原	著
---	---

上顎歯槽基底の成長変化と永久前歯の配列状態との 相互関係に関する研究

船 山 研 司

東京医科歯科大学歯学部小児歯科学講座（指導：小野博志教授）

（1995年3月22日 受付）

A Study on the Interrelation of Growth Changes of Upper Apical Base and Alignment of Permanent Upper Anterior Teeth

Kenji Funayama

Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University
(Director : Prof. Hiroshi Ono)

A comparative study was made between the crowding group and the normal aligned group to clarify the relationship between the growth of the maxilla, occlusion and the alignment of teeth. The material consisted of longitudinal dental casts and lateral cephalograms (II A, III A, III C of Hellman's dental age) taken from each of the 10 children. Differences between the two groups were investigated concerning the size of teeth, dental arches and the coordinates of the landmarks. Then a factor analysis on the growth change, which the coordinates of landmarks showed, was performed.

The results were as follows :

1. The differences of both the tooth size and the coordinates of the landmarks on the cephalograms were not significant.
2. From the factor analysis, it was observed that in the crowding group the migrations of the upper anterior teeth and molars were related more closely to the cranial base, the palate and the apical base, and also the dental arch migrated in unity.
3. It was suggested from the above results that although, in the normal group, the anterior teeth and molars migrated independently, stringently controlled migration of the teeth in the crowding group caused the united migration of the arch, resulting in uncompensatory accommodation of the teeth.

緒 言

歯列咬合の発育過程において、個々の歯や歯列、ひいては歯槽全体が脳頭蓋底に対して近心へそして上顎骨では下方へ移動していくことはよく知られている¹⁾。一方、ヒトの上顎骨の成長は前脳頭蓋

底の成長と強く関連し^{2~5)}、その前下方への成長は他の霊長類と比較して、量的にも時間的にも制約を受けることが報告されている⁶⁾。

ヒトに広く観察される歯の配列状態の乱れ、いわゆる叢生の出現は、咬合の多様性とともに、ヒトに特有な歯列咬合の発育過程に起因することも

十分考えられる。これまで叢生に対し、歯や歯列弓の大きさ、顎・顔面頭蓋形態の違いから検討した報告は多数みられるが⁷⁻¹²⁾、上顎骨の脳頭蓋底に対する発育過程の観点から論じた報告はわずかなである^{13,14)}。そこで今回、上顎骨および上顎歯槽基底部の成長変化と咬合、歯の配列との関係をより明らかにするため、乳歯列期から永久歯列期にいたる経年の歯列模型と頭部 X 線規格写真を用い、上顎永久前歯部叢生群と臨床的正常歯列群とを比較検討した。

資料および方法

当教室所蔵の経年資料より上顎永久前歯部叢生群（以下叢生群とする）および臨床的正常歯列群（以下正常群とする）各 10 名（男女同数）を選択し、それらの Hellman の歯牙年齢 II A, III A および III C ステージの歯列模型と側貌頭部 X 線規格写真を資料とした。全資料は II A ステージで空隙歯列弓であり、臨床的正常咬合を有していた。

叢生群は上顎前歯部のみに歯冠幅径の 1/4 以上の重なりを有する ANGLE I 級の叢生症例とし、犬歯や第一大臼歯の異所萌出や形態異常、乳歯の早期喪失の既往のないものを選択した。また、局所的要因から生じた可能性のある、隣在歯と唇舌的な重なりを伴わない転位や捻転症例も除外した¹⁵⁾。

両群の上顎歯列模型において、個々の歯の歯冠近遠心幅径と歯列弓幅径および長径を電気ノギス（日本測定工具、MAX-15）を用いて 3 回計測し

た平均値を採用し、両群の差を検定した。歯列弓幅径および長径の計測にあたっては、過去においてさまざまな計測部位が採用されてきたが¹⁶⁻¹⁸⁾、本研究では咬耗の影響を除くため両側犬歯口蓋側歯頸部最下点間距離（C-C および 3-3）と両側中切歯を連ねた線の中央から両側犬歯口蓋側歯頸部最下点間を結んだ線への垂線の長さ（A-C および 1-3）と両側第二乳臼歯遠心面を結んだ線への垂線の長さ（A-E）および両側第一大臼歯近心面を結んだ線への垂線の長さ（1-6）を採用した（図 1）。

両群の側貌頭部 X 線規格写真上に上顎および脳頭蓋を代表する計測点 10 点（S, N, Or, Ar, ANS, PNS, Ptm, point A, Pr, Mo）を設定した（図 2）。このとき、上顎第一大臼歯については NASAL FLOOR に対する歯冠の最前点方を計測点 Mo とし、II A ステージでは同じく第二乳臼歯歯冠の最後点方を用いた。

通法に従いトレースした後、当教室の自動解析システム（安永ラボラトリ製）により各座標値の入力と座標変換を行い、SN 平面を X 軸、Sella を通りこれに垂直な直線を Y 軸とした座標系および脳頭蓋底に対する上顎歯槽基底部の移動による影響を排除するために、NASAL FLOOR を X 軸、Ptm を通りこれに垂直な直線を Y 軸とした座標系における各計測点の座標値および移動量を求めた。このとき X, Y 軸において、前方および下方を正方向とした。したがって Ar の深さ成分については負の値をとる場合に Sella から離れる

図 1 歯列弓幅径および長径

1 : S	7 : Ptm
2 : N	8 : point A
3 : Or	9 : Pr
4 : Ar	10-A : Mo (IIA)
5 : ANS	10-B : Mo (IIIA, IIIC)
6 : PNS	

