原著論文

上下顎レジン床総義歯粘膜面部の重合に伴う 経日的形態変化について

高橋 裕

Three Dimensional Changes of the Denture Base of the Complete Denture following Polymerization

Yutaka Takahashi

Abstract : The objective of this study was to clarify some of the dimensional change patterns of the denture base of the complete denture following polymerization. Dimensional changes of three polymerization method types were compared. The complete dentures were measured by using the three dimensional measurement system.

The results obtained were summarized as follows.

1. Dimensional changes from the original model immediately after polymerization of complete upper and lower dentures were recorded and all three polymerization methods produced shrinkage on all three axes toward the center. Heat-cured resin samples and microwave-cured resin samples showed the same shrinkage with pour-type resin samples only showing 1/2 that amount.

2. The gradual dimensional changes occurring after polymerization up until 4 weeks were also recorded. The heat-cured resin samples showed no additional changes but remained in its shrunken state. The pour-type resin samples began to enlarge until almost all of them reached the original model size within 4 weeks. The microwave-cured resin samples began to enlarge but only slightly and then soon stopped changing.

3. All polymerization method types showed more dimensional change in the lower plate than in the upper plate.

Key words : three dimensional change, complete denture, denture base, three dimensional measurement system

I. 緒 言

義歯床用材料は、1930年代にポリメタクリル酸メチル

(PMMA)が開発され、その後 Sweeny が粉液重合法を考案したことによって、1940年代には、ゴム床からレジン床に変わっていった。レジン床義歯は、開発されてすでに半世紀を経た今日でも、重合方法などに検討を加えられつつ臨床に広く使用されている。

レジン床義歯の重合方法は、従来から主に加熱重合法が用いられているが、その他に常温重合型レジンによる流し込み法や、また最近では、マイクロ波重合法や可視

福岡歯科大学歯科補綴学第一講座 (主任：羽生哲也教授)
The 1st Department of Prosthodontics, Fukuoka Dental
College (Chief : Prof. Tetsuya Habu)
平成元年 8 月 10 日 受付

光線重合法なども使用されはじめている。

総義歯の維持安定に関与する因子としては、① 義歯床の大きさ、② 床縁形態、③ 床縁封鎖性、④ 床粘膜面部の寸法再現性、⑤ 咬合関係などが考えられるが、この中で義歯床粘膜面部の寸法再現性は総義歯の維持に直接関連の深い因子のひとつにあげられる。

また義歯床にみられる変形には、印象採得時および模型作製時における変形、重合過程に生じる変形、そして口腔内装着後に咀嚼などの外力でおきる変形等が考えられ、この中で重合過程におこる変形の占める割合はかなり大きいといわれている。

総義歯粘膜面部の適合性については、すでに多くの研究業績が報告されており、① 重合直後の総義歯と作業模型との間にみられる間隙を測定したもの¹⁻⁵⁾、② 総義歯を原型や作業模型にもどしその間隙を測定したもの^{6,7)}、③ 総義歯の各測定点間の寸法変化や、各測定点の浮き上がりをみたもの⁸⁻¹¹⁾、④ コンパレータなどを用いて断面的な形態を測定したもの¹²⁻¹⁵⁾、⑤ 総義歯の各測定点の寸法変化と粘膜面からの浮き上がりを合成したもの¹⁶⁾、⑥ 三次元座標測定機を用いて、各測定点間の寸法変化や義歯床の粘膜面からの浮き上がりをみたもの¹⁷⁻²⁰⁾などがある。これらの研究は、部分的な寸法変化や形態変化をみたもので、義歯床粘膜面部の重合に伴う変形についての全容を把握したものとは考え難い。

そこで、上下顎レジン床総義歯粘膜面部の寸法再現性を詳細に検討し、上下顎レジン床総義歯粘膜面全体についての形態的变化を三次元的にとらえ、原型との適合性を比較検討する目的で、三次元座標測定機を用いて、義歯床粘膜面部の重合に伴う寸法変化とその後引き続き起こる経日の寸法変化を、重合方法の異なる3種の床用レジンについて計測するとともに、この結果からこれらの義歯を口腔内に装着した状態を予測し、その適合性について考察を行った。

II. 実験材料および実験方法

1. 実験材料

今回実験に用いた床用レジンは、下記に示す重合方法の異なる3種とした。

1) 加熱重合型レジンとして、Acron (而至社製、以下ACと略す) [Powder # 280921, Liquid # 120561]

2) 流し込み型レジンとして、Pour Resin (松風社製、以下PRと略す) [Powder # 018720, Liquid # 128645]

3) マイクロ波重合型レジンとして、Acron MC (而

図1 単純形態Aの原型上に設定した測定点およびレジン床

至社製、以下MCと略す) [Powder # 121261, Liquid # 171261]

2. 実験方法

実験Iとして、上下顎レジン床総義歯の複雑な形態変化をより詳細に検討するための前準備として、上下顎総義歯を想定した単純形態レジン床について重合に伴う寸法変化の計測を行い、つぎに、実験IIとして上下顎レジン床総義歯について重合直後から4週間後まで経日の寸法変化の計測を行った。

1) 実験I. 単純形態レジン床

上顎総義歯を想定した単純形態のレジン床を単純形態A (図1)、下顎総義歯を想定した単純形態レジン床を単純形態B (図2)とした。

単純形態Aは、上顎総義歯の口蓋部と顎堤部を平坦化した咬合床を想定した形態で、単純形態Bは、下顎総義歯の顎堤部を平坦化した咬合床を想定したもので、単純形態Aから口蓋部を取り除いた形態とし、測定点は、左右の大臼歯および犬歯の各相当部と正中部の合計5カ所に設定した。

