

上下顎第一大臼歯歯列幅と口蓋形態の成長様相の関連性について

—急速拡大治療による歯列拡大と口蓋形態の関係—

日本大学大学院松戸歯学研究科歯学専攻

平手亮次

(指導：葛西一貴教授)

## 1. Abstract

## 2. 緒言

## 3. 資料および方法

### I. 被験者

- 1) 上下顎第一大臼歯および口蓋の成長変化について（研究 1）
- 2) 急速拡大治療が口蓋形態におよぼす影響（研究 2）

### II. 計測方法および計測項目

- 1) 歯列模型計測（研究 1, 2）
- 2) 口腔機能計測（研究 1, 2）

### III. 統計処理方法

- 1) 上下顎第一大臼歯および口蓋の成長変化について（研究 1）
- 2) 急速拡大治療が口蓋形態におよぼす影響（研究 2）

## 4. 結果

研究 1：上下顎第一大臼歯および口蓋の成長変化について

- 1) 歯列模型計測について
- 2) 相関分析

研究 2：急速拡大治療が口蓋形態におよぼす影響

- 1) 主成分分析について
- 2) クラスタ分析について
- 3) 歯列模型計測について
- 4) 咀嚼運動路幅および舌挙上圧について

## 5. 考 察

研究 1：上下顎第一大臼歯および口蓋の成長変化について

研究 2：急速拡大治療が口蓋形態におよぼす影響

## 6. 結 論

## 7. 参考文献

## 8. 図および表

## Abstract

Recently, narrow dental arch has been often observed in children who visited with a chief complaint of crowded teeth. While mandibular dental arch width increases by upright to the buccal, growth of maxilla consists of palatal lateral growth change added with palatal inclination of the tooth, and the change in growth has not been adequately clarified.

Treatment method for maxillary narrow dental arch includes expansion treatment by a rapid maxillary expansion appliance. As this method aims to expand the median palatine suture in a short period of time, change in palatal morphology is remarkable. Changes in maxillo-mandibular dentitions, palatal morphology and oral function on rapid maxillary expansion treatment have not been adequately clarified.

Therefore the first study, examined the relationship of maxillary first molar and its oral morphology with growth change of mandibular first molar. In the second study, changes in maxillo-mandibular dentitions and palatal morphology as well as adaptation of width of mastication pathway and tongue elevating pressure based on differences in characteristics of the palatal morphology and its expanded appearance were analysed by principal component analysis and cluster analysis.

In the first study, maxillo-mandibular longitudinal dental casts collected from second to sixth graders in elementary school. The data was collected annually, and whose amount of

change in mandibular bucco-lingual inclination larger than the average ( $4.1^\circ$ ) was classified into OG group (n = 19) and those smaller than the average was classified into UG group (n = 20) .

Subjects in the second study were 12 patients who were diagnosed as narrow maxillary dental arch at mixed dentition period and treated by rapid maxillary expansion appliance (Hyrax type). As a method for expansion, expansion screw was rotated by quarter a day until the narrow dental arch was improved. Subsequently, more than six months of retention period was placed on. The data were collected at maxillo-mandibular dental casts, width of mastication pathway and tongue elevating pressure at the time of initial visit (average age:  $10.4 \pm 1.8$  : T1), expansion completion (average expansion period:  $2.3 \pm 1.1$  months, average expansion amount:  $7.7 \pm 1.3$  mm: T2) and retention completion (average retention period:  $8.5 \pm 1.6$  months) . The data from lateral cephalograms at the initial visit were also collected.

As a result,

1. Maxillo-mandibular first molar dental arch width and amount of growth of its bucco-lingual inclination as well as the palatal width was observed to be significantly large in OG group compared with UG group while showing significantly small amount of growth in the palatal height.
2. Distinct growth peak was shown in third to fourth graders in OG group, whereas such

obvious peak was not observed in UG group which showed only a small amount of growth.

3. Amount of growth in maxillary dental arch width, palatal width and maxillary first molar bucco-lingual inclination were larger in third to fourth graders in OG group and the growth was delayed by one year compared with amount of growth in mandibular dental arch width and mandibular first molar bucco-lingual inclination, growth change in maxillary first molar was slower than that in mandibular first molar.
4. As a result of recognition of characteristics in components of the palatal morphology by a principal component analysis and classification of them into two groups by a cluster analysis, group 1 (G1) has shown square shape with shallow palate and group 2 (G2) has shown sharp tapered shape with smaller width. It has been proved from a result of lateral cephalograms that G1 is a short facial type and G2 is a long facial type respectively.
5. With different expansion appearances observed depending on the palatal morphology in a rapid maxillary expansion treatment, expansion was observed mainly on the basement of the palate of G1 with square shape and on shallow part of the palate of G2 with tapered shape.
6. With increased width of mastication pathway and tongue elevating pressure, growth in mandibular first molar dental arch width and bucco-lingual inclination was observed in

G1.

