上顎前歯抜去後の顎堤の形態変化および 隣在歯，対合歯の位置的变化に関する実 験的研究

石 渡 禧 弘

An Experimental Study of Changes in Form of Alveolar Ridge and Shifts of Neighbouring and Antagonistic Teeth

Yoshihiro Ishiwata

I. 緒 言

少数歯の欠損は橋義歯で補うことができるが，多数歯の欠損ともなると，どうしても有床義歯の使用を余儀なくされる。では抜歯後，顎堤がどのくらいの時期でほぼ安定するかということは非常に重大なことであり，論議的である。特に欠損歯部を修復するという補綴学分野において，この顎堤の吸収という課題は当然解明されなければならない問題である。当教室で行なつた部分床義歯の予後調査¹⁾によれば，義歯の使用を中止した理由として，24%が義歯の不適合であり，破損の29%につぐものである。不適合や破損の大きな原因である顎堤の形態変化を知ることがいかに重要な問題であることがわかるであろう。

歯牙を抜去すると歯槽骨の吸収が起こり，外見的には顎堤の吸収となつて現われる。これら欠損部顎堤の変化を観察するにあつては，組織標本やX線写真を利用して内部構造を観察する方法，骨標本を製作して観察する方法，石膏模型を観察する方法，セファログラムを観察する方法などが代表的なものである。著者の研究は石膏模型を利用して形態変化を観察したものである。

これまで顎堤の吸収に関しては多くの報告があり，主なものとしては吸収部位，吸収方向およびその変化の経

時的推移についての報告^{2~24)}や，臨床的によく行なわれている即時義歯の装着^{8~10,16)}や抜歯時に行なわれる歯槽骨整形^{10,15)}が顎堤におよぼす影響についての報告である。ヒトを対象とした研究では，多くの因子を規格して資料を集めることが困難であり，純粋な意味での顎堤の吸収を捕えることはできにくい。ヒトを対象とした経時的变化に関する従来の研究では，顎堤あるいは歯槽骨の急激な吸収が終了する時期は1~6カ月と幅があり，^{3,7~10,15,16,19~21,23)}さらにこの急激な変化が終了したのちに緩慢な吸収が持続するか否かについても報告に^{3,6,10,15,16,18,10,20,23)}よつて差異がある。しかし動物実験ではヒトとは異なり，急激な変化が終了する時期は3~6カ月であり，その後の変化は，いずれも認められていない。^{12~14,22,24)}これは動物実験では比較的，資料を規格することができ易いためであると考えられる。したがつて，その個体に備わっている条件，すなわち年齢や性の違いが顎堤あるいは歯槽骨の吸収に及ぼす影響を捕えやすいと考えられる。当教室においては，雨森^{12~14)}，岡²⁴⁾はイヌを用いて，歯の欠損による頭蓋骨の形態変化について報告しており，奥野²²⁾は同じくイヌを用いて，欠損部顎堤の石膏模型を製作して顎堤の形態変化を検討している。したがつて，本研究は従来の研究結果が一致していない点および検討が十分に行なわれていない点，すなわち，抜歯部位による違い，顎堤の形態変化の経時的推移および性の違いが顎堤の形態変化に与える影響について検討することにした。

一方，欠損歯部に隣在する歯が位置的变化を起こし，欠損部に向かつて，捻転または傾斜を伴つた遠心または近心への複雑な動きを示すことが知られている^{25~29)}。し

Department of Prosthetic Dentistry, School of Dentistry, Tokyo Medical and Dental University. (Chief and Director : Prof. Dr. Isamu Nakazawa)
東京医科歯科大学第1歯科補綴学教室(主任・指導：中沢 勇教授)
昭和47年10月9日受付

かし、これまでの報告でも、歯の移動の過程については十分には知られておらず、移動した後の観察のみにとどまり、十分な検討が加えられていない。また対合歯を失った歯は歯周組織の廃用性萎縮を起こし、同時に挺出を起こすことが知られている^{12,22,24,30)}。佐伯³⁰⁾はラットにおいて廃用性萎縮の発生過程を組織学的に観察しており、奥野²²⁾は下顎臼歯部では第1大白歯と第2大白歯では位置的变化に違いがあることを報告している。しかし複雑な位置的变化の詳細や、歯種による違い、いかなる因子によつて影響されるかは明らかでなく検討の余地がある。

したがつて、本実験では隣在歯、対合歯の位置的变化を近遠心方向、垂直方向、唇舌方向の3方向から観察し、歯の移動に影響を与えると予測される経過時間、性の因子について検討することにした。

以上、本実験の主旨を明らかにしたが、問題点の1つとなっている資料の規格については次のような因子について考慮した。すなわち、対象の年令、性、拔牙部位、拔牙数、拔牙方法、抜去歯歯周組織の状態および拔牙後の経過時間^{2~24,31,37)}などがあげられよう。

本実験ではイヌを使用し、拔牙後の経過時間、性の因子の違いにより資料を分類し、その他の条件は各資料でできるだけ一定となるように考慮した。

当教室では数年前より、イヌを用いて歯の欠損による頭蓋骨の形態変化および石膏模型による顎堤の形態変化を観察してきたが^{12~14,22,24)}、この研究もその一連のものである。これまでの実験は拔牙部位が臼歯部に限っていたが今回の実験では上顎前歯部を抜去しており、臼歯部を抜去した結果と随所で比較検討した。

II. 資 料

実験材料として使用したのは21匹の雑種犬である。これらを性別にみると11匹のオスと10匹のメスから成っており、いずれも成犬である。イヌの選択にあつては、永久歯がすべて萌出し歯数に異常のないもの、肉眼的に歯周組織が健全であり、犬歯の咬頭に咬耗のないものを選んだ。実験動物の $|Cl_3I_2I_1|$ を抜去し、定められた時期にそれぞれ印象採得を行ない模型を製作した。これらの模型を拔牙後の経過時間、性別によつて分類すると表1のとおりである。

拔牙はペントバルビタール・ナトリウム 36 mg/kg body weight の皮下または筋肉内注射により全身麻酔下で行ない歯槽縁をなるべく傷つけないように慎重に行

表 1 実験条件の差異による歯列模型の分類

Groups	Period after tooth extraction	Number of upper and lower casts.	
Control		♂ 11	21
		♀ 10	
3 W	3 weeks	♂ 9	17
		♀ 8	
6 W	6 weeks	♂ 9	16
		♀ 7	
3 M	3 months	♂ 6	12
		♀ 6	
6 M	6 months	♂ 9	17
		♀ 8	
12 M	12 months	♂ 8	15
		♀ 7	
24 M	24 months	♂ 6	13
		♀ 7	

なつた。歯根が彎曲している歯はタービンで分割しながら抜去した。術後はオキシフルでよく洗滌し、油性結晶ペニシリン G 30 万単位を筋注した。拔牙創の治癒状態は3週後では犬歯部の3例を除いては非常に良好であつた。治癒状態の悪いイヌは、さらに油性結晶ペニシリン G 30 万単位を筋注した結果、6週ではすべてのイヌにおいて良好であつた。

印象採得も全身麻酔下で行なつた。あらかじめ骨標本を参考にして作つた5種類の大きさの異なる即時重合レジン製のトレーからそれぞれのイヌに適したものを選び、これに軟化したモデリング・コンパウンドを盛り概形印象をした。次にこれを冷却してトレーとし、ラバーベース印象を行ない、超硬石膏を気泡の入らないように慎重に注入して模型を製作した。これらの模型を次のように分類した。

拔牙前に得た模型を Control 群とし、拔牙後3週、6週、3カ月、6カ月、12カ月、24カ月目に得た模型はそれぞれ、3 W群、6 W群、3 M群、6 M群、12 M群、24 M群とした。

III. 方 法

計測にあつては Kubuskraniophor³⁸⁾ を使用した(図1)。これは立方体の枠とそのほぼ中央にある資料を固定する装置から成り、資料の空間的な位置を規定す

(A)

(B)

図 1 Kubuskraniophor と Diagraph
(A) 上顎模型計測, (B) 下顎模型計測

る。これは水平で平な大理石上で操作され Kubuskraniophor に固定された資料は、固定装置の下にある互いに直交する2つの蝶番とシリンダによって、基準面に対する位置を調節することができる。また、Kubuskraniophor の枠のある面を上に向けた位置から、それに隣接する面を上に向けた位置に回転させることにより、資料を基準面に対し90度ずれた位置に置くことができる。

1. 上顎模型の規格

まず、基準面をうるために左右の第4小臼歯の咬頭頂 (cP_4) と左側犬歯の咬頭頂 (cC) の3点から成る平面を上面とする超硬石膏のコアを作製した (図2 A)。完成した石膏コアを模型上に戻し (図2 B), 左右の cP_4 間の中点をOとした。次に石膏コアをワックスで軽くとめ Kubuskraniophor に取り付け、コアの上面が大理石板と平行になるように水準器を用いて調整した。次に模型の前歯部が大理石板に向かうように90度回転させ、左右の cP_4 を結ぶ線が大理石板と平行になるように調節した。すなわち、基準面として、水平方向では左右の

(A)

(B)

図 2 石膏コア

cP_4 と左側の cC を、前頭方向では cP_4 間を結ぶ線をえらんだわけである (図3)。さらに90度回転させて、臼歯部の頬側が下方に向かうようにさせる。この状態で、切歯部では、舌側の中心隆線の延長が歯肉縁と交わる点を aI_1 , aI_2 , aI_3 とし、これらの点とO点を結ぶ線が大理石板から同じ高さになるように調節する (図1 A)。この状態で顎堤の断面を投影する。すなわち、Diagraph³⁸⁾を用いて、大理石板上に置いた方眼紙に各計測部位の断面およびO点を投影する。Control 群の模型上でコアの上面に、O— aI_1 , O— aI_2 , O— aI_3 の各直線を鉛筆ではっきりと描記しておき、以後の3W, 6W, 3M, 6M, 12M, 24M 群の模型上にコアを移した際の計測基準線として使用する。犬歯の部位においては模型の前歯部が大理石板に向かうようにし、左右の cP_4 点が大理石板から同一の高さになるように調節する。この状態で左右の cP_4 間と平行で左側の cC を通る切断面を

Diagraph を用いて投影する。

計測の境界は切歯部では、頬側は歯肉頬移行部とし、口蓋側は第1口蓋ヒダの最突出部とした。犬歯では右側

図 3 上顎の計測点

Before Extraction

(A)

の歯肉頬移行部と cP_4 間の垂直二等分線とした。

このように方眼紙上に投影したものを次のように作図した(図4)。切歯部では、コア上の基準線に対し、歯肉頬移行部を通る平行線を取りX軸とし、第1口蓋ヒダの最突出部を通り、X軸に垂直な線をY軸として、この両線で囲まれる断面積を計測した。各々の断面積をそれぞれ I_1A , I_2A , I_3A で表わすことにした。犬歯部では cP_4 間を結ぶ直線に対し、歯肉頬移行部を通る平行線をひきX軸とし、 cP_4 間の垂直二等分線をY軸とし、右側半の断面積を計測した。この部位でも断面積は CA で表わすものとした。

隣在歯の移動については、左側の第1切歯、第2切歯のみ計測した。まず第1、第2切歯の遠心の唇面溝が切縁と交わる点を cI_1 , cI_2 とし、舌側中心隆線の延長が歯

C-Section

Before Extraction

After Extraction

(B)

図 4 欠損部顎堤の断面の作図

(A) 切歯部, (B) 犬歯部

図 5 下顎の計測点

肉縁と交わる点は aI_1 , aI_2 とする (図 3)。模型の前歯部が下方に向かうように規格した位置で、前述の 4 点と左右の cP_4 点、O 点を前頭方向ならびに矢状方向から Diagraph を用いて方眼紙上に描記した。方眼紙上に描記された点は次のように作図した。まず、前頭方向から投影したものは、 cP_4 間を結ぶ直線を X 軸とし、O 点を通り X 軸に垂直な線を Y 軸とした。次に矢状方向から投影したものは、 cC と cP_4 を結ぶ直線を Z 軸とすると、 cC を通り Z 軸に垂直な線は Y 軸となる (図 6 参照)。このように X, Y, Z と 3 方向の動き、すなわち、X 軸は近遠心方向の変化を、Y 軸は垂直方向の変化を、Z 軸は唇舌方向の変化を表わし、空間的な位置的变化を観察することができる。

2. 下顎模型の規格

下顎は石膏コアを用いしないで、直接模型上に基準点を求めた。すなわち、左側の犬歯の咬頭頂の最も突出した点を $c\bar{C}$ 、また第 1 大臼歯の Paraconid と Protoconid⁴⁰⁾ の稜線が接する点 $c\bar{M}_1$ を印記する。まず左右の $c\bar{M}_1$ と左側の $c\bar{C}$ からなる基準平面が大理石板と平行になるように調節する。次に模型の前歯部が大理石板に向かうように 90 度回転させ、左右の $c\bar{M}_1$ 点が大理石板から同一距離になるように調節する。この状態で I_1 , I_2 , I_3 の歯肉縁で最も上方にある点を aI_1 , aI_2 , aI_3 とし、遠心の唇肉溝が切縁と交わる点を cI_1 , cI_2 , cI_3 とした (図 5)。これらの点と左右の $c\bar{M}_1$ 点を前頭方向から Diagraph を用いて投影する。次に 90 度回転させて矢状方向から投影する。方眼紙上に投影されたものは、前頭方向からのものは、左右の $c\bar{M}_1$ 点を結んだ線を X 軸とし、 $c\bar{M}_1$ 間の垂直二等分線を Y 軸とした。矢状方向か

図 6 対合歯に関する計測点の作図

らのものは、 $c\bar{M}_1$ 点と $c\bar{C}$ 点を結んだ直線を Z 軸とし、 $c\bar{C}$ 点を通り Z 軸に垂直な線は Y 軸となる (図 6)。下顎計測項目も上顎の隣在歯の移動と同様に 3 方向への位置的变化を観察することにした。

3. 左右の対称性について

一般にイヌの同一個体内の左側部と右側部は形態的に非常に似かよっていることが奥野²²⁾らの実験により証明されており、下顎歯の計測項目では左右の対称性を利用して、計測結果を評価した。この類似性を次のような数値で表わすことにした。

$$\frac{R - (R+L)/2}{(R+L)/2} \times 100 = \frac{R-L}{R+L} \times 100 (\%)$$

R は右側の計測値、L は左側の計測値である。式は左側の計測値と右側の計測値の平均値を基準として、右側すなわち、実験側の計測値がこの基準からどの程度外れているかを平均値に対する百分率の形で表わしている。この計測値が正数ならば右側の計測値の方が大きく、負数ならば左側の計測値の方が大きいことを示し、0 であれば、左右の計測値が全く同じであり、完全な左右対称といえる。

表 2 対照群 (Control 群) における左右の類似性について
 $\left(\frac{R-L}{R+L} \times 100\right)$ 値の信頼区間)

