ヒトの歯の移動に関する研究

第1報 計測方法と計測装置

中 沢 靖* 工藤 忠男* 横山 松生* 中台 卓司*
 福田 守宏** 三輪 恭久** 西 尾 卓** 市川喜久夫**
 西山 大介** 金子 行夫** 松崎 正誠** 橋 口 盛*

A Study on the Tilting of Teeth in Man

Part 1. A Measuring Method and Measuring Apparatus

Yasushi Nakazawa*, Tadao Kudo*, Matsuo Yokoyama*, Takuji Nakadai*,
 Morihiro Fukuda**, Yasuhisa Miwa**, Takashi Nishio**, Kikuo Ichikawa**,
 Daisuke Nishiyama**, Yukio Kaneko**, Makoto Matsuzaki**, Sakae Hashiguchi*

I. 緒 言

歯の欠損により、残存歯の位置変化が起こり歯列不正、不正咬合、歯周組織疾患および顎関節異常などが発現することが臨床上市しばしば見られる。歯の位置変化に関する業績をみると、中沢¹⁾、光井²⁾、下総^{3,4)}らは、石膏歯列模型を使用し、抜歯後、補綴処置がなされず数年経過した後のヒトの残存歯、特に隣在歯の位置変化を肉眼的に観察検討している。また富士川⁵⁾らは、歯の傾斜および植立方向を明らかにするため、藤田^{6,7)}、Kleeberg⁸⁾の歯冠の基準軸および基準平面と咬合平面を参考とし、歯冠の傾斜角度と捻転角度を幾何学的に表わす測定方法と装置を考案した。そして石膏歯列模型を用いて、ヒトの歯列弓における歯冠傾斜角度および捻転角度を計測し報告している。また、石渡⁹⁾、奥野¹⁰⁾らは、イヌを、水谷¹¹⁾はサルを用いて抜歯後の顎堤の形態変化および隣在歯、対合歯の位置変化に関する実験をKubuskraniphor と Diagraph を用いて試みている。しかし、ヒトの歯の抜歯後の経時的な歯の移動を器械的

に精査した業績はいまだ見当たらない。そこで著者らは、抜歯後、補綴物を装着するまでの期間¹²⁾の歯の位置的な移動を測定することを試みた。まず第1報として著者らが考案作製した計測装置と計測方法に関する精度検定を行い十分満足しうる実験結果を得た。そこで今回は同時に下顎右側第1大臼歯欠損の1症例について残存歯の移動を測定し興味ある知見を得たので報告する。

II. 使用材料および器具

使用材料は、ニッシン社製2色レジン製全顎模型D 6B-503の下顎部を歯列原型とした(図1)。歯列原型の印象材としては、三金工業社製アルジエース (Batch, 39-123) を使用し、歯型材料としては、松風社製デンサ

図 1

* 日本大学歯学部補綴学教室 (指導: 中沢 靖教授)
 Department of Prosthodontics, Nihon University
 School of Dentistry (Director: Prof. Yasushi Nakazawa)

** 日本大学大学院歯学研究科補綴学専攻
 Graduate School (Major in Prosthodontics) Nihon
 University School of Dentistry

昭和53年8月8日受付

図 2

図 5

図 3

図 6

図 4

イト (Batch-12757) を使用した。印象用トレーは、林社製アルギン酸印象材用トレーを使用した。また、石膏歯列模型の咬合面に金属コア板を使用するため、Kerr 社製グリーンインレーワックス、ハードタイプ 1 を用いて蠟型採得し、徳力社製ニューパラゴールド (Batch-61215) にて鋳造した。測定器具については、著者らが考案作製した。すなわち上下偏位可能な水平調節器 (図 2)、両面を平行な水平面に調製した金属水平板および

磁石付台座 (図 3) その他、2 個の水準器が直角に交わった水準器 (クロステストレベル) (図 4) を使用した。そして金属コア板上面を平面にするために理研工業社製横型万能フライス板 RBM-2 型 (図 5) を、測定に関しては、日本光学社製ニコン万能投影機 V 16A と同社の微動載物台 O 型 (図 6) を使用した。

III. 実験方法

1. 実験用石膏歯列模型の作製

実験用石膏歯列模型の作製に際しては、ニッシン社製 2 色レジン製全顎模型の下顎部を原型とし、既製のアルギン酸印象材用トレーを使用し、アルギン酸塩印象材にて原型を印象採得した。印象採得に際しては、印象材の練和開始より 5 分経過の後、印象材を原型より撤去し、2% 硫酸カリウム溶液に 30 秒間浸漬した。その後、超硬石膏を印象内面に注入し、100% 湿箱中にて硬化させ、模型材注入後 1 時間経過の後印象より模型を撤去し、実験用石膏歯列模型の作製とした。なお、印象材および模

図 7

図 8

型材の使用に際しては、メーカーの指示に従い、実験環境は、全て室温 $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、相対湿度 $50\% \pm 10\%$ にて行った。以上の方法で、5個の実験用石膏歯列模型(図7)と咬合面金属コア板作製のための1個の石膏歯列模型を作製した。

