ブラッシングによる鑄造修復物マージン の変化に関する研究

—レプリカによる観察—

岩下 博美 渡辺 文彦 鈴木 隆
松本 裕臣 江本 正 畑 好昭

Study on the Marginal Change of Cast Restoration by Brushing
— Observation by Replica Method —

Hiroimi Iwashita, Fumihiko Watanabe, Takashi Suzuki,
Hiroomi Matsumoto, Tadashi Emoto and Yoshiaki Hata

I. 緒 言

II. 実験方法

歯冠修復の寸法精度に関係した理論および材料の発展に伴い、現在ではかなり高い精度の鑄造修復物が製作されるようになったとはいえ、鑄造したままで口腔に装着される訳ではなく研磨などの操作が要る。また装着されとなれば合着材が必要となりセメント層の介在を認めざるを得ない。そのため修復物製作上どうしても生じてしまう僅かな不適合や、セメント介在による浮き上りを改善するためにマージンのバーニッシュが行われる。この修復物マージンのバーニッシュのいかんは、硬組織や軟組織の疾病の新たな発生を左右する。このような理由から教室では、修復物マージンの適合に関連した実験を行いいくつかの点について示唆した¹⁻³⁾。

今回、実験をより簡易化し高精度の測定ができる非接触型マイクロ深さ高さ測定機を用いて、これまで検討されてきていなかった内容、すなわち修復物を装着してから早期にみられるマージンの適合変化と水を潤滑剤としたブラッシングの影響を調べるため実験検討した。

人の抜去歯牙に一部被覆冠の形成を行い、これに合う鑄造冠を製作、セメント合着した。合着後、臨床術式に従いバーニッシュしこれをブラッシング装置にかけた後、試料のレプリカを製作した。マージンの経時変化は非接触型マイクロ深さ高さ測定機にて観察測定し適合の変化を評価した。

1. ブラッシング資料の製作

1-1) 支台歯形成および鑄造体の製作

図1に示したように人の前歯抜去歯牙の唇面切縁寄りに角度16度の切縁ベベルをもつ一部被覆冠を製作するため、図2のようにバツハマン・パラレロメーター (Cendres and Metaux 社) にタービン・ヘッドを固定した。タービン・ヘッドはポイントの回転軸が試料台上面に対して垂直になるように固定されており、ポイントを交換することにより所定の角度のベベルを形成することができるように設計されている。

まず抜去歯牙を石膏泥中に植立したのち、図2のように試料台上に置き松風社製ダイヤモンド・ポイント No. 104 で唇面エナメル質中に平滑面を形成した (図3)。続いて No. 246 ダイヤモンド・ポイントに交換してすでに形成されている平滑面と成す角が164度となる斜面を形成した (図4)。切縁ベベル形成後石膏台を除去し、通法

図 1 一部被覆冠形成歯

図 2 バッハマン・パラレロメータと支台形成用タービン・ヘッド

図 3 支台形成（唇面の平滑面形成）

図 4 支台形成（切縁ベベル）

に従って隣接面、舌面および維持用隣接面溝を形成した。

15 歯の支台形成後、直接法により各支台形成歯上でブルー・インレ・ワックス (G-C 社) によりワックス・パターンを製作した。唇面切縁寄りの角度 16 度のショルダレス・マージンは一旦、オーバーワッシングしておき唇面に形成された平面を基準にしてシャープなインストルメントを加温して余剰ワックスを除き形成した。完成したワックス・パターンは支台形成歯上で 24 時間室温中に静置した後、舌面中央部にパターンの抽出方向と一致してスプルーを植立した。

鑄造用リングは内径 30 mm、高さ 35 mm のステンレス製リングを用い、内面に厚さ 0.8 mm のアスベスト・リボンをライニングした。埋没操作 30 分前にライニングしたアスベスト・リボンを湿潤させて余分な水分を除去した。埋没材はクリストバライト埋没材 (G-C 社) を混水比 0.33 で真空練和し大気埋没した。ワックス・パターンの製作から埋没までの操作は技術誤差を少なくするため同一術者が全試料について行った。

ワックス焼却は室温から 300°C まで 1 時間、300°C か

ら 700°C まで 1 時間のスケジュールで行い、鑄造には Thermotrol (Jelenko 社) を使用してつぎの三種類の合金それぞれ 5 個ずつ鑄造した。

- (i) Castwell (G-C 社、製造番号 071131)
- (ii) 18 K-Gold (石福社、製造番号 809269)
- (iii) Casting Gold Type III (G-C 社、製造番号 230231)

