

〔原 著〕

モアレトポグラフィ法の矯正診断への応用
— I 診断用の平均値データの作成 —

玉木 弘孝, 石井 英司, 松原 暁,
佐藤 元彦

東日本学園大学歯学部矯正歯科学講座

(主任: 佐藤 元彦 教授)

Application of Moire Topography
to Orthodontic Diagnosis

Hiroataka TAMAKI, Hideshi ISHII, Satoru MATSUBARA,
and Motohiko SATO

Department of Orthodontics, School of Dentistry,
HIGASHI-NIPPON-GAKUEN UNIVERSITY

(Chief: Prof. Motohiko SATO)

Abstract

Facial morphology of 8 to 9 year old male and female groups with normal occlusion were analysed using Moire topography as follows;

- 1) Characteristic Moire pattern.
- 2) Volume and volume ratio of each site of the face.

As a result, no significant differences were found statistically between the two groups. Based on this fact, we pooled these two groups into one group and calculated its mean values and standard deviations. Thus we obtained more precise and useful control data by which to evaluate facial soft tissue of the patient for orthodontic diagnosis.

Key words : Moire topography, orthodontic diagnosis, volume ratio, 3 dimensional analysis.

緒 言

矯正診断および矯正治療途中の評価において
顔貌軟組織の視覚的評価が大きな役割を果すが

従来その手段は観察する者の主観に負うところ
が多く、有効な情報として記録定量化して評価
するには不十分であった。したがって、現在行わ
れている顔貌軟組織の定量化の検討は主に頭

部 X線規格写真についてなされているのが実情である^{1,2,3)}しかし、頭部 X線規格写真は、二次元的計測のみであり、かつ正中矢状面上での評価を与えているにすぎない。そのため我々が、視覚的に得られる顔面全体の中での中顔面、下顎部の突出感、後退(陥凹)感等の情報を定量化するには限界がある。そこで顔貌の形態を写真の技術を用いて三次元的に定量化する方法が報告されている。その方法として、Stereophotography^{4,5)} Telecentric photography⁶⁾ Moire topography^{7,8)} 等の方法がある。その中で、Moire topography 法は、短時間で、かつ容易に三次元的分析が可能という面から、形成外科^{9,10)} 整形外科¹¹⁾ 領域での報告がみられる。歯科矯正領域では、石井¹²⁾ 山部¹³⁾ らが矯正治療前後の比較について発表しているが、直接これらを診断の一資料として使用している報告はない。

当教室では、不正咬合や顎の異常な関係が及ぼす顔面軟組織上の変化を、Moire topography 法を用い、三次元的な情報として客観的に把握するための研究が続けられている。

既に、東日本歯学雑誌第1巻、第1号においても、成人男子正常咬合者10名、反対咬合者9名を用いた顔面軟組織上の差の比較、検討について報告している^{14,15)} また、同群の頭部 X線規格写真の分析項目との相関についても報告している。これらにより Moire topography 法が成人男子顔面軟組織の三次元的評価に対し非常に有効なものであること、および頭部 X線規格写真計測値と相関があることが示された。そこで実際の臨床に応用するためのデータの作成が待たれていた。

今回我々は、当科初診時来院患者として最も頻度の高いと思われる8~9歳の男女正常咬合者のモアレパターン、顔面各部の体積、及び体積比の平均値、並びに標準偏差を検出し、低年齢の不正咬合者における診断、治療経過の評価に役立てようと試みたので、その結果を報告す

る。

資 料

当別小学校3年生児童(年齢8~9歳)正常咬合者、男子20名、女子20名を被検者としたモアレ写真、及び口腔内写真を用いた。なお正常咬合者の条件は前歯部被蓋関係の正常なものでかつ側貌が concave type、又は強い convex type に属しないものとした。

方 法

1) モアレ写真撮影装置、及び撮影方法

モアレカメラは、FUJINON MOIRE CAMERA FM3013(富士写真光機社製)を用いた。また、FUJINON MOIRE CAMERA FM3013用頭部固定装置(堅村製)を用い規格化を図った(Fig. 1)。

左右イヤードにより正中矢状面を決定した後、両側イヤードの中央と鼻尖部モアレ縞の中心の3点により作られる平面が、格子面と垂直になるように頭部を固定して、撮影を行った。写真は拡大率が実物と等倍になるよう引伸ばして現像された。

2) モアレ写真の解析方法

Fig. 2のように、得られたモアレ写真の等高線を示すモアレ縞黒線の太さの中央部をトレースした。各部体積については、黒縞に囲まれた内側の面積を計算して加え、黒縞と黒縞の高さの差2mmを掛けて、その部分の体積とした。