2. 咬合面金属コア板の作製

5個の実験用石膏歯列模型を同一規準に再現させるために咬合面金属コア板(以後、コア板と略す。)を、その模型の7[、6[、5[、4[、4[、5[、6[、7[部位に作製した。作製に際して、コア板作製用模型の基底部分を咬合平面と平行になるように、清水¹³⁾、中沢¹⁴⁾らの考案した咬合平面決定器を用いて調整した。その後7[、6[、5[、4[、4[、5[、6[、7[の歯冠部にサベイヤーにてサベイレインを描記し、サベイレイン下部のアンダーカット部と、咬合面小窩裂溝部を即時重合レジンにて埋め、その後、7[、6[、5[、4[、4[、5[、6[、7[の咬合面部にワックスを圧接した(図8)。蠟型は、幅径が4[、4[の近心部で約10mm、7[、7[の遠心部で約14mmであり、厚さは、7[、7[の遠心頬側咬頭頂部で約3mmとした。

図 9

図 10

この蠟型を通法に従い埋没し鑄造した。鑄造されたコア板を、石膏歯列模型にもどし、硬石膏にて埋没、固定後、理研工業社製模型万能フライス板RBM-2型により左右両側のコア板上面を、模型の基底部に平行になるよう調整した。その後、同機によりコア板上面に2mm間隔の柵目を、幅約100 μ 、深さ約100 μ にて溝切りした(図9)。その後、コア板を各歯ごとに分割した。

3. 実験用石膏歯列模型の規格

クロステストレベルを使用し、日本光学社製ニコン万能投影機V16Aの計測台を水平に調整する。調整後、計測台上に水平調節器および石膏歯列模型を置く。そしてコア板を各歯にもどし、コア板上に磁石付台座を用いて金属水平板を置き、その上面にクロステストレベルを載せ、コア板が計測台面に対して水平になるように水平調節器を調整した(図10)。そして実験用石膏歯列模型の基底部分を超硬石膏で固定する。以上により、コア板上面が、咬合平面および計測台と常に平行な水平面に再現できるように実験用石膏歯列模型が規格される(図11)。

図 11

図 12 計測標識点

4. 測定方法

縦、横の溝が交差したコア板表面の点(図 12)を、各歯の中央に近い部位で 1 点定め、計測標識点とした。各歯の標識点を、日本光学社製ニコン万能投影機 V 16A にて読み取り、各標識点間距離は、図 13 に示すようにピタゴラスの定理により求めた。

IV. 実験結果

1. 5 個の実験用石膏歯列模型における計測誤差

表 1 は、5 個の実験用石膏歯列模型の 7, 6, 5, 4 から反対側の 7, 6, 5, 4 への各標識点間距離を 1 個の実験用石膏歯列模型について 5 回計測を行ったその平均値と標準偏差と信頼区間である。表より、No. 1 の実験用石膏歯列模型の 4-4 では、平均値が 36.47 mm、標準偏差が 0.01 で信頼区間は 36.46 mm から 36.48 mm であることを示している。表 2 は、5 個の実験用石膏歯列模型における各標識点間距離の平均値の差の検定を示したものである。検定にあたっては、2 つの平均値の差を 5% の危険率で t 分布検定を行い、同時にまた、2 つの母平均の差に対する信頼区間を求めた。2 つの平均値の差の検定および区間推定にあたっては、次に示す

$$D = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

図 13 標識点間距離の計算方法

式を用いた。

$$S_1 = \sum x_1^2 - \frac{(\sum x_1)^2}{n_1}, \quad S_2 = \sum x_2^2 - \frac{(\sum x_2)^2}{n_2}$$

$$T = \frac{|\bar{x}_1 - \bar{x}_2|}{\sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) \frac{S_1 + S_2}{n_1 + n_2 - 2}}}, \quad d = |\bar{x}_1 - \bar{x}_2|$$

$$\text{信頼区間は } d \pm t \sqrt{\left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}\right) \frac{S_1 + S_2}{n_1 + n_2 - 2}}$$

ここで S_1, S_2 は分散であり、 n_1, n_2 は 2 つのロットの計測値のそれぞれの個数である。また d は、2 つのロットにおける平均値間の差である。t 分布表より自由度 $n_1 + n_2 - 2$ 、危険率 α の時の t 値を求め、 $T \geq t$ ならば、有意差があるといえ、 $T < t$ ならば、有意差がないといえる。表 2 において、自由度 8、危険率 5% の t 値は、t 分布表より 2.306 であり、この値より小さい T 値であるならば有意差がないといえるわけである。表 2 によると、各計測部位および各実験用石膏歯列模型のいずれの組み合わせにおいても T 値は 2.306 より小さく、平均値間に有意差のないことを示している。

2. 計測者間における計測誤差

表 3 は、任意の実験用石膏歯列模型 1 個について、5 人の計測者 (A, B, C, D および E) が各標識点間距離を 5 回計測した計測値の平均値、標準偏差、信頼区間を示している。有意差の検定にあたっては、前項と同様に、5 人の計測者による各標識点間距離の計測値の平均値の差を、5% 危険率で t 分布検定を行った。表 4 は、その結果であるが、5 人の計測者間における各計測部位の計測値に、有意差は認められなかった。

