

〔原 著〕

反対咬合における乳臼歯の早期喪失について

横山 一徳, 安念 抱一, 小椋 啓司,
古藤 智, 葛西 克之, 庄司 昌史,
舟山 武志, 森田 修一, 石井 英司

東日本学園大学歯学部矯正歯科学講座

(主任: 石井英司 教授)

A Morphological Study of Reversed Occlusion Cases with Early Loss of Deciduous Molars

Kazunori YOKOYAMA, Morikazu ANNEN, Hiroshi OGURA,
Satoshi KOTOH, Katsuyuki KASAI, Masashi SHOJI,
Takeshi FUNAYAMA, Shuichi MORITA, and Hideshi ISHII

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

(Chief : Prof. Hideshi ISHII)

Abstract

This study investigated the influence of severe decay or early loss of the deciduous molars on the craniofacial morphology of reversed occlusion cases in the mixed dentition stage.

The materials were composed of cephalograms of 97 reversed occlusion cases (43 males, 54 females) taken at the initial examination.

They were divided into a preserved group and an early loss group depending to the preservation of deciduous molars in each stage, and they were compared statistically.

1) In the early loss group, the mandible overclosed with an increasing Gonial angle depending on the decrease in width at the gonial region. As a result the mandible moved forward and the intermaxillary relationship became worse.

2) An early loss of deciduous molars caused the first molar to move forward. The upper first molar moved more forward and downward than the lower first molar.

3) There is no statistically significant difference between the III A and III B stages in the growth pattern of craniofacial morphology.

Key word : Reversed occlusion, early loss of deciduous molars, cephalogram

緒 言

齲蝕による乳臼歯の歯冠崩壊または早期喪失は第一大臼歯の近心転位を誘発し、後続永久歯の萌出余地不足や転位、捻転など歯列不正の原因となるばかりでなく反対咬合の原因となるといわれている。戸倉¹⁾は、機能性反対咬合症例が dental age II C, III A, III B においてきわめて多いことを報告しているが、これらの学童のうち、乳臼歯の早期崩壊および喪失が原因と考えられる反対咬合が83.63%存在したと述べている。このことから、乳歯特に臼歯部での垂直的な高径の喪失が機能性の反対咬合の原因となっていることが考えられる。模式的にあらわすと、乳臼歯の早期喪失が起こることにより第一大臼歯が近心移動を起こし、上下歯列弓間に咬合間隙が生じる。そして、本来の咬合高径を維持することができなくなり、下顎が overclosure するこ

とにより咬合を得ようとする。その結果、下顎が前方位をとり反対咬合を成立させたり悪化させることが考えられる (Fig. 1)。

しかし、乳臼歯部早期喪失の反対咬合者顎態への影響についての報告は口腔内や歯列模型からの推論や概念的なものが多く、頭部 X 線規格写真を用いた系統的研究は植田²⁾や山田ら^{3,4)}の他には見当たらない。そこで今回は、乳臼歯が正常に保存されている反対咬合症例と、乳臼歯の早期喪失をもつ反対咬合症例を比較検討することにより、混合歯列期の反対咬合者の顎態と乳臼歯の早期喪失の関係について統計学的検索を行った。