鑄造後酸浴し、フィット・チェッカー (G-C 社) を用いて適合検査および調整を行った。

1-2) セメント合着およびパーニッシュ

セメント層の厚さをできるだけ少なくするため市販されている小型の万力を改造し、図 5 のような装置を造った。一方、セメント合着時の力が修復物の装着方向と一致させるため、図 5 のように支台形成歯を常温重合レジン中に植立した。

合着にはエリート・セメント (G-C 社) を標準混液比 1.45、練板温度 14°C の条件で練和したものを用いた。

セメント合着用の改造万力 (図 5) を用いて合着後、直ちに余剰セメントを除去し、マージン周囲にワセリンを塗布してから図 6 に示した研磨用具を使用してパーニ

図 5 セメント合着用改良万力

ッシュした。まず目をつぶしたカーボランダム・ポイント、つぎに目をつぶしたホワイト・ポイントの順にバーニッシュし、最後にサンドペーパー・ディスクにより仕上げた。マージンの適合の良否はシャープな探針にて擦過してみてもステップのないものを良好な試料として採用した。試料として使用するものには測定のための指標点としてマージンの近くに 0.5 mm のディンプルを付与した。

1-3) 測定用レプリカの製作

修復物マージンの経時的变化を調べるには試料を直接測定する方法もあるが、今後、同種の実験を口腔内に装着された臨床試料についても検討していくため試料のレプリカを製作して行う間接法による測定を行った。

レプリカの製作にあたって最も大切なことは印象材と模型材の細部再現性能と変形、変質のないものであることが必要とされる。そこで実験を行うに先き立ち、レプリカの製作条件を決定するため印象材 (Exaflex injection, Exaflex regular, President light, President regular, Dentsilicon, Surflex) および歯型材 (Surstone, Moderock, Fujirock, Newplastone, K.P.D.) の二因子について標準試料のレプリカを製作した。このレプリカを非接触型マイクロ深さ高さ測定機で測定し、その測定値を二元配置分散分析するとともに標準試料の測定値とも比較検討した結果、上記材料のうちいずれの組合せでも精度上全く問題がないことが分った。そこで実験では印

図 6 バーニッシュ用ポイントとディスク

図 7 レプリカ製作順序と方法

象材としては流動性の良い President light を、歯型材にはエポキシ樹脂歯型材 K.P.D. を用いることにした。

図 7 に示したように、まず President putty type により鑄造体を着着した歯牙の印象を採り、ついで President light によりバーニッシュしたマージン部の精密印象を行った。印象採得後、メーカー指示に従って K.P.D. を練和し、遠心分離機にて脱泡してから印象面に注入した。レプリカはブラッシングを行う前と条件を定められたブラッシング回数が終わった都度、上記の方法によって 1 つの試料につき 7 個のレプリカを製作した。

2. ブラッシング

教室製作の往復ブラッシング装置を用いて試料にブラシをかけた。歯ブラシにはオーラル B (Oral-B 社) を用い、歯磨剤を使用せず流水下でブラッシングした。ブラシの平均荷重は 450 g⁴⁾ とし、同一部位のブラッシング回数を 1 日に 100 回を想定して 1 分間に 100 回の割り合で 500, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000 回の 6 段階で行い各回数終了時にレプリカ用の印象採得を行った。

表 1 ブラッシングによるマージンの経時変化量

合金	Cast well						18k gold						Casting gold					
	1	2	3	4	5	$\bar{m}$	6	7	8	9	10	$\bar{m}$	11	12	13	14	15	$\bar{m}$
回数																		
0	6	3	4	7	3	5	7	3	5	5	7	6	4	4	4	5	4	4
500	6	7	6	8	5	7	9	9	6	6	9	8	6	6	4	5	4	5
1000	6	7	6	8	6	7	9	10	8	7	9	9	8	7	5	7	6	7
1500	7	7	8	10	6	8	10	10	9	8	12	10	8	7	5	8	7	7
2000	7	7	9	12	8	9	11	12	11	8	13	11	9	8	5	9	8	8
2500	9	9	10	12	10	10	13	12	12	8	13	12	9	8	6	10	8	8
3000	9	9	10	13	10	10	13	13	13	10	14	13	10	8	7	10	8	9

(μm)

