

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

松村 奈美 山内 貴子 山村 文弘

Effect of Impression Material Hardness on the Displacement of Abutment Replicas

Nami MATSUMURA, Takako YAMANOUCHI and Fumihiko YAMAMURA

Objective : Hard impression materials are recommended for the impression of implant superstructures to avoid displacement of abutment replicas. The aim of this study was to investigate the influence of the hardness of impression materials on the displacement of abutment replicas during the process of making impressions and master casts.

Materials and methods : A metal mould with 2 replicas for superstructures (S1, S2) and 2 for reference (R1, R2) was constructed. S1 and S2 were placed between R1 and R2. The impression copings were connected by pattern resin (S1, S2) or fixed to the tray (R1, R2) 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 replicas 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 : No significant differences between IJ and EI were observed in the amount of displacement of S1 and S2 or in the change on relative position of S1 and S2 between the metal mould and the master casts.

Conclusions : The displacement of abutment replicas during the process of making impressions and master casts was not influenced by the hardness of impression materials under the condition of this study.

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

緒 言

インプラント補綴治療の成功のためには、良好な適合の上部構造が求められる^{1,2)}。そのために、上部構造製作法³⁻⁵⁾、印象採得法⁶⁻⁸⁾について検討されてきた。この中で、口腔インプラントが臨床

応用された初期の段階から印象用コーピングをパターン用レジンで固定することが推奨されている⁹⁾。またオープントレー用の印象用コーピングをパターン用レジンで連結した場合、連結しない場合およびコーピングを個人トレーと連結した場合を比較し、パターン用レジンによる印象用コーピン

受付：平成25年8月21日，受理：平成25年12月9日
奥羽大学歯学部歯科補綴学講座
(指導：山森徹雄教授)

Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University
School of Dentistry
(Director : Prof. Tetsuo YAMAMORI)

グの連結で最も正確な模型となったことが報告されている⁷⁾。さらにオープントレー用の印象用コーピングをスチールピンとパターン用レジンで連結したものと、しないもの、およびクローズトレー用印象用コーピングを用いたものの中で、スチールピンとパターン用レジンによる連結が優れていることが示されている⁸⁾。これらの結果に基づき、現在、臨床においては印象採得時に印象用コーピングを連結することは一般的に行われている。特に広範な上部構造をCAD/CAMシステムにより製作する場合には、金属鑄造体を用いた連結により、インプラントレプリカ間のずれを最小とする方法がとられる⁹⁾。一方、印象材の選択に関しては、作業用模型製作の過程でアバットメントアナログの変位を抑制するという目的で高硬度の印象材が推奨されている¹⁰⁾。しかし、この考え方の根拠となる論文は見当たらなかった。ただし、インプラント上部構造に用いる印象材の選択に関する報告として、硬度の高いポリエーテルゴム印象材が硬度の低いシリコンゴム印象材より上部構造の浮き上がりが少なかったとするもの¹¹⁾があるが、この研究では印象用コーピングを連結することなく使用しており、臨床に即した条件とはいええない。一方、印象材の硬度が高いと厳密にブロックアウトを行う必要がある上、撤去時に患者が苦痛を訴えることを臨床で経験する。したがってアンダーカットの大きい症例では、高硬度の印象材は使用しにくいといえる。

そこで本研究では、臨床術式に準じ印象用コーピング間をパターンレジンで連結して印象採得した場合に、印象採得から作業用模型製作の過程で印象材の硬度の違いが作業用模型におけるアバットメントレプリカの変位に及ぼす影響を検討した。

材料と方法

1. 基準模型と印象採得システム

ステンレス製金型にて基準模型を製作した(図1)。金型上面の中央部に10.0mmの間隔でアバットメントレプリカ(Novel Biocare)を垂直に2本植立し、上部構造装着部とした(近心側:S1, 遠心側:S2)。また、それぞれの近遠心側12.0mmに測定基準のためのステンレス製の基準

