原著論文

重合様式の異なる市販義歯床用レジンの 適合精度について

鷹股 哲也   井上 義久   橋本 京一

杉藤 庄平   荒川 仁志   倉沢 郁文

Adaptation of Acrylic Resin Dentures Polymerized Using Various Activation Modes

Tetsuya Takamata, Yoshihisa Inoue, Kyoichi Hashimoto,
Shohei Sugitou, Hitoshi Arakawa and Ikufumi Kurasawa

Abstract : The purpose of this *in vitro* study was to compare the dimensional accuracy of maxillary dentures made using a conventional heat-activated PMMA resin, a pour resin, a visible light-activated resin, and a microwave-activated acrylic resin.

Two simple methods for measuring dimensional accuracy were used : (1) weight of impression material entrapped between the base and master die and (2) measurement of the posterior border gap at five locations. The volume of space between the denture base and the master die was determined by (1) computation and (2) estimation. Statistical analysis (Bartlett, ANOVA and Tukey's Tests) supported the following conclusions :

- (1) all groups showed a processing contraction, most apparent from buccal flange to buccal flange,
- (2) the poorest fitting group was processed in a brass flask and a water bath at a temperature which rose from 70 to 100°C, using a heat activated resin (Acron),
- (3) the visible light activated resin (Triad) produced dentures of intermediate accuracy, as did Acupac 20 when either heat or microwave activated,
- (4) the two best fitting groups were prepared from a chemically activated resin system using pressure at low heat (PER form), and the resin developed for microwave activation (Acron MC).

Key words : adaptation, acrylic resin denture, various activation modes

---

松本歯科大学歯科補綴学第一講座 (指導: 橋本京一教授)
Complete and Removable Partial Denture Prosthodontics,
Matsumoto Dental College (Chief: Prof. Kyoichi Hashimoto)

平成元年 6 月 9 日受付

I. 緒 言

義歯床用材料としてアクリル樹脂が使用され始めてから、約半世紀が経過しようとしている¹⁾。この間、メタア

表 1 市販義歯床用材料と重合方法

Brand	Type of material	Batch No.	Manufacturer	Powder/Liquid ratio (gm/cc)	Curing method
Acron	Heat activated resin	Mon. 220181 Pol. 281251	GC Dental Ind. Corp., Tokyo, Japan	100/40	Water bath 30 min...70°C 30 min...100°C
Acupac 20	Heat activated resin Fast boilable	Mon. 087029 Pol. 037025	Howmedica, Inc., Dental Division, Chicago, IL	100/47.6	Water bath 20 min...100°C Microwave 13 min...90 W 1.5 min...500 W
PERform	Chemically activated pour resin	Mon. 376042 Pol. 020784	Whaledent Int. New York, NY	100/55	Pressurized water bath 5.5 bars (1 bars $\approx$ 1 atm) Cast base under vacuum 30 min...45°C
Triad	Visible light activated resin	Rope : 8001082 Sheet : 8001857 A	Dentsply Int. Corp., York, PA	Single component	2 min (external) then 6 min (internal)
Acron MC	Microwave activated resin	Mon. 020761 Pol. 150761	GC Dental Ind. Corp., Tokyo, Japan	100/43	Microwave 3 min...500 W

クリレートレジンに関する寸法精度ならびに機械的強度の向上、操作性の簡便さ、重合時間の短縮などについて、多くの材質的な改良と開発がなされ²⁻¹⁵⁾、また、いろいろな重合方法が紹介されてきた¹⁶⁻²³⁾。しかし、いまだに義歯床用材料としてメタアクリレートレジンが臨床に広く使用され、これに代わる優れた材料が出ていないのが現状である。メタアクリレートレジンが長年にわたって使用され続けてきている理由には、この材料が優れた審美性を備えていること、機械的強度あるいは化学的安定性が臨床的に満足しうること、粉液重合法による成形加工のため取り扱いが比較的容易であること²⁴⁾などが考えられる。このようにいくつかの利点を持ち、義歯床用材料としてその主流をなすメタアクリレートレジンも硬化反応が重合反応であることから、モノマーが重合してポリマーになる時の密度の増加に起因する重合収縮と、硬化したレジンが加熱温度から室温まで冷却される間に生ずる熱収縮とを併せ持ち²⁵⁾、その結果、重合後の義歯に寸法変化が現れ、義歯床の変形・人工歯の変位などが生じる。臨床上、義歯床の変形は、床と粘膜面との適合を不良にし、義歯床下粘膜組織の疼痛・炎症、歯槽骨吸収などの障害を引き起こし、義歯の維持・安定を低下させることになる。また、人工歯の変位は咬合器上で確立

された咬合関係に狂いを生じさせ、咬合調整に多くの時間を費やすことになり、不十分な咬合関係のまま製作された義歯を装着することにより、咬合不調和をきたすことも考えられる。近年、これらメタアクリレートレジン欠点を補うべく、材料そのものの改良、開発とともにいろいろな重合方法が考案され、報告されている²⁶⁻⁴¹⁾。

