可視光線重合型リライニング材に関する研究

—粘度と重合後の物性との関連性について—

葛西 茂之

A Study on the Visible Light-curing Type Relining Material

— Relations between Biscosity and Physical Properties after Polymerization —

Shigeyuki Kasai

Abstract : The trial visible light-curing relining resin, suitable for use when denture does not fit, and suitable also for marginal molding, is considered necessary to prepare a number of different types according to different occasions.

So, the author changed the biscosity of the relining material in three different stages of low, medium and highdegrees of biscosity, and using these samples, made test objects by means of light-curing polymerization. When the transverse strength, deflection, modulus of elasticity, rockwell hardness, waterworption and solubility of physical properties test objects were examined and the following conclusions were obtained :

1. Transverse strength : 730~775 kg/cm²
Deflection : (5.0 kg) 2.0~2.2 mm
(3.5 kg) 1.0 mm
Elasticity : about 3.0×10^4 kg/cm²
2. Rockwell hardness : 64.8~69.1 (H_{RS})
3. Watersorption : 20~23 μ g/mm³
4. Solubility : 1.8~2.8 μ g/mm³

When the above-mentioned three points have been put together, it has been suggested that, since the physical properties of Type I, II and Type III after polymerization hardly deffered, their clinical application is feasible and theat, since their biscosity befor curing deffers, their clinical effects will be better than the conventional types of resin.

Key words : visible light-curing relining resin, biscosity, physical properties

第 I 章 緒 言

可視光線重合型床用レジンは、従来の加熱重合型レジ

日本大学歯学部歯科補綴学教室局部床義歯学講座（主任：大木一三教授）

Department of Prosthodontics, Nihon University School of Dentistry (Director : Prof. Katsuzo Ohki)

昭和 62 年 10 月 12 日受付

ンに必要とされる、複雑な技工操作が簡素化されるとともに、重合時間が大幅に短縮されることから、その応用が期待されている。

石上ら¹⁻⁷⁾は、これまでデンツプライ社製の可視光線重合型床用レジンを臨床への実用性を検討する目的で、一連の基礎的研究を行ってきた。その結果、曲げ強さ、たわみ、弾性率、硬さ、吸水量および溶解量などの基礎的な物性は、従来の加熱重合型レジンと比較し、ほぼ同

表 1 材 料

		Brand	Manufacturer	Batch No.
モノマー	4PN-(TF) ₂ -(EMA) ₆ BPE200		新中村工業	4401 0704 A
ポリマー	PMMA	ポリメチルメタクリレート 250 ML	根上工業	050254
フィラー	R972	アイロジール, SiO ₂	デグサ社	528076
光増感剤	CQ	カンファキノン	アルドリッチ社	01414EM
	Di Benzoyl	ジベンゾイル	東京化成	ASO2
	DMAB	P-N・N-ジメチルアミノ安息香酸エチルエステル	半井化学	15008

 $m+n=2\sim 30$ 以内

等なものであると報告している。

しかし、本レジンでは重合前にアミン臭や苦味を有し、また、模型との適合性にも難点がみられ、組成的に大幅な改善が必要であることを示唆している。

石上ら⁸⁾は、まずこの床用レジンについて、上述までの難点を解決するために、市販の可視光線重合型の床用レジン改善し、試作した床用レジンについて報告⁸⁾している。すなわち、この試作した床用レジンの組成は、安斉ら⁹⁻¹³⁾の報告を参考に、シクロホスファゼンモノマー [4PN-(TF)₂-(EMA)₆] に市販モノマーを配合し、これにPMMA、フィラーおよび光増感剤^{12,13)}を配合して、難点を改善した。

また、最近同社より義歯不適合時および辺縁形成に適したリライニング用レジンが可視光線重合型直接リライニング材として市販されたが、このリライニング材料も可視光線重合型床用レジンと比較すると、粘度はわずかに低いものの、アミン臭を有する上に、リライニングの操作の点から¹⁴⁾は、やや硬く、また良好な適合性が得られないことから、粘度、臭いおよび適合性などの点で改善の必要性が認められた。