体積計算は、モアレ縞トレース線上の座標をデジタルタイザ(シー、エス、シー HIPAD)(Fig. 3)を用いて読みとり、コンピューター(NEC PC-9801)(Fig. 4)へ入力して、演算処理を行った。

a, 特徴的モアレパターンの検出

まず、左右外眼角を通るモアレ縞を『外眼角パターン』と定めた。つぎに、上唇モアレ縞のうち、口角の内側でかつ鼻翼内側を通る縞を

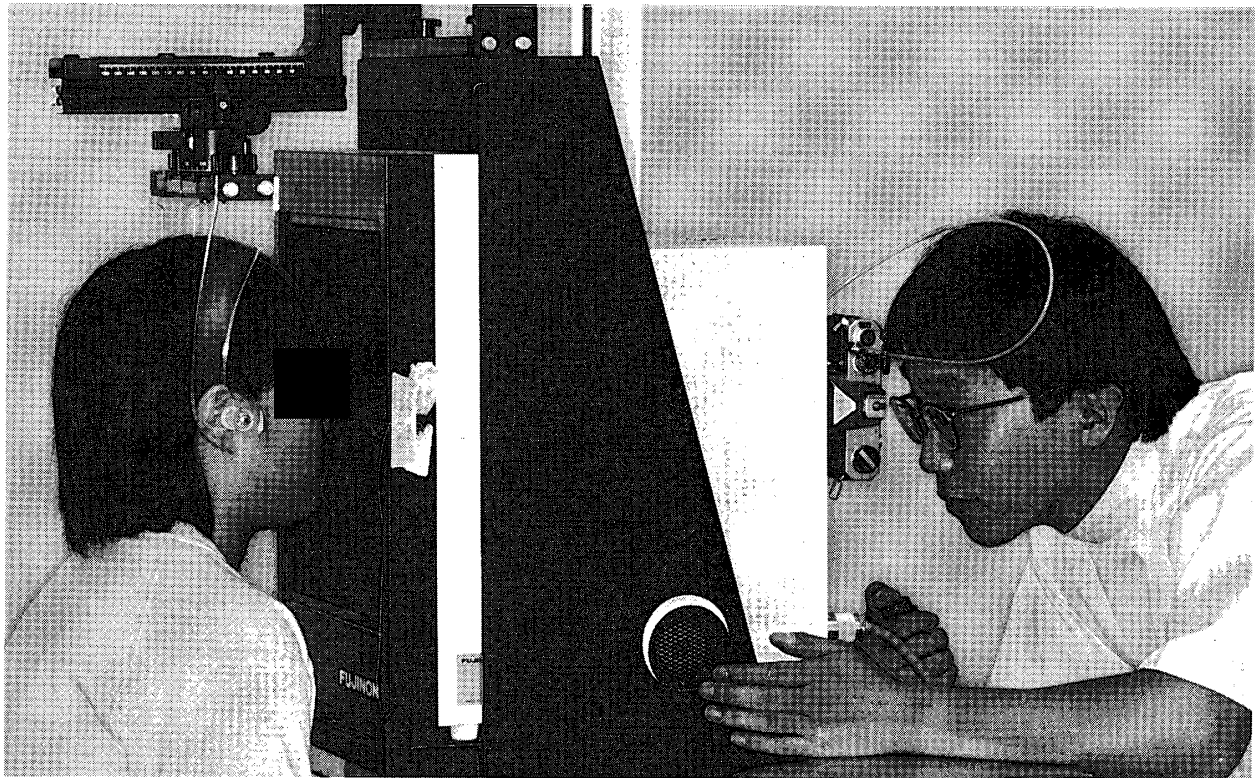


Fig. 1 Equipment for moire topography and head fixation

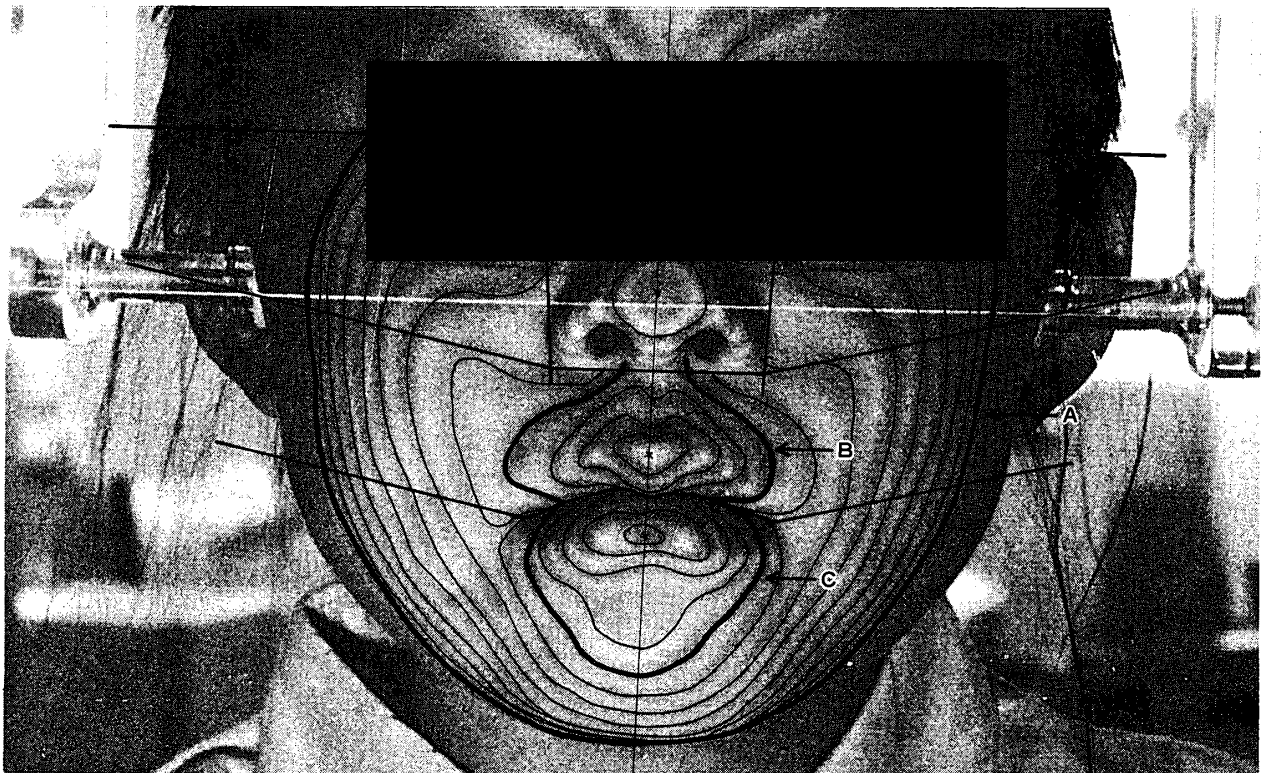


Fig. 2 Characteristic pattern of facial soft tissue
A: Lateral ocular angle pattern
B: Upper lip pattern
C: Lower lip pattern