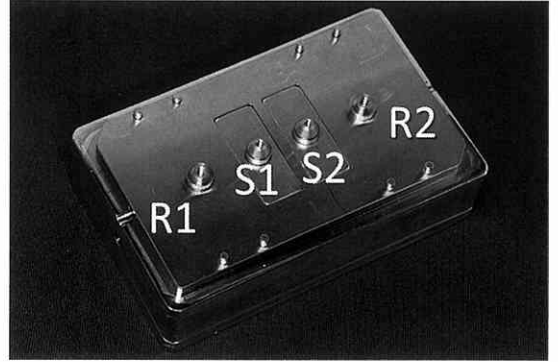


図1 ステンレス製金型による基準模型

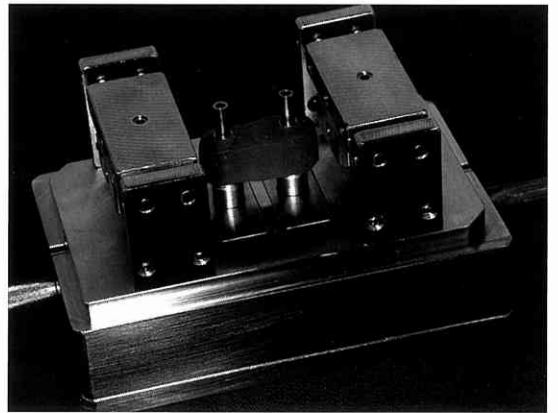


図2 印象用コーピングとトレイ連結部

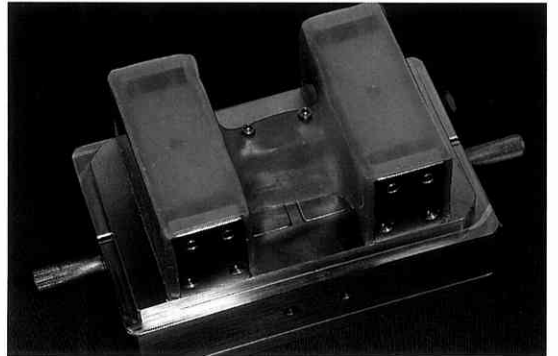


図3 個人トレイ製作時のリリース

レプリカを平行に植立した(近心側:R1, 遠心側:R2)。

S1, S2の印象採得には印象用コーピング(Novel Biocare)間をパターンレジン(ジーシー)で連結して用いた。連結した中央部を薄型のレジンドィスクで切断し、少量のパターンレジンにより

