでは大きなプラスの捻転が引き続きみられたが、残りの症例では小さなマイナスの捻転が観察された。

3) 側方歯群長の変化

永久犬歯の萌出時の側方歯群長の変化は症例Jのみ観察でき、約2mmの大きな減少を示した。第2小臼歯の萌出時には2症例ともに大きな増加を示し、この増加は最終時まで続いた。

K. 4→(3・5)の順で萌出したもの(2症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

この萌出順序の2症例は、第1小臼歯と永久側切歯の萌出が同時であった。そのため、永久犬歯・第2小臼歯の萌出時と最終時の変化のみを観察した。

a) 前後的な移動: 永久犬歯・第2小臼歯萌出時と最終時に、大きな前方移動が2症例ともにみられた。

b) 近遠心的な移動: 永久犬歯・第2小臼歯の萌出時には2症例ともに近心移動が観察された。最終時には症例Kでは近心移動が引き続きみられたが、残りの症例では遠心移動に変化した。

c) 捻転: 永久犬歯・第2小臼歯の萌出時には2症例ともにプラスの捻転がみられた。最終時には症例Kでは大きなマイナスの捻転が観察されたが、残りの症例では逆に大きなプラスの捻転を示した。

症例 J

図19

- a. 各歯の移動
b. 側方歯群長の増減
c. 前後的な動き
d. 頬舌的, 近遠心的な動き
e. 歯冠の捻転
c. d. e. については —— 第1大臼歯
 永久側切歯

症例 K

2) 第 1 大臼歯の移動と捻転

症例 K は、第 1 大臼歯の萌出時にはまだ第 2 乳臼歯が存在しており、第 1 小臼歯の萌出時までにそれが喪失した症例である。残りの症例は、最初の観察時に上下顎の第 1 大臼歯が完全に咬合しており、第 2 乳臼歯はすでに喪失していた症例である。またこの症例では、第 1 大臼歯と第 1 小臼歯との萌出時期が接近していて、第 1 小臼歯が萌出する半年前までの第 1 大臼歯の移動が観察できず、この時期の観察は症例 K についてのみ行った。

a) 前後的な移動：第 1 小臼歯が萌出する半年前までに症例 K は大きな前方移動を示した。第 1 小臼歯の萌出時には症例 K では引き続き大きな前方移動がみられたのに対して、残りの症例では後方移動が観察された。永久犬歯・第 2 小臼歯の萌出時には症例 K では後方移動がみられ、残りの症例では移動はなかった。最終時には症例 K では前方移動がみられ、残りの症例では逆に後方移動が観察された。

b) 頬舌的な移動：第 1 小臼歯が萌出する半年前までに症例 K は頬側への移動を示した。第 1 小臼歯の萌出時には 2 症例ともに舌側移動が観察された。永久犬歯・第 2 小臼歯の萌出時には症例 K では移動がみられず、残りの症例では舌側への移動が観察された。最終時には 2 症例とも頬側への移動を示した。

c) 捻転：症例 K は、第 1 大臼歯の萌出時にはまだ咬頭頂のみしか萌出しておらず、第 1 小臼歯が萌出する半年前までの変化の観察はできなかった。そのため、2 症例ともに第 1 小臼歯萌出時からの観察を行った。症例 K は第 1 小臼歯の萌出時にマイナスの捻転を示し、その後最終時までプラスの捻転がみられた。残りの症例はすべての時期で大きなプラスの捻転が観察された。

3) 側方歯群長の変化

永久犬歯・第 2 小臼歯の萌出時、最終時ともに側方歯群長は 2 症例とも増加を示した。

II) 配列不正群

L. 4 → 3 → 5 の順で萌出したもの (4 症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

この萌出型を示した 4 症例のうち、永久側切歯が第 1 小臼歯より早く萌出したものが 2 症例、同時に萌出したものが 2 症例であった。そのため、第 1 小臼歯の萌出時に永久側切歯の動きが観察できたものは 2 症例であり、それ以後についてはすべての症例で観察できた。

a) 前後的な移動：第 1 小臼歯の萌出時には 2 症例とも後方移動がみられた。永久犬歯の萌出時には前方移動を示したものと後方移動を示したものが各 2 症例ずつあった。それ以後、第 2 小臼歯萌出時と最終時にはすべての症例で大きな前方移動が観察された。

b) 近遠心的な移動：第 1 小臼歯の萌出時には遠心移動が 2 症例ともにみられた。永久犬歯の萌出時には近心移動が 2 症例に観察され、残りの 2 症例はほとんど移動を示さなかった。第 2 小臼歯の萌出時および最終時には大きな移動はみられなかった。

c) 捻転：第 1 小臼歯の萌出時には大きなプラスの捻転が 2 症例ともにみられた。永久犬歯の萌出時にはプラスの捻転が 4 症例中 3 症例で観察され、残りの 1 症例は変化を示さなかった。第 2 小臼歯の萌出時にはすべての症例でマイナスの捻転が観察された。最終時にもマイナスの捻転が 4 症例中 3 症例でみられ、残りの 1 症例のみはプラスの捻転を示した。

2) 第 1 大臼歯の移動と捻転

症例 L-1 は、第 1 大臼歯の萌出時に第 2 乳臼歯が存在していたものの代表例であり、症例 L-2 は、第 1 大臼歯の萌出時に第 2 乳臼歯がすでに喪失していたり、残根状態であったものの代表例である。また症例 L-1 は、第 1 大臼歯と第 1 小臼歯との萌出時期が接近していたために、第 1 小臼歯が萌出する半年前までの第 1 大臼歯の移動が観察できなかった。

a) 前後的な移動：第 1 小臼歯が萌出する半年前までに前方移動がすべての症例にみられた。第 1 小臼歯の萌出時には前方移動が 3 症例に観察され、残りの 1 症例では後方移動がみられた。永久

症例 L-1

図21

- a. 各歯の移動
b. 側方歯群長の増減
c. 前後的な動き
d. 頬舌的, 近遠心的な動き
e. 歯冠の捻転

c. d. e. については —— 第1大臼歯
..... 永久側切歯

症例 L-2

犬歯の萌出時には2症例が前方移動を、また1症例が後方移動を示し、残りの1症例では移動がみられなかった。第2小臼歯の萌出時には前方移動が4症例中3症例で観察され、残りの1症例はわずかな後方移動を示した。最終時には前方移動あるいは後方移動を示したものが各2症例ずつあった。

b) 頬舌的な移動：第1小臼歯が萌出する半年前までに頬側へ移動したものが2症例あり、症例L-2のみはわずかに舌側へ移動した。第1小臼歯と永久犬歯の萌出時には舌側への移動がともに4症例中3症例にみられ、1症例のみが両時点で頬側への移動を示した。第2小臼歯の萌出時にはすべての症例で大きな頬側への移動がみられた。最終時にも頬側への移動が4症例中3症例でみられ、1症例のみがわずかな舌側移動を示した。

c) 捻転：第1小臼歯が萌出する半年前までにマイナスの捻転がすべての症例にみられた。第1小臼歯と永久犬歯と第2小臼歯の萌出時には、それぞれ4症例中3症例でマイナスの捻転が観察された。最終時にはプラスの捻転を示したものとマイナスの捻転を示したものが各2症例ずつあった。