図2 頭部 X 線規格写真上の計測点

方向を示している。これらの座標値について両群の差を検定し、移動量に関して因子分析を行った。

結 果

1. 模型計測

表1に上顎歯列模型における各計測の結果を示す。個々の歯の歯冠近遠心幅径、左右同名歯の幅径の和および各部位ごとの幅径の総和については、乳歯列、永久歯列とも叢生群と正常群との間に有意差はみられなかった。歯列弓幅径については、乳犬歯間幅径および永久犬歯間幅径において正常群が大きい傾向がみられた ($p < 0.05$)。歯列弓長径については、乳歯列前方長径において正常群は有意に大きく ($p < 0.01$)、このため乳歯列弓前方部の形態は、叢生群が正常群に比べて前後の

に圧平されている傾向がみられた ($p < 0.05$)。また、永久歯列前方長径および永久歯列全長径において正常群が大きい傾向がみられた ($p < 0.05$)。歯列弓の大きさに関する項目で、乳歯列期から永久歯列期にいたる間の変化量については有意差はみられなかった。

2. 頭部 X 線規格写真による計測

1) 各計測点の座標値について

表2に頭部 X 線規格写真における各計測点の SN 平面を基準とした座標値についての計測結果を示す。各項目についてステージごとに正常群と叢生群とを比較したところ、全観察期間を通じて全項目において有意差はみられなかった。しかし IIA において (Mo-X)-(Ptm-X) は叢生群が大きい傾向があり ($p < 0.05$)、IIIC において (Pr-X)-

表 1 模型計測値

		正常群		叢生群		正常群		叢生群	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
歯冠幅径		mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
(R: 右側 L: 左側)	RE	9.37(0.281)		9.38(0.613)		RLA+..+RLE	69.59(2.191)	69.47(2.649)	
	RD	7.21(0.414)		7.28(0.572)		RL 1+..RL 6	98.78(4.373)	98.72(4.605)	
	RC	6.57(0.369)		6.62(0.284)		(RL 1+..+RL 6)			
	RB	5.38(0.350)		5.30(0.290)		/(RLA+..+RLE)	1.42(0.046)	1.42(0.038)	
	RA	6.50(0.305)		6.28(0.324)		前歯部歯冠幅径総和	mm	mm	mm
	LA	6.49(0.201)		6.24(0.515)		RLA+..+RLC	36.69(1.675)	36.52(1.217)	
	LB	5.24(0.370)		5.32(0.250)		RL 1+..+RL 3	48.17(2.830)	47.61(2.593)	
	LC	6.52(0.470)		6.76(0.247)		(RL 1+..+RL 3)			
	LD	7.06(0.414)		7.16(0.644)		/(RLA+..+RLC)	1.31(0.066)	1.30(0.076)	
	LE	9.27(0.275)		9.14(0.586)		側方歯冠幅径総和	mm	mm	mm
	R 6	11.01(0.460)		10.84(0.681)		RLC+..+RLE	45.99(1.471)	46.33(2.263)	
	R 5	7.05(0.399)		7.46(0.526)		RL 3+..+RL 5	45.29(2.277)	46.13(2.275)	
	R 4	7.40(0.365)		7.46(0.346)		(RL 3+..+RL 5)			
	R 3	8.20(0.812)		8.14(0.578)		/(RLC+..+RLE)	0.98(0.039)	1.00(0.022)	
	R 2	7.33(0.628)		7.25(0.499)			mm	mm	mm
	R 1	8.68(0.498)		8.59(0.406)		Leeway space	-0.70(1.831)	-0.20(1.013)	
	L 1	8.59(0.454)		8.55(0.347)		歯列弓幅径	mm	mm	mm
	L 2	7.21(0.447)		7.12(0.622)		C-C	24.99(1.146)	23.49(1.578)*	
	L 3	8.16(0.615)		7.95(0.636)		3-3	26.43(2.011)	26.80(3.190)	
	L 4	7.45(0.381)		7.49(0.409)		歯列弓長径	mm	mm	mm
同名歯幅径の和 (RL: 両側の和)	L 5	7.02(0.277)		7.20(0.416)		A-C	9.00(1.097)	7.30(0.902)**	
	L 6	10.68(0.360)		10.66(0.641)		A-E	29.13(1.775)	27.46(1.213)*	
	RLA	12.99(0.473)		12.52(0.802)		1-3	11.15(1.258)	9.16(2.174)*	
	RLB	10.62(0.707)		10.62(0.515)		1-6	28.90(2.349)	27.59(2.098)	
	RLC	13.09(0.820)		13.38(0.445)					
	RLD	14.27(0.805)		14.43(1.196)		3-3/C-C	1.06(0.075)	1.14(0.146)	
	RLE	18.64(0.472)		18.52(1.158)		1-3/A-C	1.25(0.112)	1.25(0.240)	
	RL 1	17.27(0.897)		17.14(0.724)		1-6/A-E	0.99(0.056)	1.01(0.072)	
	RL 2	14.54(1.010)		14.37(1.053)		歯列弓幅径/長径			
	RL 3	16.36(1.354)		16.10(1.201)		C-C/A-C	2.81(0.294)	3.29(0.596)*	
	RL 4	14.86(0.701)		14.96(0.701)		C-C/A-E	0.86(0.075)	0.86(0.059)	
	RL 5	14.07(0.600)		14.66(0.868)		3-3/1-3	2.40(0.345)	3.16(1.077)	
	RL 6	21.69(0.733)		21.50(1.219)		3-3/1-6	0.92(0.097)	0.98(0.161)	

