原 著 論 文

全部床義歯のバレル研磨に関する研究

—セラミック研磨材の材質と粒径が表面性状に及ぼす影響—

谷 信幸 山森 徹雄 阿久津三幸 植原 典子
島崎 政人 高橋 秀美 清野 和夫 長山 克也*

A Study on Barrel Finishing of Complete Denture

—Influence of Ceramic Polishing Materials on Surface Texture—

Nobuyuki Tani, Tetsuo Yamamori, Miyuki Akutsu, Noriko Uehara,
Masato Shimazaki, Hidemi Takahashi, Kazuo Seino and Katsuya Nagayama*

Abstract : The purpose of this study was to investigate the surface texture and the cutting depth of denture base resin after barrel finishing, in association with the component and the particle size of the ceramic polishing materials. Board-shaped specimens were provided to examine the surface texture, and cylindrical specimens were provided to measure the cutting depth. The test surface of the board-shaped specimens were polished with a rag wheel and polishing material (0.05 μ m aluminium oxide powder) before barrel finishing. The test surface of the cylindrical specimens were polished in the same manner, and then the polished surface was masked with adhesive tape except for a circular hole which was five millimeters in diameter. The barrel finishing was performed for twenty minutes with six kinds of ceramic polishing materials respectively. After barrel finishing, the surface texture and the cutting depth were measured with a surface texture measuring apparatus. Then the specimens were observed under a scanning electron microscope. The results were as follows :

1. As the diameter of ceramic polishing materials increased, the value of the surface roughness and the cutting depth increased.
2. The surface texture of denture base resin was influenced by components of polishing materials when the diameter of the ceramic polishing material was 2 or 4 mm.
3. The cutting depth of the denture base resin was not influenced by components of polishing materials.

Key words : barrel finishing, denture base resin, polishing materials, surface roughness, cutting depth

I. 緒 言

全部床義歯の研磨は外観に触れる歯肉部に自然な光沢を

付与し、食渣の停滞がなく、歯垢、歯石の沈着を防止し、装着感を良好に保つことを目的としている。しかし、義歯床粘膜面においては衛生的観点よりは床下粘膜との適合性が重視され、粗造な部分を軽く削合するにとどめているのが現状である^{1,2)}。補綴材料とデンチャープラーク付着の関連を追究した藤田の報告³⁾によると、レジン表面には多数の微細な凹凸が存在し、ペリクルが形成されやすく、口腔内細菌が付着しやすい環境にあり、かつデンチャープラークの脱離抵抗性が大きい。このデンチャープラークには *Candida albicans* の出現率が高く義歯性口内炎の原因

奥羽大学歯学部歯科補綴学第二講座

*奥羽大学歯学部歯科理工学講座

Department of Removable Prosthodontics, School of Dentistry, Ohi University

*Department of Dental Materials Science, School of Dentistry, Ohi University

平成8年3月25日受付

ともなっている⁴⁾。したがって著者らは、義歯床粘膜面は清掃性の向上と義歯性口内炎の予防の観点から滑沢に研磨されることが望ましいと考えている。

しかし、回転切削工具を利用した従来の研磨方法では、複雑な形状を呈する義歯床粘膜面の形態を変化させることなく均一な滑沢面に仕上げることは容易ではない。そこで自動研磨の一種であるパレル研磨の応用を試み、これまで床下粘膜との適合に影響を与えることなく義歯床粘膜面の滑沢化が可能であることを報告してきた⁵⁾。そのなかで、重合直後のレジン表面性状を改善するためには研磨材の材質と粒径をさらに検討する必要性が生じた。特に、重合直後のレジン表面粗さをパレル研磨を用いて改善するためには、粗仕上げ研磨としての1次研磨の条件が重要となる。そこで今回は、パレル研磨の1次研磨における効果的な研磨条件を設定するため、研磨材の材質と粒径がレジン表面性状に及ぼす影響について検討した。

II. 材料と方法

1. 試験片の製作

実験用試験片の材料には加熱重合型床用レジン (ACRON, (株)ジーシー) を用い、表面性状の観察用として板状試験片を35個、研磨による形態変化の計測用として円柱状試験片を30個製作した。

