咬合採得材料に関する研究

簡 章二

A Study of Interocclusal Record Materials

Shoji Kan

目 次

I. 緒 言

II. 研究方法

1. 実験装置

- 1) 金属歯型
- 2) 測定装置

2. 実験方法

- 1) バイトの採得
- 2) トリミング
- 3) 試料の保存
- 4) 金属歯型の再適合
- 5) 測定
- 6) 計算

3. 測定精度

- 1) 顕微鏡の倍率の設定
- 2) 読み取り誤差
- 3) 測定者間の変動
- 4) 総合誤差

4. 咬合採得材料

III. 結 果

1. 各種バイト採得材料の経時的差異
2. 術者による差異

IV. 考 察

1. 研究方法について
 - 1) 実験条件
 - 2) 実験装置

3) 計算方法

2. 咬合記録材料について

- 1) せっこう
- 2) 酸化亜鉛ユージノール・ペースト
- 3) シリコーン印象材のヘビー・ボディ・タイプ
- 4) コンパウンド
- 5) ポリエーテル・ラバー
- 6) ワックス
- 7) 即時重合レジン

V. 結 論

I. 緒 言

歯科臨床において、クラウンやブリッジを製作する際、咬頭嵌合位における患者の上下顎関係を咬合器上に正確に再現することは最も基本的で、かつ最も重要なことがらである。咬合器上の上下顎関係が生体での上下顎関係と異なっているとすれば、その上で製作された補綴物が口腔内で十分機能することは望み得ないからである。

しかし、現実には咬合器上で製作されたクラウンやブリッジがそのまま口腔内で機能することはむしろ稀で、両者の齟齬を埋めるべく口腔内でいわゆる咬合調整の行われることが多い。

咬頭嵌合位における上下顎関係が口腔内と咬合器上とでどのように相違する原因は一般に、1) 咬合に伴う歯周組織の変形など患者に起因するもの¹⁻³⁾、2) 模型材料や咬合採得材料の精度など使用材料に起因するもの^{4,5)}、3) 咬合採得操作や材料の取り扱いなど術者に起因するものの3群に大別され⁶⁾、それぞれ詳細に検討されている。

これらのうち咬合採得材料に起因するものは特に重要な因子と考えられるが、ワックスやせっこうなど実際に

鶴見大学大学院歯学研究科歯科補綴学専攻(指導:花村典之教授)

Department of Prosthetic Dentistry, Graduate School of Dental Medicine, Tsurumi University (Director: Prof. Noriyuki Hanamura)

昭和58年8月10日受付

臨床で使用されている各種材料の精度を実験的に比較検討した報告はきわめて少ない。これは使用されている材料の種類が理工学的に多様なため一律に比較することができず測定方法それ自体に困難が伴ったためと思われる。しかし咬合採得材料のもつ臨床的意義を考えると、この問題に関する根本的な取り組みが急務と思われる。

今回、著者は各種咬合採得材料の精度を臨床に準じて比較する方法を考案し、日常よく使用されている7種類の材料について検討したので、その結果を報告する。

II. 研究方法

全部鋳造冠の支台歯とその対合歯を模した金属歯型を、上下顎を模した定圧荷重装置に装着した。そして、両歯型間にワックスやせっこうなど日常臨床でよく使用されている7種類のバイト採得材料を介在させて咬ませ

図1 実験に用いた金属歯型

た。そして、材料が硬化した後、撤去し、一定時間の経過後に再び支台歯型に可及的に精度よく適合させ、さらに対合歯型も同様に適合させた。以上の操作のうち、バイト採得時ならびに再適合時の対合歯型の三次元的な位置変化を測定することによって、各種咬合採得材料の精度を検討した。

1. 実験装置

実験装置は支台歯とその対合歯を模した金属歯型と測定装置からなる。

1) 金属歯型

実験用金属歯型を図1, 2に示す。図中右側に示す金属歯型 L-1 は下顎大臼歯に対する全部鋳造冠の支台歯を想定し単純化したものであり、製作にあたっては青木ら⁷⁾の報告を参考にした。そしてその形態は咬合面部径 20 mm, 高さ 10 mm, 片側テーパ 10° の円錐台型とし、咬合面隅角部に展開角 45°, 開口部が 2 mm の切れ込みを回転防止として設けてある。図中左側に示す金属歯型 U-1 は支台歯に対合する上顎大臼歯を想定し単純化したものである。これは縦 28 mm, 横 26 mm, 重さ 60 g で咬頭展開角 30° のそれぞれ対象的な4つの咬頭を有している。いずれの金属歯型も 18-8 ステンレス鋼製で測定用のピンが4本 (A, B, C, D) 固着してある。また、測定の精度をあげるため、ピンの長さは金属歯型中心点より約 90 mm と十分長くとり、その先端は鋭利にしてある。

2) 測定装置

製作した装置は、定圧荷重装置と三次元読み取り顕微鏡およびステンレス鋼製の基盤から構成されている。三次元読み取り顕微鏡はピカ精工(株)社製 PRM-3XYZ

図2 実験に用いた金属歯型

図 3 実験装置

を用いた。定圧荷重装置は今回の実験のため製作したものでステンレス鋼製の基盤に固着してある。また、三次元読み取り顕微鏡も同じ基盤に固定してあり、その位置関係が変化しないようにした。この装置を用いて測定する際、顕微鏡の接眼レンズ内のクロス線の中心に測定点を重ね合わせる。すなわち、X, Y 座標については中心点と測定点の重なる位置で合わせ、Z 座標については焦点で合わせることになる。

図 3 に実験装置を示す。図中 N は、下顎支台金属歯型を基盤に固定する台座である。下顎歯型は全実験期間をとおしてこの台座に固定したままとした。このとき歯型の咬合面は座標軸の X, Y 平面と平行になる。M は上顎金属歯型を定圧荷重装置のジグ L に固定する装置でスプリング機構を備えている。

2. 実験方法

実験は通常の臨床操作にならって、各種材料による咬合採得、採得した試料のトリミング、保存、金属歯型への再適合の順序で行い、咬合採得時ならびに再適合時の測定用ピンの位置を測定した。

なお、咬合採得という言葉は無歯顎におけるものをも含み広義にすぎるので、本実験で取り上げた上下顎歯列間に各種材料を介在させることによる咬合採得を、臨床での慣用語に従って本論文では適宜「バイト採得」と表現することにする。また、同じ理由から採得した試料についても時に応じて単に「バイト」と表現することにする。

図 4 実験方法の模式図

る。

1) バイトの採得

バイト採得は以下の順序で行った (図 4-1, 2)。

- (1) バイト採得材料を練和あるいは軟化する。
- (2) バイト採得材料を上下顎金属歯型間に置く。
- (3) 定圧荷重装置を操作し 20 kg で咬合させる。ただし、上顎金属歯型咬頭頂と下顎金属歯型咬合面との距離が 3 mm と一定になるようなストッパーがある (図 4-1)。
- (4) バイト採得材料をそれぞれの硬化時間後に撤去する (図 4-2)。

2) トリミング

採得したバイトは咬合面部ばかりでなく軸面にも溢出していることが多い。軸面部の材料はバイトを支台歯に固定する上では有効だが、その量が多すぎるとバイトの支台歯に対する適合が不良となる可能性がある。そこで臨床では軸面部の材料はその大部分が除去されている⁸⁻¹⁰⁾。本実験ではすべての材料について上下顎印象面とも軸面部の高さが 0.5 mm になるように同一術者が調整した。

3) 試料の保存

本実験では練和あるいは軟化開始後、再適合時までの保存時間の影響を知るため、採得した試料を 2 時間、24 時間、48 時間保存して用いた。また、材料の種類によってはこの間の保存条件の影響を強く受けることが考えられたので、試料の保存に特別な注意を払った。すなわち、バイト採得後の試料はすべて摂氏 23 ± 1 度、湿度 $50 \pm 5\%$ の恒温恒湿の室中に保存した。

