

傾斜埋入インプラントの作業用模型における

アナログ変位に及ぼす印象材の硬度の影響

—印象用コーピング非連結での検討—

佐久間隆章 山村文弘 下出 毅

Effect of Impression Material Hardness on the Displacement of Abutment

Analogs of the Master Casts for Tilted Implants without Connecting

Impression Copings

Takaaki SAKUMA, Fumihiko YAMAMURA and Takeshi SHIMODE

Objective : The aim of this study was to investigate the influence of the hardness of impression materials on the displacement of abutment analogs during the process of making impressions and master casts using the impression copings with unconnected resin blocks under the condition of tilted implant abutment.

Materials and methods: A metal mould with 2 analogs for superstructures (S1, S2) and 2 for reference (R1, R2) were created. S1 and S2 were placed between R1 and R2, and were buccolingually tilted at a 30 degree angle. The resin blocks were added to the impression copings on S1 and S2, and those on R1 and R2 were fixed to the tray before making impressions. Two types of additional silicone rubber impression materials of different hardness (IJ, EI) were used in this study. Master casts were made by pouring α stone after connecting abutment analogs on impression copings. After a rectangular coordinate by R1 and R2 was set, positions of S1 and S2 were determined using a three coordinate measuring machine.

Results : The amounts of displacement of S1 and S2 were significantly larger in IJ group than in EI group. No significant differences between the groups were observed in the change on relative position of S1 and S2 between the metal mould and the master casts, but the measured values were bigger than the data from former reports.

Conclusions : The results suggested that connection of impression copings were recommended for tilted implants regardless of the hardness of impression materials under the condition of this study.

Key words : dental implant, impression material, displacement of abutment analog, accuracy of master cast

緒 言

欠損補綴歯科治療による QOL の向上には、補綴装置が機能を維持する期間の影響が大きいと報告されている¹⁾。したがって歯科インプラント治療においては、回復された機能や形態が長期的に維持されることが重要であり、そのためには適合の良好な上部構造が求められる^{2,3)}ことから、インプラント上部構造の適合性を向上させるための検討がなされてきた。近年では、光学印象による上部構造製作も開始されている⁴⁾が、現状では間接法により製作されることが主流であるため、印象採得から作業用模型製作過程で口腔内を正確に再現する必要がある。そのための一つの方策として、オッセオインテグレートッドインプラントが開発された当初から、印象用コーピング間をパターン用レジンで連結し印象撤去から作業用模型製作の過程で印象用コーピングの変位量の低減化が推奨されてきた⁵⁾。その後も種々の検討がなされ、オープントレー用の印象用コーピング間を連結することで、作業用模型上の再現性が向上し、上部構造の適合が良好になることが報告されている⁶⁻¹¹⁾。しかし近年、Del'Acqua らは、印象用コーピングにパターンレジンのブロックを付与すれば、印象用コーピング間を連結せずに適合良好なインプラント上部構造の製作が可能であることを報告した¹²⁾。印象用コーピング間の連結が不要ならば、連結時のレジン重合収縮によると考えられる誤差¹³⁾がなくなる上に、臨床的には患者が開口を維持する時間が短縮され、レジンモノマーによる不快感を回避できるなどのメリットがある。

一方、印象採得後にインプラントアナログを印象用コーピングに連結し模型材を注入する過程での変形を防止して正確な作業用模型を製作するために、硬度の高い印象材が推奨されている^{5,14)}。前述の Del'Acqua らの報告¹²⁾においても、高硬度のポリエーテルゴム印象材が使用されていた。しかし硬度の高い印象材を有歯顎患者に使用した場合、アンダーカット部を確実にブロックアウトしないと撤去が困難になり、ブロックアウトしても撤去時に患者が苦痛を訴えることを多く経験することから、患者の立場からは硬度の低い印象材