板状試験片の製作は、まずパラフィンワックスを24×8×3 mmに成形し、フラスコ埋没、分割、流蠟後にメーカー指示の粉液比にてレジンを混和、填入した。重合スケジュールはJIS T 6501に従い70°Cで90分、100°Cで30分とした。フラスコを放冷した後、レジン重合体の表面を損傷しないように留意しながら掘り出し、石膏溶解剤中で埋没用石膏を完全に除去した。次に、レジン重合体の上面に計測の基準面を設定するため、回転自動研磨機 (BUEHLER 社) にて平面に仕上げ、0.05 μmの酸化アルミニウムを用いてバフ研磨を施した。

円柱状試験片の製作にあたっては、直径24 mm、高さ20 mmのワックスパターンをフラスコ埋没、流蠟し、板状試験片と同条件でレジンの混和、填入、重合を行った。その後、回転自動研磨機にて重合体上面に計測基準面を設定し、0.05 μmの酸化アルミニウムにてバフ研磨した。さらにパレル研磨後の形態変化を計測する部位を設定するため、パレル研磨面が直径5 mmの円形となるように周囲を布製ガムテープでマスキングした。

2. 研磨方法

研磨には縦型遠心8の字流動のパレル研磨機 (ポリッシングエイト SR-2, (有)宮崎歯科商会) を用いた。セラミック材はすべて球状とし、2種類の材質、すなわち Al_2O_3 と SiO_2 を主な組成とする材質Aと、 Al_2O_3 を主な組成と

図1 Ceramic polishing materials used in this study. A and B show the component of the material, 2, 4, 6 mm show the diameter of the polishing material
本研究に用いたセラミック材
A, Bは材質, 2, 4, 6 mmは平均粒径を示す

する材質Bそれぞれに対して、平均粒径2, 4, 6 mmの3種類の粒径を組み合わせ、合計6種類とした (図1)。パレル研磨時には、セラミック材450 mlに対し添加材としてコンパウンド材15 gとグレーパウダー傷取添加材60 g、さらに水350 mlを加えた。なお回転数、研磨時間は本セラミック材に対するメーカー指示の条件に従い、200 rpmにて20分間とした。板状試験片、円柱状試験片とも各条件につき5個ずつを実験に供した。板状試験片についてはパレル研磨を行わないもの5個をコントロールとした。

3. 観察、計測方法

板状試験片については、肉眼的に観察した後、表面粗さ形状測定器 (サーフコム 575 A, (株)東京精密) により中心線平均粗さ (Ra) および最大高さ (Rmax) を各試験片につき3部位ずつ計測した。さらに金パラジウム蒸着し走査型電子顕微鏡 (S-450, (株)日立製作所) を用いて表面性状を観察した。円柱状試験片については、バフ研磨面を基準面に合わせた状態でパレル研磨面の形状を表面粗さ形状測定器により計測し、得られた最大高さ (Rmax) をもって研磨による形態変化とした。

統計処理として、表面粗さ、研磨による形態変化のセラミック材の材質および粒径による違いを検索するため、F検定による平均値の有意差検定を行った。

図 2 Scanning electron micrographs of denture base resin specimens ($\times 400$)
床用レジン試験片の SEM 像 ($\times 400$)

III. 結 果

肉眼的には、バレル研磨前の試験片に比較して研磨後の試験片では光沢が減じ、セラミック材の粒径が大きくなるに従い、表面が粗くなり試験片の隅角が丸みを帯びていた。

走査型電子顕微鏡による観察では、粒径が 2 mm のセラミック材ではバレル研磨後に小さな研磨傷が多数認められた。この研磨傷はセラミック材の粒径が増加するに伴い大きくなる傾向を示した。また、同一粒径における材質 A、B 間の表面性状を比較すると、材質 A の方がより大きな研磨傷を呈する傾向を示した (図 2-a~g)。

表面粗さを計測した結果、Ra (平均値 $\pm$ SD) は、粒径

図3 Surface roughness of denture base resin specimens (Ra)
床用レジン試験片の表面粗さ (Ra)

図4 Surface roughness of denture base resin specimens (Rmax)
床用レジン試験片の表面粗さ (Rmax)

図5 Cutting depth of denture base resin specimens
床用レジン試験片の研磨に伴う形態変化の大きさ

が2, 4, 6 mmのセラミック材を用いた場合, 材質Aではそれぞれ $0.46 \pm 0.03 \mu\text{m}$, $0.54 \pm 0.03 \mu\text{m}$, $0.58 \pm 0.04 \mu\text{m}$, 材質Bではそれぞれ $0.32 \pm 0.05 \mu\text{m}$, $0.39 \pm 0.06 \mu\text{m}$, $0.61 \pm 0.05 \mu\text{m}$ であり, いずれの材質のセラミック材を用いても粒径の増加に伴いRa値が増大した。また, 同一粒径における材質A, B間を比較すると粒径2 mmと