資 料

資料として、東日本学園大学歯学部附属病院矯正歯科に来院した混合歯列期前歯部反対咬合者97名を乳臼歯が保存されている群と、早期喪

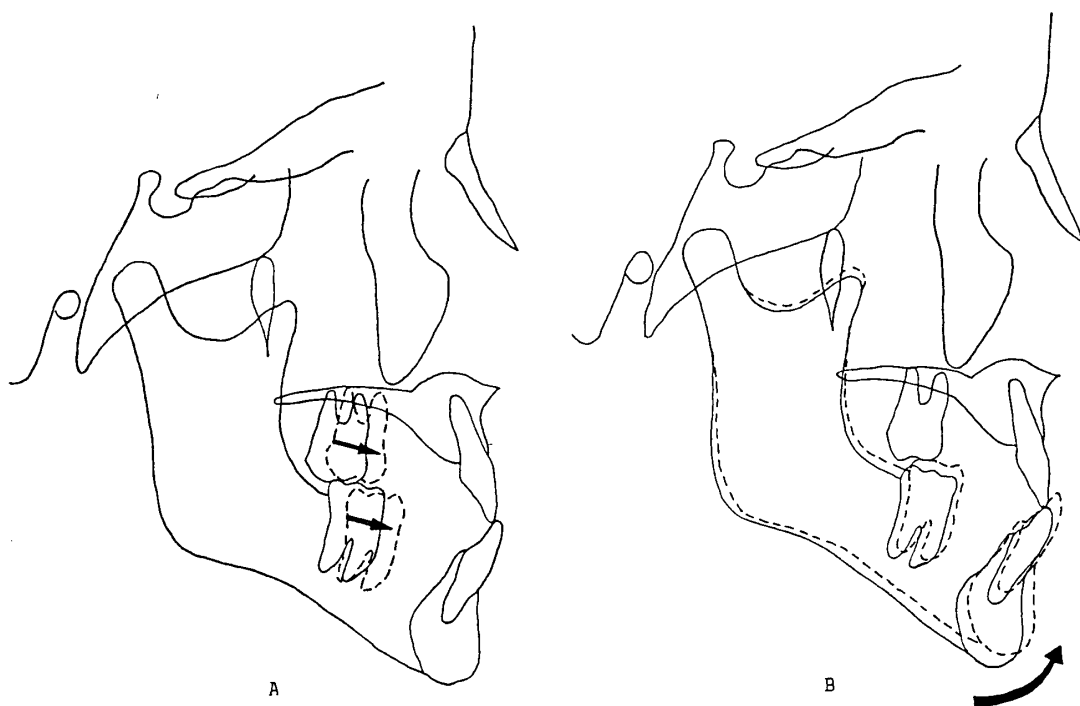


Fig. 1 Schematic drawing of the worsening of Class III cases (A and B) following an early loss of deciduous molars

失等がある群とに分け、その初診時の側方頭部X線規格写真を用いた (Table 1)。

Table 1. Particulars of the cases

	preserved group (37 cases)		early loss group (60 cases)	
dental age	III A	III B	III A	III B
total	20	17	27	33
male	11	5	14	13
female	9	12	13	20
mean age	7y8m	8y6m	7y7m	8y6m

歯冠修復処置が施されているものを含め、全ての乳臼歯がほぼ健全な状態に保たれている37症例を保存群とした。この内 Hellman の dental age で III A が20症例、III B が17症例である。また、乳臼歯の歯冠崩壊または早期喪失を認める60症例を早期喪失群とした。この内 dental age III A が27症例、III B が33症例である。なお、症例選択にあたっては、オルソパントモグラフィー上で、最低限上下顎両側第二乳臼歯の著しい歯冠崩壊または早期喪失のあるものを早期喪失群とした。また、さらに早期喪失による影響を明確にするために、早期喪失群の全症例の中から上顎および下顎の第一第二乳臼歯が全て早期喪失した15症例を抽出し、早期喪失群 A とした。

研究方法

1. 方法

頭部X線規格写真の透写図作成は誤差をできるだけ少なくするため、全て同一人で行い、その上で飯塚ら⁵⁾の方法に準じて計測点を設定した。計測項目のうち角度計測としては、SNA, SNB, ANB, Gonial angle, GZN, SN-Mp, SN-NF, NF-Mp, SN-Gn, NF-UOcc, Mp-LOcc, Ll-Mp, Ul-NF の13項目について行い、距離計測としては、GP/SN, overjet, overbite について行った (Fig.2,3)。また今回、距離計測として新

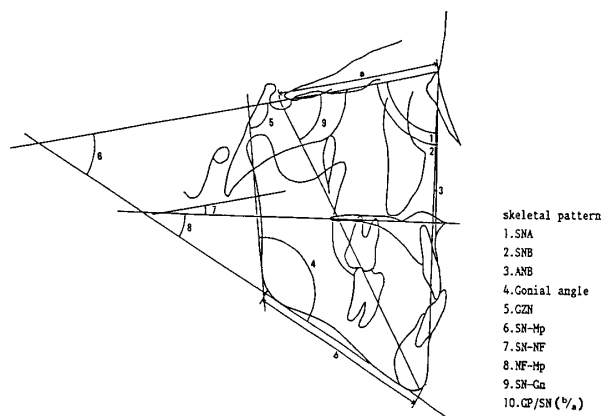


Fig. 2 Cephalometric measurements (skeletal pattern)

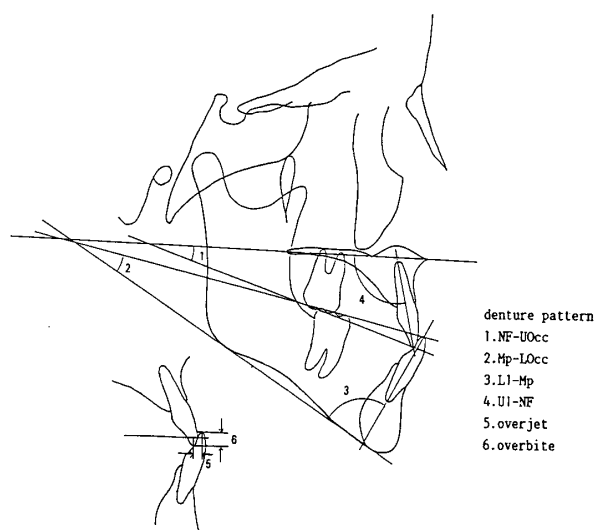


Fig. 3 Cephalometric measurements (denture pattern)