* : p<0.05 ** : p<0.01

(Mo-X) は正常群が大きい傾向があった (p<0.05)。

2) SN 平面を基準とした因子分析について

表 3, 4 に正常群, 表 5, 6 に叢生群の, それぞれ II A~III A 間および III A~III C 間における SN 平面を基準とした脳頭蓋, 口蓋および歯列を

表2 各計測点の座標値

		正常群		叢生群				正常群		叢生群	
		平均値	標準偏差	平均値	標準偏差			平均値	標準偏差	平均値	標準偏差
		mm	mm	mm	mm			mm	mm	mm	mm
II A	S-N	62.12 (2.150)		62.65 (2.772)		III A	Pr-X	57.14 (5.172)		56.76 (4.128)	
	Or-X	48.70 (1.907)		50.58 (2.512)			Pr-Y	-63.80 (2.634)		-64.31 (3.241)	
	Or-Y	-25.16 (2.130)		-24.21 (1.961)			Mo-X	28.44 (3.655)		28.93 (2.975)	
	Ar-X	-16.16 (1.602)		-15.26 (1.962)			Mo-Y	-59.76 (3.397)		-61.35 (4.596)	
	Ar-Y	-22.34 (2.322)		-22.95 (2.707)			(A-X) - (Ptm-X)	44.08 (2.948)		43.05 (4.378)	
	ANS-X	58.12 (2.163)		58.45 (3.368)			(Pr-X) - (Ptm-X)	44.09 (3.502)		43.75 (4.269)	
	ANS-Y	-43.36 (2.099)		-42.85 (3.083)			(Mo-X) - (Ptm-X)	15.39 (2.376)		15.92 (3.582)	
	Ptm-X	13.11 (2.321)		13.22 (1.847)			(Pr-X) - (Mo-X)	28.70 (2.116)		27.83 (2.063)	
	PNS-Y	-36.82 (1.600)		-37.33 (2.827)		III C	S-N	68.83 (3.701)		69.33 (3.024)	
	A-X	53.57 (2.387)		54.28 (3.135)			Or-X	53.97 (3.467)		55.56 (3.252)	
	A-Y	-47.22 (1.908)		-47.36 (3.031)			Or-Y	-28.40 (3.470)		-29.65 (2.285)	
	Pr-X	51.38 (3.110)		51.73 (2.974)			Ar-X	-21.29 (2.603)		-21.13 (2.378)	
	Pr-Y	-58.22 (2.867)		-60.74 (3.779)			Ar-Y	-29.55 (2.788)		-29.49 (4.517)	
	Mo-X	21.64 (2.672)		23.09 (2.155)			ANS-X	61.63 (4.843)		62.59 (5.830)	
	Mo-Y	-51.95 (2.724)		-52.79 (3.671)			ANS-Y	-55.34 (3.206)		-56.47 (3.715)	
	(A-X) - (Ptm-X)	40.46 (1.839)		41.05 (2.721)			Ptm-X	12.77 (2.778)		13.07 (3.126)	
	(Pr-X) - (Ptm-X)	38.27 (1.841)		38.50 (2.366)			PNS-Y	-47.36 (2.000)		-47.65 (3.876)	
	(Mo-X) - (Ptm-X)	8.53 (1.296)		9.86 (1.443)*			A-X	57.16 (4.579)		58.09 (5.715)	
	(Pr-X) - (Mo-X)	29.74 (1.553)		28.64 (1.124)			A-Y	-60.35 (3.524)		-60.58 (3.695)	
III A	S-N	66.56 (3.703)		66.03 (2.886)			Pr-X	59.46 (4.560)		59.82 (5.309)	
	Or-X	52.17 (3.811)		53.47 (3.231)			Pr-Y	-71.72 (3.981)		-71.97 (5.267)	
	Or-Y	-27.12 (1.335)		-27.96 (2.167)			Mo-X	29.25 (4.880)		32.11 (4.357)	
	Ar-X	-18.41 (2.284)		-17.95 (1.810)			Mo-Y	-68.09 (3.227)		-70.21 (6.898)	
	Ar-Y	-26.61 (2.516)		-26.26 (2.241)			(A-X) - (Ptm-X)	44.39 (3.270)		45.01 (4.578)	
	ANS-X	61.85 (4.689)		60.27 (5.125)			(Pr-X) - (Ptm-X)	46.68 (3.374)		46.74 (4.988)	
	ANS-Y	-50.26 (2.878)		-50.40 (2.559)			(Mo-X) - (Ptm-X)	16.47 (3.551)		19.04 (4.756)	
	Ptm-X	13.05 (2.770)		13.01 (2.225)			(Pr-X) - (Mo-X)	30.21 (1.979)		27.71 (2.627)*	
	PNS-Y	-42.66 (1.317)		-43.28 (2.785)							
	A-X	57.13 (4.561)		56.06 (4.452)							
	A-Y	-54.69 (2.364)		-54.32 (3.629)							

* : p<0.05

代表する各点の移動量に対する因子分析の結果を示す。各因子は累積寄与率がはじめて90%を超えるところまで、因子負荷量については絶対値が0.4以上となる値を採用した。

