

[原 著]

反対咬合症例の多変量解析法による類型化の試み

石井 英司, 小笠原潤治, 松原 暁,
真鍋 淳

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)

A Stereotyped Analysis of Reversed Occlusion Cases by Means of Multivariate Statistical Analysis

Hideshi ISHII, Junji OGASAWARA, Satoru MATSUBARA,
and Jun MANABE

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

(Chief: Prof. Motohiko SATOH)

Abstract

The formation of stereotyped logical model and the extraction of factors contributed to the formation of characteristics of the cases were studied by means of principal component analysis, cluster analysis and discriminant function analysis, using lateral cephalograms of 78 reversed occlusion cases.

Followings were findings:

1. Principal component analysis enabled to classify the cases obscurely and to extract the factors contribute to the each principal component.
2. Reversed occlusion cases were classified to 3 groups, which resembled to the clinical classification (skeletal, skeletodental and dental), by the means of cluster analysis. And skeletal cases were divided to 3 groups clearly.
3. Clinical classification of our clinic did not always coincide to the result of cluster analysis and discriminant function analysis, although the classification of skeletal cases was appreciate.

Key words : Reversed occlusion, multivariate analysis, principal component analysis, cluster analysis, discriminant analysis.

緒 言

Ⅲ級不正咬合の矯正治療は、非常に困難であるとされており、とりわけ、骨格性に異常のある場合、矯正治療のみでの改善が不可能であることも多く経験する。しかし、ここ数年来報告されているように、顎矯正装置により、顎骨自体への attack が行われることにより、かなりの割合の骨格性反対咬合症例を、矯正治療により改善する事が可能になってきた。そしてそれは、骨格性反対咬合症例に対する有効な治療手段として確立されつつあるといえることができる。^{1,2,3)}

しかし、そのような治療法を採択する場合の診断、または適応症、禁忌症などについては、全く報告が見られない。また、そのうえに、骨格性反対咬合症例の診断に応用されるべき形態的特徴についての報告も、成長発育を扱ったものを除けば驚くほど少ない。

歯科矯正学の分野において、不正咬合の診断、およびその治療に際して、従来から、頭部X線規格写真法を用いて、歯・顎・顔面頭蓋の形態的不正を定量的に把握する試みが行われてきている。しかし、種々の計測法で計測された膨大な data を総合的に把握し、診断に到達させるには、豊富な経験が必要であると同時に、得られた診断は、術者の主観に大きく左右されるものであることも否定できない。

そこで今回は、多変量解析法の手段の一部を用いて、初診時の頭部X線規格写真の計測値からなる data を統合的な変量におきかえることにより、各症例を把握し、診断、治療方針を引き出し易い形とすることを目的として、本研究を行った。

上記目的遂行のため、次の3つの段階が考えられる。

1. 患者が表わす種々の変量を、我々が理解し易い形の主成分に置き換えること、およびその主成分検出の際の各因子の意味づけを行う。

2. 類似症例の検出を行う。それが妥当性がある場合、それらの術後の data と照らし合わせるにより治療方針を立てることがより容易となるであろう。

3. 臨床的には、現在、主に A-B diff, および、下顎の vertical な問題を主要因として、各反対咬合症例を、skeletal case, skeletodental case, dental case の3つに分類し、各群でそれぞれ、chin cap と前方牽引装置の併用, chin cap と lingual arch の併用, light wire 装置で、被蓋改善などの反対咬合症例に対する第1段階の治療を行っているのが現状である。これがどのような妥当性があり、その際、実際には主にどのような項目が主眼点となって分類が行われているかについても統計的に調査する。

研究資料

東日本学園大学歯学部附属病院矯正歯科に来院し治療を行った、初診時8歳から11歳までの男女前歯部反対咬合症例78名（男子44名、女子34名）の初診時頭部X線規格写真を資料として用いた。

各症例の治療内容の内わけは、chin cap と上顎前方牽引装置の併用34名、chin cap と lingual arch 20名、light wire appliance 24名である。

研究方法

計測項目は Fig. 1, 2 に示すように角度計測21項目、距離計測2項目であった。なお、側方頭部X線規格写真の透写図作成にあたっては、誤差をできるだけ少なくするため、すべて同一人でおこなった。

計測は、座標読みとり装置 (Hipad, Houston Instrument) で座標値としてパーソナルコンピュータ NEC 9801に入力、角度への変換を行い、種々の演算を行った。同一症例について、入力は2度ずつ行い、その平均値を取ることで計測誤差の減少をはかった。