たに上下第一大臼歯の位置をあらわす項目と下顎骨の形態をあらわす項目を追加して検討した。

上下顎第一大臼歯の水平的および垂直的位置は下顎の位置に影響を及ぼすと考えられるため、1. Pns-Mu', 2. Pns-Mu'/Ans-Pns, 3. Mu-Mu', 4. Mu-Mu'/Ul-Ul', 5. Go'-Ml', 6. Go'-Ml'/Go'-Me, 7. Ml-Ml', 8. Ml-Ml'/Ll-Ll' の8項目について計測した。上顎第一大臼歯近心頬側咬頭頂 (Mu) より Nasal floor 上に垂直に投影した Mu' と Pns の距離 (Pns-Mu') を上顎第一大臼歯の水平的位置とした。また、この Ans-Pns に対する比率を計算することにより全体の大きさの違いに対応することとした。次に Mu より

Nasal floor までの垂直距離 (Mu-Mu') を上顎第一大臼歯の垂直的位置として計測し, UI の垂直的距離 (UI-UI') との間で比率を計算した。さらに下顎第一大臼歯近心頬側咬頭頂 (Ml) および Go より G-Me plane 上に垂直に投影した MI' と Go' の距離 (Go'-MI') を下顎第一大臼歯の水平的位置とし, この Go'-Me に対する比率を計算し全体の大きさの違いに対応させた。また, MI より G-Me plane への垂線までの垂直距離 (MI-MI') を下顎第一大臼歯の垂直的位置として計測し, LI の垂直的距離 (LI-LI') との間で比率を計算した (Fig.4)。

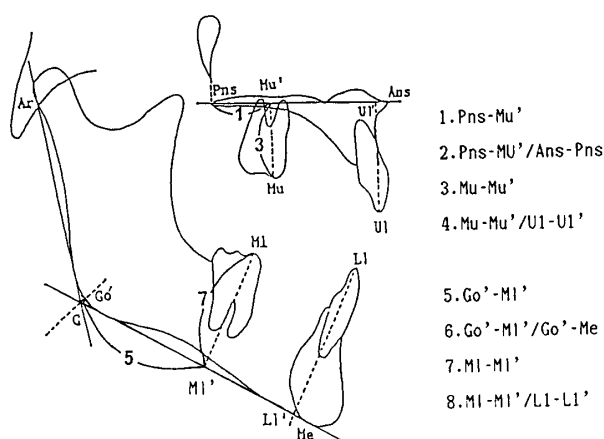


Fig. 4 Linear measurements of the first molar position

次に, 下顎骨の形態を捉らえるために次のように距離計測の計測点および計測項目を設定した。下顎枝前縁部への Ramus plane に平行な接線と, 歯槽頂が下顎最後臼歯と接する点を通り, G-Me plane と平行な線との交点を JX とし, できた角度の二等分線と下顎枝前縁とが交わることを J 点とした。J 点は歯槽骨後方部から下顎枝前縁部への移行部の点である。JX を Ramus plane に垂直に投影した点を JXR, JX を G-Me plane に垂直に投影した点を JXM, Gonion を Ar-Gn plane に垂直に投影した点を GX, G-Me plane 上に垂直に投影した点を Go' とした。また, Pogonion を G-Me plane 上に垂直に投影した点を Pog' とした。そして, Ar-Go, Go'-Pog', Ar-Gn, GX-Go, Go-J, JX-JXR, JX-JXM の 7 項目の各距離を計測した (Fig.5)。

計測値は座標読み取り装置 (Houston Instrument, Hipad) で各計測点の座標値をパーソナルコンピューター NEC PC-9801 に入力し, 演算処理を行って求めた。

2. 統計処理

上記の計測項目について, 以下に述べる統計処理を行った。

① dental age III A, III B 各々において, 保存群

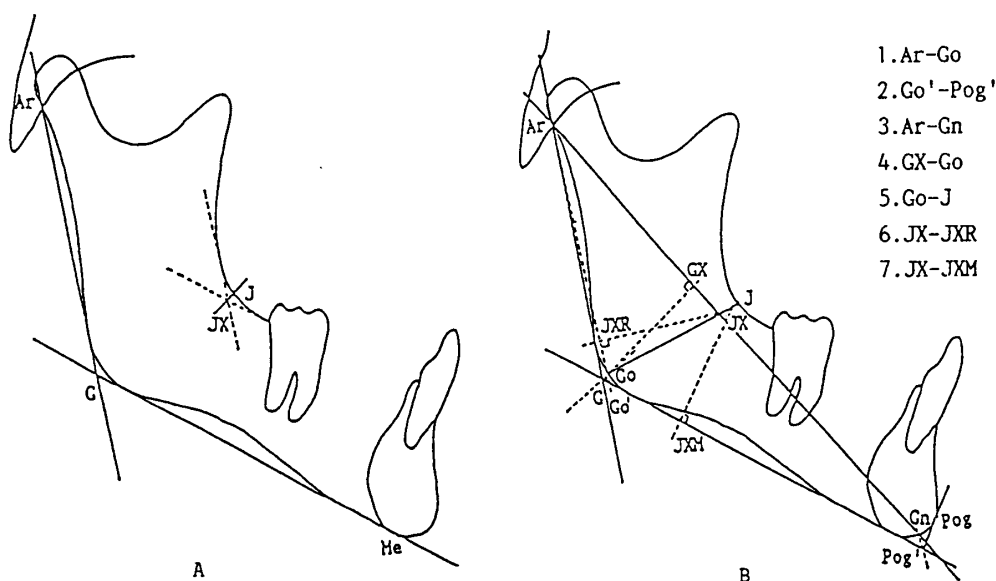


Fig. 5 Linear measurements of the position of the mandible

と早期喪失群の平均的プロフィログラム(S-SN基準)を作成し、さらに各群の計測項目の平均値、および標準偏差を算出した。また、両群間でt検定により平均値を比較した。