4) 金属歯型の再適合

金属歯型の再適合方法を図 4-3 に示す。その方法は試

料を下顎金属歯型に可及的に最も適合するように合わせ、その後可撤式に製作してある上顎金属歯型を同様に適合させた。実際の臨床では再適合する支台歯および対合歯はせっこう模型で咬合採得時のものとは異なる。しかし、本実験では咬合採得材料の精度を知ることが目的なので、印象採得ならびに模型製作に伴う誤差を消去するため、咬合採得時ならびに再適合時ともに同じ金属歯型を用いた。

また、再適合という操作はごく臨床的なものであるため、術者によって異なる可能性がある。そこで、3人の術者間の相違についても検討した。

5) 測定

測定はバイト採得時、および金属歯型再適合時にすべて同一術者により行った。その方法は、金属歯型に固着してある各ピンの先端に焦点を合わせ、接眼レンズ内のクロス線の中心と一致させる。その時の X, Y, Z 座標値を読み取る。また各ピンの測定にあたりその順序は A, B, C, D の順で行った (バイト採得時: X_1, Y_1, Z_1 , 金属歯型再適合時: X_2, Y_2, Z_2 とする)。

6) 計算

本実験ではバイト採得時と再適合時との上顎金属歯型の咬頭頂の移動距離および移動方向をピン A, B, C, D を測定することにより算出した。

まず上顎金属歯型のピン A, B, C, D と咬頭頂 E, F, G, H の三次元的位置を実験装置の座標軸内で測定する。このピン A, B, C, D と咬頭頂 E, F, G, H の位置関係は剛体であるため変化しない。この時点では咬頭頂の位置は測定できるが、バイト採得時および再適合時では測定できない。そのためピンを測定することによりバイト採得時、再適合時の咬頭頂の位置を算出する。

咬頭頂の三次元的位置は4つのピンのうち3つのピンを測定することにより求められる。図5に3つのピン A, B, C と4つのうち1つの咬頭頂 E と座標軸の原点 O との関係を図式的に示す。Tr-0 はピンおよび咬頭頂測定時の金属歯型を表す。図の A_0, B_0, C_0, E_0 の位置は測定により求められていて、それは原点 O からのベクトル $\vec{a}_0, \vec{b}_0, \vec{c}_0, \vec{e}_0$ で表せる。またピン A_0, B_0, C_0 と咬頭頂 E_0 とはベクトル $\vec{\beta}_0, \vec{\gamma}_0, \vec{\delta}_0$ で関連づけられている。したがって、次の①, ②, ③の関係式が得られる。

$$\vec{a}_0 + \vec{\gamma}_0 = \vec{b}_0 \quad \text{①}$$

$$\vec{a}_0 + \vec{\beta}_0 = \vec{e}_0 \quad \text{②}$$

$$\vec{a}_0 + \vec{\delta}_0 = \vec{c}_0 \quad \text{③}$$

そして式①, ②, ③より式④, ⑤, ⑥が導かれる。

$$\vec{\gamma}_0 = \vec{b}_0 - \vec{a}_0 \quad \text{④}$$

図5 測定用ピンと咬頭頂の関係の模式図

$$\vec{\beta}_0 = \vec{e}_0 - \vec{a}_0 \quad \text{⑤}$$

$$\vec{\delta}_0 = \vec{c}_0 - \vec{a}_0 \quad \text{⑥}$$

図5の Tr-1 はバイト採得時の金属歯型を表す。この時ピン A_0, B_0, C_0 と咬頭頂 E_0 の位置関係は変化しないでベクトル $\vec{a}_0, \vec{b}_0, \vec{c}_0, \vec{e}_0, \vec{\beta}_0, \vec{\gamma}_0, \vec{\delta}_0$ が $\vec{a}_1, \vec{b}_1, \vec{c}_1, \vec{e}_1, \vec{\beta}_1, \vec{\gamma}_1, \vec{\delta}_1$ となることにより式⑦, ⑧, ⑨が得られる。

$$\vec{\gamma}_0 \cdot \vec{\beta}_0 = \vec{\gamma}_1 \cdot \vec{\beta}_1 \quad \text{⑦}$$

$$\vec{\delta}_0 \cdot \vec{\beta}_0 = \vec{\delta}_1 \cdot \vec{\beta}_1 \quad \text{⑧}$$

$$|\vec{\beta}_0| = |\vec{\beta}_1| \quad \text{⑨}$$

またこの時、式④, ⑤, ⑥と同様に式④', ⑤', ⑥'が求められる。

$$\vec{\gamma}_1 = \vec{b}_1 - \vec{a}_1 \quad \text{④'}$$

$$\vec{\beta}_1 = \vec{e}_1 - \vec{a}_1 \quad \text{⑤'}$$

$$\vec{\delta}_1 = \vec{c}_1 - \vec{a}_1 \quad \text{⑥'}$$

そして、公式により式⑩, ⑪が得られる。

$$|\vec{\beta}_0|^2 = \beta_0 x^2 + \beta_0 y^2 + \beta_0 z^2 \quad \text{⑩}$$

$$|\vec{\beta}_1|^2 = \beta_1 x^2 + \beta_1 y^2 + \beta_1 z^2 \quad \text{⑪}$$

このようにして得られた式⑦より式⑫, 式⑧より⑬, 式⑨, ⑩, ⑪より式⑭が導かれる。

$$\begin{aligned} & \gamma_0 x \cdot \beta_0 x + \gamma_0 y \cdot \beta_0 y + \gamma_0 z \cdot \beta_0 z \\ & = \gamma_1 x \cdot \beta_1 x + \gamma_1 y \cdot \beta_1 y + \gamma_1 z \cdot \beta_1 z \quad \dots\dots\dots (12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \delta_0 x \cdot \beta_0 x + \delta_0 y \cdot \beta_0 y + \delta_0 z \cdot \beta_0 z \\ & = \delta_1 x \cdot \beta_1 x + \delta_1 y \cdot \beta_1 y + \delta_1 z \cdot \beta_1 z \quad \dots\dots\dots (13) \end{aligned}$$

$$\beta_0 x^2 + \beta_0 y^2 + \beta_0 z^2 = \beta_1 x^2 + \beta_1 y^2 + \beta_1 z^2 \quad \dots\dots\dots (14)$$

この式(12), (13), (14)を連立させることにより Tr-1 では測定できないベクトル $\vec{e}_1$ を算出し咬頭頂 E_1 の座標値とする。以上のようにバイト採得時の咬頭頂の位置を算出し、また図5の Tr-2 に示す再適合時の咬頭頂も同様に算出する。そして Tr-1 と Tr-2 の差をもって移動距離とし、移動距離の X, Y, Z 成分を用いて、X, Y 平面に対する移動方向の角度で移動方向を算出した。

以上の演算を行うにあたり、用いたコンピューター

図 6 咬頭頂の移動距離と方向を算出するフローチャート

は、シャープ社製 PC-3200S で演算は 2 進法 10 進法で行っている。図 6 にプログラムのフローチャートを示す。フローチャートに示すように、バイト採得時のピンの測定値と再適合時のピンの測定値を入力すると、各咬頭頂の座標値とその移動距離および移動方向が出力として得られる。移動距離は mm の単位で、移動方向は座標軸の XY 平面に対する角度で算出する。

3. 測定精度

本実験の測定精度について、以下の点を検討した。

- (1) 顕微鏡の倍率を何倍に設定するか
- (2) 読み取り誤差について
- (3) 測定に際して測定者間の変動について
- (4) 総合誤差について

1) 顕微鏡の倍率の設定

顕微鏡を用いて測定用ピンを測定する際に用いるべき倍率を検討した。一般的には倍率の高いレンズを用いたほうが高い精度が得られると考えられるが、かならずしもそうでない。ピンの先端を強拡大すると曲面をなしているため、倍率を上げることによってかえって測定精度が低下する可能性がある¹¹⁾。