正常群のII A~III A間の移動量に関する第1因子は、Arを除く各計測点の深さ成分に同符号の負荷を有しており、脳頭蓋および上顎全体の深さ

の成長に関連する因子と推定される。第2因子はAr, PNSの高さ成分とMoの深さ成分に同符号の負荷を有しており、顎関節部と口蓋の下方成長および臼歯の前方移動に関連する因子と推定される。第3因子はPNS, Prの深さ成分とPrの高さ成分に符号の異なる負荷を有しており、口蓋および前歯部の下方成長と前歯の前方移動に相反する

表3 因子分析(正常群 II A~III A の成長量 基準平面:SN)

	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5
S-N	0.945				
Ar-X					0.854
Ar-Y		0.895			
Ptm-X	0.822				
PNS-Y		0.868	0.453		
Pr-X	0.706		-0.440		
Pr-Y			0.839		
Mo-X	0.638	0.605			
Mo-Y				0.995	
寄与率(%)	30.1	23.9	15.2	14.9	12.0
累積寄与率(%)		54.0	69.2	83.5	95.5

(因子負荷量 0.4 以上, 累積寄与率 90%をはじめて越えるまでを採用した)

表4 因子分析(正常群 III A~III C の成長量 基準平面:SN)

	因子1	因子2	因子3
S-N	0.789		
Ar-X	-0.925		
Ar-Y		0.910	
Ptm-X	-0.343		0.856
PNS-Y	0.813	0.457	
Pr-X		0.967	
Pr-Y	0.962		
Mo-X		0.942	
Mo-Y	0.856	0.413	
寄与率(%)	45.9	36.6	11.9
累積寄与率(%)		82.5	94.4

(因子負荷量 0.4 以上, 累積寄与率 90%をはじめて越えるまでを採用した)

作用を及ぼす因子となっている。また、臼歯の高さおよび後頭蓋底の深さにはそれぞれ単独で作用する因子が存在した。

叢生群の II A~III A 間の移動量に関する第 1 因子は, Pr, Mo の深さ成分と Pr の高さ成分との間で異符号となっており, 歯列の前方移動と前歯部の下方への成長に相反する作用を及ぼす因子と

表5 因子分析(叢生群 II A~III A の成長量 基準平面:SN)

	因子1	因子2	因子3	因子4	因子5
S-N		0.417			0.775
Ar-X				0.892	
Ar-Y			0.775		-0.435
Ptm-X			0.707		
PNS-Y		0.774			
Pr-X	0.970				
Pr-Y	-0.459	0.574			
Mo-X	0.825			0.465	
Mo-Y		0.919			
寄与率(%)	26.6	24.9	17.5	15.9	10.5
累積寄与率(%)		51.5	69.0	84.9	95.4

(因子負荷量 0.4 以上, 累積寄与率 90%をはじめて越えるまでを採用した)

表6 因子分析(叢生群 III A~III C の成長量 基準平面:SN)

	因子1	因子2	因子3	因子4
S-N	0.831			
Ar-X			0.864	
Ar-Y	0.467	0.791		
Ptm-X	-0.483			0.735
PNS-Y	0.908	0.407		
Pr-X		0.953		
Pr-Y	0.920			
Mo-X		0.769		
Mo-Y	0.889			
寄与率(%)	44.3	30.0	12.2	8.5
累積寄与率(%)		74.3	86.5	95.0

(因子負荷量 0.4 以上, 累積寄与率 90%をはじめて越えるまでを採用した)

なっている。第 2 因子は Ar を除く各計測点の高さ成分に同符号の負荷を有しており, 脳頭蓋および上顎全体の高さの成長に関連する因子と推定される。第 3 因子は顎関節部の高さと口蓋の深さに関連する因子, 第 4 因子は顎関節部と臼歯部との深さに関連する因子, 第 5 因子は前脳頭蓋底の深さと顎関節部の高さに相反する作用を及ぼす因子

と推定される。

正常群のⅢ A～Ⅲ C 間の移動量に関する第 1 因子は、S-N および PNS, Pr, Mo の高さ成分と Ar, Ptm の深さ成分に符号の異なる負荷を有しており、脳頭蓋底の成長、口蓋および歯列の下方移動と口蓋後端の後方移動に関連する因子と推定される。第 2 因子は Ar, PNS, Mo の高さ成分と Pr, Mo の深さ成分に同符号の負荷を有しており、顎関節部と口蓋、臼歯の下方への成長および歯列の前方移動に関連する因子と推定される。第 3 因子は単独に口蓋の後端の位置に関連する因子であった。

叢生群のⅢ A～Ⅲ C 間の移動量に関する第 1 因子は、S-N および Ar, PNS, Pr, Mo の高さ成分と Ptm の深さ成分に符号の異なる負荷を有しており、脳頭蓋底の成長、口蓋および歯列の下方移動と口蓋後端の後方移動に関連する因子と推定される。これは計測点 Ar において深さ成分ではなく高さ成分に負荷を有する点を除いては、同時期の正常群における第 1 因子に類似の因子である。第 2 因子は Ar, PNS の高さ成分と Pr, Mo の深さ成分に同符号の負荷を有しており、顎関節部と口蓋の下方への成長および歯列の前方移動に関連する因子と推定される。これは計測点 Mo において深さ成分のみで高さ成分に負荷を有しない点を除いては、同時期の正常群における第 2 因子に類似の因子である。第 3 因子は顎関節部の深さ成分に、第 4 因子は口蓋後端の深さ成分に関連する因子であるが、第 4 因子は同時期の正常群における第 3 因子に類似の因子である。