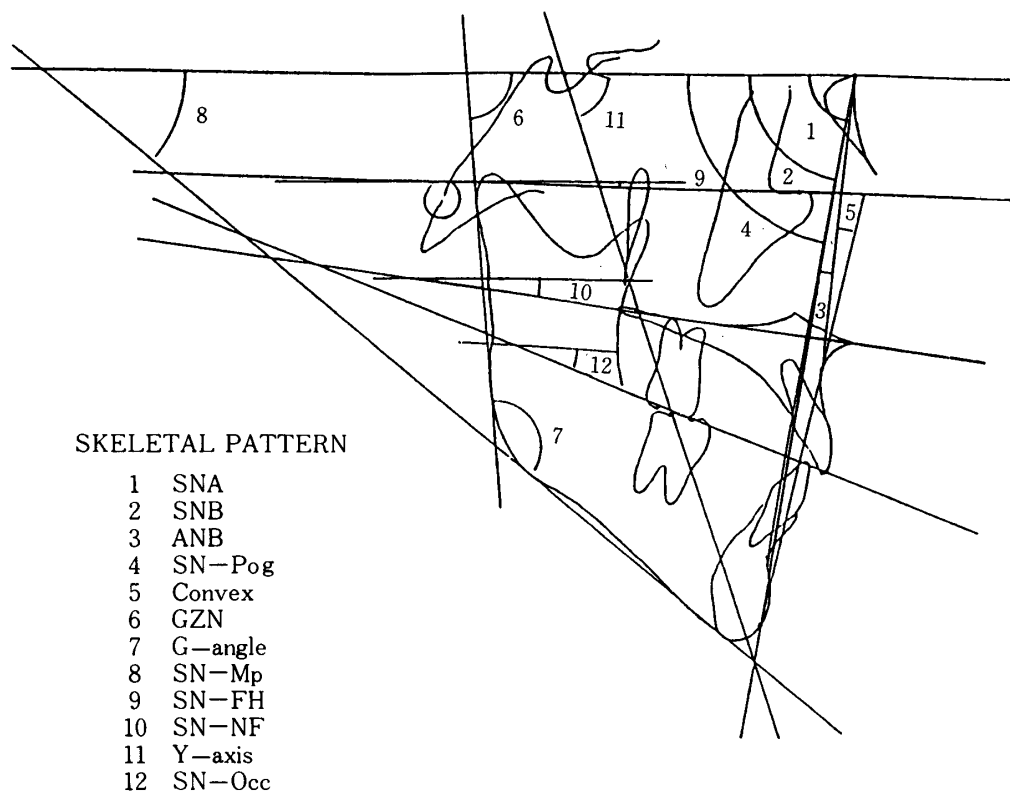


Fig. 1 Method of measurement for this study

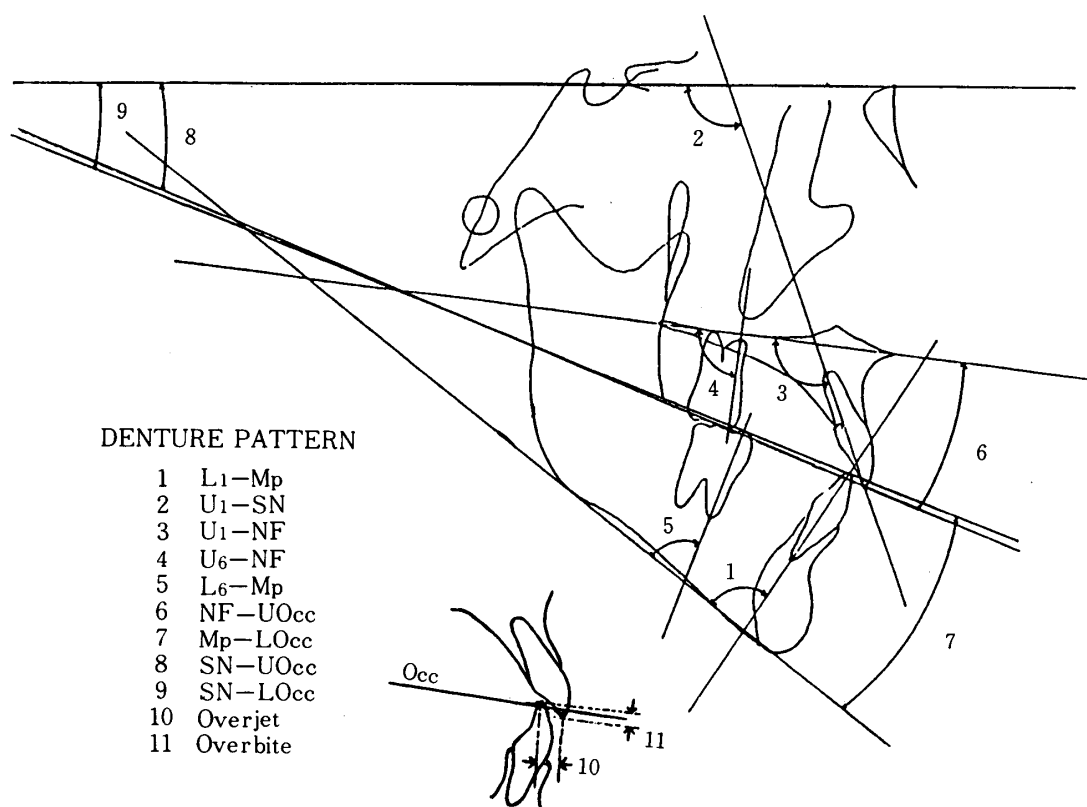


Fig. 2 Method of measurement for this study

1. 計測項目

角度計測として, SNA, SNB, ANB, SN-Pog, angle of convexity, GZN, Gonial angle, SN-Mp, SN-FH, SN-U0cc, SN-L0cc, L1-Mp, U1-SN, U1-NF, Y-axis, U6-NF, U6-Mp, SN-0cc について計測した。

距離計測として, Occlusal plane に対する水平被蓋, 垂直被蓋を overjet, overbite として計測した。

2. 統計処理

上記の計測項目計測値について, 反対咬合症例について頭蓋顔面様相の定量的分類とその識別に必要な有効変数の選択のために, 以下の3通りの分析を行った。

1) 78症例の全計測項目について主成分分析を適用した。それにより得られた主成分スコアの各因子の意味について考察する。

2) 全症例の計測値のうち skeletal pattern の11項目について, クラスター分析を行い, そこで分類された各グループについて判別分析を行い有効性を検討する。

3) 今回調査した症例は, 各々 skeletal, skeletalodental, dental case と臨床的に分類し, それに応じた治療を行った症例群であるが, その分類にどの程度正当性があるのか, 判別分析で分析し, その分類分けの根拠を探索する。

1. 主成分分析法について

Table1に示すように n 人より得られた p 個の特性値 X_1, \dots, X_n から次式に示すような主成分 Z を定めたいとする。

$$Z = \ell_1 X_1 + \ell_2 X_2 + \dots + \ell_n X_n \quad (1)$$

$$\text{ただし, } \sum_{j=1}^n C_j^2 = 1 \quad (2)$$

とする。

次に, Z_1, \dots, Z_p からなる vector を Z とする。

$$Z = \begin{bmatrix} Z_1 \\ \vdots \\ Z_p \end{bmatrix} = X_c \quad (3)$$

その時, Z の分散を最大化することは $Z^T Z$ を最大化することであり

$$Z^T Z = C^T X^T X_c \quad (4)$$

とあらわせるので, 結局 $C^T C = 1$ という条件下で(4)式を最大化する C を求める問題に帰着する。ラグランジュ乗数 λ を用いてラグランジュ関数 L をつくる。

$$L = C^T X^T X_c - \lambda (C^T C - 1) \quad (5)$$

最適 \hat{C} は

$$\frac{1}{2} \frac{\partial L}{\partial C} = X^T X_c \hat{C} - \lambda \hat{C} = 0$$