From those mentioned above, it has been recognized that distinct peak of growth was observed in those who have square shape palatal morphology, with steady growth in maxillo-mandibular dental arch width, and that timing of growth in mandibular dental arch width was faster than that in maxillary dental arch width and the palatal width, showing difference in appearance of peak by one year. In addition, in case of short facial type that shows differences in expansion appearance depending on the palatal morphology. Square shape at the time of rapid maxillary expansion, increase in mandibular dental arch width was recognized after rapid maxillary expansion.

## 【緒 言】

近年，叢生を主訴として来院する児童に，歯列弓の狭窄が多くみられる．Tsuji ら<sup>1)</sup> は叢生患者の上下顎歯列幅が正常咬合者と比較し有意に狭いことから，口蓋の側方成長の減少ならびに下顎第一大臼歯の舌側傾斜による歯列幅の狭窄が叢生発生に関与していると述べている．Kawamura<sup>2)</sup> は下顎第一大臼歯の頬舌的歯軸傾斜角と歯列幅に相関があり，歯軸が直立しているものほど歯列幅は大きいとし，Kasai ら<sup>3)</sup> は咬耗が進むほど歯軸が直立すると述べ，第一大臼歯の植立は咀嚼による影響を受けると報告している<sup>4-6)</sup>．また根岸ら<sup>7)</sup> は硬性ガムトレーニングを行うことにより咀嚼運動路幅が有意に増加し，上下顎歯列幅は増加するとしている．これらの報告から，上顎および下顎第一大臼歯は萌出後の咀嚼運動等によって植立状態を変化させながら歯列幅を増加しており，頬舌的な歯軸傾斜の変化によって増加する下顎歯列幅に対し，上顎では口蓋の側方成長変化に歯軸変化が加わった成長をしている．上下顎第一大臼歯は咬合高径の確立および咬合の安定において重要な役割を果たしている<sup>8)</sup> が，様々な要因の影響を受ける第一大臼歯の植立と口蓋形態の関連性について十分に解明されていないのが現状である．

また，上顎歯列狭窄の治療法として，上顎歯列あるいは正中口蓋縫合を拡大する方

法があり、後者の1つとして急速拡大装置による側方拡大がある。この方法には正中口蓋縫合を急速に離開し、鼻上顎複合体の側方成長を促進する整形外科的作用がある<sup>9)</sup>。短期間で正中口蓋縫合を拡大することを目的としているため、口蓋形態の変化は著しい。急速拡大治療において、鈴木ら<sup>10)</sup>は正中口蓋縫合の離開による拡大であるため、側方歯の傾斜はほとんどないと述べている。一方、花岡ら<sup>11)</sup>は正中口蓋縫合の離開と側方歯の傾斜によるものとしている。また、上顎急速拡大に伴う下顎歯列の変化について、McNamara<sup>12)</sup>は上顎急速拡大後に下顎歯列は上顎の歯列形態、舌および口腔周囲筋などのバランスにより自然に拡大すると述べ、Limaら<sup>13)</sup>は上顎急速拡大治療後に下顎歯列形態はほとんど変化しないと報告している。このように上顎急速拡大治療における上下顎歯列、口蓋形態および口腔機能の変化について十分に解明されていない。

そこで、本論文では研究1として下顎第一大臼歯歯列幅の変化に対する上顎第一大臼歯歯列幅の変化および同部の口蓋形態の関連について詳細に追跡し、研究2として主成分分析により口蓋形態の特徴を把握し、クラスター分析を用い2グループに分類した。その結果から急速拡大治療における拡大様相の差異、下顎歯列の形態的变化、さらに口腔機能として咀嚼運動路幅および舌挙上圧の変化について検討した。

## 【資料および方法】

### I. 資 料

研究 1 千葉県松戸市立古ヶ崎小学校入学年 1997 年，卒業年 2002 年の 2 年生から 6 年生まで計 5 回にわたって追跡し，採得した上下顎経年歯列模型を用いた．なお，資料選択の条件は，歯科矯正治療の既往や反対咬合，歯の先天欠如および形態異常がなく，計測に影響をおよぼす修復物ならびに咬耗がない児童 39 名を選択した．