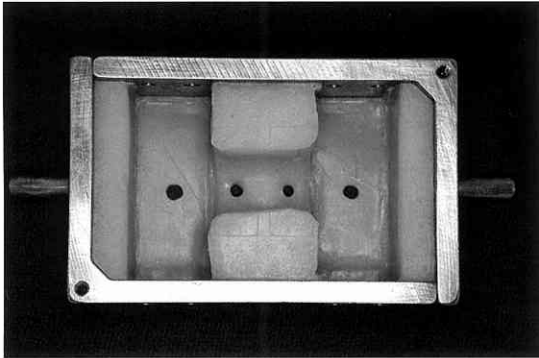


図4 個人トレー内面

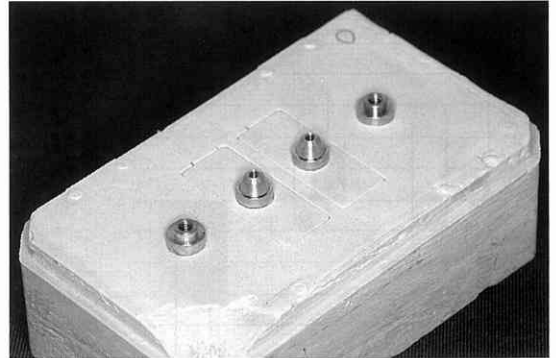


図6 作業用模型

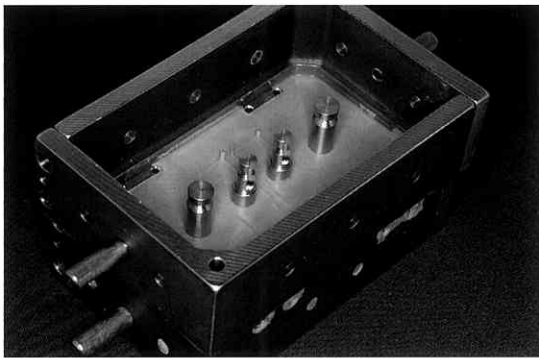


図5 レプリカを締結した印象とボクシング用金型枠

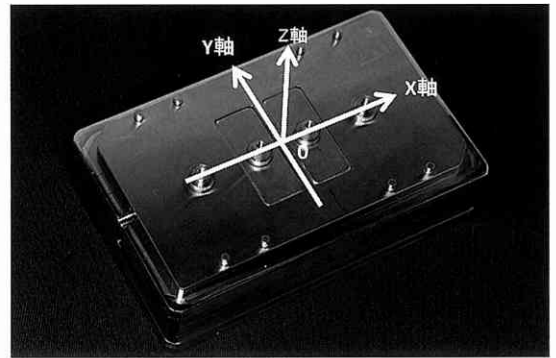


図7 基準模型上に設定した座標系

基準模型上で再度連結した。また R1, R2のトランスファーのため基準レプリカ用コーピングを製作し、トレー連結部にネジを固定した (図2)。トレー連結部は、金型で製作した個人トレー外枠とネジで連結する構造とした。基準模型に印象用コーピングとトレー連結部を設置した状態でパラフィンワックスによりリリース (図3)、個人トレー外枠との間に常温重合レジン (トレーレジンII, 松風) を充填してオープントレーを製作した。トレー開口部はコーピングのスクリューが通過する程度の大きさとした (図4)。

2. 印象材

印象材として付加型シリコンゴム印象材を用いた。低硬度印象材には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 と略す) を、高硬度印象材としてエグザインプラント (ジーシー, 以下 EI と略す) を採用した。ただし高硬度印象材による印象採得に際しては、臨床術式に準じてレプリカ周囲の基準模型面に少量

の IJ をシリンジで注入したのち、直ちに EI により印象採得した。

3. 作業用模型の製作

作業用模型の製作は恒温恒湿室 (室温22℃, 湿度50%) 中で行った。IJ もしくは EI を注入後、個人トレーを基準模型に適合させ、トレー連結部と個人トレーをネジで連結した。15分後にコーピングのスクリューを緩めて個人トレーを基準模型から撤去し、1時間放置した。

印象面の S1, S2にはアパットメントレプリカを、R1, R2には基準用レプリカをスクリュー締結した。ボクシング用金型枠を設置し (図5)、超硬質石膏 (ニューフジロック, ジーシー) を注入した後100%保湿箱で保管した。ボクシング用金型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、低硬度印象材により製作した模型 (以下 IJ 群) と高硬度印象材により製作した模型 (以下 EI 群) のそれぞれ5個とした。なお、印象用コーピングのスクリュー締結はすべ

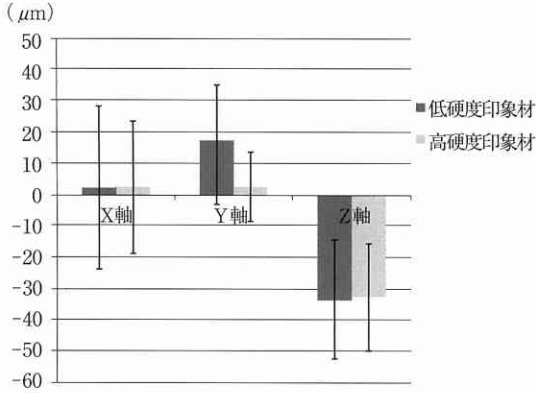


図8 R1, R2に対するS1, S2の変位量 (各座標軸方向)

