

乳臼歯の早期喪失が顎顔面と歯列の成長発育に及ぼす影響についての実験的研究

井 藤 一 江

An Experimental Study on the Effects of the Premature Loss of Deciduous Molars on Craniofacial and Occlusal Development in *Macaca fuscata*

Kazue Ito

(平成5年2月18日受付)

緒 言

乳歯の早期喪失は、第一大臼歯や後継永久歯の萌出位置に影響を及ぼし、それらの対咬関係を変化させ、結果的に不正咬合を生じさせる可能性があると言われている¹⁻³⁾。

しかし、乳臼歯早期喪失の影響について従来行われてきた研究は、齲蝕罹患率に差のある集団(地域)間での不正咬合発生頻度の比較などの疫学的調査や^{4,5)}、児童の連続口腔模型の観察による乳臼歯喪失後の乳犬歯・第一大臼歯の移動と、それに伴う後継永久歯の位置異常や叢生の調査などが主であった⁶⁻²⁶⁾。また、乳臼歯喪失に伴う咬合高径の喪失による過蓋咬合や上顎前突、あるいは咀嚼運動の障害による機能性反対咬合や交叉咬合などの、上下歯列ないし上下顎の対咬関係の異常の発生との関係については、疫学的調査^{5,27-31)}や歯列模型の観察^{15,32,33)}による不正咬合の頻度の調査が行われ、反対咬合と乳歯齲蝕の関係が示唆されているが、それらは推測に過ぎない。

一方、乳臼歯の齲蝕あるいは早期喪失による咀嚼機能障害が顎の発育に及ぼす影響に関しては、Rönnerman^ら¹⁹⁾、植田³⁴⁾、山田^ら^{35,36)}、井藤^ら^{37,38)}の頭部X線規格写真による報告があり、植田、井藤ら、山田らはともに下顎角の開大を指摘している。この下顎角の開大を、植田は個体差であろうと考察しているが、井藤らと山田らは、咀嚼機能の低下による下顎角部の形態変化であろうとしている。

また、動物実験では、Gaufinkle^ら³⁹⁾、Greer^ら⁴⁰⁾がサル^の第一乳臼歯を早期に抜歯しているが、それらは第一小臼歯萌出に及ぼす影響の評価を目的としているに過ぎない。さらに、乳歯の早期喪失が顎の発育に及ぼす影響について、堤^{41,42)}はイヌの乳歯を抜歯しているが、全乳歯とともに全永久歯芽も摘出したため、永久歯芽の発育が顎の発育に及ぼす影響をも含んでおり、純粹に乳臼歯の早期喪失が顎の発育に及ぼす影響を検討したものとはいえない。

これらの研究結果より、乳歯の早期喪失が乳犬歯や第一大臼歯の移動と、後継永久歯の位置異常や叢生を招くことは明らかであるが、乳臼歯喪失が歯列や上下歯列の対咬関係や下顎位に及ぼす影響、および顎顔面頭蓋の成長に及ぼす影響については、ほとんど解明されていない。

本研究では、実験的にサルの乳臼歯を早期に抜歯し、それが歯列や咬合および顎顔面の成長に及ぼす影響を長期間観察することにより検討した。

研究 方 法

I. 研究 材 料

乳歯咬合が完成した年齢1歳(推定1歳1カ月から1歳5カ月)のニホンサル(*Macaca fuscata*)10頭を用い、7頭を実験群、3頭を対照群とした(表1)。

サルはモンキーケージの中で飼育し、飼料として固形ビスケット(オリエンタル酵母社製、サル用)と水(給水瓶)を与え、さらに、週に1~2回人参あるいはサツマイモなどにL-アスコルビン酸(片山化学工業社製)を塗布して与えた。

実験期間は約2年間とし(表1)、実験終了時の推

広島大学歯学部歯科矯正学講座(主任:山内和夫教授)本研究は一部文部省科学研究費(昭和57・58年度, No. 57570738)によった。

表1 研究材料

		体重 (kg)		抜歯時期 (推定)	実験期間
		飼育開始時	実験終了時		
実験群	E1	3.3	5.6	1歳7カ月	2年
	E2	2.5	5.9	1歳4カ月	2年
	E3	2.4	5.9	1歳4カ月	2年
	E4	2.7	4.8	1歳4カ月	2年1カ月
	E5	2.3	6.7	1歳4カ月	2年1カ月
	E6	3.4	6.4	1歳7カ月	2年1カ月
	E7	2.3	5.4	1歳3カ月	2年1カ月
対照群	C1	3.3	5.6		2年
	C2	3.3	5.8		2年
	C3	3.0	5.5		2年1カ月

定年齢は3歳4カ月から3歳7カ月であった。

II. 乳臼歯の抜歯

2～3カ月の実験前飼育観察期間の後、実験群の上下顎左右の第一・第二乳臼歯を抜歯した。抜歯に際しては、5 mg/kg の塩酸ケタミン（ケタラル、三共社製）を筋肉内に注射した後、30 mg/kg のペントバルビタール・ナトリウム（ソムノペンチル、ピットマン・ムーア社製）を腹腔内に注射して全身麻酔を施した。次に、局所にキシロカインを注射して、1度に1/4顎ずつの2歯を抜歯し、1週間おきに計4回で完了した。各抜歯後、感染予防の目的で1回15万単位のベンジルペニシリンプロカイン（懸濁ペニシリンG、萬有製薬社製）を筋肉内に注射した。抜歯を行った年齢は、推定で1歳3カ月から1歳7カ月であった（表1）。

III. 研究資料

実験群・対照群の全てのサルについて、飼育観察開始時より実験終了に至る間、約3カ月毎に全身麻酔を施し、体重の測定、歯列石膏模型の採得、口腔内写真の撮影、側面頭部X線規格写真の撮影を行った。また同時に、咬合状態・下顎位について肉眼的に観察した。

IV. 歯列石膏模型の観察と計測

即時重合レジン・ブルーオストロン100（而至社製）で印象用トレーを作製し、歯科用印象材・キサントプレーン（バイエル社製）を用いて印象採得を行い、歯科用硬石膏（而至社製）を注入して歯列石膏模型を作製した。また、乳臼歯抜歯に伴い、臼歯部の咬合高径および下顎位が安定しない可能性があるため、パラ

フィンワックスにて中心咬合位のバイトを採得した。また、実験期間中、中心咬合位と中心位の下顎位が異なる場合は、中心位でのバイトも採得した。なお、中心位は、手指にて下顎を後方に誘導して開閉させて決定した。

この模型について、次の観察を行った：

- ① 歯牙の交換状態
- ② 上・下顎の乳犬歯関係と大臼歯関係または第二乳臼歯関係（近遠心的関係および頬舌的關係）
- ③ 歯列弓形態
- ④ 靈長空隙
- ⑤ 咬耗の部位
- ⑥ クロスバイトの範囲
- ⑦ 個々の歯の位置不正
- ⑧ 正中の偏位
- ⑨ 中心位と中心咬合位のずれ

次に歯列石膏模型について、下記の距離を計測した（図1）。

- ① 歯列弓長径（第二乳臼歯が存在する模型では中切歯切縁部から両側第二乳臼歯遠心面までの距

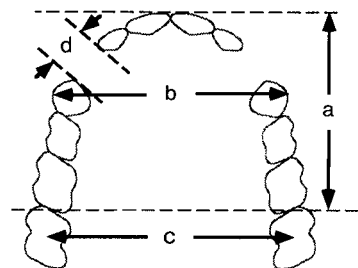


図1 歯列石膏模型の計測項目

- a：歯列弓長径 b：乳犬歯間幅径
c：第一大臼歯間幅径 d：側切歯—犬歯間空隙

離，第二乳臼歯が抜歯された模型では第一大臼歯近心面までの距離)

- ② 乳犬歯間幅径 (左右乳犬歯唇側最大豊隆部間距離)
- ③ 第一大臼歯間幅径 (左右第一大臼歯中心溝間距離)
- ④ 側切歯—犬歯間空隙 (乳側切歯または側切歯の遠心歯頸部から乳犬歯の近心歯頸部までの距離)
- ⑤ overjet
- ⑥ overbite

計測にはノギス (精度 0.05 mm) を使用し，3 回の計測を行ってその平均値を計測値とした。

V. 側面 X 線規格写真の撮影と計測

1. メタルインプラント

側面頭部 X 線規格写真上で上・下顎の成長変化を確認する目的のため，実験前の観察期間中に，Björk⁴³⁾ および Mathews⁴⁴⁾ の方法に従って tantalum pin (0.5 mm×1.6 mm，三金工業社製) を instrument で打ち込んだ。部位は，上顎 (右側) は①左右乳犬歯を結んだ線上で上顎骨の正中部に可及的に近い部，②上顎骨の頬骨突起下稜部，③第二乳臼歯根尖部の上方の 3 カ所であり，下顎 (右側) は，①乳中切歯根尖部の下方で下顎結合に近い部，②第一大臼歯根尖部の下方，③第一大臼歯根尖部の下方，④下顎角部，⑤下顎枝中央部付近の 5 カ所であった。

2. 撮影装置と撮影条件

東京エンジン社製 T-2 型

X 線管焦点と被写体間距離：150 cm

被写体とフィルム間距離：15 cm

管電圧：105 kV

管電流：12～14 mA

露出時間：0.5～0.6 sec

フィルム：コダック X-Omat RP

現 像：フジ RD-V (30°C，3 min 30 sec，自動現像)

3. 撮影法

サルをモンキー・チェアに固定し，耳管をサル用に改造した頭部固定装置を使用して頭部を固定し，フランクフルト平面を水平にし，中心咬合位を保持して，側面頭部 X 線規格写真を撮影した。

4. 計測点と基準線 (図 2，3)

撮影された側面頭部 X 線規格写真をアセテートフィルム (ロッキーマウンテン社製) 上にトレースし，以下の計測点及び基準線を設定し，計測を行った。計測点の入力には，Oscon 社製 Graphic Digitizer model/A 4-10 を使用し，NEC 社製 PC-9801 RA を使用して各計測値を算出した。

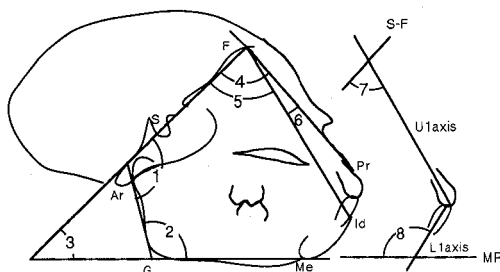


図 3 側面頭部 X 線規格写真計測項目 (角度計測)

- | | |
|-------------------------|------------------------|
| (1) $\angle S-F/Ar-Lr$ | (2) $\angle Ar-G-Me$ |
| (3) $\angle S-F/MP$ | (4) $\angle S-F-Pr$ |
| (5) $\angle S-F-Id$ | (6) $\angle Pr-F-Id$ |
| (7) $\angle S-F/U1axis$ | (8) $\angle MP/L1axis$ |

S: (Sella turcica) トルコ鞍陰影の中央点

F: (Frontale) 前頭蓋窩の最前点

Or: (Orbitale) 眼窩骨縁最下点

Ocp: (External occipital protuberance) 後頭結節の最突出点

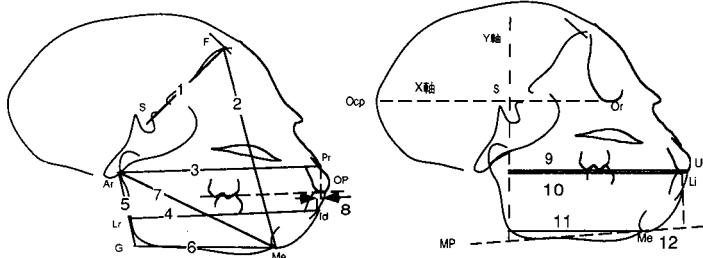


図 2 側面頭部 X 線規格写真計測項目 (距離計測)

- | | | | | | |
|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------------|
| (1) S-F | (2) F-Me | (3) Ar-Pr | (4) Lr-Id | (5) Ar-G | (6) G-Me |
| (7) Ar-Me | (8) Pr'-Id' | (9) Y-Ui | (10) Y-Li | (11) Y-Me | (12) Li'-Me |

Pr : (Prosthion) 上顎中切歯間歯槽突起最先端点
 Id : (Infradentale) 下顎中切歯間歯槽突起最先端点
 Me : (Menton) 下顎結合部外形線最下点
 Lr : Ar から下顎枝後縁への接線の下顎骨下方部分での接点
 Ar : (Articulare) 下顎関節突起後縁と外頭蓋底との交点
 G : 下顎枝後縁線 (Ar-Lr) と下顎下縁平面 (MP) の交点
 Ui : 上顎中切歯の切縁
 Li : 下顎中切歯の切縁
 MP : (Mandibular plane, 下顎下縁平面) Me から下顎隅角部への接線
 OP : (Occlusal plane, 咬合平面) 上下顎中切歯切縁の midpoint と上下顎第一大臼歯 (未萌出時は第二乳臼歯) の咬合面中央の midpoint を結んだ線
 Ullaxis : 上顎中切歯切縁と根尖を結んだ線
 Lllaxis : 下顎中切歯切縁と根尖を結んだ線
 X軸 : Or と Ocp を結んだ線⁴⁵⁾
 Y軸 : S を通って X軸に直交した線⁴⁵⁾