表 2 パーニッシュ時の適合を基準にした変化量

合金	Cast well						18k gold						Casting gold					
	1	2	3	4	5	$\bar{m}$	6	7	8	9	10	$\bar{m}$	11	12	13	14	15	$\bar{m}$
回数																		
0~500	0	4	2	1	2	2	2	6	1	1	2	2	2	2	0	0	1	1
0~1000	0	4	2	1	3	2	2	7	3	2	2	3	4	3	1	2	2	3
0~1500	1	4	4	3	3	3	3	7	4	3	5	4	4	3	1	3	3	3
0~2000	1	4	5	5	5	4	4	9	6	3	6	5	5	4	1	4	4	4
0~2500	3	6	6	5	7	5	6	9	7	3	6	6	5	4	2	5	4	4
0~3000	3	6	6	6	7	5	6	10	8	5	7	7	6	4	3	5	4	5

(μm)

図 8 ミクロ深さ高さ測定機

3. 測 定

マージンの適合状態を観察測定するため、マイクロ深さ高さ測定機（日商精密光学社）を用いた。同機は非接触型であり光源から出た光を $10\mu\text{m}$ のスリットをとおして試料に 30° の方向から光をあて反射角 120° で反射してくる光を対物レンズで捕えこれを単眼鏡下で測定するものである。図 8 に示したように本機には測定値 $1/1,000\text{mm}$ 精度で表示できるデジタル装置とプリンター

を附設してあり、また、単眼鏡をとおしてみられる像を拡大してみることのできるモニターテレビも併設してある。これは単に数値的にとらえること以外に視覚的にとらえやすい利点がある。実験では支台歯形成面とマージンのつくるステップの高さを計測することによって支台歯に鋳造冠を合着し、パーニッシュしたマージンの適合状態を評価した。

III. 結 果

非接触型マイクロ深さ高さ測定機により、レプリカ上に再現されたマージンのステップを $1/1,000\text{mm}$ 精度で測定した。表 1 に三種類の合金について得た測定値と表 1 のパーニッシュ直後の測定値を基準において各ブラッシング後の変化量を求めたものを表 2 に示した。

これらの測定値をもとにして Castwell, 18K Gold, Casting Gold について適合状態の変化を図 9, 10, 11 に示した。図中の破線はパーニッシュ時の適合を表し、●印はそれぞれ 5 個の測定値の平均値を表す。

実験の結果、歯面と修復物マージンとが移行的で何ら

図9 マージンのステップ増加量

図10 マージンのステップ増加量

図11 マージンのステップ増加量

ステップを有しない試料はみあたらなかった。バーニッシュ直後の適合状態を探针で調べてもステップを感じないのであるがマイクロ深さ高さ測定機による測定値をみると Castwell で平均 $5\mu\text{m}$, 18K Gold では平均 $6\mu\text{m}$,

Casting Gold で平均 $4\mu\text{m}$ のステップが認められた。この適合状態はブラッシングにより変ってゆき、バーニッシュ後 500 回のブラッシングですでに変化しはじめ、回数の増加とともにいずれの合金でもステップが増加していく。その様子は合金によって異なっており、18K Gold では直線的に増加し、Castwell と Casting Gold は断続的に増加していく様子がみられた(図 9~11)。3,000 回ブラッシング終了時にはいずれの合金もバーニッシュ直後に比べて 2 倍の変化をみせ適合状態は低下する傾向がみられた。

IV. 考 察

1. 観察方法についての考察

鑄造修復物マージンと支台形成歯のマージンの適合状態を観察するにはいろいろな方法があり、われわれの教室では接触型表面形状測定機あるいは顕微鏡などによる観察報告を行ってきた。しかし同測定機を使用していくうで測定方法に制約が伴い、臨床例においては直接口腔内で測定することは不可能である。したがって口腔内の状態を正確に模写したレプリカを製作した上で間接的に測定せざるを得ない。このことはレプリカ製作にいろいろな問題が生ずる、特に接触型であるために測定針がレプリカの表面を擦過するので試料面を損傷してしまう。したがって同一部位を重ねて測定することは不可能になってしまう。またレプリカの材料としては、歯科用石膏は軟かいため測定針が沈下してしまい正確な測定が不可能であった。これらの問題に加えて経時的変化を調べる目的で複数のレプリカを製作しても、同一部位を測定するためには個々に製作したインデックスにより定位位置にもどさねばならない難しい技術上の問題がある。そこでこれらの問題を解消するとともに実験を簡易化することを考え、非接触型マイクロ深さ高さ測定機を用いてマージンの適合状態を検討することを考えた。非接触型マイクロ深さ高さ測定機によると前述したような制約がなく、試料面を損傷することなく再三にわたって測定観察でき、予備実験の結果からレプリカの材料としても現在市販されている印象材と歯型材であれば何ら問題がない、これらに加えて同一部位を経時的に観察するため複数のレプリカを製作してもモニターテレビにより測定位置をみつけることができるため違った部位を測定する危険もない。