実験は、まず図1, 2に示した形態にオリジナルレジン床を自作し、つぎに石膏とシリコーンで採得したコアをガイドとして、測定点を設定した測定用副模型上にオリジナルレジン床と同一の形態になるように蠟型の複製を行った。つぎにACとMCは、而至社製埋没用石膏ADVASTONEで、PRは松風社製寒天印象材ポアージェルを用いて埋没し、重合作製した。

重合条件は、ACは70℃の温水中90分間、沸騰水中

図 2 単純形態 B の原型上に設定した測定点およびレジン床

図 3 上顎総義歯粘膜面部の測定点の位置

30 分間で重合し、室温で放冷後に取り出しを行った。PR は 50°C 温水中 4 kg/cm² 加圧下で 20 分間重合を行い、30 分間室温で放冷後、取り出しを行った。MC は、出力 500 W の電子レンジでマイクロ波を 3 分間照射し、30 分間室温で放冷し、水中にて 30 分間冷却後に取り出しを行った。

試料は各レジンの種類および各形態ごとに 5 床ずつ、合計 30 床を作製した。また測定期間中は、試料を 37°C 温水中に浸漬保存した。

2) 実験 II. 上下顎レジン床総義歯

原模型には上下無歯顎エポキシレジン製模型（ニッシン社製 G 1-402）を用いた。

上顎の測定点は、図 3 に示したように、左右の第 2 大臼歯、第 2 小臼歯、犬歯の各歯槽頂相当部および切歯乳頭部、口蓋正中部、床後縁部と第 2 大臼歯、第 2 小臼歯、

図 4 下顎総義歯粘膜面部の測定点の位置

前歯の各辺縁相当部の合計 19 カ所に設定した。

下顎の測定点は、図 4 のように、第 2 大臼歯、第 2 小臼歯、犬歯の各舌側および頬側辺縁と歯槽頂相当部そして下顎正中歯槽頂部と臼後隆起部の合計 25 カ所に設定した。

オリジナル義歯は、本学総義歯模型実習に準じて作製し、人工歯には松風社製 REAL CROWN T4 および BIO-ACE RESIN TEETH M 30 を用いた。このオリジナル義歯をもとに、測定点を設定した測定用副模型上に単純形態と同様の方法で蠟義歯を複製した。また埋没、重合操作および義歯の保存も、実験 I と同様の条件で行った。

試料はレジンの種類ごとにそれぞれ 5 床ずつ上下顎合わせて 30 床を作製した。

3. 測定方法

測定には、東京精密社製三次元デジタル座標測定機 XYZAX-M 400 を用いた。実験 I, II を通じて、測定点の形態は新たに開発した高橋ら²¹⁾の方法を採用した。測定点を設定した副模型を原型として、この位置を測定記録し、その副模型上で作製したレジン床の粘膜面に転刻された各測定点を、重合直後から 6, 12, 24 時間後、3, 7 日後、2, 4 週間後の 8 段階について経時的に測定を行った。

今回の実験では、原型から重合直後までの寸法変化を重合変形、重合直後から 4 週間後までの寸法変化を経時的変形と規定した。

基準平面の設定方法は、上顎総義歯では、稲永ら^{17,18)}、羽生ら¹⁹⁾、澤村ら²⁰⁾の方法に準じ、Point 5, 7, 18 の 3 点を結んでできる平面を基準平面とし、Point 5, 7 を結んだ直線を X 軸、この X 軸に直交する直線を Y 軸、基準平

図5 単純形態Aの重合変形

○：原型の測定点の位置，→：重合変形の方法と変化量（×50），■：基準点

図6 単純形態Aの経日的変形

○：原型の測定点の位置，●：重合変形の方法（×50），→：経日的変形の方法と変化量（×50），■：基準点

図7 単純形態A（Point 1）の重合直後の寸法変化とその後の経日的寸法変化（h：hour，d：day，w：week）

面に直交する直線をZ軸とした。また Point 5, 7, 18 の3点によってできる三角形の中心を基準点とした。

単純形態Aおよび単純形態Bの実験では、Point 1, 2, 5によってできる平面を、下顎総義歯では、Point 8, 11, 25の3点を結んでできる平面を基準平面に設定し、上顎総義歯と同様に基準点を定めた。

測定結果は、原型上の基準平面と各段階の義歯床粘膜面上の基準平面を、基準点を中心として重ね合わせ、原型に対する寸法変化として表した。さらに、各測定点の測定結果を重合変形と経日的変形に分けて、測定の段階

表1 単純形態A（Point 1）の分散分析表

	要因	SS	DF	V	F-値
重合変形	AC	級間	1.536	1	1.536
		誤差	0.039	28	0.001
		合計	1.575	29	
	PR	級間	0.395	1	0.395
		誤差	0.061	28	0.002
		合計	0.456	29	
	MC	級間	0.782	1	0.782
		誤差	0.091	28	0.003
		合計	0.873	29	
経日的変形	AC	級間	0.022	7	0.003
		誤差	0.248	112	0.002
		合計	0.270	119	
	PR	級間	1.408	7	0.201
		誤差	0.537	112	0.005
		合計	1.945	119	
	MC	級間	0.258	7	0.037
		誤差	0.646	112	0.006
		合計	0.904	119	