が望ましいといえる。さらに印象材の硬度が高いと作業用模型における再現性や上部構造の適合性が向上することを示す報告は見いだせなかった。そこで松村らは、印象用コーピング間をパターン用レジンで連結した条件下で、2種類の付加型シリコーンゴム印象材(ショア A 硬度:66, 33)を用いて印象材の硬度がアバットメントアナログの変位に及ぼす影響を検討し、印象材の硬度に関わらず正確な作業用模型の製作が可能であることを報告した¹⁴⁾。また山村らは、前述の Del'Acqua らが設定した条件¹²⁾、すなわち印象用コーピングにブロック状のパターン用レジンを付与し連結しない条件でアバットメントアナログの変位量を計測した結果、この条件においても印象材の硬度が高い場合でも、低い場合でも作業用模型の精度に問題がないことを報告した¹⁵⁾。しかし、これらの報告ではインプラント体が咬合平面に対して垂直に植立された状態での評価であった。臨床においてはインプラント体の埋入方向は咬合平面に対して傾斜すること¹⁶⁻¹⁹⁾、インプラント体が傾斜埋入されると垂直に埋入された場合に比較して、印象採得における再現性が劣ること²⁰⁻²⁴⁾が報告されている。この点の解明を目的に山内らは傾斜埋入されたインプラントを想定した金型を用いて印象材の硬度が作業用模型製作過程におけるアナログの変位に及ぼす影響を調べ、印象用コーピングをパターン用レジンで連結した条件下では印象材の硬度に関わらず上部構造の適合に問題は生じないが、低硬度印象材では歯列模型に対するアナログの変位が約15 μm 大きくなり咬合調整量が多少増加することを報告した²⁵⁾。そこで本研究では、印象用コーピングにブロック状のパターン用レジンを付与し連結しない条件下で、傾斜埋入されたインプラント体を想定した金型を用い、アバットメントアナログの変位に及ぼす印象材の硬度による影響を検討することを目的とした。

材料と方法

1. 基準模型と印象採得用パーツ

ステンレス製金型の上面中央部に10.0mmの間隔でアバットメントアナログ (Novel Biocare) を30°傾斜させて2本植立し、それぞれの外側

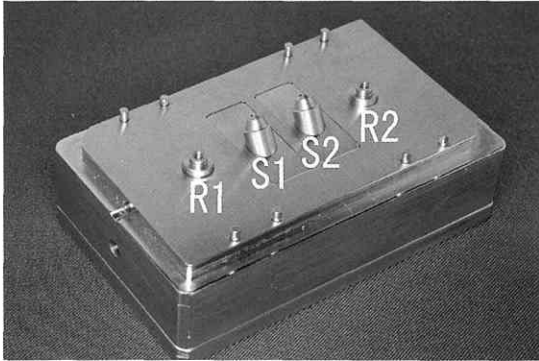


図1 ステンレス製金型による基準模型

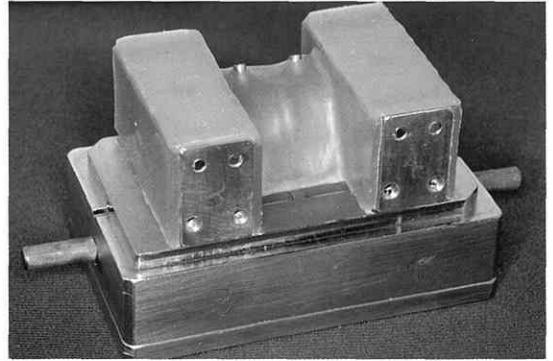


図3 個人トレー製作時のリリース

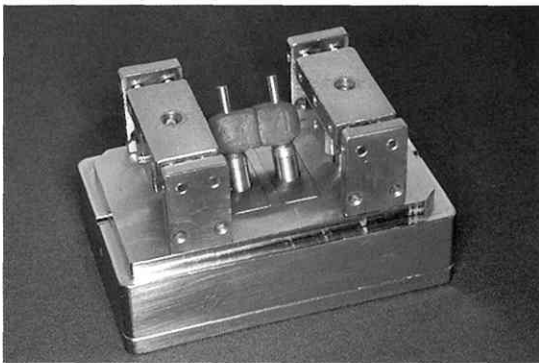


図2 印象用コーピングとトレー連結部

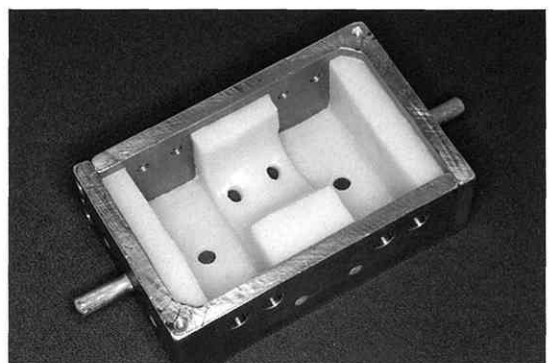


図4 個人トレー内面

12.0mmの位置にステンレスにて製作した基準アナログを植立して、基準模型とした(図1)。中央の2本を上部構造装着部(近心;S1,遠心;S2)とし、基準アナログ(近心;R1,遠心;R2)は歯列における相対的位置の基準とした。

S1,S2に締結した印象用コーピング(Novel Biocare)には、ブロック状のパターンレジン(ジーシー)を連結しない状態で付与し、またR1,R2に連結した基準アナログ用コーピングはステンレス製のトレー連結部にネジ固定した(図2)。この部分は印象採得時に個人トレー外枠とネジ固定される。