そこで石上ら¹⁵⁾は、この試作した可視光線重合型床用レジンの基本組成とし、流動性の比較的良好なリライニング材を改良、試作し、その物性と模型との適合性について、デンツプライ社製トライアッド・リライニング材と比較した。

その結果、試作リライニング材の曲げ強さは、トライアッドと同等で、曲げたわみは小さいが、硬さが大きく模型との適合性は良好であることを明らかにし、初期の改善の目的が得られている。

しかしながら、義歯床粘膜面の形態、性状に口腔粘膜面を適切に再現するリライニング操作には、流動性のよりよい低粘度のリライニング材を、また、辺縁形成を行う操作には、逆に流動性の小さい高粘度のリライニング材が要求される。すなわち口腔内環境は、個人および部位により一定でなく、これらの差異の多い口腔内状態にリライニング材を応用しやすくするためには、その粘度を異にした。幾種類かのリライニング材を用意する必要があると思われる。また、その使用に当っては、重合後の物性について検討することが、適切なリライニング操作に必要なリライニング材料を提供する道であると考えられるが、これに關しての報告はみられない。

そこで著者は、石上らの研究を継承し、リライニング材の粘度を低、中および高粘度の3段階に変化させ、これらの試料を可視光線重合によって試験体を作製し、それらについて曲げ強さ、たわみ、弾性率、硬さ、吸水量および溶解量を測定し、粘度変化と物性との関連性について検討した。

第 II 章 材料および方法

1. 材 料

試料および試験体に使用したリライニング材を表 1 に示し、シクロホスファゼンモノマーの構造式を図 1 に示した。

シクロホスファゼンモノマーは、安斉ら⁹⁻¹¹⁾の一連の合成法によって得たモノマー $P_4N_4(CF_3CH_2O)_2[CH_2=C(CH_3)COO(CH_2)_2O]_6$ (以後、4PN-TF)₂-(EMA)₆ と略記)を用いた。

図 1 4PN-(TF)₂-(EMA)₆ モノマーの構造式

すなわち、塩化窒化リン 4 量体 $P_4N_4Cl_8$ と疎水性基として 2,2,2-トリフルオロエタノール, CH_3CH_2OH (以後, TFOH と略記) 2 mol および 2-ヒドロキシエチルメタクリレート [$CH_2=C(CH_3)COO(CH_2)_2OH$] (以後, HEMA 略記) 6 mol とから得られたモノマー 4PN-(TF)₂-(EMA)₆ を用いた。

これらのモノマーを使用するにあたり、従来の報告⁹⁻¹⁶⁾を参照した結果、シクロホスファゼンモノマーを単独で用いた場合は、曲げ強さが小さいため、床用レジンのモノマーとしては不適当であり、これにコモノマーとして、市販のモノマーを用いる必要があることが判明した。そこで、コモノマーとしては、従来の報告^{12,13)}と同様、曲げ強さの増強に効果を示した 2,2 ビス [4-(メタクロキシエトフェニル)プロパン] (BPE 200, 新中村) をそのまま使用した。

なお、光増感剤 (表 1) はモノマーの総重量 100 wt.% に対し, C.Q 0.28 wt.%, Di Benzoy 10.12 wt.% および DMAB 1.56 wt.% を添加した。

2. 方 法

1) 試料の作製

まず、粘度の異なる 3 種のリライニング材を作製するに当り、その基準を設定する必要がある。

今回は、現在、一般に臨床でリライニング材として使用されているリベロン (G-C 社製)、ハイドロキャスト (KAYSEE 社製)、クールライナー (Coe 社製) を参考に、その中から比較的高頻度で用いられているリベロン

表 2 組成 (wt%) とトルク値

材 料	I 型	II 型	III 型
4PN-(TF) ₂ -(EMA) ₆	29	27	25
BPE200	10	10	10
PMMA	51	53	55
R 972	10	10	10
トルク値 (kg-cm)	0.60	0.90	1.42