表 1 5個の石膏歯列模型における各標識点間距離

	No.1			No.2			No.3		
	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.
$\overline{4-4}$	36.47	0.01	36.46~36.48	36.47	0.01	36.46~36.49	36.48	0.02	36.46~36.51
$\overline{4-5}$	38.32	0.01	38.30~38.33	38.32	0.02	38.30~38.35	38.32	0.01	38.30~38.34
$\overline{4-6}$	44.24	0.02	44.22~44.26	44.25	0.02	44.22~44.27	44.23	0.02	44.20~44.26
$\overline{4-7}$	49.67	0.01	49.65~49.68	49.66	0.01	49.64~49.68	49.67	0.01	49.65~49.68
$\overline{5-4}$	38.73	0.02	38.71~38.75	38.73	0.02	38.70~38.76	38.74	0.01	38.72~38.76
$\overline{5-5}$	39.17	0.01	39.15~39.19	39.18	0.01	39.16~39.19	39.16	0.02	39.13~39.19
$\overline{5-6}$	43.61	0.02	43.59~43.64	43.61	0.01	43.60~43.63	43.61	0.02	43.58~43.63
$\overline{5-7}$	47.88	0.01	47.87~47.90	47.88	0.01	47.87~47.90	47.88	0.02	47.86~47.90
$\overline{6-4}$	43.24	0.01	43.23~43.26	43.22	0.02	43.19~43.25	43.23	0.01	43.21~43.25
$\overline{6-5}$	41.66	0.02	41.63~41.68	41.66	0.03	41.62~41.69	41.65	0.01	41.64~41.67
$\overline{6-6}$	43.72	0.01	43.70~43.74	43.71	0.02	43.69~43.73	43.72	0.02	43.69~43.76
$\overline{6-7}$	45.96	0.01	45.94~45.97	45.96	0.03	45.92~46.00	45.96	0.01	45.94~45.97
$\overline{7-4}$	50.78	0.01	50.77~50.79	50.78	0.02	50.75~50.81	50.77	0.01	50.76~50.78
$\overline{7-5}$	47.91	0.03	47.87~47.96	47.93	0.02	47.60~47.96	47.90	0.03	47.86~47.94
$\overline{7-6}$	48.04	0.02	48.01~48.07	48.03	0.03	48.00~48.07	48.06	0.03	48.02~48.09
$\overline{7-7}$	48.40	0.01	48.38~48.42	48.39	0.02	48.37~48.42	48.39	0.02	48.36~48.42

	No.4			No.5		
	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.
$\overline{4-4}$	36.49	0.02	36.46~36.51	36.48	0.02	36.45~36.50
$\overline{4-5}$	38.32	0.01	38.31~38.34	38.31	0.02	38.29~38.33
$\overline{4-6}$	44.23	0.01	44.22~44.25	44.24	0.01	44.23~44.25
$\overline{4-7}$	49.66	0.01	49.64~49.67	49.67	0.01	49.65~49.69
$\overline{5-4}$	38.75	0.01	38.73~38.77	38.74	0.01	38.73~38.75
$\overline{5-5}$	39.17	0.01	39.15~39.18	39.16	0.01	39.15~39.17
$\overline{5-6}$	43.62	0.01	43.61~43.64	43.64	0.02	43.61~43.66
$\overline{5-7}$	47.88	0.02	47.86~47.91	47.89	0.02	47.86~47.91
$\overline{6-4}$	43.23	0.02	43.20~43.25	43.24	0.02	43.21~43.26
$\overline{6-5}$	41.64	0.01	41.62~41.65	41.65	0.01	41.63~41.66
$\overline{6-6}$	43.71	0.01	43.69~43.73	43.71	0.01	43.70~43.72
$\overline{6-7}$	45.94	0.01	45.93~45.96	45.95	0.01	45.93~45.96
$\overline{7-4}$	50.77	0.02	50.74~50.80	50.77	0.02	50.73~50.80
$\overline{7-5}$	47.91	0.02	47.89~47.93	47.92	0.02	47.89~47.95
$\overline{7-6}$	48.04	0.01	48.03~48.05	48.04	0.03	47.99~48.08
$\overline{7-7}$	48.40	0.01	48.38~48.42	48.41	0.01	48.39~48.42