さらに，2 年生から 6 年生までの下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角の平均変化量 ( $4.1^{\circ}$ ) より大きいものを Over Growth Group (以下，OG 群：19 名)，平均変化量より小さいものを Under Growth Group (以下，UG 群：20 名) の 2 群に分類した．

研究 2 被験者は日本大学松戸歯学部付属病院矯正歯科に来院した混合歯列期の患者で上顎歯列狭窄と診断され，急速拡大装置 (Hyrax type) を使用して治療を行った 12 名を対象とした．拡大方法は，歯列狭窄が改善されるまで拡大ネジを 1 日に 1/4 回転させた．その後，6 か月以上の保定期間を設けた．資料は初診時 (平均年齢  $10.4 \pm 1.8$  歳：T1)，拡大終了時 (平均拡大期間  $2.3 \pm 1.1$  か月，平均拡大量  $7.7 \pm 1.3\text{mm}$ ：T2)，保定終了時 (平均保定期間  $8.5 \pm 1.6$  か月：T3) の上下顎歯列模型，咀嚼運動路幅，舌挙上圧ならびに初診時の側面頭部 X 線規格写真を用いた．資料選択の条件は，研究 1

に準じた。なお、本研究は日本大学松戸歯学部倫理委員会にて承認（EC 13-012 号）を得た。

## II. 計測方法および計測項目

### 1) 歯列模型計測（研究 1, 2）

接触型三次元形状測定装置（3D-PICZA, Roland 社, 浜松）にて計測を行い，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。計測ピッチは X 軸および Y 軸で 0.25mm, Z 軸で 0.025mm に設定した<sup>4)</sup>。

上顎歯列模型の基準平面は，成長による変化が少ないとされている左右第一口蓋皺壁内側端の中点<sup>14)</sup>，左右側の第二乳臼歯（第二小臼歯）と第一大臼歯の口蓋側歯間乳頭頂の 3 点を通る平面（図 1）とし，また下顎歯列模型の基準平面は中切歯歯間乳頭頂および左右側の第二乳臼歯（第二小臼歯）と第一大臼歯の口蓋側歯間乳頭頂の 3 点を通る平面とした（図 2）。

#### (1) 歯列幅（研究 1, 2）

計測点は左右側第一大臼歯近心頬側咬頭頂とし，上顎および下顎歯列幅を計測した（図 3）。

#### (2) 上下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角（研究 1, 2）

第一大臼歯の頬側面溝から咬合縁への移行点と舌側面溝から咬合縁への移行点の 2 点を通る直線が Z 軸となす角を上下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角とした (図 4).

(3) 口蓋高径 (研究 1, 2)

上顎左右側第一大臼歯歯頸部最深点間を結ぶ直線上を通り, 基準平面に対して垂直な直線が口蓋最深部と交わった点までの距離とした (図 5).

(4) 口蓋幅 (研究 1, 2)

上顎第一大臼歯歯頸部最深点間を結ぶ直線上から口蓋最深部へ垂線を引きその距離を 10 等分し, 10 等分した各々の高さから基準平面に平行な直線を口蓋に対して引き, 口蓋との交点間距離を計測し, ① (基底部) から⑩ (口蓋側歯頸部最深点) までの幅径を計測した. また, 研究 1 においては①から③までを深部, ④から⑥までを中央部, ⑦から⑨までを浅部とした (図 6).

2) 口腔機能計測 (研究 2)

(1) 咀嚼運動路幅 (研究 2)

6 自由度顎運動測定装置 (ナソヘキサグラフシステム, (株) 小野測定器, 神奈川 (株) GC, 東京) を用いて被験者の下顎前歯部にクラッチを装着し, 頭部を固定せずにリラックスした状態でフランクフルト平面が水平になるように椅子に座らせた後, ヘッドフレームおよびフェイスボウを装着した. 次に基準平面である両側外耳孔上縁および左側眼窩下縁の 3 点よりなるフランクフルト平面, 計測点である両側下顎頭, 下顎左

右側中切歯コンタクト部，下顎左右側近心頬側咬頭頂の設定<sup>7)</sup>を行った．その後，被験者にチューインガム（POs-Ca，江崎グリコ（株），大阪）を使用して自由咀嚼運動を30秒間行わせた．咀嚼運動の分析は，中條ら<sup>15)</sup>を参考に下顎切歯点における主咀嚼側の咀嚼開始後第5ストロークから第14ストロークまでの計10ストロークを対象とした．平均咀嚼経路の分割点については，便宜的に咬頭嵌合位をLevel 0，咀嚼運動中の開口相から閉口相への移行点をLevel 10と規定し，それぞれ相当する開口路から閉口路までの距離を求めて，Level 1からLevel 9までの平均値を算出し，さらにその10ストロークの平均値を前頭面における咀嚼運動路幅とした（図7）．