3) NASAL FLOOR を基準とした因子分析について

表 7, 8 に正常群, 表 9, 10 に叢生群の, それぞれⅡ A～Ⅲ A 間およびⅢ A～Ⅲ C 間における NASAL FLOOR を基準とした口蓋、歯槽基底部および歯列を代表する各点の移動量に対する因子分析の結果を示す。各因子は累積寄与率がはじめて 90%を超えるところまで、因子負荷量については絶対値が 0.4 以上となる値を採用した。

正常群のⅡ A～Ⅲ A 間の移動量に関する第 1

因子は、Ptm'-ANS および point A, Pr の深さ成分に同符号の負荷を有しており、口蓋、歯槽基底部および前歯の前方への成長に関連する因子と推定される。第 2 因子は point A および Mo の深さ成分に同符号の負荷を有しており、上顎歯槽基底部と臼歯の下方への移動に関連する因子と推定された。第 3 因子は Mo の高さ成分と深さ成分に符号の異なる負荷を有しており、臼歯の前方および下方への移動に相反する作用を及ぼす因子である。また、第 4 因子は単独に前歯の高さに作用する因子である。

叢生群のⅡ A～Ⅲ A 間の移動量に関する第 1 因子は、Ptm'-ANS および point A, Pr, Mo の深さ成分に同符号の負荷を有する因子で、口蓋の成長と歯槽基底部を含めた歯列全体の前方移動に関連する因子と推定される。第 2 因子は point A, Mo の深さ成分と Mo の高さ成分に同符号の負荷を有しており、上顎歯槽基底部と臼歯の下方への移動および臼歯の前方移動に関連する因子と推定される。第 3 因子は Pr の高さ成分と Mo の深さ成分に符号の異なる負荷を有しており、前歯部の下方移動と臼歯の前方移動とに相反する作用を及ぼす因子と推定された。

正常群のⅢ A～Ⅲ C 間の移動量に関する第 1 因子は、Pr, Mo の高さ成分に同符号の負荷を有しており、歯列の下方移動に関連する因子と推定される。第 2 因子は Ptm'-ANS および point A の深さ成分に同符号で作用しており、口蓋と歯槽基底部の前方成長に関連する因子と推定される。第 3 因子は単独に前歯の前方移動に関連する因子である。第 4 因子は point A の高さ成分と Mo の深さ成分に符号の異なる負荷を有しており、歯槽基底部の下方移動と臼歯の前方移動に相反する作用を及ぼす因子と推定される。

叢生群のⅢ A～Ⅲ C 間の移動量に関する第 1 因子は、Pr, Mo の深さおよび高さ成分に同符号の負荷を有しており、歯列の前下方への移動に関連する因子と推定される。第 2 因子は Ptm'-ANS および point A, Pr の深さ成分に同符号の負荷を有しており、口蓋と歯槽基底部、前歯部の前方成

表 7 因子分析 (正常群 II A~III A の成長量 基準平面: NF)

	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4
Ptm'-ANS	0.745			
A-x	0.845			
A-y		0.806		
Pr-x	0.815			
Pr-y				0.798
Mo-x			0.621	
Mo-y		0.557	-0.585	
寄与率(%)	38.2	24.2	18.6	16.4
累積寄与率(%)		62.4	81.0	97.4

(因子負荷量 0.4 以上, 累積寄与率 90%をはじめて越えるまでを採用した)

表 8 因子分析 (正常群 III A~III C の成長量 基準平面: NF)

	因子 1	因子 2	因子 3	因子 4
Ptm'-ANS		0.824		
A-x		0.823		
A-y				-0.470
Pr-x			0.903	
Pr-y	0.886			
Mo-x				0.696
Mo-y	0.908			
寄与率(%)	31.8	25.5	20.6	16.0
累積寄与率(%)		57.3	77.9	93.9

(因子負荷量 0.4 以上, 累積寄与率 90%をはじめて越えるまでを採用した)

長に関連する因子と推定される。第 3 因子は単独に歯槽基底部の高さに作用する因子である。

考 察

1. 叢生を生じるとされる要因について

叢生を生じる要因のうち, 重要なものの一つとして顎と歯の大きさの不調和があげられており, 叢生に対し, 歯や歯列弓の大きさ, 顎・顔面頭蓋形態の違いから検討した報告は多数みられる^{7~12,19~22)}。田島⁷⁾は一般に叢生者は正常咬合者に

表 9 因子分析 (叢生群 II A~III A の成長量 基準平面: NF)

	因子 1	因子 2	因子 3
Ptm'-ANS	0.847		
A-x	0.982		
A-y		0.733	
Pr-x	0.864		
Pr-y			0.655
Mo-x	0.502	0.709	-0.404
Mo-y		0.748	
寄与率(%)	49.2	31.7	14.0
累積寄与率(%)		80.9	94.9

(因子負荷量 0.4 以上, 累積寄与率 90%をはじめて越えるまでを採用した)

表 10 因子分析 (叢生群 III A~III C の成長量 基準平面: NF)

	因子 1	因子 2	因子 3
Ptm'-ANS		0.948	
A-x		0.908	
A-y			0.900
Pr-x	0.801	0.502	
Pr-y	0.799		
Mo-x	0.828		
Mo-y	0.957		
寄与率(%)	45.2	33.8	16.1
累積寄与率(%)		79.0	95.1

(因子負荷量 0.4 以上, 累積寄与率 90%をはじめて越えるまでを採用した)