3) 側方歯群長の変化

第1小臼歯の萌出時に側方歯群長の変化を観察できたものは2症例あり、症例L-2は1mm以上の大きな減少を示したが、残りの1症例では変化はほとんどみられなかった。永久犬歯の萌出時には減少したものが4症例中3症例で、1症例のみが増加した。第2小臼歯の萌出時にはすべての症例で大きな増加がみられた。最終時には引き続き増加したものが4症例中3症例で、症例L-2のみはわずかな減少を示した。

M. (3・4)→5の順で萌出したもの(2症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

a) 前後的な移動：2症例ともすべての時点において前方移動が観察されたが、とくに第2小臼歯の萌出時に大きな移動を示した。

b) 近遠心的な移動：症例Mでは永久犬歯・第1小臼歯の萌出時にわずかな近心移動がみられた

が、その後最終時まで移動がなかった。残りの症例では、永久犬歯・第1小臼歯が萌出する半年前までにわずかな遠心移動がみられた。その後永久犬歯・第1小臼歯の萌出時には近心への移動に変化し、第2小臼歯の萌出時にはさらに大きな近心移動が観察された。最終時には変化はみられなかった。

c) 捻転：永久犬歯・第1小臼歯が萌出する半年前までの変化は1症例のみ観察でき、プラスの捻転がみられた。永久犬歯・第1小臼歯の萌出時には2症例ともマイナスの捻転を示し、第2小臼歯の萌出時にはさらに大きなマイナスの捻転が観察された。最終時には症例Mでは引き続きマイナスの捻転がみられたが、残りの1症例では捻転は観察されなかった。

2) 第1大臼歯の移動と捻転

症例Mは、第1大臼歯の萌出時にはまだ第2乳臼歯が存在しており、永久犬歯・第1小臼歯の萌出時までにそれが喪失した症例である。残りの症例は、最初の観察時にすでに第2乳臼歯が喪失していた症例である。

a) 前後的な移動：永久犬歯・第1小臼歯が萌出する半年前までに症例Mでは3mmを超える前方移動がみられたのに対し、残りの症例は0.2mm程度前方移動を示したにすぎなかった。永久犬歯・第1小臼歯の萌出時には2症例とも前方移動を示した。第2小臼歯の萌出時には症例Mではわずかな前方移動であったが、残りの症例では、第2小臼歯の萌出より早く第2大臼歯の萌出があり、4mmを超える大きな前方移動が観察された。最終時には症例Mでは後方移動に変化し、残りの症例ではほとんど移動がみられなかった。

b) 頬舌的な移動：永久犬歯・第1小臼歯が萌出する半年前までに2症例ともに舌側への移動が観察された。永久犬歯・第1小臼歯の萌出時には症例Mでは引き続き舌側移動がみられたが、残りの症例では頬側への移動に変化した。第2小臼歯の萌出時には2症例ともに大きな頬側への移動がみられた。最終時には症例Mは頬側移動を示し、残りの症例は舌側移動を示した。

症例 M

症例 N

図24

- a. 各歯の移動
b. 側方歯群長の増減
c. 前後的な動き
d. 頬舌的, 近遠心的な動き
e. 歯冠の捻転
c. d. e. については — 第1大臼歯
.....永久側切歯

c) 捻転：永久犬歯・第1小臼歯が萌出する半年前までの変化が観察できた症例ではマイナスの捻転がみられた。症例Mは、第1大臼歯の萌出時にはまだ咬頭頂のみしか萌出していなかったもので、この期間の観察は不可能であった。それ以後最終時まで2症例は同じ変化を示した。すなわち、第2小臼歯の萌出時までは大きなマイナスの捻転がみられ、最終時にはプラスの捻転に変化した。

3) 側方歯群長の変化

症例Mでは永久犬歯・第1小臼歯の萌出時に減少を示したが、その後最終時まで増加を続けた。残りの症例では、永久犬歯・第1小臼歯が萌出する半年前までに減少を示した。永久犬歯・第1小臼歯の萌出時には一時増加を示したが、その後最終時まで減少がみられた。

N. 4→(3・5)の順で萌出したもの(1症例)

1) 永久側切歯の移動と捻転

すべての時点において、大きな前方移動と近心移動およびマイナスの捻転が観察された。

2) 第1大臼歯の移動と捻転

この症例は、第1大臼歯が萌出した時に第2乳臼歯が存在しており、第1小臼歯の萌出までにそれが喪失した症例である。

a) 前後的な移動：各時点で前方移動がみられたが、とくに、第1小臼歯が萌出する半年前までと永久犬歯・第2小臼歯の萌出時に大きな移動を示した。

b) 頬舌的な移動：第1小臼歯が萌出する半年前までに大きな舌側への移動がみられた。それ以後最終時まで頬側への移動が観察された。

c) 捻転：永久犬歯・第2小臼歯の萌出時まではマイナスの捻転がみられたが、最終時にはプラスの捻転に変化した。

3) 側方歯群長の変化

各時点において大きな増加がみられた。

II. 正常交換群と早期喪失群との比較

1. 側方歯群長

第1大臼歯の側方歯交換直前時の位置を知る1つの手掛かりとして、側方歯群長を調べた。

表3は各群の側方歯群長を表したものである。

表3 永久側方歯萌出直前時の側方歯群長の比較

	症例数	平均値	標準偏差
正常交換群 (a)	27	24.63	1.20
配列良好群 (b)	12	23.02	1.11
配列不正群 (c)	7	20.92	1.88

a ↔ b p = 0.001

a ↔ c p = 0.001

b ↔ c p = 0.05

正常交換群の値は、側方歯交換直前時の側方歯群長の平均値である。

早期喪失群の値は、正常交換群と時期を同じくするために、最初の永久側方歯の萌出がみられた半年前の側方歯群長を計測した。しかし、この群では、第1小臼歯と永久側切歯が同時に萌出してくることや、第1小臼歯の萌出が永久側切歯より早いことがあり、その際には、永久側切歯が萌出した時点での側方歯群長を計測した。

2群間の差の検定には平均値検定としてt検定を用いた。

その結果、配列良好群、配列不正群ともに正常交換群に比べ有意水準0.1%で側方歯群長は短く、また、配列良好群と配列不正群では有意水準5%で配列不正群の方が短かった。

2. 永久側切歯の前方移動量の比較

正常交換群では永久犬歯の萌出時に大きな永久側切歯の前方移動がみられた。また、早期喪失群においても、第2小臼歯の萌出時に大きな永久側切歯の前方移動が生じ、さらに、4→3→5の萌出型以外では、永久犬歯の萌出時にも永久側切歯の前方移動が観察された。