そこで著者らは、これら各種の重合方法で作製されたレジン床義歯の重合収縮に伴う寸法変化を知るために、その評価方法の1つである適合精度について検討した。

II. 実験材料と方法

1. 材料ならびに試料の作製

材料は加熱重合レジンとして Acron (G-C 社製)、短時間加熱重合レジンとして Acupac 20 (Howmedica 社製)、加圧吸引低温重合レジンとして PERform (Whaledent 社製)、光重合レジンとして Triad (Dentsply 社製)、マイクロ波重合レジンとして Acron MC (G-C 社製) の5種類の義歯床用レジンを用いた。また、短時間加熱重合レジン Acupac 20 についてはマイクロ波重合をも試みた(表 1)。上顎無歯顎堤を想定した ADA 規格の標点つき金属原型を実験用金型として用いた。この

図 1 上顎無歯顎堤を模倣した金型

金型は重合後のレジン床義歯を位置づけるために、辺縁部に3カ所、後縁部に1カ所、幅・深さともに約1.0 mmのV字状切痕を付与してあるものである(図1)。常温加硫シリコン(General Electric社製)にて金型のモールドを作製し、タイプIV超硬石膏(Columbus Dental社製)、W/P 0.22にて石膏模型を作製した。それぞれ、7床ずつ試料を作製することとし、合計42個の石膏模型を作製した。金型と石膏模型との寸法精度を検討するため、標点間距をmeasuring microscope(Gaertner社製)にて金型については7回測定しその平均を、石膏模型については無作為に選んだ10個の模型で1個につき3回測定しその平均を求めた。この平均値からさらに10個の模型の平均を求め比較した。その結果寸法精度は99.97%(平均標準偏差0.01%)で、本実験には十分使用出来るものと判断した。

試料は、できる限り臨床的な形態に近く作製するために人工歯を排列することとし、咬合器はVerticulator(Jelenko社製)を使用した。上弓に石膏模型を装着した後、パテタイプのシリコン印象材にてコアを採得し、以降、すべての石膏模型と上弓とが同一の位置関係で装着されるように考慮した。蠟義歯の調製に際しては、レジン床の厚みをできる限り均一にするために、金型を顎堤の唇側面、舌側面ならびに口蓋面の3面に分け、それぞれの面に一致した形状のパラフィンワックスをあらかじめ作製し、これを模型上に圧接・適合し、境界部を溶融結合した。また、圧接に際しては各面のパラフィンワックスの厚みができる限り均等に保たれるように配慮した。このようにして、光重合レジンのTriadに使用する7個の石膏模型を除く、35個のすべての石膏模型について行った。レジン歯(New Hue Plastic, Dentsply社製)を用いて人工歯排列を行い、歯頸部のワックスを整えた後、蠟義歯人工歯咬合面の石膏コアを採得し、

すべての試料の人工歯と石膏模型との位置関係が同一になるようにした。

2. 重合方法

各義歯床用レジンの重合方法を表1に示す。いずれも使用説明書に従い、それぞれ7床ずつ作製した。短時間加熱重合レジンのAcupac 20についてはマイクロ波重合をも試み、90 Wで13分間の予備重合後、500 Wで1分30秒間の本重合を行った⁴²⁾。光重合レジンのTriadについては、石膏模型顎堤部の唇側面、舌側面そして口蓋面の3面に分けてTriadシートを圧接し、出来る限り均等に、空気が混入しないように注意した。重合後のすべての試料は、通法に従い研磨した後、蒸留水中に21日間浸漬した。

3. 評価方法

1) 金型と義歯床内面との間にシリコン印象材を介在させ、一定荷重条件下で硬化させた後、その重さを計量する。

シリコンはプレジデント印象材ライトボディ(Coltene社製)を使用し、キャタリストとベースを秤にて正確に計量した後、30秒で練和し、60秒以内に義歯床の内面に盛って、金型に位置づけた後、荷重装置により義歯の咬合面に約3 kgの荷重をかけ、辺縁に流れ出た印象材は綺麗に拭きとった。練和開始後3分30秒で約1 kgの荷重を取り除き、練和開始8分後に残りの約2 kgを取り除いた。これらの操作はすべて23°C、湿度55%の温度・湿度コントロール・ルーム内で行った。シリコンの計量は、1万分の1gまで計量可能な電子天秤(Mettler社製)を使用し、それぞれの床用レジンにおいて、各試料につき3回ずつ測定してその平均値を求め、この値からさらに7個の試料の平均値を求めて比較した。

2) 金型の後縁と義歯床後縁との間隙を測定する。

金型後縁の左右辺縁部、左右歯槽頂部、口蓋部のそれぞれの中央における義歯床後縁との垂直の間隙を、measuring microscope(Gaertner社製)を用いて3回測定し、平均を求めた。この際、厚さ約2 cm、直径約7 cmのゴム質円板を義歯床人工歯列の切縁ならびに咬合縁に接触するように置き、この円板の中央部に荷重装置の先端を位置づけて、約3 kgの荷重をかけた状態で測定した。

3) 2)で得られた間隙量から、金型と義歯床内面とに生ずると思われる辺縁部、歯槽頂部、口蓋部の空間の概

略の体積を求める。

この体積には金型顎堤の唇側面と舌側面に生ずると思われる空間の体積は含まれない。金型各部の底面積の算出には金型を写真撮影して、実物大に焼き付けた写真をトレースし、デジタイザー（グラフィック社製）にて入力し、面積計算プログラムに基づいてパーソナルコンピュータ（NEC 社製）にて行った。面積値は 3 回入力の平均値を用いた。