比べ歯牙の幅径は大きく顎は小さいとし, 松本ら⁸⁾は歯冠幅径総和と叢生度に有意な相関があることを報告している。これらはともに歯冠幅径総和に関しての報告のみであり個々の歯についてはふれていないが, 個々の歯の大きさについて, 中野ら⁹⁾は叢生患者の顎骨の大きさは一般集団と差はないものの, 歯冠近遠心幅径は正常咬合者あるいは一般集団のそれよりも大きいと報告している。しかしながら岩瀬¹⁰⁾, 犬塚¹¹⁾らは相対的な永久切歯の大きさについて有意差はなかったと報告して

おり、叢生群の歯が大きいとした報告でもその有意水準は5%と低く、わずかな差に留まっている場合が多い^{7,9)}。

歯列弓前方部の大きさについては、高島ら¹²⁾は叢生タイプのほうが上下顎の幅径、長径ともに発育量は大きいとし、岩瀬¹⁰⁾は幅径に差はないが上顎の前方長径は正常群の変化量が大きいと述べ、大塚ら¹¹⁾は両群に有意差はないとしている。また、三者とも歯間空隙の総和に関しては叢生群が小さいと一致しており、Baume¹⁹⁾は、閉鎖型の乳歯列弓は永久切歯の配列に叢生を生じやすいと報告している。しかし、Bonner²⁰⁾は空隙型であっても叢生を起こすことがあると述べており、佐藤²¹⁾、古川ら²²⁾は、生理的空隙と永久切歯配列とは関係ないとしている。このように叢生を生じる要因は未だ明確にされていない。

一方、系統発生学上ヒトにいたってはじめて咬合の多様性が観察されるようになるが、その要因は、ヒトでは他の霊長類と比較して下顎骨の成長に自由度が高いことと同時に、上顎骨の成長が前脳頭蓋底の成長に強く制約されることにあって考えられることを当教室では報告してきた^{5,6)}。咬合の多様性の一つとしての叢生の出現が、こうしたヒトに特有な歯列咬合の発育過程に起因することも十分考えられる。本研究では以上の考え方から、上顎永久前歯部叢生群と臨床的正常歯列群とを比較検討することにより、前脳頭蓋底の成長と強く関連し制約を受ける上顎骨の成長過程と最終的な歯の配列状態との相互関係について考察した。

2. 研究方法について

1) 資料の選択について

本研究は叢生を生じる要因を顎骨の成長変化の過程の違いに求めようとするものであり、そのため個々の歯や歯列、顎の大きさの違いなどの局所的要因による影響の少ない、ほぼ同等の構成要素をもった歯列において、正常群と叢生群を比較検討することが望ましい。したがって、資料の選択に際しては、叢生群は永久前歯の配列が完了したIII Cステージにおいて上顎前歯部のみに歯冠幅径の1/4以上の重なりを有するANGLE I級の

叢生症例を選択し、犬歯や第一大臼歯の異所萌出や形態異常、局所的要因から生じた可能性のある、隣在歯と唇舌の重なりを伴わない転位や捻転症例を除外した。また多数歯にわたる重篤な叢生を有する症例を除いた。これは、叢生度の大きな症例では歯や歯列の大きさといった局所的要因が大きい可能性が高いと考えられるためである。さらに正常群、叢生群とも乳歯列期、混合歯列期に遡り、不正な上下顎関係や異所萌出、早期喪失といった成長過程において特殊な状況を経験した症例を除外した。両群とも、乳歯列がすべて空隙歯列であり臨床的正常咬合を有するものを選択した。

これまで、叢生歯列者の歯冠幅径あるいはその総和は正常咬合者あるいは一般集団より有意に大きいとされてきた⁷⁻⁹⁾。しかし、本研究において模型計測を行った結果では正常群と叢生群の間に歯冠幅径の差はみられなかった。また、顎・顔面頭蓋の各計測点の座標値も両群に差はなかった。したがって今回選択された資料においては、叢生の発現に対する歯冠幅径と顎骨の大きさによる関与はわずかであり、本研究で求められる、局所的要因の影響のないほぼ同等の構成要素をもった資料として妥当であると考察される。

歯列の大きさに関して、乳歯列前方長径においてのみ正常群が有意に大きく($p<0.01$)、このため、叢生群の乳歯列前方部は正常群に比べて前後的に圧平されている傾向がみられ、岩瀬¹⁰⁾の報告と同様な結果となった。しかしながら、この傾向は本研究では乳歯列期のみでみられ、永久歯列においては正常群と叢生群との間で歯列の大きさについて有意差はなくなっており、この点で乳歯列期から永久歯列期にいたるまで常に有意差があったとした岩瀬の報告とは異なっていた。乳歯列期の歯列の大小の差が永久歯列で解消されている場合には、後の永久歯列の叢生の発現にどのように関連しているかについては、さらなる検討が必要である。

2) 分析方法について

本研究は顎・顔面頭蓋の成長変化を比較する際に、各時点までに観察される頭蓋の成長結果を知

ることが目的ではなく、最終的配列状態が決定されるまでの経過において各計測点の移動量、移動方向の相互関係を観察することが必要なため、各ステージの間の移動量について因子分析法を用いることとした。因子分析法とは、観測される多数の変数間の相関関係を分析して、それらの変数の背後に潜む潜在因子を探索しようとする多変量解析の手法の一つである。データの特徴を要約する方法として同様に用いられる分析法に、主成分分析法という因子分析法に類似した分析法があるが、これはデータの特徴をすべて顕在変数のみで説明しようとするものであり、観測不可能な潜在変数の存在を認める因子分析法とは異なっている²³⁾。したがって本研究では因子分析法を採用し、上顎骨の成長過程における正常群と叢生群の潜在因子の差を検討することとした。