p=0.05(Unit : mm)
S.D. : Standard Deviation C.I. : Confidence Interval

表 2 石膏歯列模型間における各標識点間距離の平均値の差の検定

	No.1-No.2		No.1-No.3		No.1-No.4		No.1-No.5		No.2-No.3	
	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.
4-4	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	1.410	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03
4-5	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02
4-6	0.000	-0.02~0.02	1.227	-0.02~0.05	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	1.418	-0.01~0.05
4-7	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03
5-4	0.000	-0.03~0.03	1.000	-0.01~0.03	1.730	-0.01~0.04	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03
5-5	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	1.730	-0.01~0.04
5-6	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03	1.000	-0.01~0.03	1.730	-0.01~0.06	1.000	-0.01~0.03
5-7	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02
6-4	2.230	0.00~0.05	1.000	-0.01~0.03	1.730	-0.01~0.04	1.000	-0.01~0.03	0.709	-0.02~0.04
6-5	0.000	-0.04~0.04	0.000	-0.02~0.02	1.730	-0.01~0.04	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.03~0.03
6-6	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	0.709	-0.02~0.04
6-7	0.000	-0.04~0.04	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.04~0.04
7-4	0.000	-0.03~0.03	0.709	-0.02~0.04	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.02~0.05	0.709	-0.02~0.04
7-5	0.865	-0.03~0.06	0.448	-0.04~0.06	0.000	-0.04~0.04	0.500	-0.04~0.06	1.526	-0.01~0.07
7-6	0.000	-0.04~0.04	1.000	-0.02~0.06	0.000	-0.03~0.03	0.000	-0.05~0.05	1.289	-0.02~0.06
7-7	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03

	No.2-No.4		No.2-No.5		No.3-No.4		No.3-No.5		No.4-No.5	
	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.
4-4	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03	0.709	-0.02~0.04	0.709	-0.02~0.05
4-5	0.000	-0.02~0.02	1.730	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	1.730	-0.01~0.04
4-6	1.000	-0.01~0.05	1.000	-0.01~0.03	0.709	-0.02~0.04	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02
4-7	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.02~0.03	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03
5-4	1.730	-0.01~0.04	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03
5-5	1.000	-0.01~0.03	1.410	-0.01~0.04	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02
5-6	1.000	-0.01~0.03	2.230	-0.00~0.05	1.730	-0.01~0.04	2.128	-0.00~0.06	1.000	-0.01~0.03
5-7	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02
6-4	0.000	-0.03~0.03	1.000	-0.01~0.03	0.709	-0.02~0.04	0.000	-0.02~0.02	0.709	-0.02~0.04
6-5	1.227	-0.02~0.05	0.709	-0.02~0.04	1.410	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03
6-6	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	1.410	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02
6-7	1.000	-0.02~0.06	0.815	-0.03~0.06	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03
7-4	0.578	-0.03~0.05	1.000	-0.02~0.06	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03	0.578	-0.03~0.05
7-5	1.418	-0.01~0.05	0.709	-0.02~0.04	0.000	-0.04~0.04	1.000	-0.02~0.06	0.709	-0.02~0.04
7-6	0.000	-0.03~0.03	0.000	-0.05~0.05	1.227	-0.02~0.05	1.000	-0.03~0.07	0.000	-0.04~0.04
7-7	1.000	-0.01~0.03	1.410	-0.01~0.04	0.000	-0.03~0.03	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02

n=8, p=0.05,t=2.306

(Unit : mm)

C.I.= Confidence Interval

表 3 5 人の計測者における各標識点間距離

	A			B			C		
	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.
4-4	36.49	0.01	36.47~36.51	36.47	0.01	36.46~36.48	36.48	0.01	36.47~36.50
4-5	38.30	0.01	38.29~38.31	38.31	0.02	38.29~38.34	38.32	0.02	38.30~38.34
4-6	44.24	0.01	44.22~44.26	44.24	0.02	44.42~44.26	44.23	0.01	44.21~44.24
4-7	49.66	0.02	49.64~49.68	49.67	0.02	49.94~49.69	49.67	0.02	49.65~49.69
5-4	38.73	0.02	38.70~38.76	38.73	0.01	38.72~38.75	38.74	0.02	38.72~38.77
5-5	39.15	0.02	39.13~39.18	39.19	0.01	39.16~39.18	39.15	0.02	39.13~39.17
5-6	43.61	0.02	43.58~43.63	43.61	0.01	43.60~43.63	43.62	0.01	43.61~43.64
5-7	47.88	0.02	47.86~47.91	47.91	0.01	47.89~47.92	47.89	0.02	47.87~47.92
6-4	43.23	0.02	43.21~43.25	43.23	0.01	43.21~43.25	43.24	0.02	43.22~43.26
6-5	41.65	0.01	41.64~41.67	41.64	0.01	41.63~41.65	41.64	0.01	41.63~41.66
6-6	43.71	0.01	43.69~43.72	43.72	0.01	43.71~43.74	43.70	0.01	43.68~43.72
6-7	45.95	0.01	45.93~45.96	45.96	0.01	45.95~45.98	45.94	0.01	45.93~45.96
7-4	50.78	0.02	50.75~50.81	50.77	0.01	50.75~50.78	50.78	0.02	50.75~50.81
7-5	47.91	0.01	47.90~47.93	47.90	0.02	47.88~47.92	47.92	0.01	47.90~47.93
7-6	48.02	0.02	48.00~48.04	48.03	0.01	48.02~48.05	48.02	0.02	48.00~48.04
7-7	48.40	0.02	48.37~48.44	48.42	0.02	48.39~48.44	48.41	0.02	48.38~48.44