の解として与えられ

$$X^T X_c \hat{C} = \lambda \hat{C} \quad (6)$$

であることから \hat{C} を $X^T X_c$ の個有 vector にとれば Z の分散は極値化される。しかも

$$Z^T Z = \hat{C}^T X^T X_c \hat{C} = \lambda \hat{C}^T \hat{C} = \lambda \quad (7)$$

であるから最大個有値 λ_1 と, その個有 vector を採用すればよいことがわかる。以上一般化すると次のようになる。サンプルデータに対する総合指数を N 個決めるには行列 $X^T X$ の個有値のうち, 大きい方から m 個の $\lambda_1, \dots, \lambda_m$ を取りそれに対する個有 vector C_1, \dots, C_m を係数にして(1)式より Z を作ればよい。このような総合指標化を第 m 主成分までとった主成分分析と呼ぶ。

2. クラスター分析について

クラスター分析とは, 距離行列に基づいて分類を行う手法である。

Table 1

Sample	Variables	Principal components
1	$X_{11} X_{12} \dots X_{1n}$	$Z_{11} Z_{12} \dots Z_{1m}$
2	$X_{21} X_{22} \dots X_{2n}$	$Z_{21} Z_{22} \dots Z_{2m}$
\vdots	\vdots	\vdots
p	$X_{p1} X_{p2} \dots X_{pn}$	$Z_{p1} Z_{p2} \dots Z_{pm}$

距離としてはユークリッド距離を用い、最短距離を算出することにより、デンドログラムを作成した。

3. 判別分析について

重回帰分析は多変数から回帰式を作り、合成変量を求めて、予測をしたり、変数の重要さを検討するものであるが、重判別分析も同じように、多変数から判別式をつくりそれを用いて各群への分類を行ったり変数を検討するものである。

重回帰式では、目的変数は間隔尺度であったが、判別分析においては、目的変数は分類尺度である。

手順としては、P次元空間を考え、標本の個体がある中で点で表されるとした時、各群の重心からのマハラノビス汎距離Xを求め、Xが最も小さい群に属すると判定するものである。

研究成績

研究1；

本研究に用いた症例の初診時計測値、標準偏差をTable 2に示した。主成分分析の結果78症例の初診時計測値から導かれた主成分の個有値、寄与率、累積寄与率をTable 3に示した。さらに累積寄与率75%以上の主成分についてそれらの個有値、累積寄与率、個有vectorをTable 4に示した。

Table 2

	Mean	S. D.
SNA	81.475	3.564
SNB	81.770	3.549
ANB	- 0.297	3.110
SN-Pog	80.985	3.474
Convex	179.122	6.809
GZN	82.302	4.067
G-angle	134.663	4.060
SN-Mp	36.894	5.168
SN-FH	5.146	3.239
SN-NF	8.935	2.981
SN-UOcc	22.374	5.123
SN-LOcc	14.126	6.634
NF-UOcc	13.410	4.727
Mp-LOcc	22.885	3.962
L ₁ -Mp	84.988	6.242
U ₁ -SN	103.690	7.183
U ₁ -NF	112.596	6.567
Y-axis	68.292	3.470
U ₆ -NF	82.670	6.181
U ₆ -Mp	82.593	7.057
SN-Occ	18.188	5.022
Overjet	-26.948	17.699
Overbite	38.628	25.420

Mean value, S. D. of 23 variables

Table 3

Principal component	Eigenvalue	Proportion of variance	Cumulative proportion
		%	%
1	8.490	36.9	36.9
2	3.896	16.7	53.6
3	2.792	12.4	66.0
4	2.091	9.1	75.1
5	1.204	5.2	80.3
6	1.059	4.6	84.9
7	0.777	3.4	88.3
8	0.742	3.2	91.5

Eigenvalue, proportion of variance and cumulative proportion of principal component analysis

累積寄与率は, 第1, 第2主成分で53%である。このことから個体の変動を左右する2つの大きな因子(主成分)によって50%以上が説明できる。

第1主成分は各計測値の前後のおよび上下の大きさを表わす因子である。符号が混在してい

るのは, 角度の計測方向の差によるものである。第2主成分は上下顎の相対的な前後的位置関係に大きく左右される因子であるということができる。

Table 4

Principal components	1	2	3	4
Eigenvalue	8.490	3.896	2.792	2.091
cumulative proportion	36.9%	53.6%	66.0%	75.1%
Eigenvectors				
SNA	0.132	0.272	0.360	0.135
SNB	0.303	-0.027	0.189	0.076
ANB	-0.194	0.343	0.196	0.067
SN-Pog	0.309	-0.045	0.170	0.049
Convex	0.181	-0.339	-0.207	-0.091
GZN	-0.256	-0.036	-0.150	-0.186
G-angle	-0.118	-0.060	0.109	0.552
SN-Mp	-0.291	-0.078	-0.028	0.292
SN-FH	-0.136	-0.073	-0.406	-0.038
SN-NF	-0.150	-0.203	-0.268	-0.032
SN-UOcc	-0.217	-0.302	0.214	-0.076
NF-LOcc	-0.312	0.074	0.022	0.076
NF-UOcc	-0.140	-0.200	0.401	-0.062
Mp-LOcc	0.126	-0.230	-0.082	0.253
L ₁ -Mp	-0.017	0.364	-0.064	-0.143
U ₁ -SN	0.232	0.140	-0.206	0.265
U ₁ -NF	0.185	0.064	-0.350	0.269
Y-axis	-0.318	0.009	-0.11	0.065
U ₆ -NF	0.100	-0.148	0.003	0.270
U ₆ -Mp	0.117	0.188	-0.075	-0.421
SN-Occ	-0.310	-0.104	0.127	0.011
Overjet	-0.107	0.310	-0.067	0.087
Overbite	0.141	-0.351	0.176	-0.174

Eigenvector of principal component analysis (beyond 75%)