Measure-ments	Means (%)	Standard deviations (%)	Confidence intervals (%)
$\overline{aI_1X}$	15.2972	45.9779	$-7.5693 \leq \mu \leq +38.1637$
$\overline{aI_1Y}$	0.2253	1.5411	$-0.5411 \leq \mu \leq +0.9917$
$\overline{aI_1Z}$	-1.4062	3.6961	$-3.2444 \leq \mu \leq +0.4320$
$\overline{aI_2X}$	7.0569	11.4398	$+1.5455 \leq \mu \leq +12.5683$
$\overline{aI_2Y}$	0.6537	1.5853	$-0.1100 \leq \mu \leq +1.4173$
$\overline{aI_2Z}$	-1.5175	5.7316	$-4.2788 \leq \mu \leq +1.2438$
$\overline{aI_3X}$	4.0375	6.9457	$+0.6912 \leq \mu \leq +7.3838$
$\overline{aI_3Y}$	0.4561	1.7731	$-0.3981 \leq \mu \leq +1.3103$
$\overline{aI_3Z}$	1.2254	12.3344	$-4.7170 \leq \mu \leq +7.1678$
$\overline{cI_1X}$	14.7151	34.9792	$-2.2172 \leq \mu \leq +31.6474$
$\overline{cI_1Y}$	0.4034	1.4393	$-0.2933 \leq \mu \leq +1.1001$
$\overline{cI_1Z}$	-0.6980	1.6436	$-1.4936 \leq \mu \leq +0.0976$
$\overline{cI_2X}$	5.4379	8.4324	$+1.3755 \leq \mu \leq +9.5003$
$\overline{cI_2Y}$	0.8935	2.2725	$-0.2013 \leq \mu \leq +1.9883$
$\overline{cI_2Z}$	-0.9997	2.6566	$-2.2796 \leq \mu \leq +0.2802$
$\overline{cI_3X}$	2.4378	5.3169	$-0.1237 \leq \mu \leq +4.9993$
$\overline{cI_3Y}$	1.4720	2.9907	$+0.0312 \leq \mu \leq +2.9128$
$\overline{cI_3Z}$	-1.6026	7.0710	$-5.0092 \leq \mu \leq +1.8040$

Control 群における, 各計測項目について, $\{(R-L)/(R+L)\} \times 100$ 値の平均値ならびに標準偏差を示すと表 2 のとおりである。さらにこれらの危険率 5% における信頼区間^{*)}を示した。これによると, 近遠心方向への位置的变化に関する 6 項目については, 実際の計測値が非常に小さいために僅かな計測誤差および位置的变化が $\{(R-L)/(R+L)\} \times 100$ 値に及ぼす影響が大となる。これは $\overline{cM_1}$ 間の二等分線すなわち, 正中線が X 軸となっているため, 正中に近い下顎第 1 切歯はこの影響をもつとも受けやすいといえよう。表 2 からわかるように近遠心方向の平均値, 標準偏差は他の項目より大きな値を示している。垂直方向への位置的变化に関する項目では, $\overline{cI_3Y}$ を除く 5 項目で区間内に 0 を含んでおり, この 5 項目では平均値は 0 であるかもしれない。したがって左右両側の計測値が等しく, 全く左右対称であると推論できる。また $\overline{cI_3Y}$ では平均値が 0 でないとしても, その差は 3% であり, 計測誤差を考慮すると左右が等しくなはいえない。唇舌方向への位置的变化に関する項目では, すべて信頼区間内に 0 を含んでおり, 平均値は 0 であるかもしれないし, これらの計測部位に関する限り, まったく左右対称であると推論できる。もちろん, これは個々のイヌについて完全に対称であるというのではなく, この計測の対象となつた標本によつて代表されるイヌの集団全体の平均値について左右両側の値が等し

表 3 計測誤差

Measure-ments	Means (%)	Standard deviations (%)	Confidence intervals (%)
$\overline{I_1A}$	0.0413	1.7810	$-0.7710 \leq \mu \leq +0.8536$
$\overline{I_2A}$	-0.3471	1.3957	$-0.9836 \leq \mu \leq +0.2894$
$\overline{I_3A}$	0.3497	1.7650	$-0.4553 \leq \mu \leq +1.1547$
$\overline{CA}$	0.2129	0.8356	$-0.1682 \leq \mu \leq +0.5940$
$\overline{aI_1X}$	-0.0316	9.5848	$-4.9599 \leq \mu \leq +4.8966$
$\overline{aI_1Y}$	0.5253	1.7313	$-0.3649 \leq \mu \leq +1.4155$
$\overline{aI_1Z}$	0.3609	1.1403	$-0.2255 \leq \mu \leq +0.9473$
$\overline{aI_2X}$	0.3913	3.2002	$-1.2542 \leq \mu \leq +2.0368$
$\overline{aI_2Y}$	0.5198	2.0166	$-0.5171 \leq \mu \leq +1.5567$
$\overline{aI_2Z}$	0.0052	1.2250	$-0.6247 \leq \mu \leq +0.6351$
$\overline{cI_1X}$	-1.4772	4.8315	$-3.9614 \leq \mu \leq +1.0070$
$\overline{cI_1Y}$	0.6268	1.6877	$-0.2409 \leq \mu \leq +1.4945$
$\overline{cI_1Z}$	0.3051	1.2572	$-0.3413 \leq \mu \leq +0.9515$
$\overline{cI_2X}$	-0.3434	2.5241	$-1.6413 \leq \mu \leq +0.9545$
$\overline{cI_2Y}$	0.4553	1.4212	$-0.2755 \leq \mu \leq +1.1861$
$\overline{cI_2Z}$	0.3776	1.2327	$-0.2563 \leq \mu \leq +1.0115$
$\overline{aI_1X}$	-6.0247	41.7984	$-26.8126 \leq \mu \leq +14.7632$
$\overline{aI_1Y}$	-0.2589	1.5151	$-1.0124 \leq \mu \leq +0.4946$
$\overline{aI_1Z}$	0.2330	2.2402	$-0.8811 \leq \mu \leq +1.3471$
$\overline{aI_2X}$	-0.1442	3.2608	$-1.7152 \leq \mu \leq +1.4268$
$\overline{aI_2Y}$	-0.0549	1.7896	$-0.9171 \leq \mu \leq +0.8073$
$\overline{aI_2Z}$	1.1263	3.5541	$-0.5860 \leq \mu \leq +2.8386$
$\overline{aI_3X}$	-0.3246	2.9699	$-1.7554 \leq \mu \leq +1.1062$
$\overline{aI_3Y}$	0.0217	1.5163	$-0.7088 \leq \mu \leq +0.7522$
$\overline{aI_3Z}$	-0.5130	6.2904	$-3.5435 \leq \mu \leq +2.5175$
$\overline{cI_1X}$	-4.5237	26.0773	$-17.4929 \leq \mu \leq +8.4455$
$\overline{cI_1Y}$	-0.3000	1.7684	$-1.1795 \leq \mu \leq +0.5795$
$\overline{cI_1Z}$	0.0279	1.5259	$-0.7310 \leq \mu \leq +0.7868$
$\overline{cI_2X}$	-0.0074	2.9963	$-1.4509 \leq \mu \leq +1.4361$
$\overline{cI_2Y}$	0.0138	1.6625	$-0.7872 \leq \mu \leq +0.8148$
$\overline{cI_2Z}$	0.5710	1.8996	$-0.3442 \leq \mu \leq +1.4862$
$\overline{cI_3X}$	-0.0328	1.9025	$-0.9494 \leq \mu \leq +0.8838$
$\overline{cI_3Y}$	-0.2716	1.7802	$-1.1292 \leq \mu \leq +0.5860$
$\overline{cI_3Z}$	0.7064	3.0952	$-0.7848 \leq \mu \leq +2.1976$

いことが推論されたわけである。したがって計測の対象となつた項目については, ほぼ左右対称であると推論できる。

4. 計測精度

計測値は計測操作の種々の段階における誤差を含んでいと推定される。本実験においても, 印象採得, 模型製作, 石膏コア, 規格投影, 作図, 計測操作などの段階で誤差を生じているものと考えられる。そこで抜歯前の Control 群のイヌから 2 つの印象を採り, 模型を製作して, A 模型, B 模型とした。これらの計測部位について A 模型での計測値を A, B 模型の計測値を B とした。 $\{(A-B)/(A+B)\} \times 100$ 値を算出し, A 群と B 群の計測値にどの程度の差があるかを各計測項目別に検定し

た。その結果は表3のとおりであり、1%以上の平均値を示したのは、 $\overline{cI_1X}$, $\overline{aI_2Z}$, $\overline{aI_1X}$, $\overline{cI_1X}$ の4項目であり、8項目において1~0.5%の間にあり、残りのすべての項目は0.5%以下であった。また平均値の危険率5%における信頼区間についてみると、すべての計測項目の信頼区間は0を含んでおり、これらの平均値は0であるかもしれないと推測される。したがってA模型とB模型の計測値の差は質的な違いによるものではなく、純粋に計測する場合における誤差であると思われる。また、その差は $\overline{cI_1X}$, $\overline{aI_1X}$ を除くと2%程度であり、一連の操作が及ぼす影響は比較的小さいことを示している。

実験期間中に計測基準点の1つである犬歯の咬頭頂に咬耗が起これば、当然、基準点の位置的变化を起こし、計測項目に大きな誤差を生じさせられると思われる。本実験では上顎は石膏コアの使用によつて多少の咬耗は計測基準点が高くなるため影響はないが、下顎では直接、犬歯の咬頭頂を基準点としているため、大きな誤差を生む原因となる。本実験中に5頭のイヌにおいて咬耗が起こり、これらのイヌについては奥野²²⁾の方法に従つて修復した。すなわち、Control群の模型で犬歯のラバーベ

ース印象を採り、この印象を咬耗した犬歯に適合させ、超硬石膏を注入して修復した。これらの一連の操作が計測にどの程度の影響を及ぼすかについては奥野²²⁾が計測しており、有意な差は生じなかった。したがって犬歯が咬耗した場合にはラバーベース印象を応用して修復を行なつて計測すれば、結果にさしたる影響を及ぼさないと判断した。

IV. 結 果

1. 顎堤の形態変化について

1) 抜歯前との比較

抜歯後の各群の模型がControl群における計測値からどの程度変化したかを百分率で算出した結果が表4である。 $\overline{I_1A}$, $\overline{I_2A}$, $\overline{I_3A}$, $\overline{CA}$ のすべての計測項目において、6群全部に変化がみられ、Control群との間に大きな差がみられた。3W群では9~14%の吸収量を示しており、これは各計測項目の全変化量の48~81%を示している。各群の平均値の信頼区間を示すと表4のとおりで、いずれも区間内に0を含んでおらず、その値が0

表 4 顎堤の形態変化に関する各群の計測値の平均値、標準偏差ならびに信頼区間

Measurements	Groups	Numbers	Means (%)	Standard deviations (%)	Confidence intervals
$\overline{I_1A}$	3 W	16	- 9.1569	4.3035	-11.4485 ≤ μ ≤ - 6.8653
	6 W	15	- 12.2493	5.7780	-15.4419 ≤ μ ≤ - 9.0567
	3 M	11	- 13.5942	3.8798	-16.3670 ≤ μ ≤ -10.8214
	6 M	17	- 15.6621	7.0422	-19.4121 ≤ μ ≤ -11.9121
	12 M	14	- 14.6262	5.5038	-17.9539 ≤ μ ≤ -11.2985
	24 M	12	- 14.0296	4.4020	-16.8252 ≤ μ ≤ -11.2340
$\overline{I_2A}$	3 W	17	- 11.2648	3.7160	-13.1755 ≤ μ ≤ - 9.3541
	6 W	16	- 16.4816	5.6066	-19.5795 ≤ μ ≤ -13.3837
	3 M	12	- 19.2054	6.6046	-23.3999 ≤ μ ≤ -15.0109
	6 M	18	- 21.3351	8.0376	-25.4678 ≤ μ ≤ -17.2024
	12 M	15	- 23.0061	7.5072	-27.1542 ≤ μ ≤ -18.8580
	24 M	13	- 23.2359	9.5602	-29.3074 ≤ μ ≤ -17.1644
$\overline{I_3A}$	3 W	17	- 14.3905	7.1580	-18.0710 ≤ μ ≤ -10.7100
	6 W	16	- 20.4417	9.3647	-25.4284 ≤ μ ≤ -15.4550
	3 M	12	- 23.8535	9.6957	-30.0111 ≤ μ ≤ -21.0710
	6 M	18	- 26.0014	9.9136	-30.9318 ≤ μ ≤ -21.7265
	12 M	15	- 26.0374	8.0956	-30.3483 ≤ μ ≤ -23.0215
	24 M	13	- 28.1583	8.4959	-33.2959 ≤ μ ≤ -17.6959
$\overline{CA}$	3 W	17	- 9.2497	4.4192	-11.5219 ≤ μ ≤ - 6.9775
	6 W	16	- 11.3325	4.2559	-13.5988 ≤ μ ≤ - 9.0662
	3 M	12	- 11.4132	4.5099	-14.2774 ≤ μ ≤ - 8.5490
	6 M	18	- 10.3461	3.7343	-12.1988 ≤ μ ≤ - 8.4844
	12 M	15	- 9.7670	4.2744	-12.1287 ≤ μ ≤ - 7.4053
	24 M	13	- 10.3174	4.2172	-12.8671 ≤ μ ≤ - 7.7677

図 7 顎堤の形態変化の経時的推移

から負の方向へ大きくはずれている。これは抜歯により歯槽骨の吸収が起こり、抜歯前に比べて計測値が大きく減少したことを示している。

2) 経時的傾向

表 4 を縦軸に吸収量、横軸に経過時間を取り、変化の状態をグラフに示すと図 7 のとおりである。各計測項目が経時的にどの程度変化したかを検討するために、各群が経過期間中に前の群に対して、何パーセント変化したかを示したのが表 5 である。各計測項目ともに 6 週までは 11~20% と量的な違いはあるが、いずれも大きな減少を示している。6 週までの変化を Control-3 W, 3 W-6 W の 2 期間に分けて検討すると、前者の 7 に対し、後者は 3 の割合で減少している。すなわち、最初の 3 週間は後の 3 週間の 2 倍以上の顎堤の吸収を示していることがわかる。6 週以後では各計測項目により多少の違いが生じている。抜歯後 6 週から 12 カ月までの変化をみると、I1A では 6 週から 3 カ月まで変化がなく 3 カ月から 6 カ月まで緩慢な減少を示している。I2A では 6

週から 12 カ月までゆるやかに減少しているが、特に 6 カ月から 12 カ月までの間では変化が緩慢である。I3A では 6 週から 6 カ月まで緩慢に減少している。また CA では 6 週以後の変化は認められなかった。12 カ月から 24 カ月までは、どの計測項目も 0.5% から 2% の減少を示しているが、変化は認められなかった。以上のように 6 週までは急激に減少し、これは全変化量の 70~99% にあたるもので変化が急であることを示している。CA を除く 3 項目で 6 週から 6 カ月までグラフは下降線を示し、抜歯後 6 カ月まで顎堤の吸収は続いていると考えるべきであろう。(図 7, 表 5)。6 カ月から 24 カ月までは変化がないと考えられ、ほぼ一定の状態が保たれているといえる。したがって、顎堤の形態変化が終了する時期は、切歯部では 6 カ月、犬歯部では 6 週であると考えられる。