顕微鏡レンズの倍率をそれぞれ 25 倍、50 倍と変化し、おのおの 30 回ずつ測定用ピンを測定した。その結果を表 1 に示す。また X 軸、Y 軸、Z 軸を総合評価するためにベクトルで表したのが表 2 である。その結果 X 軸、Y 軸では倍率による差はほとんどみられなかったが、Z 軸については焦点により合わすためレンズの被写界深度の違いによって 50 倍の方が 25 倍に比べ標準偏差、95% 信頼区間とも約 1/2 とともに小さい結果が得られた。したがって、倍率 50 倍のレンズを今後の測定に使用するこ

表 2 倍率を変化した時のベクトル変換値 (mm)

magnifications	mean	S. D.	95% C. I.
× 25	90.356	0.066	±0.025
× 50	67.240	0.025	±0.009

表 1 倍率を変化した時の計測値 (mm)

magnifications	axis	mean	S. D.	95% C. I.
× 25	x	35.710	0.008	±0.003
	y	6.616	0.008	±0.003
	z	82.736	0.073	±0.027
× 50	x	35.715	0.007	±0.003
	y	6.618	0.011	±0.004
	z	56.585	0.031	±0.011

表 3 ピンの読み取り値 (mm)

pin	axis	mean	S. D.	95% C. I.
C	x	165.45	0.006	±0.005
	y	131.38	0.007	±0.005
	z	56.43	0.018	±0.013

表 4 計測者間のベクトル値 (mm) の分散分析表

SV	SS	df	MS	F	P
O (operator)	0.0010	2	0.0005	0.6262	P>0.05
D (day)	0.0014	2	0.0007	0.8832	P>0.05
O×D	0.0008	4	0.0002	0.2669	P>0.05
Error	0.2088	261	0.0008		
Total	0.2120	269			

SV : 要因, SS : 平方和, df : 自由度, MS : 不偏分散,
F : F 値, P : 検定

とした。

2) 読み取り誤差

顕微鏡の倍率を 50 倍にした時の読み取り誤差を求めるため、金属歯型に固着してある測定用ピンの測定を繰返し行った。すなわち、まず三次元読み取り顕微鏡の鏡筒を座標軸の原点 0, 0, 0 に合わせ、次に鏡筒を測定用ピンの先端が視野の中心にくるように移動する。そして、焦点を合わせ鏡筒内の十字線にピンの先端を合わせる。この操作を 30 回繰返して測定を行った。

その結果を表 3 に示す。この結果によると 95% 信頼区間において最大の値を示したのは、Z 座標の 0.013 mm であった。したがって、本装置の読み取り誤差は ±0.013 mm となる¹²⁾。

3) 測定者間の変動

本装置を使用し測定する際、測定者間の変動を知るためピン C について測定した。

測定方法は、読み取り誤差の場合と同様に、読み取り顕微鏡の鏡筒を最初 X, Y, Z 軸とも原点 0, 0, 0 に合わせてからピン C まで移動しその先端を測定する。この操作を測定者 3 人、測定日 3 日間おのおの 30 回ずつ繰返し合計 90 回測定を行った。得られた結果をもとに二元配置分散分析を行った結果を表 4 に示す。いずれの間にも有意差は認められなかった。その結果、本装置は計測者、計測日を変化させて測定してもいずれも測定誤差が小さく、今回の実験に十分応用できることが判明した。

4) 総合誤差

以上の実験装置、実験方法をもって実験、測定を行

う。そしてその測定値を用いて演算を行い、咬頭頂の移動距離および移動方向を算出する。しかし本実験装置の読み取り誤差が ±0.013 mm である。したがって測定用ピン A, B, C の 3 つのみの測定値を用いて咬頭頂の移動距離の算出を行った場合、測定誤差を含んだ実験の総合誤差は数 100 μm になってしまう。そこで本実験では測定用ピン A, B, C, D の 4 つを用い、それらを 3 つずつ組み合わせ 12 組とし、それぞれ咬頭頂の移動距離を算出する。そして、それらの値を平均することにより実験の総合誤差を測定誤差を含むシュミレーションにより求めた。その結果総合誤差を ±0.015 mm とすることができた。移動方向はこの平均した値を用いて算出する。移動方向の総合誤差は ±0.82° となった。

4. 咬合採得材料

実験に用いた咬合採得材料を表 5 に示す。今回の実験に際し、一般臨床で用いられている理工学的に性質の異なる 7 種類の材料の中から各々 1 種類の商品を選んだ^{5,8,13,14)}。

せっこうは Bayer 社製の Xanthano (製造番号 32357K)、シリコーン・ラバーは東芝シリコーン(株)社製の Tosicon (製造番号 base : IN01, catalyst : IN23)、ポリエーテル・ラバーは ESPE 社製の Ramitec (製造番号 20710)、ワックスは G-C 社製の Bite wax (製造番号 100711)、コンパウンドは G-C 社製の Bite compound (製造番号 070721)、ユージノール・ペーストは HARRY J. BOSWORTH COMPANY 製の Super bite (製造番号 454218)、レジンは Myo-tronics 社製の Sapphire myo-

print (製造番号 powder : 1167, liquid : 1222) である。

これらのバイト採得材料は、それぞれ性質が異なるものであり練和方法あるいは軟化方法も異なる。以下にそれぞれの材料の取り扱い方法を示す。

1) Xanthano : 混水比はメーカー指定の 52/100 (ml/g) とし、実験には 7.8/15 (ml/g) を用いた。練和方法はラバー・カップ内でせっこうスパチュラを用いて 30 秒間手練和した。その後ただちにバイト採得を行い、練和開始後 5 分で金型から撤去する。

2) Tosicon : 混合比はメーカー指定の base/catalyst = 20/0.18 (g/ml) とし、実験には 10/0.09 (g/ml) を用いた。練和方法は練和紙上でスパチュラを用いて 30 秒間練和した後、手指に取り 30 秒間練和した。その後ただちにバイト採得を行い、練和開始後 10 分で金型から撤去する。

3) Ramitec : 混合比はメーカー指定の base/catalyst : 130/18 (g/g) とし、実験には 7/1 (g/g) を用いた。練和方法は練和紙上でスパチュラを用いて 30 秒間練和した。その後ただちにバイト採得を行い、練和開始後 5 分で金型から撤去する。

4) Bite wax : 実験に用いた重量は 5 g で、軟化方法は摂氏 50 度の温水に 1 分間浸した。その後ただちにバイト採得を行い、軟化開始後 5 分で金型から撤去する。

5) Bite compound : 実験に用いた重量は 8 g で、軟化方法は摂氏 55 度の温水に 2 分間浸した。その後ただちにバイト採得を行い、軟化開始後 6 分で金型から撤去する。

6) Super bite : 混合比はメーカー指定の base/accelerator : $7\frac{1}{2}/3\frac{1}{4}$ (oz/oz) とし、実験には 11.5/5 (g/g) を用いた。練和方法は練和紙上でスパチュラを用いて 45 秒間練和した。その後ただちにバイト採得を行い、練和開始後 5 分で金型から撤去する。

7) Sapphire myo-print : 粉液比はメーカー指定の 2/1 (g/ml) とし、実験には 4/2 (g/ml) を用いた。練和方法は紙コップ内でスパチュラを用いてゲル状になるまで 1 分間練和し、その後練和開始後 2 分間まで放置した。そして 2 分から 4 分間までの間にバイト採得を行い、練和開始後 10 分で金型から撤去する。

以上の各材料の実験に用いた量は、上下顎金属歯型の咬合面の印象が明確に採得できる範囲で最少の量を目安とした。

III. 結 果

1. 各種バイト採得材料の経時的差異

バイト採得材料 7 種類を用いた場合のバイト採得後 2, 24, 48 時間における咬頭頂の移動距離を表 6 に示す。表中の値は、上顎金属歯型の 4 つの咬頭頂のうち 1 つの咬頭頂の移動距離を表したものである。またこの値はそれぞれ 12 個の試料の結果のうち偏差値が 50 より最も隔たっているもの 2 つを棄却した残りの 10 個の試料の平均と標準偏差である。図 7 は表 6 に示すバイト採得後 2, 24, 48 時間における各バイト材料間の移動距離をグラフ化したものである。横軸はバイト採得後の時間、縦軸は移動距離である。グラフの各点は平均値を示し、上下の線は標準偏差を示している。