そこで、永久側切歯の前方移動量に正常交換群と早期喪失群で差があるのかどうかを調べたのが表4である。

第2乳臼歯の早期喪失が永久側切歯の萌出位置に影響を与えるとは考えられないので、最初に永久側切歯の萌出がみられた時点から最終時までの前方移動量を比較した。

その結果、永久側切歯の前方移動量において、

表4 永久側切歯の前方移動量の比較

	症例数	平均値	標準偏差
正常交換群 (a)	27	1.63	0.74
配列良好群 (b)	12	2.43	1.03
配列不正群 (c)	7	2.72	0.91
a ↔ b p=0.05			
a ↔ c p=0.01			
b ↔ c			

表5 第1大臼歯の前方移動量の比較

	症例数	平均値	標準偏差
正常交換群 (a)	27	3.03	1.34
配列良好群 (b)	7	4.35	1.11
配列不正群 (c)	4	4.68	1.26
a ↔ b p=0.05			
a ↔ c p=0.05			
b ↔ c			

早期喪失群の方が正常交換群より有意に大きな値を示した。

また、配列良好群と配列不正群との間には有意差は認められなかった。

3. 第1大臼歯の前方移動量の比較

正常交換群と早期喪失群のいずれの群においても第1大臼歯の前方移動が観察されたが、その移動量に差があるのかどうかを調べたのが表5である。

いずれの群においても、第1大臼歯の萌出時から観察最終時までの移動量をもってその移動量とした。

早期喪失群では、第1大臼歯が萌出した時、第2乳臼歯が喪失しており、第1大臼歯がすでに前方へ移動したと考えられる症例がみられた。このような症例では比較することができないために除外し、第1大臼歯の萌出時に比較的良好に第2乳臼歯が存在していた配列良好群のうち7症例、配列不正群のうち4症例を選び、正常交換群との比較を行った。

その結果、第1大臼歯の前方移動量において、

早期喪失群の方が正常交換群より有意に大きな値を示した。

また、配列良好群と配列不正群との間には有意差は認められなかった。

III. 配列良好群と配列不正群との比較

1. 第2小臼歯の萌出に伴う変化

A. 第1大臼歯と第1小臼歯の動き

第2小臼歯の萌出が近づくと、両群とも、その萌出によると思われる第1大臼歯の頰側への移動がみられた。また、各症例とも第1小臼歯の前方移動が同時に観察された。

このように、第2小臼歯の萌出空間の拡大につながる動きが両群でみられたが、第1大臼歯と第1小臼歯の移動量について両群で差があるのかどうかを調べた。

第2小臼歯の萌出が第1小臼歯および第1大臼歯に与える影響は、その萌出があった半年前から顕著に観察された。そのため、両群とも、第2小臼歯の萌出がみられた半年前の時点から観察最終時までの移動量をもってその移動量とした。また、この期間内に第2大臼歯の萌出がみられた症例では、第1小臼歯、第2小臼歯、第1大臼歯の接触関係などを調べ、みられた歯の移動が第2大臼歯の萌出によると考えられる場合は、その移動量は除外した。

その結果、表6に示すように、第1小臼歯、第1大臼歯ともに配列不正群は配列良好群より頰側への移動は大きいものの、前方移動に関しては有意差は認められなかった。

表6 第2小臼歯の萌出に伴う第1小臼歯と第1大臼歯の動きの比較 (単位 mm)

	4の 前方移動	4の 側方移動	6の 前方移動	6の 側方移動
配列良好群	3.11±1.21	-0.11±0.94	0.31±0.75	0.92±0.94
配列不正群	3.85±2.06	1.05±1.44	1.39±1.82	2.20±0.90
		*		**

** p=0.05

* p=0.1

表7 第2小臼歯の萌出余地と萌出位置についての比較

	A ₁	A ₂	B ₂	$\frac{B_2}{A_2}$
配列良好群	10.74	12.90	1.47	0.11
配列不正群	7.16**	9.00**	5.05*	0.56*

A₁ : 第1小臼歯萌出時 * p=0.01
 A₂, B₂: 第2小臼歯萌出時 ** p=0.001

B. 第2小臼歯の萌出余地と萌出位置

表7のA₁は第1小臼歯萌出時の第1小臼歯と第1大臼歯の咬頭頂間距離を示している。A₂は第2小臼歯萌出時のその距離で、B₂はその時期の第2小臼歯の頰側咬頭頂よりA₂におろした垂線の長さである。

配列不正群は配列良好群に比べ、咬頭頂間距離はA₁の項にみられるように、第1小臼歯萌出時にすでに小さく、A₂の項の第2小臼歯萌出時にはこの差はさらに大きくなっている。

また、配列不正群ではB₂の値から第2小臼歯が齒列弓より大きくはずれて萌出していることが観察された。

A₂とB₂の比の値は、この値が小さいほど第2小臼歯が配列しやすいと考えられる値であるが、これも配列良好群の値が有意に小さいことが認められた。

2. 第2大臼歯の萌出時期

各症例で、第2大臼歯の萌出がみられた時点で第1大臼歯の大きな前方移動が観察された。

そこで、第2大臼歯の萌出時期が第2小臼歯の配列に及ぼす影響を、表8のように第2小臼歯の萌出から第2大臼歯の萌出までの期間の長短で観察した。また、第2大臼歯の萌出がみられなかった症例については、観察最終時から半年後に第2大臼歯が萌出したものと仮定した。

その結果、配列良好群は配列不正群に比べ第2小臼歯の萌出が時間的に早く、また、第2小臼歯の萌出から第2大臼歯の萌出までの期間が長いということが観察された。

表8 第2小臼歯の萌出から第2大臼歯の萌出までの期間の比較 (単位 月齢)

	①5の萌出	②7の萌出	②—①
配列良好群	115.8±11.5	145.6±9.2	29.8±10.8
配列不正群	135.4±6.4	139.3±11.9	3.9±13.3
	*		**

* p=0.01
 ** p=0.001

考 察

I. 基準平面の設定

齒列模型上で歯の動きや歯冠の捻転を観察するために従来いろいろな方法が用いられてきたが、その多くはノギスによって歯間距離の変動を調べ歯の動きを推測したり、咬合平面などを使い角度の変化を調べるものであった。しかしながら、側方歯群交換期においては切歯部に前方成長、臼歯部に側方成長などがあり、また、歯の脱落と萌出が進行しているために、歯に計測基準点を設けたり、咬合平面を計測基準面とするこれらの方法では適切な計測は行えない。そこで本研究ではLebret²⁵⁾の報告にもみられるように、比較的成長変化が少ないと考えられる口蓋に基準点を求めることとした。しかし、口蓋基底部ならびに歯槽部も成長変化していることから、まず本研究の観察期間内において、それらの成長変化が比較的安定している部位を検索することが必要となり、正常交換群、配列良好群、配列不正群からそれぞれ5症例ずつを選び、以下のような計測を行って妥当な部位を検討した。