5. 計測項目

(1) 距離計測 (図2)

下記の各計測点間の距離を計測した。なお, Pr', Id' は Pr, Id を OP に投影した点, Li' は Li を MP に投影した点である。

S-F : 頭蓋の前後径

F-Me : 前顔面高

Ar-Pr : 上顔面複合体の前後径

Lr-Id : 下顎骨の前後径

Ar-G : 下顎枝高径

G-Me : 下顎骨体長

Ar-Me : 下顎効果長

Pr'-Id'

Li'-Me

また, Ui, Li, Me の各点から Y軸への垂線の長さを計測した。

Y-Ui

Y-Li

Y-Me

(2) 角度計測 (図3)

下記の計測点を結んだ線および基準線のなす角度を計測した。

$\angle S-F/Ar-Lr$

$\angle Ar-G-Me$

$\angle S-F/MP$

$\angle S-F-Pr$

$\angle S-F-Id$

$\angle Pr-F-Id$

$\angle S-F/Ullaxis$

$\angle MP/Lllaxis$

6. 側面頭部X線規格写真の重ね合わせ

飼育観察開始時・乳臼歯抜歯直前・第一大臼歯咬合時・中切歯萌出時・実験終了時の5時点 (観察開始時の頭部X線規格写真にインプラントが施されていない場合は4時点) の側面頭部X線規格写真のトレースを重ね合わせた。

(1) 頭蓋底を基準とした重ね合わせ

Sを原点にS-Fで重ね合わせ, 5時点のメタルインプラントの移動方向を追うことにより, 上・下顎の成長変化を調べた。また, 下顎のメタルインプラントを連ねた線 (インプラントライン) と下顎下縁平面の角度の変化を追うことにより, 下顎の回転と下顎下縁平面の変化を調べた⁴⁶⁾。

(2) 下顎のメタルインプラントでの重ね合わせ

下顎のメタルインプラントで重ね合わせ, 5時点の下顎の成長変化を調べた。

VI. 統計的処理

模型ならびに側面頭部X線規格写真上での計測値に関する, 実験群と対照群の計測値間の有意差の有無の検定には, Mann-Whitney の検定法 (Macintosh Ci computer, Stat View II program, non parametric test, Mann-Whitney U test) を使用した。

しかし, 実験群7頭, 対照群3頭と, データ数が少ないため, 平均値の比較を行うと共に, 全個体の計測値の分布もグラフにより視覚的に確認した。

なお, 検定可能なデータ数が対照群3頭対実験群5頭以上であるため, それ以下のデータ数の場合は統計処理を行わなかった。

研究結果

各計測項目毎の変化量の推移を図7~16に示した。上・下顎第一大臼歯間幅径以外は, 実験群の乳臼歯抜歯直前の時期を零点として変化量の増減を表し, 対照群でも実験群の抜歯直前の年令と同時期のものを零点とした。

I. 体重の変化

全身健康状態の指標として, 体重の変化を調べた (表1, 図4)。飼育開始後一時的に体重減少を示すものがあったが, 全個体ともに順調な体重増加を示した。両群間に差は認められず, 実験群の乳臼歯抜歯が全身成長に影響を及ぼしたとは思われなかった。

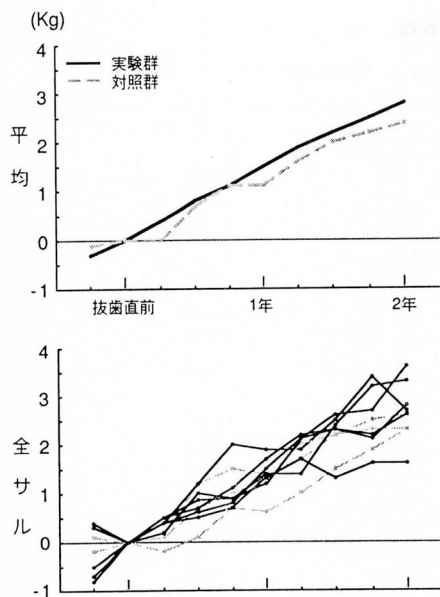


図4 体重の変化
実験群の乳臼歯抜歯直前の時期を零点として、変化量の増減を表した。対照群は、実験群の抜歯直前の年齢と同時期のものを零点とした。

II. 口腔内および歯列石膏模型の観察結果ならびに計測結果

1. 歯列および咬合の変化

図5は対照群、図6は実験群の、観察開始時・第一大臼歯萌出時・実験終了時の口腔内写真である。永久歯の萌出時期は、まず第一大臼歯が抜歯直前の時点から約3カ月～9カ月後に咬合し、第一大臼歯咬合完成の約9カ月～1年3カ月後（抜歯直前の時点から約1

年3カ月から1年9カ月後）に中切歯が交換を完了した。その後側切歯、第二大臼歯の順に萌出した。実験終了時の萌出永久歯は、第一大臼歯と中切歯のみが1頭（C3：以下対照群の各サルの記号をCとし、番号を付す）、側切歯まで萌出完了が5頭（E2, E3, E4, E5, C1：以下実験群のサルの記号をEとし、番号を付す）、第二大臼歯萌出中が3頭（E6, E7, C2）、第二大臼歯が萌出完了して上顎第一小臼歯萌出中1頭（E1）であった。

(1) 対照群について（図5）

観察開始時、乳切歯は切端咬合を呈し、上下歯列の正中はほぼ一致していた。乳犬歯は正常な近遠心的関係を示し、上顎乳犬歯の近心と下顎乳犬歯の遠心には霊長空隙が認められた。上下顎第二乳臼歯はいわゆるAngle I級の近遠心的関係で咬合していた。

実験期間中、切歯は永久切歯への交換後もoverjetがプラスの切端咬合を維持し、上下歯列の正中もほぼ一致していた。上下顎乳犬歯・第二乳臼歯・第一大臼歯の関係はそれぞれいわゆるI級の近遠心的関係を維持していた。上下臼歯部の歯列弓幅径は、上顎の方が広い傾向を示したが、咬合は安定していた。乳歯の咬耗は前歯、臼歯ともに認められ、特に乳犬歯の咬耗は著しかった。

(2) 実験群について（表2、図6）

観察開始時は、7頭とも対照群とほぼ同様の歯列・咬合状態を示していた。

実験期間中と実験終了時の共通した所見は、程度の差はあるものの、乳臼歯抜歯後、全サルでoverjetが減少したこと、切歯の咬耗が著しかったこと、上顎乳犬歯の咬耗が軽度で咬合平面を越えて挺出していたことであり、また、切歯逆被蓋を呈したサルはもちろん

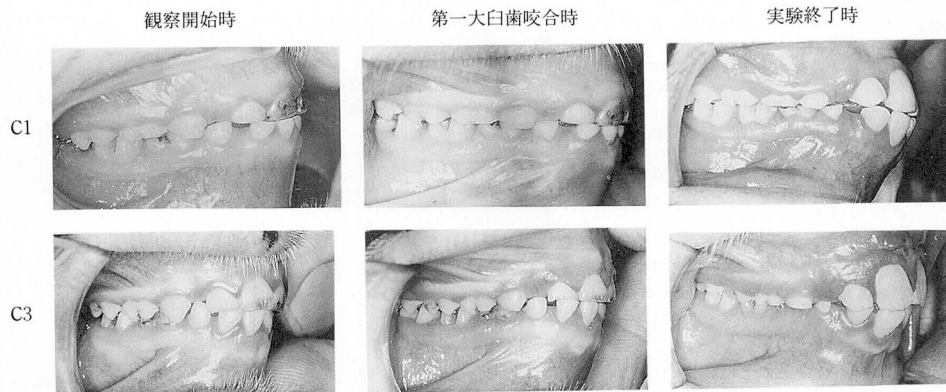


図5 対照群のサルの口腔内写真
実験期間中を通して、切歯は切端咬合を維持し、上下の正中もほぼ一致し、乳犬歯・第二乳臼歯・第一大臼歯の関係はI級を維持していた。

表2 咬合変化

		観察開始時 (抜歯)	第一大臼歯咬合	中切歯萌出	実験終了時
E1	overjet (中心位) 大白歯関係 右左 正中の偏位	1.0 mm I級 I級 一致	0 mm I級 I級 一致	-0.3 mm (0 mm) I級 I級 一致	1.0 mm I級 I級 一致
E2	overjet 大白歯関係 右左 正中の偏位	1.0 mm I級 I級 一致	0.5 mm Ⅲ級 (1/2咬頭) I級 少し左へ	0.5 mm I級 I級 左 1.0 mm	0.7 mm I級 I級 一致
E3	overjet (中心位) 大白歯関係 右左 正中の偏位	1.0 mm I級 I級 一致	0 mm (0.9 mm) I級 I級 右 1.0 mm	-1.0 mm (0 mm) I級 I級 一致	0 mm ~ - I級 I級 一致
E4	overjet 大白歯関係 右 左 正中の偏位	0.5 mm I級 I級 一致	-0.7 mm Ⅲ級 (1咬頭) + cross bite Ⅲ級 (1/2咬頭) 一致	不明 Ⅲ級 (1/2咬頭) cross bite 改善 I級 一致	-0.2 mm I級 I級 一致
E5	overjet (中心位) 大白歯関係 右 左 正中の偏位 (中心位)	1.0 mm I級 I級 一致	1.0 mm I級 I級 少し右へ	-1.5 mm (-1.0 mm) I級 I級 右 2.5 mm (2.0 mm)	-1.7 mm (-1.0 mm) I級 + buccal cross bite 気味 I級 右 3.0 mm (2.5 mm)
E6	overjet (中心位) 大白歯関係 右左 正中の偏位 (中心位)	1.0 mm I級 I級 一致	0.4 mm I級 I級 一致	-1.6 mm I級 I級 右 0.8 mm	-1.5 mm (-0.86 mm) I級 I級 右 3.5 mm (2.5 mm)
E7	overjet 大白歯関係 右 左 正中の偏位	1.0 mm I級 I級 一致	0.5 mm Ⅲ級 (1/2咬頭) + cross bite I級 左 0.5 mm	cross 気味 Ⅲ級 (1/2咬頭) + cross bite I級 左 1.0 mm	-1.3 mm Ⅲ級 (1咬頭) + cross bite Ⅲ級 (1/2咬頭) 左 0.5 mm
C1	overjet 大白歯関係 正中の偏位	0.6 mm I級 一致	1.0 mm I級 一致	1.0 mm I級 一致	1.0 mm I級 一致
C2	overjet 大白歯関係 正中の偏位	0.2 mm I級 右 1 mm	0.5 mm I級 右	不明 I級 右	0.5 mm I級 一致
C3	overjet 大白歯関係 正中の偏位	1.7 mm I級 一致	1.2 mm I級 一致	1.0 mm I級 一致	2.0 mm I級 一致

大白歯関係：第一大臼歯萌出前は第二乳臼歯の近遠心関係を記した。また、対照群は左右ともI級であった。
(中心位)：中心位での overjet または正中の偏位

のこと、対照群と同程度の切端咬合を呈したサルでも、乳犬歯はⅢ級関係を呈したものがあつた。

切歯および第一大臼歯の咬合状態は、サルによって様々であつた。表2には、overjet、大白歯関係、正中

の偏位の有無の経過を示した。第一大臼歯は、萌出直後から7頭中4頭でI級関係で咬合した。この時、Ⅲ級関係を呈していたのは3頭 (E2とE7は片側、E4は両側)であつたが、E2とE4は実験期間中にI級

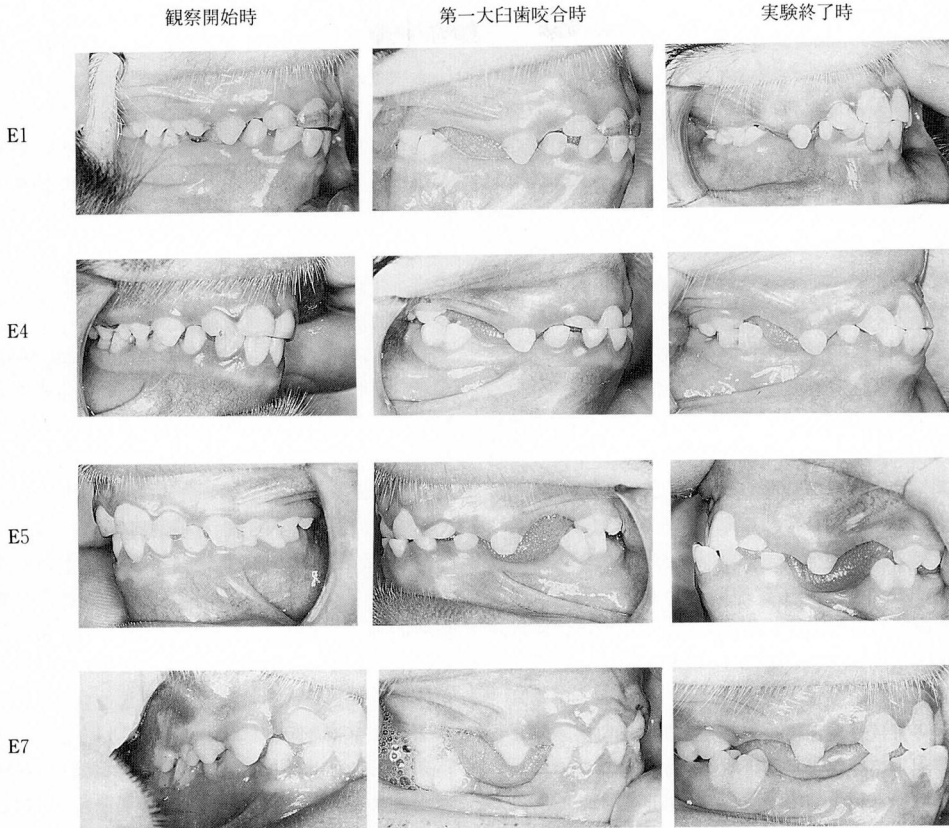


図6 実験群のサル口腔内写真

乳臼歯抜歯後、全サルで overjet が減少したが、実験終了時に切歯逆被蓋を呈したのは E5, E6, E7 の3頭のみであった。

E1：第一大臼歯の咬合は良好で、実験終了時も対照群と同様良好な咬合を呈していた。

E4：大臼歯はⅢ級と cross bite を呈し、下顎乳臼歯が前突したが、永久中切歯萌出後に切歯が改善すると同時に大臼歯のⅢ級と cross bite も改善した。