個人トレーの製作では、まず基準模型に印象用コーピングとトレー連結部を設置して、パラフィンワックス1枚でリリースした(図3)。次いでトレー外枠に常温重合レジン(トレーレジンII,松風)を圧入してオープントレーを作製した(図4)。

2. 印象材

印象採得には付加型シリコンゴム印象材を用

い、低硬度印象材としてインジェクションタイプ(エグザミックスファイン・インジェクションタイプ,ジーシー:以下IJと略記)を選択した。高硬度印象材はインプラント用印象材(エグザインプラント,ジーシー:以下EIと略記)とし、臨床術式に準じて、少量のエグザミックスファイン・インジェクションタイプとの連合印象とした(表1)。

3. 印象採得と作業用模型の製作

印象採得および作業用模型の製作は、室温22℃,湿度50%に設定した恒温恒湿室中で行った。低硬度印象材による印象採得では,IJをS1,S2およびR1,R2周囲の基準模型面に注入した後,IJを個人トレーに盛り上げ基準模型に適合させた。その後,速やかにトレー連結部と個人トレーをネジで連結し,15分間硬化させた。一方,高硬度印象材による印象採得では,S1,S2およびR1,R2周囲にシリンジで少量のIJを注入し,その周囲と個人トレーにEIを盛り上げた後,同様

表1 使用材料の理工学的性質（メーカー公表値）

印象材	ショアA硬度	永久ひずみ(%)	寸法変化(%)
エグザミックスファイン インジェクションタイプ (ジーシー)	33	0.3	0.1
エグザインプラント (ジーシー)	66	0.6	0.1
模型型	混水比(水/粉)	硬化膨張率(%)	圧縮強さ(MPa)
ニューフジロック (ジーシー)	0.20	0.08	63.7

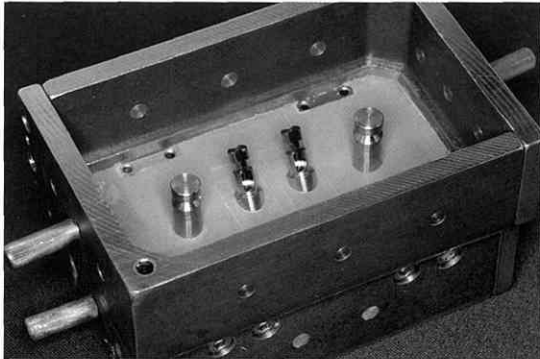


図5 アナログを締結した印象とボクシング用金型枠

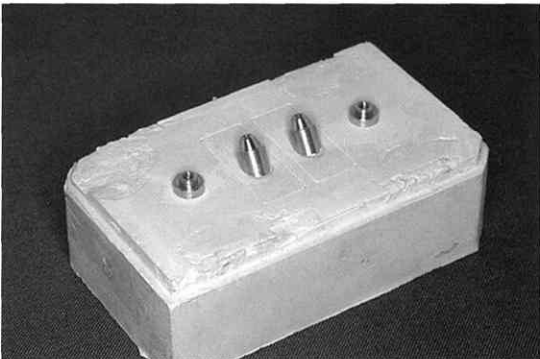


図6 作業用模型

の操作を行った。

コーピングスクリューを緩めて印象を基準模型から撤去し、1時間後に印象面のS1, S2にはアバットメントアナログを、R1, R2には基準用アナログをスクリュー締結した(図5)。ステンレス製のボクシング用枠を印象面に設置し、超硬質石膏(ニューフジロック, ジーシー)を指定混水比(0.2)で真空練和器により練和、注入した後、湿度100%で2時間保管した。ボクシング用枠および個人トレーを撤去し作業用模型とした(図6)。試料数は、高硬度印象材、低硬度印象材それぞれ