を採用し、その粘度を測定した。粘度の測定は、メーカー指示の粉液比で混和し、混和開始 2 分 30 秒後 (メーカー指示の挿入時間) の粘度を求めた。

その結果、この時間でのトルク値は 0.90 kg-cm であった。

そこで、まずこのトルク値と同じ粘度を示すリライニング材の組成物について予備実験を行った。

すなわち、従来の報告^{8,12,13)}を参照して 4PN-(TF)₂-(FMA)₆ モノマーと PMMA との配合量を変化させてリライニング材を作製し、その粘度を測定した。

その結果、リベロンで得られた粘度と同一値のものを基準として、それを中粘度 (以後 II 型と略記) とし、この II 型の粘度よりも低い場合 (以後 I 型と略記) および高い場合 (以後 III 型と略記) の組成物を作製した。それぞれの組成を表 2 に示し、同表下段に、それぞれの組成物のトルク値を示した。

なお、粘度の測定条件は、つぎのとおりである。機器: JSR キラストメータ (今中機械工業社製)、ダイス: ゴム用ダイス、温度: 37°C、感度: 5 kg、オシレーティング角度: 3°, チャートスピード: 10 mm/min。

図 2-A および B に、それぞれリベロンおよびリライニング材 II 型の (時間-トルク) 曲線を示した。

2) 試験体の作製^{18,19)}

被験体は、図 3 に示したように曲げ強さは、65.0×10.0×2.5 mm の直方体型、硬さは、10.0 φ×10.0 mm の円柱型、吸水および溶解量は、50.0 φ×0.5 mm の円板型の金型を用いて作製した。

また、表面仕上げは、いずれもアセテートフィルム面とした。

重合方法は、それぞれの試験体の金型にレジンを填入後、デンツプライ社製の可視光線重合器を用いて、上面より 2 分間予備重合したのち、金型より取り出し、上面および下面に、Air Barrier Cort (デンツプライ社製) を塗布して、それぞれ 5 分間、計 12 分照射した。

なお、試験体はいずれも 5 個作製し、37±2°C 水中にて 7 日間浸漬したのち、測定に供した。

表 3 曲げ試験

	曲げ強さ (kg/cm ²) (S.D.)	たわみ (mm)		弾性率 (×10 ⁴ kg/cm ²) (S.D.)
		3.5 kg (S.D.)	5.0 kg (S.D.)	
I 型	730 (68)	1.0 (0.1)	2.0 (0.2)	3.0 (0.1)
II 型	742 (64)	1.1 (0.3)	2.1 (0.1)	3.0 (0.1)
III 型	775 (51)	1.0 (0.2)	2.2 (0.1)	2.9 (0.1)

図 2 時間—トルク曲線 (キラストメータ)

図 3 試験体の寸法

3) 測定方法

(1) 曲げ試験

ISO 1567²⁰⁾ に準じ、万能試験機 TCM-5000 A (NMB 社製) を用いて、支点間距離 50 mm, クロスヘッドスピード 5.0 mm/min で、3 点曲げ試験を行った。

なお、同時に規定荷重 3.5 および 5.0 kg でのたわみ

を求め、また、弾性係数を得た。いずれもその平均値を成績として求めた。

(2) 硬さ試験

ロックウエル硬度計 Superficial Hardness Tester (明石社製) に、1/16 インチの鋼球を用いて、荷重 30 W を 30 秒間加えて測定し、その平均値を成績として求めた。

(3) 吸水および溶解試験

吸水量および溶解量の測定は、ISO 1567²⁰⁾ に準じて行った。

すなわち、吸水量の測定は、試験体を硫酸カルシウム無水塩入りのデシケーター中で恒量としたのち、37°C 蒸留水中に 7 日間浸漬し、水中から取り出したのち、ろ紙を用いて付着水分を除去して、その重量を測定し、増加した重量を試験体の体積で除し、 $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ で示した。

また、溶解量は吸水試験を行った試験体を先のデシケーター中で再乾燥して恒量とし、この重量と水中浸漬前の重量との差を試験体の体積で除した値を $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ で示した。