III. 結 果

1. シリコンの重さ

金型と義歯床内面との間に介在したシリコンの重さの測定結果を表 2、図 2 に示す。統計的にはマイクロ波重合レジンの Acron MC が最も適合が良かった。このグループには短時間加熱重合レジンの Acupac 20 の湿熱重合、加圧吸引低温重合レジンの PERform がそれぞれ属するが、Acupac 20 と PERform は Acupac 20 のマイクロ波重合、光重合レジンの Triad と共に中間のグループにも属し、この値からは Acron MC が最も適合が良いといえる。最も適合が悪かったのは、加熱重合レジンの Acron で、この場合も Acupac 20 のマイクロ波重

合、光重合レジンの Triad が同じグループに属してはいるが、Acupac 20 の湿熱重合、PERform と共に中間に属し、これらを除くと Acron が最も適合が悪いといえる。

2. 金型後縁と義歯床後縁の間隙量

金型後縁と義歯床後縁の間隙量を表 3、図 3 に示す。A は右側辺縁部、B は右側歯槽頂部、C は口蓋部、D は左側歯槽頂部、E は左側辺縁部で各部位の中央での測定結果である。Acron は、他のレジンの比較して各部位ともに大きな間隙量を示し、Acron MC、PERform は比較

表 2 義歯床内面に残った印象材の重さ (gm)

Materials	Activation method	$\bar{X}$	S.D.
Acron	Heat	1.8390 (a)*	0.1524
Acupac 20		1.5109 (b, c)	0.2558
PERform	Chemical	1.3931 (b, c)	0.0919
Acron MC	Microwave	1.3573 (c)	0.1112
Acupac 20		1.6405 (a, b)	0.1794
Triad	Visible light	1.6406 (a, b)	0.1817

*Multiple comparisons using Tukey's procedure. At $p \leq 0.05$, groups means designated by the same letter are not statistically different.

図 2 義歯床内面と金型との間に介在した印象材の重さ

表 3 義歯床後縁部の浮き上がりの平均値と標準偏差 (μm)

Positions Material		A	B	C	D	E
Acron	$\bar{X}$	288.13 (a) *	223.43 (a)	294.43 (a)	216.00 (a)	263.18 (a)
	S.D.	19.53	20.23	17.12	18.64	16.59
Acron MC	$\bar{X}$	84.77 (c)	15.76 (d)	129.67 (d)	74.04 (b)	93.69 (c)
	S.D.	11.23	6.49	10.83	7.52	9.05
PERform	$\bar{X}$	95.49 (c)	94.43 (b)	100.57 (e)	74.96 (b)	97.53 (c)
	S.D.	12.22	12.91	9.39	12.46	10.85
Triad	$\bar{X}$	87.03 (c)	85.67 (b)	180.43 (c)	70.77 (b)	74.29 (d)
	S.D.	10.69	9.28	14.70	10.24	11.21
Acupac 20 Heat	$\bar{X}$	118.81 (b)	83.06 (b)	224.19 (b)	64.29 (b)	155.66 (b)
	S.D.	11.96	11.16	14.19	5.67	25.74
Acupac 20 Microwave	$\bar{X}$	100.34 (c)	60.13 (c)	179.40 (c)	77.71 (b)	110.80 (c)
	S.D.	4.98	2.78	10.38	8.65	5.68

*Multiple comparisons using Tukey's procedure. At $p \leq 0.05$, groups means designated by the same letter are not statistically different

図 3 義歯床後縁部と金型との浮き上がり量

的小さな値を示した。特に PERform の口蓋中央部において著明であった。

3. 金型と義歯床内面とに生じる間隙の概略の体積

金型の辺縁部、歯槽頂部、口蓋部と義歯床内面の同部分との間に生ずると思われる間隙 (空間) の概略の体積

表 4 3カ所の概略の体積 (mm³)

Materials	$\bar{X}$	S.D.
Acron	323.12 (a) *	19.91
Acupac 20 (Heat)	223.34 (b)	16.20
Acupac 20 (Microwave)	179.24 (c)	10.47
Triad	177.29 (c)	15.54
Acron MC	132.81 (d)	11.76
PERform	111.91 (d)	11.08

*Multiple comparisons using Tukey's procedure. At $p \leq 0.05$, groups means designated by the same letter are not statistically different.

を2の測定値より求めた。この値からも Acron MC, PERform は最も小さな値を示し, Acron は最も大きな値を示した (表 4, 図 4)。

統計処理は、まず分散の均等性 (homogeneity of variance) を調べるために Bartlett's Test を行い、この値がカイ 2 乗検定値の 0.10 以下であったとき、分散分析 (analysis of variance : ANOVA) を行った。さらにこれらの値がカイ 2 乗検定値よりも大きい時、ANOVA に代わって Welch Test を行った。その結果、各平均値間に有意差があった時、Tukey's Test により複合比較 (multiple comparison) を行った。

IV. 考 察

現在、義歯床用材料としてメタアクリレートレジンは最も一般に臨床に使用されており、そのほとんどが加熱

図 4 義歯床と金型との間にできた空間の概略の体積 (この体積には顎堤の唇頬側面, 舌側面にできた空間は含まれない)