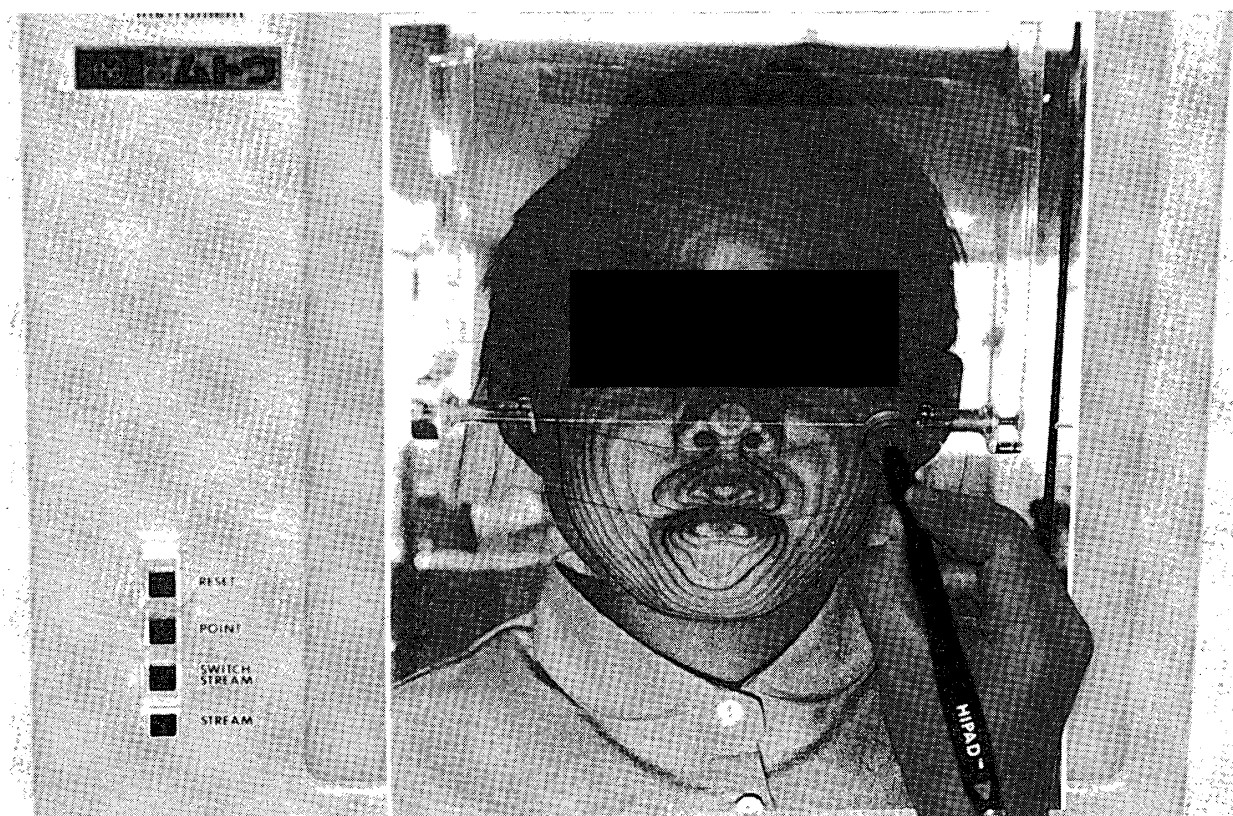


Fig. 3 Digitizer for image analysis

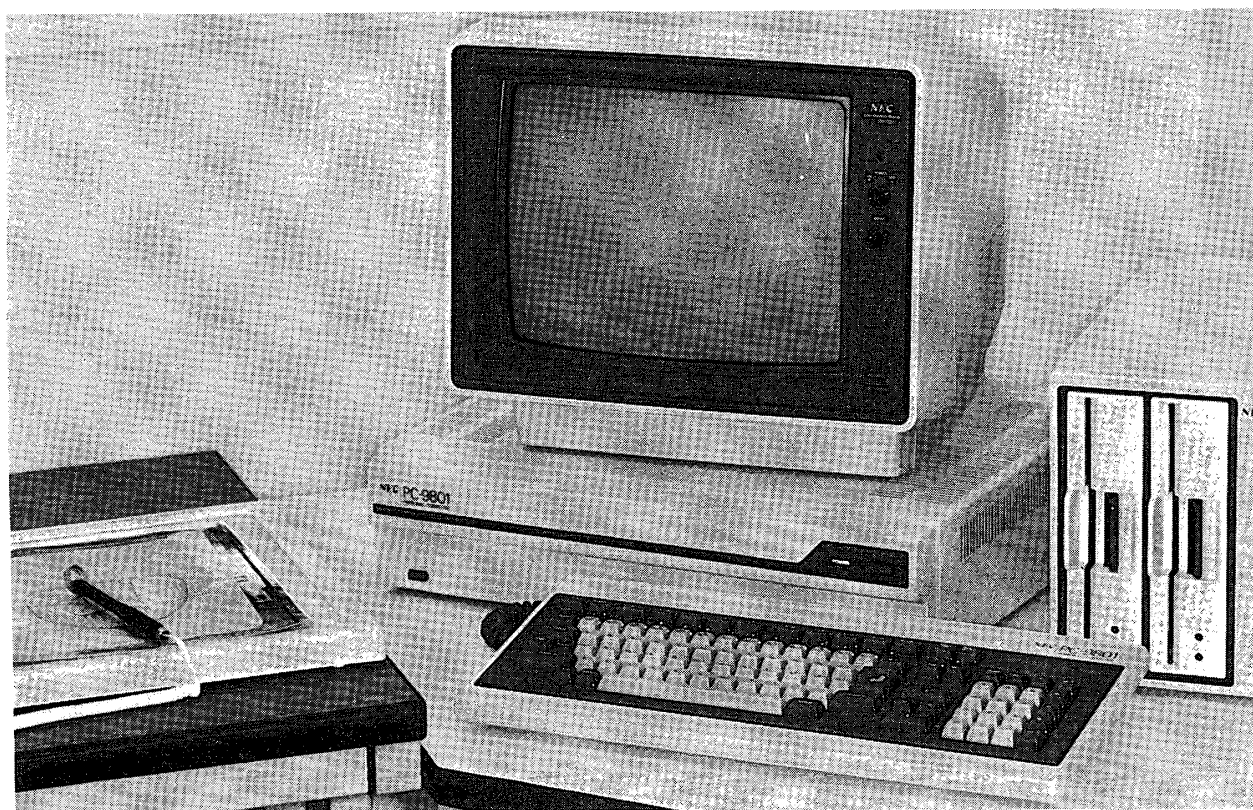


Fig. 4 Computer system for measurement of volume