つぎに、4主成分に対して varimax rotation を加え、得られた結果について解釈を加えた。(Table 5) 第1主成分は SNA, SNB, SNP, GZN, SN-Mp, SN-NF, Y-axis に大きな負荷を持ち、前後のおよび上下的な顔面の位置を表わす因子である。また上下的方向と前後的方向は逆方向を示す。第2主成分は、ANB, angle

of convexity に大きな負荷を持ち上下顎の相対的な前後的位置関係に左右される因子である。第3主成分は U1-SN, U1-FH に大きな負荷を持ち、上顎前歯の歯軸に左右される因子である。第4主成分は Gonial angle, SN-Mp に大きな負荷を持ち、下顎骨の形態に大きく左右される因子である。

Table 5

	1'	2'	3'	4'
SNA	0.734	0.664	-0.102	0.008
SNB	0.875	-0.131	-0.330	-0.153
ANB	-0.1577	0.891	0.252	0.181
SN-Pog	0.872	-0.229	-0.307	-0.177
Convex	0.121	-0.928	-0.207	-0.188
GZN	-0.861	0.207	0.057	-0.165
G-angle	-0.016	0.076	0.023	0.983
SN-Mp	-0.638	0.206	0.059	0.639
SN-FH	-0.950	-0.146	-0.191	-0.093
SN-NF	-0.637	-0.117	0.119	0.140
SN-UOcc	-0.308	-0.114	0.378	0.169
SN-LOcc	-0.554	0.297	0.127	0.398
NF-UOcc	0.063	-0.053	0.335	0.097
Mp-LOcc	0.054	-0.232	-0.125	0.203
L ₁ -Mp	-0.087	0.755	-0.225	-0.434
U ₁ -SN	0.329	-0.095	-0.865	-0.047
U ₁ -NF	0.077	-0.155	-0.903	0.001
Y-axis	-0.811	0.252	0.210	0.392
U ₆ -NF	0.185	-0.091	-0.075	0.003
U ₆ -Mp	0.215	0.051	0.072	-0.501
SN-Occ	-0.500	0.138	0.267	0.329
Overjet	-0.272	0.303	-0.025	0.101
Overbite	0.343	-0.429	0.225	-0.344

Factor loading after varimax rotation

つぎに、それによって各個体がどのように類型化されるかを示すため、顔面の特徴を表わす主成分のうちで大きな個有値を示す第1、第2主成分スコアをプロットした。(Fig. 3)これにより、我々が定めた skeletal, skeletodental,

dental の3つの群がどこに位置するかを調べた。

明瞭な区分わけは出来なかったが、それにより、skeletal group は、比較的第4象限に集まる傾向が見られる。

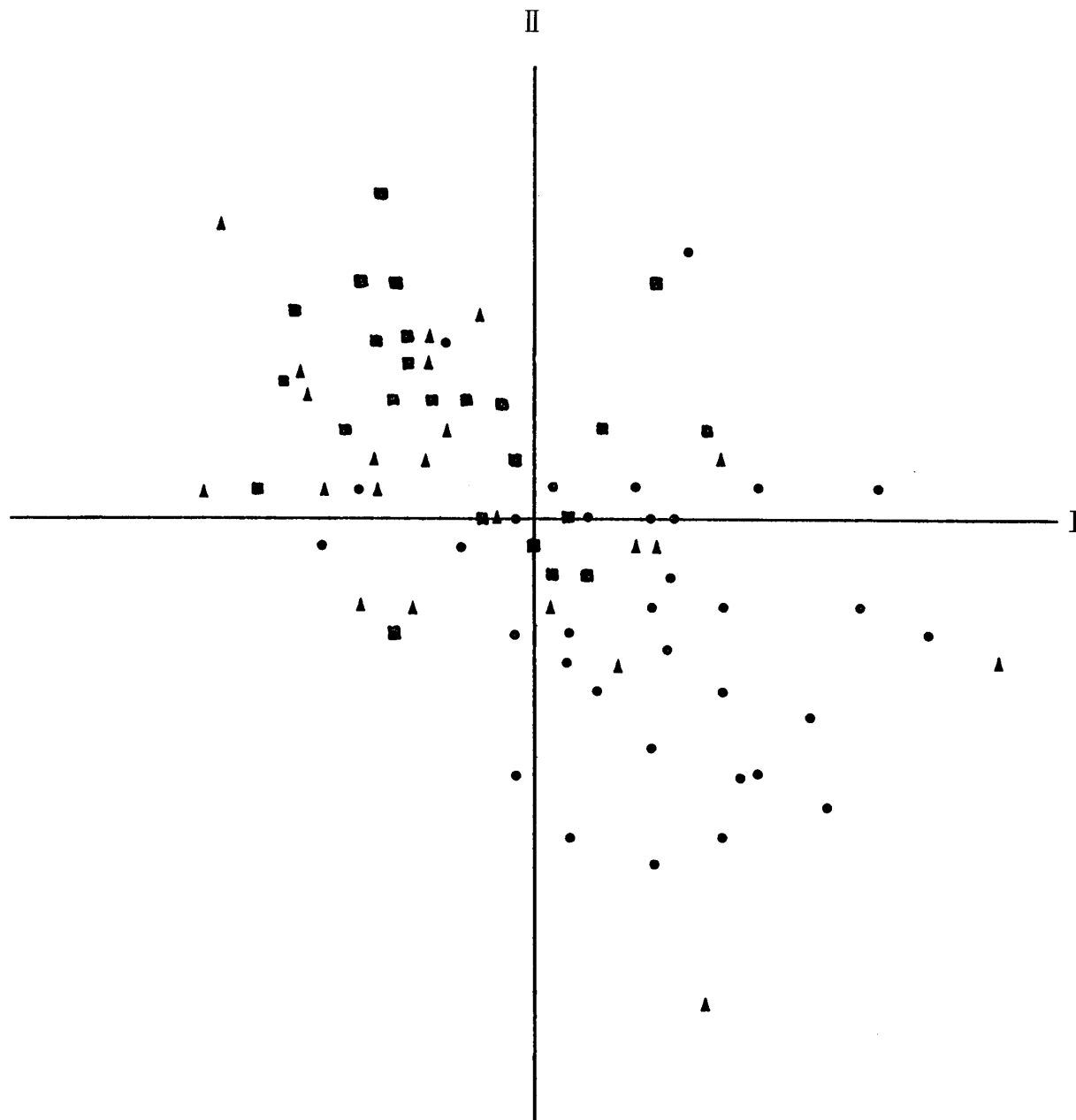


Fig. 3 Plots of principal component.
 ● Chin cap and M.P.A. used in treatment
 ▲ Chin cap and lingual arch used in treatment
 ■ Light wire used in treatment