## (2) 舌挙上圧（研究2）

舌挙上圧の計測は舌挙上圧測定器（LIP DE CUM，（株）コスモ計器，東京）を用いて行った．計測方法は座位にてフランクフルト平面を床と水平にし，下顎安静位にて行った．1回の計測時間は5秒間で，計測するごとに30秒間の休息を設定し，計3回を行い最大値を舌挙上圧とした（図8）．

## 3) 顎顔面形態の計測（研究2）

側面頭部X線規格写真は通法に従い，頭部はフランクフルト平面を床と水平にして固定し，下顎位は習慣性の咬合位置，舌位は安静位にて撮影を行った．側面頭部X線規格写真のトレースは通法に従い，計測点および計測は術者間の誤差をなくすために同一の術者が行った．なお，基準点については図9に，計測項目については図10に示

す。

### III. 統計処理方法

#### 1) 下顎歯列の成長変化と上顎歯列および口蓋の成長変化との関係（研究 1）

OG 群と UG 群における計測値の平均値および年間変化量の平均値の差については多変量分散分析を用いておこない，OG 群の上顎各計測項目における年間変化量の関連性について相関係数の算出を行い，それぞれの危険率を有意水準 5 %および 1 %以下とした。

#### 2) 急速拡大治療の拡大様相に口蓋形態がおよぼす影響（研究 2）

##### (1) 主成分分析

口蓋形態の構成要素における特徴を把握するため，初診時の口蓋幅①から⑩を変数とする主成分分析を行った。

##### (2) クラスタ分析

主成分分析によって抽出された第 1，第 2 および第 3 主成分で最も高い値を示した口蓋幅と口蓋高径をもとにクラスタ分析を行った。個体間の類似度の判定にはユークリッド距離を用い，各段階でのクラスタの融合は Ward 法により行った。

##### (3) 有意差検定

各計測項目における，T1 と T2 の変化および T2 と T3 の変化について Mann-Whitney

U test による有意差検定を行った。それぞれの危険率を有意水準 5 % および 1 % 以下とした。

#### (4) 測定誤差

計測は術者間の誤差をなくすため同一の術者が行い、最初に計測した日から 1 か月後に 2 回目の計測を行い、同一標本の項目ごとに 1 回目と 2 回目の計測値を求め、paired *t*-test を用いて検定を行い、Dahlberg の Double determination method<sup>16)</sup> により、各項目の分散に対する誤差分散の百分率 (error%) を求めた。その結果、研究 1 では、最大誤差は距離計測では 0.88mm、角度計測では 0.27° 以下となり error% はいずれも 0.07% ~ 1.85% 以下、研究 2 では、最大誤差は距離計測では 0.84mm、角度計測では 0.32° 以下となり error% はいずれも 0.09% ~ 1.91% 以下であった。

### 【結 果】

研究 1：上下顎第一大臼歯および口蓋の成長変化について

#### 1) 歯列模型計測について

##### (1) 歯列幅について (表 1-1, 2, 3, 4, 5, 図 11, 12)

2 年生の上顎歯列幅は OG 群と UG 群に有意差は認められないが、3 年生以降では OG 群が有意に大きかった。また、年間変化量における OG 群と UG 群の比較におい

ては、2年生から3年生および3年生から4年生においてOG群が有意に大きかった。

2年生から6年生の下顎歯列幅はOG群とUG群に有意差は認められなかった。また、年間変化量におけるOG群とUG群の比較においては、2年生から3年生、3年生から4年生および4年生から5年生においてOG群が有意に大きかった。

(2) 上下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角について（表 1-1, 2, 3, 4, 5, 図 13, 14）

2年生から4年生の上顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角はOG群とUG群に有意差は認められないが、5年生以降ではOG群が有意に小さく口蓋側に傾斜していた。また、年間変化量におけるOG群とUG群の比較においては、2年生から3年生、3年生から4年生および4年生から5年生においてOG群が有意に大きかった。

2年生の下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角はOG群とUG群に有意差は認められないが、5年生以降ではOG群が有意に増加していた。また、年間変化量におけるOG群とUG群の比較においては、2年生から3年生、3年生から4年生および4年生から5年生においてOG群が有意に大きかった。

(3) 口蓋高径について（表 1-1, 2, 3, 4, 5, 図 15）

2年生から4年生の口蓋高径はOG群とUG群に有意差は認められないが、5年生以降ではOG群が有意に小さく口蓋は浅かった。また、年間変化量については、5年生から6年生においてOG群が有意に小さかった。