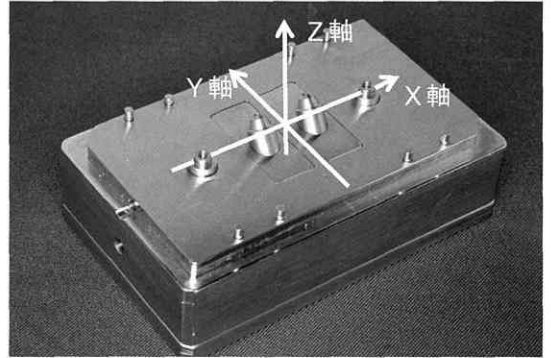


図7 基準模型上に設定した座標系

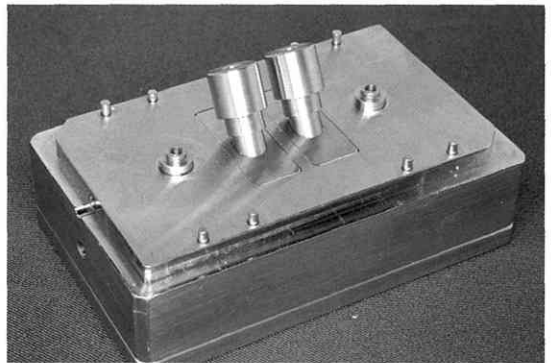


図8 測定用ジグを装着した基準模型

5個とした。なお、印象用コーピングをスクリュー締結する際のトルクは10Ncmに統一した。

4. 計測項目と計測器

測定には三次元座標測定器(BH-V707, ミットヨ)を用いた。測定に際して、まず基準模型上のR1とR2から基準平面を設定し、これらの中点を原点としてR1とR2を通る直線をX軸、これと直交する基準平面上の直線をY軸、これらに直交する直線をZ軸として座標系を設定した(図7)。さらにS1, S2の計測では、円筒形の測定用ジグをスクリュー固定した(図8)。ジグ上面からS1, S2フレンジまでの長さ(9.0mm)を減じ、計測値とした。各模型上で計測したS1, S2の位置と基準模型における計測値との差を変位量とし、X, Y, Z軸方向での変位量および三次元的変位量を算出した。また、基準模型に対するX軸方向、Y軸方向におけるアバットメントアナログの角度の変化を算出した。さらにS1-S2間の相対的位置を算出し、基準模型の値からの差を各作業用模型

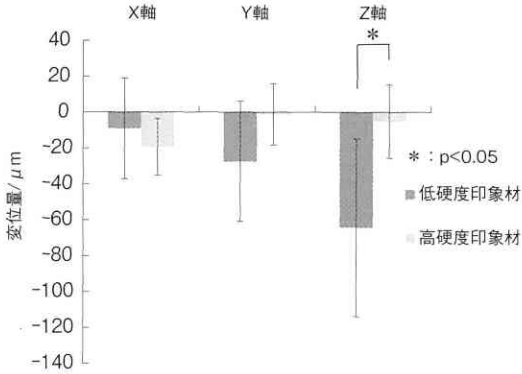


図9 R1, R2に対するS1, S2の変位量(各座標軸方向)

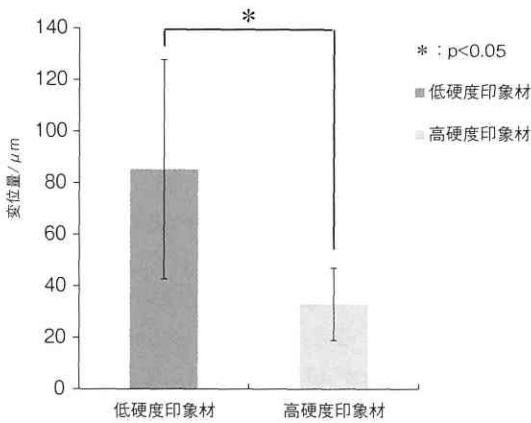


図10 R1, R2に対するS1, S2の三次元的変位量

における S1-S2間の相対的位置の変化として算出した。計測値の統計処理には Student-t テストを用い、有意水準は5%とした。

結 果

1. R1, R2 に対する S1, S2 の変位量

基準模型に対する作業用模型上における S1, S2の変位量(平均±S D)は, IJ 群, EI 群の順に X 軸方向で $-9.1 \pm 28.1 \mu\text{m}$, $-19.4 \pm 15.8 \mu\text{m}$, Y 軸方向で $-27.5 \pm 33.5 \mu\text{m}$, $-1.3 \pm 17.0 \mu\text{m}$, Z 軸方向で $-64.3 \pm 49.5 \mu\text{m}$, $-5.2 \pm 20.4 \mu\text{m}$ であり, Z 軸方向のみで有意な差が認められた(図9)。また三次元的変位量は, IJ 群で $85.3 \pm 42.5 \mu\text{m}$, EI 群では $33.0 \pm 14.0 \mu\text{m}$ であり, IJ 群, EI 群間に有意な差が認められた(図10)。