	D			E		
	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.
4-4	36.48	0.02	36.46~36.50	36.49	0.01	36.48~36.51
4-5	38.31	0.02	38.29~38.33	38.32	0.02	38.30~38.34
4-6	44.23	0.02	44.21~44.25	44.23	0.02	44.21~44.26
4-7	49.66	0.02	49.63~49.69	49.66	0.02	49.63~49.69
5-4	38.73	0.02	38.70~38.76	38.73	0.02	38.70~38.76
5-5	39.16	0.02	39.13~39.18	39.16	0.02	39.13~39.18
5-6	43.61	0.02	43.58~43.63	43.63	0.02	43.60~43.65
5-7	47.89	0.01	47.87~47.90	47.89	0.02	47.85~47.93
6-4	43.24	0.01	43.23~43.25	43.22	0.01	43.20~43.24
6-5	41.65	0.01	41.64~41.67	41.65	0.01	41.63~41.66
6-6	43.71	0.02	43.68~43.74	43.72	0.02	43.70~43.75
6-7	45.95	0.01	45.93~45.96	45.96	0.01	45.94~45.97
7-4	50.78	0.02	50.75~50.81	50.78	0.02	50.76~50.80
7-5	47.91	0.01	47.90~47.93	47.92	0.02	47.89~47.95
7-6	48.04	0.01	48.02~48.06	48.03	0.02	48.00~48.06
7-7	48.42	0.02	48.40~48.44	48.41	0.02	48.38~48.43

p=0.05 (Unit : mm)

S.D. : Standard Deviation C.I. : Confidence Interval

表 4 計測者間における各標識点間距離の平均値の差の検定

	No.A-No.B		No.A-No.C		No.A-No.D		No.A-No.E		No.B-No.C	
	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.
$\overline{4-4}$	1.730	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	1.410	-0.01~0.04
$\overline{4-5}$	1.730	-0.01~0.04	2.000	0.00~0.04	1.410	-0.01~0.04	2.230	0.00~0.05	0.000	-0.03~0.03
$\overline{4-6}$	0.000	-0.02~0.02	1.410	-0.01~0.04	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	1.410	-0.01~0.04
$\overline{4-7}$	0.709	-0.02~0.04	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03	0.000	-0.03~0.03	0.000	-0.02~0.02
$\overline{5-4}$	0.000	-0.03~0.03	0.709	-0.02~0.04	0.000	-0.04~0.04	0.000	-0.03~0.03	1.000	-0.01~0.03
$\overline{5-5}$	1.410	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03	1.730	-0.01~0.04
$\overline{5-6}$	0.000	-0.02~0.02	1.730	-0.01~0.04	0.000	-0.03~0.03	1.227	-0.02~0.05	1.000	-0.01~0.03
$\overline{5-7}$	2.230	0.00~0.05	0.709	-0.02~0.04	0.000	-0.02~0.02	0.709	-0.02~0.04	1.000	-0.01~0.03
$\overline{6-4}$	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03
$\overline{6-5}$	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02
$\overline{6-6}$	1.730	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03	1.410	-0.01~0.04	2.230	-0.00~0.05
$\overline{6-7}$	1.730	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	2.000	-0.00~0.05
$\overline{7-4}$	1.227	-0.02~0.05	0.000	-0.04~0.04	0.000	-0.03~0.03	0.000	-0.03~0.03	1.000	-0.01~0.03
$\overline{7-5}$	1.410	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03	1.730	-0.01~0.04
$\overline{7-6}$	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	1.730	-0.01~0.04	0.000	-0.03~0.03	1.000	-0.01~0.03
$\overline{7-7}$	1.000	-0.02~0.05	0.000	-0.03~0.03	1.227	-0.02~0.05	0.000	-0.03~0.03	0.709	-0.02~0.04

	No.B-No.D		No.B-No.E		No.C-No.D		No.C-No.E		No.D-No.E	
	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.	T	C.I.
$\overline{4-4}$	1.000	-0.01~0.03	1.730	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03
$\overline{4-5}$	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03
$\overline{4-6}$	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.03~0.03	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02
$\overline{4-7}$	0.709	-0.02~0.04	0.709	-0.02~0.04	0.709	-0.02~0.04	0.709	-0.02~0.04	0.000	-0.03~0.03
$\overline{5-4}$	0.000	-0.03~0.03	0.000	-0.03~0.03	1.227	-0.02~0.05	1.000	-0.02~0.05	0.000	-0.03~0.03
$\overline{5-5}$	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03
$\overline{5-6}$	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	1.730	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02	1.418	-0.01~0.03
$\overline{5-7}$	2.000	0.00~0.04	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.03~0.03	0.709	-0.02~0.04
$\overline{6-4}$	1.000	-0.01~0.03	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	1.730	-0.01~0.04	1.730	-0.01~0.04
$\overline{6-5}$	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02
$\overline{6-6}$	0.709	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	0.709	-0.02~0.04	2.000	0.00~0.04	0.709	-0.02~0.02
$\overline{6-7}$	1.730	-0.01~0.04	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.02~0.02	1.410	-0.01~0.04	1.000	-0.01~0.03
$\overline{7-4}$	1.410	-0.01~0.04	1.000	-0.01~0.03	0.000	-0.03~0.03	0.000	-0.03~0.03	0.000	-0.03~0.03
$\overline{7-5}$	1.410	-0.01~0.04	1.227	-0.02~0.05	0.000	-0.02~0.02	0.000	-0.03~0.03	0.000	-0.02~0.02
$\overline{7-6}$	0.000	-0.02~0.02	1.000	-0.01~0.03	1.730	-0.01~0.04	0.000	-0.03~0.03	1.410	-0.01~0.04
$\overline{7-7}$	0.000	-0.03~0.03	0.709	-0.02~0.04	0.709	-0.02~0.04	0.000	-0.03~0.03	1.000	-0.01~0.03