まず、本研究で採用する座標系の正中矢状平面は、切歯乳頭の最後点、口蓋縫線上の1点、左右の口蓋皺壁間の中点の3点で決定することを試みている。そして、このような正中矢状平面を使って座標変換を行い、数個の経年模型を同一座標系で観察するに際して考慮すべきことは、座標変換に際して生ずる誤差の大きさである。

今回用いた口蓋縫線上の1点は、同一個体の各時点の模型において、口蓋縫線上の隆起あるいは

陥凹したところや口蓋皺壁の位置を参考にして、極力同じ位置に印を設けた。この口蓋縫線上の1点と切歯乳頭を結んだ線分は、時間の経過に伴い多少増加するが、座標変換に際して生ずる誤差は、この線分と左右口蓋皺壁間の中点（原点）との距離が長いほど、つまり、平面を決定する3点でできる三角形の面積が大きいほど、3点の左右のずれが同程度だとすれば、結果的に小さくなることになる。

そこで図25に示したように、左右第1口蓋皺壁の先端部（a）間の中点、今回の基準点である第1小臼歯の歯頸部より4～8mm下方の間にある左右口蓋皺壁の屈曲点（b）間の中点、左右の最後方の口蓋皺壁の最先端（c）間の中点、左右の口蓋皺壁の深部（d）間の中点の4点を選び、最終時の模型を用いて、これらの各点と切歯乳頭の最後点、口蓋縫線上の1点でできる三角形の面積を比較検討した。

その結果、表9に示したように、三角形の面積は最後方の口蓋皺壁の最先端を採用した際が最も大きな値を示し、今回の基準点を採用した際がこ

表9 さまざまな左右口蓋皺壁上の点の midpoint と切歯乳頭の最後点、口蓋縫線上の1点でできる三角形の面積の比較

	最後方の口蓋皺壁の最先端	今回の基準点	口蓋皺壁の深部	第1口蓋皺壁の先端部
平均	52.79	33.21	21.79	19.74
標準偏差	13.14	12.37	12.35	3.41

れに続き、口蓋皺壁の深部と第1口蓋皺壁の先端部を採用した際は、より小さな値を示した。このことより、本研究のように座標変換の手法を用いて各症例の数個の模型を同一座標系で観察する場合には、三角形の面積が大きい最後方の口蓋皺壁の最先端あるいは今回の基準点が適していると考えられる。

さらに、正中矢状平面を設定するための各点は、少なくとも観察期間内において経時的な変化が最も少ない点であることが必要とされる。そこで口蓋が経時的にどのように変化するかを調べてみた。

変化を観察するために、切歯乳頭の最後点と前述した左右口蓋皺壁のさまざまな点により三角形を作り、その辺の長さの変化を調べた。

図25に示したように、切歯乳頭の最後点と右側の口蓋皺壁を結んだ線分をA、左右の口蓋皺壁を結んだ線分をB、左側の口蓋皺壁を結んだ線分をCとし、これら線分の長さの変化を観察した。

その結果、今回の基準点、口蓋皺壁の深部、第1口蓋皺壁の先端部を採用した際は、線分AとCが比較的左右均等に増加あるいは減少を示しており、これらの点では口蓋が左右均等に増加あるいは減少していることが推測でき、左右口蓋皺壁の midpoint である原点の経時的なずれは小さいと考えられる。

また、正常交換群および配列良好群では、最後方の口蓋皺壁の最先端においても線分AとCは比較的左右均等に増加あるいは減少を示した。

それに対して、配列不正群ではほとんどの症例で第2小臼歯が舌側へ転移して萌出するために、

図25 口蓋の成長変化を調べる計測

- A: 切歯乳頭の最後点と右側の口蓋皺壁を結んだ線分
- B: 左右の口蓋皺壁を結んだ線分
- C: 切歯乳頭の最後点と左側の口蓋皺壁を結んだ線分
- a: 第1口蓋皺壁の先端部
- b: 今回の基準点
- c: 最後方の口蓋皺壁の最先端
- d: 口蓋皺壁の深部

図26 配列不正群症例Nにみられた口蓋の成長変化

片側でのみ減少がみられる症例もあった。そのため、配列不正群では原点が相当ずれることが推測される。

図26には配列不正群の症例Nにみられた口蓋の成長変化を示している。この症例は観察の最初から最終時まで、切歯乳頭と左右の最後方の口蓋皺壁の最先端を結んだ線分AとCにおいて、その変化量の違いが15症例中最も大きかったものである。

この症例を例として最後方の口蓋皺壁の最先端と今回の基準点をそれぞれ採用した際に生ずる原点のずれを調べた。

最後方の口蓋皺壁の最先端でできる三角形の3辺を A_1, B_1, C_1 とし、今回の基準点でできる三角形の3辺を A_2, B_2, C_2 とした。

図26の1と2、8と10の間で線分 A_1 と C_1 また A_2 と C_2 の値の変化に大きな違いがみられた。2の時点では左側の第2乳臼歯が喪失しており、その結果、線分 C_1 と C_2 は線分 A_1 と A_2 を上回る増加を示したものと考えられる。また、9の時点では、

右側では第2乳臼歯が脱落し第2小臼歯の萌出が始まっている。そのため A_1 と A_2 は増加を示した。左側では第2小臼歯が大きく舌側に転移して萌出し、 C_1 は減少を示したが、 C_2 はほとんど変化しなかった。

8と9の間でみられた A_1 と C_1 の値の変化の差は、半年間でみられた差としては15症例の中で最も大きいものであり、 A_2 と C_2 の値の変化の差も今回の基準点を採用したものの中では大きいものである。

実際に、この期間でどのくらい原点のずれが生じているのかを調べるために、切歯乳頭の最後点と口蓋縫線上に2点を取り、これら3点によって正中矢状平面を決定し、この平面から左右口蓋皺壁までの距離の変化を観察した。

その結果、右側の最後方の口蓋皺壁の最先端から正中矢状平面までの距離で1.34 mmの増加がみられ、左側では0.55 mmの減少が観察された。したがってこの場合、原点は0.945 mmだけ右へずれたと考えられる。また、この原点と切歯乳頭の最後点までの距離には、0.17 mmの増加が観察された。

一方、今回の基準点を用いた際には、右側では0.32 mmの距離の増加が、また左側では0.08 mmの増加がみられた。したがって、原点は0.12 mmだけ右にずれたにとどまっていると考えられる。また、原点から切歯乳頭の最後点までの距離には0.03 mmの増加が観察されたにすぎない。

ところで、計測誤差および座標変換による誤差を考慮する必要があるが、これは各計測点のうちから三次元的に原点から最も離れていると考えられる第1大臼歯の頰側咬頭頂の座標値を使うことによって調べた。

今回計測に使用した GRADICON は、1/100 mm までの精度で三次元座標値の解析能力を有し、中央記憶装置と直結している。この計測器を用いて同一計測点を5回計測した。これらの平均値とそれぞれの計測値との差を計測誤差および座標変換による誤差の合計値と考え、60個の模型を用いて、この誤差の平均値をX,Y,Z軸それぞれにつ