表 7 は表 6 と同じ試料における移動方向を座標軸の X, Y 平面すなわち下顎支台金属歯型の咬合面に対する角度で表した結果であり、() 内は標準偏差である。

1) バイト採得後 2 時間の移動距離および移動方向
移動距離は Super bite が 0.09 mm と最も小さく、次いで Tosicon の 0.17 mm, Xanthano の 0.22 mm, Bite wax の 0.30 mm, Sapphire myo-print の 0.31 mm, Ramitec の 0.36 mm, Bite compound の 0.37 mm の順で

表 5 実験に用いた材料

材料の種類	商 品 名
plaster of paris	Xanthano (Bayer)
silicone rubber	Tosicon (Toshiba)
polyether rubber	Ramitec (ESPE)
wax	Bite wax (GC)
compound	Bite compound (GC)
eugenol paste	Super bite (H.J.B.Co.)
self-curing resin	Sapphire myo-print (Myo-tronics)

大きくなった。また、その標準偏差は Super bite が最も小さく 0.04 mm を示した。そして Xanthano, Sapphire myo-print, Tosicon, Ramitec, Bite compound, Bite wax の順で大きくなる傾向を示した。また表 8 は、バイト採得後 2 時間の結果を各バイト 採得 材料 について Welch の検定を行った結果である。表によると最も移動距離の小さかった Super bite は、Tosicon 以外のすべてと有意の差を示した。

移動方向は 24.1° から 63.5° に分布し、そのうち Super bite, Xanthano が他の材料より小さい結果であった。

2) バイト採得後 24 時間の移動距離および移動方向
移動距離は Xanthano, Super bite, Tosicon がそれぞれ 0.22 mm, 0.23 mm, 0.24 mm とほぼ同じであり、次いで Bite compound, Ramitec, Bite wax, Sapphire myo-print の順であった。この時の標準偏差は移動距離と同様に Xanthano が最も小さく 0.03 mm であった。次いで Sapphire myo-print が 0.07 mm, Super bite が 0.09 mm と小さい値を示した。そして Ramitec, Bite compound の順で大きくなり、Tosicon と Bite wax がともに 0.19 mm と最大を示した。表 9 は以上の結果に

ついて Welch の検定を行った結果である。Xanthano, Super bite は Ramitec, Bite wax, Sapphire myo-print と、Tosicon は Bite wax, Sapphire myo-print と、Bite compound は Sapphire myo-print とそれぞれ有意の差

図 7 バイト採得後 2, 24, 48 時間における各材料間の咬頭頂の移動距離の比較

表 6 バイト採得後 2, 24, 48 時間における咬頭頂の移動距離 (mm)

material	2 hours	24hours	48hours
Xanthano	0.22(0.07)	0.22(0.03)	0.21(0.06)
Super bite	0.09(0.04)	0.23(0.09)	0.21(0.09)
Tosicon	0.17(0.13)	0.24(0.19)	0.27(0.09)
Bite compound	0.37(0.22)	0.33(0.18)	0.35(0.24)
Ramitec	0.36(0.20)	0.39(0.15)	0.42(0.09)
Bite wax	0.30(0.24)	0.47(0.19)	0.47(0.16)
Sapphire myo-print	0.31(0.08)	0.49(0.07)	0.57(0.04)

() : standard deviation

表 7 バイト採得後 2, 24, 48 時間における咬頭頂の移動方向 (度)

material	2 hours	24hours	48hours
Xanthano	63.5(12.0)	54.3(9.0)	52.2(15.3)
Super bite	24.1(11.1)	55.6(7.4)	46.7(11.5)
Tosicon	46.6(19.1)	54.7(32.1)	20.0(15.9)
Bite compound	30.8(22.7)	31.3(19.1)	59.4(15.2)
Ramitec	29.8(29.7)	41.2(20.1)	48.7(11.1)
Bite wax	38.7(27.5)	50.1(12.8)	70.4(8.2)
Sapphire myo-print	56.5(14.1)	63.7(15.5)	69.0(9.7)

() : standard deviation

表 8 2 時間後における各材料間の検定 (移動距離)

	Sb	To	Bc	Ra	Bw	Mp
Xa	***	N. S.	N. S.	N. S.	N. S.	*
Sb		N. S.	**	**	*	***
To			*	*	N. S.	*
Bc				N. S.	N. S.	N. S.
Ra					N. S.	N. S.
Bw						N. S.

Xa : Xanthano, Sb : Super bite, To : Tosicon
Bc : Bite compound, Ra : Ramitec
Bw : Bite wax, Mp : Sapphire myo-print
* : significant at 0.05
** : significant at 0.01
*** : significant at 0.001
N.S. : not significant

表 9 24 時間後における各材料間の検定 (移動距離)

	Sb	To	Bc	Ra	Bw	Mp
Xa	N. S.	N. S.	N. S.	**	**	***
Sb		N. S.	N. S.	*	**	***
To			N. S.	N. S.	*	**
Bc				N. S.	N. S.	*
Ra					N. S.	N. S.
Bw						N. S.

Xa : Xanthano, Sb : Super bite, To : Tosicon
Bc : Bite compound, Ra : Ramitec
Bw : Bite wax, Mp : Sapphire myo-print
* : significant at 0.05
** : significant at 0.01
*** : significant at 0.001
N.S. : not significant

を示した。

移動方向では, Bite compound の 31.3° から Sapphire myo-print の 63.7° の間に分布し, その標準偏差は 2 時間後と同様に Xanthano と Super bite が最も小さい値であった。

3) バイト採得後 48 時間の移動距離および移動方向
移動距離は Xanthano と Super bite が 24 時間後と同様に 0.21 mm で最も小さく, Tosicon が 0.27 mm, 次いで Bite compound, Ramitec, Bite wax, Sapphire myo-print とその順序は 24 時間後とほぼ同様であった。またその標準偏差は Sapphire myo-print が最も小さく 0.04 mm, 次いで Xanthano が 0.06 mm を示し, Super bite, Tosicon, Ramitec がすべて 0.09 mm であり, Bite wax の 0.16 mm, Bite compound の 0.24 mm と大きくなっている。表 10 は以上の結果について Welch の検定

を行った結果である。Xanthano, Super bite, Tosicon が Ramitec, Bite wax, Sapphire myo-print と Bite compound, Ramitec が Sapphire myo-print とそれぞれ有意の差を示した。

移動方向は Tosicon の 20.0° から Bite wax の 70.4° に分布し, その標準偏差は Bite wax と Sapphire myo-print がほぼ同じ値を示し, Super bite と Ramitec, Xanthano と Tosicon, Bite compound がほぼ同様の値であった。

4) 各バイト材料の経時的変化

表 6 に示す結果を各材料ごとのグラフにしたのが図 8 であり, 横軸にバイト採得後の時間, 縦軸に移動距離を示す。図 8 によると各材料は経時的にその移動距離がほとんど変化しないものと徐々に大きくなっていくものとに分けられる。すなわち Xanthano, Bite compound は,

ほとんど変化を示さず、他の5つの材料はすべて大きくなる傾向を示した。

Xanthano は、2 時間、24 時間後で 0.22 mm、48 時間後で 0.21 mm と一環してその値は安定しており、24 時間、48 時間後ではすべての材料のなかで最も小さい値であった。Super bite は、2 時間後で 0.09 mm と最も移動距離が小さかったが 24 時間後で 0.23 mm とほぼ Xanthano と同様の値となり、それ以降安定し、48 時間後では 0.21 mm と Xanthano と同様に最も小さい値を示した。Tosicon は、2 時間後で 0.17 mm と比較的小さい値を示したが、時の経過とともにその値は大きくなっていき、48 時間後では 0.27 mm を示した。Bite compound は、2 時間後で 0.37 mm、24 時間後で 0.33 mm、48 時間後で