n=8, p=0.05,t=2.306

C.I.: Confidence Interval

(Unit: mm)

3. 本実験方法を用いた1例についての測定結果

被験者は、日本大学付属歯科病院に下顎右側第1大臼歯部の疼痛を主訴として来院した20歳男子で、口腔診断科により、慢性化膿性歯根膜炎により抜歯適応症と診断されたものである。口腔内所見(図14)は、 $\overline{6}$ の歯

図 14

冠部が、近心から舌側そして遠心へと歯冠の約3/4に実質欠損が認められ、軟化象牙質は髓床底にまでおよんでいた。 $\overline{7}$ 、 $\overline{7}$ には、1級のアマルガム充填処置がなされていた。 $\overline{6}$ は欠損しており、約1年前に某歯科医院にて抜歯処置を受け、その後補綴処置を施すことなく現在にいたったものであり、空隙は下顎第1大臼歯冠の約1/3程度が狭まっていた。X線フィルムにより $\overline{8}$ の埋伏が認められた。その他特記すべき口腔内所見は認められなかった。印象採得の時期は、抜歯前日(1st)、抜歯後1日目(2nd)、5日目(3rd)、11日目(4th)、15日目(5th)、23日目(6th)、26日目(7th)、39日目(8th)、43日目(9th)、57日目(10th)、70日目(11th)、98日目(12th)の計12回行い、各々の印象採得時に5個の印象を採得し、合計60個の計測のための石膏歯列模型を得た。これらの石膏歯列模型を、本実験方法により計測のための規格された石膏歯列模型とした。計測にあたっては、 $\overline{1}$ 、 $\overline{1}$ の標識点を基準とし、右側は $\overline{1}$ から $\overline{2}$ 、

表 5-1 1例における各時期の標識点間距離

	1st			2nd			3rd			4th		
	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.
$\overline{1}$ - $\overline{1}$	5.06	0.02	5.05~5.06	5.06	0.02	5.04~5.07	5.05	0.02	5.04~5.07	5.05	0.02	5.04~5.06
$\overline{1}$ - $\overline{2}$	4.99	0.02	4.97~5.00	4.98	0.02	4.97~5.00	4.97	0.03	4.96~4.99	4.98	0.02	4.96~4.99
$\overline{1}$ - $\overline{3}$	10.67	0.02	10.66~10.68	10.67	0.02	10.66~10.68	10.67	0.02	10.66~10.68	10.68	0.02	10.67~10.69
$\overline{1}$ - $\overline{4}$	15.33	0.02	15.31~15.34	15.32	0.02	15.31~15.33	15.33	0.02	15.32~15.34	15.32	0.03	15.31~15.34
$\overline{1}$ - $\overline{5}$	21.69	0.02	21.67~21.70	21.68	0.02	21.67~21.70	21.67	0.02	21.66~21.69	21.68	0.02	21.67~21.69
$\overline{1}$ - $\overline{7}$	34.80	0.02	34.79~34.81	34.79	0.02	34.78~34.81	34.80	0.03	34.79~34.81	34.79	0.02	34.78~34.80
$\overline{1}$ - $\overline{2}$	5.11	0.02	5.10~5.12	5.12	0.02	5.10~5.13	5.13	0.02	5.11~5.14	5.13	0.02	5.12~5.14
$\overline{1}$ - $\overline{3}$	10.68	0.02	10.66~10.69	10.66	0.03	10.65~10.68	10.67	0.02	10.65~10.68	10.67	0.02	10.66~10.69
$\overline{1}$ - $\overline{4}$	16.97	0.02	16.96~16.98	16.97	0.02	16.96~16.98	16.97	0.02	16.96~16.98	16.98	0.02	16.97~17.00
$\overline{1}$ - $\overline{5}$	21.66	0.02	21.65~21.67	21.71	0.02	21.69~21.72	21.77	0.02	21.75~21.78	21.80	0.02	21.79~21.81
$\overline{1}$ - $\overline{7}$	40.43	0.02	40.42~40.45	40.40	0.02	40.39~40.41	40.30	0.02	40.29~40.31	40.12	0.03	40.11~40.13