図 4-1 曲げ強さ

なお、重量は、直示天秤 Meter H10 W (Siber Seiko 社製) を用いて行った。いずれも、その平均値を成績として求めた。

第 III 章 成 績

1. 曲げ試験

I, II および III 型の曲げ強さ、荷重 3.5 および 5.0 kg でのたわみおよび弾性率を表 3 に示した。

また、同表からそれぞれ図 4-1, 2 および 3 を得た。

曲げ強さは、I, II, III 型の順に、730, 742, 775 kg/cm² とわずかに増加する傾向を示した。

たわみは、荷重 3.5 kg の場合、I 型では 1.0 mm, II 型では 1.1 mm および III 型では 1.0 mm を示した。5.0 kg の場合では I 型で 2.0 mm, II 型では 2.1 mm および III 型では 2.2 mm を示した。

すなわち、荷重が 3.5 kg のたわみ量は、I, II および III のいずれも 1.0~1.1 mm を示したが、5.0 kg では、I, II, III の順でわずかに大きくなる傾向を示した。

弾性率は、いずれの型も約 3.0×10^4 kg/cm² を示した。

2. 硬さ試験

ロックウェル硬さを表 4 に示し、同表から図 5 を得た。

硬さは、I, II, III 型の順で、それぞれ H_R 69.1, 66.3, 64.8 を示し、わずかながら低下する傾向を示した。

図 4-2 たわみ

図 4-3 弾性率

表 4 硬さ試験

	I 型	II 型	III 型
ロックウェル硬さ (H_R 30W)	69.1	66.3	64.8
(S.D.)	(1.4)	(1.9)	(2.2)

図 5 ロックウェル硬さ

図 6 吸水および溶解量

表 5 吸水および溶解試験

	I 型	II 型	III 型
吸水量 (μg/mm ³)	20.5	22.1	23.0
(S.D.)	(0.5)	(0.7)	(1.0)
溶解量 (μg/mm ³)	2.2	1.8	2.8
(S.D.)	(0.5)	(0.3)	(0.8)

第 IV 章 考 察

1. 曲げ強さ、たわみ、弾性率および硬さについて

実験結果から明らかなように、3 種ライニング材の物性は、4PN-(TF)₂-(EMA)₆ モノマーの配合量によってわずかに変化した。

すなわち、曲げ強さは、4PN-(TF)₂-(EMA)₆ モノマーが 29 wt.% から 25 wt.% に減少するにつれて相対的に PMMA がわずかに増加し、たわみは、荷重が 3.5 kg では変化が認められないが、5.0 kg では増加する傾向を示した。

一方硬さは、逆に低下した。

また、弾性率は、いずれの型の場合も 3.0×10^4 kg/cm² 付近を示すことが判明した。

4PN-(TF)₂-(EMA)₆ モノマーの配合量が減少するにつれて、曲げ強さおよびたわみが増加し、硬さが低下することは他のシクロホスファゼン系モノマー⁹⁻¹⁵⁾の場合にも認められることで、この系のモノマーは図 1 に示したように分子骨格が P=N 結合で、環状構造であり、さらに重合性の官能基が 1 分子中に 6 個有することから、高度に架橋され、また、セグメントの回転が阻害されるために重合物は屈曲性に乏しいものとなる。

本研究でコモノマー (BPE 200) を 10 wt.% 配合量とした理由は、シクロホスファゼン系モノマーを用いた床用レジン^{12,13)}の曲げ強さを増加させるには、この系のモノマーにコモノマーとして、市販モノマーを多量に配合することにより、曲げ強さは向上するが、粘度が増大することおよび吸水量が増大するばかりでなく、保存安定性が低下するために、実用的には 10% 付近であるという報告を参考^{12,13,21)}とした。

また、市販品トライアッド¹⁵⁾ (デンツプライ) およびエポレックス^{22,23)} (日本油脂) ライニング材の曲げ強さと本研究の 3 種のそれとを比較すると、トライアッドでは 677 kg/cm² でエポレックスでは 569 kg/cm² であることから、ライニング I～III 型 (730～775 kg/cm²) の場合、いずれも大きいことが判明した。しかし、たわみは荷重 5.0 kg でトライアッドでは 2.66 mm と比較的

3. 吸水および溶解試験

吸水および溶解量を表 5 に示した。同表から図 6 を得た。

吸水量は、いずれの型の場合も約 20～23 μg/mm³ の範囲を示し、I, II, III 型の順に大きくなる傾向を示した。

溶解量は、1.8～2.8 μg/mm³ の範囲を示し、II 型が I, III 型に比較して低い値を示した。

大きい。しかし、エポレックスでは 2.28 mm あり、この値はⅢ型とほぼ同等であることが明らかとなった。

また硬さは、加熱重合型床用レジ¹⁾では H_R 40~46 であることから、3 種リライニング材はいずれも大きい値を示すことは明らかである。

2. 吸水および溶解量について

吸水および溶解量は、表 5 および図 6 から明らかなように、吸水量は I~Ⅲ型で $20.5 \sim 23.0 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ を示し、溶解量は $1.8 \sim 2.8 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ を示した。すなわち、4PN-(TF)₂-(EMA)₆ モノマーの配合量の変化に対しても、I, II 型に変化は認められた。

一般に、レジンの吸水および溶解量は、比較的大きく、義歯床の場合^{1),24)}、それぞれ $18.7 \sim 29.4$ および $0.4 \sim 1.5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ と広範囲であるが、通常、吸水量は溶解量が多い場合、相対的に小さい値となる。

また、市販のリライニング材の吸水量は、 $20.4 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ である¹⁵⁾とされているが、この値と比較して、I 型リライニング材では、ほぼ同等の値を示した。しかし、Ⅲ型では、わずかに大きい値を示したが、その原因は不明であるとともに、吸水量は、モノマーの重合体であるマトリックスによるものか、またはコアである PMMA などによるかは明らかでない。

溶解量は、リライニング材の場合、可視光線重合型床用レジンのそれと比較して、わずかに大きい値を示したが、この 3 種リライニング材のモノマーである、4PN-(TF)₂-(EMA)₆ および BPE 200 では、いずれも分子量が大きく、さらに水に不溶性であり、かつ、多官能性であるために、高度に重合が進行し、未反応モノマーは少ないものと考えられる¹⁵⁾ことから、溶解成分は光増感剤である C.Q, Di Benzoyl および DMAB であると考えられた。

以上の結果から、I, II およびⅢ型をリライニング材を臨床面から検討すると、その物性は 3 者間に大きな差が認められなかったことから、これらリライニング材は旧義歯へのリライニング材として、まず物性の点では、十分使用できることが確認された。

また、操作性の点では、従来のリライニング材は常温重合型のものが多く、この種のものは、化学反応による重合のため、不適合による義歯の辺縁および床粘膜面に適正に適合させる前に硬化することがあり、操作性に難点がみられるが、可視光線重合型は、光線を照射するまでは重合が起らず、十分な操作時間が得られる。

さらに、この種のリライニング材は、市販のものは前

述のように粘度が一定なため、その目的によって不都合な点がみられ、この粘度を変えることにより、目的に合った操作が自由かつ容易に行えるリライニング材といえる。

すなわち、辺縁が著しく短いような症例の場合には、高粘度のⅢ型を用いてロール状にし、これを義歯辺縁に適合して辺縁形成を行い、仮重合した後、その辺縁および床粘膜面の細部を、低粘度の I 型あるいは中粘度の II 型を用いてリライニング操作をすることにより、間接法と比較して、重合時の変形および寸法変化が防止できると同時に、リライニング操作が時間的に束縛されず、自由かつ容易で、また適正に行えることから、臨床的に応用範囲が広く、かつ効果的な材料であることが示唆された。

第 V 章 結 論

本研究は、辺縁形成が容易で、物性の良好な可視光線重合型リライニング材を見出すため、シクロホスファゼンモノマーにモノマーとして市販モノマーを配合し、さらに PMMA, フィラーおよび光増感剤を配合して、重合前の粘度を I (低粘度), II (中粘度) およびⅢ型 (高粘度) に変え、それぞれの重合後の物性について検討した。

その結果、以下のような結論を得た。

1. 曲げ強さは、I, II およびⅢ型の順に大きくなる傾向を示し、たわみは、荷重 3.5 kg では、3 種とも約 1.0 mm を示したが、5.0 kg では、I, II, Ⅲ型の順に大きくなる傾向を示した。また、弾性率は、3 種とも約 $3.0 \times 10^4 \text{ kg}/\text{cm}^2$ を示した。

2. ロックウェル硬さは、I, II, Ⅲ型の順に小さくなる傾向を示した。

3. 吸水量は、I, II, Ⅲ型の順に大きくなる傾向を示したが、溶解量は II 型の場合に最も小さな値、 $1.8 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ を示した。

4. 以上を総合し、I, II およびⅢ型は、重合後の物性にほとんど差がないので、臨床応用が可能であるとともに、重合前の粘度に硬軟の差があるので、従来のものに比較して、臨床効果が上がることが示唆された。

稿を終るにあたり、本研究に際して終始ご懇篤なるご指導およびご校閲を賜りました日本大学歯学部大木一三教授、またご専攻の立場からご指導を賜りました日本大学歯学部森谷良彦教授、大橋正敬教授、五十嵐孝義教授に深く感謝の意を表します。

あわせて、日頃ご助言ご鞭撻を頂きました歯科理工学教室安齊 碩講師および補綴学教室局部床義歯学講座の医局員各位、大学院生各位に対しまして感謝の意を表します。

文 献

- 1) 後藤ひとみ, 宇美隆生, 青山芳博, 石崎隆弘, 榎津徳弘, 石上恵一, 佐藤吉則, 安齊 碩, 大木一三: 可視光線重合型床用レジン基礎的研究—第1報, 機械的性質について—, 補綴誌, 30 (2): 387~391, 1986.
- 2) 青山芳博, 宇美隆生, 後藤ひろみ, 中村隆之, 小林 公, 石上恵一, 佐藤吉則, 安齊 碩, 大木一三: 可視光線重合型床用レジン基礎的研究—第2報, 物性および適合性について—, 補綴誌, 30 (3): 719~723, 1986.
- 3) 宇美隆生, 青山芳博, 後藤ひろみ, 榎津徳弘, 石崎隆弘, 石上恵一, 後藤吉則, 安齊 碩, 大木一三: 可視光線重合型床用レジン基礎的研究—第3報, 適合性の検討—, 日大歯学, 60 (4): 410~414, 1986.
- 4) 石上恵一, 後藤ひろみ, 青山芳博, 宇美隆生, 佐藤吉則, 大木一三: 可視光線重合型床用レジン臨床応用—物性および適合性の基礎的検討—, 歯界展望, 67 (7): 1463~1472, 1986.
- 5) 石上恵一, 青山芳博, 佐藤吉則, 大木一三: 可視光線重合型床用レジン臨床応用—遊離端パーシャルデンチャーへの応用—, 歯界展望, 68 (1): 133~143, 1986.
- 6) Keiichi Ishigami, Masayuki Sirane, Yoshihiro Aoyama, Mitsuko Miura, Toshinori Miyata, Eiichi Nagai, Yoshinori Satoh, Masashi Yuda, Misaki Anzai and Katsuzo Ohki: Basic Studies on Visible Light-curing Resin as a Denture Base-Part 4: Its strength in the Repair of Fractured Parts of Heat-curing Denture Base Resin-, J Nihon Univ sch Dent, 28 (4): 287~293, 1986.
- 7) Keiichi Ishigami, Tatsuya Masio, Junji Tsukui, Takao Umi, Moritaka Maeda, Nobuo Iwauchi, Fujio Ono, Yasuhiro Ujiie, Yoshinori Satoh, Misaki Anzai and Katsuzo Ohki: Basic Studies on Visible Lightcuring Resin as a Denture Base-Part 5: Its Junctional Strength with Resin Teeth-, J Nihon Univ sch Dent, 29 (1): 35~41, 1987.
- 8) Keiichi Ishigami, Yoshihiro Aoyama, Takao Umi, Akihisa Saitoh, Mitsuko Miura, Moritaka Maeda, Tomotaka Takeda, Jihkichi Hayakawa, Misaki Anzai and Katsuzo Ohki: Basic Studies on Visible Light-curing Resin as a Denture Base-Part 6: The trial relining material-, J Nihon Univ sch Dent, 29 (3): 221~227, 1987.
- 9) 安齊 碩, 大橋正敏: ヘキサ (メタクリロキシエチレンジオキシ) シクロトリフッソファゼンの合成とその性質および複合レジンへの応用, 歯材器, 3: 401~408, 1984.
- 10) 廣瀬英晴, 菊地久二, 鳥山史人, 保谷 賢, 安齊 碩, 大橋正敏: シクロホスファゼンを骨格とした歯科用多官能性モノマーの合成とバルクポリマーの物性, 歯材器, 4, special Issue 5: 124, 1985.
- 11) 廣瀬英晴, 菊地久二, 安齊 碩, 児島 茂, 大橋正敏: シクロホスファゼンを骨格とした歯科用多官能性モノマーの合成とバルク重合物の物性に関する研究 (I), 歯材器, 5 (3), 402~410, 1986.
- 12) 鳥山史人, 保谷 賢, 井出康三, 小堀雅教, 菊地久二, 廣瀬英晴, 安齊 碩, 大橋正敏: シクロホスファゼン系モノマーを用いた床用レジンに関する研究, 歯材器, 5, special Issue 8: 150, 1986.
- 13) 鳥山史人, 安齊 碩, 廣瀬英晴, 菊地久二, 大橋正敏: 可視光線重合義歯床用レジン研究, JADR. 34th, ANNUAI Meeting Abstracts, 64: 1986.
- 14) 林都志夫, 長尾正憲, 平井敏博: 全部床義歯のリベース, 一粘膜の機能的動態を求めて—, 歯界展望, 52 (1): 5~15, 1978.
- 15) 石上恵一, 津久井淳人, 白根雅之, 三浦光子, 前田守隆, 武田友孝, 葛西茂之, 湯田雅士, 安齊 碩, 大木一三: 可視光線重合型床用レジン基礎的研究—第7報 試作リライニング材の物性および適合性—, 補綴誌, 31 (5): 1405~1412, 1987.
- 16) 保谷 賢, 井出康三, 鳥山史人, 菊地久二, 廣瀬英晴, 安齊 碩, 大橋正敏: シクロホスファゼン系モノマーを用いた硬質レジンに関する研究, 歯材器, 4, special Issue 6: 118, 1985.
- 17) 安齊 碩, 井出康三, 鳥山史人, 保谷 賢, 菊地久二, 廣瀬英晴, 山本昌史, 大橋正敏: 歯科用硬質レジン研究, 日大歯学, 60 (1): 95~99, 1986.
- 18) American Dental Association: Guide to Dental Materials and Devices, American Dental Association Specification No12 for denture base polymer, 8th ED., Chicago: 150~160, 1976~1978.
- 19) 日本歯科材料工業共同組合: J.A.M.A. Guide Book 義歯床用アクリック樹脂, JIST6501-1980: 32~35, 1981.
- 20) International Standard ISO 3106: Denture base resin: 233~235, 1974.
- 21) 鳥山史人, 保谷 賢, 菊地久二, 廣瀬英晴, 安齊 碩, 大橋正敏: シクロホスファゼン系モノマーを用いた可視光線重合型義歯床用レジン研究 [II], 歯材器, 6, special Issue 9: 153, 1987.
- 22) 早川 巖, 鈴木勝美, 長尾正憲, 陳 三餘, 増原英一: 光重合システムを用いた義歯床用直接裏装材の開発研究, 補綴誌, 30 (4): 889~894, 1986.
- 33) 早川 巖, 松本竹男, 仲地 理, 安江 透, 石塚 等, 増

原英一：光重合型裏装材“エボレックス・リベース”の適合性と補強効果，歯材器，6 (1)：59～63，1987。

科用メタクリルレジンに関する研究 (第 10 報)，歯材器，3 (3)：350～358，1984。

24) 平林 茂，中西 敏，立野治雄，三宅裕昭，平澤 忠：歯