E5：乳臼歯抜歯後、下顎乳切歯は前突したが、大臼歯はⅠ級で咬合した。しかし、永久中切歯萌出時に切歯逆被蓋を呈すると同時に下顎が右方に偏位し、左側大臼歯はⅠ級であるが buccal cross bite 気味になった。

E7：大臼歯はⅢ級と cross bite を呈したが、乳切歯は正被蓋であった。しかし、永久中切歯萌出時に切歯逆被蓋を呈し、大臼歯のⅢ級関係も悪化した。

関係に改善した (E4 は片側に cross bite を伴っていたがⅢ級の改善と同時に cross bite も改善した)。片側性のⅢ級を呈した1頭 (E7; cross bite を伴っていた) は、永久中切歯萌出後に切歯が逆被蓋を呈すると同時に大臼歯関係も増悪を示し、両側性のⅢ級を呈するようになった。

切歯の被蓋関係は、実験期間中、対照群と同様に切端咬合を維持したものが2頭 (E1, E2)、乳臼歯抜歯後 overjet がマイナスとなったが永久中切歯萌出後徐々に切端咬合に改善したものが2頭 (E3, E4)、前歯逆被蓋を呈したものが3頭 (E5, E6, E7) であった。

切歯逆被蓋を呈した3頭 (E5, E6, E7) のうち、E5

と E6 は、逆被蓋を呈した時点から下顎の右方偏位を伴っていた。手指にて下顎を後方に誘導して開閉した結果、中心咬合位と中心位のずれがあるとおもわれたが、中心位でも下顎の正中は偏位していた。この偏位量は徐々に増悪を示し、実験終了時に、E5 では 3.0 mm (中心位では 2.5 mm)、E6 では 3.5 mm (中心位では 2.5 mm) であった。この2頭の大臼歯関係は、切歯が逆被蓋を呈する前はⅠ級で安定していたが、E5 は逆被蓋と下顎の右方偏位を呈するようになってからは、左側の第一大臼歯が buccal cross bite 傾向を示した。しかし、E6 は左側下顎第一大臼歯の頰側転位が生じて咬合は安定していた。

2. 齒列石膏模型の計測結果

齒列石膏模型の計測結果を図7~10に示した。上顎・下顎とも、観察開始時の齒列弓長径、乳犬齒間幅径、側切齒一犬齒間空隙および第一大白齒萌出時の第一大白齒間幅径において、実験、対照の両群間に有意差を認めなかった。

(1) 齒列弓長径について (図7)

上・下顎とも実験群では抜歯後著しく減少し、第一大白齒の近心転位を示した(上顎:平均2.4mm, 下顎:平均1.5mm)。その後、実験群・対照群とも同様な増加傾向を示し、実験終了時の齒列弓長径は、実験群が対照群より上顎で平均3.5mm, 下顎で平均2.6mm小さかった。

(2) 乳犬齒間幅径について (図8)

対照群では常に増加を示すのに対し、実験群では、上顎乳犬齒間幅径が乳白齒抜歯後の3カ月間で減少傾向を示し、その後対照群と同様な増加を示した(実験群4.5mm, 対照群5.1mm)。実験群の下顎の犬齒間幅径は、実験期間中を通して増加量が少ない傾向にあった(実験群3.4mm, 対照群5.0mm)。

(3) 第一大白齒間幅径について (図9)

第一大白齒の萌出時を零点として変化量を示した。実験群・対照群とも、萌出後その幅径は増加を示した。上顎では実験群の増加量が多い傾向を示したが、

下顎では特に差を認めなかった。

(4) 側切齒一犬齒間空隙について (図10)

上顎では、対照群よりも実験群の増加量が大きく、特に乳切齒の時期中には両群間に有意な差が認められた。永久切齒萌出後は側切齒の萌出などの要素もあり、有意な差は見られなかった。下顎では両群間に差は認められなかった。

III. 側面頭部X線規格写真の計測結果

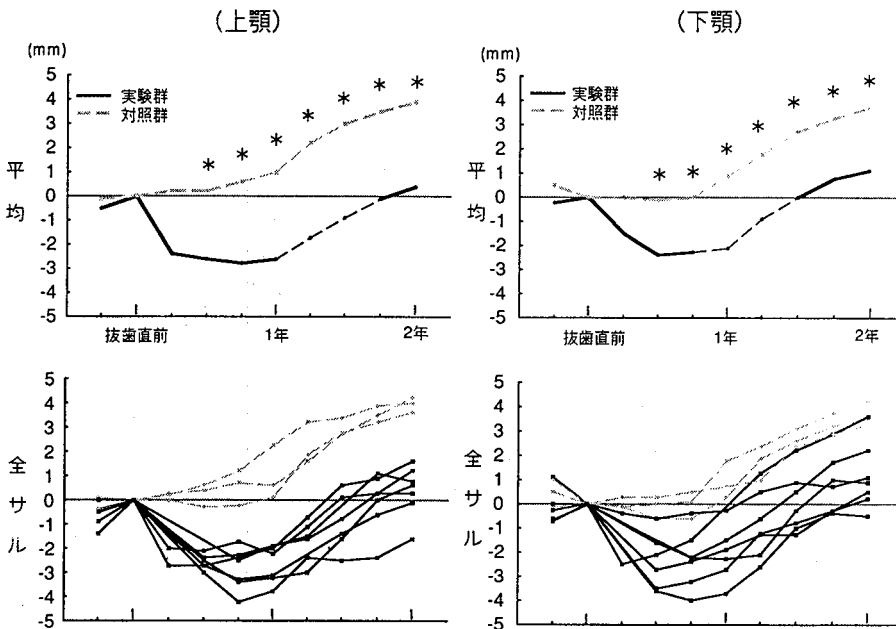
1. 観察開始時の状態 (表3)

表3に、実験群、対照群における、各計測項目別の平均値と標準偏差、および、両群間の有意差の有無の検定結果を示した。両群間で有意差の見られた項目はなく、観察開始時に両群のサルの顎顔面形態および中切齒の位置に差は見られなかった。

2. 実験期間中の変化 (図11~16)

図11は、前頭蓋底の前後径(S-F)、上顔面複合体の前後径(Ar-Pr)、下顎骨の前後径(Lr-Id)および前顔面高(F-Me)における実験期間中の変化量の算定結果である。いずれの項目も両群間に差は見られなかった。

図12は、下顎骨の大きさを表す項目の変化量の計測結果である。下顎枝高径(Ar-G)、骨体長(G-Me)の変化量は両群間に差は見られなかった。効果長(Ar-



(*: p < 0.05)