0.35 mm と移動距離が大きいもののほぼ一定の値を示し安定していた。Ramitec は、2 時間後で 0.36 mm、24 時間後で 0.39 mm、48 時間後で 0.42 mm と経時とともに大きくなっていった。Bite wax は、2 時間後で 0.30 mm、24 時間後、48 時間後で 0.47 mm を示した。Sapphire myo-print は、2 時間後では Bite compound や Ramitec より小さい値であったが 24 時間後では各材料中最も大きくなり 48 時間後でさらに大きくなった。

また、各材料における経時的変化の結果について Welch の検定を行い有意の差を示したものを表 11 に示す。すなわち、Super bite はバイト採得後 2 時間と 24 時間、48 時間との間に有意の差がみられたが、24 時間と 48 時間との間には有意の差がみられなかった。Sapphire myo-print は、2 時間、24 時間、48 時間すべての間で有意の差がみられた。

移動方向について経時的に有意の差があったものを表 12 に示す。表より移動距離でも有意の差を示した Super bite、Sapphire myo-print に加え Tosicon、Bite compound にも有意の差を示すものがあった。

以上の結果を総合的にみると、全般的に経時とともに移動距離は大きくなる傾向であった。

2. 術者による差異

術者が異なる場合の咬頭頂の移動距離について実験を行った。用いたバイト採得材料はこれまでと同じ 7 種類である。そして、測定を行ったバイト採得からの時間は実際の臨床に即して 24 時間後とした。その結果を表 13 に示す。表中の値は表 6 と同様の方法で求めたものである。図 9 のグラフは表 13 の関係を示したものであり、横軸に術者、縦軸に移動距離を示す。

表 14 は表 13 と同様の試料における咬頭頂の移動方向

図 8 咬頭頂の移動距離に及ぼす経過時間の影響

表 10 48 時間後における各材料間の検定 (移動距離)

	Sb	To	Bc	Ra	Bw	Mp
Xa	N. S.	N. S.	N. S.	***	***	***
Sb		N. S.	N. S.	***	**	***
To			N. S.	**	**	***
Bc				N. S.	N. S.	*
Ra					N. S.	***
Bw						N. S.

Xa : Xanthano, Sb : Super bite, To : Tosicon

Bc : Bite compound, Ra : Ramitec

Bw : Bite wax, Mp : Sapphire myo-print

* : significant at 0.05

** : significant at 0.01

*** : significant at 0.001

N.S. : not significant

を示したものであり、()内は標準偏差である。

Xanthano, Super bite, Tosicon はすべての術者において小さい値を示した。しかし、Tosicon は Xanthano, Super bite に比べその標準偏差が大きかった。Ramitec, Sapphire myo-print はその移動距離がすべての術者において大きい値であった。Bite compound は以上の中間の値を示した。また、Bite wax は術者による値の変化が大きく、その標準偏差も大きかった。

移動距離について、術者による差異を知るため Welch の検定を行った結果を表 15 に示す。Xanthano, Super bite, Tosicon 間には有意の差がみられず、術者による差が認められなかった。また他の材料 Bite compound, Ramitec は術者 Op-1 と Op-2 の間に、Bite wax は術者 Op-1 と Op-2, Op-3 との間に有意の差がみられ、Sapphire myo-print は Op-1 と Op-2 の間にそして Op-

図 9 術者が異なる場合の咬頭頂の移動距離の比較

表 11 各材料における経時による差異の検定 (移動距離)

Super bite			Sappire myo-print		
	24h.	48h.		24h.	48h.
2h.	**	**	2h.	***	***
24h.		N. S.	24h.		*

h : hours
* : significant at 0.05
** : significant at 0.01
*** : significant at 0.001
N.S. : not significant

表 12 各材料における経時による差異の検定 (移動方向)

Super bite			Tosicon		
	24h.	48h.		24h.	48h.
2h.	***	**	2h.	N. S.	**
24h.		N. S.	24h.		*

Bite compound			Sapphire myo-print		
	24h.	48h.		24h.	48h.
2h.	N. S.	**	2h.	N. S.	**
24h.		**	24h.		**

h : hours
* : significant at 0.05
** : significant at 0.01
*** : significant at 0.001
N.S. : not significant

表 13 術者が異なる場合の咬頭頂の移動距離 (mm)

material	Op-1	Op-2	Op-3
Xanthano	0.22(0.03)	0.24(0.04)	0.26(0.09)
Super bite	0.23(0.09)	0.23(0.06)	0.23(0.07)
Tosicon	0.24(0.19)	0.26(0.15)	0.20(0.10)
Bite compound	0.33(0.18)	0.16(0.11)	0.22(0.11)
Ramitec	0.39(0.15)	0.34(0.11)	0.49(0.17)
Bite wax	0.47(0.19)	0.20(0.14)	0.21(0.17)
Sapphire myo-print	0.49(0.07)	0.69(0.18)	0.44(0.15)

Op-1, 2, 3 : operator
() : standard deviation

表 14 術者が異なる場合の咬頭頂の移動方向 (度)

material	Op-1	Op-2	Op-3
Xanthano	54.3(9.0)	51.1(8.2)	59.3(13.5)
Super bite	55.6(7.4)	49.1(15.2)	61.0(17.3)
Tosicon	54.7(32.1)	41.0(26.9)	59.6(19.6)
Bite compound	31.3(19.1)	49.5(19.5)	33.6(24.7)
Ramitec	41.2(20.1)	33.9(18.7)	35.8(14.6)
Bite wax	50.1(12.8)	46.7(20.1)	39.5(19.5)
Sapphire myo-print	63.7(15.5)	69.4(10.9)	54.6(25.3)

Op-1, 2, 3 : operator
() : standard deviation

表 15 各材料における差異の検定 (移動距離)

Bite compound			Ramitec		
	Op-2	Op-3		Op-2	Op-3
Op-1	*	N. S.	Op-1	*	N. S.
Op-2		N. S.	Op-2		N. S.
Bite wax			Sapphire myo-print		
	Op-2	Op-3		Op-2	Op-3
Op-1	**	*	Op-1	**	N. S.
Op-2		N. S.	Op-2		**

Op-1, 2, 3 : Operator
* : significant at 0.05
** : significant at 0.01
N.S. : not significant

2 と Op-3 との間に有意の差がみられた。

また移動方向について、術者による差異を知るため Welch の検定を行ったが、術者間の差異はみられなかった。

IV. 考 察

上下顎の歯の咬頭嵌合すべき位置を決める操作である

咬合採得は、歯の欠損形態や対合歯との接触の有無によって術式や使用材料が著しく異なる。その中で、なんらかの咬合採得材料によって上下顎関係を記録しておかない限り、模型となったのち、それらを相互に関連づけ固定することのできない症例は数多い。

こうした症例では使用する咬合採得材料の種類によって、咬頭嵌合位の精度が大きく影響されると考えられる。臨床では古くからの材料であるワックス、セッコウ、モデリング・コンパウンドをはじめ、酸化亜鉛ユージノール・ペースト、レジンなど様々な材料が混在して使用されるが、それぞれの材料の精度を検討した報告はきわめて少ない。本研究の目的はこの点を明らかにすることである。

1. 研究方法について

1) 実験条件

咬合採得材料の精度を実験的に求めた報告の中には、咬合採得の基準を中心位に求め、この下顎位の再現性と関連づけたものがある¹⁵⁻¹⁸⁾。この方法での値には材料の精度とこの下顎位の安定性がともに含まれるので、各材料の精度を比較することは困難と思われる。しかし、基礎実験として咬合器上の中心位で各種材料による記録を採得している場合¹⁷⁾はこの限りでなく、材料の精度を表していると考えられる。

これに対し、咬頭嵌合位において各種バイト材料によって咬合採得し、その再現性あるいは安定性をみたものは^{6, 19-25)}、咬合嵌合位が安定したものであるため、材料の性質を的確に表現しているものと思われる。しかし、その多くは歯列全体をバイト材料が被覆しているため、再適合操作を複雑にし、咬頭傾斜や歯列弓の大きさなどが影響する余地を残しているように思われる。