いて求めた。

その結果、X軸方向の誤差の平均は 0.15 mm であり、Y軸方向では 0.17 mm、Z軸方向では 0.27 mm であった。

最後方の口蓋皺壁の最先端を基準点に採用した際は、原点の左右のずれがX軸方向の誤差の範囲よりはるかに大きい。これに比べ、今回の基準点を採用した際の原点のずれは、X軸方向には誤差の範囲内であり、また、Y軸方向に関しては、切歯乳頭の最後点が動かなかったものと仮定しても、原点のずれは誤差の範囲内であった。

最後に、早期喪失群でみられたような、第2小臼歯の萌出に伴い第1小臼歯が大きく前方移動を示した症例においては、歯の移動とともに口蓋も前方へ移動し、切歯乳頭の最後点から今回の口蓋皺壁上の基準点までの距離が短くなるのではないかと考えられるが、今回観察した症例ではそのような現象はみられなかった。

これらのことより、今回の基準点は乳歯の脱落や永久歯の萌出などによる影響を受けにくく、そのため原点のずれが小さい。また、切歯乳頭の最後点、今回の基準点の midpoint、口蓋縫線上の1点で作る三角形の面積が比較的大きいことから、複数の模型を同一座標系で観察するには適しており、今回の基準点による座標系での計測値は十分に信頼できると考えられる。

II. 永久側方歯の萌出による側方歯群長の変化

1. 正常交換群

A. 側方歯群長の増加とその時期

側方歯群長の増加は、主として永久犬歯および第1小臼歯の萌出に際して観察された。

永久犬歯の萌出時には、症例A-1や症例B-1などにみられるように永久側切歯の前方移動と近心移動が生じ、それに伴いマイナスの捻転も観察された。

第1小臼歯の萌出時には、症例A-1や症例A-2のように、永久犬歯の萌出時にみられた変化に加え、第1大臼歯が後方へ移動する症例も観察された。

これらの現象により、永久犬歯・第1小臼歯の

萌出時に側方歯群長が増加したものと考えられる。

Broadbent²⁶⁾ は、永久犬歯の萌出時に永久中切歯および永久側切歯の間にみられた離開が消失し、正常に配列すると報告している。本研究においても Ugly duckling stage にみられる永久中切歯間の空隙が、永久犬歯の萌出に際して消失した症例が数多くみられた。

永久側切歯の移動や捻転は、乳犬歯、あるいは第1乳臼歯より歯冠近遠心幅径が大きい永久犬歯、あるいは第1小臼歯が、十分でない萌出空間に萌出してきたために生じたものと思われる。しかし、症例Hのように Leeway space がプラスの症例で、永久犬歯、第1小臼歯、第2小臼歯が同時に先行乳歯と交換した症例や、症例F-2のように、やはり Leeway space がプラスの症例で、第1小臼歯が萌出した後に永久犬歯と第2小臼歯が同時に萌出した症例でも、永久犬歯・第2小臼歯の萌出時に永久側切歯の前方移動と近心移動が観察された。

これらのことから、萌出余地が十分であっても永久犬歯の萌出に際して、永久側切歯の前方移動と近心移動、およびマイナスの捻転は通常起こることではないかと考えられる。

第1小臼歯萌出時の第1大臼歯の後方移動は、3→4→5の萌出順序であった症例にとくに数多く観察された。これは乳犬歯より歯冠近遠心幅径が大きい永久犬歯の萌出により、第1小臼歯の萌出時にはその萌出空間は非常に小さくなっているものと思われる。そのため、第2乳臼歯を介して第1大臼歯に大きな力が加わり、後方移動が生じたものと考えられる。

側方歯群長は、第1大臼歯の傾側移動によっても増加しうるが、今回の第1大臼歯の傾舌的な移動をみると、その萌出から最終時まで傾側へ移動している症例がほとんどであった。このことは Moorees²⁷⁾ や Knott²⁸⁾ の左右第1大臼歯間の歯列弓幅は、14・15歳まで増加するという事実と一致する。

Baume²⁹⁾ や Lebret³⁰⁾ は、大きな永久切歯が適

切に並ぶための調節は、永久切歯の萌出時に起こる前方と側方への歯槽骨の成長によりもたらされると報告している。側方歯群長を増加させる永久側切歯の前方移動は、切歯部の歯槽骨の前方成長により可能になったと思われる。本研究においても、ほとんどの症例で切歯乳頭の 1 mm 以上の前方移動が観察された。

B. 側方歯群長の減少とその時期

側方歯群長の減少は、主として第 2 小臼歯の萌出時およびそれ以後最終時までには観察された。その主な原因は、その時期ほとんどすべての症例で観察された第 1 大臼歯の大きな前方移動によると考えられ、これは第 2 乳臼歯より歯冠近遠心幅径が小さい第 2 小臼歯への交換によってできた空間を埋めるように生じたものと考えられる。

このような大きな第 1 大臼歯の前方移動が小臼歯の萌出時にみられることは Le Bret³⁰⁾ によっても報告されているが、第 1 大臼歯の前方移動が常に側方歯群長の減少を生じさせるとは限らない。例えば、症例 B-1 や症例 C では、永久犬歯、第 1 小臼歯の萌出時にも第 1 大臼歯の前方移動がみられるものの、それを上回る永久側切歯の前方移動があったために、結果的には側方歯群長は増加している。すなわち、側方歯群長が減少するか否かは第 1 大臼歯の前方移動量の有無でなく、その大きさとその時期生じる永久側切歯の前方移動の大きさととの相対的な関係によって決まるものと考えられる。

したがって、側方歯群長の減少が永久犬歯、第 1 小臼歯の萌出時にみられた症例がわずかながらあったが、これらは永久側切歯の後方移動があった症例か、永久側切歯のそれを上回る第 1 大臼歯の前方移動があった症例である。

症例 F-2 は前者の例であるが、第 1 小臼歯の萌出が記録された時、乳犬歯の脱落を同時に伴っていた。これが永久側切歯の後方移動とプラスの捻転を生じさせ、第 1 大臼歯の前方移動と合わさって、側方歯群長が大きく減少したものと思われる。

一方、症例 A-2 は後者の例であり、永久犬歯

の萌出が記録された時は、まだその咬頭頂のみしか歯肉上に萌出していなかった。この時期、永久側切歯の前方方向、あるいは近心方向への移動は認められたものの、その量は同時期の第 1 大臼歯の前方移動量に比べるとわずかであったので、結果的には側方歯群長の減少となって表れたものと考えられる。

ところで、乳犬歯の脱落や、永久犬歯あるいは第 1 小臼歯の萌出がまだそれらの咬頭頂のみに止まっている時期の観察では、永久側切歯のあり方が側方歯群長に影響していることがわかった。