図7 齒列弓長径

平均の1年から1年6カ月の細い点線は、乳切齒から永久切齒への交換時期を表す。

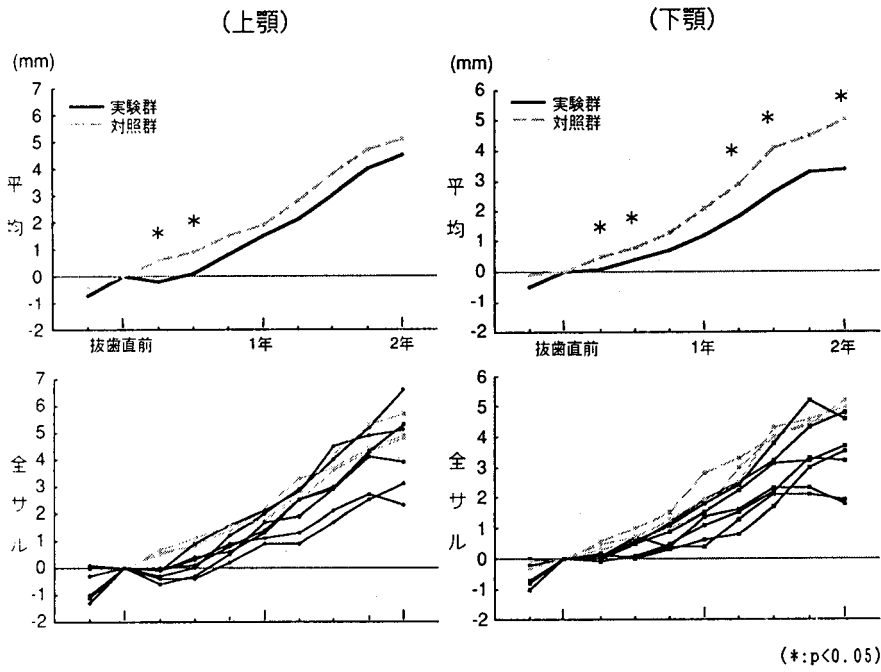


図8 乳犬歯間幅径

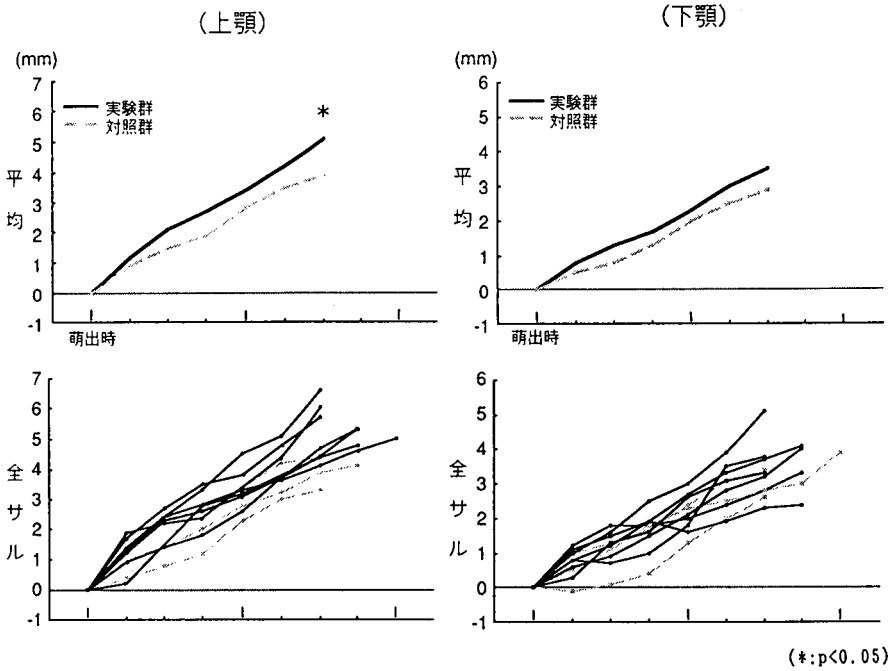


図9 第一大臼歯間幅径
この計測項目のみ、第一大臼歯萌出時を零点として変化量を示した。

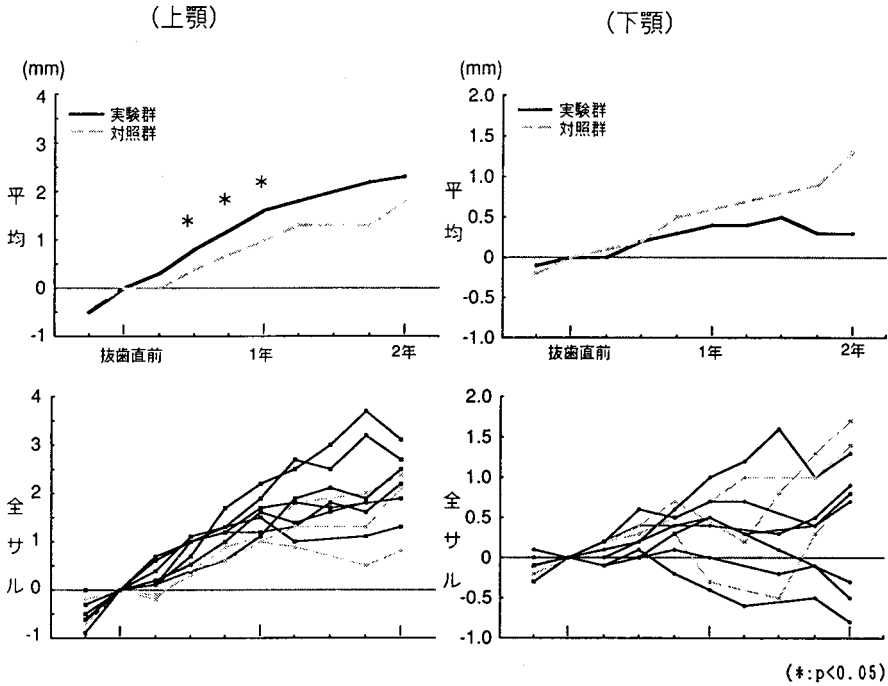


図10 側切歯—犬歯間空隙

表3 観察開始時の側面頭部X線規格写真の計測結果

	実験群 Mean S.D.	対照群 Mean S.D.	危険率 P		実験群 Mean S.D.	対照群 Mean S.D.	危険率 P
S-F	38.4 1.5	39.6 1.9	.3051	Y-Me	30.9 1.3	33.6 2.9	.0874
F-Me	66.4 2.2	68.5 3.6	.3051	Li'-Me	14.9 1.7	16.0 1.9	.4915
Ar-Pr	56.9 3.0	60.0 3.6	.253	∠S-F/Ar-Lr	123.3 3.4	122.8 1.6	.9087
Lr-Id	52.5 2.8	55.5 3.7	.21	∠Ar-G-Me	98.2 2.3	99.6 2.3	.3036
Ar-G	27.1 1.7	28.6 2.3	.425	∠S-F/MP	41.5 3.9	42.2 4.5	.7324
G-Me	37.2 1.3	38.4 1.6	.3021	∠S-F-Pr	76.7 1.8	78.7 2.5	.3036
Ar-Me	49.0 1.9	51.6 2.7	.1385	∠S-F-Id	69.7 1.5	71.9 2.8	.21
Pr'-Id'	-1.7 0.7	-1.3 0.6	.3006	∠Pr-F-Id	7.0 5.7	6.8 6.0	.6465
Y-Ui	49.0 2.0	52.8 2.9	.0527	∠S-F/Ulaxis	70.9 7.2	70.9 0.4	.425
Y-Li	47.7 1.9	51.5 2.6	.0674	∠MP/Llaxis	119.6 4.7	120.7 1.9	.6475

単位：距離計測 (mm)，角度計測 (度)

Me) は、全個体の変化量によると実験群の増加量が大きい傾向が認められたが、本研究の検定法では、両群間に有意差が見られたのは抜歯開始から9ヵ月後の時点だけであった。

図13は、下顎枝後縁の傾斜 (∠S-F/Ar-Lr)、下顎角の大きさ (∠Ar-G-Me)、下顎下縁平面の傾斜 (∠S-F/MP) の変化量の算定結果である。対照群は

下顎枝の後方回転と下顎角の減少を示した。一方、実験群では抜歯直後に下顎枝の前方回転と下顎角の増大がみられ、その後下顎枝は対照群と同様に後方回転を示したが、下顎角はほぼ一定で減少は示さなかった。下顎下縁平面の傾斜度は両群間で差を認めなかった。

図14は、頭蓋に対する上顎・下顎歯槽最前部の前後的位置 (∠S-F-Pr, ∠S-F-Id) および上下顎歯槽最前

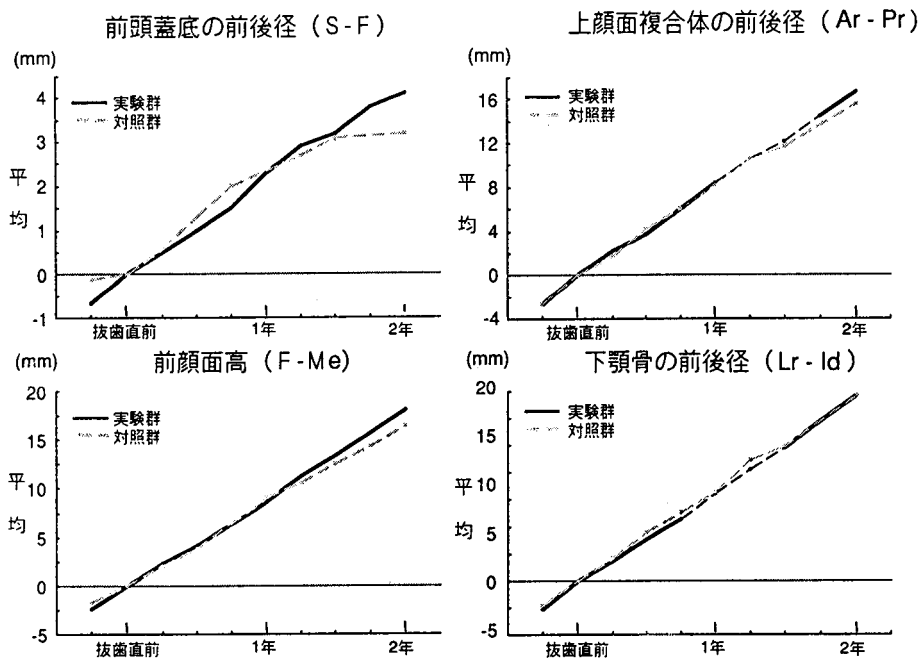
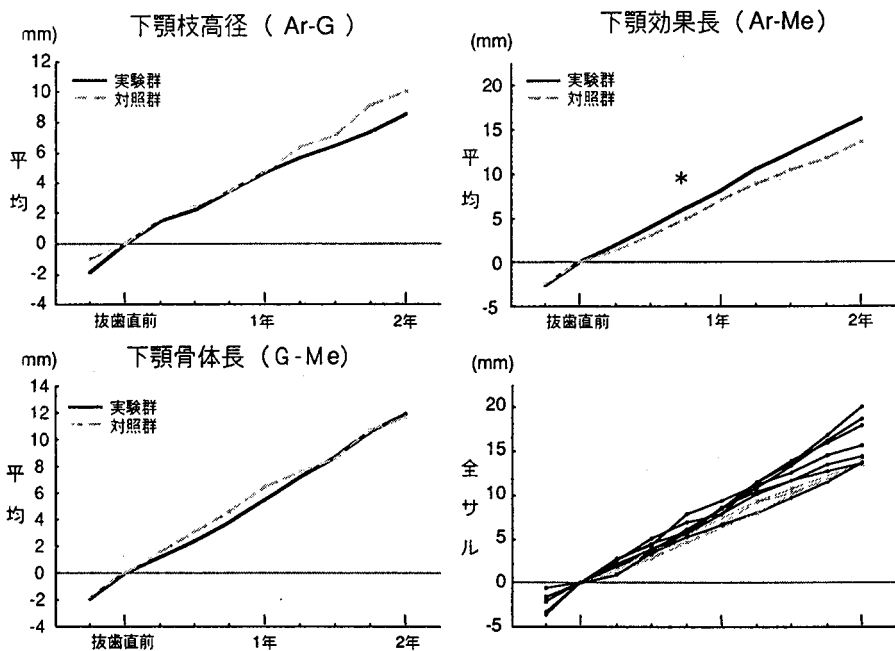


図11 頭蓋および上下顎の前後径と高径
平均の1年から1年6カ月の細い点線は、乳切歯から永久切歯への交換時期を表す。



(*: p<0.05)

図12 下顎骨の大きさ

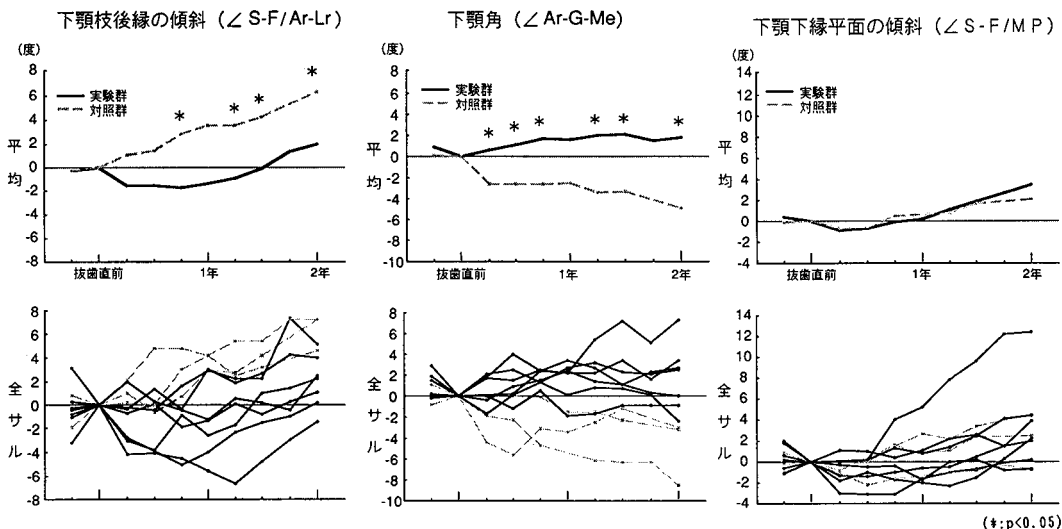


図13 下顎骨の形態と回転

部の前後の関係(∠Pr-F-Id, Pr'-Id')の変化量の算定結果である。上顎歯槽最前部の前後的位置(∠S-F-Pr)の変化量は両群間に差が認められなかった。下顎歯槽最前部の前後的位置(∠S-F-Id)の変化量は、全個体の変化量を示す図からみると、実験群の変化量が大きい傾向が見られたが、両群間に有意な差は見られなかった。上下顎歯槽最前部の前後の関係(∠Pr-F-Id, Pr'-Id')は、実験群では、抜歯後、上下顎歯槽最前部の前後の関係がⅢ級方向に変化したことを示し、抜歯開始から9カ月後の時点で両群間に有意差を認めた。しかし、永久切歯に交換した抜歯開始から1年6カ月後の時点では、実験群がⅢ級傾向は示すものの、個体間のばらつきが大きく有意差を認めなかった。

図15は、上下切歯の歯軸傾斜度(∠S-F/Ulaxis, ∠MP/Llaxis)の変化量および上下切歯の切端の前後的位置(Y-Ui, Y-Li)の変化量の算定結果である。歯軸傾斜度は上下切歯とも両群間に差は見られなかった。一方、上顎切歯切端の位置は、全個体の分布からは対照群に対して実験群の方が後方にあるようにみえたが、下顎切歯は両群間に有意差は認められなかった。

図16は、Meの前後的位置(Y-Me)の変化量および下顎下縁平面に投影した下顎切歯切端とMeの距離(Li'-Me)の変化量の計測結果である。Y-Meは、全個体の変化量を見ると実験群のMeの前方への移動が大きいようにみえたが、有意差はみられなかった。しかし、Li'-Meの変化量は実験群の値が有意に小さかった。

IV. 側面頭部X線規格写真の重ね合わせ

1. 上下顎骨の成長変化

観察開始時・乳臼歯抜歯直前・第一大臼歯咬合時・中切歯萌出時・実験終了時の5時点(観察開始時インプラントが行われていない場合は4時点)の側面頭部X線規格写真のトレースを、Sを原点にS-Fで重ね合わせたものを図17に示した。

対照群では、上下顎に打ち込んだメタルインプラントの軌跡は前下方にほぼ直線的に移動した。

実験群では、E1は対照群と同様、実験期間中を通してメタルインプラントはほぼ直線的に前下方に移動した。E2は第一大臼歯咬合時以降方向をより下方に転じた。E3, E4は乳臼歯抜歯直後、方向を前方に転じた。E5, E6は観察開始時から抜歯前までは前下方に移動したが、乳臼歯抜歯後より方向を前方に転じ、そのまま第一大臼歯の萌出後永久切歯が萌出するまで、ほぼ直線的に移動したが、永久切歯萌出後、方向を前下方に転じた。E7は、乳臼歯抜歯後前下方に移動したが、第一大臼歯咬合時からより下方に方向を転換し、中切歯萌出後再びより前方に方向を転換した。

図18は、下顎のインプラントラインと下顎下縁平面の角度の変化である。対照群のインプラントラインは頭蓋に対してはほぼ平行に下降しており、回転は殆ど見られない。また、下顎下縁平面は平行あるいは僅かに後方へ回転している。実験群では、インプラントラインはほぼ平行に下降し、下顎下縁は僅かに後方に回転したもの(E1, E6, E7)、インプラントラインは前方に回転し、下顎下縁は後方に回転したもの(E2, E3,