このため本実験では実験条件を簡略化して1歯分とし、再適合操作が容易になるように工夫した。また、実際の臨床においても使用するバイト材料が全歯列を被覆する必要はなく、局所的に用いるべきとの指摘があり^{8-10, 26, 27)}、これも参考にした。

2) 実験装置

これまでの研究に用いられている歯型は、セッコウを用いて作られたものが多い。しかし、セッコウ模型は経時的に変形を起こすばかりでなく、周囲の環境によっても影響を受けやすい。また、その材質が脆弱なため、咬合採得材料の適合を繰返し行った場合破損してその形態が変化する可能性もある。これらの理由により咬合採得材料の性質のみを比較する実験用歯型の材料として用い

るには、セッコウは不適当と思われる。そこで本実験では18-8ステンレス・スチールを用いて、実験用歯型を製作した。そのため歯型は常に同じ状態で実験に用いられたと思われた。

金属歯型は下顎大臼歯に全部鑄造冠の支台歯形成を行ったものと、その対合歯である上顎大臼歯を想定したものである。その形態はできる限り単純化したもので、下顎支台歯は円錐台形とした。また上顎大臼歯は細かい溝等はつけず、十字の裂溝のみとした。そして裂溝の交点を中心として咬合面観が点対称となるように製作してある。したがって、材料の性質のみを比較するにあたり、模型の形態による影響は少ないと思われる。

定圧荷重装置部はバイト採得を行うために用いられた。実験においてバイト採得時に問題になるのは、上顎部と下顎部の位置的な再現性である。本実験に用いた定圧荷重装置の位置的再現性を取り付けられた咬頭頂の位置の再現性で現すと、その最大誤差は約 $\pm 0.06 \text{ mm}$ でこの点に関しては問題がないと思われた。また、この装置を用いてバイト採得を行うにあたり 20 kg の荷重をかけた。これはこれまでの咬合力に関する報告を参考とし決定した^{28, 29)}。

測定装置部は、三次元読み取り顕微鏡を用いた。測定装置で問題となるのは、その測定精度である。本研究の読み取り誤差は $\pm 0.013 \text{ mm}$ である。そして、この読み取り誤差は日時および計測者を変えても変化しなかった。したがって、本装置は本研究を行うに際し十分であると思われた。

3) 計算方法

これまで上下顎模型を位置づけた時の差異は模型上にもうけてある測定点の垂直的、水平的移動や模型に固着してあるピン先端の移動または咬合器に取り付けた時の顎頭球の移動によって表されてきた。すなわち、これらは模型全体の移動を表すものである^{6, 11, 19-25)}。しかし歯冠補綴において最も重要なのは、形成歯と対合歯との三次元的位置の変化である。

今回の実験では、形成歯に対する対合歯咬頭頂の位置の変化を測定値より計算を行い求めた。これまでも任意点の三次元的位置を計算によって求める方法は種々考案されている^{30, 31)}。しかしその実験誤差は一般に大きい。測定誤差を含む測定値を用い計算を行って任意点を求める場合、その測定誤差の影響により実験誤差は大きくなる。実験誤差を小さくするには、測定誤差を小さくするか、計算誤差を小さくすることが必要である。測定誤差を小さくするには、測定装置の精度を上げる必要が

ある。しかし、本実験に用いられている三次元測定装置の精度は約 0.01 mm である。したがって、これまで用いられてきた計算方法によると実験誤差は数 100 μm になってしまう。

そこで今回の実験では、従来の研究で多く行われている方法、すなわち 3 つの測定点により任意点の算出を行うことに對し、4 つの測定点を用いそれらを 3 つずつ組み合わせることにより求められる 12 の計算値を平均することとした。なお、任意点と測定点の位置関係はベクトルにより定めた。

以上の方法を用いて計算を行うが、計算を行う計算機の精度も問題となってくる。コンピューターには計算を 2 進法で行うものと 10 進法で行うものがある。前記の方法で 2 進法を用いて計算を行った場合を 10 進法を用いて計算を行った場合と比較すると、その計算誤差は数百倍になる。そこで本研究では 2 進法 10 進法を用いて計算を行うコンピューターを用いた。以上の方法により計算を行ったため、その計算誤差を 0.002 mm にすることができた。すなわち測定誤差および計算誤差を含む総合誤差を測定誤差の 1.15 倍である 0.015 mm と非常に小さくすることができた。

2. 咬合採得材料について

口腔内の上下顎関係を模型上に再現するための鍵の役目を担っている咬合採得材料に寄せる具備条件は 1) 精度のよいこと、2) 操作性のよいこと、3) 脆弱でないこと、4) 咬合時に抵抗感の少ないことなど厳しく^{8,14,32)}、これらの条件をすべて備えた材料は現在のところまだない。しかし、最も重要なのはいうまでもなく精度にすぐれていることで、この観点から本実験を行った。

以下に本実験で扱った各材料について具体的に検討を加えることとする。

1) せっこう (Xanthano)

せっこうは模型材料として歯科臨床に欠かすことのできない重要な材料であるが、その他に埋没材あるいは印象材としても利用されている。咬合採得材としてのせっこうはこのうちの印象用せっこうを流用したもので、本研究で取りあげたいいわゆるバイト材料としてばかりでなく、ゴシックアーチ描記後の顎位固定用や側方チェックバイト材としても使用されている。

印象用せっこうの特徴は、硬化時間を調節できること、硬化後こわれやすいことなどであるが、さらに 0.06 % まで小さくすることができるという硬化膨脹量の小ささにある³³⁾。しかし、咬合採得材としてのせっこうは一

般的に精度が高いとされながらも^{13,14,34,35)}、それを実験的に証明した報告はほとんど見当たらず¹⁷⁾、臨床例の報告も非常に少ない^{5,8,10)}。

この点に関し、本実験の結果によると Xanthano の精度は高く、経時的にも安定しており、術者による差異もなく、すぐれた材料であるとの従来の臨床的感覚を裏づけることとなった。

しかし、うすい部分が壊れやすいこと、唾液の侵襲を受けやすいことなどの欠点があり、これが臨床での普及を妨げている原因となっているように思われる。こうした欠点を改良した咬合採得専用のせっこう材料の開発が望まれる。

2) 酸化亜鉛ユージノール・ペースト (Super bite)

酸化亜鉛ユージノール・ペーストの歯科における用途は広範囲で、仮封剤、覆髄剤、根管充填剤、印象材、サージカル・パック、合着材そして咬合採得材と実に多方面にわたっている。

咬合採得材料としての酸化亜鉛ユージノール・ペーストは単独^{26,27)}でも、ワックス¹³⁾、コンパウンド³⁶⁾あるいは既製の金属フレームにガーゼを巻きつけたもの^{35,37,38)}などと併用するなどしても使用されており、おそらく現在最も広く使用されている咬合採得材料と思われる。

今回、実験に供した Super bite は Xanthano と同様に最も安定していて、信頼性の高い材料と思われた¹⁷⁾。Super bite は Xanthano とその組成、硬化様式は異なるが、流動性にすぐれ硬化時の寸法変化は約 0.1 % と小さい。そのため良い結果が得られたと思われる。

バイト採得後 2 時間ではすべての試料中で最も高い精度を示したが、24 時間後では移動距離が約 2 倍に増し Xanthano と同等となった。このように経時的に大きな変化を示したのは、2 時間後では酸化亜鉛とユージノールとの反応がまだ完了していないためと思われる。

Mullick⁶⁾ らは Super bite をワックス、シリコーン・ヘビィ、Ramitec と比較し、Super bite が移動距離、ばらつきいずれにおいても他の材料と比べ著しく劣っていたと報告している。これは再適合すべき歯数が多く、他の材料が備えている適合時の柔軟性が Super bite に欠けているためと思われる。しかし、材料として変形しにくいという同じ性質が、使用方法によっては高い精度をもたらし得ることを示唆しているようにも思われる。