② dental age III A III Bにおける保存群と早期喪失群 A の各計測項目の平均値、および標準偏差の算出と両群間についてのt検定、平均的プロフィログラム(S-SN基準)の作成を行った。

結 果

1. dental age III A での保存群と早期喪失群との比較

保存群と早期喪失群との平均的プロフィログラムの重ね合わせ図から、早期喪失群において下顎骨の overclosure による前方位と顎角の開大および上下前歯の舌側傾斜が保存群に比べて顕著であった(Fig.6)。各項目計測値の平均値の比較において、早期喪失群は skeletal pattern において GZN が 2.57° , ANB が 1.00° , GP/SN が 0.03 保存群よりも小さな値を示し、5%levelで有意差がみられた。また、Gonial angle も有意差はなかったが約 3° 大きな値を示した。

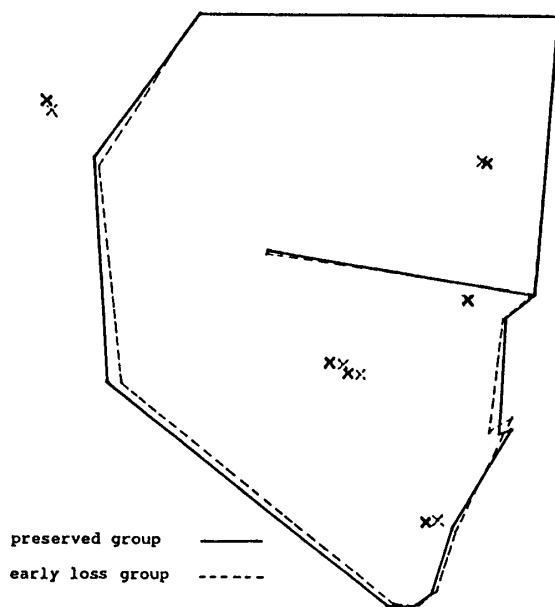


Fig. 6 Superimposition of the preserved group and early loss group in dental age III A

denture pattern では NF-UOcc が 3.00° , Mp-LOcc が 3.29° , overbite が 2.04mm 大きな値を, L1-Mp が 6.75° 小さな値を示し、いずれも 1% level で有意差を示した。また, U1-NF が 3.88° 小さな値を, overjet が 0.99mm マイナス側への偏位が大きくなり、それぞれ 5%level で有意差を示した (Table 2)。

Table 2. Mean values of each group for dental age III A

skeletal pattern

	preserved group mean	group S.D.	early loss group mean	group S.D.
SNA	80.96	3.05	80.68	2.80
SNB	79.18	2.81	79.90	2.96
ANB	1.77	2.03	0.77	1.99*
Gonial angle	133.19	4.96	136.08	4.98
GZN	86.07	4.36	83.50	3.90*
SN-Mp	39.26	3.31	39.59	4.48
SN-NF	10.06	2.22	8.69	2.66
NF-Mp	29.19	2.09	30.90	4.02
SN-Gn	70.13	2.70	69.48	3.34
GP/SN	1.09	0.05	1.06	0.04*

denture pattern

	preserved group mean	group S.D.	early loss group mean	group S.D.
NF-UOcc	13.59	2.68	16.59	3.91**
Mp-LOcc	20.44	2.88	23.73	3.63**
L1-Mp	92.01	6.60	85.26	6.43**
U1-NF	112.39	6.96	108.51	5.77*
overjet	-1.92	1.04	-2.91	1.66*
overbite	1.99	1.70	4.03	2.46**

* 5% level significant

** 1% level significant

2. dental age III B での保存群と早期喪失群との比較

平均的プロフィログラムの重ね合わせ図から、早期喪失群において下顎骨の overclosure による前方位がみられ、特に顎角の開大が顕著であった(Fig.7)。各項目計測値の平均値の比較において、skeletal pattern で SNA, Gonial angle