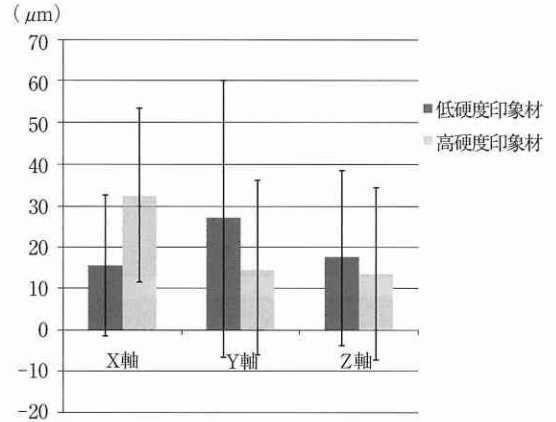


図10 S1, S2間の相対的位置の変化量(各座標軸方向)

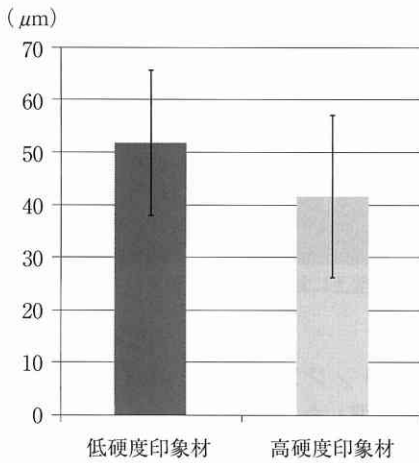


図9 R1, R2に対するS1, S2の三次元的変位量

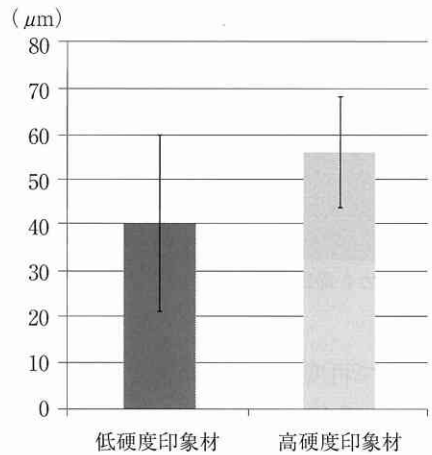


図11 三次元的なS1, S2間の相対的位置の変化量

て10Ncmのトルクで行った。

4. 計測項目と計測器

変位量の計測には、三次元座標測定器 (BH-V707, ミットヨ) を用いた。R1, R2はフレンジ上面を計測し、それらの中点をR1, R2それぞれの位置とした。これらの計測結果から基準平面を設定し、R1, R2を通る直線をX軸として、これらの中点を原点とした。基準平面上でX軸に直交する直線をY軸、基準平面に直交する直線をZ軸として座標系を設定した (図7)。プローブ先端が直径1mmの球形であることから、S1とS2は直接計測するのが困難であったため、円筒形の測定用ジグをスクリュー固定して計測した。ジグ上

面からS1とS2フレンジまでの長さ (7.0mm) を減じ、計測値とした。さらに、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。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テストを用いた。

結 果

1. R1, R2 に対する S1, S2 の変位量

作業用模型でのR1, R2に対するS1, S2の変

位置（平均±SD）は、IJ群、EI群の順にX軸方向で $8.7 \pm 35.2 \mu\text{m}$ 、 $2.4 \pm 21.0 \mu\text{m}$ 、Y軸方向で $17.0 \pm 20.0 \mu\text{m}$ 、 $2.5 \pm 11.0 \mu\text{m}$ 、Z軸方向で $-33.5 \pm 19.0 \mu\text{m}$ 、 $-32.7 \pm 17.0 \mu\text{m}$ であった（図8）。また三次元的変位量は、IJ群で $56.8 \pm 16.7 \mu\text{m}$ 、EI群では $41.7 \pm 15.1 \mu\text{m}$ であり、いずれにおいてもIJ群、EI群間に有意な差はなかった（図9）。