(4) 口蓋幅について（表 2-1, 2, 3, 4, 5, 図 16, 17, 18）

2年生から5年生の口蓋幅において、OG群とUG群の間に有意差は認められないが、6年生では深部、中央部および浅部の全てでOG群が有意に大きかった。また、年間変化量におけるOG群とUG群の比較について、深部では全学年間、中央部ならびに浅部では3年生から4年生、4年生から5年生および5年生から6年生においてOG群が有意に大きかった。

## 2) OG群の上顎各計測項目における年間変化量の相関について（表2）

上顎歯列幅の年間変化量は、口蓋高径の年間変化量と全学年間で有意な負の相関（-0.30~-0.46）を示し、また口蓋幅深部の年間変化量とは3年生から4年生および4年生から5年生で有意な正の相関（0.31~0.35）を示した。上顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角の年間変化量は口蓋幅深部および口蓋幅中央部と3年生から4年生、4年生から5年生および5年生から6年生で有意な負の相関（-0.30~-0.63）を示した。

## 研究2：急速拡大治療が口蓋形態におよぼす影響

### 1) 主成分分析について（表3, 4）

表3に示す初診時の口蓋幅①から⑩を用いて主成分分析を行った。その結果、第1主成分は寄与率58.77%で口蓋幅②を代表とする口蓋深部、第2主成分は寄与率16.21%で口蓋幅⑨の口蓋浅部、第3主成分は寄与率12.36%で口蓋幅⑦の口蓋中央部の因子がそれぞれ挙げられ、第3主成分までの累積寄与率は87.34%となった。

## 2) クラスタ分析について (表 5, 6, 図 19)

12名のクラスタ分析の結果を図19に示す。クラスタ分析により被験者は2つのクラスタに分けられた。この2つを順にグループ1, 2 (以下, G1, G2) と定義した。G1, G2ともに6名が分類された。各グループにおける歯列模型計測および側面頭部X線規格写真の分析結果を表5および6に示す。歯列模型計測の結果よりG1はG2と比較して口蓋幅が広く、口蓋高径は浅かった。側面頭部X線規格写真においては、G1はG2と比較してGonial angle, FMA, L. F. H. ならびに occlusal Plane に有意差が認められたことから、G1はshort facial typeを、G2はlong facial typeを示した<sup>17)</sup>。

## 3) 歯列模型計測について (表 7, 8)

### (1) 歯列幅について

上顎歯列幅のG1およびG2の拡大量T1-T2は、ともに平均6.4mmであった。しかし、拡大量は個々の症例で異なるため、各症例の拡大量を標準化し、すべての変化量を百分率に換算した結果を表8に示す。G1の保定後変化量T2-T3は-9.9%、G2の保定後変化量T2-T3は-11.3%であり有意差は認められなかった。

下顎歯列幅については、G1のT1-T2は6.9%、G2では6.4%であり有意差は認められなかった。G1のT2-T3は38.8%、G2では9.6%でありG1が有意に大きかった。

### (2) 口蓋幅について

口蓋幅②については、G1 の T1-T2 は 55.4%、G2 では 37.1%であり G1 が有意に大きかった。G1 の T2-T3 は-4.9%、G2 では-7.0%であり有意差は認められなかった。

口蓋幅⑦については、G1 の T1-T2 は 52.9%、G2 では 61.8%であり有意差は認められなかった。G1 の T2-T3 は-7.0%、G2 では-5.2%であり有意差は認められなかった。

口蓋幅⑨については、G1 の T1-T2 は 59.9%、G2 では 84.5%であり G2 が有意に大きかった。G1 の T2-T3 は-6.7%、G2 では-3.7%であり有意差は認められなかった。

上下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角および口蓋高径の計測値については表 7 に示す。

### (3) 上下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角について

上顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角については、G1 の T1-T2 は  $4.3^{\circ}$ 、G2 では  $5.3^{\circ}$  であり、ともに頬側傾斜を示した。G1 の T2-T3 は  $-5.3^{\circ}$ 、G2 では  $-0.3^{\circ}$  であり、G1 において口蓋側傾斜を示した。

下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角については G1 の T1-T2 は  $0.3^{\circ}$ 、G2 では  $0.6^{\circ}$  であり変化は認められなかった。G1 の T2-T3 は  $2.8^{\circ}$ 、G2 では  $0.5^{\circ}$  であり、G1 において直立していた。