が5%levelで有意差を示した。denture pattern では、有意差は認められなかった (Table 3)。

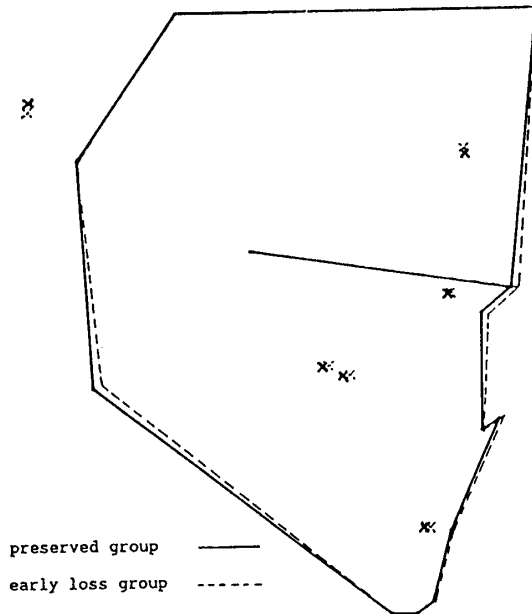


Fig. 7 Superimposition of the preserved group and early loss group in dental age III B

Table 3. Mean values of each group for dental age III B

skeletal pattern

	preserved group		early loss group	
	mean	S.D.	mean	S.D.
SNA	79.29	2.93	80.96	2.70*
SNB	80.11	2.31	80.80	3.17
ANB	-0.82	2.96	0.15	2.95
Gonial angle	131.66	6.14	134.91	4.06*
GZN	86.28	3.81	84.03	5.05
SN-Mp	37.95	5.25	38.94	4.60
SN-NF	9.30	2.68	8.88	2.39
NF-Mp	28.65	4.45	30.06	4.59
SN-Gn	69.12	2.37	68.97	3.57
GP/SN	1.11	0.04	1.10	0.05

denture pattern

	preserved group		early loss group	
	mean	S.D.	mean	S.D.
NF-UOcc	14.18	3.86	15.39	4.23
Mp-LOcc	22.60	4.27	23.58	3.60
L1-Mp	87.38	5.38	85.72	6.30
U1-NF	112.26	6.12	111.29	5.99
overjet	-2.59	1.28	-2.77	1.13
overbite	3.56	2.16	4.02	2.51

* 5% level significant

3. 各群におけるIII AとIII Bとの比較

dental age III AとIII Bの平均的プロフィールグラムの重ね合わせ図を保存群 (Fig.8) と早期喪失群 (Fig.9) で比較すると, skeletal patternにおいて両群間で成長パターンに大きな差は認められなかった。しかし, denture patternにおいて, 保存群で, III AからIII Bにかけて下顎前歯歯軸が舌側傾斜する傾向がみられた。

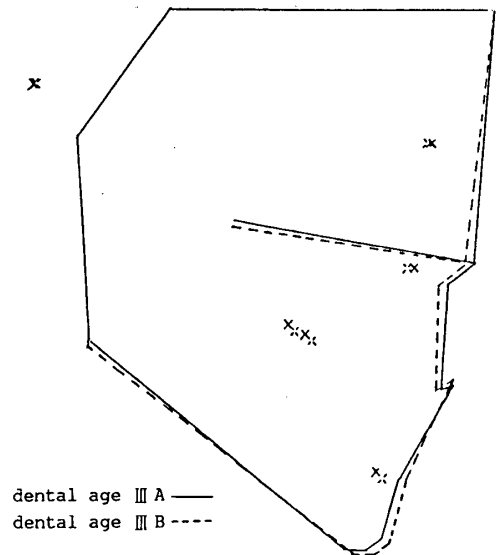


Fig. 8 Superimposition of dental age III A and III B in the preserved group

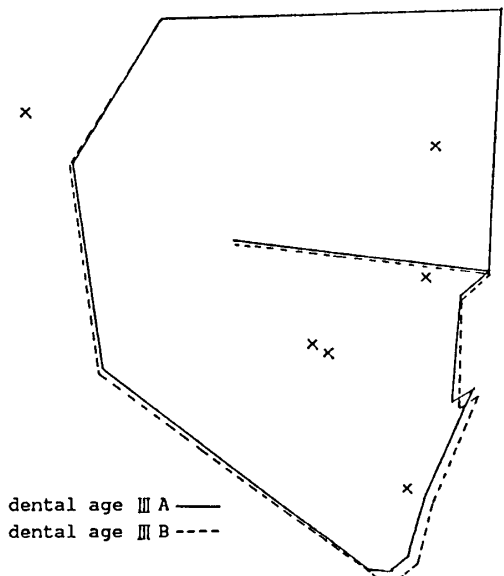


Fig. 9 Superimposition of dental age III A and III B in the early loss group

4. 保存群と早期喪失群 A との比較

平均的プロフィログラムの重ね合わせから、早期喪失群 A においては下顎骨の overclosure, 顎角の開大, 下顔面高の減少が著明であった (Fig.10)。各項目計測値の平均値の比較では、