2. 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間の相対的位置の変化量（平均±SD）は、IJ群、EI群の順にX軸方向で $15.8 \pm 17.0 \mu\text{m}$ 、 $32.4 \pm 21.0 \mu\text{m}$ 、Y軸方向で $26.8 \pm 33.0 \mu\text{m}$ 、 $15.0 \pm 21.0 \mu\text{m}$ 、Z軸方向で $17.5 \pm 21.0 \mu\text{m}$ 、 $13.7 \pm 21.0 \mu\text{m}$ であった（図10）。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量は、IJ群で $40.6 \pm 19.4 \mu\text{m}$ 、EI群で $56.1 \pm 12.3 \mu\text{m}$ であり、いずれにおいても群間に有意差はなかった（図11）。

考 察

1. 実験設定について

これまでの報告では、インプラント上部構造のための印象採得方法を評価するために、上部構造の適合性がパラメータとして採用される例が多く、基準模型上での上部構造の浮き上がり量^{4,11-15}、ひずみゲージを設置した上部構造により測定した上部構造装着時のひずみ^{7,8,16,17}、および三次元座標測定器で測定した三次元的変位¹⁸⁻²⁰などが用いられてきた。このうち浮き上がり量による評価法を採用した研究では、無歯顎にインプラント埋入した状態を想定した基準模型に対して、精密印象採得、作業用模型製作、上部構造製作を行いこれらの過程を通じた誤差を浮き上がり量として評価したものや¹¹⁻¹³、3歯欠損を想定した陶材焼付鋳造体による上部構造の製作を種々の方法で行った場合の適合性を評価したもの⁴、および2本のインプラント間の角度差が上部構造の適合性に及ぼす影響を検討したものなどがある¹⁵。またひずみゲージを用いた研究では、無歯顎にインプラントを埋入した基準模型と種々の印象方法で製作した作業用模型との誤差を測定したもの^{7,8}や、5ユニット上部構造の設計と製作法を比較したもの¹⁶、

およびスクリー締結の順番とトルク値による影響を調べたもの¹⁷などがみられる。さらに三次元座標測定装置によるものでは、模型上の一つのアバットメントレプリカを基準^{18,19}としたり、模型を装着したジグ上に原点と座標軸を設定し、印象方法による差異や印象用パーツによる差異を検討した報告²⁰がみられる。

本研究では、印象材の硬度が歯列模型におけるレプリカの変位に及ぼす影響について検討することを目的とした。そこで、金型上の基準用レプリカ（R1, R2）に対する上部構造装着部である2本のアバットメントレプリカ（S1, S2）の変位を三次元座標測定装置により計測するためにR1, R2から基準平面を設定した。すなわちR1, R2の頬側、舌側に相当する部位において任意の2点を設定し、合計4点から三次元座標測定器より基準平面を設定した。またS1, S2間はパターン用レジンで連結し、R1, R2はレプリカ連結とその後の石膏注入時に可及的に変形を避ける工夫を施した。すなわちR1, R2に装着した基準用コーピングは、印象材硬化前に金型で製作したトレー連結部によって個人トレー外枠に強固に連結できる構造とした。そのことによりR1, R2は、印象採得後に印象用コーピングに対してアバットメントレプリカを装着する操作や、石膏注入時に印象用コーピングやアバットメントレプリカに加わる重力などの影響を可及的に排除できたと考えられる。これに対してS1, S2は、臨床術式と同様の方法でレプリカ連結と石膏注入が行われるため、上記の影響を受けることになる。R1, R2に対するS1, S2の変位に及ぼす印象材の硬度の影響を明らかにしたことが本研究の独創的な部分である。また、これとは別にS1, S2間の相対的位置の変化を算出し、上部構造の適合性についても検討した。

