

義歯に裏装された粘膜調整材の硬さの経時的変化

西 澤 誠 剛¹⁾ 堺 誠¹⁾ 山 内 六 男²⁾
長 澤 亨¹⁾

1) 朝日大学歯学部歯科補綴学講座(主任:長澤 亨教授)

2) 朝日大学歯科臨床研究所附属歯科診療所(主任:山内六男教授)

抄録 本研究では、臨床的条件下での粘膜調整材の粘弾性変化をゴム硬さから測定した。

実験には6種類の市販粘膜調整材を用いた。粘膜調整材を義歯床に裏装した条件を想定し、厚さ2mmの亚克力板に粘膜調整材を1mmの厚さに裏装した(裏装試料)。また、直径12.0mm、高さ20.0mmに成形したものも製作した(非裏装試料)。裏装試料を37℃の蒸留水中、義歯洗浄剤、人工唾液に14日間浸漬した。また、非裏装試料およびコーティング材を塗布した裏装試料を37℃の蒸留水中に14日間浸漬した。薄い試料のゴム硬さが測定可能なマイクロゴム硬度計を用い、粘膜調整材の5分間のゴム硬さ変化を測定した。この測定結果から、ゴム硬さの最大値および5分後の値を求めるとともに、応力緩和の大きさを求めた。

その結果、以下の結論を得た。

- 1) 非裏装試料では粘膜調整材のゴム硬さの低下が著しく、材料間の差が顕著であったが、裏装試料ではゴム硬さの低下が少なく、材料間の差も小さくなった。また、応力緩和の大きさも義歯の裏装により小さくなった。
- 2) 義歯洗浄剤は粘膜調整材の硬さに及ぼす影響が大きかった。
- 3) コーティング材は粘膜調整材のゴム硬さや応力緩和の大きさには影響しなかった。

以上の結果から、義歯床の存在や義歯洗浄剤により粘膜調整材の粘弾性は大きく低下するが、コーティング材は粘弾性に影響しない。

キーワード: 粘膜調整材, ゴム硬さ, 義歯床, 義歯洗浄剤, コーティング材

緒 言

粘膜調整材は、床下粘膜の歪みの修正、損傷粘膜の治療、疼痛緩和あるいは動的印象材、外科的手術後の暫間裏装など応用範囲が広く、使用頻度も高い義歯用材料である^{1~3)}。しかしながら、使用期間とともに劣化し、弾性の低下や表面の粗造化が生じることにより、逆に粘膜に障害を与えることもある⁴⁾。われわれも、粘膜調整材の経時的な表面性状の変化について実験的に詳細に検討を加え、口腔内環境下で比較的短期間に劣化が認められることを報告した^{5~7)}。また、粘膜調整材の清掃には歯ブラシによる機械的清掃よりも義歯洗浄剤による清掃が勧められているが、反面、義歯洗浄剤によっては粘膜調整材の表面を劣化させるものもあり^{8~12)}、清掃が困難な材料である。そのため、粘膜調整材の表面の劣化を防ぐために、表面に塗布するコーティング材が開発され¹³⁾、コーティング材の塗布により、表面粗さの増加や吸水を防止できることが報告されて

いる⁶⁾。

一方、粘膜調整材の粘弾性の維持は、その目的から臨床的には重要な因子となることから、現在までレオメーターやクリープ曲線による粘弾性測定を用いた種々の検討がなされている^{14~33)}。これらは、いずれも材料本来の性質を検討することを目的としたものが多く、臨床的な条件を前提とした報告はない。しかし、試料の厚みや義歯床の存在などにより臨床的にはかなり異なった粘弾性を示すと考えられ、臨床的条件下での粘膜調整材の性質を検討する必要がある。

そこで本研究では、まず義歯床の存在が粘膜調整材の硬さにどのような影響を及ぼすかについて検討する目的で弾性裏層材の粘弾性の評価法であるゴム硬さの測定法^{34~40)}を応用した。すなわち、薄い試料のゴム硬さが測定可能なマイクロゴム硬度計を用い、義歯に粘膜調整材が裏装された状態を想定して粘膜調整材の経時的な硬さ変化を測定した。次いで、粘膜調整材の洗浄を想定して各種浸漬液に浸漬した場合の硬さへの影響

を検討した。さらに、粘膜調整材劣化防止に用いられるコーティング材の塗布が、経時的な粘膜調整材の硬

さにどのような影響を及ぼすかについて検討した。

実験材料および方法

実験には市販粘膜調整材 6 種を用いた (Table 1)。

実験 1 裏装による粘膜調整材の硬さへの影響

厚さ 2 mm の義歯に粘膜調整材を 1 mm の厚さで貼り合わせた状態を想定し、縦 30 mm × 横 30 mm × 厚さ 3 mm の金型の底部に同寸で厚さ 2 mm のアクリル板を置き、残り 1 mm の部分にメーカー指定の方法で練和した粘膜調整材を流し込み、上部よりガラス板で圧接し、試料とした (以下、裏装試料と略す) (Fig. 1)。

また、従来より弾性裏装材の硬さ測定に用いられている大きさ^{16, 35, 38, 39)}である、内径 12.0 mm、高さ 20.0 mm のプラスチック円筒に粘膜調整材を流し込み、上部よりガラス板で圧接し、試料とした (以下、非裏装試料と略す)。

これらを 24 時間室温に静置後、Fig. 2, 3 に示すマイクロゴム硬度計 (MD-1, 高分子計器) を用いてゴム硬さを測定した。測定に際しては、試料を試料台に設置し、押針部を可及的に短時間で荷重し、5 分間の経時的硬さ変化を 5 秒毎に測定した。

マイクロゴム硬度計の測定原理は、加圧脚を粘膜調整材に押しつけていくと内部の押針が粘膜調整材によって押し上げられるが、その時の力を 22 mN ~ 334 mN の間で読みとり、この間を 0 ~ 100 ポイントに振り分ける。得られる値は JIS K6301 および ASTM D2240 に近似したゴム硬さを表している。最小読みとりは 0.1 ポイントである。測定したデータから 5 分間の経時的変化を観察するとともに、守谷³⁹⁾の報告を参考に荷重直後

Table 1. Tissue conditioners used in this study

Code	Brand name	Manufacturer	P/L ratio (wt %)
VG	Visco-gel	De-tray Limited	0.73
CC	COE-comfort	COE lab.Inc.	0.90
HC	HYDRO-CAST	Kay-See Dental MFG.Co.	0.80
SL	Soft-Liner	GC Corp.	0.82
FS	Fitsofter	Sankin Industry Co.Ltd.	0.81
TC	Tissueconditioner	Shofu Inc.	0.83

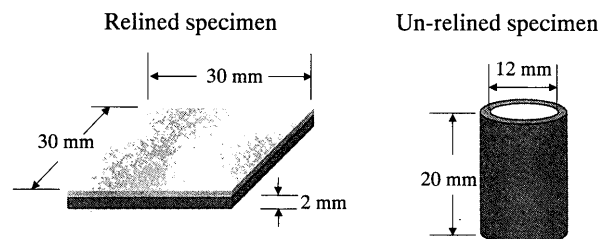


Fig. 1. Form of specimens

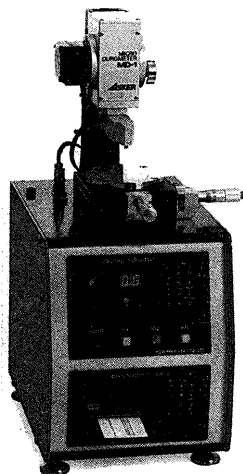


Fig. 2. Micro rubber hardness tester used in this study

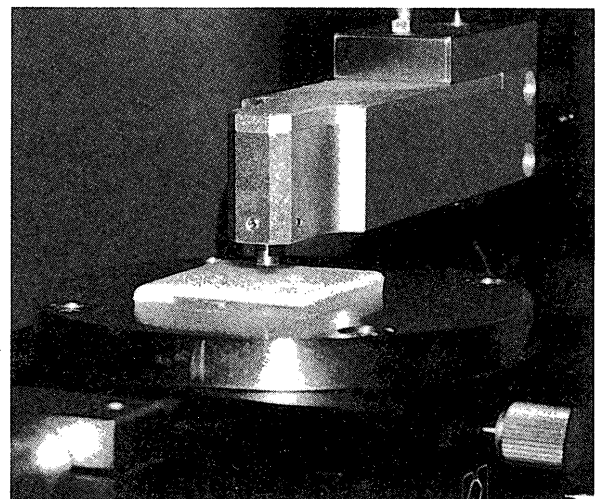


Fig. 3. Enlargement of measurement scene

に認められるゴム硬さの最大値(以下, 初期値と略す)および5分後の値(以下, 5分値と略す)を求めるとともに, 応力緩和の大きさ $[(\text{初期値} - 5\text{分値}) / \text{初期値}]$ を求めた。試料は各条件につき5個ずつ製作した。