今回観察した症例 F-2 は、第 1 小臼歯の萌出時に乳犬歯の脱落を伴い約 0.5mm の後方移動を示したが、その半年後に永久犬歯が萌出を開始した。この時、永久犬歯はまだ咬頭頂しか萌出していなかったが、永久側切歯は 1 mm 近くの前方向移動と 0.5mm を超える近心移動を示した。このことより、乳犬歯や第 1 乳臼歯の脱落によって一度後方へ移動した永久側切歯は、それらの後継永久歯の萌出開始とともに前方へ押しもどされ始めるものと推測される。

2. 早期喪失群

A. 側方歯群長の増加とその時期

側方歯群長の増加は、たとえば 4 → 3 → 5 の萌出型のものでは第 2 小臼歯、4 → 5 → 3 の萌出型では永久犬歯のように、最後の永久側方歯が萌出した時および最終時にみられた。

Davey³¹⁾ は oblique cephalographs によって歯の移動の観察を行い、第 1 大臼歯の萌出前に第 2 乳臼歯が喪失した場合一番大きな space loss が生じ、第 1 大臼歯には 4 mm 近くの前方向移動があったとしている。また、Owen³²⁾ や Breakspear³³⁾ は、上顎の第 2 乳臼歯が早期喪失した場合、その空隙の閉鎖は速やかに生じると報告している。

これらのことから、早期喪失群では第 1 小臼歯の萌出時には、永久側方歯の配列の場は非常に縮小しているものと考えられる。そのため、最後の永久側方歯が萌出する際にはその萌出空間は常に不足しているものと思われる。したがって、それらの萌出時には、症例 I-1 や症例 I-2 のように

第1大臼歯を後方へ移動させるものも多く、また、永久側切歯を前方へ移動させることにより萌出空間を拡大しており、その結果、最後の永久側方歯の萌出時には側方歯群長は大きく増加したものと考えられる。

この他、4→5→3の萌出型のように、第2小臼歯が永久側方歯の中で最後に萌出しなかった場合においても、第2小臼歯の萌出時には側方歯群長の増加が認められた。

第2小臼歯の萌出時には、症例I-1にみられるように、第1大臼歯の前後的な移動は少なく、大きな頰側への移動が観察された症例が多かった。この頰側への移動は早期喪失群の場合、第2小臼歯が舌側へ萌出してくることが多いためと思われる。また、永久側切歯の前方移動もみられるが、この移動はつぎのようなことにより生じたと考えられる。

1) 第2小臼歯の萌出力がそれより前方の歯に伝わった。

2) 第1小臼歯の萌出がまだ続いており、その萌出力が乳犬歯を介して永久側切歯を移動させた。

3) 永久側切歯の萌出が続いている。

4) 永久犬歯の萌出が近い。

5) 切歯部の歯槽骨の前方成長。

これらのことにより第2小臼歯の萌出時には、正常交換群とは逆に側方歯群長は増加するものと考えられる。

B. 側方歯群長の減少とその時期

側方歯群長の減少は、主として4→3→5の萌出順序であった症例の永久犬歯の萌出時にみられた。

この萌出型のものは、症例Jや症例L-1にみられるように、永久犬歯の萌出時には第2乳臼歯が早期に喪失しているために第1大臼歯の前方移動が引き続き観察された。また、この2症例では永久側切歯が後方へ移動していることもかさなって側方歯群長が大きく減少したものと考えられる。

永久犬歯の萌出状態と永久側切歯の移動との関

係についてはすでに考察したところであるが、この2症例はともに咬頭頂のみの萌出状態であった。おそらく、乳犬歯の脱落によって後方移動した永久側切歯は、永久犬歯の萌出によって前方へ移動させられ始めたものの、その量はまだわずかで結果的に後方移動と観察されたものであろう。

この萌出型のものでも、永久犬歯が十分に萌出しているものでは、正常交換群と同じように永久側切歯の前方移動が生じ、側方歯群長に減少がみられなかった症例も観察されたことから推測される。

3. 永久側方歯の配列の場合

野田³⁴⁾は、永久側方歯群の配列する場合は、乳側方歯群の配列していた場より前方に位置すると報告している。

本研究においても、正常交換群で側方歯交換直前時より最終時まで、永久側切歯と第1大臼歯の前方移動が観察された。また、結果の表4および表5に示したように、永久側切歯および第1大臼歯の萌出時から最終時までの前方移動量は、早期喪失群では正常交換群に比べ有意に大きな値を示した。この結果からしても、配列良好群の永久側方歯群は、正常交換群のそれに比べより前方に配列していると考えられる。

4. Leeway space

従来、Nance³⁵⁾の提唱したLeeway spaceについては、永久側方歯が配列する際に調整的な役割を果たすゆとりであるといわれてきた。

しかしながら、正常交換群の27症例中9症例がLeeway spaceがマイナスであったこと、また、配列良好群のように、Leeway spaceが大きなマイナスであると考えられる症例においても良好に配列することから、Leeway spaceの大きさのみによって永久側方歯が配列できるかどうかを判断するのは妥当でないと思われる。

症例A-1のように3→4→5の萌出型を示したものでは、乳犬歯より歯冠幅径が大きい永久犬歯の萌出にとって、その萌出空間は非常に狭い。そこで、萌出の開始とともに永久側切歯を前方移動や近心移動およびマイナスに捻転させることに

より、その萌出の場を作り出したものと考えられ、事実結果的に側方歯群長は増加している。第1小臼歯の萌出時においては、永久犬歯の萌出にみられたと同様な現象に加えて、症例によっては第1大臼歯を後方移動させてその萌出の場を作り出している。このように永久側方歯が配列する場の大きさは、最終的には永久側方歯の歯冠近遠心幅径の総和に等しくなるにしても、それに至る過程においては、乳側方歯が占めていた空間を上回る大きさになり、再び減少するといった常に変化する現象がみられるわけであって、その増減量は Leeway space そのものとは質的に異なるものである。

例えば、症例 H は Leeway space がプラスであり、永久犬歯、第1小臼歯、第2小臼歯が同時に萌出した症例である。かりにこの際、Leeway space のみを使って配列したとすれば、側方歯群長は減少のみが観察されるはずである。しかしながら、各永久側方歯の萌出時に永久側切歯の前方移動と近心移動およびマイナスの捻転などが生じ側方歯群長は大きな増加を示した。したがって少なくともこの症例においては Leeway space のみを使って永久側方歯が配列したことにはならない。

ただ、Leeway space の使われ方についてみると、Leeway space がプラスの値を示す大きな要因が第2乳臼歯と第2小臼歯の歯冠近遠心幅径の差であること、および第2小臼歯の萌出時にはほとんどの症例で第1大臼歯が前方移動していることを考え合わせると、この差は第1大臼歯の移動により使われたと思われる。しかしながら、正常交換群において $4 \rightarrow 3 \rightarrow 5$ の萌出型の4症例のすべての症例で、また、 $4 \rightarrow (3 \cdot 5)$ の萌出型の4症例中3症例で第2小臼歯の萌出時に第1小臼歯の大きな後方移動が観察された。このように、第2小臼歯の萌出時に永久犬歯の萌出力がまだ残っていると思われる萌出型の場合には、この差は主に前方の歯の配列のために使われると思われる。