本研究においては基準模型に対してアバットメントレプリカを垂直に植立した。臨床例ではインプラント体が仮想咬合平面に対して傾斜埋入される例があり、その際には、印象のS1, S2部に装着されたアバットメントレプリカが重力により傾斜変位する可能性がある。また、そのような場合にはインプラント頬舌側におけるスペーサーの量が大きくなるため、印象材の硬度に影響を受けや

すくなると考えられる。したがってこれらの影響については今後、検討が必要であろう。

2. S1, S2の変位量について

R1, R2に対するS1, S2の三次元的変位量はIJ群で $51.9 \pm 13.9 \mu\text{m}$, EI群では $41.7 \pm 15.1 \mu\text{m}$ であり、変位の方向としてはZ軸方向の値が大きく、それぞれ $-33.5 \pm 19.0 \mu\text{m}$, $-32.7 \pm 17.0 \mu\text{m}$ であった。すなわち、臨床的には上部構造の咬合高径が大きくなる方向に変位したことになる。松本²⁰⁾は、クラウン作製過程において口腔内の咬頭嵌合位に対して模型の咬頭嵌合位では約 $191 \mu\text{m}$ 咬合が高くなることを報告しているが、インプラント上部構造では天然歯の歯冠補綴装置に比較して $30 \mu\text{m}$ 程度調整量が多くなると考えられる。X軸, Y軸方向の変位は隣接接触関係や歯列に対する頬舌的位置の変化を意味するが、わずかな口腔内調整の範囲と考えられる。したがって天然歯とインプラントが混在する口腔内において、術者や患者にとって負担の少ない低硬度印象材を使用した場合でも、上部構造の歯列における位置の面で、高硬度印象材と同等の結果が得られることが明らかとなった。

またS1, S2間の相対的位置の変化量は、IJ群では $41.0 \pm 17.0 \mu\text{m}$, EI群では $56.0 \pm 11.0 \mu\text{m}$ であった。この値は作業用模型上で製作した上部構造の口腔内での適合に関係する。Kimら¹⁸⁾は、三次元座標測定器を用いてレプリカや印象用コーピングの変位を調べ、印象採得から作業用模型作製までの過程における変位が、パターンレジン連結なしで $36.8 \pm 18.5 \mu\text{m}$, 連結有で $37.6 \pm 16.5 \mu\text{m}$ という結果を報告している。S1, S2間の相対的位置の変化量をKimらの報告と比較すると若干大きな値であったが、Maら²²⁾は、Brånemark systemでのパーツ間の適合性におけるX-Y平面での許容度は $22 \sim 100 \mu\text{m}$ であると報告していることから、本研究でのX軸, Y軸方向での相対的位置の変化量はこれに含まれる可能性が高い。またZ軸方向での適合検査には、臨床的にスクリュウ締結時の感覚による方法³⁾が用いられる。これはスクリュウ締結時に初期抵抗を認知した時点から最終締結点までのgold screwの回転角が 45° 以内で良好と判定するものである。gold

screwのピッチが約 0.3mm であるため、この方法によるZ軸方向の許容度は約 $40 \mu\text{m}$ となり、本研究で最大値を示した試料における位置変化でも良好と判断される範囲に入るため、臨床的には問題がないと判定できる。

結 論

金型を用いて印象材の硬度が作業用模型のアバットメントレプリカ変位に及ぼす影響を検討し、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 $51.9 \pm 13.9 \mu\text{m}$, EI群では $41.7 \pm 15.1 \mu\text{m}$ であり、印象材の硬度の違いによる有意な差はなかった。またこれは臨床的には口腔内調整の範囲と考えられた。

2. S1, S2間の相対的位置の変化量は、IJ群では $41.0 \pm 17.0 \mu\text{m}$, EI群では $56.0 \pm 11.0 \mu\text{m}$ であり、印象材の硬度の違いによる有意差はなかった。また、ほとんどの試料で適合性の許容度の範囲内にあると考えられた。