3. SN 平面を基準とした移動量について

上顎および脳頭蓋を代表する各計測点の SN 平面に対する移動量について、正常群と叢生群の間にみられた主な差異は次の 5 点である。乳歯列期から混合歯列期において、①前脳頭蓋底と他の計測部位とに同時に負荷を有する因子は正常群で 1 因子、叢生群では 2 因子であった。②口蓋および歯列において前脳頭蓋底と同時に負荷を受ける成分は、正常群ではすべて深さ成分であり、叢生群ではすべて高さ成分であった。③臼歯の高さは正常群では独立した因子が作用していたが、叢生群では脳頭蓋底、口蓋および前歯と同時に同じ因子の作用を受けていた。混合歯列期から永久歯列期において、④臼歯の高さは正常群では 2 つの因子が作用するが、叢生群では一つの因子のみ作用していた。⑤叢生群では単独に顎関節部の深さに作用する因子が存在していた。叢生群においては前脳頭蓋底の成長と上顎の各部位の成長との関連を示す因子の数は正常群に比べて多く、また正常群でみられるように顎・顔面頭蓋全体の深さの成長に留まることなく、各部位の下方成長にも関連を有していた。前脳頭蓋底の成長の上顎骨の成長との強い関連および特に前下方への成長に対する制約は叢生群でより顕著であることを示していると

いえる。

4. NASAL FLOOR を基準とした移動量について

上顎骨歯槽部の各計測点の移動量は脳頭蓋底に対する上顎歯槽基底部の移動に影響を受けることから、これを除くため NASAL FLOOR に対する上顎の各計測点の移動量を検討した。正常群と叢生群の主な差異は、次の 2 点である。①各計測点のそれぞれの深さ成分は、正常群では全観察期間を通じて、一つずつの因子の作用を受けるが、叢生群では早期には臼歯、後には前歯が複数の因子の作用を受けていた。②口蓋の奥行きと歯槽基底前縁、前歯部の深さ成分は、同符号の負荷を有する因子が作用しているが、混合歯列期から永久歯列期において正常群では前歯の前方移動は独立して単独の因子が作用していた。③全観察期間を通じて、前歯と臼歯の深さ成分は正常群では異なる因子の作用を受けるが、叢生群では双方に同符号の負荷を有する因子が存在していた。特に、混合歯列期から永久歯列期において叢生群には前歯と臼歯の深さと高さの成分のすべてに同符号の負荷を有する因子が現れた。

これらにより、正常群では前歯部および臼歯部が比較的独立して移動するのに対して、叢生群では前歯部および臼歯部の移動についての自由度は低く、前歯部の前方移動に対する口蓋や歯槽基底の制約、歯列の一体となった近心移動が特徴的であると考察された。

5. 上顎歯槽基底と永久前歯の配列状態との関連について

以上から上顎永久前歯部叢生の発現において、前歯部および臼歯部の近心移動および下方移動における自由度の大小が重要な役割を果たすと考えられる。すなわち、正常群は前歯部と臼歯部が比較的独立して移動するため、歯列形態は個々の歯の移動により二次的につくられているが、叢生群は前歯、臼歯の移動に対する脳頭蓋や口蓋、歯槽基底からの制約がより強く、あらかじめ決定された歯列形態を維持しつつ歯列全体が一体となった移動をしている。このため局所における個々の歯の位置の調整が十分には行われず、叢生を生み出

すのではないかと考えられる。資料は乳歯列期にすべて空隙歯列であったことを考慮にいと、歯列全体の一体化はかならずしも個々の歯の強い接触により生じるものではないと考えられる。個々の歯の異所萌出や乳歯の早期喪失などは確かに叢生発現の重要な危険因子となるが、それは歯の移動によって解消されうる変異の大きさを越えた時に叢生を生じるのであって、個々の歯の移動における自由度が低い場合は、歯の大小のように観察されうる変位よりもさらに小さな変異をも吸収できず、歯列不正を生じるであろうと考察された。

結 論

上顎骨および上顎歯槽基底部の成長変化と咬合、歯の配列との関係をより明らかにするため、上顎永久前歯部叢生群と臨床的正常歯列群の各10名について、おのおのII A, III A およびIII C ステージの歯列模型と側貌頭部X線規格写真を用い正常群と叢生群の上顎骨の成長過程を比較検討した。

まず、両群の個々の歯の歯冠近遠心幅径と歯列弓幅径および長径を計測し両群の差を検定した。次いで、側貌頭部X線規格写真上で上顎および脳頭蓋を代表する計測点について、SN平面を基準とした座標系、およびNASAL FLOORを基準とした座標系における座標値および前方移動量を求めた。これらの座標値について両群の差を検定し、移動量に関して因子分析を行った。その結果、以下のような結論を得た。

1. 模型計測では個々の歯の歯冠近遠心幅径、左右同名歯の歯冠幅径の和および各部位ごとの歯冠幅径の総和については、乳歯列、永久歯列期とも叢生群と正常群との間に有意差はみられなかった。しかし、乳歯列前方長径において正常群は有意に大きく ($p < 0.01$)、このため、乳歯列前方部の形態は叢生群が正常群に比べて前後的に圧平されている傾向がみられた。