以上のことから、Leeway space の大きさのみ

によって永久側方歯の配列の正・不正を決めることはできず、Leeway space は配列の可能性を判断する上での目安となる値の1つと考えるべきであろうと思われる。

Ⅲ. 第2小臼歯の配列

第2乳臼歯早期喪失群で第2小臼歯の配列に違いをもたらした要因を考察するためにつぎの各項目について検討を加えた。

1. 永久側切歯萌出時の側方歯群長

永久側切歯萌出時における側方歯群長の値を第2小臼歯の配列との関係においてみると、結果で示したように、早期喪失群の平均の値は正常交換群のそれよりも有意に短く、さらに、配列不正群の値は配列良好群のそれに比べ有意に短かった。

すなわち、この時期では、主に第1大臼歯の位置によって決まる側方歯群長の大きさが第2小臼歯の配列の良・不良に関係していることがわかる。

2. 第2小臼歯の萌出空間

つぎに、側方歯群長の中の第2小臼歯の萌出空間だけについて検討を行った。結果の表7に示したように、第1小臼歯萌出時におけるその値を配列良好群と配列不正群と比較すると、前者が有意の差をもって大きいことがわかった。さらに、 $4 \rightarrow 3 \rightarrow 5$ の萌出型の症例において、配列不正群では永久犬歯の萌出時に第1小臼歯の後方移動が半数の症例でみられたのに対し、配列良好群では大きな前方移動がみられた。この期間両群とも第1大臼歯の前方移動は続いているが、第1小臼歯の移動の違いにより、配列不正群では第2小臼歯の萌出空間がより小さくなっている。

しかし、第1小臼歯萌出以後、第2小臼歯の萌出空間が十分あるにもかかわらず配列不正に至った症例がみられた。この症例では第2小臼歯が舌側位に萌出したのち下顎第1大臼歯と咬合し、頬側への移動が障害された結果によると考えられる。

配列不正群の第2小臼歯は7症例中6症例までが舌側位に止まる結果となったが、舌側に萌出した症例においても、第2小臼歯の萌出に伴いかな

りな萌出空間の拡大が認められたものもある。しかし、その拡大量は結果的に第2小臼歯萌出空間の縮小量を補うに至らず、いずれも配列不正に終わっている。

一方、配列良好群についてみると、12症例中8症例が4→5→3の萌出型であった。この萌出型では第2小臼歯萌出後に乳犬歯が脱落することから、第2小臼歯の萌出の進行によって比較的容易に第1小臼歯を前方へ移動させることができると考えられる。また、この時期、第1大臼歯の後方移動も半数近くの症例で観察された。そのため、第2小臼歯の萌出空間は大きく拡大し、良好に配列できたものと考えられる。

3. 第2大臼歯の萌出

第1大臼歯の前方移動には第2大臼歯が関与することがSpeidel³⁶⁾, Le Bret³⁰⁾, Krakowiak³⁷⁾らによって報告されている。

本研究においても、各群で第2大臼歯の萌出とともに第1大臼歯の大きな前方移動が観察された。

第2大臼歯の萌出が第2小臼歯の萌出より前あるいは同時に観察された症例では、第2小臼歯の萌出とともに第1小臼歯の前方移動がみられるが、それとはほぼ同量の第1大臼歯の前方移動が観察された。そのため、第2小臼歯の萌出空間の拡大が小さく配列不正に至った症例が多くみられた。

このように、第2小臼歯が配列するかどうかは、側方歯群長、永久側方歯の萌出順序、第2小臼歯の萌出余地と萌出位置、第2大臼歯の萌出時期に影響を受けることが推察される。したがって、第2小臼歯の配列の良否の診断には、これらのことを歯列模型あるいはX線写真などによって調べ、これらから得られた情報から総合的に判断する必要があると思われる。

総 括

側方歯群交換期において、上顎永久側方歯が配列する場について、歯の交換過程に起きる変化を観察するとともに、それに影響を及ぼす要因につ

いて検討した。

場の変化の観察には、側方歯群交換期に口蓋の成長変化が比較的安定した部位に基準点を取り、三次元座標系を設定した上で、各歯の動きを観察する方法を用いた。この座標系によって、健全乳歯列から切歯群、側方歯群ともに良好に配列し得た群、第2乳臼歯が早期に喪失しながら結果的に第2小臼歯の良好な配列を得た群、最終的に第2小臼歯が配列不正に至った群の間にみられた相違を比較検討し、側方歯群交換期において、永久側方歯の配列に影響を及ぼす要因を検討した。

観察した資料は、正常交換群27症例、配列良好群12症例、配列不正群7症例である。

これらの資料について経年的に観察した結果、つぎのような結論を得た。

(1) 今回の基準点を用いて設定した座標系は、乳歯の脱落や永久歯の萌出などによる影響を受けにくく、また、同一個体を経年的に観察するのに適していることが認められた。

(2) 正常交換群では、第1大臼歯および永久側切歯の位置的变化は、萌出型よりむしろ萌出する歯種と深く関係していることが認められ、永久犬歯の萌出時には、永久側切歯の前方および近心への移動、さらに、左側を例にとると反時計回りの歯冠の捻転を生じる症例が多くみられた。第1小臼歯の萌出時には、永久犬歯の萌出時にみられた現象がその変化量には差があるものの認められ、さらに、第1大臼歯が後方へ移動する症例も観察された。この結果、側方歯群長はこれらの萌出時に増加する傾向が認められた。したがって、側方歯群の配列はLeeway spaceのみを使って行われているのではないことが確認された。また、第2小臼歯の萌出時およびそれ以後、第2乳臼歯との交換によって生じた空間を埋めるような第1大臼歯の前方移動が観察され、ほとんどすべての症例で側方歯群長の減少が認められた。

(3) 早期喪失群では、側方歯群長の増加は最後の永久側方歯が萌出した時および観察最終時にみられた。また、第2小臼歯の萌出時には、永久側切歯の前方移動とともに第1大臼歯の頬側への移

動がみられ、正常交換群とは逆に側方歯群長の増加が認められた。一方、側方歯群長の減少は、4→3→5の萌出順序であった症例の永久犬歯の萌出時にみられた。

(4) 永久側方歯萌出直前時における側方歯群長は、早期喪失群が正常交換群よりも有意に短く、さらに、配列不正群は配列良好群に比べ有意に短いことが認められた。

(5) 第2小臼歯の萌出に伴う第1小臼歯と第1大臼歯の前方移動量に関しては、配列良好群と配列不正群との間にはほとんど差はみられなかった。

(6) 早期喪失群では、第1小臼歯と第1大臼歯の咬頭頂間距離は、第1小臼歯萌出時には配列不正群が配列良好群に比べて有意に短く、第2小臼歯萌出時では、その差がさらに大きくなることが認められた。また、第2小臼歯の萌出位置は、配列不正群では歯列弓より大きくはずれて萌出することが観察された。

(7) 配列良好群は配列不正群に比べ第2小臼歯の萌出から第2大臼歯の萌出までの期間が長いということが観察された。

(8) 永久側切歯および第1大臼歯の萌出時から最終時までの前方移動量は、早期喪失群が正常交換群に比べ有意に大きく、この結果から、配列良好群の永久側方歯群は、正常交換群のそれに比べより前方に位置して配列していることが推測される。

謝 辞

稿を終わるにあたり、ご指導ならびにご校閲を賜りました小野博志教授に深謝致します。また、ご協力いただいた教室員各位に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) Fanning, E. A. : Effect of extraction of deciduous molars on the formation and eruption of their successors. *Angle Orthod.* 32 : 44-53, 1962.
- 2) Sleichter, C. G. : The influence of premature loss of deciduous molars and the eruption of their successors. *Angle Orthod.* 33 : 279-283,

1963.