** 危険率1%で有意

について一元配置の分散分析を行った。

III. 実験結果

1. 実験I

1) 単純形態A（上顎総義歯を想定した単純形態レジン床）

単純形態Aの重合変形を図5に、経日的変形を図6に示し、図中の矢印は基準点を中心とした各測定点の寸法変化の方向を、矢印の長さは寸法変化量を50倍に拡大して示した。

重合変形は、AC, PR, MCの3種とも、床全体がほぼ均等に基準点方向へ収縮した。経日的変形は、ACにはほとんど寸法変化がみられず、PRとMCはさらにわずかに収縮が続いた後に、逆に原型方向への寸法変化（収縮の回復）がみられ、PRはほぼ原型に回復した。

表1にPoint 1の分散分析の結果を示した。重合変形は、AC, PR, MCの3種とも危険率1%で有意となり、経日的変形では、PRとMCが危険率1%で有意となったが、ACは有意とはならなかった。

図7は、Point 1における測定結果の平均値のグラフを重合変形と経日的変形に分けて表したもので、縦軸は原型に対する変化率（%）を、横軸は測定の段階と開輪後の時間経過、図中の縦線は95%の信頼限界を示した。

図 8 単純形態 B の重合変形

図 9 単純形態 B の経日的変形

図 10 単純形態 B (Point 1) の重合直後の寸法変化とその後の経日的寸法変化 (h : hour, d : day, w : week)

重合変形は、AC が 0.45%、PR が 0.23%、MC が 0.32% の線収縮率であった。

経日的変形は、AC にはほとんど寸法変化がみられず、PR は 12 時間後まで収縮が続き、その後収縮の回復傾向がみられ、4 週間後では原型より 0.03% 拡大した状態となった。MC は 6～12 時間後まで収縮が続き、その後回復する傾向が 7 日後までみられ、そのとき 0.30% の収縮率を示した。

他の測定点についても、Point 1 とほぼ同様の傾向を示した。

2) 単純形態 B (下顎総義歯を想定した単純形態レジ床)

単純形態 B の各測定点の寸法変化は図 8、9 に示した通りで、重合変形は、AC、PR、MC の 3 種ともに、床全

表 2 単純形態 B (Point 1) の分散分析表

	要因	SS	DF	V	F-値
重合変形	AC	級間	1.064	1	1.064
		誤差	0.104	28	0.004
		合計	1.168	29	
	PR	級間	1.217	1	1.217
		誤差	0.517	28	0.018
		合計	1.734	29	
	MC	級間	2.288	1	2.288
		誤差	0.315	28	0.011
		合計	2.603	29	
経日的変形	AC	級間	0.546	7	0.078
		誤差	0.611	112	0.005
		合計	1.157	119	
	PR	級間	1.273	7	0.182
		誤差	5.458	112	0.049
		合計	6.731	119	
	MC	級間	0.409	7	0.058
		誤差	1.666	112	0.015
		合計	2.075	119	

** 危険率 1% で有意

体がほぼ基準点方向に収縮し、例外的に PR の Point 1、2 は基準点よりやや後部に向かって収縮した。経日的変形では、AC、PR、MC の 3 種は、わずかに収縮が続き、その後原型方向にわずかに回復した。

つぎに、Point 1 についての分散分析の結果を表 2 に、平均値のグラフを図 10 に示した。

重合変形と経日的変形は、AC、PR、MC の 3 種とも危険率 1% で有意となった。

重合変形は、AC が 0.38%、PR が 0.40%、MC が 0.55% の収縮率であった。経日的変形は、3 種のレジとも、12～24 時間後まで収縮し、その後回復する傾向がみられ、4 週間後には、AC が 0.26%、PR が 0.47%、MC が 0.43% の収縮率を示した。

他の測定点についてみると、PR の Point 5 が 4 週間後に原型よりやや拡大したが、その他の測定点は、Point 1 とほぼ同様の傾向であった。

2. 実験Ⅱ

1) 上顎総義歯

上顎総義歯の各測定点の寸法変化を、重合変形は図 11～13 に、経日的変形は図 14～16 に示した。図中の矢印は基準点を中心とした各測定点の寸法変化の方向を、矢印の長さは寸法変化量を 50 倍に拡大して示した。図の左半分は粘膜面観、右半分は上から第 2 小臼歯および第

図 11 上顎総義歯 (AC) の重合変形

左：粘膜面観，右上：第2小臼歯前頭面観，右中：第2大臼歯前頭面観，右下：正中矢状面観，○：原型の測定点の位置，→：重合変形の方法と変化量 (×50)，■：基準点

図 14 上顎総義歯 (AC) の経時的変形

○：原型の測定点の位置，●：重合変形の方法 (×50)，→：経時的変形の方法と変化量 (×50)，■：基準点

図 12 上顎総義歯 (PR) の重合変形

図 15 上顎総義歯 (PR) の経時的変形

図 13 上顎総義歯 (MC) の重合変形

2大臼歯相当部の前頭面観と正中矢状面観を表している。

重合変形は、AC、PR、MCの3種とも、各測定点がほぼ基準点方向に収縮したが、粘膜面観ではMCの臼歯部辺縁と小臼歯槽頂部が基準点よりやや後方に向かって収縮し、前頭面観では3種のレジンの床辺縁部と、AC

図 16 上顎総義歯 (MC) の経時的変形

とMCのPoint 10, 12が、わずかながら床の研磨面方向に浮き上がる傾向がみられた。また、口蓋正中部は、3種のレジンとも原型粘膜面からの浮き上がりがみられた。