研究2；

78症例に対し、skeletal patternの項目のみ11項目、SNA, SNB, ANB, SNP, angle of convexity, GZN, SN-Mp, SN-FH, SN-NF, Y-axisの計測値を用いて、クラスター分析を施した。Fig. 4が、得られたデンドログラムを示している。結果より、本研究で用いられた反対咬合症例は、大きく2つに分類され、それぞれがさらに4つずつ、合計8つにグループ分けすることができる。各グループは距離の近い順にならんでいる。

つぎに、どのように分類されているかを調べるため、各群の各計測値を飯塚、他の計測値より作成した平均値ポリゴン表に作図した(Fig. 5)。

これより、Group1, Group2, Group3はいずれもANBが-4度前後を呈し、他群に比べ著しいskeletal class IIIの傾向を呈していることがわかる。

またGroup4とGroup5は別々の群に属してはいるが、ANBもほぼ同じで、2群間の計測値のちがいが顎顔面のSを中心とした回転に由来していることが推察される。したがって、Group4とGroup5を別の群とするとGroup1, 2, 3からなる群、Group4, 5からなる群、Group6, 7, 8からなる群にわけることができる。各群の平均値をTable 6に示した。

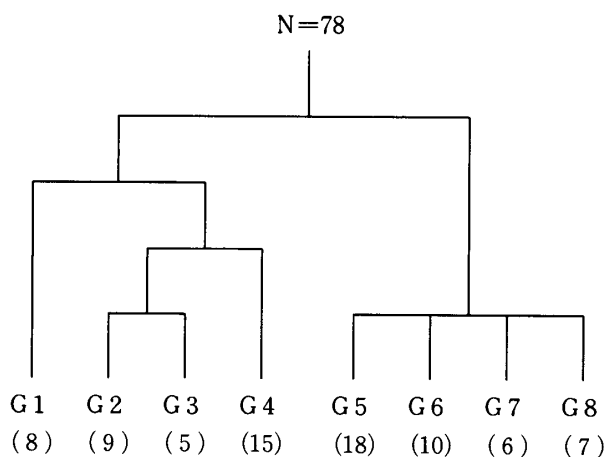


Fig. 4 Dendrogram.

そこでその3群にあらかじめわけた上で判別分析を用いて確認を行った。判別分析による正診率をTable 7に示した。Table 8には、判別分析から得られた個有vectorを示す。SNA, SNB, ANBが判別の主因子であることがわかる。次に1番目の群についてさらに詳しく調べる試みを行った。

Table 6

	Mean		
	Group I	Group II	Group III
SNA	79.94	82.22	81.87
SNB	84.05	82.15	79.05
ANB	-4.10	0.08	2.80
SN-Pog	83.49	81.37	78.04
Convex	187.45	178.26	172.39
GZN	80.63	81.28	85.36
G-angle	132.87	134.17	137.08
SN-Mp	33.47	35.45	42.23
SN-FH	5.48	4.55	5.68
SN-NF	9.67	7.92	9.69
SN-UOcc	65.69	67.83	71.44

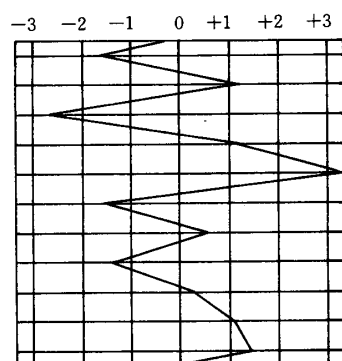
Mean value of each 3 group

Table 7

Actual group	No. of predicted group membership			
	CASES	GP. I	GP. II	GP. III
Group I	22	21 (95.5%)	1 (4.5%)	0 (0.0%)
Group II	33	3 (9.1%)	28 (84.8%)	2 (6.1%)
Group III	23	0 (0.0%)	1 (4.3%)	22 (95.7%)

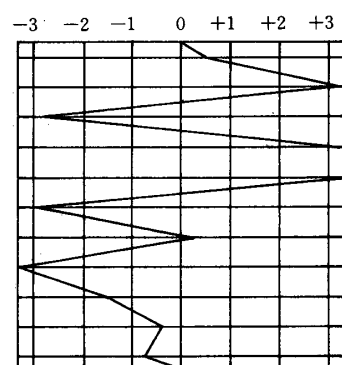
Percent of "grouped" cases correctly classified: 91.03%

Group 1



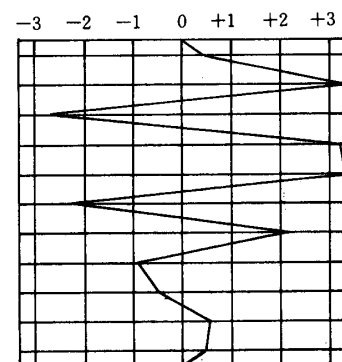
	Mean	S. D.		
SNA	80.91	3.07	75.65	- 1.71
SNB	76.15	2.84	79.63	+ 1.22
ANB	3.28	2.66	- 3.91	- 2.70
SN-Pog	76.07	2.84	79.38	+ 1.16
Convex	169.68	4.61	187.70	+ 3.90
GZN	89.68	3.69	83.98	- 1.54
G-angle	129.20	4.65	131.99	+ 0.60
SN-Mp	39.26	2.40	35.93	- 1.38
SN-FH	7.28	2.84	8.09	+ 0.28
SN-NF	8.48	3.27	11.88	+ 1.03
Y-axis	64.62	2.99	69.09	+ 1.49