測定後, 37℃の水中に浸漬し, 1日後, 3日後, 7日後および14日後に同様にゴム硬さを測定した。

実験2 浸漬液による影響

実験1の裏装試料と同形態の試料を用い, これらを24時間室温に静置後, ゴム硬度計にてゴム硬さを測定した。その後, Table 2に示した浸漬液に浸漬し, 1日後, 3日後, 7日後および14日後に同様にゴム硬さを測定した。なお, 浸漬液は毎日交換した。

また, 直径30mm, 厚さ1mmの円板状試料を製作し,

各浸漬液に浸漬した場合について, ゴム硬さの測定と同時期に重量を測定し, 硬化直後の値を基準とした重量変化率を求めた。

実験3 コーティング材による影響

実験1の裏装試料を用い, これらを24時間室温に静置後, ゴム硬度計にてゴム硬さを測定した。その後, 表面にコーティング材(クレガード, 呉羽化学)を塗布したもの(以下, 表面処理と略す)と未塗布のもの(以下, 無処理と略す)を用意し, 37℃蒸留水に浸漬し, 1日後, 3日後, 7日後および14日後に同様にゴム硬さを測定した。

統計処理は分散分析法により行った。

Table 2. Immersion solution used in this study

Classification	Manufacturer
Distilled water	
Enzyme type (Pika-blue)	Rohto 1package/200ml
Peroxide type (Pika-red)	Rohto 1tab/200ml
Artificial saliva	Katz et al.*

*Katz, S., Park, K. K., Stookey, G. K., et al: Development and initial testing of a model for in vitro formation of pit and fissure caries, Caries Res, 20:424~428, 1986.

実験結果

実験1 裏装による影響

1. ゴム硬さの経時変化

6種類の市販粘膜調整材のゴム硬さの経時変化をFig. 4に示した。

VGの場合, 非裏装試料では用いた材料の中で最も荷重初期の変化が大きく, ゴム硬さが初期に減少し, その後緩やかに減少を続けた。これに対し裏装試料では測定開始初期よりなだらかな低下を示した。この中で, 1日後では測定途中でゴム硬さが上昇する試料が認められた。これは, いわゆる底打ち現象で, 荷重を粘膜調整材が緩和することができず, 裏装されたアクリル板の影響をより大きく受け, 見かけ上ゴム硬度が上昇したものと考えられる。また, 非裏装試料では測定日によるゴム硬さの変化に違いがみられたが, 裏装試料ではその差は少なかった。

CCの場合, 非裏装試料では初期値が他の粘膜調整材と比較して小さかった。また, 3日後では荷重に対しゴム硬度が大きく低下するのに対し, 14日後ではゴム硬度の変化が少ないなど, 測定日によるゴム硬さの変化の傾向や測定値の違いが著明であった。裏装試料では, 測定日によるゴム硬さの違いは少なかったが, VGと同じく底打ち現象を示す試料が1日後, 7日後および14日後に認められ, それぞれ荷重3~4分後よりゴム硬度がやや上昇した。

HCの場合, 非裏装試料では, CCと同じく初期値が他の粘膜調整材と比較して小さかった。また, 裏装の有

無による初期値の差が最も大きかった。ゴム硬度は荷重に対して大きく緩慢に低下し, その結果, 初期値と5分値の差が大きかった。裏装試料では, ゴム硬度の変化はわずかで緩やかな低下を示し, 1日目を除いて測定日によるゴム硬さの違いは少なかった。

SLの場合, 非裏装試料では, 荷重開始直後に大きく低下し, その後は緩やかに低下した。裏装試料では, 測定日によるゴム硬さの違いは少なく, いずれもわずかに低下した。

FSの場合, 非裏装試料では測定開始直後の低下が大きくその後も緩やかに低下した。裏装試料では測定日によるゴム硬さの違いは少なく, いずれもわずかに低下した。

TCの場合, 非裏装試料では測定開始時期の低下が大きくその後も緩やかに低下した。裏装試料では浸漬日数によるゴム硬さの違いは少なく, いずれもわずかに低下した。

以上のことから, 非裏装試料の場合, CCおよびHCのように初期値が小さい粘膜調整材では, 他と比較して荷重に対するゴム硬度の低下が緩やかで大きくなり, さらに, 浸漬期間の違いによるゴム硬度の変化に差が大きい結果となった。これに対し, SL, FSおよびTCでは初期値が近似しており, 浸漬期間の違いによるゴム硬さの変化も同様の傾向であった。また, 浸漬期間について詳細に見た場合, 非裏装試料では1日あるいは3日に対して, 7日あるいは14日の方がゴム硬度が

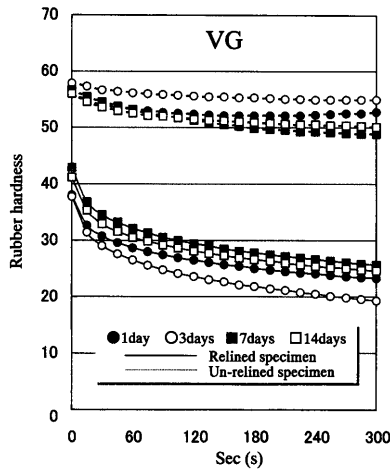


Fig. 4-a

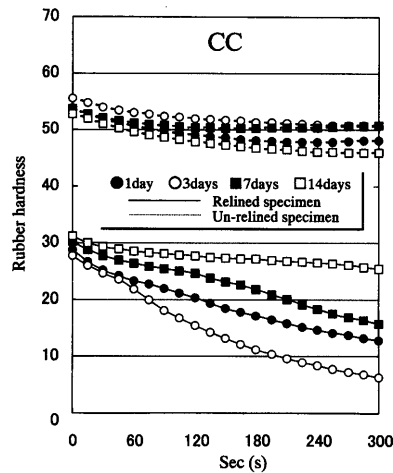


Fig. 4-b

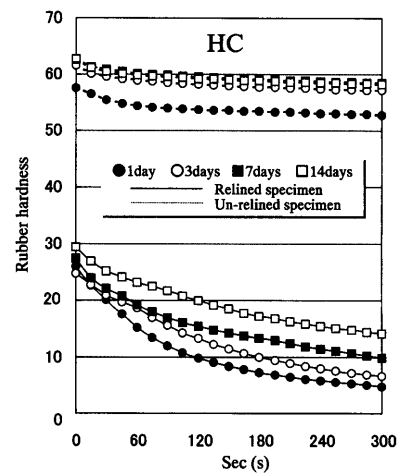


Fig. 4-c

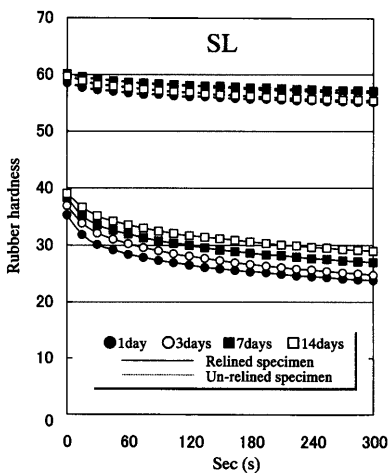


Fig. 4-d

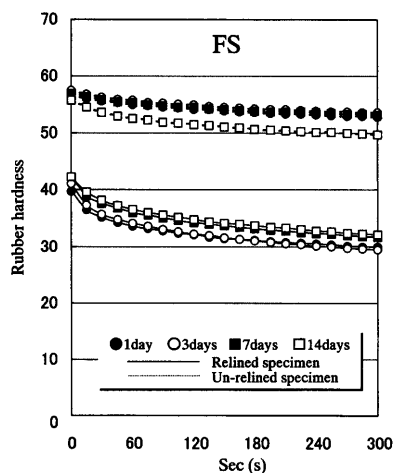


Fig. 4-e

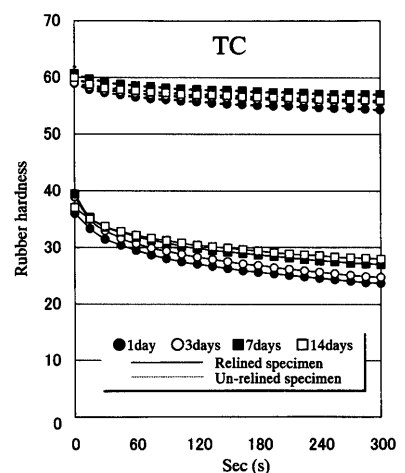


Fig. 4-f

Fig. 4-a~f. Rubber hardness change of tissue conditioners by relining of denture

大きい値を示していた。

一方、裏装試料ではアクリル板の影響を受けるため、非裏装試料に認められるような変化は少なく、各粘膜調整材の特徴は明らかではなかった。ここで、非裏装試料と裏装試料で初期値および5分値を比較すると、すべての測定日でいずれの材料でも裏装試料が非裏装試料よりも有意に大きくなった (Table 3)。

2. 応力緩和の大きさの経時的変化

6種類の市販粘膜調整材の応力緩和の大きさの経時の変化をFig. 5に示した。

VGの場合、非裏装試料では浸漬3日後のみ増加を示したが、1日後、7日後および14日後はほぼ一定であり、1日後と比較して3日後のみ有意差を認めた。裏装試料では1日目には底打ち現象を示す試料があったが、それ以降はなく、応力緩和は7日目まで増加し、その後緩やかに低下した。また、1日後と比較して、

Table 3. ANOVA of rubber hardness of tissue conditioners by relining of denture

		S.S.	m.s.	F_0	P	
Initial value	Total	8678.55694				
	Factor	8565.80626	778.70966	331.5107606	2.54389E-41	**
	Error	112.75068	2.3489725			
last value	Total	15165.86978				
	Factor	15018.51728	1365.319753	315.0328064	7.52455E-31	**
	Error	147.3525	4.333897059			

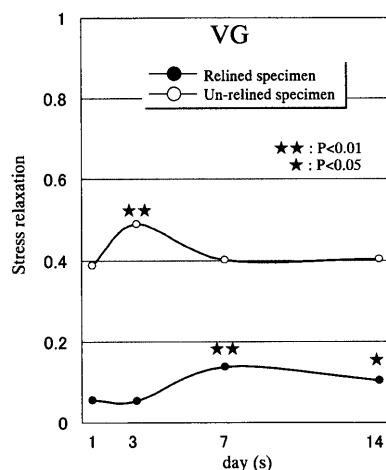


Fig. 5-a

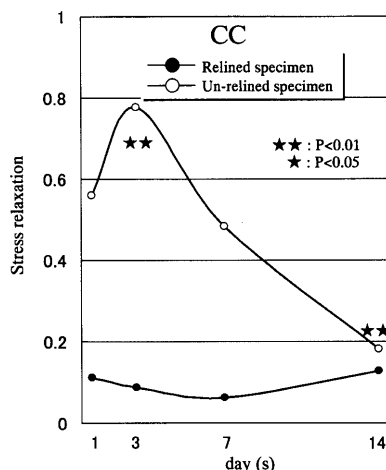


Fig. 5-b

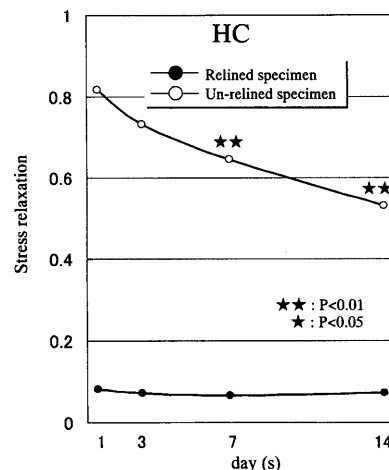


Fig. 5-c

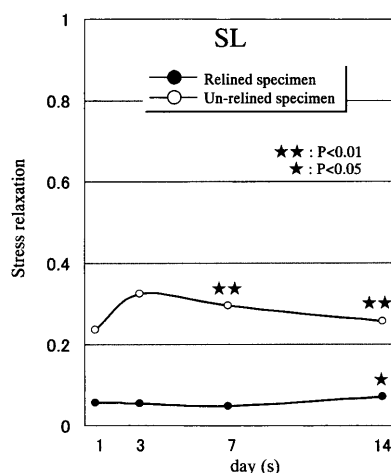


Fig. 5-d

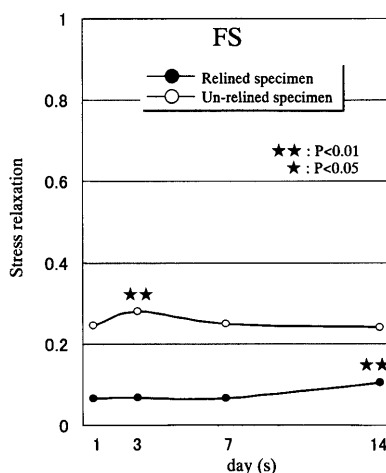


Fig. 5-e

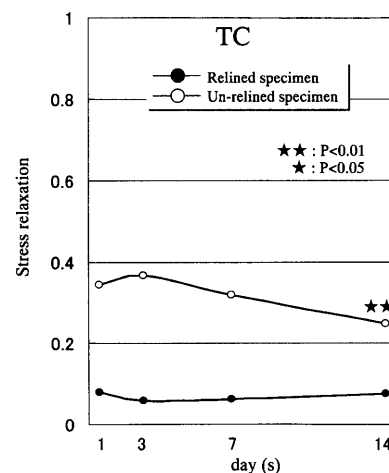


Fig. 5-f

Fig. 5-a~f. Stress relaxation change of tissue conditioners by relining of denture

7日後および14日後に有意差を認めた。

CCの場合、非裏装試料では3日後に有意に増加したが、その後低下し、14日後には1日後よりも有意に小さな値を示した。裏装試料では1日後、7日後、14日後の試料で底打ち現象を示した。裏装試料では非裏装試料とは逆に、3日目までわずかに低下し、14日目には増加したが、1日後と比較して有意な変化はなかった。

HCの場合、非裏装試料では経時的に低下し、1日後と比較して7日後および14日後で有意に低下したのに対して、裏装試料ではほぼ一定であり、有意差はなかった。

SLの場合、非裏装試料では1日後と比較して7日後、14日後で有意に低下した。裏装試料では経時的にほとんど変化しなかったが14日後に有意に増加した。

FSの場合、非裏装試料では3日後のみ、また裏装試料では14日後のみ有意な増加を示したが、他は経時的な変動がほとんどなかった。

TCの場合、非裏装試料では3日後をピークに経時的に低下し、14日後では有意な低下を示した。これに対

し、裏装試料ではほぼ一定で、有意な変化はなかった。

裏装の有無による応力緩和の経時的変化に対する分散分析結果をTable 4に示した。すべての材料において各測定日での応力緩和の大きさは裏装試料が非裏装試料より有意に小さかった。

ここで初期値と応力緩和の大きさとの相関を検討したところ、非裏装試料では相関係数0.8277で有意な負の相関($P<0.01$)を示し、裏装試料では相関係数0.3545で有意な負の相関($P<0.01$)を示した(Fig. 6, 7)。

実験2 浸漬液による影響

1. ゴム硬さの変化

粘膜調整材のうち代表的な傾向を示したVG, CCおよびHCについて浸漬7日目のゴム硬度をFig. 8に示した。

VGでは、蒸留水と過酸化水素系義歯洗浄剤に浸漬した場合、同様な傾向を示したが、酵素系義歯洗浄剤では荷重初期から大きく硬度が低下し、180秒程度経過後から底打ち現象を示した。さらに、人工唾液では荷重初期から底打ち現象を示し、以後硬度が上昇した。

Table 4. ANOVA of stress relaxation of tissue conditioners by relining of denture

		<i>S.S.</i>	<i>m.s.</i>	<i>F₀</i>	<i>P</i>
VG	Total	1.202035375			
	Factor (Relined specimen)	1.160628975	0.165804139	128.1379801	1.44307E-21 **
	Error	0.0414064	0.00129395		
CC	Total	3.017569889			
	Factor (Relined specimen)	2.759230928	0.394175847	48.82587984	2.69152E-15 **
	Error	0.258338962	0.008073093		
HC	Total	4.1498031			
	Factor (Relined specimen)	3.8708751	0.552982157	63.44084864	5.87704E-17 **
	Error	0.278928	0.0087165		
SL	Total	0.626019042			
	Factor (Relined specimen)	0.618175411	0.088310773	360.2852577	1.42778E-28 **
	Error	0.007843631	0.000245113		
FS	Total	0.342038775			
	Factor (Relined specimen)	0.329589175	0.047084168	121.0234362	3.46819E-21 **
	Error	0.0124496	0.00038905		
TC	Total	0.695389094			
	Factor (Relined specimen)	0.680758993	0.097251285	212.714937	5.58809E-25 **
	Error	0.014630101	0.000457191		

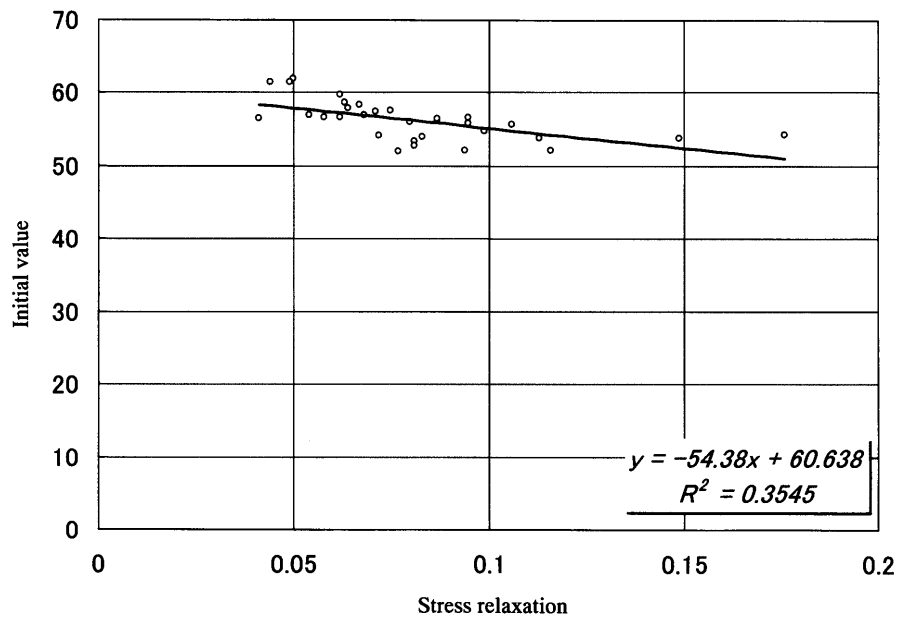


Fig. 6. Correlation of initial value and stress relaxation value of the relined specimen

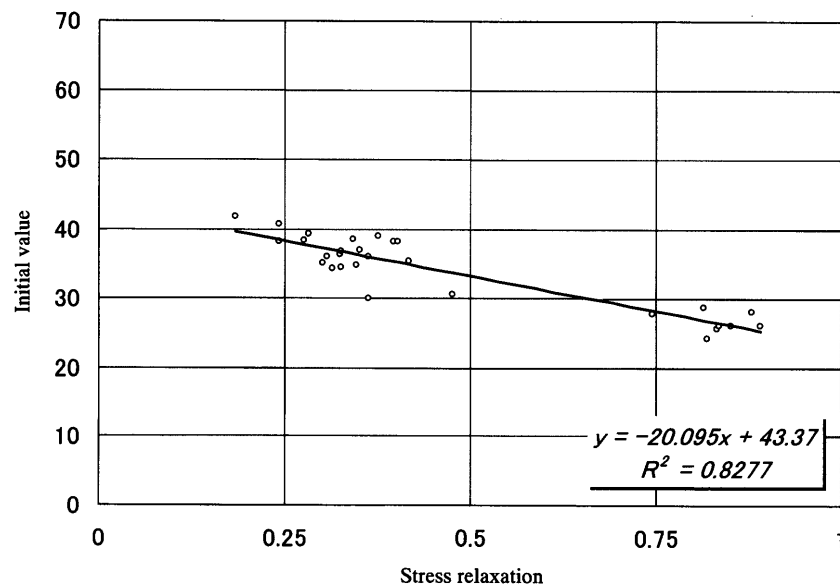


Fig. 7. Correlation of initial value and stress relaxation value of the unrelined specimen

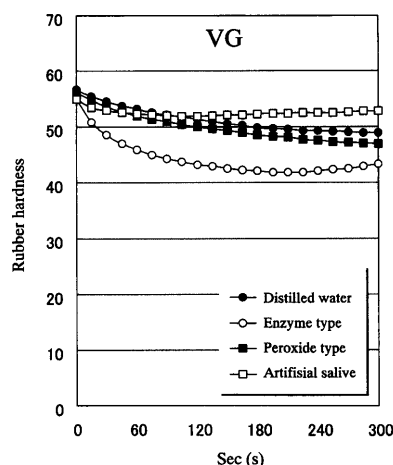


Fig. 8-a

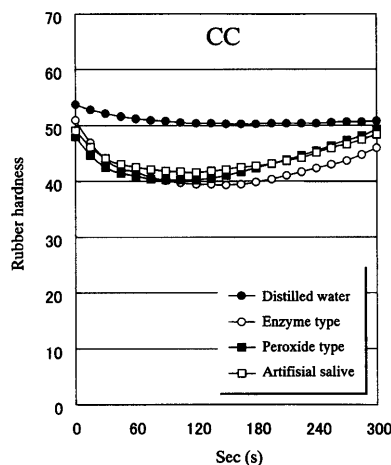


Fig. 8-b

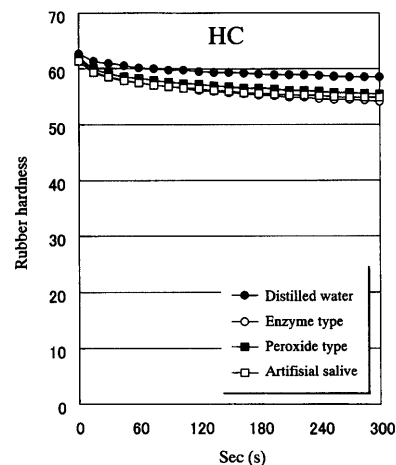


Fig. 8-c

Fig. 8-a~c. Rubber hardness change of specimen by immersion solution

CCでは蒸留水で経時的にごく緩やかな低下を示したのに対して、他の浸漬液ではゴム硬度が大きく低下し、荷重120秒後程度から底打ち現象を明瞭に示した。

HCでは、浸漬液による影響が他の材料と比較して最も少なかった。

SLでは、HCと同様、浸漬液による影響はわずかであった。

FSでは、蒸留水に対して他の浸漬液で荷重に対するゴム硬度が低下し、やや浸漬液の影響が認められた。

TCでは、FSと同様、蒸留水と比較して他の浸漬液でゴム硬度が低く、浸漬液の影響が認められた。

各材料の初期値について見ると、CCでは蒸留水と比較して、各浸漬液により初期値が低下する傾向が認められたが、他の粘膜調整材では浸漬液による影響は少なかった。

2. 応力緩和の大きさ

粘膜調整材のうち代表的な傾向を示したVGおよびCCについてFig. 9に示した。

VGでは、蒸留水において3日後まであまり変化が無く、7日後で増加し、その後低下した。過酸化型義歯洗浄剤は蒸留水と近似した変化を示した。これらに対し、酵素型義歯洗浄剤および人工唾液3日目に増加しその後は平坦化した。

CCでは、蒸留水において7日目まで減少し、その後増加したのに対して、義歯洗浄剤および人工唾液においてはこれとは逆に7日目まで増加し、その後低下した。

HCでは、蒸留水と比較して義歯洗浄剤および人工唾液においてはやや増加傾向を示したものの浸漬液による影響は少なかった。

SLでは、HCと同様に浸漬液による影響が少なかった。

FSでは、蒸留水が経時的に大きな変化がないのに対し、各浸漬液で応力緩和が大きくなる傾向が認められ、特に義歯洗浄剤で著明であった。

TCでは、蒸留水においては経時的な変化がほとんどなかったのに対し、義歯洗浄剤および人工唾液において3日目で増加しその後は平坦化した。

また、粘膜調整材間で浸漬液による応力緩和の大きさへの影響には一定した傾向はなかった。浸漬前の応力緩和の大きさの範囲は0.106~0.059を示し、材料間に有意差を認めた($P<0.01$)。浸漬後の応力緩和の大きさはの範囲は0.106~0.059を示し、材料間に有意差を認めた($P<0.01$)。

3. 重量変化率

粘膜調整材のうち代表的な傾向を示したVGおよびCCについてFig. 10に示した。

各粘膜調整材は各条件で浸漬した場合、経時的に重量が減少した。また、重量低下率は過酸化型義歯洗浄剤および人工唾液に浸漬した場合、蒸留水と近似する傾向が認められた。これに対し、酵素型義歯洗浄剤に浸漬した場合、他の浸漬液と比較して重量低下率が大きかった。

各粘膜調整材の14日浸漬後の値を比較すると、重量変化率の比較的小さいVG、CCおよびFSでは、蒸留水、過酸化型義歯洗浄剤および人工唾液浸漬で-0.15~-1.66%であるのに対し、酵素型義歯洗浄剤では-2.14~-3.31%を示した。一方、重量変化率の比較的大きいHC、SLおよびTCでは、蒸留水、過酸化型義歯洗浄剤および人工唾液浸漬で-2.14~-2.78%であるのに対し、酵素型義歯洗浄剤では-4.70~-5.03%を示した。

実験3 コーティング材による影響

1. ゴム硬さの経時的変化

粘膜調整材のうち代表的な傾向を示したVGおよびCCについてFig. 11に示した。

1週後の試料における表面処理の有無によるゴム硬さの違いをみた場合、CCにおいて測定後半でやや違いをみたが、その他の粘膜調整材ではほとんど影響はなかった。

表面処理の有無による初期値の違いは明瞭ではなく、

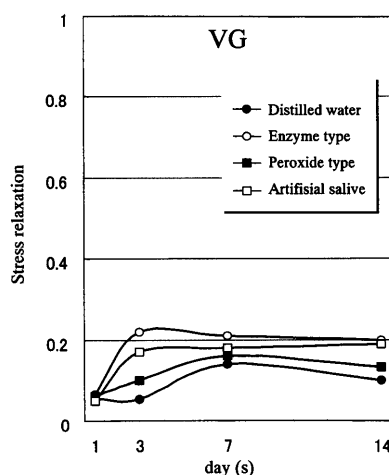


Fig. 9-a

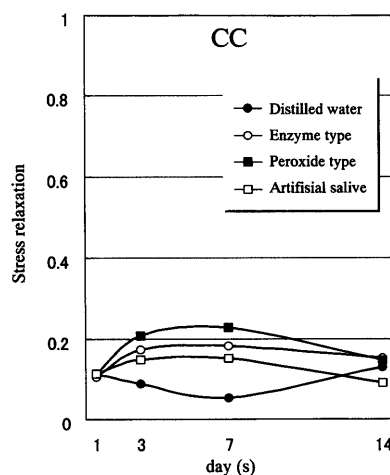


Fig. 9-b

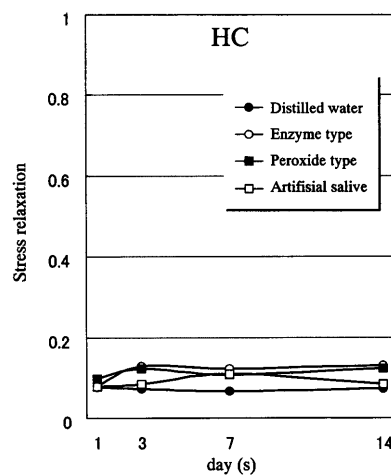


Fig. 9-c

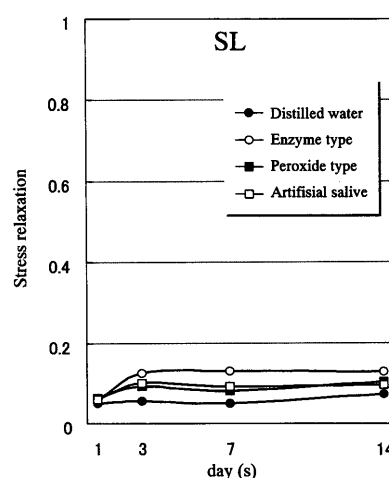


Fig. 9-d

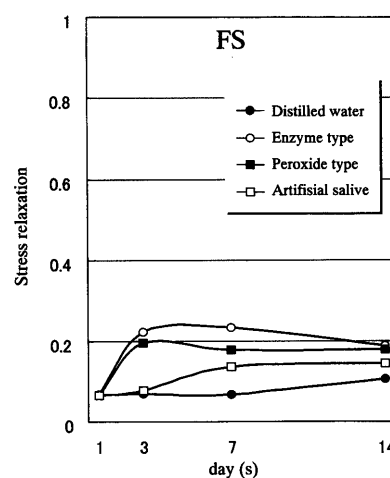


Fig. 9-e

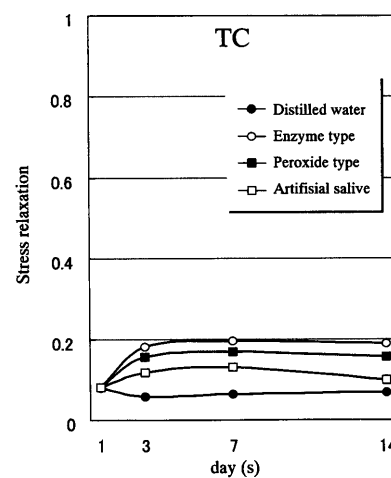


Fig. 9-f

Fig. 9-a~c. Stress relaxation change of specimen by immersion solution

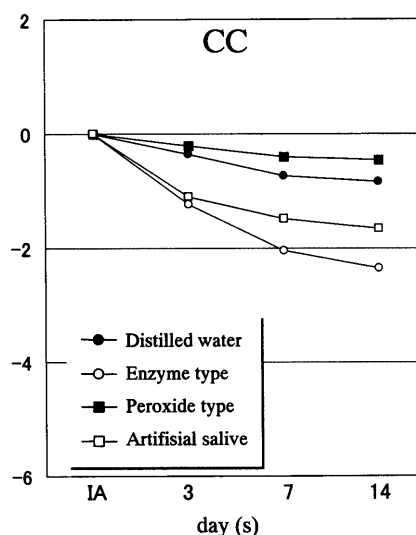
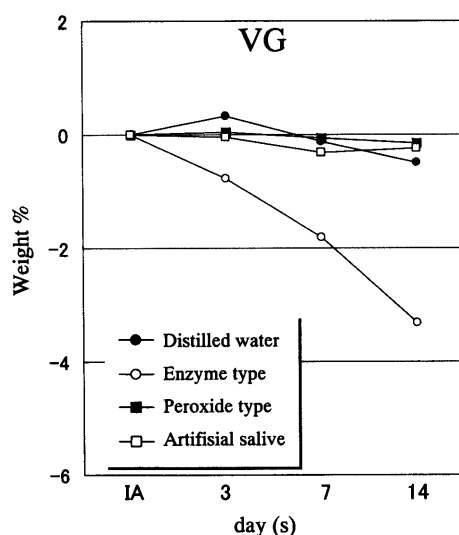


Fig. 10. Rate of weight change of tissue conditioners

SL(1日後)にのみ有意差を認めた($P<0.05$)。5分値は表面処理が無処理より大きな値を示す傾向も認められたが、有意差はVG(1日後)にのみ認められた($P<0.01$)。

2. 応力緩和の大きさ

粘膜調整材のうち代表的な傾向を示したVGおよびCCについてFig. 12に示した。

蒸留水中に14日間浸漬した場合、VG、CC、HC、TC、

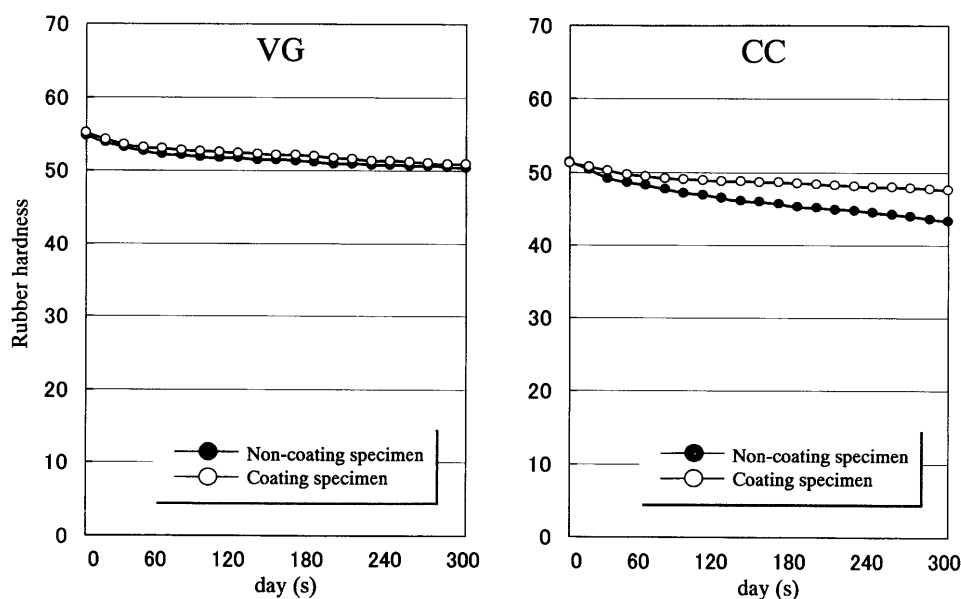


Fig. 11. Rubber hardness change of tissue conditioners by coating

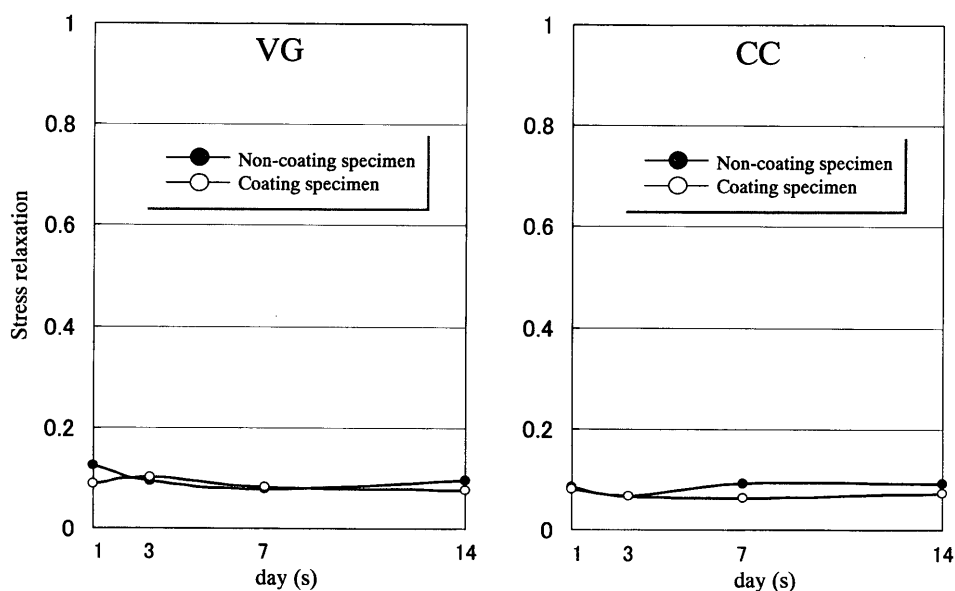


Fig. 12. Stress relaxation change of tissue conditioners by coating

SLおよびFSいずれにおいても表面処理による違いは明瞭ではなかった。

また、1日目の応力緩和の大きさについて材料別で比較すると、表面処理を行った試料の応力緩和の大き

さは0.106～0.059を示し、無処理の応力緩和の大きさは0.106～0.059を示し、ともに材料間に有意差を認めなかった($P < 0.01$)。

考 察

実験1 裏装による影響

義歯床に裏装された粘膜調整材の粘弾性を評価する必要から、粘膜調整材の硬さから粘弾性を評価することを試みたが、粘膜調整材を実験材料としていることから、重合後にほとんど流動変形のない弾性裏装材で用いられたゴム硬さのパラメーターが適応できるかという疑問は残る。しかし、弾性裏装材の中にも流動変形を示すものもあること、弾性裏装材の中には粘膜調整材と組成がほぼ同じ明確に分類できないものもあ

る^{23,40,41)}ことから、ゴム硬さを粘膜調整材に応用できるものと考えた。

従来、弾性裏装材の弾性変化に関してはJIS規格ゴム硬度計やショアーデュロメーターを用いて検討が行われているが、弾性裏装材単味であったり、試料成型の影響を除外するため試料の大きさもかなり大きい^{15,16)}。また、Jepsonら^{41,42)}は薄い試料での弾性裏装材の硬さを測定する装置を考案しているが、時間経過に伴う硬さ変化を測定するには至っていない。Holtら⁴³⁾は

弾性裏装材については実際の義歯に裏装した状態で粘弾性を時間経過に伴い評価し、Hayakawaら⁴⁴⁾も光重合型軟質裏層材については、厚さ2mmの試料で粘弾性を評価しているが、義歯床の影響については検討していない。

そこで本研究では、義歯床に粘膜調整材が裏装された状態を想定した実験条件で、かつ時間経過に伴う粘膜調整材の硬さ変化に検討を加えた。本研究で用いたマイクロゴム硬度計は、薄い試料でもゴム硬さが連続的に測定できるようになっており、義歯により裏装された条件での測定には合致するものである。また、従来から用いられている試料形態による粘膜調整材の硬さを測定し、義歯床の存在の硬さへの影響について検討した。

守谷³⁹⁾は、JIS規格ゴム硬度計を用いて軟質裏装材の硬さ試験を行い、その結果から、応力緩和の大きさを求めている。この応力緩和の大きさは、初期値に対するゴム硬度計値の全減少量の割合であり、この値が大きければ軟質裏装材の応力緩和が大きいことを表している。また、この値は従来から軟質裏装材の粘弾性特性を分析するリラクゼーション試験より得られた応力緩和の大きさとよく相関すると述べていることから、本実験でもこのパラメーターを用いることとした。

実験の結果、非裏装試料のゴム硬さは5分間の測定において荷重直後の低下が大きかったが、裏装試料ではほとんどの粘膜調整材においてなだらかな低下を示した。また、初期値についても、裏装の有無によりその大きさは大きく異なった。この結果から、義歯床の存在下で粘膜調整材の厚みを1mmとした場合、粘膜調整材が本来持つ粘弾性が発揮できないことになる。中でもVGおよびCCにおいては、測定中にゴム硬さが上昇したことから、この種の材料では今回実験した厚みでは、本来の粘弾性特性が発揮されないことがわかった。Murataら³¹⁾は、ゲル化時間を測定し、CCおよびVGではゲル化速度が遅いことを報告している。すなわち、ゲル化速度が遅いため、背後のアクリル板の影響を受けたことによる結果と思われる。本実験で従来型試料として用いた非裏装試料では、このような現象を把握できず、裏装試料は義歯床の存在を想定した実験結果を的確に表現していると思われる。

粘膜調整材は、歪みや荷重に対して生ずる内部応力を容易に緩和し流動変形を起こす性質を有しているが、この性質は短期間の使用に適している。今回の実験においても硬さからみた場合、VGやCCのように荷重時間の経過とともに裏装されたアクリル板の影響を受け、見かけ上硬さが逆に増加する試料を含む材料では、ある一定以上の咀嚼圧が義歯床に加わった場合、粘膜調整材が咀嚼圧を緩和しきれず、その機能を果たしきれない可能性を示唆している。そのため、このような粘膜調整材を用いる場合には、症例に応じて厚みの増加

や粉液比の調節を行うか、あるいは他の粘膜調整材を用いるなどの対策が必要となる。

一方、経時的な変化についてみた場合、比較的差の大きいVG, CC, HCと、比較的差の小さいSL, FS, TCの2群に分かれた。差の大きい群では可塑剤やアルコールの溶出量が多いことも考えられるが、この群はいわゆる粘膜調整材として適していると考えられ、また、小さい群はどちらかといえば暫間的な軟質裏装材としての機能が強いものと考えられる。平沼ら²²⁾は、粘性要素の大きいVG, CC、弾性要素の大きいHC、その中間のSLに分類できると報告しているが、硬さからみても分類できることが分かった。

また、ゴム硬さの初期値と応力緩和の大きさには逆相関がみられ、初期値の大きいもののほど応力緩和の大きさが小さいことが分かった。このことから、初期値を比較することにより、粘膜調整材の応力緩和の大きさを推察できることが示唆された。

粘膜調整材の粘弾性特性は、粉末の種類や分子量、粒度分布、エチルアルコール量、可塑剤の種類などが関連していることが考えられる^{27, 32, 42-45)}。今回の結果でも製品によってゴム硬さは異なり、応力緩和の大きさも大きく異なっており、これらの因子が関係していることは十分に考えられる。山田⁶⁾は、粘膜調整材の粉末粒度はHC>CC>TC>VG>SL>の順に大きいことを報告しているが、今回の結果とは一致せず、粒度とゴム硬さとは関連しないことが推察された。しかし、粉末ポリマーの分子構造は動的粘弾性に影響することが報告されており^{19, 20)}、この点については今後検討が必要である。湯本ら⁴⁶⁾はよれば、SL>TC>HC>FS>VG>CCの順にアルコールが含まれていることを報告している。これは、非裏装試料の応力緩和の大きさは逆の傾向になっており、エチルアルコールの含有量はゴム硬さに大きく関連していることが推察された。Murataら²⁷⁾もアルコール含有量が大きいほど粘弾性が低下することを報告しており、今回の結果を裏付けるものと思われる。湯本ら⁴⁶⁾は、可塑剤の含有量はVG>FS>SL>HC>TC<CCの順であると報告しているが、VG, FS, SLでは傾向が一致したもののその他では応力緩和の大きさとの明確な関連はみられなかった。用いられている可塑剤の種類が製品によって異なっているが、可塑剤は粘弾性には影響しないという片倉ら²⁰⁾の報告とも一致する。

以上のことから、本実験方法により義歯床の存在を加味した機能時の粘膜調整材の粘弾性挙動が把握できた。

実験2 浸漬液による影響

粘膜調整材のゴム硬さは浸漬液の種類によっては影響を受けることが示された。また、重量変化率の結果から、アルコール含有量⁴⁶⁾が比較的多いHC, SLおよびTCで重量低下率が大きく、アルコール含有量⁴⁶⁾が比

較的少ないVGおよびCCおよびFSで重量低下率が大きいことが示唆された。

粘膜調整材は、歪みや荷重に対して生ずる内部応力を容易に緩和し流動変形を起こす性質を有しているが、この性質は短期間の使用に適している。しかし、義歯洗浄剤液や人工唾液などにより流動変形が助長されることから、その使用期間はさらに短縮すると考えられる。

粘膜調整材の劣化は、粘膜調整材に含まれる可塑剤やアルコールの溶出により粘膜調整材に多量の空隙が生じ、その後に吸水することにより生じるものと考えられる。劣化した粘膜調整材は、硬くなったスポンジのような状態となる。そのため、荷重初期には測定針が侵入しにくい、空隙のため侵入したらすぐにレジン床に近接し、底打ち現象を示すことになる。このことから、応力緩和の大きさを求める際に最もゴム硬さが低下した値を用いたが、それでもゴム硬さの低下が著しく、このことが義歯洗浄剤および人工唾液への浸漬により応力緩和の大きさが増加したことに影響していると考えられる。すなわち、見かけ上応力緩和の大きさが増加したからといって、長期に粘膜調整材を用いることは危険といえる。

このように、劣化により義歯洗浄剤など粘膜調整剤の性質をを全く変えてしまうような場合には、今回用いたパラメータが適応しないことも考えられる。そのため、粘膜調整材の評価は、山田⁶⁾が報告しているようにいくつかのパラメータを用いて総合的に行うことが肝要と思われる。

粘膜調整材を臨床で用いる場合、症例によって床下粘膜の状態、すなわち厚さや硬さ、あるいは疼痛に対する感受性が異なるため、粘膜調整材の厚さや粉液比を変えてその症例に適した状態で用いられることが多い。今回は、すべて1mmの厚さで義歯に裏装した状態を想定して検討を行ったが、今後はこれらのことを考

慮して厚さや粉液比を変えて検討を行う必要があると考えられる。

実験3 コーティング材による影響

粘膜調整材に塗布されるコーティング材は、使用中の表面性状の劣化あるいは*C. albicans*等の口腔内細菌の付着を抑制する効果が報告されており^{6,13)}、コーティング材の塗布は、粘膜調整材の性質の維持に有用であるとともに、動的印象材として用いた場合も平滑な印象面を得易いと考えられる。今回は、このコーティング材の塗布が、粘膜調整材の硬さに及ぼす影響について検討した。

その結果、初期値には大きな違いはなく、5分値がわずかに増減する材料が認められたが、応力緩和の大きさに影響する材料は少なく、経時的な硬さへの影響は少ないと考えられた。

一方、Hayakawa⁴⁾は実際の患者が使用している義歯に裏装したSLにコーティング材を塗布した面の粘弾性は、コーティング材を塗布しない面よりも大きいことを報告している。今回の実験でも、SLは水中浸漬1日目のみコーティング材塗布により有意差があったが、応力緩和には差はなかった。Hayakawa⁴⁾の報告では、実際の義歯にSLを裏装しているため、厚みについての規制がなく、測定した面の厚みに違いがあったことも考えられる。そのため、必ずしも今回の結果とは矛盾しないと思われる。

以上のように、コーティング材が粘膜調整材の硬さに及ぼす影響は測定初期の値よりも負荷時間が長い場合に現れることが示唆されたが、その影響は少ないと考えられた。このことは粘膜調整材の性質を変化させずに表面性状の劣化を抑制することができることを意味している。しかし、コーティング材塗布により粘膜調整材の性質が長く保持され、使用期間が延長できるほどの効果はなく、使用期間にはやはり注意する必要がある。

結 論

さくなり、経時的な変化も少なくなった。

2. 浸漬液の内、義歯洗浄剤は粘膜調整材の硬さおよび応力緩和の大きさに及ぼす影響が大きかった。
3. コーティング材は粘膜調整材のゴム硬さおよび応力緩和の大きさには影響しなかった。

以上の結果から、義歯床の存在や義歯洗浄剤により粘膜調整材の粘弾性は大きく影響を受けるが、コーティング材は粘弾性に影響しないことが示唆された。

献 文

- 1) 長尾正憲：床義歯のためのティッシュトリートメント。日歯医学会誌，34：590～595，1981。
- 2) 佐藤隆志：ティッシュ・コンディショニングの意義と

- その一般の適用法。歯界展望，65：275～288，1985。
- 3) 細井紀雄：全部床義歯患者のティッシュコンディショニング。日歯医学会誌，42：831～836，1989。