経時的変形では、ACは、ほとんど寸法変化がみられず、PRとMCは、原型方向への回復がみられたが、床辺縁部は研磨面方向へ浮き上がりつつ、収縮傾向の回復

表 3 上顎総義歯 (Point 5) の分散分析表

	要因	SS	DF	V	F-値	
重合変形	AC	級間	1.754	1	1.754	647.20**
		誤差	0.076	28	0.003	
		合計	1.830	29		
	PR	級間	0.477	1	0.477	361.42**
		誤差	0.037	28	0.001	
		合計	0.514	29		
	MC	級間	1.545	1	1.545	892.79**
		誤差	0.048	28	0.002	
		合計	1.593	29		
経日の変形	AC	級間	0.059	7	0.008	1.29 —
		誤差	0.736	112	0.007	
		合計	0.795	119		
	PR	級間	0.987	7	0.141	34.30**
		誤差	0.461	112	0.004	
		合計	1.448	119		
	MC	級間	0.617	7	0.088	19.94**
		誤差	0.495	112	0.004	
		合計	1.112	119		

** 危険率 1% で有意

図 17 上顎総義歯 (Point 5) の重合直後の寸法変化とその後の経日的寸法変化 (h : hour, d : day, w : week)

がみられた。また PR は、ほぼ原型まで回復し、口蓋正中部は原型よりやや粘膜面側に沈み込んだ状態となった。

つぎに、上顎第 2 大臼歯歯槽頂相当部に設定した Point 5 の分散分析の結果を表 3 に示した。重合変形では、AC、PR、MC の 3 種が危険率 1% で有意となり、経日的変形では、PR と MC が危険率 1% で有意となったが、AC は有意とはならなかった。

他の測定点の分散分析の結果も Point 5 と同様で、経日的変形での AC が有意とはならなかった。

図 18 下顎総義歯 (AC) の重合変形
左：粘膜面観，右上：犬歯断面観，右下：第 2 大臼歯断面観，○：原型の測定点の位置，→：重合変形の方
向と変化量 (×50)，■：基準点

図 19 下顎総義歯 (PR) の重合変形

Point 5 における測定結果の平均値のグラフを図 17 に示し、縦軸は原型に対する変化率 (%) を、横軸は測定の段階と開輪後の時間経過、図中の縦線は 95% の信頼限界を示した。

重合変形は、AC が 0.48%、PR が 0.25%、MC が 0.45% の収縮率であった。

経日的変形は、AC にはほとんど寸法変化がみられず、PR は、6～12 時間後まで収縮が続き、その後回復傾向がみられ、4 週間後では 0.03% の収縮率であった。MC は 12 時間後までわずかに収縮が続き、その後回復する傾向が 7 日後までみられ、そのとき 0.36% の収縮率であった。

2) 下顎総義歯

下顎総義歯の各測定点の寸法変化の重合変形を図 18～20 に、経日的変形を図 21～23 に示した。図の左半分は粘膜面観、右半分は犬歯および第 2 大臼歯相当部の断面観を表している。

図 20 下顎総義歯 (MC) の重合変形

図 22 下顎総義歯 (PR) の経日的変形

図 21 下顎総義歯 (AC) の経日的変形

○：原型の測定点の位置，●：重合変形的位置（×50），
→：経日的変形の方角と変化量（×50），■：基準点

図 23 下顎総義歯 (MC) の経日的変形

重合変形は、AC、PR、MCの3種とも、各測定点がほぼ基準点方向に収縮した。しかし粘膜面観では、ACの犬歯および小臼歯相当部の舌側辺縁が基準点よりやや後方へ向かって収縮し、大臼歯の舌側辺縁部が基準点よりやや近心へ向かって収縮した。PRは、義歯の後縁が基準点よりやや後方へ向かって収縮し、MCは、各測定点が基準点よりやや後方へ向かって収縮した。断面観では、3種のレジンの頬側辺縁部が基準点方向に収縮すると同時に、研磨面方向へ浮き上がりがみられた。また、ACとMCは、舌側辺縁部が基準点方向に収縮すると同時に粘膜面方向へやや変形した。MCは前歯部で、歯槽頂部が粘膜面方向への沈み込みがみられた。

経日的変形では、ACは大臼歯から後方がほぼ頬側に広がるように回復したが、犬歯および小臼歯部はあまり回復がみられず、特に近心舌側辺縁部はほとんど寸法変化がみられなかった。PRはほぼ原型まで回復がみられ

たが、臼歯部の頬側辺縁は研磨面方向に浮き上がったままであった。MCはほぼ原型方向に回復したが、大臼歯部の頬側辺縁は原型よりやや研磨面側への回復がみられた。

つぎに、第2大臼歯歯槽頂相当部に設定したPoint 8の分散分析の結果を表4に、Point 8の平均値のグラフを図24に示した。

重合変形と経日的変形は、3種のレジンとも危険率1%で有意となった。

他の測定点については、重合変形は3種とも危険率1%で有意となり、経日的変形はPRとMCは危険率1%で有意となったがACの犬歯および臼歯舌側辺縁部は有意とならなかった。

重合変形は、ACが0.57%、PRが0.41%、MCが0.67%の収縮率を示した。

経日的変形は、ACは6～12時間後まで、PRとMCは24時間後まで収縮が続き、その後3種とも回復傾向がみられた。ACは2週間後で0.35%の収縮率まで回復し、

表 4 下顎総義歯 (Point 8) の分散分析表

		要因	SS	DF	V	F-値
重合変形	AC	級間	2.428	1	2.428	832.21**
		誤差	0.082	28	0.003	
		合計	2.510	29		
	PR	級間	1.271	1	1.271	282.47**
		誤差	0.126	28	0.004	
		合計	1.397	29		
	MC	級間	3.389	1	3.389	280.30**
		誤差	0.339	28	0.012	
		合計	3.728	29		
経目的変形	AC	級間	0.909	7	0.130	17.13**
		誤差	0.849	112	0.008	
		合計	1.758	119		
	PR	級間	3.787	7	0.541	23.05**
		誤差	2.629	112	0.023	
		合計	6.416	119		
	MC	級間	0.799	7	0.114	4.41**
		誤差	2.902	112	0.026	
		合計	3.701	119		