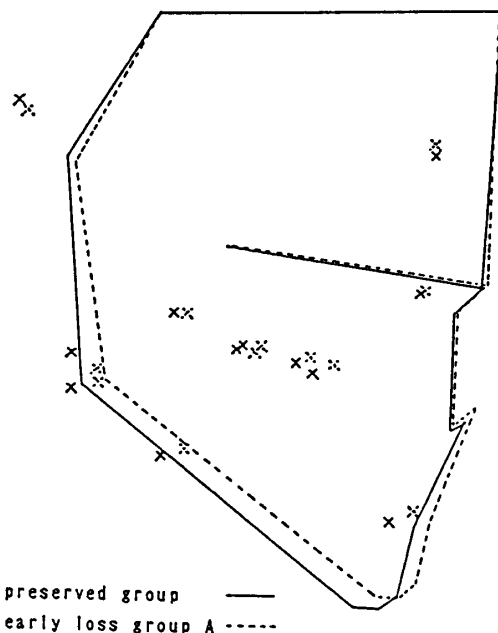


Fig.10 Superimposition of the preserved group and the early loss group A (dental age III A and III B)

早期喪失群 A において skeletal pattern で GZN に 0.1% レベルで、SN-Gn に 5% level で有意な減少を示し、SNB, Gonial angle に 5% level で有意な増大を示した。denture pattern では、LI-Mp に 0.1% level で有意な減少を示し、overbite に 5% level で有意な増大を示した (Table 4)。

第一大臼歯の位置をあらわす距離計測項目において、上顎では、上顎第一大臼歯の水平的位置をあらわす項目の上顎歯槽基底の長さとの比率 (Pns-Mu'/Ans-Pns) に対して 5% level で有意差を示した。下顎では、有意差は認められなかった (Table 5)。

下顎骨の形態については、GX-Go, JX-JXM で 1% level, Go-J で 5% level で有意な減少が認められた。

Table 4. Mean values of each group for dental age III A and III B

skeletal pattern

	preserved group mean	S.D.	early loss group mean	S.D.
SNA	80.23	2.99	81.27	2.78
SNB	79.34	2.59	81.49	3.12*
ANB	0.88	2.57	-0.21	2.53
Gonial angle	128.71	5.96	133.13	3.96*
GZN	88.88	4.11	84.27	3.40***
SN-Mp	37.59	4.42	37.40	4.52
SN-NF	9.85	2.44	9.00	2.80
NF-Mp	27.74	3.51	28.39	5.14
SN-Gn	69.98	2.55	67.78	3.86*
GP/SN	1.10	0.05	1.08	0.06

denture pattern

	preserved group mean	S.D.	early loss group mean	S.D.
NF-UOcc	13.95	3.30	16.28	5.46
Mp-LOcc	20.04	3.67	20.85	2.95
LI-Mp	91.74	6.42	84.79	5.68***
UI-NF	107.27	32.13	110.91	5.89
overjet	-2.30	1.16	-2.92	1.48
overbite	2.70	1.99	4.52	2.82*

* 5% level significant

** 1% level significant

*** 0.1% level significant

Table 5. Mean values of each group for dental age III A and III B

	preserved group mean	S.D.	early loss group mean	S.D.
Pns-Mu'	15.89	2.38	17.19	2.29
Pns-Mu'/Ans-Pns	0.32	0.04	0.35	0.04*
Mu-Mu'	18.55	1.80	17.69	2.50
Mu-Mu'/UI-UI'	0.71	0.05	0.68	0.07
Go'-MI'	33.72	3.07	32.51	4.68
Go'-MI'/Go'-Me	0.48	0.03	0.46	0.04
MI-MI'	27.61	2.67	27.58	2.64
MI-MI'/LI-LI'	0.69	0.04	0.70	0.03

* 5% level significant

Table 6. Mean values of each group for dental age III A and III B

	preserved group mean	group S.D.	early loss group mean	group S.D.
Ar-Go	41.23	2.83	39.98	3.52
Go'-Pog'	70.17	3.44	68.76	4.61
Ar-Gn	100.74	4.63	100.00	5.13
GX-Go	21.44	2.59	19.32	2.29**
Go-J	31.41	2.50	29.88	2.45*
JX-JXR	31.02	2.24	29.60	2.58
JX-JXM	23.99	2.49	21.78	1.67**

* 5% level significant

** 1% level significant

考 察

1. dental age III A, III B 各々における保存群と早期喪失群の比較

dental age III A で早期喪失群は保存群に比べ skeletal pattern において GZN, ANB, GP/SN が 5% level で有意に小さな値を示し、プロフィールグラムからも下顎骨が overclosure を起こしながら前方位をとっていることにより顎関係の悪化を招いていることがわかる。denture pattern では LI-Mp に 1% level で有意差があり下顎前歯の舌側傾斜が著明であった。これは下顎骨の前方位という顎関係の悪化に伴う dental compensation であると考えられる。また、UI-NF, overjet に有意差を示しているが、これは下顎よりも遅く萌出した上顎前歯が overclosure による下顎の機能的な影響を受け、overjet の悪化ならびに咬合平面の変化があらわれていると考えられる。

dental age III B における両群の比較でも、III A に比べ両群での違いは小さくなっているが同様の傾向が認められ、特に早期喪失群において Gonial angle の増大が顕著であり 5% level で有意差を示した。しかし、GZN が小さな値を示したため SN-Mp には有意差がみられなかった。これは、山田ら^{3,4)}、井藤ら^{6,7)}が反対咬合者と正被蓋者両群において乳臼歯の早期喪失による

Gonial angle の開大と GZN の減少を認め、SN-Mp には差が現れないと述べていることと一致する。このように dental age III A, III B ともにほぼ同様な傾向で、保存群に対する早期喪失群の顎態の違いを示していることがわかった。

乳臼歯の早期喪失度の大きい早期喪失群 A を保存群と比較すると、Fig.10, Table 4 で示すように、skeletal pattern では上顎に大きな差がないのに比べて、下顎では GZN, SN-Gn に有意な減少を、Gonial angle, SNB に有意な増大を示し、乳臼歯早期喪失によって下顎骨が顎角の開大を伴いながら overclosure して前方位を示し、顎関係が悪化することがわかった。denture pattern では、LI-Mp に有意な減少を示し顎関係の悪化に伴う dental compensation が生じ、overbite では overclosure に伴う有意な増大が認められた。

第一大臼歯の位置をあらわす距離計測においては、上顎では Pns-Mu' に有意差を示さないが 1.3mm の増加を認め、また、上顎歯槽基底の長さとの比率に対して同様な増加を示し、5% level で有意差を示していることから、上顎第一大臼歯の近心転位が生じていることが考えられる。また垂直的距離も有意差は認められなかったが、長さおよび比率で減少が生じていると考えられる。しかし、下顎においては、有意差は認められなかった。このことから、乳臼歯の早期喪失は第一大臼歯の近心移動を招き、その垂直的水平的距離の減少が下顎に比べ上顎第一大臼歯でより大きいことがわかる。そしてこの近心移動が咬合高径の減少を招き、下顎骨を overclosure させる原因であると考えられる。

下顎骨の形態については、Ar-Go, Go'-Pog', Ar-Gn に有意差が認められないことから、乳臼歯の早期喪失によって下顎骨自体の大きさには違いがないことがわかる。しかし、GX-Go で 1% level, Go-J で 5% level で有意な減少が認められ、顎角部での形態の変化が生じている。さら

に、JX-JXMが1%levelで有意な減少が認められたことから、下顎骨顎角部および骨体部での骨の幅の減少が生じていると考えられる。

2. 保存群, 早期喪失群におけるIII AからIII Bに至る成長変化

Fig.8,9の両群におけるdental age III AとIII Bの平均的プロフィールの重ね合わせから、両群ともIII AからIII Bにかけて下顎骨の前下方への成長が同様に生じている。また、上顎骨においても、保存群のSNAがややIII Bの方が小さいが、両群でほぼ同様の変化を示している。Björk⁸⁾, Landa⁹⁾, 飯塚¹⁰⁾らは正常咬合者においてSNAの変動がきわめて少ないと述べ、須佐美¹¹⁾も反対咬合者において各成長段階での変動が僅少であると報告していることからわかる。このように、III AとIII Bとの間では、乳臼歯早期喪失の有無による成長パターンの変化に大きな差が認められないことがわかった。denture patternにおいては、保存群でIII AとIII Bとの間でLi-Mpが小さくなる傾向を示しているが、早期喪失群では、その違いがみられなかった。このことは、保存群において構造的な症例が多く、そのためにdental compensationが増齢的に生じてくると考えられ、早期喪失群ではそれが認められずoverclosureの度合いが大きいことから、機能的反対咬合症例が多く含まれている可能性が強いことが推測できる。

3. 乳臼歯の早期喪失による下顎骨形態の変化

Gonial angleについて飯塚¹⁰⁾や須佐美¹¹⁾は各発育段階において有意な変動は認められないと述べ、Brodie^{12,13)}は生後3ヶ月—8年の間には下顎角部での形態は成長により変化せず、Gonial angleの変化は筋機能が十分確立した後はあまりないとしている。反対に、Sergl¹⁴⁾はラットでの研究から、成長が終了したものでは機能に対応して歯牙歯槽骨の変化が起こり、成長中であれば顎骨の変形がおけると述べている。また、山内ら¹⁵⁾は成人無歯顎者と青年有歯顎者