表1 Results of F test of the surface roughness (Ra)
表面粗さ (Ra) のF検定の結果

4 A	6 A	2 B	4 B	6 B	
*	*	*	—	—	2 A
	*	—	*	—	4 A
		—	—	NS	6 A
			*	*	2 B
				*	4 B

* : significant at $p < 0.05$

NS : not significant

表2 Results of F test of the surface roughness (Rmax)
表面粗さ (Rmax) のF検定の結果

4 A	6 A	2 B	4 B	6 B	
*	*	*	—	—	2 A
	*	—	*	—	4 A
		—	—	NS	6 A
			*	*	2 B
				*	4 B

* : significant at $p < 0.05$

NS : not significant

表3 Results of F test of the cutting depth
研磨に伴う形態変化の大きさのF検定の結果

4 A	6 A	2 B	4 B	6 B	
*	*	NS	—	—	2 A
	*	—	NS	—	4 A
		—	—	NS	6 A
			*	*	2 B
				NS	4 B

* : significant at $p < 0.05$

NS : not significant

4 mmでは材質Aの方が有意に大きなRa値を示したが, 粒径6 mmでは材質による差はみられなかった (図3, 表1)。

Rmax (平均値 $\pm$ SD) は, 粒径が2, 4, 6 mmのセラミック材を用いた場合, 材質Aではそれぞれ $5.37 \pm 1.04 \mu\text{m}$, $7.11 \pm 1.03 \mu\text{m}$, $8.29 \pm 1.79 \mu\text{m}$, 材質Bではそれぞれ $4.20 \pm 0.86 \mu\text{m}$, $5.36 \pm 0.86 \mu\text{m}$, $7.40 \pm 1.77 \mu\text{m}$ となり, 粒径および材質による差においてはRaの場合と同様の結果が得られた (図4, 表2)。

また, パレル研磨による形態変化の大きさは, 粒径が2, 4, 6 mmのセラミック材を用いた場合, 材質Aではそれぞれ $5.99 \pm 0.87 \mu\text{m}$, $12.12 \pm 1.58 \mu\text{m}$, $13.51 \pm 1.55 \mu\text{m}$ であり, 材質Bではそれぞれ $6.46 \pm 0.87 \mu\text{m}$, $13.21 \pm 1.52 \mu\text{m}$, $13.89 \pm 1.48 \mu\text{m}$ であった。セラミック材の粒径4 mm, 6 mmの場合に, 2 mmの場合と比較し

て有意に大きな値となったが、材質 B の粒径 4 mm と 6 mm 間では有意な差が認められなかった。また同一粒径においては材質 A, B 間での差はみられなかった (図 5, 表 3)。

IV. 考 察

補綴物の表面性状は、適合を考慮する必要のない部位では舌感や審美性の向上、二次カリエスや沈着物の停滞抑制を目的として可能な限り滑沢な表面に仕上げる⁶⁻⁸⁾ことが推奨されている。

全部床義歯においては義歯床の唇側側歯肉部、舌側歯肉部および口蓋部のいわゆる研磨面は滑沢に仕上げるものの、義歯床粘膜面においては床下粘膜との適合を重視して研磨を行わずに鋭利な部分を削除するのにとどめている¹⁾。そのため義歯床粘膜面の表面性状は研磨面に比較し粗であり、食渣やプラークなどが沈着しやすく、また除去しにくい環境にある。補綴材料とデンチャープラーク付着との関連を追究した藤田の報告³⁾によると、アクリリックレジンと金合金は艶焼された陶材に比較してデンチャープラークが多く付着するという。その理由を明らかにするため材料の表面を走査型電子顕微鏡で観察したところ、艶焼された陶材に比較し、アクリリックレジンと金合金には微細な凹凸が多数みられたことから、表面構造の差異がデンチャープラークの付着量に関与しているものと推測している。また、床用レジンの表面性状と *Candida albicans* の関連を追究した坪井⁹⁾は、表面が滑沢であるほど *Candida albicans* が付着しにくいと報告している。さらに補綴材料に付着したデンチャープラークの脱離抵抗性は、同一材料であっても表面が粗造のものほど大きいことも報告されている³⁾。これらの報告は、義歯床粘膜面の表面性状を滑沢に仕上げるのが、デンチャープラークの付着を少なくし、清掃性の向上と義歯性口内炎の予防にとって望ましいことを示唆している。