3) 性 差

3 W 群, 6 W 群, 3 M 群, 6 M 群, 12 M 群, 24 M 群の各群において、それぞれ別個にオスとメスの吸収量の平

表 5 断面積の経時的推移に関する検討

		Means (%)	Standard deviations (%)	Confidence intervals (%)
<u>I₁A</u>	Control ~ 3 W	- 9.1569	4.3035	-11.4485 ≤ μ ≤ - 6.8653
	3 W ~ 6 W	- 3.6078	2.6575	- 5.1419 ≤ μ ≤ - 2.0737
	6 W ~ 3 M	- 1.0322	1.7724	- 2.2989 ≤ μ ≤ + 0.2345
	3 M ~ 6 M	- 2.5179	3.2309	- 4.6903 ≤ μ ≤ - 0.3455
	6 M ~ 12 M	- 0.8943	2.8339	- 2.6077 ≤ μ ≤ + 0.8191
	12 M ~ 24 M	- 1.2160	4.4001	- 4.0104 ≤ μ ≤ + 1.5784
<u>I₂A</u>	Control ~ 3 W	- 11.2648	3.7160	-13.1755 ≤ μ ≤ - 9.3541
	3 W ~ 6 W	- 5.3224	3.3818	- 7.1910 ≤ μ ≤ - 3.4538
	6 W ~ 3 M	- 2.3706	3.3062	- 4.4703 ≤ μ ≤ - 0.2709
	3 M ~ 6 M	- 3.9252	3.8920	- 6.3970 ≤ μ ≤ - 1.4534
	6 M ~ 12 M	- 2.5472	4.4458	- 5.0037 ≤ μ ≤ - 0.0907
	12 M ~ 24 M	- 1.4683	3.6905	- 3.8121 ≤ μ ≤ + 0.8755
<u>I₃A</u>	Control ~ 3 W	- 14.3905	7.1580	-18.0710 ≤ μ ≤ -10.7100
	3 W ~ 6 W	- 6.0601	5.0304	- 8.8396 ≤ μ ≤ - 3.2806
	6 W ~ 3 M	- 3.2748	5.1492	- 6.5450 ≤ μ ≤ - 0.0046
	3 M ~ 6 M	- 3.3316	2.3830	- 4.8450 ≤ μ ≤ - 1.8182
	6 M ~ 12 M	- 0.6700	4.2025	- 2.9921 ≤ μ ≤ + 1.6521
	12 M ~ 24 M	- 1.9609	4.7340	- 4.8232 ≤ μ ≤ + 0.9014
<u>CA</u>	Control ~ 3 W	- 9.2497	4.4192	-11.5219 ≤ μ ≤ - 6.9775
	3 W ~ 6 W	- 2.0321	3.0195	- 3.7004 ≤ μ ≤ - 0.3638
	6 W ~ 3 M	+ 1.5235	3.4462	- 0.6651 ≤ μ ≤ + 3.7121
	3 M ~ 6 M	- 0.2740	2.1898	- 1.6646 ≤ μ ≤ + 1.1166
	6 M ~ 12 M	+ 0.3215	3.2563	- 1.4778 ≤ μ ≤ + 2.1208
	12 M ~ 24 M	- 0.4983	2.2489	- 1.8580 ≤ μ ≤ + 0.8614

均値を求め検討した。その結果は表 6 に示すとおりである。また変化の状態をオスとメスについてグラフに表わすと図 8 のようになる。

オスでは 4 つのすべての項目で 6 週までかなり急激に変化し、3 カ月まで比較的ゆるやかに変化している。3 カ月までの変化を前半の 6 週と後半の 6 週に分けて検討した結果、前半の 6 週で急激な変化を示し、後半の 6 週は前半の 6 週の約 1/4 程度の変化が認められたにすぎない。3 カ月以後では多少の減少はあるが有意な差は認められなかった。この結果オスでは 6 週まで急激に減少し、あと 3 カ月まで、ゆるやかに減少し、3 カ月以後はほとんど変化は認められないといえる。次にメスでは CA と I₁A で 6 週まで急激に変化し、6 週以後は増減の変化はあるが有意差は否定された。I₂A と I₃A では 6 週まで急激に減少し、6 週から 6 カ月までゆるやかな減少をして 6 カ月以後はほとんど変化がない。メスの項目でも 6 週以後は増減の変化はあるが有意差は否定されている。以上からメスでは 6 週まで急激に減少し、6 週以後ではほとんど変化が認められないといえる。

次にオスとメスの同一時期における差を検討すると

I₁A の 3 カ月と 24 カ月、I₂A の 12 カ月と 24 カ月でオスのほうがメスより変化が大きく、有意な差が認められた。これだけではオスとメスの平均値の差は著明であるとはいえないであろう。図 8 から 3 カ月以後ではオスの方がすべての項目で大きな変化を示していることは、オスの方が吸収量が大い傾向にあるといえる。以上のことから断面積の変化はメスの方が比較的早く変化が終了しており、変化量もオスの方が多い傾向にあるといえる。

4) 顎堤の形態変化における各計測部位間の相関関係
顎堤の形態変化について、その計測部位間にどのような関連性があるかについて検討した。このために各群を対象として、2 つの計測部位を対とし、これらの間の相関関係を求めた。

I₁A、I₂A、I₃A、CA の 4 部位についてそれぞれ 2 部位をとりあげて 6 組の対をつくり、これらについて相関係数を算出した*2)。(表 7)。その結果、有意な正の相関が認められたのは、I₁A—I₂A、I₂A—I₃A の 2 項目であった。他の項目間では部分的に有意な正の相関は認められたが、各群を通して検討すると有意な相関とはいえない。

表 6 顎堤の形態変化におけるオスとメスの比較

Measurements	Groups	Sex	Means (%)	Standard deviation (%)	Comparison between male and female t (d.f.)
<u>I₁A</u>	3 W	♂ ♀	- 9.1957 - 9.1071	3.1888 5.7217	0.037 (14)
	6 W	♂ ♀	- 11.9517 - 12.6957	4.5998 7.6959	0.218 (13)
	3 M	♂ ♀	- 15.3968 - 10.8904	3.0974 3.5947	1.889 (8)*
	6 M	♂ ♀	- 16.4262 - 14.6797	4.6055 9.6798	0.446 (14)
	12 M	♂ ♀	- 16.0497 - 12.3486	6.7054 1.2857	1.123 (11)
	24 M	♂ ♀	- 16.3250 - 11.7350	5.1401 1.8921	1.874 (10)*
<u>I₂A</u>	3 W	♂ ♀	- 12.2079 - 10.2038	3.7891 3.5672	1.051 (15)
	6 W	♂ ♀	- 17.0500 - 15.8320	4.8825 6.6791	0.378 (13)
	3 M	♂ ♀	- 11.9880 - 18.4227	4.1793 8.7761	0.360 (10)
	6 M	♂ ♀	- 22.5424 - 19.9768	5.3671 10.5244	0.605 (15)
	12 M	♂ ♀	- 26.7915 - 18.6801	5.6910 7.2650	2.253 (13)**
	24 M	♂ ♀	- 28.6122 - 17.8597	6.9766 9.1121	2.096 (10)*
<u>I₃A</u>	3 W	♂ ♀	- 15.1585 - 13.5265	8.3753 5.9442	0.430 (15)
	6 W	♂ ♀	- 22.8147 - 17.3893	8.2469 10.4533	1.085 (14)
	3 M	♂ ♀	- 26.3179 - 21.3893	6.0855 12.4585	0.795 (10)
	6 M	♂ ♀	- 27.7327 - 24.2700	9.1844 10.8511	0.689 (16)
	12 M	♂ ♀	- 28.2600 - 23.8148	5.1470 10.1321	1.012 (14)
	24 M	♂ ♀	- 31.5577 - 25.2446	7.1707 8.9471	1.277 (15)
<u>CA</u>	3 W	♂ ♀	- 9.4083 - 9.0712	4.9688 4.0440	0.143 (15)
	6 W	♂ ♀	- 11.0455 - 11.7015	4.8617 3.6723	0.236 (14)
	3 M	♂ ♀	- 12.6003 - 10.2260	4.5545 4.5409	0.826 (10)
	6 M	♂ ♀	- 10.4723 - 10.2110	4.4127 3.1816	0.136 (16)
	12 M	♂ ♀	- 10.2979 - 9.1602	4.1613 4.6501	0.465 (13)
	24 M	♂ ♀	- 10.7350 - 9.9594	5.4541 3.2336	0.292 (11)

い、これから上顎切歯部では互いに隣接した歯牙では相互に関連性があるものと推定され、犬歯については他の部位との相関は認められなかった。

2. 隣在歯の位置的变化について

1) 抜歯前との比較

上顎右側の切歯3本と犬歯を抜去したことにより、左側の第1、第2切歯が位置的变化を起こせば抜歯前の計

測値との間に差を生じるはずである。そこで抜歯前の計測値からどの程度変化したかを百分率で表わし、比較検討した結果が表8である。表8において、Xは近遠心方向への位置的变化、Yは垂直方向への位置的变化、Zは唇舌方向への位置的变化を表わし、表の数値は近心方向、切縁方向、唇側方向への移動を正数として現わしている。この結果、近遠心方向への位置的变化(X座標)は

図 8 性別にみた顎堤の形態変化の経時的推移

表 7 計測部位間の相関関係

	Groups	r	t (d.f.)		Groups	r	t (d.f.)
$\underline{I_1A} - \underline{I_2A}$	3 W	+0.4657	1.970 (14)*	$\underline{I_2A} - \underline{I_3A}$	3 W	+0.4354	1.810 (14)*
	6 W	+0.6439	2.915 (12)**		6 W	+0.7223	3.618 (12)***
	3 M	+0.8449	4.739 (9)***		3 M	+0.6889	2.990 (9)**
	6 M	+0.6658	3.339 (14)***		6 M	+0.6864	3.532 (14)***
	12 M	+0.4986	1.993 (12)*		12 M	+0.3281	1.203 (21)
	24 M	+0.5198	1.924 (10)*		24 M	+0.5868	2.292 (10)**
$\underline{I_1A} - \underline{I_3A}$	3 W	+0.2053	0.785 (14)	$\underline{I_2A} - \underline{CA}$	3 W	+0.0648	0.243 (14)
	6 W	+0.3330	1.223 (12)		6 W	+0.2159	0.663 (12)
	3 M	+0.5470	1.960 (9)*		3 M	+0.6892	2.854 (9)**
	6 M	+0.3869	1.570 (14)		6 M	+0.3005	1.179 (14)
	12 M	+0.1679	0.590 (12)		12 M	+0.5349	2.193 (12)**
	24 M	+0.1976	0.637 (10)		24 M	+0.5481	2.072 (10)*
$\underline{I_1A} - \underline{CA}$	3 W	+0.4150	1.707 (14)	$\underline{I_3A} - \underline{CA}$	3 W	+0.1252	0.472 (14)
	6 W	+0.5196	2.107 (12)*		6 W	-0.0322	0.112 (12)
	3 M	+0.6499	2.051 (9)*		3 M	+0.4227	1.399 (9)
	6 M	+0.4665	1.973 (14)*		6 M	-0.0494	0.185 (14)
	12 M	+0.3481	1.286 (12)		12 M	+0.0570	0.198 (12)
	24 M	+0.5683	2.184 (10)*		24 M	+0.1773	0.570 (10)

表 8 隣在歯の位置的变化に関する各群の計測値の平均値, 標準偏差ならびに信頼区間

	Groups	Numbers	Means (%)	Standard deviation (%)	Confidence intervals (%)
$a\bar{I}_1$ X	3 W	15	0.3748	9.0175	$-4.6078 \leq \mu \leq +5.3574$
	6 W	14	3.5998	9.0673	$-1.6345 \leq \mu \leq +7.1996$
	3 M	10	4.6673	11.0407	$-3.2233 \leq \mu \leq +12.5579$
	6 M	16	1.7673	10.7056	$-3.9334 \leq \mu \leq +7.4680$
	12 M	14	6.5300	10.0292	$+0.7403 \leq \mu \leq +12.3197$
	24 M	12	15.9670	23.5334	$+1.0213 \leq \mu \leq +30.9127$
$a\bar{I}_1$ Y	3 W	15	-0.9018	3.6263	$-2.9055 \leq \mu \leq +1.1019$
	6 W	14	-1.2265	3.4010	$-3.1897 \leq \mu \leq +0.7367$
	3 M	10	-2.2459	4.5184	$-5.4750 \leq \mu \leq +0.9832$
	6 M	16	-1.1135	5.1931	$-3.8789 \leq \mu \leq +1.6519$
	12 M	14	-1.8167	5.2258	$-4.8334 \leq \mu \leq +1.2000$
	24 M	12	-1.8095	5.6498	$-5.3977 \leq \mu \leq +1.7787$
$a\bar{I}_1$ Z	3 W	15	0.4237	1.1872	$-0.2322 \leq \mu \leq +1.0796$
	6 W	14	0.6211	1.1513	$-0.0435 \leq \mu \leq +1.2857$
	3 M	10	1.4408	1.9506	$+0.0468 \leq \mu \leq +2.8348$
	6 M	16	0.2756	2.2012	$-0.8965 \leq \mu \leq +1.4477$
	12 M	14	0.5174	1.7617	$-0.4995 \leq \mu \leq +1.5343$
	24 M	12	0.2669	2.1149	$-1.0762 \leq \mu \leq +1.6100$
$a\bar{I}_2$ X	3 W	15	-0.6545	2.8287	$-2.2176 \leq \mu \leq +0.9086$
	6 W	14	-0.2255	2.6111	$-1.7327 \leq \mu \leq +1.2817$
	3 M	10	-0.4439	3.3073	$-2.8076 \leq \mu \leq +1.9198$
	6 M	16	-0.3601	4.4581	$-2.7340 \leq \mu \leq +2.0138$
	12 M	13	0.9247	4.6457	$-1.8842 \leq \mu \leq +3.7336$
	24 M	11	-0.1100	4.5481	$-3.1680 \leq \mu \leq +2.9480$
$a\bar{I}_2$ Y	3 W	15	0.2114	2.7169	$-1.2898 \leq \mu \leq +1.7126$
	6 W	14	-0.6029	3.0043	$-2.3372 \leq \mu \leq +1.1314$
	3 M	10	-1.3374	4.8474	$-4.8018 \leq \mu \leq +2.1270$
	6 M	16	-0.7229	4.5690	$-3.1560 \leq \mu \leq +1.7102$
	12 M	13	-1.3313	4.8589	$-4.2691 \leq \mu \leq +1.6065$
	24 M	11	-1.2457	5.6021	$-5.0124 \leq \mu \leq +2.5210$
$a\bar{I}_2$ Z	3 W	15	0.7345	1.9046	$-0.3180 \leq \mu \leq +1.7870$
	6 W	14	1.1591	1.7382	$+0.1558 \leq \mu \leq +2.1624$
	3 M	10	1.9177	1.9116	$+0.5515 \leq \mu \leq +3.2839$
	6 M	16	1.0749	2.2510	$-0.1520 \leq \mu \leq +2.3018$
	12 M	13	0.0279	2.9418	$-1.7508 \leq \mu \leq +1.8066$
	24 M	11	0.3809	2.7349	$-1.4580 \leq \mu \leq +2.2198$
$c\bar{I}_1$ X	3 W	15	-0.3033	4.0881	$-2.5621 \leq \mu \leq +1.9555$
	6 W	14	-1.6455	4.0943	$-4.0090 \leq \mu \leq +0.7180$
	3 M	10	2.9195	5.0784	$-0.7098 \leq \mu \leq +6.5488$
	6 M	16	1.1248	6.5933	$-2.3861 \leq \mu \leq +4.6357$
	12 M	14	6.2213	6.9569	$+2.2052 \leq \mu \leq +10.2374$
	24 M	12	7.3163	7.8944	$+2.3032 \leq \mu \leq +12.3304$
$c\bar{I}_1$ Y	3 W	15	-0.0469	2.9510	$-1.6774 \leq \mu \leq +1.5836$
	6 W	14	-0.8290	3.3710	$-2.7749 \leq \mu \leq +1.1169$
	3 M	10	-2.0099	4.7167	$-5.3807 \leq \mu \leq +1.3609$
	6 M	16	-0.3147	5.3400	$-3.1583 \leq \mu \leq +2.5289$
	12 M	14	-0.8521	6.1902	$-4.4256 \leq \mu \leq +2.7214$
	24 M	12	-1.2516	5.9686	$-5.0422 \leq \mu \leq +2.5390$