- 3) Posen, A. L. : The effect of premature loss of deciduous molars on premolar eruption. *Angle Orthod.* 35 : 249-252, 1965.
- 4) Rönnerman, A. : The effect of early loss of primary molars on tooth eruption and space conditions. A longitudinal study. *Acta Odont. Scand.* 35 : 229-239, 1977.
- 5) Høffding, J. and Kisling, E. : Premature loss of primary teeth. Part I, Its overall effect on occlusion and space in the permanent dentition. *J. Dent. Child.* 45 : 279-283, 1978.
- 6) Høffding, J. and Kisling, E. : Premature loss of primary teeth. Part II, The specific effects on occlusion and space in the permanent dentition. *J. Dent. Child.* 45 : 284-287, 1978.
- 7) Kisling, E. and Høffding, J. : Premature loss of primary teeth. Part III, Drifting patterns for different types of teeth after loss of adjoining teeth. *J. Dent. Child.* 46 : 34-38, 1979.
- 8) Kisling, E. and Høffding, J. : Premature loss of primary teeth. Part IV, A clinical control of Sannerud's space maintainer, Type I. *J. Dent. Child.* 46 : 109-113, 1979.
- 9) Kisling, E. and Høffding, J. : Premature loss of primary teeth. Part V, Treatment planning with due respect to the significance of drifting patterns. *J. Dent. Child.* 46 : 300-306, 1979.
- 10) Rönnerman, A. : Early extraction of deciduous molars. Effect on dental development and need of orthodontic treatment. *Swed. Dent. J.* 67 : 327-337, 1974.
- 11) Rönnerman, A. : Early extraction of deciduous molars and canines. Its incidence and influence on spacing. *Trans. Europ. Orth. Soc.* 41 : 153-168, 1965.
- 12) Friel, S. : Determination of the angle of rotation of the upper first permanent molar to the median raphe of the palate in different types of malocclusion. *Dent. Pract.* 9 : 77-79, 1959.
- 13) Lundström, A. : The significance of early loss of deciduous teeth in the etiology of malocclusion. *Am. J. Orthod.* 41 : 819-826, 1955.
- 14) Willett, R. C. : Premature loss of deciduous teeth. *Angle Orthod.* 3 : 106-111, 1933.
- 15) Brauer, J. C. : A report of 113 early or premature extractions of primary molars and the incidence of closure of space. *J. Dent. Child.* 8 : 222-224, 1941.
- 16) Rönnerman, A. and Thilander, B. : A longitudinal study on the effect of unilateral extraction of primary molars. *Scand. J. Dent. Res.* 85 : 362-372, 1977.

- 17) MacLaughlin, J. A., et al. : The influence of premature primary molar extraction on bicuspid eruption. *J. Dent. Child.* 34 : 339-405, 1967.
- 18) Northway, W. M. and Wainright, R. W. : DE space, A realistic measure of changes in arch morphology. Space loss due to unattended caries. *J. Dent. Res.* 59 : 1577-1580, 1980.
- 19) Aronson, S. L. : The effect of premature loss of deciduous teeth. A biometric study in 14- and 15-year-olds. *Acta Odont. Scand.* 18 : 101-122, 1960.
- 20) 成田寛治, 他 : 萌出後における第1大臼歯の近心移動の様相. 第1報 乳臼歯の早期喪失例と非早期喪失例. *小児歯誌* 16 : 296-302, 1978.
- 21) 野本正雄 : 捻転歯に関する統計学的研究 (第1編). *日矯歯誌* 13 : 22-31, 1954.
- 22) Kirk, L. E. V. and Pennell, E. H. : Assessment of malocclusion in population groups. *Am. J. Orthod.* 45 : 752-758, 1959.
- 23) 松本光生, 黒田康子 : 叢生歯列における個々の歯の隣在歯との位置的關係. *日矯歯誌* 29 : 173-182, 1970.
- 24) 鶴田昭雄, 他 : 第2小臼歯の配列不正についての調査成績. *小児歯誌* 3 : 21-26, 1965.
- 25) Lebet, L. : Growth changes of the palate. *J. Dent. Res.* 41 : 1391-1404, 1962.
- 26) Broadbent, B. H. : The face of the normal child. *Angle Orthod.* 7 : 183-208, 1937.
- 27) Moorees, C. F. A. : The dentition of the growing child. Cambridge, 1959, Harvard Univ. Press 92-106.
- 28) Knott, V. B. : Size and form of the dental arches in children with good occlusion studied longitudinally from aged 9 years to late adolescence. *Am. J. Orthod.* 48 : 938-940, 1962.
- 29) Baume, L. J. : Physiological tooth migration and its significance for the development of occlusion. III. The biogenesis of the successional dentition. *J. Dent. Res.* 29 : 338-348, 1950.
- 30) Lebet, L. : Physiologic tooth migration. *J. Dent. Res.* 43 : 610-618, 1964.
- 31) Davey, K. W. : Effect of premature loss of primary molars on the anteroposterior position of maxillary first permanent molars and other maxillary teeth. *J. Dent. Child.* 34 : 383-394, 1967.
- 32) Owen, D. G. : The incidence and nature of space closure following the premature extraction of deciduous teeth. A literature survey. *Am. J. Orthod.* 59 : 37-49, 1971.
- 33) Breakspear, E. K. : Sequelae of early loss of deciduous molars. *Dent. Rec.* 71 : 127-134, 1951.
- 34) 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* 39 : 728-754, 1972.
- 35) Nance, H. N. : The limitations of orthodontic treatment, I. Mixed dentition diagnosis and treatment. *Am. J. Orthod.* 33 : 177-223, 1947.
- 36) Speidel, T. D. : Diagnostic implication of the sequence of eruption. *J. A. D. A.* 38 : 5-15, 1949.
- 37) Krakowiak, F. J. : Growth potential of the mandible as a factor in mesial movement of the permanent first molar. *J. Dent. Child.* 33 : 331-336, 1966.