	5th			6th			7th			8th		
	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.
$\overline{1}$ - $\overline{1}$	5.05	0.02	5.04~5.06	5.07	0.02	5.06~5.08	5.05	0.02	5.04~5.06	5.05	0.02	5.04~5.07
$\overline{1}$ - $\overline{2}$	4.98	0.02	4.97~4.99	4.98	0.02	4.97~4.99	4.99	0.02	4.97~5.00	4.98	0.02	4.97~4.99
$\overline{1}$ - $\overline{3}$	10.67	0.02	10.66~10.68	10.66	0.02	10.65~10.67	10.67	0.02	10.65~10.68	10.67	0.02	10.66~10.68
$\overline{1}$ - $\overline{4}$	15.33	0.02	15.31~15.34	15.33	0.02	15.32~15.34	15.33	0.02	15.31~15.34	15.33	0.02	15.31~15.34
$\overline{1}$ - $\overline{5}$	21.67	0.02	21.66~21.68	21.68	0.02	21.67~21.69	21.67	0.02	21.66~21.69	21.67	0.02	21.66~21.68
$\overline{1}$ - $\overline{7}$	34.79	0.02	34.78~34.80	34.78	0.02	34.76~34.79	34.77	0.02	34.76~34.79	34.76	0.02	34.75~34.78
$\overline{1}$ - $\overline{2}$	5.13	0.02	5.11~5.14	5.13	0.02	5.11~5.14	5.13	0.02	5.12~5.14	5.12	0.02	5.10~5.14
$\overline{1}$ - $\overline{3}$	10.67	0.02	10.65~10.68	10.67	0.02	10.66~10.69	10.68	0.02	10.66~10.69	10.67	0.02	10.65~10.68
$\overline{1}$ - $\overline{4}$	16.99	0.02	16.98~17.00	17.00	0.02	16.99~17.01	17.00	0.02	16.99~17.01	17.03	0.02	17.02~17.04
$\overline{1}$ - $\overline{5}$	21.79	0.02	21.78~21.80	21.81	0.02	21.80~21.82	21.81	0.02	21.79~21.82	21.83	0.02	21.82~21.84
$\overline{1}$ - $\overline{7}$	40.07	0.02	40.06~40.08	40.01	0.02	40.00~40.02	39.98	0.02	39.97~39.99	39.95	0.02	39.94~39.96

表 5-2

	9th			10th			11th			12th		
	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.	Mean	S.D.	C.I.
$\overline{1-1}$	5.06	0.02	5.04~5.07	5.06	0.02	5.05~5.00	5.05	0.02	5.04~5.07	5.05	0.02	5.04~5.06
$\overline{1-2}$	5.00	0.02	4.98~5.01	4.99	0.02	4.97~5.00	4.98	0.02	4.97~4.99	4.98	0.02	4.97~5.00
$\overline{1-3}$	10.66	0.03	10.65~10.68	10.67	0.02	10.66~10.68	10.67	0.02	10.66~10.68	10.67	0.02	10.66~10.68
$\overline{1-4}$	15.34	0.02	15.33~15.35	15.32	0.02	15.31~15.33	15.33	0.02	15.31~15.34	15.33	0.02	15.31~15.34
$\overline{1-5}$	21.69	0.02	21.68~21.71	21.67	0.02	21.66~21.68	21.67	0.02	21.66~21.68	21.69	0.02	21.68~21.71
$\overline{1-7}$	34.77	0.02	34.75~34.78	34.75	0.02	34.73~34.76	34.74	0.02	34.73~34.75	34.72	0.02	34.71~34.73
$\overline{1-2}$	5.13	0.02	5.12~5.14	5.13	0.02	5.12~5.14	5.13	0.02	5.12~5.14	5.13	0.02	5.12~5.14
$\overline{1-3}$	10.69	0.02	10.68~10.71	10.67	0.02	10.65~10.68	10.68	0.02	10.66~10.69	10.68	0.02	10.66~10.69
$\overline{1-4}$	17.03	0.02	17.01~17.04	17.04	0.02	17.03~17.06	17.06	0.02	17.05~17.07	17.07	0.02	17.06~17.08
$\overline{1-5}$	21.83	0.02	21.82~21.85	21.87	0.02	21.86~21.88	21.90	0.02	21.89~21.92	21.94	0.02	21.93~21.95
$\overline{1-7}$	39.95	0.02	39.94~39.96	39.92	0.02	39.91~39.93	39.90	0.02	39.89~39.91	39.87	0.02	39.85~39.88

p=0.05

(Unit : mm)

S.D. : Standard Deviation C.I. : Confidence Interval

図 15

3], 4], 5], 7], 左側は $\overline{1}$ から $\overline{2}$, $\overline{3}$, $\overline{4}$, $\overline{5}$, $\overline{7}$, また $\overline{1}$ から $\overline{7}$ の標識点間距離を 1 個の石膏歯列模型について、それぞれ 5 回計測した。その計測値の最大値、最小値は除き、同一時期の 5 個の石膏歯列模型において各標識点間距離について 15 個の計測値を得、平均値、標準偏差と 5% の危険率における母集団の区間を推定した。表 5 は、下顎右側第 1 大臼歯欠損による欠損前と欠損後の各歯における標識点間距離の計測値である。拔牙前と拔牙後 98 日目での標識点間距離を比較すると $\overline{1-1}$, $\overline{1-2}$, $\overline{1-3}$, $\overline{1-2}$, $\overline{1-3}$, $\overline{1-4}$, $\overline{1-5}$ 間に有意差は認められず、 $\overline{1-4}$, $\overline{1-5}$, $\overline{1-7}$, $\overline{1-7}$ に有意差が認められた。図 15 は、有意差の認められた部位の標識点間距離をグラフに図示したものである。距離について (+) は、標識点間距離の増加を、(-) は減少を