	Groups	Numbers	Means (%)	Standard deviation (%)	Confidence intervals (%)
$c\bar{I}_1$ Z	3 W	15	0.4992	1.2333	$-0.1822 \leq \mu \leq +1.1806$
	6 W	14	0.5014	1.0868	$-0.1261 \leq \mu \leq +1.1289$
	3 M	10	1.2530	1.2164	$+0.3836 \leq \mu \leq +2.1224$
	6 M	16	0.7817	1.5198	$-0.0277 \leq \mu \leq +1.5911$
	12 M	14	0.1997	0.4907	$-0.0835 \leq \mu \leq +0.4829$
	24 M	12	0.5470	1.6224	$-0.4833 \leq \mu \leq +1.5773$
$c\bar{I}_2$ X	3 W	15	-0.4743	1.4700	$-1.2866 \leq \mu \leq +0.3380$
	6 W	14	-0.4959	1.4980	$-1.3608 \leq \mu \leq +0.3690$
	3 M	10	0.9304	2.9401	$-1.1707 \leq \mu \leq +3.0315$
	6 M	16	-0.1473	2.7749	$-1.6249 \leq \mu \leq +1.3303$
	12 M	13	0.9130	2.4460	$-0.5659 \leq \mu \leq +2.3919$
	24 M	11	0.2946	3.9280	$-2.3464 \leq \mu \leq +2.9356$
$c\bar{I}_2$ Y	3 W	15	-0.2877	2.7940	$-1.8315 \leq \mu \leq +1.2561$
	6 W	14	-0.7485	3.5964	$-2.8247 \leq \mu \leq +1.3277$
	3 M	10	-2.0218	4.7283	$-5.4010 \leq \mu \leq +1.3574$
	6 M	16	-1.0607	4.8810	$-3.6599 \leq \mu \leq +1.5385$
	12 M	13	-1.1017	5.1730	$-4.2293 \leq \mu \leq +2.0259$
	24 M	11	-1.5366	5.7123	$-5.3773 \leq \mu \leq +2.3041$
$c\bar{I}_2$ Z	3 W	15	0.5900	1.1109	$-0.0238 \leq \mu \leq +1.2038$
	6 W	14	0.3745	1.1567	$-0.2932 \leq \mu \leq +1.0422$
	3 M	10	1.2764	0.8765	$+0.6499 \leq \mu \leq +1.9029$
	6 M	16	1.2659	1.4297	$+0.4868 \leq \mu \leq +2.0450$
	12 M	13	0.7762	1.3999	$-0.0703 \leq \mu \leq +1.6227$
	24 M	11	0.4479	3.3167	$-1.7821 \leq \mu \leq +2.6779$

$a\bar{I}_1$, $c\bar{I}_1$ ともに6カ月までは有意な差は認められなかったが、12カ月と24カ月で近心方向へ移動していることが認められた。 $a\bar{I}_2$, $c\bar{I}_2$ では24カ月まで変化が認められなかった。垂直方向への位置的变化(Y座標)では $a\bar{I}_1$, $c\bar{I}_1$, $a\bar{I}_2$, $c\bar{I}_2$ の4項目とも24カ月まで変化が認められなかった。唇舌方向への位置的变化(Z座標)では $a\bar{I}_1$, $c\bar{I}_1$ ともに3カ月で唇側への移動が認められているが6カ月以後は有意差は認められていない。また $a\bar{I}_2$ では6週と3カ月で、 $c\bar{I}_2$ は3カ月と6カ月で唇側への移動が認められたが他の時期では変化が認められなかった。また、第1切歯については $a\bar{I}_1$, $c\bar{I}_1$ ともに12カ月と24カ月で近心への移動が認められたが、歯冠部と歯頸部の変化が互に関連性があるか否かを検討するために相関係数を求めた(表9)その結果 $a\bar{I}_1$ と $c\bar{I}_1$ は12カ月と24カ月で高い正の相関が認められた。

2) 経時的傾向

グラフ(図9), および経時的推移の表(表10)は比較的变化が著明に現われた近遠心方向への位置的变化だけにした。近遠心方向への移動は表10と図9から検討すると、 $a\bar{I}_1$ では、3週と6週の間、6カ月と12カ月の間、12カ月と24カ月の間で増加を示しているがいずれ

表 9 隣在歯の位置的变化における計測項目間の相関関係

	Groups	r	t (d.f.)
$a\bar{I}_1X - c\bar{I}_1X$	12 M	+ 0.8455	5.485 (12)***
	24 M	+ 0.8947	6.334 (10)***

も有意なものでなかった。 $c\bar{I}_2$ では、6週と3カ月の間と6カ月と12カ月の間で増加を示しており、これらの期間では有意な差が認められた。 $c\bar{I}_2$, $a\bar{I}_2$ はグラフからもわかるように、24カ月までほぼ水平に経過し、変化の量も1%の増減を示す程度で有意差は認められなかった。垂直方向の位置的变化では4項目とも24カ月まで0~2%の減少を示しているが、各々の時期の間に有意差は認められなかった。唇舌方向への位置的变化では、4項目ともに3カ月まで増加を示し、3カ月以後12カ月までは逆に減少を示し、12カ月以後は変化が認められなかった。すなわち、第1、第2切歯ともに3カ月までは唇側へ、3カ月以後12カ月までは舌側へ移動をしているが、これらについても、各々の時期の間に有意な差は認められなかった。

3) 性差について

図 9 経時的にみた隣在歯の近遠心方向への位置的变化

表 10 隣在歯の位置的变化の経時的推移に関する検討

		Means (%)	Confidence Intervals (%)
aI_1X	0 ~ 3 W	0.3748	$-4.6078 \leq \mu \leq +5.3574$
	3 W ~ 6 W	3.6548	$-2.5646 \leq \mu \leq +9.8742$
	6 W ~ 3 M	0.1146	$-4.6874 \leq \mu \leq +4.9166$
	3 M ~ 6 M	-1.4669	$-7.5273 \leq \mu \leq +4.5935$
	6 M ~ 12 M	3.3325	$-1.6584 \leq \mu \leq +8.3234$
	12 M ~ 24 M	8.0306	$-9.5005 \leq \mu \leq +25.5617$
cI_1X	0 ~ 3 W	-0.3033	$-2.5621 \leq \mu \leq +1.9555$
	3 W ~ 6 W	-1.0197	$-3.4264 \leq \mu \leq +1.3870$
	6 W ~ 3 M	3.7116	$+0.2665 \leq \mu \leq +7.1567$
	3 M ~ 6 M	-2.3410	$-7.0517 \leq \mu \leq +2.3697$
	6 M ~ 12 M	4.2737	$+0.6678 \leq \mu \leq +7.8796$
	12 M ~ 24 M	0.2766	$-7.4216 \leq \mu \leq +7.9748$

各時期についてオスとメスの間の変化の量を求め検討した (表 11, 図 10)。

近遠心方向の位置的变化では、オスの方は aI_1 , cI_1 ともに 6 カ月まで比較的变化が少なく、6 カ月以後 24 カ月まで近心方向への移動が著明である。しかし、Control 群との間では各時期とも有意差は否定された。メスではオスより早い時期に近心方向への移動がみられ、6 週と 3 カ月の間と 6 カ月と 12 カ月の間に平均値が大きく増加するが有意差は認められなかった。ここでも Control 群との間を検討すると、3 カ月、12 カ月、24 カ月で有意差が認められた。オスとメスの間で比較すると aI_1 の 3 カ月に著明な差が aI_1 の 6 カ月、 cI_1 の 3 カ月と 6 カ

表 11 隣在歯の位置的变化におけるオスとメスの比較

Measure-ments	Gro- ups	Sex	Means (%)	Standard deviations (%)	Comparison between Male and Female t (d.f.)
$aI_1 X$	3 W	♂ ♀	- 4.2751 5.6891	7.9939 7.3078	2.333 (13)**
	6 W	♂ ♀	0.9074 7.1897	8.4310 9.3372	1.220 (12)
	3 M	♂ ♀	- 0.9568 10.2914	8.8544 10.8071	1.611 (8)
	6 M	♂ ♀	- 3.1626 6.6971	8.2072 11.0763	1.891 (14)*
	12 M	♂ ♀	2.9979 10.0620	11.8069 7.0301	1.260 (12)
	24 M	♂ ♀	8.5481 21.2662	26.8800 21.3312	0.834 (10)
$cI_1 X$	3 W	♂ ♀	- 1.0066 0.5005	4.9862 2.9287	0.652 (13)
	6 W	♂ ♀	- 2.2050 - 0.8994	4.6138 3.5517	0.534 (12)
	3 M	♂ ♀	- 0.0444 5.8833	4.6743 3.7705	1.974 (8)
	6 M	♂ ♀	- 1.8600 4.1097	6.2248 5.8345	1.852 (14)*
	12 M	♂ ♀	4.1850 8.2576	8.3640 5.0233	1.022 (12)
	24 M	♂ ♀	7.0922 7.4773	10.6692 6.1883	0.072 (10)

図 10 経時的にみたオスとメスにおける隣在歯の位置的变化

月にやや著明な差が現われている。これらはすべてメスの方が変化の量大きいことがわかった。以上から、メスの方が早い時期に移動が始まり、12カ月以後になるとオスの方も近心方向への移動が起こり、24カ月では、やはりメスの方が変化量は大きいと有意差は認められなかった。

次に唇舌方向への位置的变化では、オスについては $a1_1$, $c1_1$ は24カ月までほとんど変化が認められず、 $a2_2$, $c2_2$ は3カ月までわずかに唇側への移動がみられ、3カ月以後は変化が認められなかった。Control群との間を検討すると、すべての時期で有意差は否定された。メスでは4項目とも3カ月まで唇側へ移動し、3カ月から12カ月までは逆に舌側方向へ戻る動きを示し、12カ月以後は変化が認められなかった。Control群との比較では、唇側方向への移動のみられる3カ月とその前後の時期で有意差が認められた。オスとメスの間の関係を見ると、 $a1_1$, $c1_1$ では3週と6週で、 $a2_2$ では6週と3カ月、 $c2_2$ では6週で性差が有意に認められた。これらの変化はすべての時期でメスの方が大きかった。12カ月以後ではオスとメスの間に差は認められなかった。全体として認められた唇側方向への位置的变化は、メスの変化が及ぼす影響が大きいことがわかった。

3. 対合歯の位置的变化について

1) 抜歯前との比較

Control群における唇舌および上下的な位置の左右の対称性があることを先に述べたが、もし上顎右側の切歯および犬歯を抜去した後、対合歯である下顎右側の切歯が位置的变化を起こせば当然 $\{(R-L)/(R+L)\} \times 100$ 値が変わってくるはずである。そこで各群の $\{(R-L)/(R+L)\} \times 100$ 値の平均値を求め、Control群の平均値との差を検討した^{*)} (表12)。

まずControl群との比較では近遠心方向の位置的变化(X座標)では、 $\bar{I}_1$, $\bar{I}_2$, $\bar{I}_3$ すべての計測項目で有意差は表われなかった。次に垂直方向への位置的变化(Y座標)では $a2_2$, $c2_2$ の2項目でControl群との間に有意な差が認められた。これは下顎第2切歯の歯冠部も歯周組織も上方へ挺出していることを示している。注目されることは $c2_2$ において、早くも3週で位置的变化が有意な差をもつて認められたことである。次に唇舌方向の位置的变化では $c1_1$ の12カ月、 $a1_2$ の6カ月で有意差が認められた。すなわち、第1切歯は歯冠部が12カ月で唇側へ移動し、また第2切歯の歯頸部は舌側へ移動していることを示している。他の部位については有意な差が認められなかった。