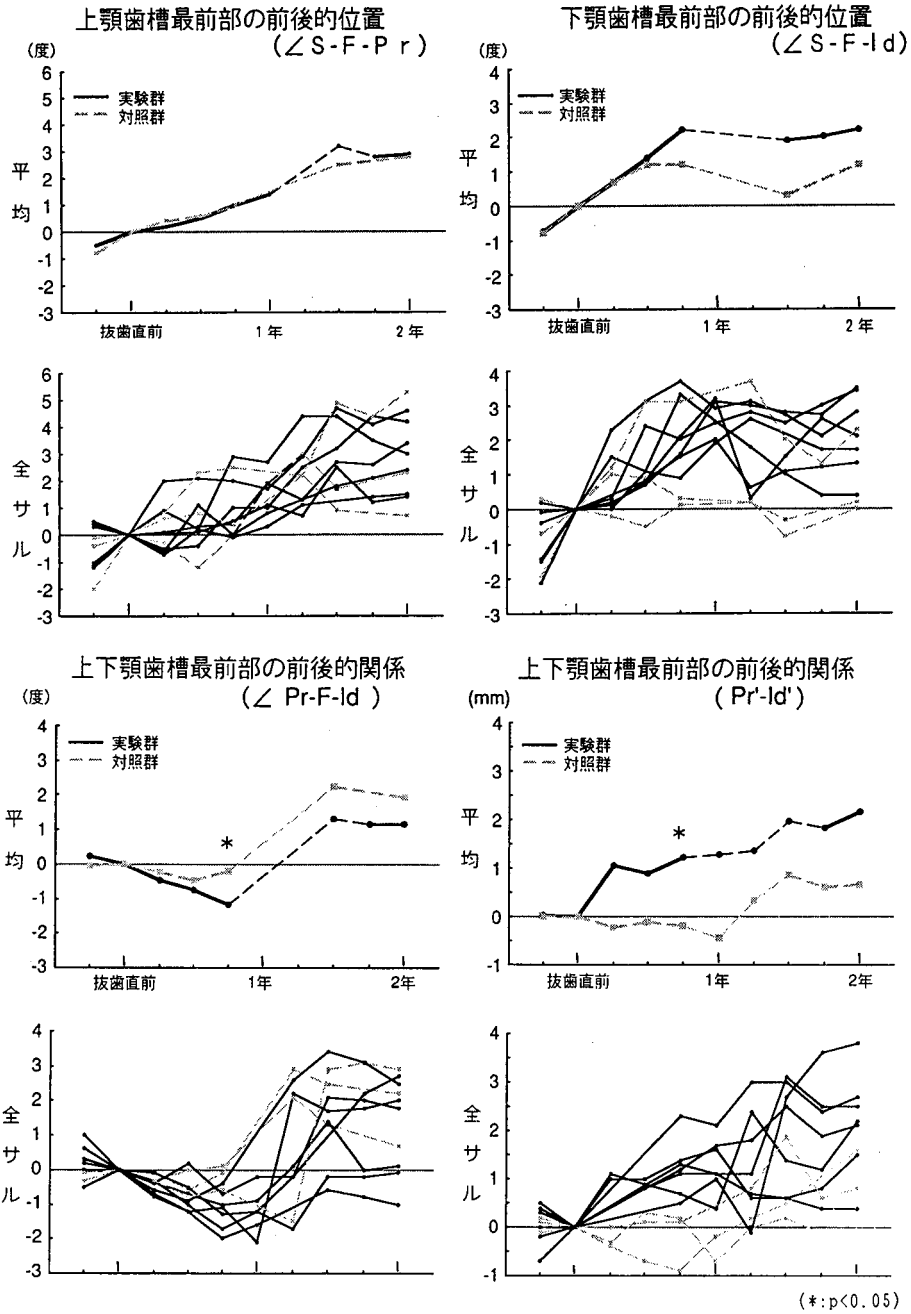


図14 上下顎歯槽最前部の前後的位置
平均の1年から1年6カ月の間は、乳切歯から永久切歯への交換時期を表す。

E5) があった。

2. 下顎骨体の成長変化

観察開始時・乳臼歯抜歯直前・第一大臼歯咬合時・中切歯萌出時・実験終了時の5時点（観察開始時インプラントが行われていない場合は4時点）の側面頭部

X線規格写真のトレースを、下顎のメタルインプラントで重ね合わせたものを図19に示した。

下顎のインプラントラインと下顎下縁平面の成す角度の成長変化をみると、対照群では、観察開始時と実験終了時の変化量が5.0度～6.0度であるのに対し、実

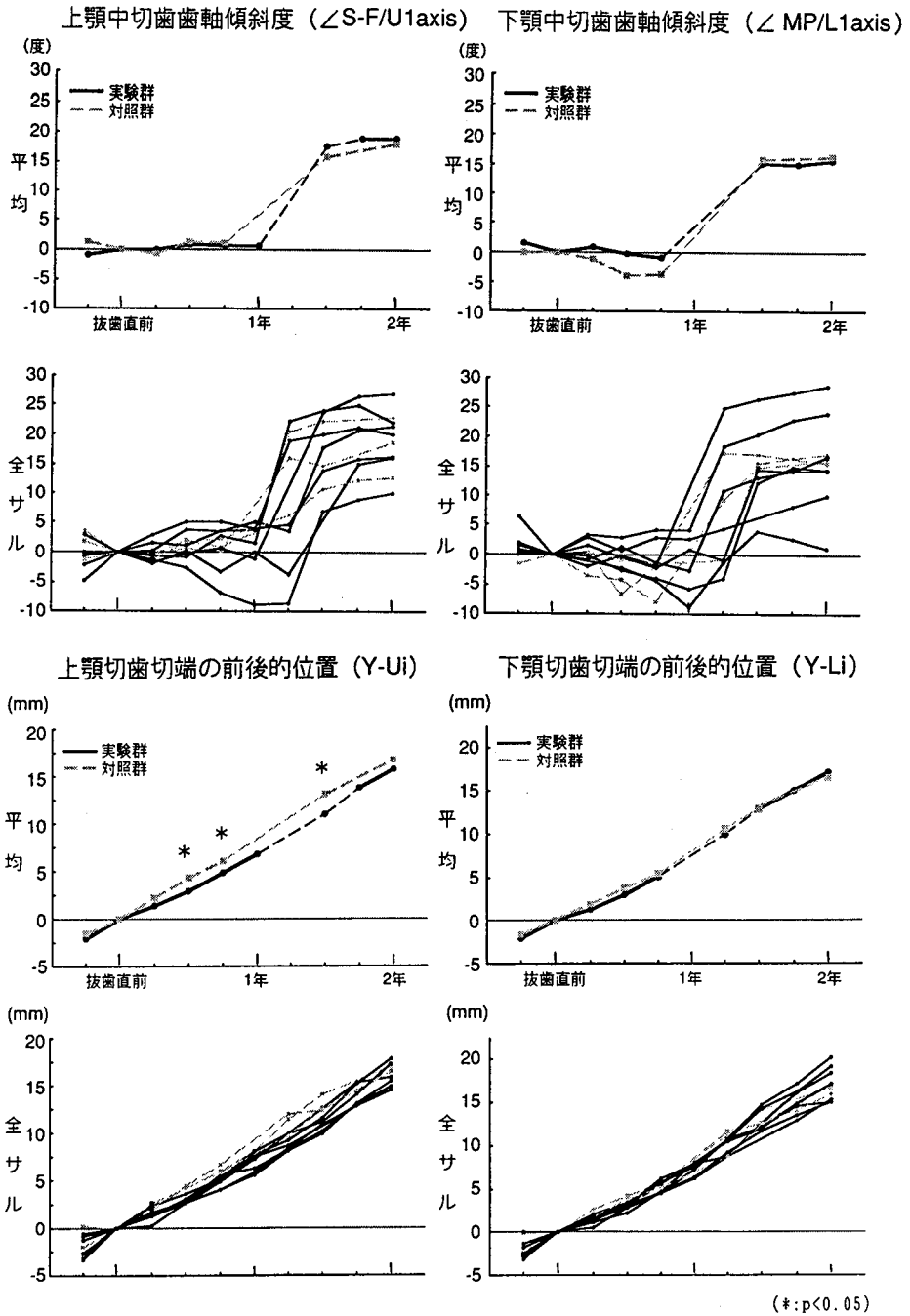


図15 上下切歯の位置と傾斜
平均の1年から1年6カ月の細い点線は、乳切歯から永久切歯への交換時期を表す。

験群では6.0度～14.0度と大きく、実験群の下顎角部の下縁の骨の吸収が大きいことが示唆された。

考 察

I. 研究材料

歯の早期喪失が顎の発育に及ぼす影響に関する実験的研究として、斉藤⁴⁷⁾、堤^{41,42)}、雨森⁴⁸⁾などのイヌを

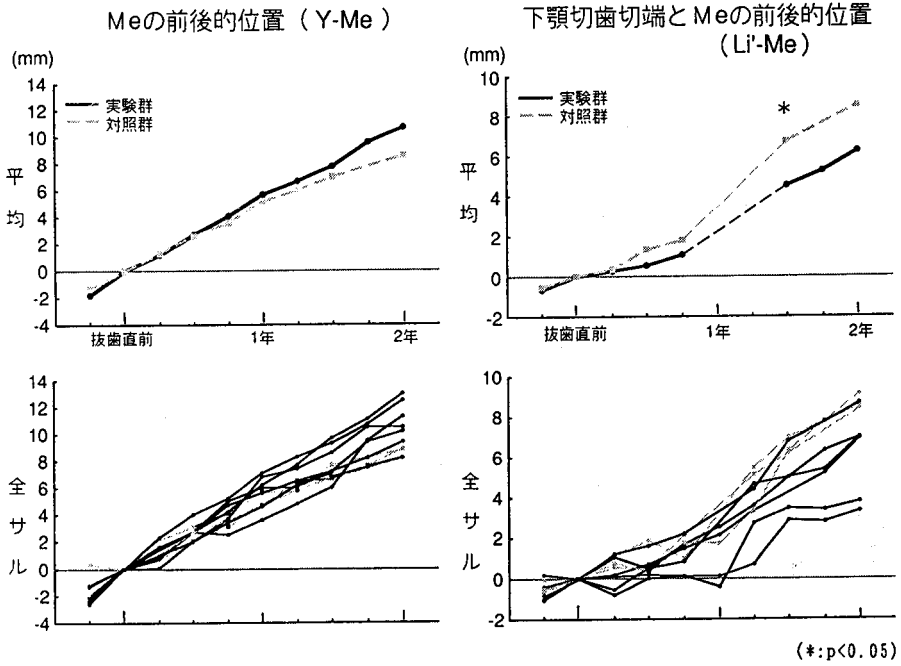


図16 Me の前後的位置
平均の1年から1年6カ月の細い点線は、乳切歯から永久切歯への交換時期を表す。

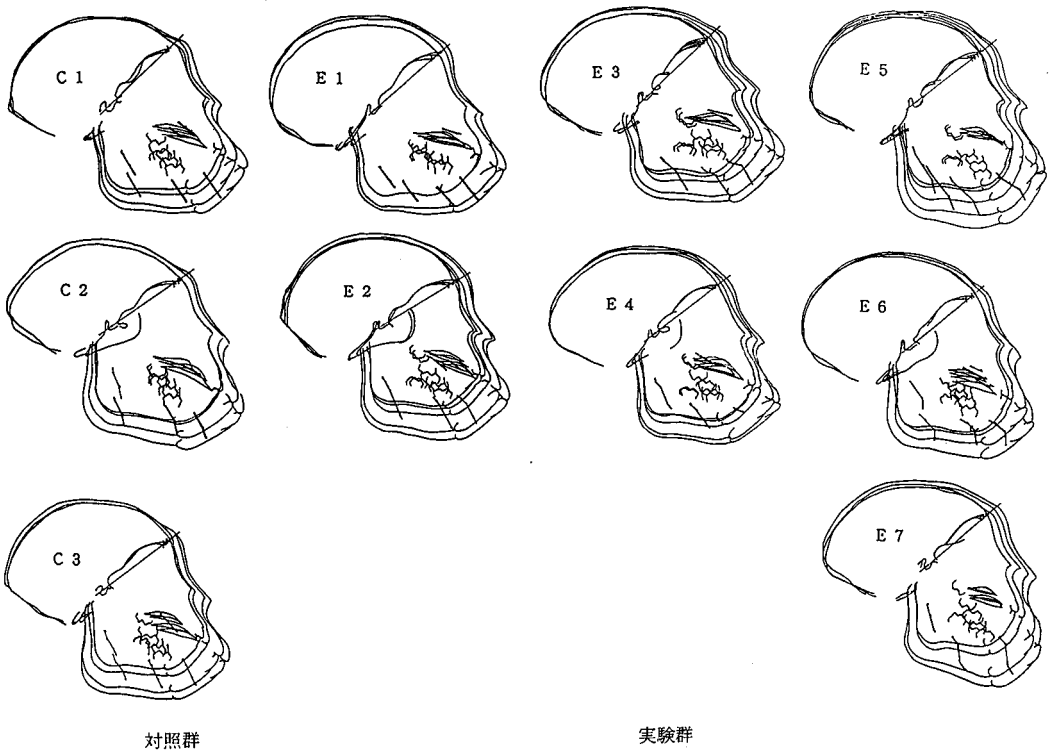


図17 側面頭部X線規格写真の重ね合わせ (S:S-F)
実線は、実験期間中のメタルインプラントの移動方向を示す。

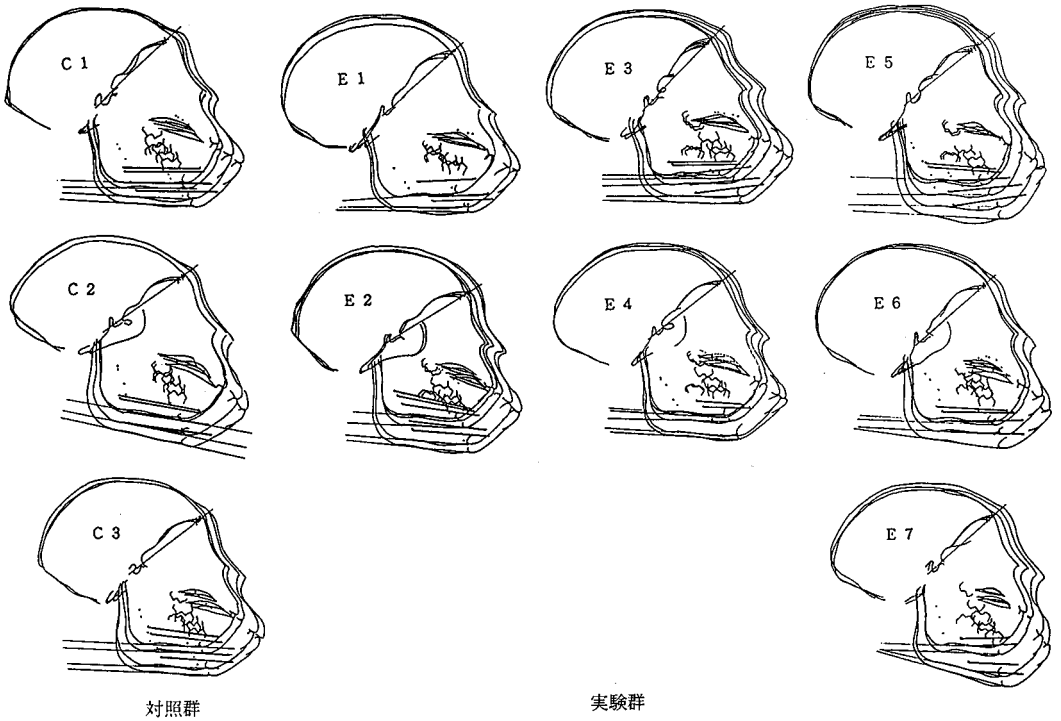


図18 側面頭部X線規格写真の重ね合わせ (S:S-F)
 実線は、下顎のインプラントライン (メタルインプラントを連ねた線) と下顎下縁平面である。実験期間中の各線の角度の変化から、下顎の回転と下顎下縁平面の変化を知ることが出来る。

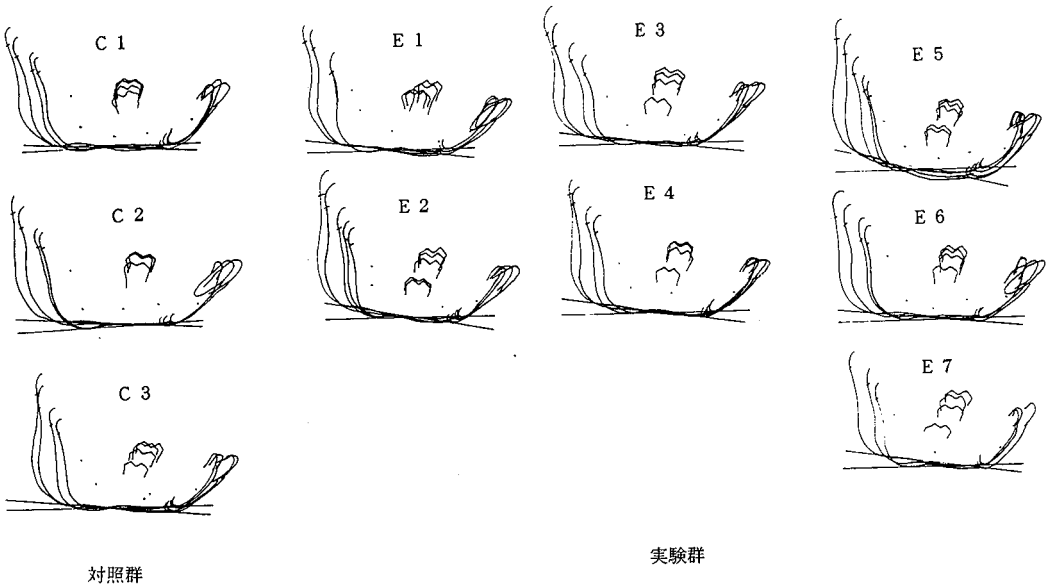


図19 下顎骨の成長変化 (下顎のメタルインプラントでの重ね合わせ)
 観察開始時と実験終了時の下顎下縁平面の成す角度から、実験群の下顎下縁での吸収添加が大きく生じていることがわかる。

用いたものがある。本研究では、歯と顎顔面の形態や下顎運動が最もヒトに類似しているサルを用いた⁴⁹⁾。しかし、顔面頭蓋の成長についてはかなりヒトと異なり⁵⁰⁻⁵⁴⁾、上下顎の成長は水平方向成分が垂直方向成分より大きく、前歯部の上下顎骨の唇面は添加性であることから、成長に伴い上下顎前突を呈する。

ニホンザルは出産期が毎年3～6月の間と比較的限定されているため⁵⁵⁾、若年のサルの年齢は、数カ月のずれは生じるものの、歯牙年齢から比較的容易に推定できる⁵⁶⁾。

サルの年齢差による成長の差が実験群・対照群間に現れないよう、各々のサルの年齢を推定し、両群の年齢分布が可及的に同じになるように配分したが、多少実験群に若年が多い結果になった。しかし、観察開始時と実験終了時の推定平均年齢は実験群が1歳2カ月と3歳4カ月、対照群が1歳3カ月と3歳5カ月で、両群間に大きな年齢差はないと考えられた。

II. 研究方法

1. 乳臼歯の抜歯方法について

本実験では、サルの全身麻酔後、局所にキシロカインを注射して、1度に1/4顎の第一・第二乳臼歯を抜き、1週間おきに計4回で抜歯を完了した。抜歯窩の治癒は順調で、抜歯期間中および抜歯後の体重変化が順調であったことから、抜歯が局所および全身へ大きな侵襲とはならなかったと思われる。

2. 抜歯部位の選択について

歯の早期喪失が顎骨の発育あるいは形態に及ぼす影響についての実験的研究として、斉藤⁴⁷⁾、堤^{41,42)}、雨森⁴⁸⁾らのイヌを用いた報告がある。斉藤はイヌの下顎片側乳臼歯または下顎片側切歯・犬歯を抜歯しており、堤はイヌの片側上下の全乳歯抜歯と同時に全永久歯芽摘出を行い、雨森も成犬ではイヌの片側下顎臼歯抜歯のみ、幼犬では片側下顎乳臼歯抜歯と同時に永久臼歯歯胚摘出を行っている。片側性の抜歯は反対側を対照側として顎骨の発育に及ぼす影響は検討できる様にみえるが、下顎骨は左右一体であり、必ずしもこの反対側が純粹の対照側とはなりえない。従って、本実験の目的の1つである、乳臼歯の喪失が下顎位に及ぼす影響は検討できない。また、永久歯芽の摘出も同時に行っているため、永久歯芽の発育が顎骨の成長に及ぼす影響を含んでおり、本実験の目的である乳臼歯の早期喪失による影響のみを検討したものとはいえない。

従って、本実験のように、乳歯の早期喪失のみが、歯列や咬合、さらに顎骨の発育に及ぼす影響を検討しようとした実験的研究は、未だ行われていない。そこ

で抜歯部位の決定に際しては、抜歯部位が広範であるほうが、その後萌出する第一大臼歯の位置異常に伴う咬合の不安定から、代償的に咬合の安定を獲得するための下顎位の変化を生じ易いと考え、全乳臼歯抜歯を行った。

III. 研究資料