2. 基準模型に対する S1, S2 の角度の変化

基準模型に比較した S1, S2の角度の変化量(平

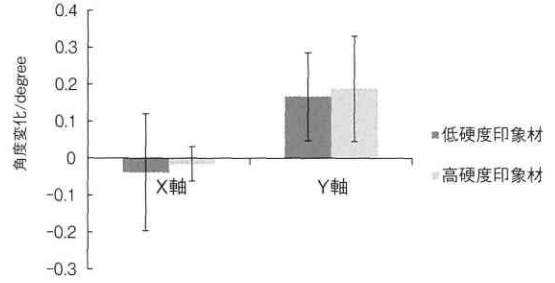


図11 基準模型に対するS1, S2の角度変化

均±S D)は, IJ 群, EI 群の順に X 軸方向で $-0.038 \pm 0.158^\circ$, $0.016 \pm 0.046^\circ$, Y 軸方向で $0.167 \pm 0.119^\circ$, $0.188 \pm 0.143^\circ$ であり, IJ 群, EI 群間に有意な差は認められなかった(図11)。

3. S1, S2 間の相対的位置の変化

基準模型に比較した作業用模型での S1-S2間の変位量(平均±S D)は, IJ 群, EI 群の順に X 軸方向で $39.0 \pm 27.6 \mu\text{m}$, $26.8 \pm 19.2 \mu\text{m}$, Y 軸方向で $35.0 \pm 41.0 \mu\text{m}$, $21.2 \pm 26.1 \mu\text{m}$, Z 軸方向で $65.8 \pm 46.3 \mu\text{m}$, $68.8 \pm 13.6 \mu\text{m}$ であった(図12)。これらから算出した三次元的な S1-S2間の相対的位置の変化は, IJ 群で $97.4 \pm 39.8 \mu\text{m}$, EI 群で $77.5 \pm 16.6 \mu\text{m}$ であり, いずれにおいても群間に有意差はなかった(図13)。

考 察

1. 実験条件の設定について

少数歯欠損症例における歯科インプラント治療では, 残存歯の咬合状態に合わせた上部構造の製作, 装着が行われる。したがって, 現在, 主として行われている作業用模型による間接法では, 作業用模型上の残存歯部における情報が上部構造製作の基準となる。本研究で製作した基準模型に設定した基準用アナログは残存歯部を意味する。すなわち, 印象採得から作業用模型製作過程での変位を可及的に小さくすることで, 作業用模型に再現される歯列模型部と捉え, これを基準として上部構造用アナログの変位を計測することを想定した。したがって, R1, R2に対する S1, S2の変位量は, 咬合面や隣接接触関係の精度に深く関わり, 一方, S1, S2間の相対的位置の変化は, インプラント上部構造の適合精度への影響が大きいことに

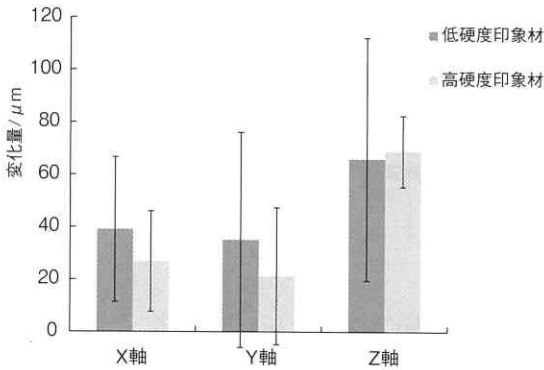


図12 S1, S2間の相対的位置の変化量(各座標軸方向)

なる。

一方、顎骨に埋入されたインプラント体は咬合平面に対して傾斜している¹⁶⁻¹⁹⁾ことが報告されている。また骨量に制限のある症例では傾斜が大きくなり^{26, 27)}、その最大値は26~30°であったとの報告²⁸⁾がみられる。本研究では、傾斜埋入がアナログ変位に及ぼす影響を明確に捉えるため、臨床最もし傾斜が大きい条件を想定して、30°の傾斜角度を設定した。

先に述べたように、インプラント上部構造の印象採得には、硬度の高い印象材が推奨されている。臨床において同種の印象材で硬度を選択する場合は、インジェクションタイプやレギュラータイプ、パテタイプなど数種類から選ぶことになるが、高硬度印象材はフローが悪いものが多いため、一般的にはフローの良い同種の印象材との併用による連合印象が行われる。すなわち印象用コーピング周囲の詳細な再現のため、まずインジェクションタイプ等を少量シリンジで注入した後に、ヘビーボディタイプやハードタイプにより印象採得する方法がとられる。本研究では印象材の硬度の違いが作業用模型におけるアナログの変位に及ぼす影響を検討するため、2種類の印象材を選択した。そして、低硬度印象材による印象採得ではインジェクションタイプを、高硬度印象材による印象採得では少量のインジェクションタイプ注入に続いて高硬度印象材により印象採得する方法を採用した。これは前述の通り臨床に即した設定である。