2. 顎・顔面頭蓋の各計測点の座標値については、全観察期間を通じて叢生群と正常群との間に

有意差はみられなかった。

3. SN平面を基準とした移動量についての因子分析では、前脳頭蓋底の成長の上顎骨の成長との強い関連、また特に前下方への成長に対する制約は叢生群でより顕著にみられた。

4. NASAL FLOORを基準とした移動量についての因子分析では、正常群では前歯部および臼歯部が比較的独立して移動するのに対して、叢生群では前歯部および臼歯部の移動についての自由度は低く、前歯部の前方移動に対する口蓋や歯槽基底の制約、歯列の一体となった近心移動が特徴的であった。

5. 以上から上顎永久前歯部叢生の発現において、前歯部および臼歯部の近心移動および下方移動における自由度の大小が重要な役割を果たしていると考えられた。すなわち、正常群では前歯部と臼歯部の比較的独立した移動により歯列形態は二次的につくられるのに対して、叢生群では歯の移動に対する脳頭蓋底、口蓋および上顎歯槽基底からのより強い制約から、早期に形成された形態が比較的維持されたまま、歯列全体が一体となって移動しているため、局所における個々の歯の位置の調整が十分には行われずに、叢生を生み出すのではないかと推察された。

謝 辞

稿を終えるにあたり、終始懇篤なご指導とご校閲を賜りました本学歯学部小児歯科学講座小野博志教授に深甚な謝意を表します。また当初より多大なご教示、ご指導を賜りました石川雅章講師に深謝いたします。

なお本研究の要旨は、第32回日本小児歯科学会(1994, 長崎)において口頭発表した。

文 献

- 1) Enlow, D. H. : Facial Growth 3rd. ed., Philadelphia, 1990, W. B. Saunders Co., 58-148.
- 2) Coben, S. E. : The integration of facial skeletal variants. Am. J. Orthod. 22 : 78-90, 1952.
- 3) 大西 馨 : 学童期における上下顎歯槽基底部と中切歯傾斜度との関係—頭部X線規格側貌写真による経年的研究—. 日矯歯誌 28 : 12-32,

- 1969.
- 4) 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。阪大歯誌 22：239-269, 1977.
- 5) 野間俊行：ヒト幼児とニホンザルの顎顔面頭蓋の比較研究。口病誌 57：314-334, 1990.
- 6) 石川雅章, 舩山研司：霊長類の咬合および顎・顔面頭蓋形態変異に関する経年的研究。小児歯誌 32：444-453, 1994.
- 7) 田島寛迪：叢生歯列を持つ者の歯牙と Basal Arch の関係についての研究。九州歯会誌 24：441-460, 1971.
- 8) 松本光生, 黒田康子：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.
- 9) 中野誠之, 鈴木 陽, 村上照男, 高濱靖英：叢生症例における歯, 顎顔面形態の分析—家族資料による親子の比較—。日矯歯誌 52：104-118, 1993.
- 10) 岩瀬 泉：混合歯列前期における下顎切歯配列状態と乳歯列期歯列の歯列形態およびその後の歯列弓成長変化との関連について。小児歯誌 19：1-21, 1981.
- 11) 犬塚勝昭, 鷲塚英雄, 黒田 純, 中村博司, 渡部洋三, 桑原未代子, 他：切歯交代期に出現する前歯部不正に関する研究。小児歯誌 20：118-130, 1982.
- 12) 高島徳人, 小松公博, 矢野 理, 武田允文, 大竹邦明：乳切歯間の空隙量及び永久切歯の重なり量と永久切歯配列の関連性について。小児歯誌 17：14-21, 1979.
- 13) 佐々竜二：歯列弓長の前方成長に対する永久中切歯の歯軸傾斜ならびにその位置移動の関与に関する経年的研究。口病誌 38：519-532, 1971.
- 14) 中後忠男, 浅井保彦, 戸荻惇毅, 郷土美重子：上下顎歯槽底部途中切歯傾斜度との関係—12 才から 20 才までの縦断的研究。日矯歯誌 33：11-19, 1974.
- 15) 須佐美隆三, 和田清聡：1-2 叢生の発現, 滝本和男, 叢生 その基礎と臨床 (歯科矯正臨床シリーズ 3)。東京, 1981, 医歯薬出版, 12.
- 16) 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.
- 17) 小野博志, 落合靖一, 佐藤 博：歯列の成長変化に関する研究 第 1 報 乳歯列の成長変化について。口病誌 27：361-367, 1960.
- 18) 日本小児歯科学会：日本人の乳歯歯冠並びに乳歯列弓の大きさ, 乳歯列咬合状態に関する調査研究。小児歯誌 31：375-388, 1993.
- 19) Baume, L. J. : Physiological teeth migration and its significance for the development of occlusion-III. The Biogenesis of the successional dentition. J. Dent. Res. 29：338-348, 1950.
- 20) Bonner, E. : Aspect of the transition from the deciduous to permanent dentition, Part II. Dent. Practit. 11：59, 1960.
- 21) 佐藤慶一：成長空隙と後継歯列との関係 (その 3)。日大歯矯正岩垣研年報 1：13-15, 1946.
- 22) 古川憲男, 關 秀夫：成長空隙と歯の大きさの相関 (その 6 報)。日大歯矯正岩垣研年報 1：15-16, 1946.
- 23) 柳井春夫：1. 因子分析法, 柳井春夫, 繁樹算男, 前川眞一, 市川雅教：因子分析—その理論と方法—。東京, 1992, 朝倉書店, 1-12.