モアレトポグラフィによる叢生歯列の上顎前歯部 唇面観の三次元的検索

福岡歯科大学歯科矯正学講座 (指導: 松本光生教授)

浦 野 和 雄

昭和60年2月25日受付

A Three-Dimensional Study on the Frontal View of Upper Anterior Teeth of Crowded Dental Arch by Moiré Topography

Kazuo Urano

Department of Orthodontics (Director : Prof. Mitsunari Matsumoto)
Fukuoka Dental College, Fukuoka, Japan

To assess the form of the upper anterior teeth of normal dental arch and crowded dental arch, a three-dimensional study on the frontal view of the gnathostatic model was made by Moiré topography. Standard Moiré photographs of the upper anterior teeth in 137 students' (adults) gnathostatic models were taken, and the three-dimensional coordinate values of 6 points in each tooth were measured.

Of the subjects, 31 students whose over-bite and over-jet relationships appeared to be normal and the crowding scores less than 3 were regarded as the normal group and morphological investigations were made in that group.

Using all the subjects, correlations among the three-dimensional coordinate values, the crowding score, and the dento-alveolar discrepancy in the anterior teeth were examined. The subjects were classified into 3 groups according to the crowding score, group A (32 students, crowding score: less than 3), group B (61 students, crowding score: 4~7), and group C (44 students, crowding score: more than 8), and a comparison was made by the three-dimensional coordinate values of each point.

The following results were obtained.

1. In the lateral inclination of the labial surface of the crown in the normal group, the central and lateral incisors showed a slight mesial inclination to the perpendicular position and the canine showed a steep mesial inclination of 80 degree, while in the anteroposterior inclination of the labial surface of the crown, they showed a slight posterior inclination (central incisor: 87.5°, lateral incisor: 87°, and canine: 85°).
2. The position of incisal edge and the anteroposterior inclination of the labial surface of the crown of the lateral incisor and canine were highly correlated with those of the central incisor in normal group.
3. Central incisor and canine tended to locate anteriorly in a crowded dental arch,

and lateral incisor tended to locate posteriorly in the group C: however, its degree was slight from the point of the apical base.

4. The deepest point of gingival margin of central incisor and canine tended to locate upward as the degree of crowding increased and this tendency was significant in group C.

5. No correlation was found between inter-canine width and the degree of crowding. However, a significant correlation was found between inter-canine width and the combined width of six anterior teeth in normal group.

6. When viewed in the anteroposterior inclination of the teeth from the superior-inferior position of the most protruded point of the crown, a great difference between groups A and B was found in the central incisor and a steep labial inclination was found in the group B.

In the lateral incisor, there was a great difference between groups B and C and a steep lingual inclination was found in the group C.

7. The coordinate value of the Z of each measuring point was highly correlated with U-1 to FH on the standard cephalogram, showing a higher coefficient of correlation than with the index for the degree of crowding.

Key words : *Moiré topography/Upper anterior teeth/Crowded dental arch/Three-dimensional study/Frontal view/Morphological investigation*

結 言

矯正治療の目的は、口腔周囲組織を含めた口腔の機能の改善と、審美性の獲得であるが、この両方の観点から、上顎前歯部は非常に重要な部位で、患者の主訴も同部の不正に関するものが多い。したがって上顎前歯部の形態を把握することが重要であり、Frush ら (1955, 1956, 1956, 1957, 1958)¹⁻⁵⁾をはじめとして、特に補綴分野で多くの報告がみられる。

また、松本ら (1971)⁶⁾、Van Kirk ら (1959)⁷⁾が述べているように、同部は叢生の発現頻度が高いことから、矯正学的にも多くの報告がみられる。また multi banded appliance の発達に伴い、トルク、アンギュレーション、イン・アウトを組み込んだブラケットを用いたテクニックが開発されており、その研究の中で治療目標としての前歯の排列について言及されている^{8,9)}。しかしこれらの研究は主に歯の位置、傾斜についての二次元的な検討であり、上顎前歯部を一塊としてとらえ、三次元的に検討を行った報告はみられない。

また中切歯の位置や傾斜について、頭部X線規格写真を用いた報告が多くみられる^{10,11)}が、側切歯、犬歯の位置、傾斜については論じられておらず、また判定の方

法も現在のところ見当らない。

不定形物体の三次元的形態を把握する方法として、モアレトポグラフィ¹²⁻¹⁴⁾がある。同法は一枚の写真から物体の三次元形態を分析でき、かつ作図上の点の三次元座標が得られる等の利点があるため、広く応用されてきている¹⁵⁾。矯正分野でも、矯正治療前後の口蓋形態の変化¹⁶⁾や、顔面形態の変化¹⁷⁻¹⁹⁾の把握について報告がみられる。

そこで著者は、このモアレトポグラフィを用いて、上顎前歯部の唇面観の観察を行い、歯槽基底前方点に対する各歯の三次元的位置を計測、数値化して、正常歯列の形態の把握を行い、それをもとに叢生の程度と上顎前歯部各部の位置関係について検討した。

研 究 資 料

福岡歯科大学学生、および付属衛生専門学校学生のうち、上顎前歯部（上顎犬歯から反対側犬歯まで）に、補綴物、欠如歯、破折歯、移転歯のあるもの、肉眼的に歯肉の炎症のあるもの、反対咬合のもの、および正面観において舌側位にある歯の切端中央、歯頸点の明確でないものを除いた 137名（男性81名、女性 56名）の上顎顎態模型、側方位頭部X線規格写真、および後頭前頭位頭部

図 1 後頭前頭位頭部X線規格写真より得た顔面正中線の模型上への印記。

$A : B = A' : B' \quad C : D = C' : D'$ となるように模型基底面上に正中線を印記した。

X線規格写真を資料とした。

研 究 方 法

I. 上顎前歯部唇面観の規格モアレ写真の作製

上顎顎態模型の正面観を規格的にモアレ写真撮影するため、まず木山ら (1980)²⁰⁾ の方法に従って、後頭前頭位頭部X線規格写真上の顔面正中線を模型基底面に印記した。顔面正中線は、中後ら (1961)²¹⁾ の方法に従い、図1に示すように、後頭前頭位頭部X線規格写真上で、左右内眼角点の中点を通り、左右Poを結んだ線に垂直な線として設定した。

この顔面正中線から、左右第二大臼歯の頬側の最大豊

図2 模型固定装置

図3 モアレ写真撮影装置 FM 3012

隆部までの距離 **A**, **B** と, 左右中切歯の遠心の最大豊隆部までの距離 **C**, **D** を求め, さらに模型上で左右第二大臼歯の頰側の最大豊隆部と, 左右中切歯の遠心の最大豊隆部を, 当科で作製した置換器を用いて基底面に印記し, 基底面上で **A** : **B**, **C** : **D** の比率により顔面正中線を印記して, 模型正中線とした。

この模型正中線に平行に, かつ模型基底面の上方 1.5 cm (眼耳平面) を通り, 模型基底面に平行にカメラの光軸が通るように, 固定装置 (図 2) により模型を固定し, 前方より実体格子照射型フジノン・モアレカメラ FM3012 (図 3) を用いて, モアレ写真撮影を行い, 原寸の 2 倍に焼き付け, 規格モアレ写真とした (図 4)。

図 4 規 格 モ ア レ 写 真

撮影条件は以下の通りである。

等高線間隔 1 mm.

絞り F16.

シャッタースピード $\frac{1}{4}$ sec.

フィルム Kodak Tri-X pan (ASA 400).

II. 計測点の設定

このモアレ写真トレース上に, 模型基底面に印記した模型正中線を, FH 平面に垂直に延長して, 正面観での正中線として印記した。

さらに, 歯肉部で各モアレ縞の近心方向への最突出部を連ねた線を印記し, これを歯槽陷凹線 (歯槽粘膜・唇移行部に相当する) とし, 遠心方向への最突出部を連ねた線を印記して, これを歯肉前出線とした。さらに, 中切歯, 側切歯, 犬歯の各々に, 以下の計測点を設定した (図 5)。

- 1) **a** 点 (切端点): 中央の唇面隆線の最下点
- 2) **b** 点 (歯冠前出点): 歯冠部で, 最も前方のモアレ縞によってできる不定形の最長径と, それに直交する最も長い径との交点

図 5 モアレ写真トレースと計測点

- a** 点: 切端点
- b** 点: 歯冠前出点
- c** 点: 歯頸点
- d** 点: 歯肉前出点
- e** 点: 歯槽陷凹点
- f** 点: 歯肉中央点

3) **c** 点 (歯頸点): 唇側歯頸部で, 最も上方の点

4) **d** 点 (歯肉前出点): 歯頸点を通り正中線に平行な線が, 歯肉前出線と交わる点

5) **e** 点 (歯槽陷凹点): 歯頸点を通り正中線に平行な線が, 歯槽陷凹線と交わる点

6) **f** 点 (歯肉中央点): 唇面観において, 歯肉前出点と歯槽陷凹点の midpoint

III. 計測点の三次元座標値の設定

正中線を左右的基準線, 左側中切歯の **e** 点を上下的, 前後の基準点として, 各計測点の三次元座標値を求めた。

すなわち, 正中線の X 座標値が 0 で, 右側が-, 左側が+とし, 左側中切歯の **e** 点の Y 座標値が 0 で, 上方が-, 下方が+とし, 同点を通るモアレ縞の Z 座標値が 0 で, 後方が-, 前方が+とした。X, Y 座標値は $\frac{1}{4}$ mm まで, 副尺付ノギスを用いて計測し, Z 座標値は, モアレ縞の明暗の各々の中点と, 明暗の境界を目安として, $\frac{1}{4}$ mm まで計測した。

IV. 正常群について

上顎前歯部の叢生の程度を表すため, 松本ら (1971)⁶⁾ の方法に準じ, 隣接する 2 歯の接触点の唇舌ずれの大きさを計測し, この大きさを **d** とした時, ずれの大きさの程度を次の基準で求めた。