1. 下顎位の決定

抜歯前の下顎位は、ほぼ中心位と中心咬合位が一致しており、中心咬合位で上下乳切歯はoverjetがプラスの切端咬合を呈していた。従って、上顎乳切歯の切端は咬耗による小窩を形成し、模型上で比較的容易に下顎乳切歯の安定する位置が決定できた。また、抜歯後の第一大臼歯萌出前の模型で観察あるいは計測する項目は、上下乳切歯のoverjetとoverbiteおよび正中の偏位の有無だけであり、前歯部のワックスバイトのみで十分目的を達成できた。

第一大臼歯萌出後あるいは永久中切歯萌出後に、中心位と中心咬合位にずれが生じたサルでの中心位の決定には、手指にて下顎を後方に誘導して閉鎖させて決定した。さらに、下顎の右方偏位を伴ったサルでの、左右方向での中心位の決定は、下顎切歯の位置を上方から観察し、手指にて下顎を後方に誘導しながら左右に動かし、下顎切歯が最も後退する位置を中心位とした。このような中心位の決定法が正しいか否かは不明である。

2. 歯列石膏模型計測

第一大臼歯間幅径の計測においては、咬頭は観察期間中の咬耗が著しく計測が困難になるため、中心溝間距離を計測した。また、乳臼歯早期喪失時に萌出した上顎第一大臼歯は、ヒトでは近心に回転することが多いため、回転（左右第一大臼歯の近心頬側咬頭頂と遠心頬側咬頭頂を連ねる線が成す角度）も計測を試みたが、やはり咬頭の咬耗により計測が困難なため中止した。なお、模型を観察したところでは、第一大臼歯の近心への回転は認められなかった。

3. 側面頭部X線規格写真の重ね合わせ

頭蓋・顔面の全体的な成長変化を評価する目的で、頭蓋底を基準とした重ね合わせ(Sを原点にS-Fで重ね合わせ)を行った。これにより、顎・顔面の成長変化の概略を知ることが出来る。しかし、骨の外形特に下顎骨の形態は、その周囲の軟組織の機能的影響を受けることが報告されており^{57,58)}、実際の骨の位置の変化が、骨の改造現象により覆い隠されることになる⁴⁶⁾。そこで、成長に伴う骨の改造に影響を受けない部位にメタルインプラントを打ち込み、その変化を追うことにより、骨の成長変化を知ると同時に、メタル

インプラントで重ね合わせるにより、骨の吸収添加が生じた部位と量を知ることができる。

IV. 研究結果

1. 歯列・咬合の変化

乳臼歯の早期喪失が歯列に及ぼす影響については、累年の連続模型の観察から、空隙の減少、喪失時期による後継永久歯の萌出時期の遅延や促進、萌出空隙不足による位置不正、正中線の偏位、乳犬歯や第一大臼歯の喪失空隙側への移動などが報告されている⁶⁻²⁶⁾。

本研究の側切歯—犬歯間幅径および歯列弓長径の観察結果から、上顎乳犬歯の遠心移動と上下顎第一大臼歯の近心転位はみられたが、下顎乳犬歯の遠心移動は見られなかった。なお、第一大臼歯は、萌出時、すでに近心転位しており、顎骨内での萌出過程で近心に移動して萌出したことが伺える。さらに、第一大臼歯が口腔内に萌出し、対合歯と咬合した後の3カ月間は近心移動を示したが、その後は対照群と同様歯列弓長径に増加がみられたことから、萌出当初、上下顎第一大臼歯の咬頭嵌合が確立せず、Ⅱ級あるいはⅢ級傾向にあったものが、互いの咬頭が嵌合する位置に移動し、咬頭嵌合が確立した後は近心移動が生じにくくなり、むしろ歯槽骨の成長により、歯列弓長径は増加したものと考える。第一乳臼歯の喪失、第二乳臼歯の喪失、第一・第二乳臼歯の喪失の場合での第一大臼歯の近心移動量を比較し、第二乳臼歯喪失が最も近心移動が大きく、ついで第一・第二乳臼歯、第一乳臼歯の順に大きいとの報告がある¹⁴⁾。この時、第一・第二乳臼歯喪失群の近心移動量が第二乳臼歯喪失群より小さい要因として、喪失空隙が大きいため舌が陥入して第一大臼歯の近心移動を防止する可能性が示唆されている。乳臼歯喪失後の第一大臼歯の近心移動を防止する要因が咬頭嵌合か舌の陥入かについては推測の域を出ないが、本研究の結果から、乳臼歯喪失後の第一大臼歯の近心移動は、萌出後ではなくむしろ萌出前の顎骨の中での萌出過程で大きく生じていることを考えると、近心移動に大きな影響を及ぼすのは乳臼歯の喪失時期であろうと思われる。すなわち、第一大臼歯が萌出する前か後か、または上下の嵌合を確立する前か後かで、近心移動量は大きく異なると考えられる。

上下顎乳犬歯間幅径は乳臼歯抜歯後増加が抑制された。上顎は、最初の3カ月で対照群が平均0.6mm増加したのに対し、平均0.2mm減少したあと対照群と同様の増加を示したが、乳臼歯の抜歯後、乳犬歯が遠心移動（歯列弓幅径の大きい方向への移動）を示したことを併せて考えると、上下顎とも犬歯間幅径は有意に増加が抑制されたと考えることができる。これは、

乳臼歯を抜歯したことによる歯列弓の連続性の喪失による歯列弓の縮小と考えることもできる。また、側面頭部X線規格写真分析結果のY-Uiから実験群の上顎切歯が後方にあること、Y-Meから実験群のMeの成長変化量が大いにもかかわらず、Y-LiとLi-Meから下顎切歯は下顎骨内で後方にあり、上下顎前歯部の前方成長が抑制されたことと併せて考えると、上下顎の前歯部の前方および側方への成長の抑制を示す結果と考えることができよう。