- 4) 田中久敏, 平井東英, 吉田鐘一, 熊谷啓二: 粘膜調整材(アクリル系軟性裏装材)の物性の変化による臨床使用上の注意点. 歯科ジャーナル, 2: 54~62, 1990.
- 5) 山内六男, 川野襄二: 各種ティッシュコンディショナーの臨床的検討. 歯科ジャーナル, 32: 13~20, 1990.
- 6) 山田嘉昭: 粘膜調整材の劣化に関する. 補綴誌, 35: 1015~1027, 1991.
- 7) 苦瓜明彦, 堺 誠, 山内六男, 山本宏治, 土屋博紀: 変色性粘膜調整材に関する研究. 老年歯学, 6: 141~147, 1992.
- 8) Klingler, S. M., Lord, J. L.: Effect of common agents on intermediary temporary soft relined materials. *Int. J. Prosthodont.*, 30: 749~775, 1973.
- 9) Davenport, J. C., Wilson, H. J., Basker, R. M.: The compatibility of tissue conditioners with denture cleansers and chlorhexidine. *J. Dent.*, 6: 239~246, 1978.
- 10) 佐藤博信: 義歯裏装材および機能的印象材に対する義歯清掃材の影響(第1報). 補綴誌, 26: 840~848, 1982.
- 11) Goll, G., Smith, D. E., Plein, J. B.: The effect of denture cleansers on temporary soft liners. *J. Prosthet. Dent.*, 50: 466~472, 1983.
- 12) 浜田泰三, 重頭直文, 穴吹昇三, 石田 浩, 森 博己: 義歯洗浄剤浸漬によるtissue conditionersの変化. 補綴誌, 30: 749~775, 1984.
- 13) 早川 巖, 今井基泰, 辻 喜之, 竹内 智, 米田 豊, 増原英一: 粘膜調整材用コーティング材の開発. 補綴誌, 27: 780~783, 1983.
- 14) 川上道夫, 竹花庄治: Dynamic impression materialのクリープとその回復. 歯理工誌, 6: 7~11, 1965.
- 15) McCarthy, J. A., Moser, J. B.: Mechanical properties of tissue conditioners. Part II: Creep characteristics. *J. Prosthet. Dent.*, 40: 334~342, 1978.
- 16) Duran, R. L., Powers, J. M., Craig, R. G.: Viscoelastic and dynamic properties of softliners and tissue conditioners. *J. Dent. Res.*, 58: 1801~1807, 1979.
- 17) Demot, B., Declercq, M., Rousseuw, P.: Visco-elastic properties of four currently used tissue conditioner. *J. Oral Rehabil.*, 11: 419~427, 1984.
- 18) 賛川勝吉: 暫間軟質裏装材の組成と粘弾性的性質の関係に関する研究. 口病誌, 53: 157~183, 1986.
- 19) 片倉直至, 川上道夫: ティッシュコンディショナー市販品の動的粘弾性. 歯材器, 6: 905~910, 1987.
- 20) 片倉直至, 川上道夫, 岩田英樹, 木村 篤, 長谷川明子: ティッシュコンディショナーの組成と動的粘弾性. 歯材器, 7: 111~116, 1988.
- 21) 片倉直至, 川上道夫, 林 豊, 松崎宏明: ティッシュコンディショナーの粘弾性的性質におよぼすポリマー分子量の影響. 歯材器, 7: 439~443, 1988.
- 22) 日本歯科医師会機材薬剤室編: 粘膜調整材ならび軟性床用裏装材の臨床的評価に関する検討. 日歯医学会誌, 41: 607~616, 1988.
- 23) Graham, B. S., Jones, D. W., Sutow, E. J.: Clinical implications of resilient denture lining material reserach. Part I Flexibility and elasticity. *J. Prosthet. Dent.*, 62: 421~428, 1989.
- 24) Graham, B. S., Jones, D. W., Thomson, J. P., Johnson, J. A.: Clinical compliance of two resilient denture liners. *J. Oral Rehabil.*, 17: 157~163, 1989.
- 25) Murata, H., Shigeto, N., Hamada, T.: Viscoelastic properties of tissue conditioners stressrelaxation test using Maxwell model analogy. *J. Oral Rehabil.*, 17: 365~375, 1990.
- 26) Wilson, J.: In vitro loss of alcohol from tissue conditioners. *Int. J. Prosthodont.*, 1: 17~21, 1992.
- 27) Murata, H., Murakami, S., Shigeto, N., Hamada, T.: Viscoelastic properties of tissue conditioners Influence of ethyl alcohol content and type of plasticizer. *J. Oral Rehabil.*, 21: 145~156, 1994.
- 28) 佐藤格夫, 石山泰士, 小司利昭, 森田修己: 粘膜調整材に関する研究 第一報 粘弾性の経時的な変化について. 歯学, 82: 1418~1425, 1995.
- 29) 村田比呂司, 田口則宏, 浜田泰三, 二川浩樹: 非共振強制振動法を用いたティッシュコンディショナーの動的粘弾性. 補綴誌, 40: 590~597, 1996.
- 30) Murata, H., McCabe, J. F., Jepson, N. J., Hamada, T.: The influence of immersion solutions on the viscoelasticity of temporary soft lining materials. *Dent. Mater.*, 12: 19~24, 1996.
- 31) Murata, H., Hamada, T., Djulaeha, E., Nikawa, H.: Rheology of tissue conditioners. *J. Prosthet. Dent.*, 79: 188~199, 1998.
- 32) Murata, H., Hamada, T., Taguchi, N., Sigeto, N., Nikawa, H.: Viscoelastic properties of tissue conditioners influence of molecular weight of polymer powders and powder/liquid ratio and the clinical implications. *J. Oral Rehabil.*, 25: 621~629, 1998.
- 33) 上重守克: ティッシュコンディショナーの動的粘弾性特性および色調に及ぼす銀系無機抗菌剤添加の影響. 広歯誌, 31: 25~38, 1999.
- 34) 山本幸雄: 歯科用軟性樹脂に関する研究(第1報)市販ならびに試作した歯科用軟性樹脂の耐久性, ショアー硬さ, 耐摩耗性について. 歯材器, 8: 30~35, 1967.
- 35) Kazanji, M. N. M., Watkinson, A. C.: Influence of thickness, boxing, and storage on the softness of resilient denture lining materials. *J. Prosthet. Dent.*, 59: 677~680, 1988.
- 36) Dootz, E. R., Koran, A., Craig, R. G.: Comparison of the physical properties of 11 soft denture liners. *J. Prosthet. Dent.*, 67: 707~712, 1992.
- 37) 寺尾隆治: 義歯床用軟性裏装材の物理的ならびに機械的性質と耐久性に関する研究. 歯材器, 12: 265~278, 1993.
- 38) 井上勝一郎, 糸永昭仁, 鶴田浩範, 寺尾隆治, 山下洋基, 塚田丘司, 奥 淳一, 有川裕之, 蟹江隆人, 藤井孝一: 改良型試作硬度計を用いて決定した義歯床用軟質裏装材の硬さと圧縮弾性率. 歯材器, 12: 346~351, 1993.
- 39) 守谷直史: 軟質裏装材の粘弾性特性に関する研究. 広歯誌, 25: 186~199, 1993.
- 40) 嶋倉道郎, 竹内 操, 横尾雅義: レジン系光重合型軟質裏装材の理工学的性質について 第1報 吸水量および弾性の経時的変化. 奥歯大歯誌, 21: 149~153, 1994.

- 41) Jepson, N. J. A., McCabe, J. F., Storer, R. : Evaluation of the viscoelastic properties of denture soft lining materials. *J. Dent.*, **21** : 163~170, 1992.
 - 42) Jepson, N. J. A., McCabe, J. F., Storer, R. : Age changes in the viscoelasticity of permanent soft lining materials. *J. Dent.*, **21** : 171~176, 1992.
 - 43) Holt, R. A., Zylinski, C. G., Ducanson, M. G. : Force versus time profiles of selected heat-processed denture liners. *Int. J. Prosthodont.*, **4** : 164~168, 1991.
 - 44) Hayakawa, I., Hirano, S., Kobayashi, S., Nagao, M., Masuhara, E. : The creep behavior of denture supporting tissues and soft lining materials. *Int. J. Prosthodont.*, **7** : 339~347, 1994.
 - 45) 片倉直至：粘膜調整材のレオロジー特性. 東北歯誌, **18** : 22~41, 1999.
 - 46) 湯本光希子, 大内源之, 鷹股哲也, 佐藤 崇, 宮下昌也, 高橋重雄：市販ティッシュコンディショナーの性質と組成. 補綴誌, **37** : 1162~1171, 1993.
-

Hardness Change of Tissue Conditioner Relined to the Denture Base

MASATAKE NISHIZAWA¹⁾, MAKOTO SAKAI¹⁾, MUTSUO YAMAUCHI²⁾
and TOORU NAGASAWA¹⁾

1) Department of Prosthodontics, Asahi University School of Dentistry
(Chief : Prof. Tooru Nagasawa)

1851-1 Hozumi-cho, Motosu-gun, Gifu 501-0296, Japan

2) Post-doctoral Institute of Clinical Dentistry, Asahi University
(Chief : Prof. Mutsuo Yamauchi)

5-15 Miyako-dori, Gifu 500-8309, Japan

Key words : Tissue conditioner, Rubber hardness change, Denture base, Denture cleaner,
Surface coating material

Abstract The purpose of this study was to investigate the hardness change of commercially available tissue conditioners in the clinical practice.

Six types of commercially available tissue conditioners were used. A 2mm-thick acrylic plate which is simulated the denture base was relined with tissue conditioners (Relined specimen). An acrylic cylinder, 12.0 mm diameter and 20.0 mm tall was also filled with tissue conditioners (Un-relined specimen). Relined specimens were immersed in 37°C distilled water, peroxide-type and enzyme-type denture cleansers, and artificial saliva for 14 days, and un-relined specimens and relined specimens covered with surface coating material were immersed in 37°C distilled water for 14 days. The change in rubber hardness of the tissue conditioner after 5 minutes loading was evaluated with a micro rubber hardness tester. The micro rubber hardness tester was able to measure thin specimens. The values immediately after loading and 5 minutes after loading were determined and the stress relaxation was calculated from these two parameters.

The results obtained were as follow :

1) The rubber hardness of tissue conditioners was affected by relining. The difference in rubber hardness between materials was decreased by relining. The stress relaxation values of tissue conditioners were decreased by relining.

2) Denture cleaner had a large effect on rubber hardness and the stress relaxation value of tissue conditioners.

3) Coating material did not affect the rubber hardness or stress relaxation value of tissue conditioners. These results suggest that the decreasing viscoelastic property of tissue conditioners was greatly influenced by a denture base and denture cleaner, but coating material had no effect.