** 危険率 1% で有意

PR は 4 週間後で 0.02% の収縮率で, MC は 2 週間後で 0.50% の収縮率まで回復した。

IV. 総括および考察

上下顎レジ床総義歯粘膜面部の適合性を検討する目的で, 重合方法の異なる 3 種の床用レジンの重合に伴う寸法変化 (重合変形) と, その後引き続き起こる経目的な寸法変化 (経目的変形) を三次元座標測定機を用いて検索するとともに, その結果から, 作製した義歯を口腔内に装着したときの適合性について検討を行った。

1. 実験方法について

義歯床粘膜面を, 三次元座標測定機を用いて, 作業模型から取り出した状態で測定したことにより, 従来からの測定方法¹⁻¹⁶⁾にくらべて, より臨床的な状態で測定できたと思われる。

測定に際しては, 測定点の形状を改良した高橋ら²¹⁾の方法を採用したことにより, 羽生ら¹⁹⁾の報告よりさらに高い精度で三次元的に測定できたと考える。

原型上の基準平面と各段階の義歯床の基準平面を, 基準点を中心として重ね合わせることで, 各測定点の寸法変化を経目的にとらえることができ, また上下顎総義歯粘膜面部に多くの測定点を設定し, 寸法変化の方向

図 24 下顎総義歯 (Point 8) の重合直後の寸法変化とその後の経目的寸法変化 (h : hour, d : day, w : week)

を明らかにしたことにより, 各測定点の寸法変化を義歯の形態的变化として表すことができたと考える。

2. 上下顎総義歯の寸法変化について

1) 上顎総義歯

まず, 上顎総義歯の重合変形と経目的変形から, AC, PR, MC の 3 種のレジンについて検討を行った。

重合変形についてみると, AC は 0.48% の線収縮率で, 単純形態 A の 0.45% とほぼ同じ収縮率であり, 羽生ら¹⁹⁾の上顎総義歯による報告や, Skinner ら²²⁾, Sweeney ら²³⁾, Mowery ら⁸⁾, 原田²⁴⁾, 奥野ら²⁵⁾による加熱重合型レジンの線収縮率の報告とほぼ同様の結果であった。

PR は 0.25% で, 単純形態 A の 0.23% とほぼ近似した収縮率であり, 羽生ら¹⁹⁾の上顎総義歯での線収縮率や, Mowery ら⁸⁾, 原田²⁴⁾, 奥野ら²⁵⁾の常温重合型レジンの線収縮率と一致した。また, Mowery ら⁸⁾, 原田²⁴⁾, 奥野ら²⁵⁾, 永田²⁶⁾の常温重合型レジンは加熱重合型レジンの約 1/2 の収縮率という報告とも, 同様の傾向であった。

MC は, 0.45% の収縮率で, 単純形態 A の 0.32% よりやや大きな収縮率を示した。マイクロ波重合型レジンの線収縮率は, 丸子²⁷⁾が 0.32% と報告しており, これよりやや大きな値であった。木村ら^{28,29)}はマイクロ波重合法で作製した義歯の適合性が加熱重合法より優れていると報告し, 内田ら³⁰⁾はマイクロ波重合型レジンの寸法精度は加熱重合型レジンのより良好で, 注入型レジンの同等であると報告している。

しかし今回の実験では, 丸子²⁷⁾のマイクロ波重合型レ

ジンの収縮率は加熱重合型レジンとほぼ同じで、ともに流し込み型レジン約2倍という報告と、ほぼ同様の傾向を示し、MCはACよりわずかに小さい収縮率でPRの約2倍弱の収縮率を示した。

床用レジン重合に伴う収縮は、Skinner²²⁾や、Schroeder³¹⁾、原田²⁴⁾はガラス転移点から室温まで冷却される間の熱収縮であろうと報告しており、このことから考えると、MCはマイクロ波3分間照射重合時に100°C以上の温度に達していること^{27, 28)}から、ACとほぼ同程度の収縮率を示したと思われる。

経日的変形では、ACは寸法変化がほとんどみられず、PRは6～12時間後まで収縮が続いて、その後4週間後にはほぼ原寸に回復し、MCは12時間後までわずかに収縮し、その後7日後まで回復傾向がみられ、7日後の収縮率は0.36%であった。これらのAC、PR、MCの傾向は、単純形態Aでもほぼ同様であった。

温ら³²⁾は、残留モノマーが流し込み型レジン加熱重合型レジン約5倍、マイクロ波重合型レジン加熱重合型レジン約4倍と報告し、床用レジン吸水量が加熱重合型レジンで0.68%、流し込み型レジンで1.22%、マイクロ波重合型レジンで0.92%と報告している。このことから、ACは残留モノマー量がPRやMCに比べて少なく、重合操作終了時にほぼ重合を完了していることが考えられ、また吸水量も少ないことから経日的変形がほとんどなかったものと考ええる。

PRとMCは、ACに比べて残留モノマー量がかかなり多くまた吸水量も多いことと、比較的短時間に取り出しを行ったことから、内部応力の開放による収縮は、取り出し後もさらに続き、その後は吸水によって膨張に転じ、収縮の回復がみられたと思われる。特に3種のレジンの中で残留モノマーと吸水量が最も大きいと思われるPRは、この回復傾向が長期間続き、その結果4週間後にはほぼ原寸まで戻ったものと考ええる。