第一大臼歯間幅径は、上顎で実験群の経時的増加が対照群よりも大きい傾向がみられた。その要因として、乳臼歯喪失により咀嚼時の下顎の左右への運動範囲が広くなり、上下顎第一大臼歯の咬頭嵌合の影響から上顎の第一大臼歯が側方へ拡大された可能性が考えられるが明確ではない。

上下の咬合関係では、抜歯後に実験群の7頭中3頭が永久切歯の逆被蓋を呈したことから、乳臼歯早期喪失により機能性反対咬合および交叉咬合が生じ得ることが示唆された。しかし、他の4頭は逆被蓋とはならず、特に2頭は乳切歯の時期中には下顎切歯が突出していたにも関わらず永久切歯萌出後に逆被蓋が改善していた。E4では、片側第一大臼歯がⅢ級関係でcross biteを呈していたものが、中切歯と側切歯の萌出時期にⅢ級関係とcross biteが徐々に改善し、前歯の逆被蓋も同時に改善していった。一方、E7では、第一大臼歯咬合時点での片側のⅢ級関係が、永久中切歯萌出時に切歯が逆被蓋を呈すると同時に大臼歯のⅢ級関係も悪化し、両側性のⅢ級を呈するようになった。以上の観察結果から、大臼歯や前歯の萌出時期の微妙な咬合接触とそれに誘導される下顎位が、その後の歯の位置と下顎位の決定に大きな影響を持つことが示唆された。

今回の実験では、咬合高径の喪失による過蓋咬合や上顎前突は生じなかった。しかし、本実験で使用したサルは、本来ヒトと異なり上下顎前突傾向の成長を示し、上下切歯がヒトと比較して著しく唇側傾斜を示して切端咬合を呈することから、前歯部が鉤状咬合を呈するヒトと比較すると、overbiteが深くなりにくい顎態と成長傾向を持っていると思われる。これが、サルは通常切端咬合で、前歯部開咬がよく見られる⁵²⁾といわれ、また前歯部反対咬合が0.3%⁵⁹⁾（程度は不明）という結果になるのであろう。従って、今回逆被蓋にならなかった実験群の4頭があることを考えると、本実験の結果が、ヒトでの過蓋咬合あるいは上顎前突を生じる可能性を否定するものではない。

2. 顎態の変化

(1) 前歯部反対咬合に関連する顎態の変化

側面頭部X線規格写真の $\angle S-F/Ar-Lr$, $\angle Ar-G-Me$ および $Ar-Me$ の観察結果から、乳臼歯抜歯により、その後の下顎骨は前方に回転し、下顎角が開大して、結果的に下顎骨の効果長が増大する傾向のあることが示され、同時に $Y-Me$ より Me の前方への変化量が大きいことが示された。その結果、上下顎歯槽最前部の前後の関係 ($\angle Pr-F-Id$, $Pr-Id'$) は、乳臼歯抜歯後、Ⅲ級方向に変化し、永久切歯萌出前には対照群と有意差を示すようになった。しかし、永久切歯萌出後、前歯逆被蓋を呈したサルは3頭で、他の4頭は切端咬合を維持していたことから示されるように、Ⅲ級方向への変化はそれ程著しいものではなく、歯の咬合接触状態に応じて改善する可能性があることが示唆された。

永久切歯交換後に切歯逆被蓋を呈した3頭 (E5, E6, E7) の逆被蓋発生の機転を検討すると、乳切歯時期には、抜歯後下顎切歯の突出を呈した E3 と E4 が、第一大臼歯萌出後、下顎の成長方向をより下方へ転じたのに対し、この3頭は永久中切歯萌出時まで下顎が前方へ変化していたことが挙げられる。また、図20に示すように、E5 と E7 は上下顎の前後関係 ($\angle Pr-F-Id$) が対照群と比較してⅢ級に変化したことに加えて、さらに E6 と E7 は上顎切歯は舌側に位置し ($Y-Ui$)、下顎切歯は3頭とも唇側に位置していた ($Y-Li$)。すなわち、前歯部逆被蓋を生じるかどうか

は、上下顎の前後関係のⅢ級の程度、また上下切歯の萌出位置およびそれに影響する萌出時の咬合接触関係によると思われる。

幼若者の機能性反対咬合は、放置すると顔面頭蓋の成長に伴い骨格性反対咬合に移行する可能性がある¹⁾とされている。本研究で惹起された混合歯列期の機能性反対咬合が、その後骨格性に移行するかどうかに関しては、実験が混合歯列期後期に終了しているため明確ではない。

(2) 乳臼歯早期喪失に伴う咀嚼機能障害に関連する顎態の変化

咀嚼機能が顎顔面の形態形成に与える影響については、従来より多くの報告がある。すなわち、筋電図からみた閉顎力と顎顔面形態との関連性の研究⁶⁰⁾、咀嚼筋の切除により惹起された咀嚼筋機能の変化が顎顔面形態に与える影響の研究⁵⁸⁾、食物の性状と顎顔面形態との関連性の研究⁶¹⁻⁶³⁾、筋疾患を有するヒトの顎顔面形態の研究^{64,65)}が報告され、いずれも下顎角の開大を認めている。また、歯の喪失が顎顔面形態に及ぼす影響についても、無歯顎者と有歯顎者の顎態の比較⁶⁶⁻⁶⁸⁾、乳歯齲蝕群と健全群の顎態の比較³⁴⁻³⁸⁾が報告され、同様に下顎角の開大が報告されている。

本研究の結果、対照群では、通常の成長変化としては、下顎角は小さくなり、その結果下顎枝が後方に回転するが、実験群では、抜歯直後、下顎枝の前方回転と下顎角の開大を示し、その後、下顎枝は対照群と同様後方回転を示したが、下顎角はそのままほぼ一定で

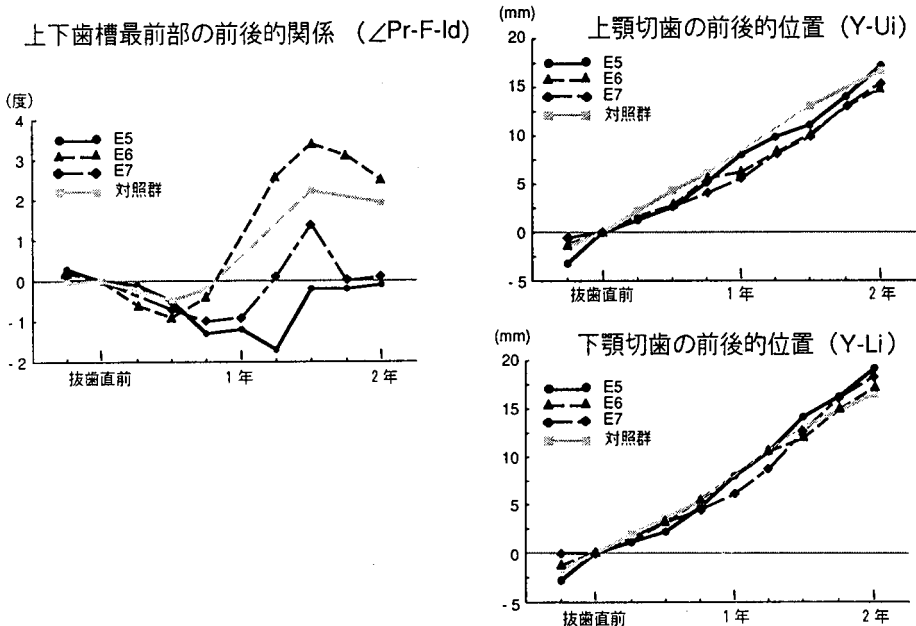


図20 切歯逆被蓋を呈した実験群3頭と対照群の変化

減少変化を示さなかった。しかし、下顎下縁平面の傾斜度は両群間で差は見られなかった。

下顎角の開大の機序として、Sears (前歯部咬合時)⁶⁹⁾ および中島ら (下顎が前方位で咬合を強いられた時)⁷⁰⁾ は下顎骨のたわみによると推論し、中島は下顎角部を前上方へ頤部を後下方へ牽引する筋の力をその要因として挙げている。一方、Avis⁵⁷⁾ の咬筋を剝離したラットの顎角が著明に変化したこと、牟田⁷¹⁾ の挙上板を装着したサルの下顎角部での鋸歯状の骨吸収が見られたことに基づき、山田⁷²⁾ は、接触歯数が少ない場合には、咀嚼筋が健全であっても歯が筋の発する咬合力に耐えられず、抑制がかかって、筋は本来の機能を発揮出来ず、結果的に筋の機能が減退したと同様の効果を生じると述べ、これら咀嚼機能の障害が Moss の functional matrix theory⁷³⁾ に説くように下顎角の吸収につながったと結論づけている。

乳臼歯抜歯に伴う前歯部での咬合荷重、および前歯部での咀嚼に余儀なくされた下顎の機能的な前方位は、Sears⁶⁹⁾ および中島ら⁷⁰⁾ と同様の状況にあり、また乳臼歯抜歯に伴う咬合力負担歯数の減少は山田⁷²⁾ と同様の状況であることから、下顎角の開大の機序として、下顎のたわみと、下顎骨に加わる機能的環境に基づく骨改造 (吸収と添加) の両方が考えられる。本研究では、側面頭部 X 線規格写真の重ね合わせから、乳臼歯抜歯後、下顎骨は前方に回転するが、下顎角部の下縁の骨の吸収があるため、下顎角は開大し、下顎下縁平面は比較的一定に維持されていたこと (多少後方に回転する) から、下顎骨に加わる機能的環境の変化に基づく改造変化が生じた可能性が考えられる。

下顎角部以外の顎態への影響として、計測項目 Y-Ui, Y-Li, Y-Me, Li-Me および上下顎乳犬歯間幅径の観察でみられるように、上下前歯部の前方および側方への成長抑制が挙げられる。ただし、サルではヒトという上下顎の歯槽基底前方限界点 (A 点・B 点) がなく、本実験では上下歯槽突起の最先端点 (Pr 点・Id 点) を使用したため、上下の顎骨への影響が検討されたとはいえず、上下顎切歯すなわち歯槽骨の発育への影響の検討ということになる。乳臼歯喪失による咬合力負担歯数の減少による咀嚼機能の低下、あるいは前歯部での咀嚼に伴い、食物が口腔外に出ることを防止するための上下口唇の内方への巻き込みによる、上下切歯への舌側への力などの咀嚼動態の異常が、上下切歯部の前方および側方への成長を抑制している可能性が考えられる。

ま と め

乳臼歯の早期喪失が、歯列・咬合および顎顔面の成

長に及ぼす影響を明らかにする目的で、乳歯列期のサルの全乳臼歯を抜歯して約 2 年間、3 カ月毎に成長変化を観察したところ、以下の結果を得た。

1. 飼育開始後一時的に体重減少を示すものがあったが、実験群・対照群とも順調な体重増加を示し、実験群の乳臼歯抜歯が全身成長に影響を及ぼしたとは思われなかった。

2. 対照群はサル特有の上下顎前突を示し、実験期間中、上下顎はほぼ直線的に前下方に成長した。

3. 実験群 7 頭のうち 3 頭は、永久切歯の萌出後、切歯の逆被蓋を呈した。そのうち 2 頭は下顎の側方偏位を伴っていた。

4. 乳臼歯の抜歯後、実験群の上下顎第一大臼歯は近心に転位して萌出し、乳犬歯間幅径は増加が抑制される傾向があった。

5. 実験群の下顎骨の成長は、乳臼歯抜歯後前方に方向を転じ、その後は、第一大臼歯・あるいは永久切歯萌出時に方向を下方に転じるものが多かった。

6. 実験群の上下顎歯槽最前部の前後的關係は、乳臼歯抜歯後Ⅲ級傾向への変化を示した。また、上下顎骨内での上下顎切歯の前方への成長変化量は少なかった。

7. 対照群の下顎枝後縁は後方に回転し、下顎角は小さくなっていったが、実験群の下顎枝後縁は、乳臼歯抜歯後、前方に回転して下顎角は大きくなった。しかし、下顎下縁平面の傾斜度は両群間で有意差は示さなかった。

以上の結果より、乳臼歯の早期喪失は第一大臼歯の近心転位と下顎骨の前方回転を生じること、乳臼歯の喪失と第一大臼歯の位置不正による不安定な咬合が切歯反対咬合を誘起する可能性があることが示唆された。また、乳臼歯喪失による咀嚼機能障害が、下顎骨とくに顎角部の形態的成長に影響を及ぼすことが示唆された。

謝 辞

稿を終えるにあたり、御懇篤なる御指導と御校閲を賜りました本学歯学部歯科矯正学講座山内和夫教授に深甚なる謝意を表しますとともに、貴重な御助言、御校閲を賜りました本学歯学部口腔解剖学第一講座前田憲彦教授、本学歯学部小児歯科学講座長坂信夫教授、本学歯学部口腔生理学講座菅野義信教授に深謝致します。また、本研究を遂行するにあたり、御教示、御協力を頂きました九州歯科大学歯科矯正学講座山田建二郎教授と本学歯学部歯科矯正学講座山口和憲助教授に心よりお礼申し上げます。また、本研究を進めるにあたり、多大なる御支援を頂きました歯科矯正学講