2) 経時的傾向

表 12 対合歯の位置的変化に関する各群の $\frac{R-L}{R+L} \times 100$ 値の平均値, 標準偏差

ならびに Control 群との比較

Measure- ments	Groups	Means (%)	Standard deviation (%)	Comparison with control group t (d.f.)	Measure- ments	Groups	Means (%)	Standard deviation (%)	Comparison with control group t (d.f.)
$\overline{aI_1}X$	Control	15.2972	45.9779		$\overline{aI_2}X$	Control	4.0375	6.9457	
	3 W	3.1649	53.8850	0.654 (29)		3 W	2.3844	5.5434	0.712 (31)
	6 W	-1.3938	41.7671	0.973 (28)		6 W	2.3828	5.6646	0.690 (30)
	3 M	-0.7113	45.7840	0.816 (25)		3 M	3.0366	6.6265	0.362 (27)
	6 M	1.2534	53.4318	0.757 (29)		6 M	1.3959	7.9382	0.985 (31)
	12 M	1.8029	44.6472	0.752 (27)		12 M	1.0221	5.9716	1.201 (29)
	24 M	20.8653	70.7922	0.236 (25)		24 M	2.6797	5.6027	0.515 (27)
$\overline{aI_1}Y$	Control	0.2253	1.5411		$\overline{aI_2}Y$	Control	0.4561	1.7731	
	3 W	0.3013	1.6134	0.129 (29)		3 W	1.1553	2.3736	0.939 (31)
	6 W	0.0424	2.2446	0.374 (28)		6 W	0.5970	2.2018	0.194 (30)
	3 M	0.2696	0.9469	0.076 (25)		3 M	1.0899	2.9536	0.695 (27)
	6 M	0.3860	1.4579	0.283 (29)		6 M	1.6234	2.2740	1.605 (31)
	12 M	0.1865	1.5167	0.064 (27)		12 M	1.1922	2.3850	0.950 (29)
	24 M	1.0903	1.6426	1.294 (25)		24 M	2.2444	3.8911	1.637 (27)
$\overline{aI_1}Z$	Control	-1.4062	3.6961		$\overline{aI_2}Z$	Control	1.2254	12.3344	
	3 W	-1.0570	3.8517	0.247 (29)		3 W	3.7007	9.5995	0.605 (31)
	6 W	0.1568	2.6331	1.223 (28)		6 W	4.2172	9.4933	0.714 (30)
	3 M	-0.1468	3.2578	0.835 (25)		3 M	4.9746	9.3166	0.814 (27)
	6 M	0.2672	2.5172	1.367 (29)		6 M	1.2789	10.6544	1.430 (31)
	12 M	0.3383	2.6125	1.322 (27)		12 M	4.4586	11.6372	1.122 (29)
	24 M	-1.2301	5.5615	0.094 (25)		24 M	6.3905	11.5062	0.663 (27)
$\overline{aI_2}X$	Control	7.0569	11.4398		$\overline{cI_1}X$	Control	14.7151	34.9792	
	3 W	5.0069	12.9192	0.467 (31)		3 W	9.5476	35.5508	0.390 (29)
	6 W	1.4580	11.4827	1.314 (30)		6 W	7.5804	31.1818	0.553 (28)
	3 M	5.3600	14.8933	0.329 (27)		3 M	11.7375	32.1634	0.206 (25)
	6 M	0.7248	14.4843	1.360 (31)		6 M	10.8219	34.4051	0.291 (29)
	12 M	3.0643	12.6833	0.878 (29)		12 M	9.7479	26.7743	0.391 (27)
	24 M	7.9116	13.2833	0.169 (26)		24 M	34.1396	44.6241	1.099 (23)
$\overline{aI_2}Y$	Control	0.6537	1.5853		$\overline{cI_1}Y$	Control	0.4034	1.4393	
	3 W	1.2295	1.8373	0.934 (31)		3 W	0.8869	1.5315	0.869 (29)
	6 W	0.9618	1.4448	0.542 (30)		6 W	0.1432	1.8618	0.416 (28)
	3 M	1.4659	1.4775	1.295 (27)		3 M	0.6102	1.7186	0.317 (25)
	6 M	1.4816	1.4148	1.504 (31)		6 M	0.8845	1.7532	0.810 (29)
	12 M	1.9158	2.1445	1.817 (29)*		12 M	1.0980	1.5406	1.184 (27)
	24 M	3.5355	3.9895	2.628 (26)**		24 M	1.7527	3.1011	1.420 (23)
$\overline{aI_2}Z$	Control	-1.5175	5.7316		$\overline{cI_1}Z$	Control	-0.6980	1.6436	
	3 W	-2.3521	5.3899	0.411 (31)		3 W	-0.6140	1.8344	0.129 (29)
	6 W	-2.3302	3.7894	0.434 (30)		6 W	-0.6108	1.9198	0.129 (28)
	3 M	-3.3920	3.2278	0.924 (27)		3 M	-0.4931	1.2223	0.319 (25)
	6 M	-4.7810	3.7858	1.796 (31)*		6 M	-0.6653	1.6231	0.053 (29)
	12 M	-3.6629	4.8020	1.044 (29)		12 M	0.6458	1.6857	2.041 (27)*
	24 M	-3.5134	3.6028	0.924 (26)		24 M	-0.7672	2.3521	0.080 (23)

$\overline{I_1}$, $\overline{I_2}$, $\overline{I_3}$ の経時的推移について, 変化の状態をグラフに表わすと図 11 のとおりである. まず, 近遠心方向の位置的変化については, 計測値のばらつきが大きかつ

たが検討した結果, 一連の傾向とか有意な差が認められなかった. 垂直方向の位置的变化では, Control 群との間に有意な差の認められた $\overline{cI_2}$, $\overline{aI_2}$ の 2 項目について

Measure-ments	Groups	Means (%)	Standard deviation (%)	Comparison with control group t (d.f.)	Measure-ments	Groups	Means (%)	Standard deviation (%)	Comparison with control group t (d.f.)
$\bar{cI}_2X$	Control	5.4379	8.4323		$\bar{cI}_3X$	Control	2.4378	5.3169	
	3 W	2.7187	9.9298	0.731 (31)		3 W	1.4927	4.4673	1.245 (31)
	6 W	2.1877	8.1582	1.051 (30)		6 W	1.1475	3.9669	0.721 (30)
	3 M	5.2889	10.6691	0.039 (27)		3 M	1.1901	6.1921	0.547 (27)
	6 M	2.6155	10.0082	0.850 (31)		6 M	1.5006	6.2324	0.451 (31)
	12 M	3.7269	8.5544	0.529 (29)		12 M	1.0577	5.3271	0.539 (29)
	24 M	7.8233	9.3109	0.677 (26)		24 M	2.2414	5.2961	0.091 (27)
$\bar{cI}_2Y$	Control	0.8935	2.2725		$\bar{cI}_3Y$	Control	1.4720	2.9907	
	3 W	2.5061	2.2294	1.969 (31)*		3 W	1.3308	2.7211	0.135 (31)
	6 W	1.7076	1.8181	1.043 (30)		6 W	1.7048	3.3034	0.201 (30)
	3 M	3.3650	2.2363	2.701 (27)**		3 M	1.0325	2.9492	0.365 (27)
	6 M	2.9325	2.0873	3.202(31)***		6 M	2.2239	2.7517	0.716 (31)
	12 M	3.7630	2.2129	3.346(29)***		12 M	1.5248	3.4981	0.043 (29)
	24 M	3.9497	3.4072	2.706 (26)**		24 M	2.4929	4.3874	0.713 (27)
$\bar{cI}_2Z$	Control	-0.9997	2.6566		$\bar{cI}_3Z$	Control	-1.6026	7.0710	
	3 W	-0.7932	3.4434	0.188 (31)		3 W	-1.7749	5.4587	0.074 (31)
	6 W	-0.9810	2.5308	0.019 (30)		6 W	0.4550	4.9689	0.907 (30)
	3 M	-1.8570	2.2555	0.838 (27)		3 M	-1.5667	6.1205	0.013 (27)
	6 M	-2.3916	2.1840	1.552 (31)		6 M	-0.0167	5.8851	0.662 (31)
	12 M	-1.4396	2.4149	0.470 (29)		12 M	1.6301	5.1771	1.324 (29)
	24 M	-1.5749	2.6238	0.470 (29)		24 M	2.7112	7.3522	1.486 (27)

図 11 経時的にみた対合歯の垂直方向への位置的变化

表 13 対合歯の位置的变化の経時的推移に関する検討

	$\overline{aI_1}Y$		$\overline{aI_2}Y$		$\overline{aI_3}Y$	
	Means	t (d.f.)	Means	t (d.f.)	Means	t (d.f.)
Control	0.2253	0.129 (29)	0.6537	0.934 (31)	0.4561	0.939 (31)
3 W	0.3013		1.2295		1.1533	
6 W	-0.0424	0.424 (23)	0.9618	0.403 (25)	0.5970	0.608 (25)
3 M	0.2696	0.373 (18)		0.785 (21)		0.438 (21)
6 M	0.3860	0.201 (20)	1.4659	0.025 (22)	1.0899	0.478 (22)
12 M	0.1865	0.314 (22)	1.4816	0.593 (24)	1.6234	0.453 (24)
24 M	1.0903	1.212 (18)	1.9158	1.137 (19)	1.1922	0.742 (19)
			3.5355		2.2444	
	$\overline{cI_1}Y$		$\overline{cI_2}Y$		$\overline{cI_3}Y$	
	Means	t (d.f.)	Means	t (d.f.)	Means	t (d.f.)
Control	0.4034	0.869 (29)	0.8935	1.969 (31)*	1.4720	0.135 (31)
3 W	0.8869		2.5061		1.3308	
6 W	0.1432	1.049 (23)	1.7076	0.977 (25)	1.7048	0.310 (25)
3 M	0.6102	0.559 (19)	3.3650	1.873 (21)*	1.0325	0.484 (21)
6 M	0.8845	0.347 (20)		0.465 (22)		0.972 (22)
12 M	1.0980	0.301 (22)	2.9325	0.945 (24)	2.2239	0.548 (24)
24 M	1.7527	0.560 (16)	3.7630	0.144 (19)	1.5248	0.549 (20)
			3.9497		2.4929	

経時的推移を検討した(表13)。この結果、 $\overline{cI_2}$ ではControl群と3週の間と6週と3カ月の間に有意差が認められ、上方への挺出が早い時期に起こることがわかった。他の項目ではすべて有意差は否定された。しかし、グラフからもわかるように、 $\overline{I_1}$ 、 $\overline{I_2}$ 、 $\overline{I_3}$ とどの計測項目も上方への移動を示す傾向があるため、0から24カ月の区間における回帰直線を求め、それによつて $\{(R-L)/(R+L)\} \times 100$ 値の推移を調べた^{*)}。その結果は表14のとおりである。6項目すべての回帰係数は正数となり、回帰直線は右上りとなつてゐる。すなわち、0~24カ月の区間における $\{(R-L)/(R+L)\} \times 100$ 値は時間の経過と共に増加していることを示している。そこで、さらにこの経過の有意性を求めるために、回帰係数についての信頼区間を求めた結果^{*)}(表14)、6項目すべてにおいて、回帰係数の信頼区間は0をはさんでないことがわかった。すなわち、0から24カ月の区間では、 $\{(R-L)/(R+L)\} \times 100$ 値は増加している傾向にあるといえる。これは下顎切歯部の歯冠部も歯周組織も上方へ挺出していることを示している。次に唇舌方向への位置的变化では、Control群との間に有意差のみられた部位についてのみ経時的推移を検討したが、すべての部位で有意差は

表 14 回帰直線による検討

Measurements	Regression line	Confidence intervals
$\overline{aI_1}Y$	$Y = 0.0334X + 0.1197$	$+0.0132 \leq \beta \leq +0.0536$
$\overline{aI_2}Y$	$Y = 0.1060X + 0.8908$	$+0.0840 \leq \beta \leq +0.1280$
$\overline{aI_3}Y$	$Y = 0.0591X + 0.7951$	$+0.0256 \leq \beta \leq +0.0926$
$\overline{cI_1}Y$	$Y = 0.0477X + 0.5036$	$+0.0230 \leq \beta \leq +0.0724$
$\overline{cI_2}Y$	$Y = 0.0959X + 2.0838$	$+0.0184 \leq \beta \leq +0.1734$
$\overline{cI_3}Y$	$Y = 0.0414X + 1.4036$	$+0.0036 \leq \beta \leq +0.0792$
$\overline{aI_1}Z$	$Y = -0.0091X - 0.3783$	$-0.0879 \leq \beta \leq +0.0697$
$\overline{aI_2}Z$	$Y = -0.0600X - 2.6734$	$-0.1589 \leq \beta \leq +0.0389$
$\overline{aI_3}Z$	$Y = 0.0751X + 4.0996$	$-0.1167 \leq \beta \leq +0.2669$
$\overline{cI_1}Z$	$Y = 0.0071X - 0.5054$	$-0.0436 \leq \beta \leq +0.0578$
$\overline{cI_2}Z$	$Y = -0.0207X - 1.2960$	$-0.0765 \leq \beta \leq +0.0351$
$\overline{cI_3}Z$	$Y = 0.1789X - 1.2311$	$+0.0938 \leq \beta \leq +0.2640$

否定された(グラフ、表は省略)。この項目についても回帰直線を求めて検討した結果(表14)、 $\overline{aI_3}$ 、 $\overline{cI_1}$ 、 $\overline{cI_3}$ が正の回帰係数を示し、 $\overline{aI_1}$ 、 $\overline{aI_2}$ 、 $\overline{cI_2}$ が負の回帰係数を示した。これらについても信頼区間を求めた結果、 $\overline{cI_3}$ だけ、わずかに増加傾向を示したが他の部位では変化が認められなかつた。

以上から、各々の部位について、まとめてみると、第

表 15 対合歯の位置的变化におけるオスとメスの比較

Measure-ments	Groups	Sex	Means (%)	Standard deviation (%)	Comparison between male and female t (d.f.)	Measure-ments	Groups	Sex	Means (%)	Standard deviation (%)	Comparison between male and female t (d.f.)
$a\bar{I}_1Y$	3 W	♂ ♀	-0.4777 1.1810	1.3043 1.6048	1.890 (11)*	$c\bar{I}_1Y$	3 W	♂ ♀	0.4842 1.3567	1.5469 1.5054	0.944 (11)
	6 W	♂ ♀	-0.3081 0.3297	2.0048 2.7440	0.425 (10)		6 W	♂ ♀	-0.4951 -0.3493	1.3632 2.4950	0.119 (10)
	3 M	♂ ♀	0.5756 -0.1129	1.1554 0.5098	0.978 (7)		3 M	♂ ♀	1.0833 0.0188	1.3693 2.1301	0.800 (7)
	6 M	♂ ♀	0.0218 0.8108	1.8097 0.8770	0.896 (11)		6 M	♂ ♀	1.0503 0.6912	1.6513 2.0053	0.326 (11)
	12 M	♂ ♀	0.3403 0.0021	1.1976 1.9698	0.317 (9)		12 M	♂ ♀	1.1769 1.0034	1.3367 1.9183	0.159 (9)
	24 M	♂ ♀	2.0184 0.3478	0.9545 1.7783	1.494 (7)		24 M	♂ ♀	2.3907 1.2743	0.8821 4.2429	0.379 (5)
$a\bar{I}_2Y$	3 W	♂ ♀	0.6781 1.7810	2.0762 1.5145	1.051 (12)	$c\bar{I}_2Y$	3 W	♂ ♀	1.8491 3.1631	1.9629 2.4309	1.051 (12)
	6 W	♂ ♀	0.6923 1.2763	1.6905 1.1649	0.656 (11)		6 W	♂ ♀	1.1224 2.3905	1.3611 2.1613	0.656 (11)
	3 M	♂ ♀	0.7491 2.1827	0.7257 1.7609	1.505 (8)		3 M	♂ ♀	2.6513 4.0787	1.3907 2.8363	1.505 (8)
	6 M	♂ ♀	1.3109 1.6524	1.4482 1.4736	0.405 (12)		6 M	♂ ♀	2.7546 3.1104	1.3363 2.7532	0.405 (12)
	12 M	♂ ♀	1.7775 2.0542	1.2329 2.9243	0.195 (10)		12 M	♂ ♀	3.8884 3.6375	0.7752 3.1834	0.195 (10)
	24 M	♂ ♀	3.0546 3.7760	2.0097 4.8623	0.218 (7)		24 M	♂ ♀	5.1125 3.3744	2.8567 3.7542	0.218 (7)
$a\bar{I}_3Y$	3 W	♂ ♀	0.4666 1.8440	2.3429 2.3689	1.013 (12)	$c\bar{I}_3Y$	3 W	♂ ♀	0.8029 1.8587	3.2019 2.2673	0.659 (12)
	6 W	♂ ♀	-0.2522 1.5878	2.1475 1.9783	1.469 (11)		6 W	♂ ♀	0.8317 2.7236	3.2895 3.3003	0.950 (11)
	3 M	♂ ♀	-0.0424 2.2222	1.7789 3.6412	1.118 (8)		3 M	♂ ♀	-0.1567 2.2216	2.6592 2.9939	1.188 (8)
	6 M	♂ ♀	1.2948 1.9519	2.0764 2.5770	0.486 (12)		6 M	♂ ♀	2.0128 2.4350	3.4959 2.0201	0.256 (12)
	12 M	♂ ♀	0.3305 2.0540	1.3703 2.9757	1.177 (10)		12 M	♂ ♀	1.3778 1.6717	2.4122 4.5881	0.127 (10)
	24 M	♂ ♀	2.3434 2.1784	1.5376 5.0814	0.063 (8)		24 M	♂ ♀	2.7283 2.3361	4.2232 4.8860	0.117 (8)