2) 下顎総義歯

つぎに下顎総義歯について考察すると、重合変形については、下顎総義歯の収縮率は、上顎総義歯に比べてACはやや大きく、PRは約2倍の収縮率で、MCは約1.5倍の収縮率であり、3種のレジンとも下顎総義歯の方が大きな収縮率を示した。また、経日的変形では、ACとMCは上顎総義歯に比べて長期間寸法変化がみられ、PRは上顎総義歯と同様に4週間後まで寸法変化がみられた。

この傾向は、下顎総義歯が上顎総義歯に比べて口蓋部を欠き、変形しやすいU字型であるため、重合変形では

上顎総義歯よりやや大きな収縮がみられ、また経日的変形には長期間の寸法変化がみられたものと思われる。この傾向は、ACに比べて未重合の部分が多いことが予測されるPRやMCにおいて、特に顕著に表れたと考える。

3. 上下顎総義歯粘膜面部の形態変化について

1) 重合に伴う形態変化について

(1) 上顎総義歯

粘膜面観では、3種のレジンともほぼ基準点である床の中心に向かって収縮する傾向がみられた。これは、単純形態Aと同様の傾向であった。上顎総義歯は、顎堤や口蓋などにより複雑な形態をしているにもかかわらず、上顎総義歯を粘膜面方向から平面的にみると義歯全体が床の中心に向かってほぼ均等に収縮する傾向が認められた。

前頭面観では、3種のレジンとも各測定点がほぼ基準点方向に収縮するとともに、床辺縁部ではさらに研磨面方向に浮き上がる傾向がみられた。これは重合後の冷却時に、歯槽部のレジン重合収縮によって辺縁部のレジンに引張り応力が生じ、浮き上がるような変形をしたのではないかと考える。

今回の実験では、床辺縁部は研磨面方向への浮き上がりがみられたが、義歯全体が収縮しているので結果的には辺縁部は粘膜面に沈み込む状態となった。Anthony^{13, 14)}や川良¹⁾の、加熱重合型レジンにおいて、原型粘膜面と義歯床粘膜面は、顎堤の頬側斜面のみが接触し、他の部位は浮き上がっているという報告や、常温重合型レジンではAnthony¹⁴⁾の顎堤の頬側斜面のみが接触し、李⁵⁾の頬側斜面が他の部位に比べて浮き上がりが小さいという報告とほぼ似た傾向を示した。

また、ACとMCの小白歯相当部の歯槽頂では、基準点方向に収縮するとともに床の研磨面方向に浮き上がる傾向が認められ、羽生¹⁹⁾の加熱重合型レジン報告と同様の傾向であった。

正中矢状面観では、3種のレジンとも原型粘膜面から浮き上がる傾向がみられた。Anthony^{13, 14)}、平沼²⁾、羽生¹⁹⁾の加熱重合型レジンと常温重合型レジンは口蓋正中中部が原型粘膜面から浮き上がったという報告と一致した。口蓋正中中部が、原型粘膜面から浮き上がったのは、重合後の冷却時に歯槽部のレジンが収縮し、薄い口蓋部のレジンに引張り応力が加わり、浮き上がったものと考ええる。

上顎総義歯のMCは、重合の過程でかなり短時間のう

ちに温度の上昇と冷却が起きるために、複雑な形態である上顎総義歯においてやや不均等な変形がおきたと考える。

(2) 下顎総義歯

粘膜面観では、AC は義歯全体がほぼ基準点へ向かって収縮し、PR は各測定点がほぼ基準点へ向かって収縮したが、床の後縁では基準点よりやや後方へ向かって収縮し、MC は床全体が基準点よりやや後方へ向かって収縮した。この傾向は単純形態Bでもほぼ同様であった。

下顎総義歯は、上顎総義歯に比べて変形しやすいU字型をしているにもかかわらず、粘膜面方向から平面的にみると、上顎総義歯と同様にほぼ床の中心に向かって収縮した。しかしACと比べて重合後に未重合の部分がやや多いと考えられるPRは、義歯床の後方部がやや大きく変形したものと思われる。

断面観では、3種のレジンともほぼ基準点に収縮し、頬側辺縁部が研磨面方向に浮き上がる傾向がみられた。この傾向は上顎総義歯と同様であった。

また舌側辺縁部は、ACとMCが基準点方向に収縮しながら粘膜面方向に変形し、PRはほぼ基準点方向に収縮した。PRは埋没材料が寒天印象材なので、重合変形時に比較的自由に中心方向に収縮し、ACとMCは埋没材料が石膏なので中心方向への収縮が抑制され、さらにPRより高い温度で重合操作が行われているため、粘膜面方向に変形したのではないかと考える。

重合変形では、3種のレジンは頬側辺縁部が研磨面方向への浮き上がりがみられたが、義歯全体が基準点方向に収縮しているため、粘膜面方向に過圧部が生じやすい状態であった。

加熱重合型レジンでは、Anthonyら^{13,14)}の舌側辺縁部で最も大きな間隙があり、他の部位は適合性がよく、古谷³⁾の舌側辺縁部の適合性が最も悪いという報告や、常温重合型レジンでは、Anthonyら¹⁴⁾の舌側辺縁部で最も大きな間隙があり、他の部位は適合性がよく、李⁵⁾の舌側辺縁部と頬側辺縁部の間隙が大きく、顎堤の頬側斜面はほとんど間隙がないという報告とほぼ同様の傾向であった。