Group 2



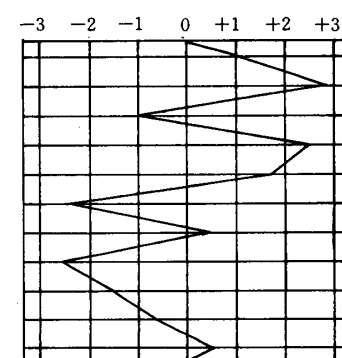
	Mean	S. D.		
SNA	80.91	3.07	82.48	+ 0.51
SNB	76.15	2.84	86.83	+ 3.76
ANB	3.28	2.66	- 4.37	- 2.87
SN-Pog	76.07	2.84	86.22	+ 3.57
Convex	169.68	4.61	187.94	+ 3.96
GZN	89.68	3.69	78.79	- 2.95
G-angle	129.20	4.65	130.39	+ 0.25
SN-Mp	39.26	2.40	29.17	- 4.20
SN-FH	7.28	2.84	3.00	- 1.50
SN-NF	8.48	3.27	7.20	- 0.39
Y-axis	64.62	2.99	62.34	- 0.76

Group 3



	Mean	S. D.		
SNA	80.91	3.07	82.18	+ 0.41
SNB	76.15	2.84	86.10	+ 3.50
ANB	3.28	2.66	- 3.90	- 2.69
SN-Pog	76.07	2.84	85.14	+ 3.19
Convex	169.68	4.61	186.16	+ 3.57
GZN	89.68	3.69	78.60	- 2.18
G-angle	129.20	4.65	138.76	+ 2.05
SN-Mp	39.26	2.40	37.30	- 0.96
SN-FH	7.28	2.84	5.76	- 0.53
SN-NF	8.48	3.27	10.60	+ 0.64
Y-axis	64.62	2.99	66.26	+ 0.54

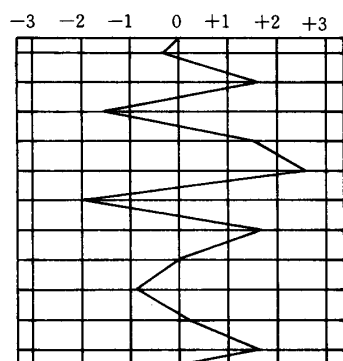
Group 4



	Mean	S. D.		
SNA	80.91	3.07	84.30	+ 1.10
SNB	76.15	2.84	84.22	+ 2.84
ANB	3.28	2.66	0.09	- 1.19
SN-Pog	76.07	2.84	83.22	+ 2.51
Convex	169.68	4.61	177.81	+ 1.76
GZN	89.68	3.69	80.64	- 2.44
G-angle	129.20	4.65	132.20	+ 0.64
SN-Mp	39.26	2.40	32.86	- 2.66
SN-FH	7.28	2.84	3.19	- 1.44
SN-NF	8.48	3.27	6.21	- 0.69
Y-axis	64.62	2.99	66.33	+ 0.57

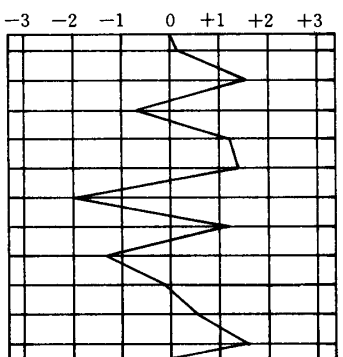
Fig. 5 Mean value of each 8group in cephalometric analysis chart.

Group 5



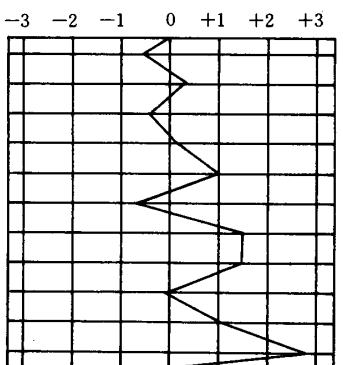
	Mean	S. D.		
SNA	80.91	3.07	79.78	- 0.36
SNB	76.15	2.84	80.79	+ 1.50
ANB	3.28	2.66	- 1.02	- 1.61
SN-Pog	76.07	2.84	80.38	+ 1.51
Convex	169.68	4.61	181.26	+ 3.51
GZN	89.68	3.69	81.78	- 3.14
G-angle	129.20	4.65	137.47	+ 2.78
SN-Mp	39.26	2.40	39.26	0.00
SN-FH	7.28	2.84	4.48	- 0.98
SN-NF	8.48	3.27	8.79	+ 0.09
Y-axis	64.62	2.99	69.28	+ 1.55

Group 6



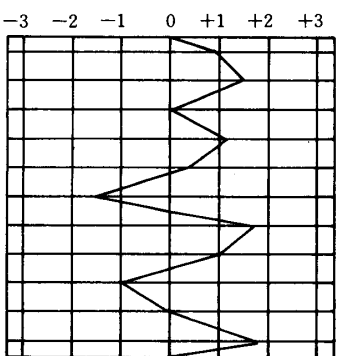
	Mean	S. D.		
SNA	80.91	3.07	81.21	+ 0.09
SNB	76.15	2.84	80.06	+ 1.37
ANB	3.28	2.66	1.16	- 0.79
SN-Pog	76.07	2.84	79.29	+ 1.13
Convex	169.68	4.61	176.01	+ 1.37
GZN	89.68	3.69	81.81	- 2.13
G-angle	129.20	4.65	134.17	+ 1.06
SN-Mp	39.26	2.40	35.98	- 1.36
SN-FH	7.28	2.84	6.91	- 0.13
SN-NF	8.48	3.27	9.90	+ 0.43
Y-axis	64.62	2.99	68.90	+ 1.43

Group 7



	Mean	S. D.		
SNA	80.91	3.07	79.22	- 0.55
SNB	76.15	2.84	77.08	+ 0.32
ANB	3.28	2.66	2.11	- 0.43
SN-Pog	76.07	2.84	76.21	+ 0.04
Convex	169.68	4.61	174.08	+ 0.95
GZN	89.68	3.69	86.93	- 0.74
G-angle	129.20	4.65	136.44	+ 1.55
SN-Mp	39.26	2.40	42.90	+ 1.51
SN-FH	7.28	2.84	7.04	- 0.08
SN-NF	8.48	3.27	11.28	+ 0.85
Y-axis	64.62	2.99	72.75	+ 2.71