実験では予備実験に使用した印象材と歯型材であるなら、いずれのものを用いても問題のないことが結果から

得られているが、使用材料中で最も操作性が良く、流動性に優れた President Putty と President light を用いた。一方、歯型材の K.P.D. は印象材とは反対に操作性の面からは難点があるが、測定中スリットから出た光が試料面に投射されたとき、光の吸収や散乱の最も少ない材料であったことから測定しやすさを考慮に入れて実験材料として用いた。これら印象材と歯型材を用いてレプリカを製作し、修復物の適合を検討する方法は直接口腔内で測定する方法以外では最も一般的であり、使用する材料の選択さえ誤らない限り優れた方法である。

2. 実験結果についての考察

保母⁵⁾は歯冠修復物のマージンをどの程度まで適合させることができるか調べ、製作方法やバーニッシュ方法によって 10 μm 以下に適合させることが可能であると述べており、また Christensen⁶⁾ もバーニッシュすることにより 38 μm 以内の適合が可能であると報告している。これらの報告に加えて本実験結果からも鑄造修復物のマージンはかなり良い適合が得られることが分るが、この点について忘れてならないのはこれらがセメント合着時にバーニッシュすることによってのみ得られるものであり、さらに修復物のマージンに限ってのことである。したがって一般に論じられているような鑄造修復物の寸法精度上からみた適合とはおのずから異なる。合着時にみられるセメント層の厚みは小野⁷⁾、岩本⁸⁾、Mc-lean⁹⁾ らによれば数 10 μm であるといわれており必然的にマージンも歯質に緊密に適合しないことを示唆するものであり、保母⁵⁾、渡辺¹⁾ らが述べている 10 μm 以下の適合とは鑄造体部（鑄造体辺縁を除いた部分）を別にしてマージンと歯質をこの程度までに適合させることが可能であり、しかもバーニッシュと呼ばれる鑄造修復物マージンの適合補正操作によってのみ得られるものである。使用する材料の特性や操作にかかわる技術的問題から生ずる不適合を幾分でも改善し、硬、軟組織の疾病を防止するには少なくとも現時点では適合補正手段としてのバーニッシュ以外ないであろう。このバーニッシュは一般には種々のインスツルメントを使用して口腔内の支台歯上で行われるが、ときには歯型上でも行われる。保母⁵⁾はこのバーニッシュについて一連の操作を紹介し緊密に適合したマージンをマジック・マージンと呼んでいる。しかしマジック・マージンもセメント合着時に得られはしても口腔内にみられるいろいろな機械的刺激（食物、歯磨剤、ブラシ、楊子）により変化していくのを臨床で経験する。

実験ではマージンをバーニッシュした時点では、三種類の合金とも 10 μm 以下の適合を示しており合金間できちわけ大きな差は認められず、臨床上好く行われる探針を使った触診ではステップを感じなかった。このような良好な適合結果は渡辺¹⁾、Sarrett¹⁰⁾ らの研究で明らかにされているようにローティティング・インスツルメントによる合金の伸びを利用した圧接によるものである。しかし、一旦良好な結果が得られてはいても 5 日間を想定したブラッシング 500 回目ではほとんどの試料でステップの増加が認められ、以後も引き続き増加する傾向がある（図 9, 10, 11）。教室の高桑ら³⁾によると歯科用合金のブラッシング磨耗で水を潤滑剤としている場合にはほとんど磨耗がみられないと報告している、また天然歯の磨耗についてみると Manly¹¹⁾ によれば水を潤滑剤としたブラッシングではエナメル質にほとんど磨耗がみられないと報告している。2 者の報告からすれば水を潤滑剤としている本実験ではバーニッシュ時の適合状態が継続すると考えられるのであるが、3,000 回時にはバーニッシュ時の 2 倍のステップの増加をみせた。これは単に平滑な合金面や歯面をブラッシングしているのとはおのずと異なるのかも知れない。すなわち、合金あるいは天然歯質からだけでなると連続した平滑面をブラッシングしているのとは違い、この実験では歯質と合金の全く異種材料からなり、10 μm 以下とはいえ接合部にステップをもった不連続な面をブラッシングしていることになるため、ブラシによる機械的刺激は当然大きくなるであろうから圧延された合金の Lip の先端部は磨耗していく可能性は大きい。あるいはインスツルメントによる圧接形成された Lip は菲薄であって、合着材などにより歯面に接着するのではなく、むしろ Lip の部分は遊離した状態であるためにブラシによる機械刺激により磨耗したり切断されながらマージンは変化し、ステップもおのずと大きくなると考えられる。この現象が連続してみられるのが 18K Gold であり、一方、Castwell および Casting Gold では硬度があるため、ブラシの刺激に対する抵抗が大きいので間歇的に前述の現象が生じるのであろう。渡辺¹⁾は歯磨剤を用いて同種の模型化した実験を行っているが、接触型表面形状測定機による波形観察から合金のマージンのめくれと思われる像を観察しているが、今回のセメント合着後の比較的短時間を想定したブラッシングにおいても如実に同様の結果が起こることが判明した。