以上のことから重合に伴う形態変化は、上下顎総義歯とも義歯全体がほぼ床の中心に向かって収縮し、頬側辺縁部がやや研磨面方向に浮き上がる傾向が認められた。下顎総義歯は、上顎総義歯よりやや大きな収縮と少し複雑な変形はみられるものの、上顎総義歯の口蓋部を取り除いた形態に近似しているため、ほぼ同じ傾向の形態変化がみられたと思われる。

2) 経日的な形態変化について

(1) 上顎総義歯

経日的変形は、3種のレジンとも単純形態Aとほぼ同様の傾向を示した。

ACは重合変形がそのまま残り、PRはほぼ原型まで戻り、辺縁部は研磨面方向に浮き上がり、口蓋正中部は原型より粘膜面側に沈み込む傾向を示した。MCは、重合変形がわずかに回復したが、頬側辺縁部の浮き上がり傾向は、最後まで残った。

(2) 下顎総義歯

経日的変形は、4週間後には、ACは重合変形がわずかに回復したもののそのまま残り、頬側辺縁部は粘膜面方向に沈み込み、舌側辺縁部は原型からやや間隙のある状態であった。PRはほぼ原型まで戻り、大臼歯の頬側辺縁部が研磨面方向へ大きく浮き上がり、原型から間隙のある状態がみられた。MCはACと同様に重合変形がわずかに回復したがそのまま残り、頬側辺縁部は粘膜面方向に沈み込み、舌側辺縁部では、前歯部がほぼ原型に回復し、臼歯部はやや間隙のある状態であった。

4. 臨床的考察

最後に上下顎レジン床総義歯を口腔内に装着した場合を想定し、顎堤粘膜と義歯床粘膜面の関係について考察を行った。

今回の実験から上下顎総義歯は、義歯装着時にAC、PR、MCの3種とも、全体的に収縮傾向を示し、上顎総義歯は、歯槽頂から頬側辺縁部にかけて顎堤粘膜を圧迫し、口蓋部はやや浮き上がった状態が予測され、下顎総義歯は、歯槽頂から頬側辺縁部にかけて顎堤粘膜を圧迫し、歯槽頂から舌側辺縁部では顎堤粘膜に対してやや間隙がある状態が予測される。

実際の口腔内の顎堤粘膜には被圧縮性があり、被圧変位量は個人によりまた部位によって異なっている。平田³³⁾は、上顎では顎堤の頬側部は概して歯槽頂部より被圧縮度が大きいようであり、下顎でも顎堤頬側部は歯槽頂より被圧縮度が大きいと報告しており、顎堤粘膜の被圧縮性は、レジン床総義歯が重合変形により歯槽頂から頬側辺縁部の顎堤粘膜を圧迫した場合の疼痛発現部位に、深く関連があると考えられる。

日常の臨床において、総義歯装着後の顎堤粘膜部の圧迫や疼痛は、上顎結節の頬側部や下顎歯槽堤の頬側部にみられることが比較的多く、今回の実験結果はこの現象と明らかに符合する。

ACとMCは、PRに比べて重合による変形が大きい

ため、義歯装着時の床の調整にあたっては、やや慎重に行う必要があると考える。

今回の研究から、上下顎レジン床総義歯は重合に伴って床用レジンの種類により特有の形態変化をすることが明らかになった。このことから、より適合の良い総義歯を作製するためには、義歯作製時に用いる床用レジンの種類や顎堤粘膜の被圧縮性などを念頭において印象方法を再検討する必要があると考える。

V. 結 論

上下顎レジン床総義歯の床粘膜面部について、三次元座標測定機を用いて、重合方法の異なる3種の床用レジンの重合に伴う経日の寸法変化を三次元的に測定するとともに、この寸法変化に伴う義歯床の形態的变化の特徴を明らかにするために実験を行い以下の知見を得た。

1. 上下顎レジン床総義歯の重合変形や経日の変形は、床用レジンの重合方法により特徴的な形態変化をすることが明らかになった。

2. 上顎レジン床総義歯の重合変形は、加熱重合型レジン、流し込み型レジン、マイクロ波重合型レジンの3種とも、義歯全体が床の中心へ向かって収縮する傾向が認められた。さらに床辺縁部は、研磨面方向にわずかに浮き上がる傾向がみられた。

3. 下顎レジン床総義歯の重合変形は、3種のレジンとも、ほぼ床の中心に向かって収縮する傾向が認められた。流し込み型レジンでは床の後縁が中心のやや後方に向かって変形し、マイクロ波重合型レジンでは床全体が中心のやや後方に向かう収縮がみられた。また、3種のレジンとも頬側辺縁部は、研磨面方向へ浮き上がる傾向がみられた。

4. 上顎レジン床総義歯の経日の変形は、加熱重合型レジンには変化がほとんどみられず重合変形がそのまま残り、流し込み型レジンでは4週間後にほぼ原型に回復したが、床辺縁部は研磨面方向にわずかに浮き上がり、マイクロ波重合型レジンでは1週間後までわずかに原型方向に回復する傾向が認められた。

5. 下顎レジン床総義歯の経日の変形については、加熱重合型レジンとマイクロ波重合型レジンでは重合時の変形が2週間後まで回復する傾向がみられ、流し込み型レジンでは4週間後にほぼ原型に回復する傾向が認められた。最終的には、加熱重合型レジンとマイクロ波重合型レジンでは重合直後にみられた頬側辺縁部の浮き上がりはそのまま残り、全体として原型が収縮した形態にとど

まった。流し込み型レジンではほぼ原寸に戻ったものの、頬側辺縁部が浮き上がる傾向は残った。

6. 3種の床用レジンと比較すると、加熱重合型レジンでは、重合直後に義歯全体が均等に収縮し、以後経日の変化はほとんどみられなかった。流し込み型レジンでは、重合直後に義歯全体が収縮するが、さらに6~24時間後まで収縮が続き、その後膨張に転じて4週間後ではほぼ原型に回復した。マイクロ波重合型レジンでは、重合直後にやや不均等な収縮がみられ、さらに12~24時間後まで収縮が続き、その後わずかに回復する傾向がみられた。