### (4) 口蓋高径について

口蓋高径については G1 および G2 の T1-T2 は、ともに 0.0mm であり変化は認められなかった。G1 の T2-T3 は 0.1mm、G2 では 0.0mm であり変化は認められなかった。

## 4) 咀嚼運動路幅および舌挙上圧について (表 9)

咀嚼運動路幅については，G1 および G2 の T1-T2 は，ともに 0.6mm であり有意差は認められなかった．G1 の T2-T3 は 3.7mm，G2 では 0.5mm であり G1 が有意に大きかった．

舌挙上圧については，G1 の T1-T2 は 0.2N，G2 では 0.1N であり有意差は認められなかった．G1 の T2-T3 は 2.6N，G2 では 0.5N であり G1 が有意に大きかった．

### 【考 察】

#### 研究 1：上下顎第一大臼歯および口蓋の成長変化について

本研究の結果より，上顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角が口蓋側に傾斜することにより口蓋深部，中央部の側方変化量は増加傾向を示し，また口蓋深部と上顎歯列幅の側方成長に関連性がみられた．すなわち，上顎歯列幅の増加には口蓋深部の成長が関与していることが考えられた．さらに，口蓋高径の変化量の少ないものほど上顎歯列幅の変化量は増加する傾向が認められ，OG 群の口蓋形態は UG 群と比較して浅く幅の広い方型を示し，歯列幅は大きくなっていた．上顎第一大臼歯は歯冠を頬側に向けて萌出し，歯軸を口蓋方向に傾斜させながら咬合平面に達する<sup>18)</sup>が，その頬舌的植立状態は facial type と関連し，short facial type では上顎第一大臼歯は直立する傾向を認め，前頭断面での口蓋形態は方型，long facial type では上顎第一大臼歯は頬側に傾斜し，口蓋形態は尖型

である<sup>19)</sup>との報告があり、本研究においても同様の結果となった。

また、上顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角の年間変化量および口蓋中央部の年間変化量における OG 群と UG 群の比較において OG 群は有意に大きく、さらに上顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角と口蓋幅中央部とに有意な負の相関を認めたが、口蓋浅部とは相関を認めなかった。坂井ら<sup>20)</sup>は口蓋形態の違いは、口蓋を形成する歯槽突起の発育に関連するとし、堀口<sup>21)</sup>によると歯槽骨は咬合などの外力に敏感に反応し、歯の移動にあわせてその形態を変えると報告している。このことから、成長期における上顎第一大臼歯の歯軸変化は回転中心を歯冠側においたものであり、歯根を頰側に傾斜させることによって口蓋中央部はその幅を増加させることが考えられたが、上顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角と口蓋中央部との間に成長時期の差異が認められた。歯は歯根膜を介して骨の吸収と添加という代謝回転を利用して移動する。この骨の代謝回転は、環境により期間は違うものの活性化、骨吸収、骨形成、休止という周期に沿って進む<sup>22)</sup>。そのため、歯の移動と骨のリモデリングの時期に差が生じたためと考えられた。

以上のことから、OG 群は3年生から4年生にかけて明瞭な成長のピークを迎えていたが、UG 群は明らかなピークが認められず変化量は少なかった。また、OG 群の下顎第一大臼歯は2年生から3年生時に歯軸が直立することで歯列幅を増加し、その後上顎第一大臼歯は3年生から4年生時に歯軸が口蓋方向に傾斜し歯列幅は減少する方向に変化するが、同時期に口蓋の側方成長が起こることにより、上下顎の成長のピーク

クに差が認められた。

## 研究 2：急速拡大治療が口蓋形態におよぼす影響

近年の児童における歯列成長の特徴として、葛西ら<sup>23)</sup>は歯列弓の年間増加量のピークが低年齢化しており、歯列幅も狭窄化傾向にあると報告している。本研究における被験者は葛西ら<sup>23)</sup>の値と比較しても G1 で 1.7mm, G2 で 4.6mm 小さく、歯列幅は狭窄化傾向を示し、歯列拡大治療が必要と考えられた。

クラスター分析により 2 群に分類された G1 および G2 の口蓋形態は、G1 は口蓋が浅く方型、G2 は幅が狭く、深い尖型を示していた。側面頭部 X 線規格写真の結果からは、G1 および G2 において上下顎骨の前後的な差はなく G1 は short facial type, G2 は long facial type を示した。これらは梶本ら<sup>19)</sup>の short facial type は、long facial type より口蓋が浅いとの報告と同様であった。