0 度: ずれが認められないもの

1 度: $d \leq 1 \text{ mm}$

2 度: $1 \text{ mm} < d \leq 2 \text{ mm}$

図 6 歯冠唇面の左右的（近遠心的）傾斜 m と，前後的（唇舌的）傾斜 n の求め方．

a 点の三次元座標値を (g, i, k) ， c 点の三次元座標値を (h, j, l) とする．

$$\begin{aligned} \text{右側} \quad m &= 90 - \frac{180}{\pi} \tan^{-1} \frac{g-h}{i-j} & \text{左側} \quad m &= 90 + \frac{180}{\pi} \tan^{-1} \frac{g-h}{i-j} \\ n &= 90 + \frac{180}{\pi} \tan^{-1} \frac{k-l}{i-j} \end{aligned}$$

3 度： $2 \text{ mm} < d \leq 3 \text{ mm}$

⋮ ⋮ ⋮ ⋮

n 度： $(n-1) \text{ mm} < d \leq n \text{ mm}$

この度数を犬歯から反対側犬歯まで，6 歯，5 カ所で求め，合計して前歯部叢生度（以下，叢生度とする）とした．

資料のうち，叢生度が 3 以下で，前歯部 over jet が $0.5 \sim 4.0 \text{ mm}$ のもの 31 名（男性 19 名，女性 12 名）を，前歯部の歯列および咬合が正常に近いものとして正常群とし，以下の検索を行った．

A．各点の三次元座標値の平均値を求めた．

B．前歯部歯冠幅径の総和として，犬歯から反対側犬歯までの近遠心的歯冠幅径の和を求め，この値と，各点の X 座標値より求めた犬歯間，側切歯間，中切歯間幅径との相関を求めた．

C．各歯の a 点と c 点の三次元座標値をもとに，各歯唇面の前後的，左右的傾斜度を求めた．すなわち， a 点の X 座標値を g ， c 点の X 座標値を h ， a 点の Y 座標値を i ， c 点の Y 座標値を j ， a 点の Z 座標値を k ， c 点の Z 座標値を l とした時，FH 平面に対する歯冠唇面の左右的傾斜度（近遠心的傾斜度） m を右側の歯では，

$$m = 90 - \frac{180}{\pi} \tan^{-1} \frac{g-h}{i-j}, \quad \text{左側の歯では, } m = 90 + \frac{180}{\pi} \tan^{-1} \frac{g-h}{i-j} \text{ として表わした.}$$

また歯冠唇面の前後的傾斜度（唇舌的傾斜度） n を， $n = 90 + \frac{180}{\pi} \tan^{-1} \frac{k-l}{i-j}$ として表わした（図 6）．

$\tan^{-1} \frac{k-l}{i-j}$ として表わした（図 6）．

V．叢生の程度と各計測値との相関

全資料について，犬歯から反対側犬歯まで 6 前歯の近遠心的歯冠幅径の総和を **required arch length** とし，両側第一小臼歯近心面（コンタクトポイント部）から前方への歯列に沿った長さを，真鍮線を用いて計測し，これを **available arch length** として，**available arch length** から **required arch length** をひいて，第一小臼歯より近心での **arch length discrepancy**（以下，前歯部 **discrepancy** とする）を求めた．

前述の叢生度，および前歯部 **discrepancy** と，各々の計測点の三次元座標値との相関を求めた．

VI．叢生の程度による分類

叢生度の値によって，資料を以下のように 3 群に分類し，各群で各計測点の値の平均値の差の検定を行った．

A 群：叢生度 3 以下（32 名）

B 群：叢生度 4 ～ 7（61 名）

C 群：叢生度 8 以上（44 名）

VII．歯冠部における b 点の上下的位置

各歯で $(a \text{ 点の Y 座標値}) - (b \text{ 点の Y 座標値}) / (a \text{ 点の Y 座標値}) - (c \text{ 点の Y 座標値})$ を求め，これを歯冠部における b 点の上下的位置として，叢生度，前歯部 **discrepancy** との相関を求め，また A，B，C 群で比

表 1 正常群における各計測値の平均値

() は標準偏差

N=31

単位: mm

		3	2	1	1	2	3
a	X	- 17.70 (1.30)	- 12.10 (1.22)	- 4.52 (1.07)	4.55 (1.43)	12.08 (1.56)	17.70 (1.74)
	Y	17.46 (2.08)	18.12 (1.88)	19.84 (2.08)	19.64 (2.04)	17.99 (2.02)	17.24 (2.13)
	Z	- 5.27 (2.01)	- 0.69 (2.00)	2.19 (2.08)	2.15 (1.99)	- 0.67 (1.78)	- 5.02 (1.72)
b	X	- 16.31 (1.16)	- 10.23 (1.01)	- 3.27 (1.36)	3.20 (1.71)	10.35 (1.41)	16.55 (1.53)
	Y	12.71 (2.14)	14.57 (2.47)	14.62 (2.53)	14.60 (2.52)	14.69 (2.16)	12.71 (2.09)
	Z	- 2.89 (1.81)	0.88 (1.84)	3.47 (1.74)	3.44 (1.74)	0.87 (1.71)	- 2.89 (1.53)
c	X	- 19.39 (1.07)	- 12.39 (0.91)	- 4.83 (1.08)	4.91 (1.48)	12.40 (1.51)	19.17 (1.74)
	Y	8.23 (1.95)	9.61 (1.97)	9.77 (1.98)	9.59 (1.98)	9.18 (1.92)	7.88 (1.63)
	Z	- 4.37 (1.67)	- 0.24 (1.44)	2.59 (1.26)	2.48 (1.22)	- 0.45 (1.17)	- 4.50 (1.34)
d	X	- 19.39 (1.07)	- 12.39 (0.91)	- 4.83 (1.08)	4.91 (1.48)	12.40 (1.51)	19.17 (1.74)
	Y	5.99 (2.40)	8.19 (2.05)	8.61 (1.99)	8.38 (2.01)	7.85 (1.83)	5.84 (2.02)
	Z	- 4.07 (1.68)	0.10 (1.37)	2.90 (1.23)	2.77 (1.19)	- 0.18 (1.16)	- 4.06 (1.22)
e	X	- 19.39 (1.07)	- 12.39 (0.91)	- 4.83 (1.08)	4.91 (1.48)	12.40 (1.51)	19.17 (1.74)
	Y	- 1.69 (2.23)	- 0.93 (1.72)	0.21 (1.27)	0	- 1.05 (1.26)	- 2.08 (1.73)
	Z	- 6.27 (1.89)	- 3.11 (1.24)	0.17 (0.69)	0	- 3.41 (0.94)	- 6.52 (1.48)
f	X	- 19.39 (1.07)	- 12.39 (0.91)	- 4.83 (1.08)	4.91 (1.48)	12.40 (1.51)	19.17 (1.74)
	Y	2.15 (2.04)	3.62 (1.64)	4.42 (1.33)	4.19 (1.00)	3.40 (1.31)	1.88 (1.49)
	Z	- 4.93 (1.67)	- 1.37 (1.12)	1.46 (0.74)	1.36 (0.52)	- 1.66 (0.83)	- 5.11 (1.24)

較した。

VII. 頭部X線規格写真上の中切歯傾斜度と模型上の各点の位置の関係

頭部X線規格写真上で上顎中切歯の前後の傾斜度を示す U-1 to FH (上顎中切歯軸と FH 平面のなす角度) を左右計測し、中切歯の a 点の Z 座標値を目安に左右を判別して、この値と各点の座標値との相関を求めた。

研究結果

I. 正常群について

正常群31名 (男性19名, 女性12名) の平均値を表1に示す。

歯槽基底に対する切端の前後的位置を、各歯の a 点と e 点の Z 座標値の差でみると、中切歯が、右側2.02mm, 左側2.15mm, 側切歯が、右側2.42mm, 左側2.74mm, 犬歯が、右側1.00mm, 左側1.50mmであった。

犬歯から反対側犬歯までの近遠心的歯冠幅径の総和として求めた前歯部歯冠幅径の総和と、三次元座標のうち X 座標値との相関が高く、左右同名歯の同名計測点間幅径を左右の X 座標値を元に求め、前歯部歯冠幅径の総和

との相関を求めた (表2)。中切歯の b 点間をのぞき、他のすべての項目で有意な相関がみられた。

各歯の a 点と c 点の計測値より、歯の左右的 (近遠心的) 傾斜 m と、前後の (唇舌的) 傾斜 n の値を求め、中切歯の値と側切歯、犬歯の値を比較した。正常群における平均値は表3に示すとおりである。

中切歯と、側切歯、犬歯の m の値の相関をみると、全体的に相関係数は低く、右側の中切歯と犬歯の間をのぞいて有意な相関は認められなかった。中切歯と、側切歯、犬歯の n の値の相関をみると、全体的に高い正の相関がみられた (表4)。

中切歯軸の唇舌的傾斜の変化によって、各計測点の Z 座標値が変化すると考えられるが、このうちどの部の変化が中切歯軸との相関が高いかをみるため、頭部X線規格写真上の U-1 to FH の値と、以下の計測値との相関係数を求めた。すなわち、中切歯の a 点, b 点, c 点, d 点, f 点の Z 座標値, a-c 点, a-e 点, a-f 点の Z 座標値の差, および n の値の, 9 個の値と, U-1 to FH の値との相関を求めた。その結果, 表5のように a-f 点の Z 座標値の差との相関が最も高く, つ

いで **n**，**a**—**c** 点の **Z** 座標値の差にも高い相関がみられ，**a** 点の **Z** 座標値でも高い相関がみられた．そこでこの 4 個の項目で中切歯と，側切歯，犬歯との相関をみると，全項目で高い正の相関がみられた（表 6）．

Ⅱ．叢生度と各計測値の相関（表 7）

A．X 座標値

右側犬歯の **c** 点と，左右側切歯の **a** 点で有意な相関が認められ，叢生の程度が大きくなるにつれて，近心に位置する傾向がある．その他の計測点で有意な相関は認められなかった．

B．Y 座標値

左右犬歯と，左右中切歯の **c** 点で有意な負の相関が認められ，叢生の程度が大きくなるほど，上方に位置していた．左右側切歯の **b** 点も同様の傾向がみられた．