1 切歯では歯冠部も歯頸部も上方への挺出がみられた。第 2 切歯では歯冠部も歯頸部も上方への挺出がみられ、切歯中で特に著明な変化を示した。第 3 切歯は歯冠部、歯頸部ともに上方へ挺出を示したが、歯冠部ではわずかに唇側方向への移動がみられた。全体として、垂直方向への移動はかなり著明に現われたが、近遠心方向、唇舌方向への移動は、ほとんど認められなかったといつてさしつかえないだろう。

3) 性差について

近遠心方向、垂直方向、唇舌方向のうち、比較的著明な位置的变化を示した垂直方向のみについて、オスとメスとで各群の $\{(R-L)/(R+L)\} \times 100$ 値を求め検討した。(表 15, 図 12), $a\bar{I}_1$, $c\bar{I}_1$ ではメスは 24 カ月までほとんど変化が認められなかったが、オスではゆるやかな増加傾向がみられ、12 カ月、24 カ月ではオスの方が変化が大きくなっている。しかしオスとメスの間で有意差が認められたのは $a\bar{I}_1$ の 3 週だけで他の期間ではすべて否定された。 $c\bar{I}_2$ では 6 カ月までメスの方が変化が大きい

図 12 経時的にみたオスとメスにおける対合歯の位置的变化

が12カ月からは逆にオスの方が変化が大きくなっている。メスの方は3カ月まで増加し24カ月まで一定であるが、オスでは24カ月まで一定の増加を示している。 $a\bar{I}_2$ はオス、メスとも24カ月まで一定の増加を示しているといえる。 $a\bar{I}_3$ 、 $c\bar{I}_3$ ともにメスでは24カ月を通して変化がほとんど認められなかったが、オスではわずかに増加している。以上のことから垂直方向への位置的变化はオスの方が増加傾向が著明であるが、オスとメスの間の差は有意でなかった。

4) 計測項目間の関連性について

i) 対合歯における歯冠部(c点)と歯頸部(a点)の関連性について。

上顎切歯を抜去した後、対合歯である下顎切歯が垂直方向へ位置的变化を起こすことは前に述べたが、対合歯の歯冠部(c点)と歯肉縁上にある歯頸部(a点)が同様な変化を示すか、すなわち歯牙が上方へ挺出すれば歯周組織も上方へ挺出するか、あるいは全くa点とc点は別個の変化を示すかを比較検討するために、 $\bar{I}_1$ 、 $\bar{I}_2$ 、 $\bar{I}_3$ 部について相関係数を求め検討した(表16)。

その結果、 $\bar{I}_1$ では6群のうち5群に、 $\bar{I}_2$ では4群に、 $\bar{I}_3$ では6群全部に正の相関が認められた。歯冠部と歯頸部の変化は、垂直方向の位置的变化では関連性があるものと推測され、歯の挺出とともに歯周組織も上方へ延長すると考えられる。

表 16 対合歯の位置的变化における計測項目間の相関関係

Measurements	Groups	r	t (d.f.)
$a\bar{I}_1Y - c\bar{I}_1Y$	3 W	+0.7017	3.267 (11)***
	6 W	+0.8316	4.492 (9)***
	3 M	+0.8199	3.789 (7)***
	6 M	+0.9331	8.606 (11)***
	12 M	+0.5836	2.156 (9)*
	24 M	+0.6171	1.763 (5)
$a\bar{I}_2Y - c\bar{I}_2Y$	3 W	+0.5933	2.445 (11)**
	6 W	+0.6216	2.381 (9)**
	3 M	+0.7018	2.606 (7)**
	6 M	+0.2818	0.974 (11)
	12 M	+0.5001	1.733 (9)
	24 M	+0.6726	2.405 (7)*
$a\bar{I}_3Y - c\bar{I}_3Y$	3 W	+0.6113	2.562 (11)**
	6 W	+0.9050	6.382 (9)***
	3 M	+0.9365	7.065 (7)***
	6 M	+0.7117	3.360 (11)***
	12 M	+0.8274	4.420 (9)***
	24 M	+0.8819	5.290 (8)***

ii) 顎堤の吸収と対合歯の位置的变化における関連性について。

歯牙を抜去すると顎堤の形態変化が起こり、抜歯した部位の対合歯は位置的变化を起こすことはわかったが、顎堤の吸収量と対合歯の位置的变化の量に関連性がある

表 17 対合関係にある下顎切歯と上顎顎堤の形態変化に関する計測項目間における相関関係

Measurements	Groups	r	t (d.f.)
$I_1A-c\bar{I}_1Y$	3 W	+0.0533	0.177 (11)
	6 W	-0.3445	1.101 (9)
	3 M	-0.3337	0.937 (7)
	6 M	-0.1712	0.576 (11)
	12 M	+0.3018	0.950 (9)
	24 M	-0.3225	0.901 (7)
$I_2A-c\bar{I}_2Y$	3 W	-0.1449	0.486 (11)
	6 W	-0.2232	0.687 (9)
	3 M	+0.0267	0.071 (7)
	6 M	-0.0367	0.116 (10)
	12 M	-0.2454	0.759 (9)
	24 M	-0.3084	0.794 (9)
$I_3A-c\bar{I}_3Y$	3 W	+0.4334	1.595 (11)
	6 W	+0.4386	1.464 (9)
	3 M	+0.4370	1.285 (7)
	6 M	-0.0322	0.107 (11)
	12 M	-0.5425	1.937 (9)*
	24 M	-0.7503	3.003 (7)**

かどうかを検討した。 $I_1A-c\bar{I}_1Y$, $I_2A-c\bar{I}_2Y$, $I_3A-c\bar{I}_3Y$ の3項目について相関係数を出した結果(表17)有意な負の相関が認められたのは, $I_3A-c\bar{I}_3Y$ の12Mと24Mだけで他はすべて相関が認められなかった。

以上のことから、顎堤の形態変化と対合歯の位置的变化は関連性があるとはいいたいと推測される。すなわち、顎堤の吸収する量の大小によつて対合歯の上方への挺出は左右されないと考えられる。

V. 考 察

1. 方法について

本実験には国内産雑種犬を使用し、上顎右側の前歯部4本を抜去した実験群を資料とした。実験動物については、抜歯前と定められた時期に印象採得を行ない、その石膏模型を製作した。この模型を Kubuskraniophor を使用して計測し、抜歯前の状態からどの程度変化したかを比較検討した。抜歯後の顎堤の形態変化を観察するに際して、これまでに種々の方法が行なわれてきた。雨森¹²⁻¹⁴⁾らは直接、イヌの頭蓋骨の乾燥標本を製作し、抜歯後の歯槽突起の高さの変化を観察し、奥野²²⁾は同じくイヌの石膏模型を製作して、粘膜面上の変化を観察した。また、G.E. Carlsson^{15,16,36)}はヒトにおいてセファログラムから顎堤の変化を観察した。これらは方法や計

測点こそ異なるが顎堤の吸収を観察するという大要は同じであり、互に関連したものである。著者も奥野²²⁾と同じくイヌの石膏模型により、顎堤の変化を観察した。

これまで奥野²²⁾らは計測に際し、左右の対称度の差の有無を検討してきたが、本実験では次のような点を考慮した結果、あえて抜歯前の計測値と直接比較して、変化の量を百分率で表わすこととした。

(1) 抜歯部位と対照側が隣接しているため、抜歯後の変化が対照側にまで及ぶ恐れがあること。この影響が及ぶ範囲は第1切歯だけであると考えられるが、もし、抜歯後の歯槽骨の吸収が対照側にまで及ぶとすれば、左右の対称性を使つた場合には、純粋な顎堤の変化として表現することはできないと考えられる。

(2) 断面積の境界が唇側、舌側ともに軟組織上の点であり、イヌの個体においては比較的、左右対称であるとは認められない部位であること、特に口蓋ヒダは前方では左右不对称であつた。

(3) 左右の対称度を求めて計測するものより変化の程度を明確に表現できることである。

以上の理由により、本実験は上顎においては直接抜歯前からの変化を計測した。しかし下顎においては、従来の対称度の差を用いて行なつた。これは下顎の対合歯の位置的变化の計測値が極端に小さいことも理由の1つである。

また、観察時期については、これまでの研究報告から、顎堤の形態変化が比較的早期には迅速で、その後は緩慢であることが報告²²⁻²⁴⁾されており、観察期間を等間隔にとるよりは、抜歯後初期に短く、その後は長くすることが妥当と考えた。

次に石膏コアの製作にあつては、基準点として、左右の第4小臼歯と左側の犬歯の3歯を選んだ。その理由は、

- (1) 実験期間中に位置的变化を起こし難いこと。
- (2) 3点がそれぞれ離れている方が模型の位置を決定するのに狂いが少ないこと。
- (3) 軟組織上よりも硬組織上にある方が安定していること。
- (4) 平滑な面をもち、着脱が容易なことなどである。

2. 顎堤の形態変化について

抜歯後、顎堤が形態変化を示すことは、本実験の結果からも明白であり、4つの計測部位すべてにおいて、著しい断面積の減少を示した。奥野²²⁾は上顎臼歯部において同様の実験を行なつており、3週において P_2 と P_3 に変化が認められなかつたほかは、すべての部位で断面

図 13

積の減少が認められ、非常に似た結果が得られている。また、顎堤の吸収については、その吸収部位、方向あるいは後に述べる経時的推移に影響を及ぼす因子などが関心をもたれている。そこで抜歯前と抜歯後3週、24カ月の状態の1例を図13に示した。これによると抜歯後3週までは歯槽突起の頂上部からの吸収が起こっていることがわかり、顎堤は丸みを帯びてきている。また、この段階では唇側からの吸収が著明であるが歯肉頬移行部の変化はあまりみられない。抜歯後24カ月の状態では、唇側からの吸収がさらに著明となり、歯肉頬移行部にまで達しており、歯肉頬移行部が内側へ移動していることがわかる。口蓋側では、唇側ほど著明でないが、やはり

第1口蓋ヒダの最突出部の点にまで変化が現われている部位もある。唇側の変化が口蓋側の変化よりも大きいということは、歯槽頂が口蓋側へ移動すると考えてさしつかえないであろう。これまで発表されてきた研究結果^{6,17,19,20,22,23}と一致するものであり、上顎では唇(頬)側の吸収が口蓋側よりも大きいことを示している。しかし、下顎では逆に舌側の吸収の方が大きいことを認めた報告¹⁶もあり、上下顎で見られる差は、主として抜歯前の歯槽骨の解剖的形態の違いによるものと考えられる。また、全部の歯が欠損した場合、下顎顎堤弓の幅径が上顎のそれを上まわるという報告²⁰もある。

I₁, I₂, I₃ 部の吸収の形態はかなり似かよっているが、これらの3部位およびC部の間における形態変化に何らかの相関関係があるかどうかを調べた結果は表7に示した。その結果、断面積の変化は I₁ と I₂ 部、I₂ と I₃ 部に有意な正の相関が認められた。他の部位間では部分的には有意差が認められたが、抜歯後の各時期を通して検討すると有意であるとは認めがたい。有意な差の認められた部位間は2つとも互いに隣接した部位であり、形態的にも似ているが、I₁, I₂, I₃ と順次歯の長径は長くなっており、I₃ は歯根も彎曲しており、犬歯に似た形態となってくる⁴¹⁾。また、I₁, I₂, I₃ は互に近接しており、わずかに槽間中隔によつて隔てられているだけであり、抜歯創の治癒過程および歯槽骨の吸収過程も隣接した部位については互に関連性を有すると考えられる。すなわち、I₁ と I₂, I₂ と I₃ はその吸収過程において、互に関連したものであるが、I₁ と I₃ ではそれ程関連性がないと考えられる。またCは全く他の部位との関連性がなく、別個の治癒過程および歯槽骨の吸収過程をたどるものと思われる。

この点に関しても奥野²²⁾は歯列弓に空隙のみられる P₁ や P₂ は関連性が認められず、互いに近接している P₃, P₄ および M₁ 部では相関関係があることを認めている。さらに雨森¹²⁾は下顎において、P₃ と P₄ 部 M₁ と M₂ 部において歯槽骨の吸収に関しての相関を検討した結果、歯間空隙のほとんどない M₁ と M₂ 部において高い相関関係があるといっている。