の比較から無歯顎者のGonial angleの開大を報告し、植田²⁾も乳歯重症齲蝕症患者に同様の結果を示している。Dudas¹⁶⁾は双生児の累年の研究から遺伝的影響を受けにくいと述べ、環境的要因に左右されることを示唆していることから、乳臼歯の早期喪失によってGonial angleが開大することが推測できる。また、これと同時にGZNの減少がみられたが、この関係についてEnlow¹⁷⁾は適切な咬合を維持するための下顎下縁平面傾斜角の定常性と捉えている。山田ら^{3,4)}は、これを支持し、乳歯の喪失と顎態の変化についての研究でGonial angleとGZNの負の相関を認め、治療前と比較して被蓋改善後および側方歯萌出によってGZNの増大とGonial angleの減少が生じ、健全群の顎態に近づくと述べ、筋活動と骨のremodelingの関係をも示唆している。また、田部¹⁸⁾は咬筋についてその閉顎力と、Gonial angleおよびMandibular planeの傾斜度との間に負の相関があると報告している。しかし、乳臼歯の早期喪失による顎角の開大が下顎枝と骨体との再配置によるものなのか、顎角部での骨のremodelingによるものなのかは明らかではない。本研究で下顎骨の形態について下顎骨自体の大きさには違いがなく、顎角部および骨体部での骨の幅の減少が生じているという結果が得られた。下顎角部でのremodelingについては筋機能との関連においていくつか報告されているが、いまだ定説には至っていない^{19,20,21)}。従って、本研究において乳臼歯の早期喪失時期と顎態の変化についての関係や筋の活動性との関連、機能的要素の有無についての検討がさらに必要と思われる今後の研究課題としていく所存である。

文 献

1. 戸倉伝三郎：いわゆる仮性反対咬合の成因に関する研究—混合歯列弓を中心として—, 日大歯誌, 43: 458-471, 1969.

2. 植田正光：乳歯重症齲蝕症の研究—顎顔面頭蓋の成長パターンに及ぼす影響—, 小児歯誌, 16; 253-268, 1978.
3. 山田健二郎, 坂井哲夫, 荒木真弓, 川本寿夫, 山口和憲：反対咬合者における乳臼歯齲蝕とその顎態, I. 矯正治療前の顎態, 日矯歯誌, 40; 57-65, 1981.
4. 山田健二郎, 本田雅弘, 荒木真弓, 川本寿夫, 坂井哲夫, 井藤一江：反対咬合者における乳臼歯齲蝕とその顎態, II. 矯正治療に伴う顎態の変化, 日矯歯誌, 41; 126-135, 1982.
5. 飯塚哲夫, 石川富士郎：頭部 X 線規格写真法による計測点の設定について, 日矯歯誌, 16; 66-75, 1957.
6. 井藤一江, 竹中美奈子, 米田尚登, 坂井哲夫, 山田健二郎, 山内和夫：乳臼歯齲蝕が正被蓋を有する矯正患者の顎態に及ぼす影響, I. 矯正治療前の顎態, 日矯歯誌, 41; 117-125, 1982.
7. 井藤一江, 竹中美奈子, 米田尚登, 山口和憲, 山田健二郎, 山内和夫：乳臼歯齲蝕が正被蓋を有する矯正患者の顎態に及ぼす影響, II. 側方歯萌出後の顎態, 日矯歯誌, 42; 149-157, 1983.
8. Björk, A.: Facial growth in man studied with aid of metallic implants, Acta Odont. Scand., 13; 9-34, 1955.
9. Landa, M. J.: Growth behavior of the human bony facial profile as revealed by serial cephalometric roentgenology, Angle Orthodontist, 22; 78-90, 1952.
10. 飯塚哲夫：頭部 X 線規格写真法による日本人小児の顔の成長に関する研究, 口病誌, 25; 260-272, 1958.
11. 須佐美隆三：下顎前突者の顎顔面頭蓋形態の年齢的推移に関する X 線計測学的研究, 日矯歯誌, 26; 1-34, 1967.
12. Brodie, A. G.: Behavior of normal and abnormal facial growth patterns, Amer. J. Orthod. & Oral Surg., 27; 633-647, 1941.
13. Brodie, A. G.: Late growth changes in the human face, Angle Orthodont., 23; 146-157, 1953.
14. Sergl, H. G. und Gottingen: Tierexperimentelle Untersuchungen zur Frage der Altersabhängigkeit funktioneller Anpassungsmuster, Fortschritte der Kieferorthop., 33; 365-374, 1972.
15. 山内和夫, 岩崎重信, 松本光生, 加登順子：頭部 X 線規格側貌写真計測法による成人無歯顎者と青年有歯顎者との顎態の比較研究, 日矯歯誌, 23; 38-44, 1964.
16. Dudas, M. and Sassuni, V.: The hereditary components of mandibular growth. A longitudinal twin study, Angle Orthodont., 43; 315-323, 1973.
17. Enlow, D. H.: Handbook of facial growth 1st ed., 186-225. W. B. Saunders Co., Philadelphia • London • Toronto, 1975.
18. 田部孝治：咀嚼筋活動と顎・顔面形態に関する研究, II. 咬筋の活動および閉顎力と顎・顔面形態との関係について, 日矯歯誌, 35; 255-265, 1976.
19. Avis, V.: The significance of the Angle of the mandible: an experimental and comparative study, Amer. J. Orthodont., 19; 55-61, 1961.
20. 牟田龍生：顎間距離増大後の成猿および若猿における組織順応性に関する実験的研究, 九州歯会誌, 28; 559-581, 1975.
21. Scott, J. H.: The growth and function of the muscles of mastication in relation to the development of the facial skeleton and of the dentition, Amer. J. Orthodont., 40; 429-449, 1954.