拡大前後の変化として、G1 では、主に口蓋基底部の拡大であるのに対し、G2 の口蓋基底部はあまり拡大せず、歯頸部付近で拡大する扇状の拡大であった。また、保定中の変化として、G1 と G2 の上下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角に有意差を認めた。すなわち、急速拡大治療により上下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角は頰側に傾斜するが、その後 G1 は G2 に比較して口蓋方向に傾斜する傾向がみられた。花岡ら<sup>24)</sup>は保定期間中の第一大臼歯の変化として、歯冠部拡大量の減少はほとんど認められず、歯軸の頰側

傾斜量のみ減少傾向を示すと報告している。その理由として急速拡大装置に使用されているバンドならびに鑲着部が矯正力に対する組織抵抗力により変形し、蓄積された応力が歯根を頬側に押す力、すなわち正中口蓋縫合を離開する力として働いたためとしており、G1においてこの報告と同様の変化が起こったと考えられる。また、加藤ら<sup>25)</sup>によるヒト乾燥頭蓋骨を用いた急速拡大直後のストレインゲージ法による歪分布の計測では、正中口蓋縫合の離開に、歯槽骨内での側方歯の頬側傾斜、上顎骨の外上方への扇状の回転、歯槽骨の外側への変形が加わり、拡大量を増加させるとし、尖型を呈するG2の様相に類似していた。

G1はG2と比較し下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角の変化率、咀嚼運動路幅および舌挙上圧が保定期間中において有意に増加していた。

山下ら<sup>26)</sup>は緩徐拡大装置により上顎歯列を拡大することによって咀嚼パターンは側方成分が大きいグラインディングタイプへ変化し、さらに舌位が挙上したものについては下顎歯列幅が生理的に増加するとしている。グラインディングタイプの咀嚼運動は下顎骨密度の上昇と頬側皮質骨の増加を誘発し、安定した大臼歯の植立に関与するといわれている<sup>27,28)</sup>。このことからG1において、保定期間中に下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角が変化し、下顎歯列幅が有意に増加したのは咀嚼運動路幅の増加によるものと考えられた。すなわち、咀嚼運動路幅の増加が下顎第一大臼歯の直立方向への歯軸変化を促し、下顎歯列幅を増加したと考えられる。

以上のことから、急速拡大治療における拡大様相は口蓋形態によって異なり、方型の G1 では口蓋基底部が、尖型の G2 では口蓋浅部が主に拡大することが明らかになった。さらに、G1 では咀嚼運動路幅ならびに舌挙上圧が増加し、下顎歯列幅ならびに下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角の増加が認められた。口蓋形態によって上下顎歯列ならびに口蓋形態の成長様相は異なることから、方型の口蓋の成長は側方成長が期待できるため、矯正歯科臨床において上顎歯列狭窄の治療の際、**facial pattern** や口蓋形態を考慮して歯列幅および口蓋幅の側方成長が期待できる症例では、経過観察期間を設けることにより患者負担の軽減につながると考えられる。また、急速拡大治療において口蓋基底部の後戻りは少なく、歯槽部ならびに歯冠部の後戻りは大きいとの報告<sup>29)</sup>から、拡大治療を行う場合においても **facial pattern** や口蓋形態による拡大様相の違いを踏まえて治療計画を立案するべきであると考えられる。

## 【結 論】

1. OG 群は UG 群と比較して、上下顎第一大臼歯歯列幅、口蓋幅および上下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角の変化量が有意に大きいが、口蓋高径の変化量は有意に少なかった。
2. OG 群は 3 年生から 4 年生にかけて明瞭な成長のピークを示したが、UG 群では明

らかなピークが認められず変化量は少なかった。

3. OG 群における上顎歯列幅，口蓋幅および上顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角の変化量は3年生から4年生にかけて大きく，下顎歯列幅および下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角の変化量と比較して1年遅かったことから上顎第一大臼歯の変化が下顎よりも遅れていた。

4. 主成分分析により口蓋形態の構成要素における特徴を把握し，クラスター分析により G1 および G2 の2群に分類した結果，G1 は口蓋が広く浅い方型，G2 は幅が狭く深い尖型を示していた。また側面頭部 X 線規格写真の結果から，G1 は short facial type，G2 は long facial type を示した。

5. 急速拡大治療における拡大様相は，方型の G1 では口蓋基底部分が，尖型の G2 では口蓋浅部が主に拡大していた。

6. G1 では咀嚼運動路幅ならびに舌挙上圧が保定期間において増加し，下顎第一大臼歯歯列幅ならびに下顎第一大臼歯歯冠軸傾斜角の増加が認められた。

#### 【文 献】

- 1) 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.