示している。

V. 結 論

顎歯模型より作製し、本法により規格された 5 個の実験用石膏歯列模型の右側第 1 小臼歯から右側第 2 大臼歯および左側第 1 小臼歯から左側第 2 大臼歯の咬合面コア一板上に設置された標識点における各標識点間距離に有意差は認められなかった。また 5 人の計測者による実験用石膏歯列模型の各標識点間距離についても、計測者間の有意差は認められなかった。本法を用いた 1 例において、右側第 1 大臼歯を拔牙した後の 98 日目までの計測では、右側中切歯、右側第 2 大臼歯間および左側中切歯、左側第 2 大臼歯間の標識点間距離が減少し、右側中切歯、右側第 1 小臼歯間および右側中切歯、右側第 2 小臼歯間の標識点間距離が増加し、拔牙前より有意差が認められた。

稿の終りに臨み、実験装置の製作にあたって御協力をいただいた株式会社木村工作所の諸氏にお礼申し上げます。

文 献

- 1) 中沢 勇：歯牙欠損後における残存歯列の位置的变化，日本歯科評論，195：31~40，1959。
- 2) 光井敏郎，桜井義二：補綴学上から見た顔面並びに顎の研究，其三，歯牙喪失後に於ける残存歯の移動に就いて，歯科医学，15：52~56，1952。

- 3) 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在歯の変化，第1報，口科誌，4：256，1955.
- 4) 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在歯の変化，第2報，口科誌，5：311～312，1956.
- 5) 富士川善彦：天然歯列弓における歯冠傾斜角度および捻転角度の研究，口病誌，25：475～494，1958.
- 6) 藤田恒太郎：歯の計測規準について，人類学雑誌，61：1，昭24.
- 7) 藤田恒太郎：歯の解剖学，東京，京都，日本医書出版，10頁，昭24.
- 8) Kleeberg, R.: Die biologischen Grundlagen des Metallkronenersatzes, Georg Thieme, 12, 1934.
- 9) 石渡禧引：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，補綴誌，16：293～320，1973.
- 10) 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.
- 11) 水谷 紘：歯牙欠損後の顎堤の形態変化ならびに残存歯の位置変化，補綴誌，17：275～226，1973.
- 12) 井形 巽：抜歯創の治癒に関する実験的研究，九州歯科学会雑誌，13：4，744～785，1959.
- 13) 清水俊雄：咬合調整前後における咬合接触点および咬合接触面積の変化に関する研究，補綴誌，22：274～293，1978.
- 14) 中澤 清：総義歯の咬合調整前後における咬合接触点および咬合接触面積の変化に関する研究，補綴誌，22：294～308，1978.
- 15) 菊地 進：咬合成立上の第1大臼歯の重要性，歯界展望，40：579～584，1972.
- 16) 藍 稔，丸山雅昭：第1大臼歯と咬合，歯界展望，40：631～639，1972.
- 17) 山内和夫，他：日本人青年男女正常咬合著の歯牙および歯列の計測による標準値，日本矯正歯科学会雑誌，24：1，1～7，1965.
- 18) Godon, C.: Parallelogram and polygin of forces showing the factors involved in the maintenance and overthrow of the articular equilibrium of teeth in the dental arches, The Dental Cosmos, 48：748～750，1906.
- 19) Stein, G. und Weinman, J.: Die physiologische Wanderung der Zähne, Zeitschrift für Stomatologie, 23：733～744，1925.
- 20) Parma, C.: Die Zahnwanderung, Österreichische Zeitschrift für Stomatologie, 51：473～485，1954.
- 21) Salzmann J. A.: A study of orthodontic and facial changes and effects on dentition attending the loss of first molars in five hundred adolescents, Jour. A. D. A. & D. Cos., vol. 25：892～905，1938.
- 22) 水谷 紘，石幡伸雄：歯の挺出について，日本歯科評論，423：25～32，1978.
- 23) William D. Love, Russell L. Adams.: Tooth movement into edentulous areas, J. P. D., 25：271～278，1971.
- 24) B. B. McCollum.: Is it necessary to replace missing teeth?, J. Amer. Dent. Ass, 24：442～448，1937.
- 25) 中尾勝彦，他：石膏歯列模型の寸法精度，補綴誌，15：178～185，1971.
- 26) Kenneth D. Rudd, Robert M. Morrow.: Accurate Casts, J. P. D. 21：545～554，1968.
- 27) Kenneth D. Rudd, Robert M. Morrow.: Accurate alginate impression, J. P. D. 22：294～300，1969.