以上のことから、近接した歯牙を抜去すると歯槽骨の吸収過程において、互いに似かよった治癒過程および吸収過程を示すことが明確となった。

3. 顎堤の形態変化に影響を与える因子について

1) 経過時間

顎堤の形態変化が抜歯後どのくらいの期日で終了し、安定するかをみるために、抜歯後 3 W, 6 W, 3 M, 6 M,

12 M, 24 M の各時期にどれだけの变化があるかを調べた(表5)。これによると I_1 , I_2 , I_3 C 部ともに6週までは急激に減少し, I_1 , I_2 , I_3 部では6週から6カ月までゆるやかに減少し, 6カ月以後は変化がなく, C部では6週以後24カ月まで変化がなかった。これから, 成犬では切歯部6カ月, 犬歯部で6週で顎堤の吸収が終了したと考えられる。イヌの上顎臼歯部で同様な実験を行なった奥野²²⁾は3カ月まで減少を示し, それ以後の変化は認められなかったと報告している。このように同じイヌにおいても部位によつて6週から6カ月と変化の終了する範囲は異なっている。また嘉村²⁰⁾は人の上顎において, 急激な顎堤の変化が終了する時期を, 切歯部で3カ月, 犬歯, 小臼歯部で2~3カ月, 大臼歯部で1カ月と部位によつて異なることを報告している。さらに大臼歯部の急激な変化は切歯部より初期におこり, 犬歯, 小臼歯部はこれらの中間的傾向を示したと述べており, 歯の大きさや形態の違いによつて, 急激な変化の起こる時期や, 変化が持続する期間に違いが生ずると考えられる。すなわち, 大きい歯では急激な変化が小さい歯より初期に起こり, 早い時期に変化が終了するが, 逆に小さい歯は変化の起こる時期が遅れ, 変化の終了する時期も遅れると考えられる。イヌの石膏模型による研究では, 顎堤の形態変化の終了する時期が判明したが, 他の研究報告によると, 組織学的観察で, Euler⁴²⁾, 高橋⁴³⁾はイヌにおいて, 抜歯後, 抜歯窩を新生骨が満たし, 抜歯創の治癒が終了したと思われる時期は60~80日であると報告している。また岡²⁴⁾はイヌの上顎臼歯部を抜去した後, 頭蓋骨の歯槽突起を計測した結果6カ月まで歯槽突起は変化していると述べており, 雨森¹²⁻¹⁴⁾は下顎骨の骨標本を観察した結果によると, 3カ月で歯槽突起の変化は終了したと報告している。ヒトを対象とした研究によると, 抜歯後の急激な変化の終了する時期は, R.V. Lam³⁷⁾は1カ月, 嘉村²⁰⁾は1~3カ月, K. Johnson⁷⁻⁹⁾は2.5~6カ月, 酒井¹⁹⁾は3~6カ月, G.E. Carlsson^{15, 16)}らは6カ月としており, その範囲は1~6カ月に及んでいる。ヒトとイヌでは条件が異なるし, ヒトにおいては種々の因子が入り込むため, 観察結果に差が生じるのは, 単にイヌとヒトの違いによるものとは考えられない。ヒトの抜歯創の治癒はイヌのその3倍かかるという報告⁴⁴⁾もあるが, 組織学的な治癒終了が, そのまま顎堤の形態変化の終了とはいえないだろう。

これらのヒトを対象とした研究では, イヌが一定の時期に至ると変化がほとんど認められなかったのと異なり, 急激な吸収が終了した後も緩慢な吸収が続くことを

認めている^{3, 6-10, 15, 16, 18-20)}。この緩慢な吸収が続く期間は実験の観察期間により異なるが, 最も長いものでは抜去後5年経つても吸収が続いていることが認められている^{15, 16)}。ヒトの場合には, 機能回復が前提となつているため種々の条件が含まれてくる。すなわち, 即時義歯を装着した場合には, 吸収量が大きくなる報告^{35, 36, 45)}もあり, 逆に, 臨床的治癒後に義歯を装着したものより顎堤の吸収量が少ないという報告⁷⁻⁹⁾もある。さらに, 抜歯前の歯槽骨の吸収程度²⁰⁾や, 歯槽骨整形^{10, 15)}を行なった場合, 対合歯の違い¹⁵⁾などあらゆる条件によつて顎堤の吸収量が異なっている。

2) 性 差

顎堤の吸収にオスとメスで差があるかどうかを検討した結果が表6と図8である。オスでは大体3カ月までで変化が終了しているのに対して, メスでは早くも6週で急激な顎堤の変化が終了している。この結果, 顎堤の形態変化はメスの方がオスより早い時期に変化が終了し, 変化の量も3カ月以後でもオスの方が大きい。しかし, オスとメスの差は, すべての部位および時期において, 必ずしも有意とは認められなかったもので, ややオスの方が変化量が多いといえる程度である。奥野²²⁾はこの点に関して, 臼歯部でメスの方がオスより変化量が大きいと報告している。また, 雨森¹²⁾はイヌの下顎歯槽骨で, 岡²⁴⁾は同じくイヌの上顎歯槽骨でオスとメスの差について検討したが有意な差は認められなかったことを報告している。

4. 隣在歯の位置的变化について

上顎右側の切歯部と犬歯を抜去したのち, 隣在歯がどのような位置的变化を起こすか, 近遠心, 垂直, 唇舌の3方向から検討した。また, 歯冠部と歯頸部の2点を計測し, 単なる歯の傾斜あるいは歯が歯周組織を伴った位置的变化を起こしているかを検討した(表8, 9)。これによると第1切歯は3カ月でわずかではあるが唇側へ移動しているが, 6カ月以後では唇舌方向への変化は現われていない。しかし12カ月と24カ月では aI_1 , cI_1 とともに近心への移動が著明に現われている。第2切歯でも3カ月を中心にその前後の期間で唇側への移動が現われているが12カ月以後は変化は認められていない。近心方向への移動はほとんど認められなかった。欠損部の隣在歯が位置的变化を起こすのは, 単に1方向への変化ではなく, 3方向への変化と捻転という因子も加わり, これらが関連して位置的变化を起こすと考えられる。しかし, ここでは, 便宜上, 3方向への変化を別々に考えることにする。

まず近遠心方向への動きをみると、観察期間2年と比較的歯の位置的变化を観察する期間としては短い、抜去部位の隣在歯である左側第1切歯は近心に著明な移動を示し、 aI_1 も変化を示していることから、単に歯の傾斜だけでなく、第1切歯自体が近心移動をしているといえる。 aI_1-cI_1 の関連性について検討した結果からも、高い正の相関を示し歯冠部の移動に伴い歯周組織も移動していることが推測される。しかし、第2切歯については変化が認められなかった。ヒトにおいて、下顎第1大臼歯抜去後、半年から3年半の経過後、隣在歯の位置的变化を観察した富士川²⁸⁾の報告によると、第2小臼歯はわずかに遠心へ、第2大臼歯はかなり著明に近心へ、また第3大臼歯も近心への傾斜を示しているが、第1小臼歯は変化が認められなかったと報告している。これはヒトでは正常な天然歯列はすべて歯牙の接触点を持ち、かつ歯軸は下顎では側切歯を除いて近心へ傾斜をしている²⁸⁾ため、欠損部の隣在歯は近心への移動と、遠心への移動を比較した場合、前者の方が移動しやすいことがわかっている^{25-29,46)}。また、第1大臼歯の欠損が同顎の切歯の位置的变化を引き起こすという報告もある²⁵⁻²⁷⁾。以上のように、ヒトとイヌでは、欠損部の隣在歯の位置的变化は歯の形態、植立方向、歯列弓を考慮すればヒトの方が著明に現われるのは当然であろう。イヌの第2切歯が近心移動、傾斜を起こすには、さらに長い観察期間が必要であろう。

垂直方向の変化は第1、第2切歯ともに変化は認められなかったが、イヌの咬合関係が切端咬合に近いことを考えると垂直方向への位置的变化は起こらなかったのが当然といえるであろう。唇舌方向への移動では、3カ月でわずかに唇側へ移動し、その後は変化が認められなかった。これは前にも述べたとおり歯が位置的变化を起こす際に、上下、左右、前後さらに捻転が加わり、これらの変化が一緒になって複雑な位置的变化を生ずと考えられ、単純な直線的な動きではないと考えられる。そこで3カ月まで唇側へ移動した第1切歯はその後、近心移動が著明になるにしたがい、舌側方向へ移動すると推測される。すなわち、近心移動が単に近心方向へ移動するのではなく、舌側方向への移動を伴うと考えられ、その結果、唇側方向への変化が相殺されたと推測される。またヒトでは欠損部に向かって位置的变化を起こす際に、上顎は頬側へ、下顎は舌側への傾斜を伴うといわれている⁴⁶⁾が、本実験ではこの点に関して、著明な結果が得られなかった。

経時的推移については、有意差の認められた部位のみ

検討した。近遠心方向の位置的变化では、 cI_1 において、6週と3カ月、6カ月と12カ月の間で有意な増加がみられた。他の期間では経時的推移に有意差が認められなかった。6週と3カ月の間で有意な増加が見られたということは、第1切歯の変化は6カ月以前にもおきていることを示している。

Control 群との間に有意差の認められた時期は12カ月と24カ月だけであるが、抜歯後6週頃より近心への移動がおきており、6カ月以後になると著明な移動を示すものと推測される。唇舌方向への位置的变化では、経時的推移に関しては有意な差はどの期間でも認められなかった。すなわち、3カ月まで一定の唇側への移動を示しているため、Control 群との間では有意差が認められるが、各々の時期の間では有意差は認められなかったといえる。

性差については、オスとメスで異なる変化を示した。近心方向への移動で、オスは6カ月まで変化が少なく、12カ月と24カ月で近心方向へ移動が著明であつたが、メスでは、3カ月で近心方向への移動がみられ、その後の移動は比較的少ないものであつた。このようにメスのの方が早い時期に変化が認められ、6カ月ではメスの方が aI_1 、 cI_1 ともに変化が大きく、有意性が認められたが、12カ月と24カ月では有意な差はなかった。唇舌方向の位置的变化では、各部位で最も変化の量が大きかった3M群でオスとメスの差を検討した結果、すべての部位でメスの方が変化の量が多く、有意差のみられた部位もあつた。

隣在歯の位置的变化に関して、これまで性差について報告されたものはないが、メスのほうが大きな変化を示したことは注目に値する。

5. 対合歯の位置的变化について

対合歯を失った下顎右側の切歯3本がどのような位置的变化を起こすか検討した。近遠心方向はほとんど変化が認められなかったが唇舌方向では $\bar{c}I_3$ のみ変化が認められ、垂直方向への変化はすべての部位で変化が認められた。垂直方向への位置的变化に関しても歯冠部と歯頸部の2点を計測した結果、共に変化が認められ、歯と歯周組織が上方へ挺出していることを示している。歯周組織が上方へ移動していることは歯槽突起が対合歯を失ったことにより増殖した³⁰⁾ことを示している。この点に関しては岡²⁴⁾も骨標本で歯槽突起の上方への延長を認めている。上顎臼歯抜去後の下顎大臼歯の位置的变化を観察した奥野²²⁾は第1大臼歯は頬側への移動、第2大臼歯は上方への挺出がみられ、第1大臼歯と第2大臼歯の位

置的变化に違いがあると報告しており、さらに歯の植立方向、顎骨の形態の違い、抜歯前の上顎との咬合の違いが、これらの位置的变化の違いとなつて現われていると述べている。しかし、下顎切歯3本は比較的、植立方向、顎骨の形態、抜歯前の咬合が似かよっているため、3歯の間に著しい相違はなかつたと考えられる。

次に経時的推移についてみると、第2切歯が一番早く3週で変化が認められ、以後24カ月まで上方への挺出がつづく。第1、第3切歯は24カ月まで緩慢に挺出しつづける。これは下顎の歯列弓を観察すると、左右の第2切歯は第1切歯より切縁が高い位置にあり、第1切歯が上方へ位置的变化を起こすためには第2切歯が位置的变化を起こさねばならぬ状態にあることから、第2切歯の方が第1切歯より、早い時期に位置的变化を起こすものと考えられる。第2切歯と第3切歯の差は単に歯牙の形態の違いによるものと考えられる。奥野²²⁾は下顎第1大臼歯は3カ月まで頬側へ変化し、以後24カ月まで一定に保たれており、下顎第2大臼歯は24カ月まで徐々に挺出しつづけたと報告している。また雨森¹²⁾は上顎歯で3～6カ月で挺出を終了し、以後は変化が認められなかつたことを報告しており、さらに、部位により、位置的变化の起こる時期に差があると報告している。すなわち、後方歯から前方歯へと順に変化が認められ、第1大臼歯に変化が認められる場合には第2大臼歯にも認められ、第4小臼歯に認められる場合には、第1、第2大臼歯にも変化が認められる。したがって、後方歯ほど対合歯を失うと挺出しやすいことを述べている。このようにイヌの臼歯部では、歯種や部位により、位置的变化の開始する時期や終了する時期に差が認められているが、切歯部では、このような関係は認められなかつた。これは前にも述べたが、切歯群では、歯牙の形態、植立方向、顎骨の形態、咬合関係などが似かよっているためであると考えられる。

次に対合歯を失った歯の位置的变化が、顎堤の吸収量と関連性があるか検討した結果(表17)、負の相関が認められたのは I_3A-cI_3Y 上の各時期のうち12Mと24Mのみで他はすべて相関関係が否定された。すなわち、対合歯の挺出は顎堤の吸収量には左右されないで対合歯を失った時から独自の変化を示すことが推測される。雨森¹²⁾や岡²⁴⁾もこの点に関しては同様な報告であつた。

性差については垂直方向への位置的变化について、オスとメスの各群の関係を検討した。オスでは $\bar{I}_1$, $\bar{I}_2$, $\bar{I}_3$ ともに24カ月までほぼ一定の増加を示しているが、メスでは $\bar{I}_1$ と $\bar{I}_3$ で24カ月を通して、ほとんど変化が認め

られない。 $a\bar{I}_2$ では24カ月まで一定に増加を示し、 $c\bar{I}_2$ は3カ月まで増加を示し以後24カ月まで一定である。このようにメスでは部位によりわずかに異なる変化を示しているが、オスではほぼ一定の変化を示した。これらが有意なものかどうかを検討した結果 $a\bar{I}_1$ の3週で有意な差が認められた他はすべての項目でオスとメスの間の有意差は否定された。この結果オスとメスの間に性差はないと考えられる。奥野²²⁾の実験でも下顎第1大臼歯、第2大臼歯について性差は認められていない。

VI. 総 括

1. 抜歯後に起こる顎堤の形態変化および隣在歯、対合歯の位置的变化に関して、その経時的推移ならびに性差の有無について検討した。

実験材料としては雑種犬21匹を使用した。これらは11匹のオスと10匹のメスから成っている。これらのイヌにおいて上顎右側の切歯3歯と犬歯を抜去し、抜歯前、抜去後3週、6週、3カ月、6カ月、12カ月および24カ月に上下顎の印象採得を行ない、石膏模型を製作した。得られた模型を一定の規格のもとで計測し、上顎では4部位における断面積の変化と欠損部の隣在歯である左側の第1、第2切歯の位置的变化を観察した。また下顎では対合歯を失った第1、第2、第3切歯の位置的变化を観察した。

2. 顎堤の形態変化については次のような結果を得た。

1) 抜歯前との比較では、4部位すべて、抜歯後3週で有意な差が認められた。その変化の経時的推移についてみると、切歯部では6カ月、犬歯部では6週までにその形態変化が終了しており、以後24カ月まではほぼ一定の状態を保っていることが認められた。顎堤の吸収は変化の終了する時期が部位によって異なることがわかる。また従来の研究で見られたように、ある時期に達すると変化は認められなくなることもわかつた。

2) 抜歯後6週までの変化が急激で、切歯部では全変化量の70～80%、犬歯部では99%を示している。吸収部位および吸収方向を検討すると、3週までは歯槽縁からの吸収が著明で顎堤は丸みを帯びてくる。唇側と舌側の吸収を比較すると、唇側の方がやや多い傾向にあつたが歯肉頬移行部までは及んでいない。3カ月から24カ月までは歯槽頂からの吸収は少なく、唇側の吸収が著明となり、歯肉頬移行部は内側へ移動している。口蓋側では、唇側ほど大きな変化は認められなかつたが、第1

口蓋ヒダの最突出部まで吸収が認められた部位もあった。

切歯部では隣接した部位については、抜歯創の治癒過程および歯槽骨の吸収量に相関関係が認められた。

3) 顎堤の形態変化に関して性差が認められた。すなわち、顎堤変化が終了する時期については、メスの方がやや早く終了しており、変化量では、抜歯後3カ月以後の時期ではすべてオスの方が大きかったが有意な差ではなかった。