なおユージノール・ペースト類の欠点として、一般に硬化後に脆弱であるといわれているが、Super bite はユージノール・ペーストとしては他のものより硬さが有りバイト採得材料として十分な強度を有している。

3) シリコーン印象材のヘビー・ボディ・タイプ (Tosicon)

シリコーン印象材のヘビー・ボディ・タイプは本来、シリコーン印象材による連合印象のための 1 次印象材であるが、操作が簡単で唾液に侵されにくい、これまで咬合採得材料としての可能性も追求されてきた^{6, 22, 23, 39)}。

Millstein ら²²⁾は 3 種類のシリコーン・ヘビィについて、バイト採得後 2, 6, 24, 48 時間後の上顎模型の適合度とバイト材料の重さの変化を測定し、いずれの材料についても経時的に重さが減少し、その減少量と適合度とが水平方向については有意の関係を示したと報告している。経時的な適合度の低下は本実験においても同様に観察されたが、一般に縮合重合型のシリコーン印象材ではエタノールが揮発するために寸法変化を起こし、架橋剤もやがては重合するので貯蔵性が悪いとされており⁴⁰⁾、これが原因で変形が生じたと思われる。

また、得られた結果の標準偏差が大きい、これは硬化後もある程度の弾性を有することが原因と思われる。弾性があるということは、模型との適合が容易であるという利点もあるが、一方その信頼性が劣るという欠点にもつながるようにも思われる。しかし、移動量の絶対値は Xanthano や Super bite に次ぎ、近年は重合時にアルコールを発生しないビニルシリコーン印象材も開発されているので、材料の改良いかんによっては優れた咬合採得材料となるようにも思われる。

4) コンパウンド (Bite compound)

コンパウンドは弾性印象材が開発されるまでの長い間、最も頻繁に使用された印象材であるが、現在は咬合採得材料としても単独⁴¹⁾にあるいは他の材料と併用して³⁹⁾用いられている。

Bite compound は熱可塑性の材料である。軟化点は 53°C であるが温度が下がるにしたがい、その圧流度は 45°C で 94.2%、口腔内温度である 37°C では 4.4% と急速に硬化する。また、その際の線収縮は比較的大きく 0.3~0.4% である³⁹⁾。そのためバイト採得時にも口腔内でかなり収縮すると思われる。このため本実験で得られた結果のように移動距離が Xanthano や Super bite にくらべ大きくなったと思われる。しかし、この材料は熱可塑性を硬化に応用しているため、熱以外の環境の変化による影響を受けずに、経時的に安定した材料といえる。

5) ポリエーテル・ラバー (Ramitec)

ポリエーテル・ラバーは印象材あるいは咬合採得材料

として用いられている⁴²⁾。また、上下顎歯列間の咬合接触状態の記録に用いられることもある^{10, 41)}。

Ramitec は咬合採得用として開発されたもので、その硬化は付加重合による。練和開始後 30 分で最終硬度に達するとされているが、その後も重合反応が進むため、収縮量が大きくなるものと思われる。本実験の結果でも経時的に移動距離が大きくなった。これと対照的に、標準偏差は経時的に小さくなった。これは時の経過とともに弾性が失われ、再適合操作が安定して行えるようになったためと思われる。

Ramitec では術者間に有意差が認められた。これは Ramitec の弾性が大きい、術者ごとに再適合操作が大きく相違したことを意味し、咬合採得材料としてはきわめて不適な性状を有していることになる。なお、Mullick ら⁶⁾はこの材料について術者間に有意差は認められなかったと述べている。Mullick らの実験では模型の再適合時に垂直方向のストッパーが有り、本実験では無いのでこれが原因ではないかと思われる。

また、臨床的には硬化時に強い苦味のあること、硬化後の開口がこの材料の持つ粘着力のため時として著しく困難なこと、バイト採得後の経過時間が長いと材料のトリミングがむずかしくなることなどの問題点がある。

6) ワックス (Bite wax)

現在では本実験でも取り上げたように様々な咬合採得材料があるが、かつては咬合採得材料といえばワックスを意味していたほどである¹⁹⁻²¹⁾。

しかし、ワックスはコンパウンドと同様に熱可塑性を応用して咬合採得する材料で、熱膨脹係数が非常に大きいという欠点がある。また、熱伝導率が低いので均一に軟化することがむずかしく、バイト採得時に内部応力を発生しやすい。その結果、長時間放置すると内部応力の開放に起因する変形をおこす。さらに、ワックスは常温でも可塑性を有するため、模型の再適合時に変形しやすい。本実験の結果もこれらの性質を裏づける形となった。すなわち、移動距離も標準偏差も大きく、咬合採得材料としてワックスを単独で用いることには問題があるように思われた。

こうしたワックスの欠点を改良すべく、現在では様々なワックス材料が市販されており^{13, 14)}、おそらくすべての咬合採得材料中で最も種類が多いのではないと思われる。特に現在では多くの人々が種々のワックス材料を開発して用いている⁴³⁾。

しかし、それらの材料についてもワックスとしての基本的性状は変化すべくもなく、また他の材料と併用する

としてもワックスが全体としての精度を規制するので⁸⁾, なお問題が残るように思われる。

7) 即時重合レジン (Sapphire myo-print)

レジンはその重合過程において収縮するが, 硬化後の硬さは非常に大きく弱い力では変形しない。このため咬合採得材料としても期待されてきた^{24, 32, 35)}。ことに Jankelson⁴⁴⁾ のマイオ・セントリックとの関連において, Sapphire myo-print が開発されるに及んで, この下顎位の再現性と絡めて多くの報告がなされた。

しかし, 結果は Millstein らの報告²³⁾と同様に, シリコーン・ヘビィよりも遙かに大きな移動距離を示した。ただし, 硬化後は非常に硬く, 再適合時の操作としての安定性は高かった。この点は杉山の報告¹⁷⁾と一致している。また, この材料は収縮に伴う変形のためか, 再適合時にガタつきの認められることがあった。術者による差異が見られたのはこのためと思われる。

また, Sapphire myo-print は本来マイオ・セントリックを記録するための材料であるため, 硬化までに約9分と時間のかかること, 口腔内で刺激性を有すること, 硬すぎて模型を損傷する可能性のあること, アンダー・カット部に入った材料の除去が困難なことなど即時重合レジンに特有の多くの問題を内含しているように思われる。

V. 結 論

理工学的に異なる性状を有する各種咬合採得材料の精度を同一の測定方法で比較する方法を考案し, その方法によって日常の臨床でよく使用されている7種類の材料(Xanthano, Super bite, Tosicon, Bite compound, Ramitec, Bite wax, Sapphire myo-print)について検討し, 以下の結論を得た。

1. 実験を行った7種類の材料のうち, 咬合採得材料として最も望ましいと思われたのは Xanthano と Super bite で Tosicon がこれに次いだ。

2. Bite compound, Ramitec, Bite wax, Sapphire myo-print は精度的に劣りかつ術式としての安定性に欠け, 咬合採得材料として望ましいとは思われなかった。なお, これら4材料いずれについても術者間に有意差が認められた。

3. Super bite, Sapphire myo-print にはバイト採得後の経過時間によって, 統計的に有意の差が認められたものがあったが, 他の材料については認められなかった。

稿を終えるにあたり, 終始ご懇篤なるご指導とご校閲を賜りました花村典之教授に深く感謝の意を捧げますとともに, ご校閲をいただいた本学歯学部歯科理工学教室平澤 忠教授, 保存学教室河野 篤教授に深謝いたします。また, 有益なご助言をいただいた本間盛太郎本学非常勤講師ならびに歯科補綴学第2講座の教室員諸兄に厚く感謝の意を表します。

なお, 本論文の要旨の一部は 昭和57年度日本補綴歯科学会関東支部会学術例会(昭和58年2月26日)において発表した。

Summary

A method whereby various materials used to make interocclusal records may be tested, was established and the accuracy and variance of seven practical materials, that is, Xanthano, Super bite, Tosicon (silicone-body), Bite compound, Ramitec, Bite wax, Sapphire myo-print, were studied. The obtained results were as follows:

1. Xanthano and Super bite were the least variable and most reliable of all materials investigated.

2. Tosicon revealed almost the same accuracy to Xanthano and Super bite, however with large variance for mounting procedure.

3. Bite compound, Ramitec, Bite wax and Sapphire myo-print were not reliable because of lower accuracy and large variances. And any of these four materials showed statistically significant mounting discrepancies among three operators.

4. Super bite and Sapphire myo-print resulted in statistically significant mounting discrepancies due to storage time of 2, 24 and 48 hours after making registrations.

文 献

- 1) 後藤建機: 歯牙の生理的動揺に関する実験的研究, 歯科学報, 71: 1415~1444, 1971.
- 2) Gates, G.N. and Nicholls, J.I.: Evaluation of mandibular arch width change, J. Prosthet. Dent., 46: 385~392, 1981.
- 3) 坂東永一, 田中伐平, 長谷川成男: 半導体ストレイン・ゲージを用いた咬頭嵌合位測定装置, 補綴誌, 18: 329~336, 1975.
- 4) 藤城鉄英: 顎模型の寸法精度に関する研究, 補綴誌, 18: 382~402, 1975.
- 5) 山本哲也: クラウン・ブリッジの咬合採得, デンタル・ダイヤモンド, 4(1): 76~77, 1979.
- 6) Mullick, S.C., Stackhouse, J.A. and Vincent, G.R.:

- A study of interocclusal record materials, J. Prosthet. Dent., 46 : 304~307, 1981.
- 7) 青木潤一, 富金原則子, 清浦祝子, 花村典之: 全部鋳造冠の軸面傾斜について, 第一報 歯型の観察, 補綴誌, 24 : 1~7, 1980.
 - 8) 塩沢育己: 咬合採得, 補綴臨床/別冊, 調節性咬合器, 193~202, 1977.
 - 9) 真坂信夫, 杉沢晃治, 難波康博: 作業用模型とクラウンの適合—歯周組織の粘弾性的性状に対する作業用模型の表現限界—, 歯科技工/別冊, クラウンの適合, 42~56, 1980.
 - 10) 福島俊士, 伊波 侃, 水野行博: 石膏バ이트の採得と咬合器装着, 補綴臨床, 14 : 133~140, 1981.
 - 11) 杉山 渉, 野田 仁, 川瀬昌一郎, 棧 淑行, 幸田 成, 田中秀享, 堀田一男, 五十嵐孝義: 下顎模型付着時の三次元的位位置差に関する研究 第一報 計測装置と計測方法, 補綴誌, 23 : 423~427, 1979.
 - 12) 築添 正: 精密測定学, 4~14, 養賢堂, 東京, 1982.
 - 13) 染谷成一郎, 山根通裕: チェックバイト材料のいろいろ, DE, 27 : 32~37, 1973.
 - 14) 腰原 好: チェック・バイトについて, 日本歯科評論, 384 : 45~56, 1974.
 - 15) Strohaver, R.A. : A comparison of articulator mountings made with centric relation and myocentric position records, J. Prosthet. Dent., 28 : 379~390, 1972.
 - 16) Lundeen, H.C. : Centric relation records: The effect of muscle action, J. Prosthet. Dent., 31 : 244~253, 1974.
 - 17) 杉山 渉: 下顎模型付着時の三次元的位位置差に関する研究 チェックバイト材料および術式による影響, 補綴誌, 24 : 269~283, 1980.
 - 18) Sindedecker, L. : Effect of different centric relation registrations on the pantographic representation of centric relation, J. Prosthet. Dent., 46 : 271~279, 1981.
 - 19) Emmert, J.H. : A method for registering occlusion in semiedentulous mouths, J. Prosthet. Dent., 8 : 94~99, 1958.
 - 20) Millstein, P.L., Kronman, J.H. and Clark, R.E. : Determination of accuracy of wax interocclusal registrations, J. Prosthet. Dent., 25 : 189~196, 1971.
 - 21) Millstein, P.L., Clark, R.E. and Kronman, J.H. : Determination of the accuracy of wax interocclusal registrations Part II, J. Prosthet. Dent., 29 : 40~45, 1973.
 - 22) Millstein, P.L., Clark, R.L. and Myerson, R.L. : Differential accuracy of silicone-body interocclusal records and associated weight loss due to volatiles, J. Prosthet. Dent., 33 : 649~654, 1975.
 - 23) Millstein, P.L. and Clark, R.E. : Differential accuracy of silicone-body and self-curing resin interocclusal records and associated weight loss, J. Prosthet. Dent., 46 : 380~384, 1981.
 - 24) 泉谷祐紀員, 井上 宏, 吉村 弘, 山下 敦, 三谷春保: チェックバイト法による中心咬合位の再現性—咬合器顆頭球の変位からみた考察—, 補綴誌, 21 : 79~83, 1977.
 - 25) 児玉重明: Checkbite 材の物性が有歯顎における中心咬合位採得の安定性に及ぼす影響に関する研究, 歯科学報, 79 : 955~989, 1979.
 - 26) 吉田恵夫, 内山洋一: 支台印象用トレーと印象法 (I), 歯科臨床技術講座1, 139~154, 1966.
 - 27) Adams, H.F. : A technique for quadrant interocclusal records, J. Prosthet. Dent., 47 : 44~46, 1982.
 - 28) 高見沢忠: 健康永久歯の相対咬合力および個歯咬合力に関する研究, 補綴誌, 9 : 217~236, 1965.
 - 29) Yurkstas, A. : The effect of masticatory exercise on the maximum force to larence of individual teeth J. Dent. Res., 32 : 322~327, 1953.
 - 30) 真柳昭絃: 側方滑走運動における顆頭運動に関する研究, 補綴誌, 14 : 158~182, 1970.
 - 31) 塩澤恭郎, 林 豊彦, 野村修一, 野村章子, 森田 実, 平野秀利, 石岡征靖: 下顎任意点の運動解析: 第1報 測定システム, 補綴誌, 25 : 499~507, 1981.
 - 32) Skurnik, H. : Resin registration for interocclusal records, J. Prosthet. Dent., 37 : 164~172, 1977.
 - 33) Skinner, E.W. and Phillips, R.W. (三浦維四, 川上道夫, 林 一郎, 塩川 延洋訳): スキンナー歯科材料学 (上巻), 50~64, 75~82, 医歯薬出版, 東京, 1978.
 - 34) Rubinstein, J. : Simplified impression technique for bridge and precision cases, D. Digest, 65 : 457~459, 1959.
 - 35) Skurnik, H. : Accurate interocclusal records, J. Prosthet. Dent., 21 : 154~165, 1969.
 - 36) 丸森賢二: シリコンを使用するクラウン・ブリッジの印象—カッパーバンドを併用する場合—, 補綴臨床, 7 : 333~340, 1975.
 - 37) Berman, M.H. : Accurate interocclusal records, J. Prosthet. Dent., 10 : 620~630, 1969.
 - 38) Wilson, E.G. and Werrin, S.R. : Double arch impressions for simplified restorative dentistry, J. Prosthet. Dent., 49 : 198~202, 1983.
 - 39) Douglass, G.D. : The cast restoration—Why is it high? —, J. Prosthet. Dent., 34 : 491~495, 1975.
 - 40) Anderson, J.N. (山根正次, 平澤 忠訳): 要説歯科材料学 (第5版), 199~202, 医歯薬出版, 東京, 1978.

- 41) 金子一芳, 宮地 建夫, 水村竹宏: CHECK-BITE と咬合器 (II), 日本歯科評論, 395: 83~95, 1975.
- 42) 田中良種: クラウン・ブリッジのための咬合採得法, 補綴臨床/別冊 調節性咬合器, 203~214, 1977.
- 43) 保母須弥也: Occlusomatic, 補綴臨床/別冊, 調節性咬合器, 265~274, 1977.
- 44) Jankelson, B: マイオモニターの正しい使い方, (I) Quintessence international, 5: 25~30, (II) Quintessence international dental digest, 6: 25~29, 1978.