- 2) Kawamura A. Relationship between buccolingual inclination of mandibular molars and dentofacial morphology. Nihon Univ J Sci 1999;25:339-349.
- 3) Kasai K, Kawamura A. Correlation between buccolingual inclination and wear of mandibular teeth in ancient and modern Japanese. Arch Oral Biol 2000;46:269-273.
- 4) Hayashi R, Eisaku K, 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.
- 5) 堀川早苗. 同一小児における側方歯群部の歯列, 歯槽部口蓋の成長発育に関する累年的研究. 歯科学報 1992;11:1409-1516.
- 6) 石川雅章, 斎藤美紀, 桔梗知明, 他. 中国人女兒の歯列, 顎・顔面頭蓋の成長発育に関する研究 小児歯科学雑誌 2000;38(5):1053-1060.
- 7) 根岸慎一, 林亮助, 斎藤勝彦, 他. 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. 日矯歯誌 2010;69(3):156-162.
- 8) 丹羽克味, 田島基紀. 咀嚼・咬合論. 学建書院. 2008:107-108.
- 9) McNamara JA, Brudon WL; 宮島邦彰(訳): 混合歯列期の矯正治療, 145-178, 東京臨床出版, 東京, 1997.
- 10) 鈴木祥井. 三浦 不二夫監修. 歯科矯正学最近の進歩. 第一版. 東京: 医歯薬出版.

1972:366-379.

11) 花岡 宏, 坂井哲夫. 上顎急速拡大法の研究 I 拡大の効果について. 日矯歯誌  
1978;37:56-68.

12) McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. Am J Orthod Dentofacial Orthop  
2000;117:567-570.

13) Lima C, Lima A, Ordean J: Spontaneous mandibular arch response after rapid palatal  
expansion, A long-term study on Class I malocclusion. Am J Orthod Dentofacial Orthop  
126:576-582, 2004.

14) 田村隆彦. 口蓋の形態学的研究特に計測上の基準ポイントについて. 日矯歯誌  
1986; 45:214-223.

15) 中條雅之, 菅原準二, 友寄裕子, 他. 外科的矯正治療後のガム咀嚼訓練が顎変形症  
患者の咀嚼機能に及ぼす効果. 日顎変形誌 2004; 14: 170-179.

16) Dahlberg G: Statistical methods for medical and biological students: 1940, George Allan  
and Unwin Ltd, London, England.

17) 根津 浩, 永田賢司, 吉田恭彦, 他. バイオプログレッシブ診断学. 株式会社ロッ  
キーマウンテンモリタ, 2007:45-99.

18) 相馬邦道, 飯田順一郎, 山本照子, 他. 歯科矯正学. 第5版. 東京:医歯薬出版,  
2008:41-53.

- 19) 榎本豊彦, 浅野和己, 川村全, 他. コンピュータ断層写真による上顎大白歯の植立状態と上顎骨および顎顔面形態との関連性について 東京矯歯誌 2000;10:3-9.
- 20) 坂井正彦, 隅田百登子, 上杉滋子, 他. 乳歯列における口蓋形態について. —正常咬合, 反対咬合, 上顎前突での検討— 小児歯誌 1978;16(2):321-325.
- 21) 堀口幸彦. 図説 臨床咬合解剖学. 医歯薬出版株式会社. 1991:133-135.
- 22) 小森成. アンカレッジマネジメントのための生物学的背景と臨床的対応. 日成人矯歯誌 2012;19(1):54-59.
- 23) 葛西一貴, 根岸慎一, 林 亮助, 他. 成長期児童における歯列弓形態の成長変化に関する研究. 日矯歯誌 2010;69(1):23-35.
- 24) 花岡 宏, 坂井哲夫, 山内和夫. 上顎急速拡大法の研究 III 後戻りについて. 日矯歯誌 1978;37:278-294.
- 25) 加藤敬三, 川本達雄. 上顎急速拡大装置による頭蓋顔面複合体への生力学的影響について. 歯科医学 1995;58(5):359-370.
- 26) 山下大輔, 林亮助. 上顎歯列拡大における下顎歯列および顎口腔機能の変化について. 日大口腔科学 2010;36:106-114.
- 27) 藤野 明. 下顎骨の応力伝達機構に関する研究第1編ヒト乾燥下顎骨について. 歯科医学 1983;46:513-542.
- 28) 中島 功. 日本人下顎骨の内部構造について. 歯科学報 1995;95:229-238.

29) 岡野美紀, 丸山寿美子, 白井英俊, 他. 急速拡大後の自然保定における変化. 日大  
口腔科学 2010;36:32-38.