2. 計測結果について

R1, R2に対するS1, S2の三次元的変位量は、

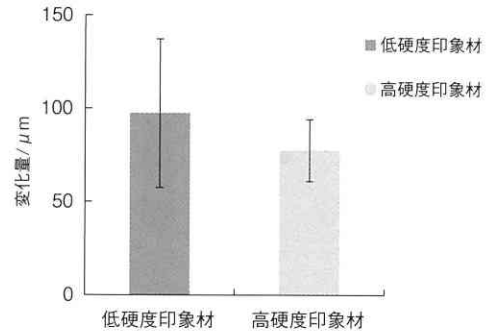


図13 三次元的なS1, S2間の相対的位置の変化量

IJ群で $85.3 \pm 42.5 \mu\text{m}$ 、EI群では $33.0 \pm 14.0 \mu\text{m}$ であり、IJ群が有意に大きかった。また座標軸方向毎の変位量では、Z軸方向の変位量でのみIJ群がEI群よりも大きかった。一方、三次元的なS1-S2間の相対的位置の変化は、IJ群で $97.4 \pm 39.8 \mu\text{m}$ 、EI群で $77.5 \pm 16.6 \mu\text{m}$ で、群間に有意差はなかった。本研究と同様の実験系によって印象用コーピング間をパターンレジンで連結した状態で印象採得、作業用模型製作を行った山内ら²⁶⁾の結果と比較すると、R1, R2に対するS1, S2の三次元的変位量がIJ群で有意に大きく、Z軸方向でのみ有意差があった点、およびS1-S2間の相対的位置の変化には有意差がないという点で一致している。しかし印象用コーピングを連結した場合のR1, R2に対するS1, S2の三次元的変位量は、IJ群で $47.2 \pm 17.2 \mu\text{m}$ 、EI群では $33.0 \pm 13.3 \mu\text{m}$ 、S1, S2間の相対的位置の三次元的変化量は、IJ群で $19.6 \pm 13.2 \mu\text{m}$ 、EI群で $27.6 \pm 15.1 \mu\text{m}$ であった。本研究では、これらに対してEI群におけるR1, R2に対するS1, S2の三次元的変位量では近似した値であるものの、それ以外の条件では2~3倍以上の値となった。この理由としては、印象用コーピングが連結されていないことにより、印象採得や模型材注入時にコーピングやアナログが動きやすいことが考えられる。基準模型に対するS1, S2の角度変化の計測値がこれを裏付けていると思われる。すなわち、本研究ではIJ群、EI群の順にX軸方向で $-0.038 \pm 0.158^\circ$ 、 $0.016 \pm 0.046^\circ$ 、Y軸方向で $0.167 \pm 0.119^\circ$ 、 $0.188 \pm 0.143^\circ$ であったが、印象用コーピング連結下では、X軸方向で $-0.004 \pm 0.020^\circ$ 、 $0.007 \pm 0.068^\circ$ 、Y軸方向で 0.15

±0.087°, 0.073±0.044°であったことから、非連結ではX軸方向およびEI群のY軸方向の角度変化が大きくなっていることがわかる。一方、S1, S2間の相対的変位量はアバットメントに対する上部構造の適合に参与する。Maら²⁸⁾は、Bränemark systemではXY平面上でパッシブフィットを得るための許容度はパーツによって異なり、22~100 μm であることを報告している。作業用模型上で製作した上部構造が口腔内に適合するためには、S1, S2間の相対的変位量がアバットメントに対するゴールドシリンダーの許容度に包含される必要がある。この許容度はX軸方向で32.7 μm 、Y軸方向で34.9 μm であり、本研究におけるS1, S2間の相対的変位量がIJ群で97.4±39.8 μm 、EI群で77.5±16.6 μm であったことから、上部構造の適合に問題を生じる場合があると考えられる。以上のことから傾斜埋入されたインプラント体の上部構造製作のための精密印象採得時には、印象用コーピング間を連結することが推奨される。ただし、ここで傾斜角度の大きさを考慮する必要がある。垂直埋入されたインプラント体では、印象用コーピング連結の有無¹⁵⁾や印象材の硬度¹⁴⁾に関わらず正確な作業用模型製作が可能であることが報告されており、印象用コーピング間を光重合レジンで連結する場合には、連結の有無によって作業用模型上で再現性に差を生じることはないとの報告¹³⁾がある。その理由として、レジンによる印象用コーピング間の連結では、印象操作や作業用模型製作時に印象材中における変位を防ぐことはできるが、連結時にレジンの重合収縮による影響を受けることを挙げている。一方、茂木らは、インプラント体を3本植立した金型による実験を行い、垂直埋入した場合や左右のインプラント体を外側に10°傾斜埋入した場合に対して、15°傾斜埋入の場合に作業用模型における再現性が低下する²⁰⁾ことを報告した。またAssunçãoらは、種々の角度にインプラント体を傾斜埋入した金型を用いた実験の結果、インプラント体の角度が75°、すなわち垂直から15°傾斜させた場合に金型に対して作業用模型上で有意な角度変化を生じる²¹⁾と述べている。これらの報告から、垂直方向に対して15°以上インプラント体