重合レジンである。このタイプのレジン硬化反応が加熱による重合反応であることから、重合収縮と熱収縮とを併せ持ち、義歯床の変形、人工歯の変位などの原因となり、臨床上問題点が多かった。また、重合時間も比較的長く、操作性においてもその改善が望まれていた。その後、これらの欠点を改善すべく、いわゆる常温重合レジンとして注入型レジン重合法が紹介され、寸法精度の向上^{18,26,27,43~50)}、重合時間の短縮、操作性の簡便さなどから、臨床に広く用いられるようになった。しかし、このタイプのレジン機械的性質が加熱重合レジンに比べ20~30%劣ること⁵¹⁾、変色、人工歯の脱落、咬合高径の低下をきたすこと⁵²⁾などが報告され、従来の加熱重合レジンに代わる義歯床用レジンにはなり得なかった。近年、煩雑な技工操作を必要とせず、重合時間も大幅に短縮できる義歯床用光重合レジンが開発され、その物性および適合性について報告されている。機械的性質については、加熱重合レジンとの比較で、重合体の曲げ強さ、引張り強さに変化はなく³³⁾、あるいは加熱重合レジン以上に機械的強度がある^{53,54)}との報告もある。適合性については、光重合レジンシートの圧接方法、光照射時間の影響についての報告はあるが³⁴⁾、他の義歯床用レジンとの比較に関する研究は少ない。今回のわれわれの実験結果では、3通りの評価方法のいずれにおいても中間の適合性を示し、臨床的にはやや問題を残している。さらに、義歯床

用光重合レジン吸水性が非常に大きく、着色が著しい⁵⁴⁾ともいわれ、今後の改良が望まれる。最近、レジン重合時の加熱にマイクロ波を用いるマイクロ波重合レジンが開発され、臨床に応用されるようになった。重合時間の大幅な短縮と均一な重合による適合精度の安定性が得られ、重合後の急冷、徐冷などの冷却条件による寸法精度も安定しており⁷⁶⁾、今後、大いに期待されるレジンであろう。

このように、様々な重合方法とレジンが開発され、臨床に応用されてはいるが、それぞれのレジンには一長一短があり、結局、従来の加熱重合レジンが主流をなしているように思われる。本研究はこれら各種重合方法で製作された義歯床の適合精度に着目し、重合方法の違いによる影響を検討したものである。

1. 実験材料ならびに重合方法について

実験に使用した材料は、現在臨床に広く使用されていると思われる、加熱重合レジン Acron、マイクロ波重合レジン Acron MC、光重合レジン Triad に加え、短時間加熱重合レジン Acupac 20、そして最近、米国で発売された注入型レジンで加圧吸引低温重合法を用いる PERform の5種類である。

重合方法は、加熱重合レジン Acron については粉液比 100/40、予備重合として 70°C、30 分、本重合 100°C、

30 分の湿熱重合とし、マイクロ波重合レジン Acron MC については粉液比 100/43, 重合は 500 W, 3 分とした。光重合レジン Triad については, Triad sheet を圧接して人工歯排列を行った後, 外側を 2 分間光照射し, 試料を模型から取りはずし, 内側を 6 分間光照射した。短時間加熱重合レジン Acupac 20 は, 粉液比 100/47.6 で 100°C, 20 分で湿熱重合を行った。また, マイクロ波による重合をも試み, 重合時間を予備重合として 90 W, 13 分, 本重合として 500 W, 1 分 30 秒⁴²⁾とした。注入型レジンの PERform は, 45°C の温湯中で 30 分湿熱重合する方式で, 重合中, 約 5.5 気圧の加圧と同時に 1.0 気圧の吸引を行うものである。

水中浸漬した場合の加熱重合レジンのレジン硬化体の硬化収縮は, 重合直後の硬化収縮と比較して軽減されることから^{2,4,46,55-57)}, 本実験に使用した試料も, 蒸留水中に 21 日間浸漬することとし, 測定はその後行った。

2. 実験方法について

レジン床義歯の寸法精度に関する評価方法には, 大別して臨床で実際に使用する形態の義歯を用いる方法と単純化した形態の試料を用いる方法とがある。実際の義歯を用いる方法には, インディケーター・ペースト⁵⁸⁾あるいは石膏⁵⁹⁾を用いて, 適合性を視診で判断する方法, シリコンを用いて義歯の適合性を視覚化し, 画像解析装置を用いて評価する方法⁶⁰⁾がある。これらは直接, 患者の口腔内で義歯床の適合性を評価するものである。間接的な方法としては, 石膏模型あるいは金型を用いる方法がある。義歯床粘膜面の形態をコンパレーターを使用して計測し, 石膏模型粘膜面と比較して判定する方法⁶¹⁾, 義歯床と石膏模型との浮き上がり量を石膏模型の口蓋部を切断して計測する方法^{34,37,47,62,64)}, 金型を用いて義歯床後縁と金型後縁との浮き上がり量を測定する方法^{28,37,63)}, 金型と義歯床内面との間にシリコン印象材を介在させ硬化後のシリコンの重さを計量する⁶⁵⁻⁶⁹⁾, あるいはシリコンの厚さを測定する方法⁷⁰⁾などがある。この金型と義歯床との間にシリコン印象材を介在させその重さを計量する方法では, 一定荷重条件下でシリコン印象材を硬化させることになり, 荷重条件を 300 g⁶³⁾, 3 kg⁶⁹⁾ とする報告があるが, 本実験ではより実際的と思われる 3 kg を荷重条件とした。また, 三次元座標測定機を使用した報告や^{71,72)}, ダイヤルゲージを使用して人工歯の水平的あるいは垂直的な変位量を計測する方法^{46,55,64,70,72)}, 咬合器上で咬合高径の変化を計測する方法^{26,55,73)}なども報告されている。

