

マイクロ波重合が義歯床内金属周囲の レジン重合に及ぼす影響

山森徹雄 小林康二 安藤伊都子 石橋賢一
森脇祥博¹ 中山公人 清野和夫

Effect of Microwave on Resin Polymerization in Circumference of Metal Wires of Denture

Tetsuo YAMAMORI, Koji KOBAYASHI, Itsuko ANDO, Kenichi ISHIBASHI,
Yoshihiro MORIWAKI, Kimihito NAKAYAMA, and Kazuo SEINO

The microwave polymerization brings about good adaptation with a short polymerization time. But it is apprehended that polymerization defects may occur by the spark among the metal elements of the removable partial dentures. This paper describes the effects of the SPAD system on polymerization in the circumference of metal wires. The result showed that slight polymerization defects occurred in the circumference of metal wires, when the space between the wires were small in the SPAD system.

From the above, it was suggested that the distance between metal wires should be widened to over 1mm, when the SPAD system was used.

Key words : SPAD system, polymerization defect, microwave, metal wire

緒 言

義歯床用レジンのマイクロ波重合法は物質の誘電損を利用し、電界内におかれた物質自身の分子運動に起因する発熱を利用した内部加熱である。加熱重合法とは異なりエネルギー効率がよく、電界が一様であるなら物質の表面と内部を同時に一様に加熱できるため、短時間の重合で良好な適合が得られる特徴がある^{1,2)}。

しかし、金属構成要素を有する部分床義歯の重合にマイクロ波重合を応用する場合は、金属同士の間隔によりスパークが生じ、レジンの重合に影響を及ぼすことが危惧される。

そこで、マイクロ波重合を部分床義歯に応用した場合に、金属線周囲におけるレジン重合への影響を他の重合法と比較検討した。

材料と方法

1. 試 料

試料を製作するため、まず、シートワックス（ジーシー）を用いて65×10×3.3mmの寸法に蝸型を製作した。蝸型の中央に18-8鋼リングバー用線を埋入した（図1）。金属線間の距離（d）は0mm、1mm、3mmの3条件とした。この蝸型を各種レジン重合法（表1）により重合体とした。レジン材料には、マイクロ波重合型床用レジン

受付：平成20年5月12日、受理：平成20年5月20日
奥羽大学歯学部歯科補綴学講座
森脇歯科医院¹

Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University
School of Dentistry
Moriwaki Dental Office¹

表1 レジン成形法と重合条件

	SPADシステム	マイクロ波重合	加熱重合
レジン成形法	加圧注入法	填入法	填入法
粉液比	0.45ml/g	0.43ml/g	0.43ml/g
注入圧/填入圧	注入圧 40kg/cm ²	填入圧 40kg/cm ²	填入圧 40kg/cm ²
レジン重合法	マイクロ波重合	マイクロ波重合	湿熱重合
重合条件	照射時間 2分	照射時間 3分	70℃ 90分, 100℃ 30分

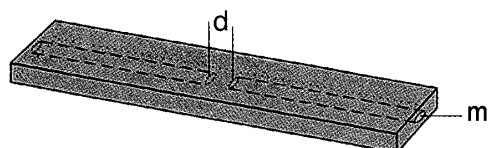


図1 試料の寸法と構造

m : 金属線, d : 金属線間距離 (0, 1, 3 mm)

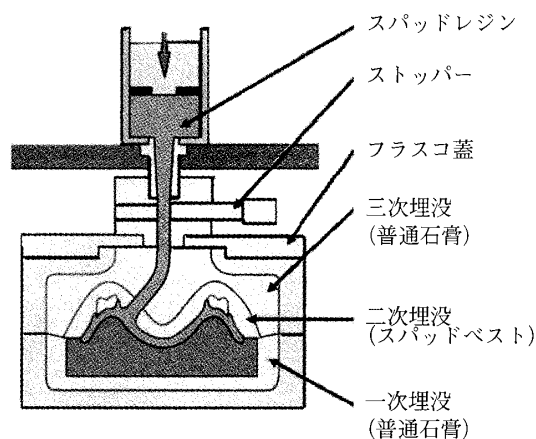


図2 SPADレジン注入時の模式図

として、SPADレジン（デンツプライ三金）とアクロンMC（ジーシー）を、加熱重合型床用レジンとしてアクロン（ジーシー）を用いた。粉液比はSPADレジンでは0.45ml/g、アクロンMCとアクロンでは0.43ml/gとした。

レジン成形法は、マイクロ波重合型床用レジンでは、SPADシステム³⁾（デンツプライ三金）による注入法（図2）と、従来の樹脂性フラスコを用いた填入法による。加熱重合型床用レジンには金属製フラスコを用いた填入法で成形した。

レジン重合法は、SPADシステム（以後、SPと称す）では回転式マイクロ波照射装置を用いて、周波数2,450MHz、出力500W、2分間で重合した。填入法によるマイクロ波重合（以後、MCと称す）は、SPADシステムと同一の照射装置を用いて、照射時間3分間で重合した。加熱重合法（以後、

HCと称す）は湿熱法を用い、70℃ 90分で重合後、100℃ 30分の重合を行った。

重合後は各重合法とも大気中で1時間放冷し、その後30分間水冷してからレジン重合体を掘り出し実験群の試料とした。対照群は金属線を埋入せずに、実験群と同様の条件で重合したレジン重合体とした。試料は各条件とも5個製作した。

2. レジン重合状態の観察

金属線周囲のレジン重合状態を観察するため、ラボカッターMC-120（マルトー）を用い、レジン内の金属線先端から1mmの部位を切断し、耐水ペーパーを用いて金属線先端を露出した。断面を600番の耐水ペーパーにて研磨した後、スコープマンMS-803（モリテックス）を用いて50倍で観察した。

測定項目は、試料断面積に対する重合不良部面積の割合とし、スコープマンによる標本断面像をパーソナルコンピュータに取り込み、画像解析ソフトNIH imageにより面積を測定した。

結 果

1. 断 面 像

重合条件がSPの断面像は、金属線間距離が1mmと3mmの場合は対照群と同様な像が観察され、重合の不良像は観察されなかった（図3）。しかし、金属線間距離が0mmの場合は、金属線周囲に間隙が認められ、明らかな重合不良の状態が観察された（図4）。

重合条件がHCとMCの断面像では、各金属線間距離においてわずかな間隙は認められるものの、重合の不良像は観察されなかった。

2. 試料断面積に対する重合不良面積の割合

レジンの重合不良が認められた、重合条件がSPで金属線間距離が0mmの試料について、重合不良部位の面積を測定したところ、 $0.37 \pm 0.25 \text{mm}^2$

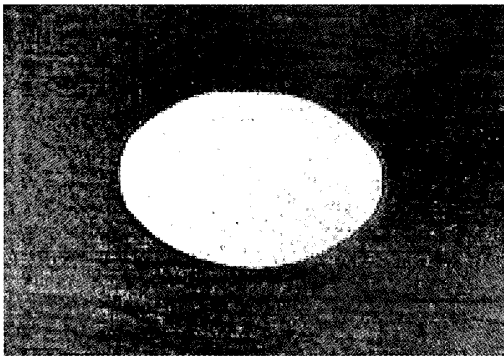


図3 試料断面像 (SP, 金属線間距離 1 mm)

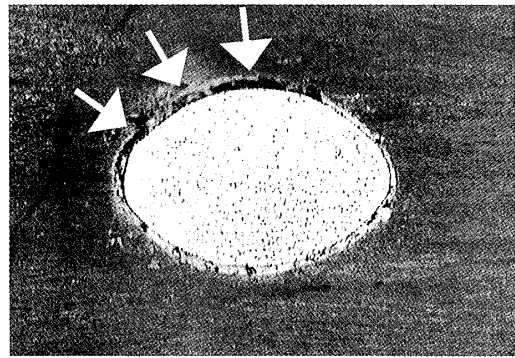
図4 試料断面像 (SP, 金属線間距離 0 mm)
矢印：重合不良部

表2 重合不良部面積と試料断面積に対する割合

試料番号	1	2	3	4	5	平均	S D
重合不良部面積 (mm ²)	0.13	0.16	0.49	0.74	0.33	0.37	0.25
試料断面積に対する割合 (%)	0.42	0.51	1.57	2.37	1.06	1.19	0.81

(平均±SD)であった(表2)。また、試料断面積に対する割合を算出したところ、 $1.19 \pm 0.81\%$ (平均±SD)であった。

考 察

レジンの成形法と重合法は、適合精度を求めて成形法は加圧填入法から加圧注入法へ、重合法は湿熱法による加熱重合法からマイクロ波重合による均一片面加熱法へと変遷してきた⁴⁻⁷⁾。SPADシステムは注入型レジン成形法とマイクロ波重合法を組み合わせた重合システムで、全部床義歯においては適合精度に優れていることが報告されている⁸⁻¹⁰⁾。しかし、金属構成要素を有する部分床義歯では、金属同士の近接程度によりスパークが生じ、レジンの重合に影響を及ぼすことが考えられる。この重合システムを部分床義歯に応用するためには金属構成要素がレジンの重合にどのような影響を与えるかを確認しておく必要がある。

今回の結果から、HCとMCの断面像では各条件とも金属線周囲のレジンに重合収縮と思われるわずかな隙間は認められたが、重合が不良な像は呈していなかった。これに対して、SPの断面像では、金属線間距離が0 mmの場合に明らかな重合不良の像が観察された。同じマイクロ波重合であるMCでは、このような変化が認められていない

ことから、この像はSPに特有な現象といえる。その要因としては、重合促進剤の添加の有無が関与していることが考えられた。すなわちMCでは重合促進剤の三級アミンが添加されているため、重合がある程度進行した状態でマイクロ波による温度上昇が起こる。これに対して、SPでは三級アミンが添加されていないことから、マイクロ波による温度上昇がラジカル発生からモノマーの沸点まで急激に進行したためと考えられた。さらにSPでは義歯床研磨面側の温度上昇を抑えるために、専用の埋没材を用いていることから、埋没材の違いによるマイクロ波の透過性が影響したことが考えられた。

重合不良部位の面積には試料間にばらつきが認められたが、平均すると $0.37 \pm 0.25 \text{ mm}^2$ で、試料断面積に対する割合の平均は $1.19 \pm 0.81\%$ であった。SPでは金属線を接触状態で設置すると、マイクロ波照射によるスパークが原因と考えられる重合不良が金属線周囲に発生することが明らかとなった。したがって、SPADシステムを部分床義歯に応用する場合は、金属構成要素の接近は避け、フレームワークを一体化するか、金属間距離をスパークが生じない程度に離開させる必要のあることが示唆された。

結 論

マイクロ波重合を部分床義歯に応用することを目的に、金属線周囲におけるレジン重合への影響を他の重合法と比較検討し、次の結論を得た。

1. HCおよびMCは埋入した金属線間距離に関わらず、重合不良部位は認められなかった。

2. SPの1 mm, 3 mmでは、HC, MCと同様の断面像を呈したが、0 mmにおいては金属線周囲にわずかな重合不良部位が認められた。

以上のことから、マイクロ波重合法であるSPADシステムを部分床義歯に応用する場合は、金属構成要素の近接程度によってスパークが生じて重合欠陥が起こるため、金属構成要素は一体化したフレームワークとするか、金属間距離をスパークが生じない程度に離間させる必要があることが示された。

文 献

- 1) 木村 博, 寺岡文雄, 斉藤隆裕, 大西寛保ほか: マイクロ波の歯科への応用(その1) - レジンのドウ化とキュアリング-. 歯科材料・器械 **2**; 253-257 1983.
- 2) 木村 博, 寺岡文雄, 大西寛保, 斉藤隆裕ほか: マイクロ波の歯科への応用(その2) - レジンの適合性-. 歯科材料・器械 **2**; 451-457 1983.
- 3) 清野和夫, 小林康二, 木村俊彦, 高橋直樹ほか: SPADシステムを用いたコンプリートデンチャー

の製作とその重合精度. QDT **25**; 1493-1498 2000.

- 4) 木村 博, 遊 本淵, 寺岡文雄: 義歯床用レジンの開発に関する研究(第1報)人工歯の移動と適合性について. 歯科材料・器械 **6**; 888-893 1987.
- 5) 木村 博, 寺岡文雄, 杉田順弘: マイクロ波の歯科への応用(その5) - レジン床義歯作製用注入式システムについて-. 歯科材料・器械 **9**; 74-78 1990.
- 6) 箕浦正孝, 寺岡文雄, 北原一慶, 高橋純造ほか: マイクロ波重合用レジンに関する研究-重合開始温度と添加剤との関係-. 歯科材料・器械 **14**; 265-269 1995.
- 7) 小柳進祐, 王 曉容, 高橋 裕, 羽生哲也: 射出成形法によるマイクロ波重合型レジンで作製した上顎総義歯の重合に伴う寸法変化. 補綴誌 **43**; 279-285 1999.
- 8) 清野和夫, 小林康二, 山森徹雄: レジン床義歯の適合性向上のための総合的アプローチ-マイクロ波重合SPADシステムとパレル研磨による効果-. 補綴臨床 **33**; 418-426 2000.
- 9) 小林康二, 木村俊彦, 高橋直樹, 池田裕一ほか: 注入法によるレジン床義歯の重合精度-注入圧による影響-. 奥羽大歯学誌 **28**; 311-318 2001.
- 10) 木村俊彦, 小林康二, 斉藤彰久, 高橋直樹ほか: 注入法によるレジン床義歯の重合精度-フラスコ製法の違いによる影響-. 奥羽大歯学誌 **30**; 56-61 2003.

著者への連絡先: 山森徹雄, (〒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: Tetsuo YAMAMORI, Department of Prosthetic Dentistry, Ohu University School of Dentistry 31-1 Misumido, Tomita, Koriyama 963-8611, Japan