C．Z 座標値

左側犬歯のすべての計測点で有意な正の相関がみられ，叢生の程度が大きくなるにつれて前方に位置する傾

表 2 前歯部歯冠幅径の総和と，左右同名歯の同名計測点間幅径の相関 N=31

部 位	(mm) 平均値 標準偏差	相関係数	
中切歯 a 点間	9.07 (0.98)	0.492	●
	b 点間	6.47 (1.80)	0.249
	c 点間	9.74 (1.03)	0.390 ○
側切歯 a 点間	24.18 (1.55)	0.669	●
	b 点間	20.58 (1.24)	0.450 ○
	c 点間	24.79 (1.26)	0.655 ●
犬 歯 a 点間	35.40 (1.89)	0.652	●
	b 点間	32.87 (1.50)	0.641 ●
	c 点間	38.56 (1.84)	0.673 ●

○ ：危険率 5 % で有意

● ：危険率 1 % で有意

表 3 歯冠唇面の傾斜度の平均値

() は標準偏差

単位：度

N=31

	3	2	1	1	2	3
m	79.02 (6.69)	87.85 (4.92)	88.19 (4.13)	87.86 (3.85)	87.80 (4.42)	80.81 (5.65)
n	83.78 (7.10)	85.98 (6.98)	87.35 (6.22)	87.82 (5.72)	88.18 (5.72)	86.51 (5.71)

向がみられ，右側側切歯の **a** 点，**b** 点は後方に位置する傾向がみられた．

Ⅲ．前歯部 discrepancy と各計測値の相関（表 8）

A．X 座標値

右側犬歯の **c** 点と左右側切歯の **a** 点，**c** 点が，前歯部 discrepancy がマイナス側に大きくなるほど，すなわち程度が大きくなるほど，近心に位置する傾向があった．

B．Y 座標値

犬歯では，前歯部 discrepancy がマイナス側に大きくなるほど，右側の **e** 点をのぞく各点と，左側の **c** 点，**d** 点は，上方に位置する傾向があった．特に **c** 点でその傾向が強い．側切歯では，右側の **c** 点以外の点と，左側の **b** 点で正の相関がみられ，前歯部 discrepancy がマイナス側に大きくなるほど，上方に位置していた．中切

表 4 中切歯の歯冠唇面の傾斜度と，側切歯，犬歯の歯冠唇面の傾斜度の相関係数 N=31

	m	n
1 — 2	0.322	0.835 ●
1 — 3	0.404 ○	0.675 ●
1 — 2	0.174	0.800 ●
1 — 3	0.176	0.523 ●

○ ：危険率 5 % で有意

● ：危険率 1 % で有意

表 5 U-1 to FH と各計測値との相関係数

N=31

	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>
a (z)	0.440 ○	0.543 ●	0.620 ●	0.614 ●	0.606 ●	0.419 ○
b (z)	0.364 ○	0.534 ●	0.536 ●	0.532 ●	0.522 ●	0.473 ●
c (z)	0.277	0.341	0.396 ○	0.462 ●	0.458 ●	0.220
d (z)	0.274	0.294	0.317	0.402 ○	0.417 ○	0.365 ○
f (z)	0.112	0.022	0.071	0.101	0.156	-0.022
a-c (z)	0.330	0.613 ●	0.654 ●	0.653 ●	0.601 ●	0.250
a-e (z)	0.310	0.546 ●	0.658 ●	0.614 ●	0.531 ●	0.226
a-f (z)	0.424 ○	0.636 ●	0.687 ●	0.658 ●	0.632 ●	0.504 ●
n	0.376 ○	0.638 ●	0.687 ●	0.648 ●	0.598 ●	0.229
b*	-0.335	-0.516 ●	-0.562 ●	-0.618 ●	-0.534 ●	-0.095

b* : 歯冠部におけるb点の上下的位置

○ : 危険率5%で有意

● : 危険率1%で有意

表 6 中切歯と、側切歯、犬歯の切端の位置、歯冠唇面の傾斜度の相関

N=31

		a (z)	a-c (z)	a-f (z)	n
右側	U-1 to FH (X)	0.620	0.654	0.687	0.687
	<u>1</u> (Y)	$Y=0.233X-24.28$	$Y=0.137X-15.92$	$Y=0.223X-24.67$	$Y=0.771X-0.35$
	<u>1</u> (X)	0.920	0.841	0.843	0.835
	<u>2</u> (Y)	$Y=0.883X-2.63$	$Y=0.700X-0.21$	$Y=0.777X+0.11$	$Y=0.937X+4.10$
	<u>1</u> (X)	0.809	0.677	0.674	0.675
	<u>3</u> (Y)	$Y=0.782X-6.98$	$Y=0.608X-0.77$	$Y=0.614X-0.79$	$Y=0.771X+16.45$
左側	U-1 to FH (X)	0.614	0.653	0.658	0.648
	<u>1</u> (Y)	$Y=0.214X-22.26$	$Y=0.114X-13.38$	$Y=0.204X-22.50$	$Y=0.650X+13.73$
	<u>1</u> (X)	0.936	0.824	0.868	0.800
	<u>2</u> (Y)	$Y=0.839X-2.47$	$Y=0.746X-0.03$	$Y=0.736X+0.42$	$Y=0.800X+17.94$
	<u>1</u> (X)	0.781	0.543	0.706	0.523
	<u>3</u> (Y)	$Y=0.680X-6.48$	$Y=0.499X-0.39$	$Y=0.845X-0.42$	$Y=0.522X+40.71$

上段の数字は相関係数を、下段の式は回帰方程式を示す。

※すべて危険率1%で有意

表 7 叢生度と各計測値間の相関係数

N=137

		3	2	1	1	2	3
a	X	0.018	0.211 ○	-0.029	0.045	-0.259 ●	-0.016
	Y	-0.147	-0.093	-0.031	-0.015	-0.050	-0.066
	Z	0.131	-0.171 ○	0.069	0.111	-0.143	0.268 ●
b	X	0.055	0.144	-0.020	0.138	-0.110	-0.073
	Y	-0.139	-0.201 ○	0.027	0.040	-0.207 ○	-0.035
	Z	0.122	-0.183 ○	0.068	0.110	-0.136	0.265 ●
c	X	0.211 ○	0.142	0.045	-0.018	-0.161	-0.084
	Y	-0.285 ●	-0.048	-0.185 ○	-0.168 ○	0.044	-0.220 ○
	Z	0.028	-0.124	-0.014	0.045	-0.074	0.221 ●
d	X	0.211 ○	0.142	0.045	-0.018	-0.161	-0.084
	Y	-0.228 ●	0.063	-0.163	-0.127	-0.015	-0.124
	Z	0.056	-0.100	-0.032	0.019	-0.045	0.230 ●
e	X	0.211 ○	0.142	0.045	-0.018	-0.161	-0.084
	Y	-0.117	-0.120	-0.096		-0.045	-0.029
	Z	0.016	0.014	-0.073		-0.031	0.232 ●
f	X	0.211 ○	0.142	0.045	-0.018	-0.161	-0.084
	Y	-0.217 ○	-0.107	-0.167	-0.102	-0.031	-0.097
	Z	0.036	-0.078	-0.017	0.051	0.091	0.220 ○

○ : 危険率 5 % で有意

● : 危険率 1 % で有意

歯では、左右の c 点、d 点、f 点でこの傾向がみられた。

C. Z 座標値

左側犬歯のすべての点で負の相関がみられ、前歯部 **discrepancy** がマイナス側に大きくなるほど、前方に位置する傾向があった。側切歯では、左右とも特に歯冠部で正の相関がみられ、前歯部 **discrepancy** がマイナス側に大きくなるほど、後方に位置する傾向にあった。中切歯では特に傾向はみられなかった。

IV. A 群、B 群、C 群の比較

各群の平均値を表 9, 10, 11 に示す。また平均値より求めた重ね合わせ図を図 7 (1~4) に示す。

A. A 群と B 群の比較 (表 12)

X 座標値では、すべての計測点で著しい差は認められなかった。

Y 座標値では、統計的有意差は認められないが、左右中切歯の b 点において B 群が大きい値を示した。その他の計測点では著しい差は認められなかった。

Z 座標値では、右側犬歯で 0.8mm 程度歯冠部、歯肉部ともに B 群が大きく、d 点、f 点で有意差が認められた。左側犬歯でも全体的に B 群が大きく、0.3~0.5mm 程度の差が認められたが、統計的有意差は認められなかった。右側側切歯では歯冠部、歯肉部とも B 群が大きい値を示し、e 点をのぞいて 0.6~0.8mm の差がみられ、c 点、d 点、f 点で有意差がみられた。左側側切歯も e 点をのぞいて 0.5~0.7mm 程度 B 群が大きく、f 点で有意差が認められた。右側中切歯では e 点から a 点に、徐々に差が大きくなり、B 群が大きく、a 点、f 点で有意差が認められた。左側中切歯も右側と同様の傾向がみられ、a 点、f 点で有意差が認められた。

B. B 群と C 群の比較 (表 13)

X 座標値では、右側犬歯の c 点が C 群で有意に大きく、その他の計測点も C 群が大きい値を示すが、左側犬歯ではほとんど差が認められなかった。側切歯では、右側の計測点で C 群が大きく、左側では C 群が小さい値を示し、左右側とも C 群が B 群に比べ近心にあることを示

しており、a点で有意差が認められた。

Y座標値では、右側犬歯のc点、d点、f点でB群が大きく、有意差が認められた。左側犬歯でも、その程度は小さいが同様の傾向が認められた。側切歯では左右側ともb点がB群で大きく、下方に位置しており、右側で有意差が認められた。他の計測点では著しい差は認められなかった。中切歯では、左右側ともa点、b点でC群が大きく、c点、d点、e点、f点ではB群が大きな値を示すが、その程度はわずかであった。

Z座標値では、左側犬歯で全体的にC群が大きく、右側犬歯では著しい差は認められなかった。側切歯では左側のe点をのぞいて、他の計測点でB群が大きな値を示し、右側のa点、b点、c点で有意差が認められた。中切歯では左右側とも著しい差は認められなかった。