一方, 単純化した形態の試料を用いた方法では, 標点付きレジン平板を用い, 標点間距離の変化を計測する方法^{2,44)}, あるいは, 上顎臼歯部の前頭断面を想定した橋脚形金型を用い, この金型とレジン硬化体との適合を計測する方法^{44,56,63,74,75)}などがある。

このように実際臨床で用いられている形態の義歯床を使用して寸法精度を評価する方法は, 実際的な測定値が得やすいという反面, 測定値の再現性に乏しく, 不測の因子が含まれやすいという欠点もある。しかし, レジン平板のように単純化した試料では, 無歯顎顎堤の複雑な形態の影響をみることはできず, その上, 人工歯排列の有無が義歯, 床の適合性に大きく関与しているとの報告もある⁶⁵⁾。本実験では, 上顎無歯顎堤を想定した標点つき金型を用い, すべての試料につき人工歯排列を行い, 臨床で用いる義歯床の形態に近似させた。また, 評価方法は, 義歯床内面と金型とに介在したシリコンの重さを計量することと, 義歯床と金型の後縁の間隙量を測定すること, さらに, 新しい試みとして, 金型の左右辺縁部, 歯槽頂部, 口蓋部の底面積を求め, この値と後縁の間隙量とから, これらの部分と義歯床内面に生ずると思われる空間の概略の体積を求めた。この値には, 顎堤の唇・頬側面ならびに舌側面の隙間の体積は含まれていない。

3. 実験結果について

金型と義歯床内面とに介在したシリコン印象材の硬化後の重さの統計的な比較では, マイクロ波重合の Acron MC, 流し込みレジンで加圧吸引低温重合レジンの PERform, 湿熱重合による短時間加熱重合レジン Acupac 20 のそれぞれが適合性の良いグループに属し, PERform, 湿熱重合の Acupac 20, マイクロ波重合の Acupac 20, 光重合の Triad のそれぞれが中間の適合性を示した。このうち PERform と湿熱重合の Acupac 20 は適合性の良いグループにも属し, 重複していない Acron MC がこの中でも最も適合性が良いといえる。

短時間加熱重合レジン Acupac 20 の湿熱重合と, マイクロ波重合との重合方法の違いによる適合性の比較では, 湿熱重合で行った時, 適合性の良いグループと中間のグループに属し, マイクロ波重合を行った時には, 中間のグループと適合性の悪いグループとに属した。この結果からみると, 本来, 湿熱重合用に市販されている Acupac 20 はマイクロ波の出力と重合時間を変えて予備重合, 本重合を行っても, やや適合が悪いことになる。光重合レジンの Triad は, 中間のグループと適合性の

悪いグループとに属し、5種類のレジンとの比較では、Acron より適合が良く、Acron MC、PERform、Acupac 20よりは適合が悪かった。また、マイクロ波重合のAcupac 20とは同じ結果であった。

義歯床と金型の後縁の間隙量の測定結果では、5種類のレジンともに歯槽頂部に比べ、口蓋中央部、辺縁部の浮き上がりが大きく、特に、口蓋中央部において著明であった。PERformは他のレジンに比較すると部位的な差は小さく、形状の複雑な無歯顎顎堤にそれほど大きな影響を受けていないことが示唆された。つぎに、口蓋中央部での間隙量をみると、PERformが最も良好な適合状態を示し、ついでAcron MCの適合がよく、Triadとマイクロ波重合のAcupac 20は同じ適合状態を示した。最も大きな間隙量を示したのはAcronで、PERformの約3倍の値を示した。

金型の辺縁部、歯槽頂部、口蓋部の各底面積と義歯床と金型の後縁との間隙量とから求めた概略の体積の比較では、PERformとAcron MCが最も体積が小さく、良好な適合性を示し、ついでTriadとマイクロ波重合のAcupac 20であった。湿熱重合のAcupac 20の適合はマイクロ波重合のAcupac 20、Triadと比較して悪く、シリコンの重さを比較した結果とは異なっているが、これらは歯槽堤の唇・頬側面、舌側面にできる間隙の体積が含まれていないためと考えられる。また、口蓋中央部における義歯床と金型との間隙量で得られた結果と同様に、Acronは最も体積の小さいPERformの約3倍もの体積値を示し、義歯床と金型とに大きな間隙が生じていることを示唆している。

各レジンの辺縁部、歯槽頂部、口蓋部のそれぞれの体積の総和と口蓋部の体積値から口蓋部の体積の占める割合を求め、義歯床と金型の後縁の間隙量との関係を調べたところ、各レジン共に、総体積値の77~88%を口蓋部が占め、この部位における義歯床と金型の後縁との間隙量とに高い相関がみられた。

このように、加熱重合レジンの適合精度が劣る原因としては、加熱による硬化反応がもたらす重合収縮と熱収縮によるばかりではなく、重合収縮が発現する部位、すなわちレジン内部における重合開始部位および重合の進行方向にも大きく左右される⁶⁹⁾ものと思われる。流し込みレジンで加圧吸引低温重合レジンの適合精度が良好な理由は、このレジンがいわゆる常温重合レジンのタイプで、加熱重合レジンと比較して優れた寸法精度を示すためと思われる^{26, 27, 46, 47)}。その上、本実験に使用したレジンでは、5.5気圧の加圧と同時に1気圧の吸引を45°C

の温湯中で30分間の重合時間中に行っているの、この方法が適合精度を向上させているように思われる。また、マイクロ波重合レジンが良好な適合精度を示したのは、マイクロ波がレジンに吸収され、浸透力と即熱によって、レジンの表面と内部が同時に加熱される性質により、均一な重合が行われているため⁴⁰⁾と考えられる。さらに、その結果フラスコ内のレンジと石膏との温度差が小さくなり、反応熱の石膏への逃げやレジンの重合開始部位による差が小さくなる³⁷⁾ためと考えられる。

一方、義歯床用光重合レジンによる義歯床の製作は従来の加熱重合レジンによる方法とは大きく異なり、操作性の大幅な簡素化だけではなく、可視光線照射によりきわめて短時間に重合反応が開始され、常温で重合が進行する。また、化学組成も無機質フィラーを少なくしてあり、可撓性をもたせるために長鎖状モノマーなどが配合してあるなど⁷¹⁾、工夫がされている。しかし、適合性に関しては本実験結果では、加熱重合レジンよりは良いものの他の重合方法よりは劣っている。その原因の1つとして、手指による模型面への圧接のみで何ら持続的な加圧を行っていないためと考えられ、そのために気泡の混入が避けられず、また、一度圧接した部分が浮き上がる危険もある。そこでTanら⁷⁸⁾は、適合性の良い光重合レジンの基礎床を作製するために、十分乾燥した模型上で手指による圧接を行った後、ラバーダムを介して、真空加圧する方法を提唱している。

V. 結 論

重合様式の異なる5種類の市販義歯床用レジンを使用し、臨床にできるだけ近い形態の義歯床を製作し、その適合精度について検討したところ以下の結論を得た。

1. 最も適合が良かった義歯床用レジンでは、流し込みレジンで加圧吸引低温重合レジンPERformとマイクロ波重合レジンAcron MCであった。

2. 光重合レジンTriad、短時間加熱重合レジンAcupac 20(湿熱重合法とマイクロ波重合法)は、中間の適合精度を示した。

3. 最も適合が悪かった義歯床用レジンでは、加熱重合レジンAcronであった。

文 献

- 1) Sweeney, W.T.: Denture base material, J Am Dent Assoc, 26: 1863~1873, 1939.

- 2) Harman, I.M.: Effects of time and temperature on polymerization of a methacrylate resin denture base, J Am Dent Assoc, 38: 188~203, 1949.
- 3) 増原英一, 樽見二郎: 歯科用合成樹脂の性質改善に関する総合的研究(第5報) 歯科用アクリリックレジンの性質に対するポリマーの粒度並びに平均重合度の影響について, 歯材研報, 1: 25~33, 1953.
- 4) Woelfel, J.B., Paffenbarger, G.C. and Sweeney, W.T.: Dimensional changes in complete dentures on drying, wetting and heating in water, J Am Dent Assoc, 65: 495~505, 1962.
- 5) Woelfel, J.B., Paffenbarger, G.C. and Sweeney, W.T.: Some physical properties of Organic Denture Base Materials, J Am Dent Assoc, 67: 489~509, 1963.
- 6) 木村賢亮: メタクリレート系コポリマーの粉末を使用した床用樹脂の試作研究, 歯理工誌, 12: 15~38, 1971.
- 7) 平澤 忠, 月野光男, 山根正次: 歯科用メタクリルレジンに関する研究(第2報) 床用メタクリルレジンの物理的性質について, 歯理工誌, 12: 101~111, 1971.
- 8) 武田 耕: 過酸化ベンゾイル-アミン触媒を使用した義歯床用樹脂の試作に関する研究, 歯材器誌, 24: 51~71, 1971.
- 9) 井上忠志: 床用レジンの餅状化期間延長に関する研究, 日大歯学, 49: 347~363, 1972.
- 10) 江藤世助: 歯科床用レジンの餅状化期間延長に関する研究, 歯材器誌, 31: 46~60, 1974.
- 11) 武田幸一: 床用レジンの餅状期間の延長とそれに伴う物性の低下防止に関する研究, 歯材器誌, 33: 61~77, 1976.
- 12) 堀内 哲: 床用レジンの餅状期間の延長とそれに伴う物性の低下防止に関する研究, 歯材器誌, 33: 256~269, 1976.
- 13) Ruyter, I.E. and Svendsen, S.A.: Flexural properties of denture base polymers, J Prosthet Dent, 43: 95~104, 1980.
- 14) Haegreaves, A.S.: The effect of cyclic stress on dental polymethyl methacrylate, I. Thermal and environmental fluctuation, J Oral Rehabil, 10: 75~85, 1983.
- 15) 平林 茂, 中西 敏, 立野治雄ほか: 歯科用メタクリルレジンに関する研究(第10報) 加熱重合レジン, ヒートショックレジン, 流し込みレジンおよび常温重合レジンの物理的性質について, 歯材器誌, 3: 350~358, 1984.
- 16) Shepard, W.L.: Denture bases processed from a fluid resin, J Prosthet Dent, 19: 561~572, 1968.
- 17) 熱田 充, 安田 登, 増原英一: 流し込み法による正確なレジン床のつくり方, DE, 17: 4~13, 1971.
- 18) 松本直之, 佐久間清文: 流し込みレジンの加工精度, 補綴臨床, 4: 117~123, 1971.
- 19) 安田 登, 佐藤 浩, 中林宜男ほか: 流し込みレジンのスプルー形態と重合収縮・人工歯の移動, 歯界展望, 44: 498~504, 1974.
- 20) 増原英一, 春日 均, 堀内 章ほか: コア-システムによる金属床, レジン床義歯の作り方, DE, 38: 1~9, 1976.
- 21) Kulzer 社: 油圧注入式射出成形精密デンチャー作製システム〈イントプレス〉, Kulzer 社マニュアル, 1~7, 1977.
- 22) 小杉緑朗: レイニング工法とその臨床応用(その1), 日本歯科評論, 462, 141~152, 1981.
- 23) 森 博史, 可児光弘, 大崎千秋ほか: 加圧填入方式による加熱重合レジンの技工的評価, 歯科技工, 9: 209~219, 1981.
- 24) 佐藤 浩, 門磨義則, 中林宜男ほか: 歯科用アクリリックレジンに関する研究, 歯理工誌, 18: 46~56, 1977.
- 25) 立野治雄: 義歯床用加熱重合レジンの寸法精度による基礎的研究, 鶴見歯学, 11: 89~107, 1985.
- 26) 松本直之, 佐久間清文: 流し込みレジンの加工精度, 補綴臨床, 4: 117~123, 1971.
- 27) 奥野善彦, 丸岡寛昭, 野首孝詞ほか: 注入型レジンに関する基礎的研究, 阪大歯誌, 17: 46~55, 1972.
- 28) 岡井良道, 池田隆史, 中村 聡ほか: 高加圧持続式加熱重合合法によるレジン床義歯の適合精度は, 歯科技工, 13: 21~25, 1985.
- 29) 津留宏道, 吉田耕一郎, 池田隆彦: ポリエーテルサルホン樹脂を用いた総義歯の製作法, DE, 82: 2~7, 1987.
- 30) 奥野善彦, 野首孝詞, 中平良基: ポリエーテルサルホン樹脂を用いたパーシャルデンチャーの製作法, DE, 82: 8~15, 1987.
- 31) 津留宏道, 吉田耕一郎: スミプロイデンチャーシステムによるポリエーテルサルホン義歯製作法, DE, 81: 28~31, 1987.
- 32) 村岡 博, 石川功和: 光重合レジンによる有床義歯製作システム—トライアドシステムの特徴とその物性, 歯科技工, 13: 528~536, 1985.
- 33) 後藤ひろみ, 宇美隆生, 青山芳博ほか: 可視光線重合型床用レジンの基礎的研究—第1報 機械的性質について—, 補綴誌, 30: 387~391, 1986.
- 34) 青山芳博, 宇美隆生, 後藤ひろみほか: 可視光線重合型床用レジンの基礎的研究—第2報 物性および適合性について—, 補綴誌, 30: 719~723, 1986.
- 35) 宇美隆生, 青山芳博, 後藤ひろみほか: 可視光線重合型床用レジンの基礎的研究—第3報 適合性の検討—, 日大歯学, 60: 410~414, 1986.
- 36) 木村 博, 寺岡文雄, 斎藤隆裕ほか: 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—, 歯材器, 2: 253~257, 1983.
- 37) 木村 博, 寺岡文雄, 大西寛保ほか: マイクロ波の歯科への応用(その2)—レジンの適合性—, 歯材器, 2: 451~457, 1983.
- 38) 木村 博, 寺岡文雄, 大西寛保ほか: マイクロ波の歯科へ