座の教職員各位ならびに関係者各位に心から感謝致します。

文 献

- 1) 一井捷治：齶蝕と反対咬合；反対咬合その基礎と臨床（須佐美隆三，中後忠男編）。1版，医歯薬出版，東京，85-93，1976。
- 2) 有田正俊：不正咬合の原因；歯科矯正学（榎恵編）。1版，医歯薬出版，東京，111-114，1974。
- 3) 小野博志：咬合誘導；小児歯科学 各論（山下浩編）。1版，医歯薬出版，東京，675-679，1980。
- 4) Pelton, W.J. and Elsasser, W.A.: Studies of dentofacial morphology. III. The role of dental caries in the etiology of malocclusion. *J. Am. Dent. Assoc.* **46**, 648-657, 1953.
- 5) Stothard, B.A. and McCombie, F.: Malocclusion and dental caries. *Canad. Dent. Ass.* **29**, 443-447, 1963.
- 6) 渡邊義彦：歯列の成育に関する研究 [その3報] 乳歯の虫歯と不正咬合との関係（抄）。日大歯矯・岩垣合同年報 **1**, 6-9, 1946。
- 7) 関 秀夫：歯列の成育に関する研究 [その7報] 乳歯の早期喪失と後継歯の出齶時期との関係。日大歯矯・岩垣合同年報 **1**, 16-17, 1946。
- 8) 関 秀夫：歯列の成育に関する研究 [その9報] 第二乳臼歯の早期喪失とその成育後の歯列の状態について。日大歯矯・岩垣合同年報 **1**, 19-22, 1946。
- 9) 野本正雄：歯列の成育に関する研究 [その15報] 乳臼歯早期喪失が後継永久歯に及ぼす影響について。日大歯矯・岩垣合同年報 **2**, 11-12, 1947。
- 10) 牛山 巖：乳臼歯の早期喪失が顎発育に及ぼす影響について。日大歯矯・岩垣合同年報 **4-7**, 1-16, 1949-1952。
- 11) 内田鳩二：乳臼歯の早期喪失が永久歯に及ぼす影響について（第1報）。日矯歯誌 **15**, 32-35, 1956。
- 12) Clinch, L.: A longitudinal study of the results of premature extraction of deciduous teeth between 3-4 and 13-14 years of age. *Dent. Pract. Dent. Rec.* **9**, 109-128, 1959.
- 13) Linder-Aronson, S.: The effect of premature loss of deciduous teeth. A biometric study in 14- and 15-year-olds. *Acta Odont. Scand.* **18**, 101-122, 1960.
- 14) Breakspear, E.K.: Further observations on early loss of deciduous molars. *Dent. Practit.* **11**, 233-252, 1961.
- 15) 岩澤忠正，小野洋光，沼田圭介，関 長生：過蓋咬合を乳歯時代にさかのぼってみると。日矯歯誌 **21**, 48-55, 1962。
- 16) 小 椋 正：乳前歯齶蝕症が永久前歯部構成に及ぼす影響について。小児歯誌 **6**, 55-68, 1968。
- 17) Rönnerman, A.: The effect of early loss of primary molars on tooth eruption and space conditions. A longitudinal study. *Acta Odont. Scand.* **35**, 229-239, 1977.
- 18) Rönnerman, A. and Thilander, B.: A longitudinal study on the effect of unilateral extraction of primary molars. *Scand. J. Dent. Res.* **85**, 362-372, 1977.
- 19) Rönnerman, A. and Thilander, B.: Facial and dental arch morphology in children with and without early loss of deciduous molars. *Am. J. Orthod.* **73**, 47-58, 1978.
- 20) Hoffding, J. and Kisling, E.: Premature loss of primary teeth: Part I, it's overall effect on occlusion and space in the permanent dentition. *J. Dent. Child.* **45**, 279-283, 1978.
- 21) Hoffding, J. and Kisling, E.: Premature loss of primary teeth: Part II, the specific effects on occlusion and space in the permanent dentition. *J. Dent. Child.* **45**, 284-287, 1978.
- 22) Kisling, E. and Hoffding, J.: Premature loss of primary teeth: Part III, drifting patterns for different types of teeth after loss of adjoining teeth. *J. Dent. Child.* **46**, 34-38, 1979.
- 23) Prahl-Andersen, B. and Berendsen, W.J.H.: Enige gevolgen van vroegtijdig verlies van tweede melkmolaren in de onderkaak. *Ned. Tijdschr. Tandheekd* **86**, 89-92, 1979.
- 24) Kerr, W.J.S.: The effect of the premature loss of deciduous canines and molars on the eruption of their successors. *Eur. J. Orthod.* **2**, 123-128, 1979.
- 25) 伊藤学而，高木興氏，島田義弘，井上直彦，桑原未代子：乳臼歯の早期喪失が永久歯列不正咬合の成立におよぼす影響について。口腔衛生会誌 **30**, 37-41, 1980。
- 26) Northway, W.M., Wainright, R.L. and Demirjian, A.: Effects of premature loss of deciduous molars. *Angle Orthod.* **54**, 295-329, 1984.
- 27) Rix, R.E.: The relationship of prenatal occlusion to the early loss of deciduous molars. *Proc. R. Soc. Med.* **31**, 41-52, 1938.
- 28) 須佐美隆三，串田修子，大西 馨，尾関 哲，黒田康子：下顎前突者の実態（その1）質問法による調査成績とその分析。日矯歯誌 **27**, 118-124, 1968。
- 29) 遠藤 孝，三篠 勳，内田英夫：下顎前突の疫学的研究 とくに齶蝕との関係について（I）。日矯歯誌 **32**, 275-279, 1973。
- 30) Pedersen, J., Stensgaard, K. and Melsen, B.: Prevalence of malocclusion in relation to premature loss of primary teeth. *Community Dent. Oral Epidemiol.* **6**, 204-209, 1978.
- 31) 須佐美隆三，三羽由美子，高田保之，宮地優子，和田清聡，大道昭仁：石川県内灘町学童における不正咬合の発現状態—2. 不正咬合の発現と

- 乳歯齲蝕との関連一. 日矯歯誌 41, 501-509, 1982.
- 32) 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. 日大歯学 43, 458-471, 1969.
- 33) 宮下貞夫, 荻原和彦, 下岡正八, 菊池 進: 乳歯の欠損喪失と永久前歯の反対咬合との関係. 小児歯誌 7, 192, 1969.
- 34) 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一. 小児歯誌 16, 253-268, 1978.
- 35) 山田建二郎, 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.
- 36) 山田建二郎, 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.
- 37) 井藤一江, 竹中美奈子, 米田尚登, 坂井哲夫, 山田建二郎, 山内和夫: 乳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. 矯正治療前の顎態一. 日矯歯誌 41, 117-125, 1982.
- 38) 井藤一江, 竹中美奈子, 米田尚登, 山口和憲, 山田建二郎, 山内和夫: 乳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一. 日矯歯誌 42, 149-157, 1983.
- 39) Gaufinkle, R.L., Artese, A., Kaplan, R.G. and Van Ness, A.L.: Effect of extraction in the late mixed dentition on the eruption of the first premolar in Macaca Nemestrina. *Angle Orthod.* 50, 23-27, 1980.
- 40) Greer, W.G., Artese, A., Gutierrez, A. and Van Ness, A.L.: Effect of extraction in the early mixed dentition on the eruption of the first premolar in Macaca Nemestrina. *Angle Orthod.* 50, 34-40, 1980.
- 41) 堤 敏郎: 歯牙の早期喪失による咀嚼機能失調が顎の発育に及ぼす影響に関する実験的研究. 歯科学報 53, 499-505, 1952.
- 42) 堤 敏郎: 歯牙の早期喪失による咀嚼機能失調が顎の発育に及ぼす影響に関する実験的研究(完). 歯科学報 53, 546-553, 1952.
- 43) Björk, A.: A facial growth in man, studied with the aid of metallic implants. *Acta Odont. Scand.* 13, 9-32, 1955.
- 44) Mathews, J.R. and Ware, W.H.: Longitudinal mandibular growth in children with tantalum implants. *Am. J. Orthod.* 74, 633-655, 1978.
- 45) 石井英司: 上顎劣成長を伴う skeletal class III 症例に用いられる Orthopedic appliance の効果の実験的検討. 日矯歯誌 38, 187-209, 1979.
- 46) Björk, A. and Skieller, V.: Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur. J. Orthod.* 5, 1-46, 1983.
- 47) 齊藤 照: 乳歯の早期抜去が永久歯並びに顎骨の発育に及ぼす影響に就いての実験的研究. 口病誌 13, 44-54, 1939.
- 48) 雨森 洋: 歯の欠損による頭蓋骨の形態変化に関する実験的研究. 口病誌 32, 1-57, 1965.
- 49) Mills, J.R.E.: Ideal dental occlusion in the primates. *Dent. Practit.* 1, 47-61, 1955.
- 50) Enlow, D.H.: A comparative study of facial growth in Homo and Macaca. *Am. J. Phys. Anthropol.* 24, 294-308, 1966.
- 51) Elgoyhen, J.C., Riolo, M.L., Graber, L.W., Moyers, R.E. and McNamara, Jr., J.A.: Craniofacial growth in juvenile Macaca mulatta: A cephalometric study. *Am. J. Phys. Anthropol.* 36, 369-376, 1972.
- 52) Enlow, D.H.: 赤毛猿の顔面の成長発育; 顎顔面の成長発育 (三浦不二夫監訳). 1版, 医歯薬出版, 東京, 241-250, 1980.
- 53) Bravo, L.A., Nielsen, I.L. and Miller, A.J.: Changes in facial morphology in Macaca mulatta: a cephalometric study from 1.5 to 5 years of age. *Am. J. Orthod.* 96, 26-35, 1989.
- 54) Nielsen, I.L., Bravo, L.A. and Miller, A.J.: Normal maxillary and mandibular growth and dental alveolar development in Macaca mulatta. A longitudinal cephalometric study from 2 to 5 years of age. *Am. J. Orthod.* 96, 405-415, 1989.
- 55) 田中利男: 霊長類; 実験動物学 各論 (田嶋嘉雄編). 1版, 朝倉書店, 東京, 198-266, 1972.
- 56) 桐野忠大, 佐伯政友: 高崎山野生ニホンザルの口腔内諸形態—歯の加齢的变化 (萌出, 咬耗)一; 高崎山の野生ニホンザル—餌さづけ10年目の総合調査報告— (伊谷純一郎, 池田次郎, 田中利男編). 勁草書房, 東京, 124-135, 1964.
- 57) Avis, V.: The significance of the angle of the mandible: an experimental and comparative study. *Amer. J. Phys. Anthropol.* 19, 55-61, 1961.
- 58) Dudas, M. and Sassauni, V.: The hereditary components of mandibular growth. A longitudinal twin study. *Angle Orthod.* 43, 314-323, 1973.
- 59) Mills, J.R.E.: Occlusion and malocclusion of the teeth of primates. *Dental Anthropol.* 5, 29-51, 1963.
- 60) 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.
- 61) Beecher, R.M. and Corruccini, R.S.: Effects of dietary consistency on craniofacial and occlusal development in the rat. *Angle Orthod.* 51, 61-69, 1981.
- 62) Beecher, R.M. and Corruccini, R.S.: Effects of dietary consistency on maxillary arch breadth in Macaques. *J. Dent. Res.* 60, 68, 1981.
- 63) 伊藤学而, 黒江和人, 安田秀雄, 井上直彦, 亀

- 谷哲也：顎骨の退化に関する実験的研究。日矯歯誌 41, 708-715, 1982.
- 64) 田中 誠, 伊藤 修, 三浦廣行, 三条 勲, 亀谷哲也, 石川富士郎：進行性筋ジストロフィー症患者の顎顔面形態について一初年度における調査成績一。岩医大歯誌 5, 84-94, 1980.
- 65) 中島昭彦, 名方俊介, 清水賢二, 渡辺欽治, 渡辺美恵子, 玉利和彦, 三吉野産治：進行性筋ジストロフィー患者における顎および咬合の変形 2. 頭部X線規格写真による累年変化の追跡。顎変形誌 3, 44-46, 1984.
- 66) 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.
- 67) 林 政男：頭部X線規格写真の補綴学的検討 第1報 年代別変化について。補綴誌 20, 235-250, 1976.
- 68) 林 政男：頭部X線規格写真の補綴学的検討 第2報 大臼歯欠損者における顔面部の変化について。補綴誌 20, 368-374, 1976.
- 69) Sears, V.H.: Occlusal pivots. *J. Prosthet. Dent.* 6, 332-338, 1956.
- 70) 中島昭彦, 久保田悦生, 緒方ゆりや, 寺田久美子：下顎前方誘導に伴う顎顔面頭蓋の形態変化に関する研究 I. 側貌頭部X線規格写真による角度の計測。日矯歯誌 36, 21-33, 1977.
- 71) 牟田龍三：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.
- 72) Yamada, K.: The relationship between chewing function and malocclusion. 日矯歯誌 51 特別号, 104-111, 1992.
- 73) Moss, M.L.: The functional matrix; in *Vistas in orthodontics* (ed. Kraus, B.K. and Riedel, R.A.). Lea & Febiger, Philadelphia, 85-98, 1962.