Group 8



	Mean	S. D.		
SNA	80.91	3.07	83.91	+ 0.97
SNB	76.15	2.84	80.57	+ 1.55
ANB	3.28	2.66	3.33	+ 0.01
SN-Pog	76.07	2.84	79.45	+ 1.19
Convex	169.68	4.61	171.09	+ 0.30
GZN	89.68	3.69	84.15	- 1.49
G-angle	129.20	4.65	137.57	+ 1.80
SN-Mp	39.26	2.40	41.72	+ 1.02
SN-FH	7.28	2.84	4.63	- 0.93
SN-NF	8.48	3.27	8.47	0.00
Y-axis	64.62	2.99	70.44	+ 1.94

Fig. 5' Mean value of each 8 group in cephalometric analysis chart.

Table 8 Eigenvalue (correlative ratio)=0.8522

	Eigenvectors
SNA	0.545
SNB	-0.639
ANB	-0.505
SN-Pog	0.068
Convex	-0.147
GZN	0.075
G-angle	0.065
SN-Mp	-0.003
SN-FH	-0.010
SN-NF	-0.025
SN-UOcc	-0.023

Eigenvectors of discriminant function analysis of 78 cases after classification by cluster analysis

Table 9 Eigenvalue (correlative ratio)=0.9898

	Eigenvectors
SNA	0.607
SNB	-0.540
ANB	-0.252
SN-Pog	-0.017
Convex	0.024
GZN	-0.273
G-angle	-0.332
SN-Mp	0.301
SN-FH	-0.005
SN-NF	-0.013
SN-UOcc	0.014

Eigenvectors of discriminant function analysis of 22 cases after classification by cluster analysis

ここで1番目の群に属する3群の各々の特徴を述べると、Group1は上顎の劣成長と下顎の前方位による症例、Groupe2は下顎の著しい overclosure を持つ症例、Groupe3は Gonial angle の開大を伴う下顎の前方位による症例群であると言うことができ、skeletal class III症例が明瞭に3つに分類されている。つぎに、上記の分類を確認するため、上記の3つのグループに分類された22名について判別分析にて分析した(Table 9)。その結果正診率は100%であった。このことからクラスター分析による分類が有効であったことを示している。相関比は0.989とこの判別式が有効であることを示している。各個有 vector をみると、SNA, SNB, GZN, Gonial angle が判別における大きな役割をはたしていることがわかる。

研究3；

Table 10 は本研究に用いた症例を我々が臨床

的に分類した3 group (治療手段から分類した、skeletal, skeletodental, dental の各症例群) の平均値を示している。

研究2と同様に判別分析を用いて、各症例がどの群に分類されるか、その正診率と判別の因子を探索した。

結果として Table 11に示すごとく、正診率は、skeletal group で88.2%, skeletodental group で50%, dental group で75%であった。ただし、skeletodental group は dental group と誤診されるものが多く、skeletal group と他の2群との識別はかなり有効であるということが出来る。個有値は0.734と、研究2の結果と比べてやや低いものであった(Table 12)。関数の個有 vector は SNA, SNB, SN-LOcc で大きな値を示し、これらが判別の際の一つの因子となっていることが推察される。

Table 10

	Mean		
	Group I	Group II	Group III
SNA	80.59	82.47	81.90
SNB	83.21	80.99	80.38
ANB	-2.62	1.48	1.52
SN-Pog	82.59	80.04	79.50
Convex	184.24	175.12	175.20
GZN	81.77	81.94	83.35
G-angle	134.10	136.90	133.60
SN-Mp	35.86	38.84	36.75
SN-FH	5.25	5.00	5.12
SN-NF	8.58	9.23	9.20
SN-UOcc	22.38	24.09	20.94
SN-LOcc	11.46	15.23	16.98
NF-UOcc	13.80	14.85	11.67
Mp-LOcc	24.41	23.59	20.15
L ₁ -Mp	82.99	86.37	86.68
U ₁ -SN	106.61	102.22	100.79
U ₁ -NF	115.07	111.43	110.06
Y-axis	67.27	68.89	69.25
U ₆ -NF	82.65	86.29	79.69
U ₆ -Mp	82.66	78.39	86.01
SN-Occ	16.92	19.65	18.77
Overjet	-33.79	-26.80	-17.38
Overbite	49.68	36.00	25.17

Mean value of each 3 group

Table 11

Actual group	No. of predicted group membership			
	CASES	GP. I	GP. II	GP. III
Group I	34	30 (88.2%)	4 (11.8%)	0 (0.0%)
Group II	20	2 (10.0%)	10 (50.0%)	8 (40.0%)
Group III	24	0 (0.0%)	6 (25.0%)	18 (75.0%)

Percent of "group" cases correctly classified :
74.36%

Table 12 Eigenvalue (correlative ratio)=0.7340

	Eigenvectors
SNA	-0.530
SNB	0.525
ANB	0.438
SN-Pog	-0.026
Convex	-0.056
GZN	-0.029
G-angle	-0.028
SN-Mp	0.177
SN-FH	-0.004
SN-NF	-0.073
SN-UOcc	0.158
SN-LOcc	0.018
NF-UOcc	-0.010
Mp-LOcc	-0.121
L ₁ -Mp	-0.016
U ₁ -SN	-0.197
U ₁ -NF	0.165
Yaxis	-0.025
U ₆ -NF	0.005
U ₆ -Mp	0
SN-Occ	-0.320
Overjet	0
Overbite	-0.009

Eigenvectors of discriminant function analysis of
78 cases after clinical classification

考 察

最近のコンピューターの発展は目ざましく、数年前までは、大型コンピューターでしかできなかった多変量解析法がパーソナルコンピューターでも十分可能となってきた。医学の分野では早くから性別判定などに判別関数法、他の多変量解析の手段が臨床的に応用されている。歯科学の分野においては、多変量解析法を用いて、