C. A群とC群の比較 (表14)

X座標値では、右側犬歯のc点でA群が小さい値を示し、有意差が認められた。左右側切歯のa点でC群が近心位にあり、0.6~0.7mm程度の差が認められた。その

他の計測点で著しい差は認められなかった。

Y座標値では、右側犬歯のc点でA群が大きな値を示し、有意差が認められた。左側犬歯のc点でも統計的有意差は認められないが、A群が大きい値を示した。左右側切歯のb点でA群が0.7mm程度大きな値を示した。左右中切歯のb点ではA群が0.9mm程度小さい値を示した。

Z座標値では、左右犬歯で全体的にC群が大きい値を示し、左側のすべての点で有意差が認められた。差の程度はa点からe点へと徐々に小さくなっていった。側切歯では、左右側ともa点、b点でA群が大きく、c点、d点、f点では逆にC群が大きい値を示すが、その程度は小さく、左側のf点をのぞいて統計的有意差は認められなかった。中切歯では、左右側ともe点をのぞいてC群が大きく、a点、b点と、左側のc点で有意差が認められた。差の程度は、a点からf点にかけて徐々に小さくなっていった。

V. 歯冠部におけるb点の上下的位置 (表15)

表 8 前歯部 discrepancy と各計測値間の相関係数

N=137

		3	2	1	1	2	3
a	X	0.034	-0.169 ○	0.144	0.010	0.359 ●	0.083
	Y	0.246 ●	0.214 ○	0.138	0.100	0.118	0.138
	Z	-0.153	0.232 ●	0.033	-0.032	0.182 ○	-0.306 ●
b	X	-0.099	-0.103	-0.033	-0.075	0.176 ○	0.162
	Y	0.204 ○	0.288 ●	0.096	0.023	0.280 ●	0.072
	Z	-0.155	0.241 ●	0.020	-0.026	0.203 ○	-0.298 ●
c	X	-0.239 ●	-0.168 ○	-0.012	0.097	0.248 ●	0.160
	Y	0.389 ●	0.133	0.267 ●	0.217 ○	0.023	0.281 ●
	Z	-0.017	0.193 ○	0.108	0.050	0.140	-0.202 ○
d	X	-0.239 ●	-0.168 ○	-0.012	0.097	0.248 ●	0.160
	Y	0.325 ●	0.174 ○	0.250 ●	0.189 ○	0.083	0.186 ○
	Z	-0.021	0.169 ○	0.121	0.084	0.053	-0.191 ○
e	X	-0.239 ●	-0.168 ○	-0.012	0.097	0.248 ●	0.160
	Y	0.161	0.188 ○	0.114		0.107	0.072
	Z	-0.015	0.043	0.097		-0.120	-0.204 ○
f	X	-0.239 ●	-0.168 ○	-0.012	0.097	0.248 ●	0.160
	Y	0.307 ●	0.211 ○	0.244 ●	0.180 ○	0.113	0.166
	Z	-0.019	0.123	0.097	0.052	-0.053	-0.170 ○

○ : 危険率 5 % で有意

● : 危険率 1 % で有意

表 9 A 群における各計測値の平均値

() は標準偏差 N=32 単位: mm

		3	2	1	1	2	3
a	X	-17.74(1.30)	-12.14(1.25)	-4.53(1.07)	4.58(1.44)	12.10(1.56)	17.69(1.74)
	Y	17.48(2.09)	18.15(2.08)	19.84(2.08)	19.65(2.04)	17.99(2.02)	17.25(2.13)
	Z	-5.21(2.04)	-0.62(2.04)	2.27(2.12)	2.24(2.06)	-0.59(1.83)	-5.01(1.72)
b	X	-16.32(1.15)	-10.24(1.02)	-3.23(1.39)	3.17(1.72)	10.36(1.41)	16.48(1.58)
	Y	12.77(2.16)	14.63(2.50)	14.69(2.55)	14.71(2.60)	14.75(2.20)	12.73(2.09)
	Z	-2.85(1.82)	0.95(1.87)	3.53(1.77)	3.53(1.80)	0.94(1.76)	-2.84(1.55)
c	X	-19.37(1.05)	-12.39(1.45)	-4.85(1.08)	4.92(1.48)	12.37(1.52)	19.13(1.76)
	Y	8.21(1.95)	9.56(1.99)	9.74(1.99)	9.58(1.96)	9.16(1.93)	7.85(1.63)
	Z	-4.37(1.67)	-0.23(1.44)	2.62(1.27)	2.52(1.24)	-0.44(1.17)	-4.50(1.34)
d	X	-19.37(1.05)	-12.39(1.45)	-4.85(1.08)	4.92(1.48)	12.37(1.52)	19.13(1.76)
	Y	6.00(2.40)	8.17(2.05)	8.64(2.00)	8.39(2.01)	7.83(1.84)	5.84(2.02)
	Z	-4.07(1.68)	0.10(1.37)	2.91(1.24)	2.80(1.20)	-0.16(1.16)	-4.07(1.22)
e	X	-19.37(1.05)	-12.39(1.45)	-4.85(1.08)	4.92(1.48)	12.37(1.52)	19.13(1.76)
	Y	-1.61(2.28)	-0.88(1.72)	0.29(1.39)	0	-1.00(1.29)	-1.97(1.89)
	Z	-6.28(1.89)	-3.11(1.24)	0.19(0.66)	0	-3.38(0.95)	-6.50(1.48)
f	X	-19.37(1.05)	-12.39(1.45)	-4.85(1.08)	4.92(1.48)	12.37(1.52)	19.13(1.76)
	Y	2.20(2.06)	3.63(1.65)	4.46(1.35)	4.20(1.00)	3.41(1.32)	1.94(1.52)
	Z	-4.93(1.67)	-1.37(1.12)	1.49(0.76)	1.37(0.52)	-1.66(0.83)	-5.11(1.24)

左右側切歯で叢生度との正の相関と、前歯部 **discrepancy** との負の相関が認められた。左右犬歯で前歯部 **discrepancy** との正の相関が認められた。中切歯では有意な相関は認められなかった。

A群とB群の比較では各歯で著しい差は認められなかった。

B群とC群の比較では、左右側切歯でC群が大きく、有意差がみられ、b点がC群で上方に位置していた。左側犬歯でも有意差がみられ、B群が大きい値を示した。

A群とC群の比較では、左右中切歯でA群が大きく、A群でb点が上方にあり、左右側切歯ではC群が大きく、C群でb点が上方に位置していた。

VI. 頭部X線規格写真上の中切歯傾斜度と各計測値の相関（表16）

中切歯では、e点をのぞくすべての計測点のZ座標値と、b点のY座標値において有意な相関が認められた。側切歯では、左右のe点と右側のf点をのぞく他のすべての計測点のZ座標値と、左側のb点のY座標値で有意な相関が認められ、中切歯傾斜度と側切歯各点の前後的位置に比較的高い相関が認められた。犬歯では、e点、

f点をのぞくすべての計測点のZ座標値と、右側のa点のX座標値、および左側のa点、b点、d点のY座標値で有意な相関が認められた。

歯冠部におけるb点の上下的位置では、すべての歯で有意な負の相関がみられ、中切歯が唇側傾斜した場合、中切歯のみでなく、側切歯、犬歯ともb点が下方に位置する傾向がみられ、叢生を示す指数より高い相関を示した。

考 察

I. モアレトポグラフィについて

不定形物体の三次元形態を立体的に観察する方法として、フォーマトロンによる方法²²⁾や、立体写真による方法²³⁾、石膏模型から等高線図化器により図化する方法²⁴⁾、およびモアレ縞法などが報告されているが、精度、操作性の両面から、モアレ縞法が非常に優れた方法と言われている¹⁵⁾。同法は1970年に Meadows¹²⁾、Takasaki¹³⁾によって格子照射型による方法が発表されて以来実用化され、各分野で報告がみられ、医学分野では特に脊柱彎曲の集団検診において、レントゲン撮影

のかわりとなる手段として用いられている²⁵⁾。歯学分野では、顔面^{17,18,26,27)}や、口蓋形態^{28,29)}の形態分析や、変化の把握についての報告がみられる。すなわち、人体や口腔模型などの三次元物体の形態分析は、従来模型分析や生体計測など、主に二次元的情報のみで行われてきたが、モアレトポグラフィによって三次元計測が可能になってきている。またX線被曝の問題から、X線によらずに情報を得る手段として用いられてきている。

今回の研究では、モアレトポグラフィの利点の1つである、任意の点の三次元座標が得られることを利用した。すなわち、歯肉等、一点を規定しにくい部位では、作図上で一点を規定する必要があるが、同法によって容易に三次元座標を求めることができる。

II. 計測方法について

A. 基準点、基準平面について

従来行われている写真計測や模型計測のための基準平面としては、宮澤(1978)²⁸⁾、前田(1977)²⁹⁾、大里(1977)³⁰⁾のように切歯乳頭と左右臼歯の舌側歯頸部最深点によってできる平面や、尾崎ら(1976)³¹⁾等のように

に中切歯切端の midpoint と、左右大臼歯近心頰側咬頭頂によってできる平面等が用いられている。しかし今回著者が用いた資料は、叢生による歯の位置異常を含むものが多く、歯列内の基準点が一定でないため、歯列内に基準平面をおくことは不適當と考え、顎態模型に表現されている FH 平面を写真撮影の基準平面とした。また歯列の審美性を検討する場合、談話時に床面と平行になるこの FH 平面を基準として行う方がよいと考えられている^{32,33)}ので、このような観点からも、この平面を基準平面とした。

正中線については、尾崎ら(1976)³¹⁾は、両側第一大臼歯近心頰側咬頭頂を結んだ線の midpoint を通り、この線に垂直な線を用い、前田(1977)²⁹⁾は、切歯乳頭と正中口蓋縫線を結んだ線を、生田(1977)³⁴⁾、高木ら(1979)³⁵⁾は、切歯乳頭と左右大臼歯舌側歯頸部最深点の midpoint を結んだ線を用いている。しかし叢生症例では、中切歯が歯列の中央に一致している場合が少なく、また臼歯部の左右の位置も非対称である場合が多い。また口蓋縫線も、特に前歯部で歯列の中央に位置しているとは限らず、また一点を規定することが困難であるため、顔面頭

表 10 B 群における各計測値の平均値

() は標準偏差 N=61 単位: mm

		3	2	1	1	2	3
a	X	-18.34(1.79)	-12.29(1.45)	-4.36(1.22)	4.51(1.23)	12.08(1.39)	17.55(1.55)
	Y	17.56(2.95)	18.34(2.87)	19.95(2.66)	19.90(2.52)	18.10(2.43)	17.37(2.63)
	Z	-4.39(2.17)	0.10(2.19)	3.35(2.58)	3.25(2.51)	-0.06(2.22)	-4.52(2.05)
b	X	-16.70(1.56)	-10.42(1.47)	-3.48(1.83)	3.08(1.70)	10.18(1.32)	16.36(1.35)
	Y	12.83(3.09)	15.05(2.91)	15.47(3.33)	15.51(3.27)	14.88(2.80)	12.73(2.71)
	Z	-2.13(1.89)	1.64(2.11)	4.32(2.23)	4.35(2.22)	1.51(2.08)	-2.36(1.76)
c	X	-19.45(1.70)	-12.36(1.68)	-4.84(1.30)	4.75(1.36)	12.37(1.32)	18.95(1.60)
	Y	8.33(3.08)	9.78(2.92)	9.77(2.59)	9.64(2.46)	9.36(2.40)	7.98(2.67)
	Z	-3.60(1.87)	0.53(1.75)	3.33(1.85)	3.14(1.71)	0.28(2.03)	-3.98(1.58)
d	X	-19.45(1.70)	-12.36(1.68)	-4.84(1.30)	4.75(1.36)	12.37(1.32)	18.95(1.60)
	Y	6.48(3.12)	8.55(2.93)	8.81(2.55)	8.62(2.39)	8.11(2.58)	6.17(2.79)
	Z	-3.16(1.83)	0.90(1.85)	3.60(1.87)	3.44(1.69)	0.46(1.57)	-3.52(1.45)
e	X	-19.45(1.70)	-12.36(1.68)	-4.84(1.30)	4.75(1.36)	12.37(1.32)	18.95(1.60)
	Y	-1.40(2.04)	-0.70(1.53)	0.39(1.19)	0	-1.00(1.01)	-1.70(1.90)
	Z	-5.52(1.75)	-2.70(1.15)	0.37(0.93)	0	-3.18(0.81)	-6.19(1.54)
f	X	-19.45(1.70)	-12.36(1.68)	-4.84(1.30)	4.75(1.36)	12.37(1.32)	18.95(1.60)
	Y	2.54(2.17)	3.92(1.92)	4.60(1.55)	4.31(1.20)	3.54(1.49)	2.40(1.96)
	Z	-4.21(1.52)	-0.75(1.39)	2.05(1.31)	1.81(0.98)	-1.13(1.05)	-4.66(1.39)

表 11 C 群における各計測値の平均値

() は標準偏差 N=44 単位: mm

		3	2	1	1	2	3
a	X	-17.93(1.82)	-11.84(1.73)	-4.44(1.50)	4.82(1.56)	11.40(2.00)	17.61(1.97)
	Y	17.03(2.51)	18.15(2.31)	20.13(2.12)	20.06(1.95)	18.13(2.06)	17.31(2.28)
	Z	-4.18(2.69)	-0.88(2.30)	3.32(2.33)	3.54(2.44)	-0.76(2.59)	-3.70(2.31)
b	X	-16.33(1.39)	-9.99(1.27)	-3.48(2.18)	3.88(2.24)	10.14(1.72)	16.29(1.79)
	Y	12.30(2.42)	13.90(2.87)	15.60(2.82)	15.69(2.83)	14.09(2.46)	12.85(2.54)
	Z	-1.98(2.24)	0.74(1.98)	4.51(1.97)	4.68(2.08)	0.90(2.18)	-1.68(2.06)
c	X	-18.71(1.36)	-11.97(1.35)	-4.65(1.43)	4.93(1.57)	11.99(1.94)	18.77(2.24)
	Y	6.78(2.98)	9.62(2.35)	9.11(2.40)	9.10(2.10)	9.72(2.11)	7.15(2.50)
	Z	-3.92(1.81)	-0.16(1.68)	3.08(1.55)	3.12(1.33)	-0.17(1.59)	-3.53(1.69)
d	X	-18.71(1.36)	-11.97(1.35)	-4.65(1.43)	4.93(1.57)	11.99(1.94)	18.77(2.24)
	Y	5.08(2.87)	8.24(2.15)	8.21(2.35)	8.20(2.05)	8.20(2.04)	5.67(2.49)
	Z	-3.46(1.77)	0.22(1.57)	3.31(1.49)	3.31(1.28)	0.32(1.43)	-3.12(1.56)
e	X	-18.71(1.36)	-11.97(1.35)	-4.65(1.43)	4.93(1.57)	11.99(1.94)	18.77(2.24)
	Y	-2.23(1.94)	-1.22(1.60)	0.17(1.47)	0	-1.14(1.31)	-1.89(1.53)
	Z	-6.02(1.93)	-3.04(1.18)	0.16(0.95)	0	-3.00(0.84)	-5.72(1.41)
f	X	-18.71(1.36)	-11.97(1.35)	-4.65(1.43)	4.93(1.57)	11.99(1.94)	18.77(2.24)
	Y	1.43(1.88)	3.41(1.27)	4.19(1.59)	4.10(1.03)	3.53(1.25)	1.90(1.58)
	Z	-4.53(1.70)	-1.27(1.25)	1.80(1.18)	1.69(0.75)	-1.16(0.95)	-4.38(1.47)

図 7 (1) 各群の平均値より求めた重ね合わせ図（正面観）

図 7 (2) 各群の平均値より求めた重ね合わせ図 (側面観・右側)

図 7 (3) 各群の平均値より求めた重ね合わせ図 (側面観・左側)

図 7 (4) 各群の平均値より求めた重ね合わせ図（上方面観）

蓋の正中線を後頭前頭位頭部X線規格写真で求め、これを模型上に印記して正中線とした。

上下的、前後的基準点として用いた左側中切歯のe点は、大坪(1957)³⁶⁾、横田ら(1964)³⁷⁾、(1965)³⁸⁾の模型分析法のa点にはほぼ相当し、種々の報告に用いられているが、この点は今回の方法で作図的に一点に限定され、かつ写真上に表現されており、また歯列に近い点であることから、基準点として適当であると考えられる。

B. 各歯の計測点について

歯肉部、歯槽部の計測については、従来一点を規定する方法がないため、著者が考案した歯槽陥凹点、歯肉前出点、歯肉中央点を設定した。この方法は、モアレトポグラフィを用いることによって決定できる点であるが、一点を規定でき、再現性があるため有効であると思われる。歯肉中央点はY座標における歯肉前出点と歯槽陥凹点の中点として設定したが、臨床上同部で歯根の形状を把握することが多く、歯肉縁や歯槽粘膜・唇移行部に比して、歯肉、歯槽骨の薄い部分と考えられる。

歯冠前出点は、歯冠部で最も前方に位置する点であるが、最前方のモアレ縞がせまい場合は問題ないが、広い場合は規定することが難しい。そこでモアレ縞によってできる不定形の最長径を求め、それに直交する最も長い径の交点を歯冠前出点とした。

Ⅲ. 結果について

A. 正常群について

歯槽基底に対する前歯の位置について、横田ら(1964)³⁷⁾は新顎態診断法の中で、a点と上顎中切歯の前後的位置の差を、2mmから4mmの間、平均で3mmと述べている。また大坪(1957)³⁶⁾が模型計測の中で、咬合平面に平行に計測したbasal arch lengthとcoronal arch lengthの差は、男3.43mm、女4.54mmとなっている。今回の資料では、中切歯の切端点と歯槽陥凹点のZ座標値の差は、左右平均で2.09mmと、横田ら、大坪の値に比べやや小さい値を示した。

側切歯、犬歯については、歯槽基底に対する前後的位置についての報告がみられないので比較できないが、切

表 12 A 群 と B 群 の 平 均 値 の 差

(A群の値-B群の値)

単位: mm

		3	2	1	1	2	3
a	X	0.60	0.15	-0.17	0.07	0.02	0.14
	Y	-0.09	-0.19	-0.11	-0.25	-0.11	-0.13
	Z	-0.82	-0.72	-1.08 ○	-1.01 ○	-0.53	-0.49
b	X	0.38	0.18	0.25	0.09	0.18	0.12
	Y	-0.06	-0.42	-0.78	-0.80	-0.13	0.00
	Z	-0.72	-0.69	-0.78	-0.83	-0.57	-0.48
c	X	0.08	-0.03	0.01	0.17	0.00	0.17
	Y	-0.12	-0.22	-0.03	-0.12	-0.20	-0.13
	Z	-0.77	-0.77 ○	-0.71	-0.62	-0.72	-0.52
d	X	0.08	-0.03	0.01	0.17	0.00	0.17
	Y	-0.48	-0.38	-0.17	-0.22	-0.28	-0.33
	Z	-0.91 ○	-0.79 ○	-0.69	-0.64	-0.62	-0.55
e	X	0.08	-0.03	0.01	0.17	0.00	0.17
	Y	-0.21	-0.18	-0.10	0.00	0.00	-0.27
	Z	-0.76	-0.41	-0.18	0.00	-0.20	-0.31
f	X	0.08	-0.03	0.01	0.17	0.00	0.17
	Y	-0.34	-0.29	-0.14	-0.11	-0.13	-0.30
	Z	-0.72 ○	-0.62 ○	-0.56 ○	-0.44 ○	-0.53 ○	-0.45

○ : 危険率 5 % で有意

● : 危険率 1 % で有意

端点の位置は中切歯の切端点の位置と相関がみられ、上顎前歯の前後的位置は互いに関連していると考えられる。

左右同名歯間の歯列弓幅径は、前歯部（犬歯から反対側犬歯まで）の歯冠幅径の総和との相関が高い。この中で临床上重要であると考えられるものは、犬歯の切端点間幅径（いわゆる犬歯間幅径）であり、歯冠幅径に対して小さい犬歯間幅径であれば、前歯部の彎曲が強くなり、逆に犬歯間幅径が大きければ前歯部の彎曲が弱くなる。したがって矯正治療によって犬歯間幅径を決定するに当たって、歯冠幅径の総和を参考にする必要があると考えられる。

歯の近遠心的、唇舌的傾斜について、富士川（1958）³⁹⁾、饗庭ら（1958）⁴⁰⁾、瀬端（1980）⁴¹⁾ は正常咬合者のモデルにより、小笠原（1969）⁴²⁾、Dempster ら（1963）⁴³⁾ は、頭蓋骨の歯槽窩を用いて計測を行っている。これらの報告では、研究方法や観察する基準平面が異なっており、互いにその計測値を比較することはできない

が、本研究による歯冠唇面の傾斜の傾向について考察する。

左右的傾斜は、切歯では主に近遠心的傾斜を、犬歯ではその捻転の程度によって近遠心的傾斜と、唇舌的傾斜を表わすが、中切歯、側切歯、犬歯とも歯冠が正中側に傾斜している。その程度は、中切歯が 88° 程度、側切歯が 87.8° 程度と、ほぼ垂直に近く、犬歯では約 80° と、歯冠の正中側への傾斜が強くなっている。羽賀（1984）⁴⁴⁾ は、前歯の審美性の研究の中で、犬歯が前歯列を左右から抱え込むような形でまとめ、歯列全体の安定感を印象づけていると、正面観における犬歯歯冠の正中側への傾斜の効果について述べている。その他の報告でも計測値の違いはあるが、おおむね同様の結果を示している。

中切歯と、側切歯、犬歯の値に相関はあまりみられず、歯の近遠心的傾斜は互いに関連はないと思われる。これに関しては、羽賀（1984）⁴⁴⁾ も同様の報告を行っている。

前後傾斜は、切歯では主に唇舌的傾斜を、犬歯では

表 13 B 群と C 群の平均値の差
(B群の値-C群の値)

単位：mm

		3	2	1	1	2	3
a	X	-0.41	-0.75 ○	0.08	-0.31	0.69 ○	-0.05
	Y	0.53	0.20	-0.18	-0.61	-0.03	0.06
	Z	-0.21	0.98 ○	0.03	-0.29	0.70	-0.81
b	X	-0.37	-0.43	0.00	-0.80	0.04	0.07
	Y	0.54	1.16 ○	-0.12	-0.18	0.79	-0.12
	Z	-0.15	0.89 ○	-0.19	-0.33	0.62	-0.69
c	X	-0.73 ●	-0.38	0.19	-0.17	0.38	0.18
	Y	1.55 ○	0.16	0.66	0.53	-0.36	0.83
	Z	0.32	0.70 ○	0.25	0.03	0.44	-0.45
d	X	-0.73 ●	-0.38	0.19	-0.17	0.38	0.18
	Y	1.40 ○	0.31	0.60	0.42	-0.09	0.50
	Z	0.30	0.68	0.30	0.13	0.13	-0.40
e	X	-0.73 ●	-0.38	0.19	-0.17	0.38	0.18
	Y	0.77	0.52	0.22	0.00	0.14	0.18
	Z	0.50	0.34	0.21	0.00	-0.18	-0.46
f	X	-0.73 ●	-0.38	0.19	-0.17	0.38	0.18
	Y	1.11 ○	0.41	0.41	0.21	0.01	0.37
	Z	0.32	0.52	0.24	0.12	0.03	-0.28

○ : 危険率 5 % で有意

● : 危険率 1 % で有意

その捻転の程度によって唇舌的傾斜と近遠心的傾斜を表わすが、この値は歯冠唇面形態でみる限り、FH 平面に対して各歯とも歯冠が後方に傾斜している。その程度は、中切歯が約 87.5° 、側切歯が約 87° 、犬歯が約 85° とあまり大差なく、垂直ないしは軽度の後方傾斜を示している。富士川 (1958)³⁹⁾ は、上顎前歯部の切縁と唇側歯頸を含む平面として表わした唇面傾斜角度は、歯冠軸の傾斜角度に比べ約 10° 小さい値を示し、舌側傾斜していると述べており、今回の成績で歯冠軸の前後傾斜度を推定すれば、歯冠軸は前方に傾斜していると考えられる。

中切歯の前後傾斜度と、側切歯、犬歯の前後傾斜度には高い相関がみられ、各前歯の前後傾斜度には互いに相関関係が認められた。

矯正治療における中切歯の位置や傾斜度の決定については、Tweed (1944)⁴⁵⁾、Steiner (1959)¹⁰⁾ をはじめ多くの報告者により、主に頭部X線規格写真による報告がなされているが、側切歯、犬歯については、頭部X線

規格写真上で判読することは困難である。さらに矯正治療途中でトルクの効果を判定する場合など、その都度X線で確認する必要があるが、臨床歯冠でこれが判定できれば、放射線被曝線量が減少するだけでなく、側切歯、犬歯など頭部X線規格写真では判定が難しい部の計測ができると考えられる。

そこで頭部X線規格写真上の U-1 to FH と最も高い相関を示す部位を検出した結果、a 点—f 点の Z 座標値の差、n の値、a 点—c 点の Z 座標値の差、a 点の Z 座標値、の 4 個の計測値が高い相関を示した。f 点は作図によって求められる点であるが、この部は忠隈 (1969)⁴⁶⁾ の報告による歯槽窩唇側壁の中央付近に位置すると考えられ、歯槽骨壁の薄い部分で、したがって歯の傾斜を判定する場合有効であると考えられる。しかし実際臨床に応用する場合、同点は肉眼的に位置を決定することが難しいため、a 点と c 点で判定する方が有用であると考えられる。

また中切歯の a 点の Z 座標値も U-1 to FH と高い

表 14 A 群 と C 群 の 平 均 値 の 差

(A群の値—C群の値)

単位: mm

		3	2	1	1	2	3
a	X	0.19	-0.60	-0.10	-0.24	0.71	0.09
	Y	0.44	0.00	-0.30	-0.41	-0.14	-0.06
	Z	-1.03	0.26	-1.06 ○	-1.30 ○	0.17	-1.30 ●
b	X	0.01	-0.25	-0.25	-0.71	0.22	0.19
	Y	0.47	0.74	-0.91	-0.98	0.66	-0.12
	Z	-0.88	0.21	-0.98 ○	-1.15 ○	0.04	-1.16 ●
c	X	-0.66 ○	-0.42	-0.18	-0.01	0.38	0.36
	Y	1.43 ○	-0.06	0.63	0.48	-0.56	0.70
	Z	-0.45	-0.07	-0.46	-0.60 ○	-0.27	-0.97 ●
d	X	-0.66 ○	-0.42	-0.18	-0.01	0.38	0.36
	Y	0.91	-0.07	0.43	0.19	-0.37	0.17
	Z	-0.61	-0.11	-0.40	-0.51	-0.49	-0.95 ●
e	X	-0.66 ○	-0.42	-0.18	-0.01	0.38	0.36
	Y	0.62	0.34	0.13	0.00	0.14	-0.09
	Z	-0.26	-0.07	0.03	0.00	-0.38	-0.78 ●
f	X	-0.66 ○	-0.42	-0.18	-0.01	0.38	0.36
	Y	0.77	0.12	0.26	0.10	-0.12	0.04
	Z	-0.40	-0.09	-0.32	-0.32	-0.50 ○	-0.73 ○

○ : 危険率 5 % で有意

● : 危険率 1 % で有意

相関を示すことから、U-1 to FH を決定することにより、中切歯切端の歯槽基底に対する位置や、歯の唇面の前後傾斜等の治療目標が決定され、また個々の症例についてどのような処置が必要かを判定することが可能であると考えられる。

さらに、側切歯、犬歯の切端の位置や歯の唇面の前後傾斜度は、中切歯のそれと高い相関がみられることから、従来判定の方法が難しかった側切歯、犬歯の歯槽基底に対する前後的位置や、前後傾斜度の判定も可能であると思われる。

B. 叢生の程度と各歯の位置の関係について

叢生の程度を表わす指数として、現在用いられているものに、叢生度⁶⁾や、arch length discrepancy⁴⁵⁾があり、前者は隣接する2歯の唇舌的ずれの大きさの総和で、叢生の程度を定量的に計測するのに有効である。後者は available arch length と、required arch length の差で表わされ、叢生そのものの程度を表わすというより、その原因となる顎と歯の大きさの不調和の程度を表わしているが、実際臨床上有効な指数である。

今回の検討では、前歯部（犬歯から反対側犬歯まで）の叢生度と、第一小臼歯より近心の available arch

length と required arch length によって前歯部 discrepancy を求め、各点の三次元座標値との相関を求めることによって、叢生の程度によってどの歯のどの部がどう位置する傾向にあるかを検討したが、この両者の指数は、その有効性ととも多少の欠点をもっている。

叢生度は個々の歯の隣接歯との相対的位置を容易に求め得るが、各々の歯の歯槽基底に対する位置はわからず、また捻転や、一歯の極端な転位歯のある場合、値が大きくてくる。Arch length discrepancy は、available arch length の求め方が再現性が高いとはいえず、また叢生自体の程度を示すものではない。そこでこの両方の値との相関を求めることによって、叢生の原因となる discrepancy と、結果としておこる歯の位置異常の両方の観点から検討した。その結果、各計測点の三次元座標値は、前歯部 discrepancy との相関で全体的に高い相関係数を示したが、傾向としてはほぼ同様であった。

以下各計測値による歯の位置について考察する。

1. 犬歯について

松本ら（1972）⁴⁷⁾は、叢生の程度と犬歯間幅径には相

表 15 (1) 歯冠部における b 点の上下的位置と叢生の程度を示す指数との相関係数

N=137

	3	2	1	1	2	3
叢 生 度	-0.164	0.232 ●	-0.161	-0.152	0.374 ●	-0.134
前歯部 discrepancy	0.235 ●	-0.258 ●	0.088	0.142	-0.390 ●	0.211 ●

● : 危険率 1% で有意

表 15 (2) 歯冠部における b 点の上下的位置

N=137 単位: mm

		3	2	1	1	2	3
平均値	A 群	0.523	0.429	0.516	0.486	0.374	0.469
	B 群	0.504	0.426	0.450	0.438	0.378	0.501
	C 群	0.478	0.510	0.422	0.401	0.503	0.450
平均値の差	A群 - B群	0.019	0.003	0.066	0.048	-0.004	-0.032
	B群 - C群	0.026	-0.084 ○	0.028	0.037	-0.125 ●	0.051 ○
	A群 - C群	0.045	-0.081 ○	0.094 ○	0.085 ○	-0.129 ●	0.019

○ : 危険率 5% で有意

● : 危険率 1% で有意

関が認められないと述べているが、左右犬歯の切端点、歯冠前出点のX座標値では、叢生を示す指数との相関は認められず、各群の比較からも差は認められなかったことから、やはり犬歯間幅径と叢生の間に一定の傾向はみられない。歯頸点は、右側で叢生の程度につれて近心に位置しているが、左側ではこのような傾向はなく、必ずしも叢生の程度との関係は明らかではない。上下的位置については、特に歯頸点で有意な相関を示し、叢生の程度につれて同点が上方に位置している。各群の比較ではB群とC群との間でこの傾向がみられるが、A群とB群では著しい差は認められず、叢生の程度が大きい場合、歯肉の上方位が認められるが、これは歯の低位や歯肉の退縮等のためと思われる。前後的位置では、左側のすべての計測点で、叢生度、前歯部 discrepancy との相関がみられ、各群の比較でも歯冠部、歯肉部とも、A群よりB群、B群よりC群と、叢生がひどくなるにつれて前方に位置している。右側では統計的有意差はみられないが、

A群よりB群がすべての計測点で前方にある。C群はB群とほとんど差はみられず、歯冠部ではC群が、歯肉部ではB群が前方に位置しているが、C群の歯肉部の点は全体にB群より上方にあり、図7(2)にみられるように、縦断面図ではほとんど差がないものと考えられる。

2. 側切歯について

切端点は叢生度、前歯部 discrepancy との相関がみられ、叢生の程度が大きくなるにつれて近心舌側に位置している傾向がみられるが、各群の比較では、A群よりB群がむしろ遠心唇側に位置しており、B群とC群の比較ではC群で近心舌側に位置している。松本ら(1971)⁶⁾は叢生の研究の中で、側切歯は隣接歯に対し唇側転位するものも少数みられるが、その程度は小さく、舌側に転位する傾向が大きいと述べているが、本研究で、叢生の程度が比較的小さいB群では、平均値でA群よりむしろ唇側に位置しており、叢生の程度が比較的大きいC群ではA群に比べわずかに舌側転位を示している。しかしそ

表 16 U-1 to FH と各計測値間の相関係数

N=137

		3	2	1	1	2	3
a	X	-0.180 ○	-0.074	0.041	-0.040	-0.103	0.027
	Y	0.010	0.108	-0.047	0.051	0.113	0.173 ○
	Z	0.429 ●	0.545 ●	0.645 ●	0.668 ●	0.523 ●	0.420 ●
b	X	-0.028	0.083	0.038	-0.030	-0.113	-0.157
	Y	0.104	0.165	0.398 ●	0.443 ●	0.307 ●	0.272 ●
	Z	0.370 ●	0.506 ●	0.565 ●	0.607 ●	0.481 ●	0.412 ●
c	X	0.106	0.049	0.057	-0.059	-0.137	-0.100
	Y	-0.045	-0.075	-0.126	-0.097	0.023	0.053
	Z	0.326 ●	0.361 ●	0.390 ●	0.445 ●	0.383 ●	0.318 ●
d	X	0.106	0.049	0.057	-0.059	-0.137	-0.100
	Y	0.142	0.019	-0.050	-0.018	0.166	0.220 ●
	Z	0.289 ●	0.337 ●	0.328 ●	0.400 ●	0.388 ●	0.266 ●
e	X	0.106	0.049	0.057	-0.059	-0.137	-0.100
	Y	-0.080	-0.079	-0.084		-0.021	-0.058
	Z	0.038	0.093	-0.012		-0.133	-0.130
f	X	0.106	0.049	0.057	-0.059	-0.137	-0.100
	Y	0.060	-0.020	-0.074	0.011	0.125	0.125
	Z	0.148	0.158	0.217 ○	0.240 ●	0.214 ○	0.040
b *		-0.258 ●	-0.448 ●	-0.648 ●	-0.656 ●	-0.411 ●	-0.295 ●

b * : 歯冠部における

b 点の上下的位置

○ : 危険率 5 % で有意

● : 危険率 1 % で有意

の程度は小さく、歯肉部ではC群が軽度唇側にみられる。すなわち、叢生歯列における側切歯の舌側転位は隣接歯からみれば大きく現われるが、歯槽基底からみればその程度は軽度であると考えられる。

3. 中切歯について

中切歯の近遠心的位置と叢生の程度に一定の傾向は認められない。上下的位置については、叢生の程度が大きい場合、犬歯と同様に特に歯頸点上方に位置している。このことを各群の比較でみれば、A群とB群ではあまり差がなく、B群とC群で0.6mm程度の差がみられ、犬歯と同様に叢生の程度が大きい場合に歯頸点の上方位がみられる。松本 (1968)⁴⁸⁾は、叢生と歯肉炎の程度の間に関係があると述べており、今回の資料では、肉眼的に炎症所見のあるものをのぞいているため明らかではないが、このように歯頸点の上方位がC群で多くみられることから、隣接歯に比べ唇側位にある歯の唇側歯肉が退縮する傾向があることがうかがえる。叢生の程度と中切歯の前後的位置には明確な相関は認められないが、各群の比較でA群に比べB群、C群において切端点が前方に位置していることから、叢生歯列では正常歯列に比べ、中切歯の唇側転位があることが多いと考えられる。ただし、その程度は叢生の程度と比例しているわけではなく、比較的叢生の程度が小さいB群と、叢生の程度が大きいC群で著しい差は認められない。

C. 歯冠部におけるb点の上下的位置

b点は、歯冠唇面形態 (資料によっては近心隣接面も含む) にもある程度影響をうけると考えられるが、歯軸傾斜によって上下すると考えられ、前方に傾斜している歯では下方に、後方に傾斜している歯では上方に位置する傾向が認められる。これをより明確にするため、歯冠部におけるb点の上下的位置を計測した。

中切歯では叢生の程度との相関はみられないが、A群よりB群、B群よりC群と小さな値を示し、唇側傾斜が強くなっていると考えられるが、その程度はA群とB群の間で大きな差がみられ、前述のZ座標値と同様の傾向があった。

側切歯では、叢生の程度との相関が認められ、特にB群とC群の間で差が大きく、叢生の程度が大きいC群で大きな値を示しており、A群とB群の間では著しい差は認められない。したがって叢生の程度が大きい場合において、側切歯の舌側傾斜が著明であるものが多いと考えられる。しかし前述のようにa点のZ座標値がA群とC群においてあまり差がないことから、この舌側傾斜の回転の中心は歯根部ではなく、歯冠部に位置していると考えられる。

えられる。

犬歯では、その歯列弓上の位置関係から、この前後の傾斜は、近遠心的傾斜と唇舌的傾斜の両方に左右されると考えられる。この前後の傾斜は前歯部 discrepancy との相関が認められるが、各群の比較では、左右差があり一定の傾向は認め難い。これは資料によって、犬歯の捻転の程度等が異なり、正面観における犬歯の近心面観にばらつきがあるためと思われる。

D. 頭部X線規格写真上の中切歯傾斜度 (U-1 to FH) と各計測値の相関

前歯の歯軸は、口唇や舌等の周囲軟組織や、対合歯との咬合によって決定されると思われるので、各歯の歯軸は互いに関連をもっていると考えられるが、他方叢生歯列の場合は互いに隣接歯に影響され、歯軸は変化に富むことも予想される。しかし今回の資料では、側切歯、犬歯の各点の座標値は、叢生を示す指数に対するよりも、中切歯軸に対して高い相関を示しており、また歯軸の前後の傾斜を示す歯冠部におけるb点の上下的位置でも高い相関を示した。このことから、個々の歯は叢生の程度につれて転位するが、全体として互いに相関をもって、周囲組織や対合歯の影響により傾斜していると考えられる。

以上、上顎前歯部の形態について、正常群の形態の把握と、叢生歯列における歯の位置の分析を、モアレトポグラフィを用いた三次元計測によって行ったが、同法を矯正臨床に応用することは有意義であると考えられる。

結 論

上顎前歯部 (犬歯から反対側犬歯まで) の三次元形態を分析することによって、正常歯列の形態を把握し、正常歯列と叢生歯列の形態の相違を検索するため、モアレトポグラフィを用いて、上顎顎態模型の唇面観を観察を行った。本学学生より選んだ、137名 (男性81名、女性56名) の顎態模型、および側方位、後頭前頭位頭部X線規格写真を資料として、顎態模型の唇面観を規格的にモアレ写真撮影し、顔面正中線と、左側中切歯の歯槽陥凹点を基準にした上顎前歯部各部の三次元座標値を求めた。資料のうち、叢生度3以下で、前歯部被蓋関係が正常と思われる31名を正常群として、その形態の把握を行った。また全資料について、叢生度、前歯部 discrepancy と、三次元座標値との関連を検索した。さらに資料を叢生の程度によって、A群 (叢生度3以下, 32名)、B群 (叢生度4~7, 61名)、C群 (叢生度8以上, 44名)

の三群に分類し、各点の三次元座標値による比較を行い、次のような結果を得た。

1. 正常群において、歯冠唇面の左右的傾斜度は、中切歯、側切歯がわずかに近心傾斜を示し、犬歯は約80°と、正中側への傾斜が強くなっていた。歯冠唇面の前後の傾斜度は、中切歯が約87.5°、側切歯が約87°、犬歯が約85°で、わずかに後方傾斜を示した。

2. 正常群において、側切歯、犬歯の切端の位置、および歯冠唇面の前後の傾斜度は、中切歯のそれと高い相関を示した。

3. 叢生の程度が大きい群では、中切歯、犬歯は前方に位置する傾向があった。側切歯は、C群において後方に位置する傾向にあるが、歯槽基底からみればその程度は小さく、中切歯、犬歯の前方位によって強調されていると考えられる。

4. 中切歯、犬歯の歯頸点は、叢生の程度が大きくなるにつれて上方に位置しており、これは唇側歯肉の退縮や、歯の低位等が原因と思われる、C群において著明であった。

5. 犬歯間幅径は、叢生の程度との相関はみられず、

正常群において前歯部歯冠幅径の総和との相関が高いことから、矯正治療にあたって、犬歯間幅径を決定する場合、歯冠幅径を参考にすべきであると考えられる。

6. 歯冠部における歯冠前出点の上下的位置により歯の前後の傾斜をみると、中切歯ではA群とB群の間で差が大きく、B群で唇側傾斜が大きい。側切歯ではB群とC群の間で差が大きく、C群で舌側傾斜が強くみられた。

7. 各計測点のZ座標値は、頭部X線規格写真上のU-1 to FHとの相関が高く、叢生の程度を示す指数に対してよりも高い相関を示した。

稿を終るにのぞみ、本研究の機会を与えて下さり、終始御指導下さった福岡歯科大学歯科矯正学講座松本光生教授に心から感謝いたします。また懇切な御校閲を賜った九州歯科大学歯科矯正学講座佐藤通泰教授に深く感謝いたします。さらに本研究の遂行に際し、御教示下さった福岡歯科大学歯科矯正学講座山田 勲元助教授、ならびに木山恭一助教授に厚く御礼申し上げるとともに、御協力いただいた研究室各位に感謝いたします。

引用文献

- 1) Frush, J.P. and Fisher, R.D.: Introduction to dentogenic restorations. *J. Prosthet. Dent.* 5: 586—595, 1955.
- 2) Frush, J.P. and Fisher, R.D.: How dentogenic restorations interpret the sex factor. *J. Prosthet. Dent.* 6: 160—172, 1956.
- 3) Frush, J.P. and Fisher, R.D.: How dentogenics interpret the personality factor. *J. Prosthet. Dent.* 6: 441—449, 1956.
- 4) Frush, J.P. and Fisher, R.D.: The age factor in dentogenics. *J. Prosthet. Dent.* 7: 5—13, 1957.
- 5) Frush, J.P. and Fisher, R.D.: The dynesthetic interpretation of dentogenic concept. *J. Prosthet. Dent.* 8: 558—581, 1958.
- 6) 松本光生・黒田康子: 叢生歯列に関する研究. 第2編. 隣接する2歯の唇(頬)舌的ずれの大きさについて. *日矯歯誌* 30: 247—251, 1971.
- 7) Van Kirk, L.E. and Pennel, E.H.: Assessment of malocclusion in population groups. *Amer. J. Orthodont.* 45: 752—758, 1959.
- 8) Andrews, L.F.: Six keys to normal occlusion. *Amer. J. Orthodont.* 62: 296—309, 1972.
- 9) Bench, R.W., Gugino, C.F. and Hilgers, J.J.: Bioprogressive therapy. Part 12. *J. Clin. Orthodont.* 12: 569—586, 1978.
- 10) Steiner, C.C.: Cephalometrics in clinical practice. *Angle Orthodont.* 29: 8—29, 1959.
- 11) Ricketts, R.M.: Cephalometric synthesis. *Amer. J. Orthodont.* 46: 647—673, 1960.
- 12) Meadows, D.M., Johnson, W.O. and Allen, J.B.: Generation of surface contours by Moiré pattern. *Applied Optics* 9: 942—947, 1970.

- 13) Takasaki, H. : Moiré topography. *Applied Optics* 9 : 1457—1472, 1970.
- 14) 鈴木正根・金谷元徳・鈴木喜義 : モアレ縞による三次元計測. 精密機械 40 : 746—753, 1974.
- 15) 河合 幹・山本 忠・阿部本晴・北島 正・立花 充・根本辰朗・下郷和雄・宮田隆男 : 顔面形態の立体的計測法に関する考察. 日口外誌 20 : 599—604, 1974.
- 16) 荘 仁智 : 矯正治療による口蓋形態の変化に関する研究—モアレ縞による検討— 1. 成人女子上顎前突者について. 日大歯学 52 : 501—510, 1978.
- 17) 山部芳雄・浦野和雄・江口敬一・鴨頭和利・山田 勲・松本光生 : モアレトポグラフィによる矯正学的考察. 1. 下顎前突の逆被蓋改善前後の顔面の変化について. 日矯歯誌 39 : 330—342, 1980.
- 18) 浦野和雄・鴨頭和利・木山恭一・秦 俊二・山田 勲・松本光生 : モアレトポグラフィによる矯正学的考察. 2. 上顎前突の治療前後の顔面の変化について. 日矯歯誌 40 : 73—84, 1981.
- 19) 加文字幸雄 : 機能的顎矯正装置による前歯部反対咬合治療時の顔面軟組織の形態的变化に関する研究—モアレトポグラフィ法による検討—. 日大歯学 54 : 762—776, 1980.
- 20) 木山恭一・浦野和雄・江口敬一・松本光生 : Expansion screw を応用した space regainer の効果に関する臨床的検索. 日矯歯誌 39 : 482—498, 1980.
- 21) 中後忠男・石沢命久・作田 守・岩崎重信・細見一仁・河田照茂 : 頭部X線規格正貌写真分析法に関する正中線の決定について. 日矯歯誌 20 : 151—157, 1961.
- 22) 坂村友三 : Formatoron (生体外形測定器) の紹介. 歯界展望 37 : 745—746, 1971.
- 23) 腰原 好 : 顔面ならびに顎における形態と機能との相関性に関する研究. 歯科学報 68 : 329—355, 1968.
- 24) 田辺康晴 : 等高線図法による未手術口蓋裂患者の口蓋発育ならびに歯牙異常に関する研究. 歯科学報 71 : 995—1024, 1971.
- 25) 大塚嘉則 : モアレトポグラフィ —とくに脊柱変形診断への応用について—. 小児医学 13 : 1086—1110, 1980.
- 26) 太田信夫 : モアレ縞応用による顔面成長に関する横断的研究. 歯科学報 81 : 1343—1398, 1981.
- 27) 香月 武・川野芳春・田代英雄 : モアレトポグラフィ法による顎骨腫瘍患者の顎骨再建の評価. 形成外科 21 : 620—632, 1978.
- 28) 宮澤富雄 : 口蓋穹窿および歯列弓の形態からみた性別判定. 日大歯学 52 : 310—322, 1978.
- 29) 前田隆秀 : モアレ等高縞による小児の口蓋容積の研究. 小児歯科学雑誌 15 : 180—188, 1977.
- 30) 大里重雄 : 乳歯列の三次元的検索. 第4報. 上顎第二乳臼歯萌出に伴う上顎乳歯列および口蓋形態の経年的推移について. 歯学 64 : 1094—1140, 1977.
- 31) 尾崎 公・川崎泰右 : モアレトポグラフィの口腔領域の形態学への応用例. 映像情報 8 : 26—31, 1976.
- 32) 吉岡政雄・窪田洋一・上原 純・蔦 明江・青木英夫 : 頭部X線規格写真による顔貌と歯列について. 第1報. FH-Pl., Occ.-Pl., Mand.-Pl., Facial-Pl., および Esthetic-line の相関性. 補綴誌 13 : 174—183, 1969.
- 33) 佐藤博信 : 上顎前歯部正面観形態の増齡的变化. 九州歯会誌 34 : 489—511, 1981.
- 34) 生田輝久 : 判別函数による口蓋形態の性別判定—モアレトポグラフィ法の応用—. 日大歯学 51 : 313—320, 1977.
- 35) 高木みどり・宮澤富雄・牧田佳久・及川喜和・根橋舜三・竹井哲司・向井 敏 : 乳歯列期における口蓋の発育に関する研究—モアレトポグラフィ法による—. 日大歯学 53 : 828—837, 1979.
- 36) 大坪淳造 : 日本人成人正常咬合者の歯冠幅径と歯列弓及び Basal arch との関係について. 日矯歯誌 16 : 36—46, 1957.
- 37) 横田成三・佐藤通泰・吉田 穰・上田太郎・樋口幸生・太田俊平 : 新顎態診断法の実際. 日矯歯誌 23 : 110—115, 1964.
- 38) 横田成三・佐藤通泰・吉田 穰・上田太郎・樋口幸生・安永 博・太田俊平・堀川義治 : 新顎態診断法の実際 (その2). 日矯歯誌 24 : 116—125, 1965.

- 39) 富士川善彦：天然歯列弓における歯冠傾斜角度及び捻転角度の研究．口病誌 25：475—494，1958．
- 40) 饗庭格太郎・羽賀通夫・浮谷 実・江崎梅太郎・橋本 脩：前歯の排列の研究（第2報）．補綴誌 2：141—144，1958．
- 41) 瀬端悦子：日本人正常咬合者における歯牙・歯列弓形態の矯正学的研究．歯科学報 80：945—969，1980．
- 42) 小笠原稔：日本人成人顎骨歯槽部の解剖学的研究．1．歯槽窩軸の傾斜角度．歯科学報 69：639—664，1969．
- 43) Dempster, W.T., Adams, W.J. and Duddles, R.A. : Arrangement in the jaws of the roots of the teeth. *J. Am. Dent. Assoc.* 67：779—797，1963．
- 44) 羽賀通夫：前歯の美学．歯科ジャーナル 19：7—15，1984．
- 45) Tweed, C.H. : Indication for the extraction of teeth in orthodontic procedure. *Amer. J. Orthodont. & Oral Surg.* 30：405—428，1944．
- 46) 忠隈 亨：日本人成人顎骨歯槽部の解剖学的研究．2．歯槽窩．歯科学報 69：665—698，1969．
- 47) 松本光生・黒田康子・瀧 成和：叢生歯列に関する研究．第4編．叢生の程度と模型分析との関係．日矯歯誌 31：325—330，1972．
- 48) 松本光生：歯科矯正治療が歯周疾患に及ぼす影響—毛細血管生体観察法による研究—．日矯歯誌 27：1—22，1968．