臨床では新たな疾病を防止する目的で多くの時間と労

力を使って鑄造修復物のマージンをバーニッシュするのであるが、バーニッシュ後の早期にすでにマージンの変化がみられるとなると臨床ではそれなりの対策が必要とされる。渡辺²⁾は2種類の Cavosurface angle についてマージンの適合を調べているが、深部までの適合を考え、加えて Lip の菲薄化をさけたいいわゆる腰の強いマージンにするよう対策をたてるべきであり、そのためには Cavosurface angle も 135° 程度のものが良いであろう。最近になって接着性合着材が臨床でも使用できるまで開発されてきていることからすれば、マージンの適合に対する考え方あるいはマージンの適合変化もかなり変わったものになると考えられる。

V. 結 論

人の抜去歯牙切縁に 16 度のベベルをもつ一部被覆冠の形成を行い、直接法にてワックス・パターンを製作し、Castwell, 18K Gold, Casting Gold の三種類の合金を用いて鑄造した。15 個の鑄造修復物をセメント合着後、バーニッシュしてマージンの適合を計った。これらの試料をバーニッシュ直後と 500, 1,000, 1,500, 2,000, 2,500, 3,000 回のブラッシングを行いその都度レプリカを製作して非接触型マイクロ深さ高さ測定機にてマージンの適合状態を経時的に調べた結果、つぎの結論を得た。

1) 使用した三合金のいずれについてもバーニッシュ時の適合に差が認められなかった。計測されたステップ量は Castwell で平均 5 μm , 18K Gold で平均 6 μm , Casting Gold で平均 4 μm であった。

2) マージンの適合状態の変化は早い時期に現れ、5 日間を想定した 500 回のブラッシングですでにステップの増加をみた。

3) ブラッシング 3,000 回 (30 日間) ではバーニッシュ時のステップ量の 2 倍の増加を認め、適合が次第に悪くなる傾向がある。

4) 合金によってステップの増加が異なり、18K Gold

では直線的に間断なく増加するが Castwell と Casting Gold は階段状に増加していく。

5) 歯磨剤を使用しない場合でもブラッシングによる不適合が生ずる。

本研究は昭和 58 年度科学研究費補助金の援助を受けて行われ、昭和 58 年 12 月歯学会例会にて発表した。

文 献

- 1) 渡辺文彦, 他: ブラッシングによるマージンの変化に関する研究, 補綴誌, 24 (3): 506~525, 1980.
- 2) 渡辺文彦: 鑄造修復物マージンにおけるバーニッシュによる効果, 補綴誌, 27 (3): 485~506, 1983.
- 3) 高桑雅宣, 他: 歯冠修復用合金のブラッシング磨耗に関する研究, 補綴誌, 27 (4): 689~698, 1983.
- 4) 松沢 栄, 他: 成人による手用歯ブラシによる歯みがき圧について, 歯科医学, 34: 494~496, 1971.
- 5) 保母須弥也, 他: 鑄造冠マージンの適合性について, 歯界展望, 43 (5): 731~739, 1974.
- 6) Christensen, G.J.: Marginal fit of gold inlay castings, J. Prosthet. Dent., 16 (2): 297~305, 1966.
- 7) 小野 喬: 口腔内における各種鑄造修復物の適合性に関する研究, 日歯保誌, 21 (1): 1~13, 1978.
- 8) 岩本次男: 燐酸亜鉛セメントの被膜厚と合着力, 歯材器誌, 4: 98~106, 1959.
- 9) Mclean, J.W. & 1: The estimation of cement film thickness by an in vivo technique, Brit. dent. J., 131 (3): 107~111, 1971.
- 10) Sarrett, D.C. & 2: Scanning electron microscopy evaluation of four finishing techniques on margins of gold castings, J. Prosthet. Dent., 50 (6): 784~792, 1983.
- 11) Manly, R.S.: Factors influencing tests on the abrasion of dentin by brushing with dentifrices, J. Dent. Res., 23: 59~72, 1944.