- の応用(その3)—レジンの表面粗さと石こうとの分離性—, 歯材器, 2: 772~776, 1983.
- 39) 安藤申直, 今野一敏, 長田伸一ほか: マイクロ波重合法によるアクリリックレジン床の内面適合, 歯科技工, 15: 354~362, 1987.
- 40) 橋本弘一: マイクロウェーブ重合の概要, 歯科技工, 15: 341~346, 1987.
- 41) 鈴木一臣: マイクロ波重合型義歯床用レジンの理工学的性質, 歯科技工, 15: 347~353, 1987.
- 42) Takamata, T., Setcos, J.C. and Phillips, R.W. et al: Adaptation of acrylic resin dentures as influenced by the activation mode of polymerization, J Am Dent Assoc, 119: 271~276 1989.
- 43) Osborne, J.: Internal strains in acrylic denture base materials, Br Dent J, 16: 204~212, 1947.
- 44) 原田義雄: 義歯床用常温重合樹脂に関する研究, 口病誌, 32: 291~312, 1965.
- 45) 永田勝久: 歯科用流し込みメレジンに関する研究(Ⅱ) 架橋剤濃度と重合時の加圧が寸法精度に及ぼす影響について, 歯理工誌, 17: 239~246, 1976.
- 46) Mowery, W.E., Burns, C.L. and Dickson, G. et al: Dimensional stability of denture base resins, J Am Dent Assoc, 57: 345~353, 1958.
- 47) Woelfel, J.B., Paffenbarger, G.C. and Sweeney, W.T.: Dimensional changes occurring in dentures during processing, J Am Dent Assoc, 61: 414~430, 1960.
- 48) Goodkind, R.J. and Schulte, R.C.: Dimensional accuracy of pour acrylic resin and conventional processing of cold-curing acrylic resin bases, J Prosthet Dent, 24: 662~668, 1970.
- 49) Garfunkel, E.: Evaluation of dimensional changes in complete dentures processed by injection-pressing and the pack-and-press technique, J Prosthet Dent, 50: 757~761, 1983.
- 50) Anderson, G.C., Shulte, J.K. and Arnold, T.G.: Dimensional stability of injection and conventional processing of denture base acrylic resin, J Prosthet Dent, 60: 394~398, 1988.
- 51) 平澤 忠, 原嶋郁郎: 義歯床用常温重合レジン, 歯科技工別冊, 義歯床用レジンと歯科技工: 38~47, 1982.
- 52) 平澤 忠, 加藤武彦, 丸山松司ほか: 補綴臨床における義歯床用レジンの有用性をめぐって, 歯科技工別冊, 義歯床用レジンと歯科技工: 3~18, 1982.
- 53) Ogle, R.E., Sorensen, S.E. and Lewis, E.A.: A new visible light-cured resin system applied to removable prosthodontics, J Prosthet Dent, 56: 497~506, 1986.
- 54) Khan, Z., von Fraunhofer, J.A. and Razavi, R.: The staining characteristics, tranverse strength and microhardness of a visible light-cured denture base material, J Prosthet Dent, 57: 384~386, 1987.
- 55) 奥野善彦, 佐野敬一, 野首孝祠ほか: 注入型レジン重合法における人工歯の移動と咬合高径の変化について—特殊石こう埋没材を使用した場合—, 補綴誌, 18: 403~409, 1975.
- 56) 丸岡寛昭: 石膏模型の膨張がレジン床義歯の適合度に及ぼす影響に関する研究, 阪大歯誌, 16: 29~44, 1971.
- 57) Takahashi, M., Shen, M.C. and Taylor, R.B. et al: Master curves for some amorphous polymers, J Appl Polymer Sci, 8: 1549~1561, 1964.
- 58) Woelfel, J.B. and Paffenbarger, G.C.: Pressure-indicator-paste patterns in duplicate dentures made by different processing techniques for the same patients, J Am Dent Assoc, 70: 339~343, 1965.
- 59) Young, J.M.: A study of the accuracy of the apposition of palatal tissues to complete dentures, J Prosthet Dent, 23: 136~147, 1970.
- 60) 細井紀雄: 義歯床の適合試験法に関する研究, 鶴見歯学, 2: 111~134, 1976.
- 61) Anthony, D.H. and Peyton, F.A.: Dimensional accuracy of various denture-base materials, J Prosthet Dent, 12: 67~81, 1962.
- 62) 川良美佐雄: 床用レジンの填塞・温成法に関する補綴学的検討 上顎総義歯について, 日大口腔科学, 7: 375~388, 1981.
- 63) 加藤仁朗, 西井正道, 上谷逸朗ほか: 各種ヒートショック型床用樹脂の比較検討, 歯材器誌, 17: 51~60, 1968.
- 64) 平沼謙二: 義歯床用レジンの理工学的試験 とくに, 人工歯の変位よりみた寸法精度の検討, 日歯医師会誌, 36: 849~856, 1983.
- 65) Barco, M.T. Jr.: Maxillary complete denture stability: Part 1: In vitro dimensional accuracy, Part 2: In vivo stability, Master's Thesis, Indiana University School of Dentistry, 1979.
- 66) Mainieri, E.T.: Tooth movement and dimensional change of denture base materials using two different type of investing, Master's Thesis, Indiana University School of Dentistry, 1979.
- 67) Sayoc, A.M.: Effect of sterilization technique on plastic maxillofacial implant materials, Master's Thesis, Indiana University School of Dentistry, 1983.
- 68) Shlosberg, S.R.: Microwave curing of Poly (methyl methacrylate) denture base resin, Master's Thesis, Indiana University School of Dentistry, 1987.
- 69) 永田勝久, 佐藤雅彦, 中林宜男ほか: 重合収縮の発現部位と義歯床の適合精度について, 歯理工誌, 19: 153~158, 1978.

- 70) 木村 博, 游 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, 歯材器誌, 6: 888~893, 1987.
- 71) 稲永昭彦, 宮口裕美, 岡喜七郎ほか: 義歯床用レジンに関する研究 第2報 INTOPRESS の床粘膜面部における適合性について, 福岡歯大誌, 9: 215~226, 1982.
- 72) 潤米宏仁, 久保田幸生, 山田博明ほか: 調製過程における総義歯の三次元的寸法変化 第1報 人工歯の変位量および義歯床の形状変化について, 補綴誌, 30: 155~168, 1986.
- 73) Dukes, B.S., Fields, H. Jr. and Olson, J.W. et al: A laboratory study of changes in vertical dimension using a compression molding and a pour resin technique, J Prosthet Dent, 53: 667~669, 1985.
- 74) 中井宏之, 東口茂治, 辻合和雄ほか: 義歯作製時の諸条件がその再現性に及ぼす影響について (その1), 歯材器誌, 12: 43~52, 1965.
- 75) 山賀谷一郎: 床用レジンの品質改良に関する研究 親水性・疏水性レジンの配合比の変化および架橋材添加の効果について, 歯材器誌, 38: 341~358, 1981.
- 76) 内田欣臣, 岡本史江, 尾形和彦ほか: マイクロ波重合型義歯床用レジンの寸法精度, 補綴誌, 33: 114~118, 1989.
- 77) 増原英一, 松村英雄: 技工に役立つ高分子歯科材料の知識, QDT, 9: 100~106, 1984.
- 78) Tan, H.K., Brudvik, J.S. and Nicholls, J.I. et al: Adaptation of a visible light-cured denture base material, 61: 326~331, 1989.