以上のことから、本研究の条件下においては、インプラント上部構造の印象採得における印象材の硬度はアバットメントレプリカの変位に影響を及ぼさず、いずれの印象材を用いても口腔内調整量が少なく適合良好な上部構造の製作が可能であることが示された。

謝 辞

稿を終えるに際し、終始御懇篤なる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、清野和夫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。

本論文の要旨は第54回奥羽大学歯学会（平成24年11月10日 郡山市）、一部は（公社）日本補綴歯科学会 第122回学術大会（平成25年5月18日, 19日）において発表した。

文 献

- 1) 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.

- 2) Carr, A. B., Gerard, D. A. and Larsen, P. E. : The response of bone in primates around unloaded dental implants supporting prostheses with different level of fit. *J. Prosthet. Dent.* **76** ; 500-509 1996.
 - 3) 高 錫懋, 森下亜矢子, 高岡元文, 中島亜紀, 高梨芳彰, 辻 吉純, 堀田宏巳, 嶋村一郎, 岸正孝 : Osseointegrated implant における上部構造の適合性向上に関する臨床検討(第2報)ー上部構造被服範囲の差と適合精度との関係ー. *歯科学報* **99** ; 689-698 1999.
 - 4) 岡村光信, 柿川 宏 : インプラント上部構造製作方法と適合精度. *九州歯会誌* **53** ; 332-342 1999.
 - 5) Romero, G. G., Engelmeier, R., Powers, J. M. and Cantbury, A. A. : Accuracy of three corrective techniques for implant bar fabrication. *J. Prosthet. Dent.* **84** ; 602-607 2000.
 - 6) Bränemark, 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.
 - 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) 渡辺文彦, 夏堀礼二, 飯島俊一, 十河厚志, 藤田一志, 木村健二, 杉野綾子, 浅沼朋未, 飯島孝大 : どうする? CAD/CAM インプラントブリッジの印象採得・作業模型製作. *QDT* **34** ; 141-168 2009.
 - 10) Carr, A. B. : Comparison of impression techniques for a five-implant mandibular model. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **6** ; 448-455 1991.
 - 11) 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.
 - 12) 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.
 - 13) Assif, D., Fenton, A., Zarb, G. and Schmitt, A. : Comparative accuracy of implant impression procedures. *Int. J. Periodont. Rest. Dent.* **12** ; 113-121 1992.
 - 14) 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.
 - 15) Jang, H. K., Kim, S., Shim, J. S. Lee, K. W. and Moon, H. S. : Accuracy of impressions for internal-connection implant prostheses with various divergent angles. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **26** ; 1011-1015 2011.
 - 16) Karl, M., Winter, W., Taylor, D. T. and Heckmann, S. M. : In vitro study on passive fit in implant-supported 5-unit fixed partial dentures. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **19** ; 30-37 2004.
 - 17) Choi, J. H. : The effect of different screw-tightening techniques on the strain generated on an internal-connection implant superstructure. Part 2 : Models created with a splinted impression technique. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **26** ; 1016-1023 2011.
 - 18) 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.
 - 19) Phillips, K. M., Nicholls, J. I., Ma, T. and Rubenstein, J. : The accuracy of three implant impression techniques : A three-dimensional analysis. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants* **9** ; 533-540 1994.
 - 20) 萩原芳幸, 小泉政幸, 五十嵐孝義 : インプラント作業用模型の精度に関する研究 第1報 IMZ インプラントについて. *補綴誌* **37** ; 678-686 1993.
 - 21) 松下和夫 : 歯冠補綴物の咬合面精度に関する研究ー全部鑄造冠の製作過程が咬合の高さに及ぼす影響ー. *補綴誌* **26** ; 1-17 1982.
 - 22) 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 : 松村奈美, (〒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 : Nami MATSUMURA, Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University School of Dentistry 31-1 Misumido, Tomita, Koriyama, 963-8611, Japan