が傾斜すると作業用模型の再現性に問題を生じやすいと考えられる。したがって、咬合平面に垂直な方向から傾斜角度が15°以内であれば、印象用コーピングを連結せずにレジブロックを付与した状態で正確な作業用模型を製作できる可能性があるが、これについては今後、詳細な検討により解明されることが望まれる。

結 論

印象用コーピングにブロック状のパターン用レジンを用いて連結しない条件下で、傾斜埋入されたインプラント体を想定した金型を用い、印象材の硬度がアバットメントアナログの変位に及ぼす影響を検討した結果、以下の結論を得た。

1. R1, R2に対するS1, S2の三次元的変位量は、IJ群で85.3±42.5 μm 、EI群では33.0±14.0 μm であり、IJ群が有意に大きかった。
 2. 三次元的なS1-S2間の相対的位置の変化は、IJ群で97.4±39.8 μm 、EI群で77.5±16.6 μm で、群間に有意差はなかった。
 3. これらの結果は、同様の実験系を用いた垂直埋入インプラントでの報告や傾斜埋入インプラントに連結した印象用コーピングを用いた場合の報告に比較して著しく大きな値であった。
- 以上のことから、印象材の硬度に関わらず上部構造の適合に問題を生じる可能性があるため、本研究の条件下においては、印象用コーピングの連結が推奨されることが示された。

本論文の一部は平成26年度（公社）日本補綴歯科学会東北・北海道支部学術大会（平成26年10月26日 郡山市）において、要旨は第58回奥羽大学歯学会（平成26年11月8日 郡山市）において発表した。

謝 辞

稿を終えるに際し、終始御懇篤なご指導をいただきました奥羽大学歯学部歯科補綴学講座山森徹雄教授に深甚なる感謝の意を表します。また、本研究にあたりご協力いただきました生体材料学講座、歯科補綴学講座教室員各員の皆様に深く感謝申し上げます。