3. 隣在歯の位置的変化に関しては次のような結果を得た。

1) 上顎第1切歯は近心方向への移動が12カ月と24カ月で著明に認められた。唇側方向への移動は3カ月で認められたが6カ月以後では認められなかった。第2切歯については、近心方向への移動は、ほとんど認められなかったが唇側方向への移動が、歯冠部で3カ月と6カ月に、歯頸部で6週と3カ月に認められたが他の時期では認められなかった。また歯冠部と歯頸部は高い相関関係を示し、歯自体が近心へ移動していることがわかった。

2) 経時的推移についてみると、第1切歯の近心への移動は6カ月までは緩慢で6カ月から24カ月まで急激であった。唇側への移動は3カ月まで一定に増加し、その後は、近心方向への移動が舌側への移動を伴うために相殺されたと考えられる。

性差については、近心方向への移動で、メスの方が早い時期に移動が始まり、12カ月以後になるとオスの方も近心方向への移動が急になり、24カ月では、やはりメスの方が変化量は大きい有意な差は認められなかった。

4. 対合歯の位置的変化に関しては次のような結果を得た。

1) 対合歯の位置的変化では、切歯部3歯ともに、近遠心方向、唇舌方向の位置的变化はあまり認められなかったが、垂直方向への位置的变化は著明に認められた。3切歯のうち、第2切歯が特に著明な上方への移動を示した。また歯牙の上方への挺出に伴い、歯周組織も上方へ延長していることがわかった。

2) 経時的推移をみると、第1、第2、第3切歯ともに24カ月まで緩慢に上方へ挺出を続けるが、第2切歯だけは早い時期に急激な変化がみられた。

性差については、垂直方向の位置的变化に関して、オスの方がメスよりわずかに変化量が大きい有意な差ではなかった。

稿を終えるにあたり、御指導と御校閲を賜わった中沢勇教授に深く感謝の意を捧げるとともに御助言、御援助をいただきました松元助教授、雨森、梶井講師ならびに教職員各位に謝意を表します。

* 1) 信頼区間は次の式によって与えられる³⁹⁾。

$$\bar{x} - t_{.05} \frac{S}{\sqrt{n}} \leq \mu \leq \bar{x} + t_{.05} \frac{S}{\sqrt{n}}$$

ただし、 $\bar{x}$ は平均値であり、 S は不偏分散 (Mean squares) の平方根、 n は例数である。 $t_{.05}$ は自由度 (Degree of freedom) $n-1$ における危険率5%の t の値である。

* 2) 相関係数は次の式によって与えられる³⁹⁾。

$$r = \frac{\sum x_1 x_2}{\sqrt{(\sum x_1^2)(\sum x_2^2)}}$$

ただし、 x_1 x_2 はそれぞれ2変数の平均値からの偏差である。

算出された相関係数が標本抽出における変動を考慮しても、なお2変数が相関関係にあることを示すものであるか、あるいは2変数が相関関係にあるように見えたのは単に標本抽出における変動によるものであるかを検定するために、母集団相関係数 $\rho=0$ を帰無仮説として、

$t = r \sqrt{(n-2)/(1-r^2)}$ を算出した。ただし、 n は標本の数であり、自由度は $n-2$ である。

* 3) 平均値の差の有意性の検定には t 分布を利用した次の式を使った³⁹⁾。

a. 比較される2群の例数が等しい場合には、

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{n(n-1)}{\sum x^2}}}$$

この式における $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ は2群の平均値のあいだの差を示し、 $\sum x^2$ は2群の偏差平方和 (Sums of squares) をさらに加え合せたものである。 n は各群の例数である。自由度は $2(n-1)$ である。

b. 比較される2群の例数が等しくない場合には

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{(n_1 + n_2) \sum x^2}}}$$

ただし、 $\bar{x}_1 - \bar{x}_2$ は前の場合と同じように群平均のあいだの差であり、 $\sum x^2$ は2群の偏差平方和の和である。 n_1 n_2 はそれぞれ各群の例数である。自由度は $n_1 + n_2 - 2$ である。

以上のいずれかの式を使って算出された t について2群の平均値の差の有意性を評価する基準として危険率10%、5%、1%が使われた。そして、これを星印であらわした。すなわち、星が一つの場合は危険率が $10\% \geq p > 5\%$ であり、星が2つの場合は $5\% \geq p > 1\%$ 、3つの場合は $1\% \geq p$ であることを示している。

上記の検定法はいずれも2群によって代表される2つの集団 (母集団) の分散が等しい場合に適用される。もし、等しくない場合に適用されると、期待されたよりも多く有意性を認める結果が出ることが知られている。そこで、上記の検定によって有意性が認められた例について、次のF分布による

方法で分散の均一性を検定した。

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

すなわち、Fの値は2群の不偏分散の比であり、不偏分散の大きい方を小さい方で割つたものである。検定の基準として5%のF分布が使われた。自由度は n_1-1 と n_2-1 である。これによつて、分散が有意に異なっていることが認められた場合には、さらに、2群の平均値の差の有意性について、次の検定を行なつてみた。

a. 2群の例数が等しい場合には、自由度を $2(n-1)$ ではなく $n-1$ とした以外は上記とまったく同じである。

b. 例数が等しくない場合には、

$$t' = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

ただし、 S_1^2 、 S_2^2 は2群の偏差平方和である。 t' はStudentの t として分布しないことが知られている。そこで、有意性を評価する基準として次の値を使つた。10%水準では

$$\frac{(S_1^2/n_1) \cdot t_{.10} + (S_2^2/n_2) \cdot t_{.10}}{S_1^2/n_1 + S_2^2/n_2}$$

である。

この場合には2群の平均値の差の有意性を評価する基準として危険率10%が使われた。これによつて有意性が否定された場合には先に行なつた検定にもとづいて記入した星印をカッコで囲い参考とした。

* 4) 回帰直線は次の式によつて与えられる³⁹⁾。

$$Y = -\frac{\sum xy}{\sum x^2} (X - \bar{x}) + \bar{y}$$

ただし、Xは独立変数(この場合には、抜歯後の経過時間)であり、Yは従属変数($\{[(R-L)/(R+L)] \times 100$ 値)である。 $\bar{x}$ はXの平均値であり、 $\bar{y}$ はYの平均値である。また $x = X - \bar{x}$ 、 $y = Y - \bar{y}$ である。

* 5) 回帰係数の信頼区間は次の式によつて設定される³⁹⁾。

$$b - t_{.10} \sqrt{\frac{S^2 y \cdot x}{\sum x^2}} \leq \beta \leq b + t_{.10} \sqrt{\frac{S^2 y \cdot x}{\sum x^2}}$$

ただし、 b は回帰係数、 $S^2 y \cdot x$ は回帰からの平均偏差平方であり、偏差平方和を自由度($n-2$)で割つたものである。 $\sum x^2$ は変数Xの偏差平方和である。 $t_{.10}$ は自由度 $n-2$ における危険率10%の t の値である。

文 献

- 雨森 洋, 奥野正孝, 郡司和彦, 川崎隆二, 大山喬史, 細井紀雄, 岡 宏, 堀田宏子, 後藤忠正: 部分床義歯の予後に関する臨床的研究 II, 第2報 部分床義歯の使用状態について, 補綴誌, 12: 155-171, 1968.
- 林都志夫, 水野克弥, 野村順之助, 緒方秀雄, 平田幹男: 抜歯創の形態学的変化に関する研究. 日本歯科医師会雑誌, 9: 381-389, 1956.
- Lam, R.V.: Contour changes of the alveolar processes following extractions, J. Pros. Den., 10: 25-32, 1960.
- 松元 誠: 下顎大白歯および小臼歯欠損後の下顎骨の形態学的変化 (I), 口病誌, 28: 271-290, 1961.
- 松元 誠: 下顎大白歯および小臼歯欠損後の下顎骨の形態学的変化 (II), 口病誌, 29: 242-254, 1962.
- Hedegård, B.: Some observations on tissue changes with immediate maxillary dentures, Dent. Practit. and Dent. Record, 13: 70-78, 1962.
- Johnson, K.: A study of the dimensional changes occurring in the maxilla after tooth extraction. Part I. Normal healing, Austral. dent. J., 8: 428-433, 1963.
- Johnson, K.: A study of the dimensional changes occurring in the maxilla after tooth extraction. Part II. Closed face immediate denture treatment, Austral. dent. J., 9: 6-13, 1964.
- Johnson, K.: A study of the dimensional changes occurring in the maxilla after tooth extraction. Part III. Open face immediate denture treatment, Austral. dent. J., 9: 127-134, 1964.
- Johnson, K.: A study of the dimensional changes occurring in the maxilla after tooth extraction. Part IV. Interseptal alveolectomy and closed face immediate denture treatment. Austral. dent. J., 9: 312-322, 1964.
- 佐藤俊之: 上顎義歯床適合性の経時的変化, 口病誌, 32: 209-228, 1965.
- 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: 1-60, 1965.
- Amemori, H.: An experimental study of changes in the form of the mandible after extraction of lower posterior teeth. Part I. The areal change of mandibular frontal sections, Bull. Tokyo Med. Dent. Univ., 13: 59-74, 1966.
- Amemori, H.: An experimental study of changes in the form of the mandible after extraction of lower posterior teeth. Part II. The changes in the form of the pars alveolaris mandibularis and the basis mandibulae, Bull. Tokyo Med. Dent. Univ., 13: 203-225, 1966.
- Carlsson, G.E., Bergman, B. and Hedegård, B.: Changes in contour of the maxillary alveolar processes under immediate dentures. A longitudinal clinical and X-ray cephalometric study covering 5 years, Acta odont. scand., 25: 45-75, 1967.

- 16) Carlsson, G.E. and Persson, G. : Morphologic changes of the mandible after extraction and wearing of dentures. A longitudinal, clinical, and X-ray cephalometric study covering 5 years, *Odont. Revy*, 18 : 27-54, 1967.
- 17) Pietrokovski, J. and Massler, M. : Alveolar ridge resorption following tooth extraction, *J. Pros. Den.*, 17 : 21-27, 1967.
- 18) Johnson, K. : A three-year study of the dimensional changes occurring in the maxilla following immediate denture treatment. *Austral. dent. J.*, 12 : 152-159, 1967.
- 19) 酒井福義 : 第1 大臼歯抜歯後の歯槽部形態変化に関する研究, *歯科学報*, 68 : 180-207, 1968.
- 20) 嘉村 高 : 上顎歯抜去後における顎堤の形態的变化, *補綴誌*, 12 : 1-36, 1968.
- 21) 佐藤 裕 : 下顎部分床義歯装着患者の顎堤変化に関する研究, *口病誌*, 35 : 34-57, 1968.
- 22) 奥野正孝 : 上顎歯抜去後の顎堤の形態変化および下顎歯の位置的变化に関する実験的研究, *補綴誌*, 12 : 308-336, 1968.
- 23) 中沢 勇, 岡 宏 : 抜歯後の顎堤の形態変化, *歯界展望*, 33 : 79-87, 1969.
- 24) 岡 宏 : 上顎臼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*, 37 : 89-154, 1970.
- 25) 光井敏郎, 桜井襄二 : 補綴学上から見た顔面並びに顎の研究, 其の三, 歯牙喪失後に於ける残存歯の移動に就いて, *歯科医学*, 15 : 52-55, 1952.
- 26) 下総高次 : 歯牙欠損後における歯列弓の変化, 下顎第1 大臼歯欠損による隣接歯の変化 (第1 報), *日本口腔科学会雑誌*, 4 : 256, 1955.
- 27) 下総高次 : 歯牙欠損後における歯列弓の変化, 下顎第1 大臼歯欠損による隣接歯の変化 (第2 報), *日本口腔科学会雑誌*, 5 : 311-312, 1956.
- 28) 富士川善彦 : 天然歯列弓における歯冠傾斜角度及び捻転角度の研究, *口病誌*, 25 : 475-494, 1958.
- 29) 中沢 勇 : 全部床義歯学, 京都, 東京, 1960, 永末書店, 66-87.
- 30) 佐伯 誠 : ラットの臼歯の歯周組織における実験的廢用性萎縮の發生過程およびその修復過程について, *口病誌*, 26 : 317-347, 1959.
- 31) Sobolik, C.F. : Alveolar bone resorption, *J. Pros. Den.*, 10 : 612-619, 1960.
- 32) Ortman, H.R. : Factors of bone resorption of the residual ridge, *J. Pros. Den.*, 12 : 429-440, 1962.
- 33) Atwood, D.A. : Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges, *J. Pros. Den.*, 12 : 441-450, 1962.
- 34) Lönberg, P. : Changes in the size of the lower jaw on account of age and loss of teeth, *Acta Genetica et Statistica Medica*, 2 (Supplementum 2) : 1-90, 1951.
- 35) Campbell, R.L. : A comparative study of the resorption of the alveolar ridges in denture-wearers, *J. Amer. Dent. Ass.*, 60 : 143-153, 1960.
- 36) Carlsson, G.E., Ragnarson, N. and Åstrand, P. : Changes in height of the alveolar process in edentulous segments, *Odont. T.*, 75 : 193-208, 1967.
- 37) Schlosser, R.O. : Basic factors retarding resorptive changes of residual ridges under complete denture prosthesis, *J. Amer. Dent. Ass.*, 40 : 12-19, 1950.
- 38) Martin, R. und Saller, K. : *Lehrbuch der Anthropologie*. Band 1, Stuttgart, 1957, Gustav Fischer Verlag. 172-174, und 296-298.
- 39) Snedecor, G.W. : *Statistical methods*, (Translated edition), 東京, 1962, 岩波書店, 33-178.
- 40) Osborn, H.F. : Evolution of mammalian molar teeth to and from the triangular type, *Biological Studies and Addresses*, Vol. 1, New York, 1907, The Macmillan Company, 36-47.
- 41) 森 忠男 : 本邦産雑種犬に於ける歯牙形態及び其の二代歯列發生の時期に就て, *日本歯科学会雑誌*, 23 : 227-256, 1930.
- 42) Euler, H. : Die Heilung von Extraktionswunden. Eine tierexperimentelle Studie, *Dtsch. Mschrs. f. Zahnheilk.*, 685-700, 1923.
- 43) 高橋庄二郎 : 抜歯創治療経過のX線並びに病理組織的所見に関する実験的研究, *歯科学報*, 52 : 212-216, 265-271, 324-330, 375-379, 1952.
- 44) Mangos, J.F. : The healing of extraction wounds. An experimental study based on microscopic and radiographic investigations, *New Zealand D.J.*, 37 : 4-23, 1941.
- 45) Koivumaa, K.K. : Changes in periodontal tissues and supporting structures connected with partial dentures, *Snom. hammaslääk. toim.*, 1-188, 1956.
- 46) 中沢 勇 : 部分床義歯学, 京都, 東京, 1962, 永末書店, 12-20.