全部床義歯の研磨は、回転切削工具を利用して行われている。しかし、これらの回転切削工具を用いて床用レジン研磨する場合、切削圧を一定に保つことが困難なため広範囲を均一な研削量で研磨することは不可能といえる。また、狭小な部分の研磨には形態、大きさ、粗さの異なる多くの切削工具を使用しなければならず、表面性状の改善には煩雑な操作が要求される。そこで、複雑な形状を呈する義歯床粘膜面の形態を変化させることなく表面性状を改善するため、自動研磨の一種であるバレル研磨の応用を試みた。これまでににおける当教室の報告では⁵⁾、床下粘膜との適合に影響を及ぼすことなく義歯床粘膜面の表面性状を改善することは可能といえた。しかし、義歯床粘膜面においては重合したままの状態からバレル研磨を行わなければならず、粗仕上げ研磨としての 1 次研磨の条件が滑沢化に影

響を及ぼすものと考えられる。そこで、今回は 1 次研磨のより効果的な条件を見出すことを目的とした。

バレル研磨による床用レジン滑沢化の程度に影響を及ぼす因子としては、バレル研磨機の回転数、研磨槽の形状、運動様式、容積率、研磨材の量、比重、硬さ、表面性状、大きさ、材質、および添加材の種類や量などが考えられる¹⁰⁻¹⁵⁾。今回は、これらの中で研磨効果を左右する重要因子¹⁶⁾といえる研磨材の材質と形状が床用レジン試験片に及ぼす影響を検討した。

従来、試験片の表面粗さはサンドペーパー等で一定の粗さに規定し、研磨による平滑化程度が判定基準として用いられてきた¹³⁻¹⁵⁾。しかし、本研究では各セラミック材が床用レジン表面性状に及ぼす影響の違いを確認することを目的としたため、試験片表面に対して機械研磨により基準面を設定後、バフ研磨を施している。

バレル研磨を施した試験片の表面粗さは、走査型電子顕微鏡による観察および表面粗さの計測結果から、セラミック材の材質にかかわらず粒径の増加に伴い大きくなった。これは粒径の増加によりセラミック材 1 個あたりの質量が増大し、試験片とセラミック材との相対的流動速度の差が大きくなったことから、レジン試験片に対しての衝撃力が増したことによるものと考えられる。

セラミック材の材質間を比較すると、粒径 2 mm と 4 mm のものでは材質 A を用いた場合の方が材質 B に比較して試験片の表面粗さが有意に大きな値を示した。この原因としては材質 A の方が多孔性であり粗い表面性状を呈していたことが考えられる。粒径 6 mm のセラミック材を用いてバレル研磨した場合、試験片の表面粗さは材質間で差がみられなかった。6 mm のセラミック材では粒径 2, 4 mm のものに比較して試験片の表面粗さが大きいので、セラミック材の材質の差による影響が相対的に小さくなり有意な差として現れなかったものと推測される。また粒径 6 mm のセラミック材では試験片に対してセラミック材が相対的に大きすぎ、他の 2 種類のセラミック材よりも接触回数が少なかったため十分な研磨効果が現れなかった可能性がある。このことも材質間での有意差がみられなかったことの理由の 1 つと考えられる。

研磨による形態変化の大きさについては、セラミック材の粒径が増すに従い、増大する傾向を示した。これは、粒径の増大に従ってセラミック材が試験片に衝突する際の衝撃が増大したためと考えられる。しかし材質 B においては粒径 4 mm と 6 mm の間で有意差を認めなかった。研磨効果は研磨材の表面性状、粒径の大きさ、研磨材の重量に影響を受けることから、材質 B においても有意差が生じるはずである。有意差が生じなかった原因としては、試験片に施したマスキングの直径が 5 mm であり、セラミック材の粒径との相対的な関係から粒径 6 mm のものは研磨中に試験片と接触する頻度が少なく、研磨効果が低かったこと

と、材質Bでは表面が緻密であり、材質Aほど重量差の影響を受けなかったことが考えられる。

床用レジン重合後のRmaxは平均14.02 μm であると報告されている⁹⁾。床用レジンの滑沢化のためには、1次研磨、2次研磨を合わせてこれを上回る量の研削が必要であると仮定すれば、本研究の結果からは、研磨による形態変化が12~14 μm である粒径4 mm, 6 mmの研磨材が1次研磨材の候補になる。この中で研磨後の表面性状が良好であるセラミック材が最も適すると考えられ、材質Bの粒径4 mmのセラミック材がこれに相当する。しかし、金属のパレル研磨の際に生じると報告されている圧延効果¹⁷⁾が床用レジンの研磨においても生じる可能性があり、この場合にはセラミック材の選択基準が変わることになる。