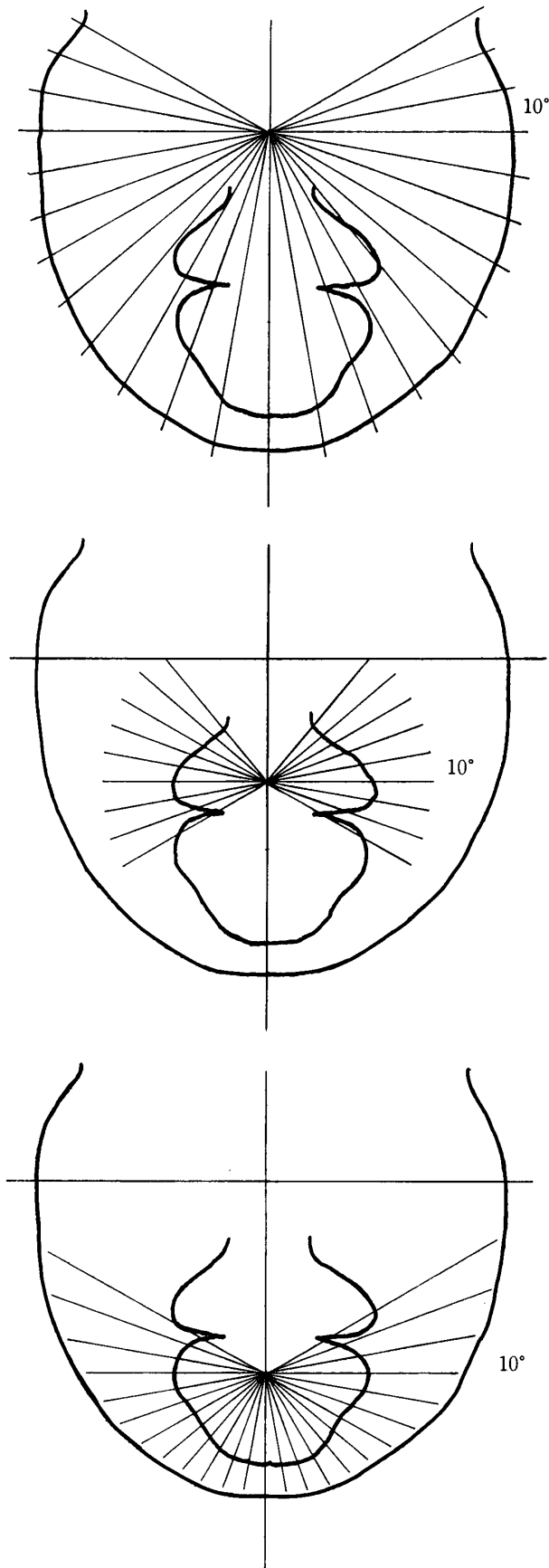


Fig. 5 Methods of obtaining characteristic pattern of facial soft tissue

『上唇パターン』とした。下唇については、上唇部で採用したモアレ縞と同じ高さの縞を『下唇パターン』とした。(Fig. 2)

鼻尖のモアレ縞の中心から10°毎の角度をもつ放射線状の線を設け (Fig. 5), 中心から外眼角パターンとの交点までの距離を測定した。つぎに上唇部の中心から、同様に放射線状の線を設け上唇パターンとの交点までの距離を測定した。下唇についても同様に求めた。上下口唇モアレ縞の中心の平均的位置を求めるため鼻尖モアレ縞の中心からの距離を測定した。

以上の結果を平均し男女各群の平均パターン及び標準偏差を求めた。

b, 顔面各部の体積, 体積比の算出

Fig. 6 に示すように, 外眼角パターンの内側を5部分に区分し, 各部分について, それぞれの体積を算出した。

Volume 1 = 上唇部体積

Volume 2 = 下唇部体積

Volume 3 = 上顎部体積

Volume 4 = 下顎部体積

Volume 5 = 眼瞼下部体積

また, 下記に規定する各部の間の体積比をそれぞれ求めた。

$$A = \text{上唇部} / \text{下唇部} = \text{Vol. 1} / \text{Vol. 2}$$

[下唇部に対する上唇部の相対的突出度]

$$B = \text{上唇部} + \text{上顎部} / \text{眼瞼下部} = (\text{Vol. 1} + \text{Vol. 3}) / \text{Vol. 5}$$

[眼瞼下部に対する上唇, 上顎部の相対的突出度]

$$C = \text{下唇部} + \text{下顎部} / \text{眼瞼下部} = (\text{Vol. 2} + \text{Vol. 4}) / \text{Vol. 5}$$

[眼瞼下部に対する下唇, 下顎部の相対的突出度]

$$D = \text{上唇部} + \text{上顎部} / \text{下唇部} + \text{下顎部} = (\text{Vol. 1} + \text{Vol. 3}) / (\text{Vol. 2} + \text{Vol. 4})$$

[下唇部, 下顎部に対する上唇部, 上顎部の相対的突出度]

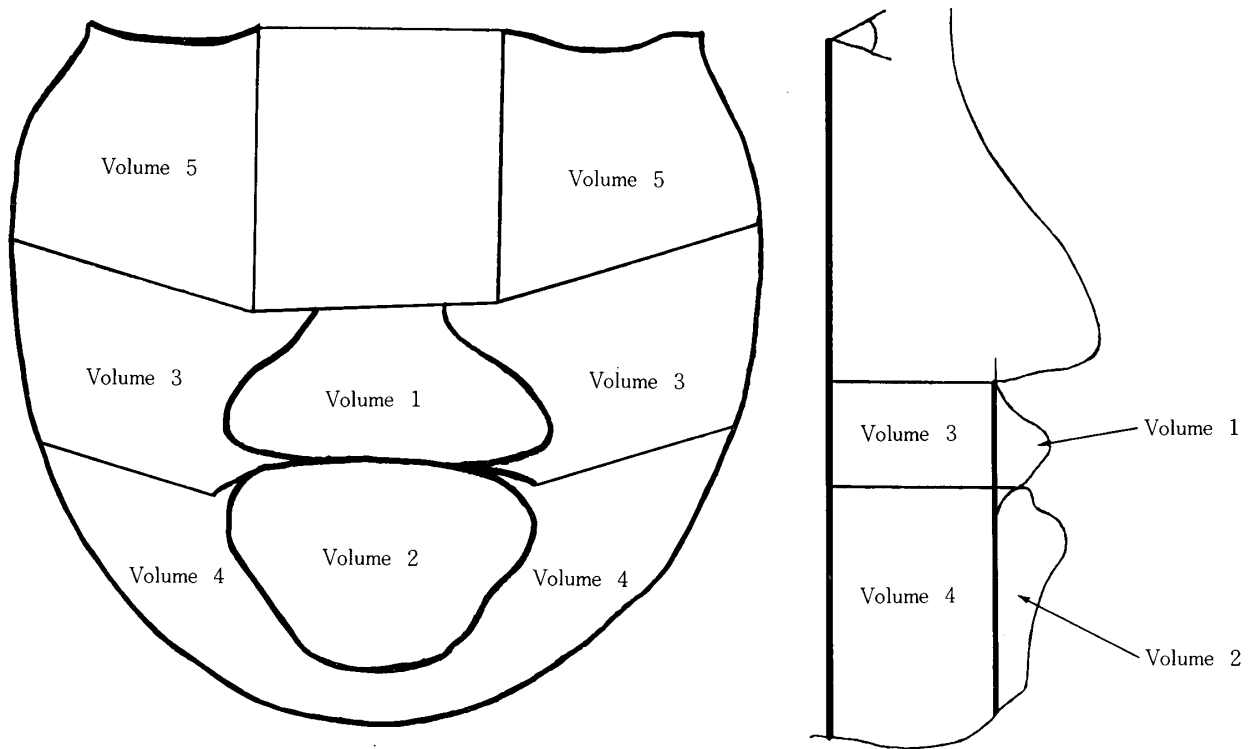


Fig. 6 Dividing method of facial volume

$$E = \text{上唇部} / \text{上顎部} = \text{Vol. 1} / \text{Vol. 3}$$

〔上顎部に対する上唇部の相対的突出度〕

$$F = \text{下唇部} / \text{下顎部} = \text{Vol. 2} / \text{Vol. 4}$$

〔下顎部に対する下唇部の相対的突出度〕

以上の方法で得られる男女各群の顔面各部の体積, 及び体積比の平均値, 並びに標準偏差を算出した。(Table 1, Table 2)

3) 男女間の差の検定

症例数を増やしてより精度の高い data とするため, 男女差について, 帰無仮説により両母集団が同一であると考えられるかどうか検定した。仮説の検定には, つぎに与えられる t 値を用いた。

$$t = \frac{M_1 - M_2}{Sp \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}}$$

(M_1, M_2 : 男女各群の平均値)

(N_1, N_2 : 男女各群の被検者数)

(Sp: 男女を pool した標準偏差)

結 果

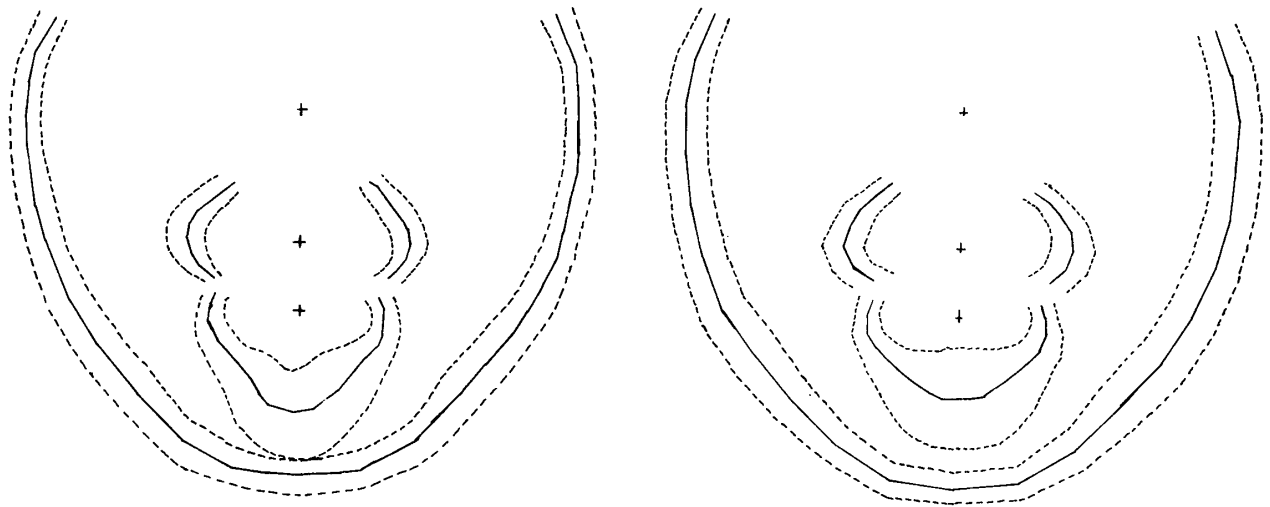
1) 男女各群の平均的モアレパターン作成図 (Fig. 7)

男女各群とも外眼角パターンの頬部外形線, および下唇パターンの下部外形線の標準偏差が他と比べやや大きく示された。しかし男女各群平均パターンの重ね合せを見る限り, 外眼角パターン, 上唇パターン, 下唇パターンにおける男女間の差はほとんど認められない。

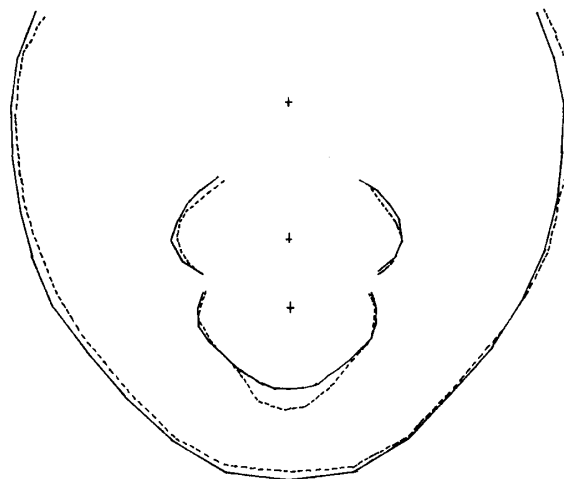
2) 男女各群の各部の体積, 体積比の平均値及び標準偏差 (Table 1, Table 2)

Table 1 の Volume 4 については, 男女各群ともに標準偏差の割合が少し大きく示された。また Volume 4 の男女の平均値も他の体積と比べるとやや差が開いている。Table 2 の体積比でみると下顎部の大きく関係した D, F でやはり比較的大きな男女差を認める。

全体的にみて Volume 2 の女子群の平均値のみ僅かに大きく, その他の部分では男子群の平



a) female group — mean pattern, - - - ±1S. D. b) male group — mean pattern, - - - ±1S. D.



c) Superimposed mean characteristic patterns of male group and female group
— male group, - - - female group

Fig. 7 Moire pattern

Table 1 Volume of each part (male and female)

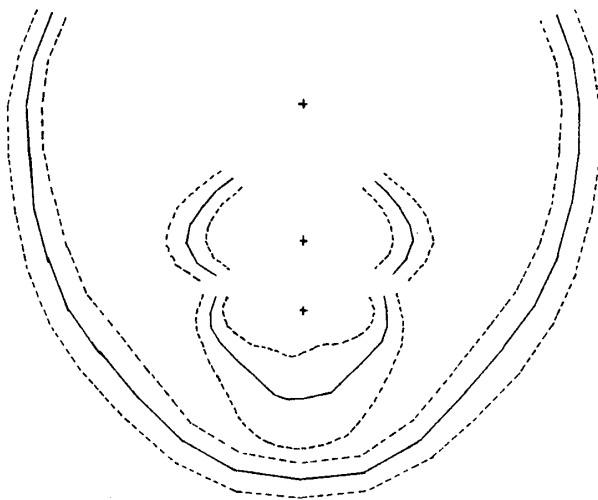
	Volume of each part of male		Volume of each part of female		t - value
	MEAN (mm ³)	S. D.(mm ³)	MEAN (mm ³)	S. D.(mm ³)	
Volume 1	4, 030. 68	1, 049. 62	3, 840. 30	813. 66	0. 64
Volume 2	3, 042. 44	2, 021. 88	3, 077. 44	1, 783. 01	0. 06
Volume 3	31, 361. 80	10, 393. 06	30, 379. 44	6, 878. 52	0. 35
Volume 4	30, 850. 40	13, 849. 40	26, 953. 80	9, 419. 20	1. 03
Volume 5	19, 076. 88	4, 117. 48	18, 345. 76	4, 432. 02	0. 53

均値の方がやや大きな値を示した。
しかし自由度40, 有意水準5パーセントレベ

ルにおいて $t = 2.02$ であり, Table 1, Table 2
に示されている体積, 体積比ともに男女各群の

Table 2 Volume ratio of each part (male and female)

	Volume ratio of male		Volume ratio of female		t - value
	MEAN	S. D.	MEAN	S. D.	
A	1.65	0.601	1.58	0.721	0.32
B	1.85	0.345	1.91	0.346	0.61
C	1.75	0.596	1.67	0.473	0.46
D	1.12	0.220	1.21	0.283	1.21
E	0.14	0.037	0.13	0.043	0.17
F	0.09	0.038	0.12	0.064	1.39

**Fig. 8** Mean characteristic pattern of 40 cases — mean pattern, ---- ± 1 S. D.

間の差の t 値の方がはるかに小さな値となり有意差を認めない。このことから、男女両母集団が同一であるという仮説が5パーセントレベルで棄却されないことになる。つまり男女各20症例を加えた40症例を一つの母集団と考える問題ないと考えられる。

そこで、男女合せた40症例の平均的モアレパターン、及び体積、体積比の平均値並びに標準偏差を算出した。

3) 男女40症例の平均的モアレパターン作成図 (Fig. 8)。

4) 男女40症例の体積、体積比の平均値、及び標準偏差 (Table 3, Table 4)。

Table 3 Volume of each part of 40 cases

	Volume of each part of 40 cases	
	MEAN (mm ³)	S. D. (mm ³)
Volume 1	3,935.48	943.89
Volume 2	3,059.94	1,906.27
Volume 3	30,870.40	8,826.46
Volume 4	28,902.20	12,002.48
Volume 5	18,711.32	4,293.24

Table 4 Volume ratio of each part of 40 cases

	Volume ratio of 40 cases	
	MEAN	S. D.
A	1.61	0.665
B	1.88	0.347
C	1.71	0.540
D	1.16	0.260
E	0.13	0.040
F	0.11	0.054

考 察

矯正臨床において、顔面軟組織の形態に関する研究には顔面写真、頭部 X線規格写真が主に用いられ、多くの研究報告がなされている^{1,2,3)} Steiner¹⁶⁾ Ricketts¹⁷⁾ Holdaway¹⁶⁾等はその鼻尖、口唇部、頭部の軟組織を頭部 X線規格写真トレース上で各々の方法で結んだ直線に対する位置関係から評価している。当然のことながらこれらは二次元的な計測であり、我々が患者を直接観察した時の一つの情報源とする Volume を数量化する事は不可能である。

これらを解決するための三次元的計測はわずかしかな行われていない^{18,19)}それらの中で等高線図法を用いて立体的情報を得るすぐれた方法として、Moire topography 法がある。今までにも、石井¹²⁾、山部¹³⁾らが行った断面による分析法などが報告されている。しかしそれらの方法は上

下の又は横断的に断面図を描くことにより三次元的データを二次元的データにもどして処理する方法であり、Moire topography 法から得られる豊富な三次元的データを十分に活用しているとはいえない。

当教室においては、これらに対する有効な方法として顔面各部の体積を計測する方法を考案、活用している。

今回我々は、実際に臨床上必要となるコントロール群としての低年齢児童男女正常咬合者モアレ写真より得られた資料をもとに検討を加えてみた。

I. モアレパターン

男女各群とも外眼角パターンの頬部外形線、及び下唇パターン下部外形線の標準偏差が他と比べやや大きく、これらの部分での正常咬合者における個人間のばらつきがあるものと考えられる。