各症例の個々の変異を類型化しようとする試みが、経年的資料を用いて主に成長発育に関連していくつか報告されている^{6)~8)}

和田⁷⁾は、9年次にわたる経年的資料から主成分分析により、個体変動の因子が抽出できたとし、クラスター分析によるグループ分けにより、明瞭な3群への分類が可能であったとしている。

また、石黒⁵⁾、Horowitz⁶⁾は、各々下顎前突症例、口蓋裂症例における顎顔面部の特徴を因子分析により解析した。武内は、症例をクラスター分析により分類し、類似パターンの抽出を行っている⁸⁾

本研究で用いた主成分分析は、本研究のような、外的基準が与えられていない場合、多変量の変数から得られる特徴を抽出する場合に行われる方法である。因子分析法と比べて、数学的に安定しているといわれている。

我々は、反対咬合症例に対する治療法の確立を目指しているが、現在、つぎの3段階に分けた治療が最も望ましいと考えている。

1. 顎関係の改善を含めた被蓋の改善。
2. 側方歯群の交換の誘導。
3. 機能的咬合の確立。である。

そこで第1段階の治療に関しては、各症例を診断に従って、skeletal, skeletodental, dentalに各々分類し、それぞれに対して、chin capと上顎前方牽引装置の併用、chin capとlingual archの併用、light wire法で達成しているのが現状である。

本研究においては、研究3において、従来の分類分けの妥当性を調べた。その結果、全体的な正診率は74%とやや予想を下まわるものであった。しかし、その中でも、skeletal caseと他の2群とはかなり明瞭に分類されていた。そして、skeletodentalとdentalの分類が不明瞭であるといえることができる。

すなわち、診断と治療方針の決定に際しては、

skeletalな症例かそうでないかを頭部X線規格写真にて入念に判別し、skeletodentalとdentalの判別は、模型分析他の要素を入れて判定しているという傾向が見られる。

つぎに、研究2において、純粹に統計学的な分類を試みたところ、かなり明瞭に3群への分割が可能となった。平均的計測値から判断できるように、Group Iがskeletal caseでGroup IIIがdental caseそしてGroup IIがその中間で、skeletodental caseということができようであろう。また、ここでの判別分析の結果より、個有値が、かなり高い値を示したことよりも、この3つの分類分けが信頼性のあるものであることを示している。

つぎに、Group Iの22症例について検討した結果、ほぼ同じようなANB角を示す症例のうちで、上顎の劣成長、Gonial angle, overclosureの程度などで、さらに3群に分割できることがわかった。判別分析の個有ベクトルとして、前記の全78症例に対するものと比べてGZN, Gonial angle, SN-Mpなど下顎骨の形態、位置を表す項目が新しい因子としてつけ加わっている。

最後に研究1で行った主成分分析の結果について考察する。第1主成分、第2主成分でかなりの部分が分類可能であると考えられる。しかしFig. 3から明らかなように、漠然とした傾向をうかがい知ることには出来るが、分類の手段としてはやや不十分であるといえることができる。むしろ各因子負荷量を解析することによって特徴の由来因子を抽出することに意義があると考えられる。

第1主成分としては、普通、このような情報量に対する主成分分析で見られるのと同様に、全体的大きさの因子である。第2主成分は上下顎の前後の相対的位置関係を表わす因子である。第3主成分は上顎前歯歯軸に左右される因子である。第4主成分は下顎骨の形態に大きく左右される因子である。

これから、反対咬合症例における形態的特徴としては、まず第1に skeletal pattern に属する項目について注目する必要があることを示していると考えられる。我々が診断を行う場合、skeletal pattern については、とくに著しい不正のある場合のみふり分けし、他の症例については、denture pattern のみに注目する傾向がある。とくに全帯冠装置のみにたよる傾向に疑問がなげかけられている現在において、一つの教訓を与えていると考える。

今回の研究により、種々の分析から、Ⅲ級症例に対する主な特徴抽出の因子を知ることおよび論理的モデルというべき代表的なパターンを作成することができた。

今後はクラスター分析より分類されたパターンにそって判別分析を応用することにより臨床的な診断への応用へと進めて行く所存である。

結 論

当科反対咬合症例78名の頭部X線規格写真計測値を用いて、主成分分析、クラスター分析、判別分析により、類型化した論理モデルの作成、特徴形式に寄与する因子の抽出を行った。

1. 主成分分析よりは、漠然とした分類分けと、各主成分をなす因子の抽出が可能であった。
2. クラスター分析より当科反対咬合症例は、大きく3つのグループに判別され、それは、臨床的な、skeletal case, skeletodental case, dental case の分類に近いものであった。

また skeletal case はさらに3群に明瞭に分割できた。

3. 当科にて臨床的に行っている分類は、クラスター分析、判別分析の結果とは必ずしも一致しないものではあったが、skeletal case の分類分けはかなり正当性がある。

参考文献

1. 入江通暢, 中村進治, 山本 繁, 町屋仁躬: Dento-facial orthopedics について, 歯界展望. 40; 9-15, 1972.
2. 石井英司, 富田 孝, 北野敏彦, 佐藤元彦: 反対咬合症例の被蓋改善に用いられる装置の効果の比較検討, 東日本歯学雑誌. 1; 63-79, 1982.
3. 石井英司, 北野敏彦, 関口秀二, 松原 暁: 上顎前方牽引装置を用いた反対咬合治療による術後効果の予測について, 東日本歯学雑誌. 2; 167-176, 1983.
4. 武内 豊: 類似症例検出法のための頭蓋顔面パターンの定量的識別に関する研究, 日矯歯誌. 38; 163-186, 1979.
5. 石黒慶一: 多変量解析法による下顎前突の遺伝学的研究, 第一報 因子分析による検討, 口病誌. 37; 359-386, 1970.
6. Horowitz, A. L: Factor analysis of craniofacial morphology in cleft lip and palate in man. Archs. Oral Biol. 21; 465-472, 1976.
7. 和田清聡: 頭部X線規格側貌写真による顎・顔面頭蓋の個成長の様相に関する研究, 阪大歯学誌. 22(2); 239-269, 1977.
8. 相馬邦道: 頭部X線規格写真上での類似法による成長予測の検討, 口病誌. 38; 553-555, 1971.