今後は、表面性状のさらなる滑沢化を目的に、1次研磨と2次研磨の組合せによる影響および人工歯への影響についても調べる必要があろう。

V. 結 論

パレル研磨を義歯床用レジンに应用する場合の適切な研磨条件を確立する第一段階として、セラミック材の材質と形状が表面性状と形態変化の大きさに及ぼす影響を調べ、以下の結論を得た。

1. 用いたセラミック材の粒径が大きいものほど研磨後の試験片の光沢が肉眼的に減少し、走査型電子顕微鏡による観察ではより大きな研磨傷が認められた。また試験片の表面粗さおよび研磨による形態変化の大きさが増大した。

2. Al_2O_3 と SiO_2 を主な組成とする材質Aと、 Al_2O_3 を主な組成とする材質Bで比較すると、材質Aのセラミック材を用いた場合の方が走査型電子顕微鏡観察時の研磨傷が大きい傾向にあった。また粒径2, 4 mmのもものでは材質Aの方が表面粗さが大きかった。

3. 研磨による形態変化の大きさは研磨に用いるセラミック材の材質による影響を受けなかった。

本論文の要旨は、第93回日本補綴歯科学会学術大会(1995年6月9日、横浜)にて発表した。

文 献

- 1) 中沢 勇. 全部床義歯学 398-404, 京都:永末書店, 1986.
- 2) 林 都志夫. 全部床義歯補綴学 330-332, 東京:医歯薬出版, 1993.
- 3) 藤田茂信. 固定性架工義歯の Pontic 基底面に付着する歯垢に関する研究—歯垢付着に対する細菌学的考察—. 歯科医学 42: 381-412, 1979.
- 4) 玉本光弘. デンチャーブラークのカンジダに関する研究(第1報) デンチャーブラークのカンジダ叢と義歯性口内炎との関係. 広歯誌 16: 242-249, 1984.
- 5) 山森徹雄, 谷 信幸, 清野和夫ほか. 全部床義歯のパレル研磨に関する研究—床用レジンの表面粗さと研削量について—. 補綴誌 39: 757-760, 1995.
- 6) 下総高次. 研磨の意義と目的. 下総高次, 中沢省三編, 歯科技工別冊 研磨 1-5, 東京:医歯薬出版, 1979.
- 7) 中沢省三. 研磨法とその理論. 下総高次, 中沢省三編, 歯科技工別冊 研磨 6-29, 東京:医歯薬出版, 1979.
- 8) 坂本義昭. アマルガムの表面あらさと細菌付着に関する研究—sucrose free 条件における *streptococcus sanguis* の付着について—. 日歯保誌 23: 481-488, 1980.
- 9) 坪井和義. 総義歯におけるデンチャーブラークの付着に関する臨床的並びに細菌学的研究. 岐歯学誌 15: 324-340, 1988.
- 10) 船橋 渡. 精密工学講座 II-3 パレル研磨 1-29, 東京:日刊工業新聞社, 1958.
- 11) 加藤一男, 酒井彬博, 柴 満生. パレル研磨の歯科的応用に関する検討. 医器材研報 6: 62-69, 1972.
- 12) 青谷 薫. 金属表面工業用装置 58-118, 東京:横書店, 1967.
- 13) 宮崎 隆, 玉置幸道, 青山訓康ほか. レジン床のパレル研磨に関する研究—表面性状の改善について—. 歯材器 7: 648-652, 1988.
- 14) 宮崎 隆, 玉置幸道, 青山訓康ほか. レジン床のパレル研磨に関する研究(第2報)—パレル内のメディアの容量が研磨面性状に及ぼす影響について—. 昭歯誌 10: 237-240, 1990.
- 15) 玉置幸道, 青山幸道, 鈴木 映. 歯科用パレル研磨機をテストする. DE 104: 27-38, 1993.
- 16) 青山訓康. 試作遠心パレル研磨機を用いたチタンの研磨に関する研究. 歯材器 14: 329-340, 1995.
- 17) 松永正久. パレル研摩法 102-107, 東京:日刊工業新聞社, 1964.