男女各群の平均的モアレパターンの重ね合せにおいても下唇パターン下部に僅かな差がみられた。しかし他の部分においてはほとんど差はみられない。

II. 顔面各部体積, 体積比

男女各群の顔面各部体積の中では下顎部の体積を表す Volume 4 の標準偏差の割合が比較的大きく、それだけ個人間の顔貌の違いが同部つまり下顔面部の突出度の差として生じることが多いものと解釈される。

さらに Volume 4 の男女の差をみると他の部分よりやや差が大きく表れ、男女間においても下顔面部の突出度に差が生じやすいことが示唆される。体積比でみても下顎部の大きく関係した D, F でやはり比較的大きな男女差を認めた。

全体的にみて Volume 2 以外の各部体積において男子の方がやや大きな平均値を示していた。

しかし顔面各部の体積, 体積比における男女差の t 検定では、5 パーセントレベルで t 理論値よりもそれぞれかなり小さな値を示し、両群

間の有意差が認められなかった。

以上のことから男女各20症例を加えた40症例を一般母集団と考え、より精度の高いデータを計算した。このようにして得られた40症例の平均的モアレパターン, および体積, 体積比の平均値並びに標準偏差がこれからの矯正臨床診断, 治療経過の評価に有効に使われるものと考えられる。

今後, 他の年齢群のデータを調べ, 成長, 発育による変化, 頭部 X 線規格写真との関連等へ研究を進めていきたいと考えている。

ま と め

8~9歳の男女正常咬合者における顔面形態を Moire topography 法を用いて次の項目について調査した。

- 1) 特徴的なモアレパターン
- 2) 顔面各部の体積, 体積比

その結果得られたデータには統計学的に殆ど男女差が認められなかった。従ってこの年齢群ではモアレ写真により得られた情報を同一母集団としてみなすことが可能である。これにより男女を合わせ一群とした母集団の平均値, 標準偏差を求め, 当科患者を評価するうえでのより精度の高いコントロールデータを得ることができた。

文 献

1. 近藤悦子: 日本人成人男女についての頭部 X 線規格正貌写真法による検討, 日矯歯誌, 31; 117-136, 1972.
2. 三谷英夫: 顎顔面頭蓋における年間成長量と成長率の追跡, 一7歳から15歳まで—第1報, 年間成長量の追跡, 日矯歯誌, 31; 307-318, 1972.
3. 三谷英夫: 顎顔面頭蓋における年間成長量と成長率の追跡, 一7歳から15歳まで—第2報, 年間成長量の追跡, 日矯歯誌, 33; 40-48, 1974.
4. Berkowitz, S. Krischer, J., and Pruzansky, S.: Quantitative analysis of cleft palate casts, The Cleft Palate Journal, 11; 134-161, 1974.

5. Savara, B. S. : Applications of photogrammetry for quantitative study of tooth and facemorphology, *Amer. J. Phys. Anthropol.*, 23; 427-434, 1965.
6. Robertson, N. R. E. : Telecentric photogrammetry. Its development, testing, and application, *Amer. J. Orthodont.*, 80; 623-637, 1981.
7. Graham, R. : Moire topography, *British Journal Photography*; 846-867, 1973.
8. Takasaki, H. : Moire topography, *Appl. Opt.*, 9; 1457-1472, 1970.
9. 香月 武, 川野芳春, 田代英雄: モアレトポグラフィー法による顎骨腫瘍患者の顎骨再建の評価, *形成外科* 21; 620-631, 1978.
10. 河合 幹, 山本 忠, 阿部本晴, 北島 正, 立松 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.
11. 井上俊一, 辻 陽雄, 大塚喜則, 鈴木 弘, 篠遠 彰: Moire topography, *整形外科*, 28; 746-755, 1977.
12. 石井英司, 武内 豊, 鈴木 暁, 正木史洋, 霧島慶司, 阿部和彦: モアレトポグラフィーの歯科矯正学への応用, *北海矯歯誌*, 7; 72-81, 1979.
13. 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ー法による矯正学的考察, *日矯歯誌*, 39; 330-342, 1980.
14. 村井 茂, 石井英司, 玉木弘孝, 佐藤元彦: 上顎劣成長を伴う Skeletal Class III症例の術前術後顔貌のモアレトポグラフィーによる三次元的検討, *東日本歯誌*, 1; 153-171, 1982.
15. 村井 茂, 佐藤元彦, 石井英司, 田中大順, 富田 孝, 渡辺康次郎: モアレトポグラフィー法による顔面形態の三次元的分析の検討(第一報), *日矯歯誌*, 41; 291-301, 1982.
16. Jamieson, S. A. : Outline for soft tissue analysis, *Guraduate orthodontic lecture series and report (Northwestern University Dental School)*, 1973.
17. Ricketts, R. M. : A foundation for cephalometric communication, *Amer. J. Orthodont.*, 46; 33-357, 1960.
18. 大内英男, 椎名統治, 西口定彦, 延島三男, 伊東宣昌: Photogrammetry による顔面観察(第2報), *日矯歯誌*, 22; 62-65, 1963.
19. 大内英男, 西口定彦, 延島三男, 伊東宣昌: Photogrammetry による顔面観察(第2報), *日矯歯誌*, 23; 201-210, 1964.