7. 3種の床用レジンとも、下顎総義歯が上顎総義歯より、やや大きく変形する傾向がみられた。

稿を終えるに臨み、終始ご懇篤なるご指導ならびにご校閲を賜りました本学歯科補綴学第一講座羽生哲也教授に深甚なる感謝の意を表します。さらに、研究遂行上および論文作製上多大のご助言とご鞭撻をいただきました歯科補綴学第一講座澤村直明前助教授に厚くお礼申し上げますとともに、多大なるご支援をいただきました講座員各位に感謝いたします。

本論文の要旨は昭和62年度日本補綴歯科学会九州支部学術大会（昭和63年2月27日於福岡）、第79回日本補綴歯科学会学術大会（昭和63年5月27日於東京）および第15回福岡歯科大学学会総会（昭和63年11月19日於福岡）において発表した。

文 献

- 1) 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.
- 2) 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.
- 3) 古谷 容：加熱重合レジンの各種填塞・温成法に関する研究—下顎総義歯について—, 日大口腔科学, 9: 366~379, 1983.
- 4) 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.
- 5) 李 根培：床用常温重合レジンの重合法に関する臨床的研究—総義歯の垂直的ならびに床粘膜面の挙動について—, 日大口腔科学, 13: 238~251, 1987.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) Winkler, S., Ortman, H.R. and Morris, H.F. et al: Processing changes in complete dentures constructed from pour resins, J Am Dent Assoc, 82: 349~353, 1971.
- 10) Winkler, S.: Clinical evaluation of complete dentures constructed from pour resins, J Am Dent Assoc, 87: 131~133, 1973.
- 11) de Gee, A.J., ten Harkel, E.C. and Davidson, C.L.: Measuring procedure for the determination of the three-dimensional shape of dentures, J Prosthet Dent, 42: 149~153, 1979.
- 12) Rupp, N.W., Dickson, G. and Lawson, M.E. Jr. et al: A method for measuring the mucosal surface contours of impressions, casts and dentures, J Am Dent Assoc, 54: 24~32, 1957.
- 13) Anthony, D.H. and Peyton, F.A.: Evaluating dimensional accuracy of denture bases with a modified comparator, J Prosthet Dent, 9: 683~692, 1959.
- 14) Anthony, D.H. and Peyton, F.A.: Dimensional accuracy of various denturebase materials, J Prosthet Dent, 12: 67~81, 1962.
- 15) Szmyd, L., Schuessler, C.F. and Brewer, A.A. et al: SAM contourator, model B: an instrument for measuring changes of surface contours, J Prosthet Dent, 14: 298~306, 1964.
- 16) Becker, C.M., Smith, D.E. and Nicholls, J.I.: The comparison of denture-base processing techniques. Part II. Dimensional changes due to processing, J Prosthet Dent, 37: 450~459, 1977.
- 17) 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.
- 18) 稲永昭彦, 羽生哲也, 本田裕一ほか: 義歯床用レジンに関する研究 第4報 歯槽部ワックス量の減量が重合後の床粘膜面の適合性に及ぼす影響について, 福岡歯大誌, 9: 603~612, 1983.
- 19) 羽生哲也, 稲永昭彦, 武内哲二ほか: 床用レジンの重合変形について 第1報 上顎総義歯粘膜面部の三次元的検討, 補綴誌, 29: 310~318, 1985.
- 20) 澤村直明, 武内哲二, 白木 洋ほか: 光重合レジンの補綴的考察 第2報 光重合を応用した表面処理による義歯床粘膜面の寸法変化について (1), 補綴誌, 29: 319~324, 1985.
- 21) 高橋 裕, 武内哲二, 澤村直明ほか: 三次元座標測定機によるレジン床義歯の測定精度の検討—測定点の形状について—, 補綴誌, 32: 1358~1362, 1988.
- 22) Skinner, E.W. and Cooper, E.N.: Physical properties of denture resins: Part I. Curing shrinkage and water sorption, J Am Dent Assoc, 30: 1845~1852, 1943.
- 23) Sweeney, W.T., Paffenbarger, G.C. and Beall, J.R.: Acrylic resins for dentures, J Am Dent Assoc, 29: 7~33, 1942.
- 24) 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.
- 25) 奥野善彦, 丸岡寛昭, 野首孝祠ほか: 注入型レジンに関する基礎的研究, 阪大歯学誌, 17: 46~55, 1972.
- 26) 永田勝久: 歯科用流し込み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およぼす影響について, 歯理工誌, 17: 239~246, 1976.
- 27) 丸子健二: 各種重合法による義歯床用レジンの寸法変化について, 九州歯会誌, 42: 903~917, 1988.
- 28) 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.
- 29) 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, 6: 888~893, 1987.
- 30) 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.
- 31) Schroeder, A.: Die Eignung der Methakrylate als Prothesenstoffe im Lichte neuer Untersuchungen, Schweiz Monatsschr Zahnheilkd, 63: 961~971, 1953.
- 32) 温 月姍, 宮崎光治, 堀部 隆: マイクロ波重合法による義歯床用レジンの理工学的性質 第1報 照射時間による影響, 福岡歯大誌, 14: 158~162, 1987.
- 33) 平田幹夫: 無歯顎粘膜の被圧縮度に関する臨床的研究, 補綴誌, 3: 14~27, 1959.