本研究には開示すべき利益相反状態はない。

文 献

- 1) Carr, A. B. : Successful long-term treatment outcome in the field of osseointegrated implants : Prosthodontic determinants. *Int. J. Prosthodont.* **11** ; 502-512 1998.
- 2) Jemt, T. : Failure and complications in 391 consecutively inserted fixed prostheses supported by Brånemark implants in edentulous jaws : A study of treatment from the time of prosthesis placement to the first annual checkup. *Int. J. Oral Maxillofac. Implant* **6** ; 270-276 1991.
- 3) Jemt, T. and Lekholm, U. : Measurement of bone and frame-work deformations induced by misfit of implant superstructures. A pilot study in rabbits. *Clin. Oral Implant Res.* **9** ; 272-280 1998.
- 4) Eliasson, A. and Örtorp, A. : The accuracy of an implant impression technique using digitally coded healing abutments. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* **14**(Suppl 1) ; e32-e38 2012.
- 5) Brånemark, P. I., Zarb, G. A. and Albrektsson, T. : 印象採得, ティッシューインテグレイション補綴療法 (関根 弘, 小宮山彌太郎, 吉田浩一訳) ; 251-257 クインテッセンス出版 東京 1990.
- 6) Assif, D., Fenton, A., Zarb, G. and Schmitt, A. : Comparative accuracy of implant impression procedures. *Int. J. Periodont. Rest. Dent.* **12** ; 113-121 1992.
- 7) Assif, D., Marshak, B. and Schmidt, A. : Accuracy of Implant impression techniques. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **11** ; 216-222 1996.
- 8) Naconecy, M. M., Teixeira, E. R., Shinkai, R. S. A., Frasca, L. C. F. and Eng, A. C. : Evaluation of the accuracy of 3 transfer techniques for implant-supported prostheses with multiple abutments. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **19** ; 192-198 2004.
- 9) Del'Acqua, M. A., Chavez, A. M., Castanharo, S. M., Compagnoni, M. A. and Mollo Jr, F. A. : The effect of splint material rigidity in implant impression techniques. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **25** ; 1153-1158 2010.
- 10) Del'Acqua, M. A., Chavez, A. M., Amaral, A. L. C., Compagnoni, M. A. and Mollo Jr, F. A. : Comparison of impression techniques and materials for an implant-supported prosthesis. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **25** ; 771-776 2010.
- 11) Carr, A. B. : Comparison of impression techniques for a five-implant mandibular model. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **6** ; 448-455 1991.
- 12) Del'Acqua, M. A., Alejandro Munoz Chavez, A. M., Compagnoni, M. A. and Mollo Jr, F. A. : Accuracy of impression techniques for an implant-supported prosthesis. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **25** ; 715-721 2010.
- 13) Kim, S., Nicholls, J. I., Han, C. H. and Lee, K. W. : Displacement of implant components from impression to definitive casts. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **21** ; 747-755 2006.
- 14) 松村奈美, 山内貴子, 山村文弘 : 印象材の硬度がアバットメントレプリカの変位に及ぼす影響. *奥羽大歯学誌* **40** ; 163-169 2013.
- 15) 山村文弘, 山内貴子, 佐久間隆章 : 印象材の硬度が作業用模型におけるアナログの変位に及ぼす影響—印象用コーピングを連結しない条件での検討—. *奥羽大歯学誌* **41** ; 49-56 2014.
- 16) 石浦雄一 : インプラント作業模型の寸法精度—支台歯間の傾斜の影響について—. *補綴誌* **43** ; 809-820 1999.
- 17) 岡田常司, 塩田 真, 藤森達也, 立川敬子 : 咬合平面に対するインプラント埋入角度の分析. *日口腔インプラント誌* **15** ; 89 2002.
- 18) 岡田常司, 塩田 真, 藤森達也, 立川敬子 : 上顎臼歯部におけるインプラントの上顎咬合平面に対する埋入角度の分析. *日口腔インプラント誌* **15** ; 258 2002.
- 19) 前田芳信, 十河基文, 小宮山彌太郎, 西田尚人, 矢儀一智, 山本英貴, 堀坂充広 : 卒後臨床研修におけるインプラント埋入実習の試み. *日口腔インプラント誌* **18** ; 437-443 2005.
- 20) 茂木 満, 渡邊文彦, 畑 好昭 : 傾斜植立されたインプラントの模型上における位置の再現性—5種印象法による違い—. *日口腔インプラント誌* **15** ; 315-322 2002.
- 21) Assunção, W. G., Britto, R. C., Barão, V. A. R., Delben, J. A. and dos Santos, P. H. : Evaluation of impression accuracy for implant at various angulations. *Implant Dent.* **19** ; 167-174 2010.
- 22) 重岡祐一 : トランスファーシステムによる作業用模型の寸法精度に及ぼす印象撤去方向の影響. *補綴誌* **48** ; 563-572 2004.
- 23) Sorrentino, R., Gherlone, E. F., Calesini, G. and Zarone, F. : Effect of implant angulation, connection length, and impression material on the dimensional accuracy of implant impressions : An in vitro comparative study. *Clin. Implant Dent. Relat. Res.* **12** (Suppl 1) ; e63-e76 2010.
- 24) Jang, H. K., Kim, S., Shim, J. S. Lee, K. W. and Moon, H. S. : Accuracy of impressions for internal-connection implants prostheses with

- various divergent angles. *Int. J. Oral Maxillofac. Implant* **26** : 1011-1015 2011.
- 25) 山内貴子, 山村文弘, 佐久間隆章 : 傾斜埋入されたインプラントに対する作業用模型の精度—印象材の硬度がアナログの変位に及ぼす影響—. *奥羽大歯学誌* **41** : 115-122 2014.
- 26) Bilhan, H. : An alternative method to treat a case with severe maxillary atrophy by the use of angled implants instead of complicated augmentation procedures : A case report. *J. Oral Implantol.* **34** : 47-51 2008.
- 27) Diago, M. P., Ferrin, L. M., Oltra, D. P., Canullo, L., Guirad, J. L. C. and Diago, M. P. : Tilted implants for the restoration of posterior mandibles with horizontal atrophy : An alternative treatment. *J. Oral Maxillofac. Surg.* **71** : 856-864 2013.
- 28) Ma, T., Nicholls, J. I. and Rubenstein, J. E. : Tolerance measurements of various implant components. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **12** : 371-375 1997.

著者への連絡先：佐久間隆章, (〒963-8611) 郡山市富田町字三角堂31-1 奥羽大学歯学部歯科補綴学講座

Reprint requests : Takaaki SAKUMA, Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University School of Dentistry 31-1 Misumidou, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan