



Title	臼歯における焼成法セラミックインレーの予後に関する研究
Author(s)	林, 美加子
Citation	大阪大学, 1998, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3144187
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

臼歯における焼成法セラミックインレーの
予後に関する研究

大阪大学歯学部歯科保存学講座
(指導: 恵比須繁之教授)

林 美加子

緒 言

近年の審美修復に対する要求は、前歯のみならず臼歯部にまで広がってきており、それに伴って、コンポジットレジン修復やコンポジットレジンインレー修復が臨床において広く行われてきた¹⁻¹¹。これらの修復方法は、長期臨床経過より、摩耗や着色のような、材料自身に起因する課題を残していることが明らかになってきた^{1-5,7,9}。

一方、セラミックスは口腔内において化学的に安定であり、変色や溶解、摩耗など材料自体の劣化も少ないという長所を備えている^{12-14,16-18}。また、セラミックスは天然歯と色調や透明感が似ているために、自然感あふれる修復が可能であり¹²⁻¹⁸、患者の高い審美的要求に応えられる修復材料として評価されてきた。さらに、近年増加してきている金属アレルギー患者に対する有効な修復方法としても、セラミック修復に対する関心が高まってきた

^{19,20}

セラミックスのうち歯科用ポーセレンは比較的その歴史は長く、従来から広く臨床に用いられてきた材料である^{12,14,15,17}。特に臼歯修復に用いる場合には、硬くて脆いという性質を補うために、陶材焼付金属冠としての使用が

一般的であった^{12,15,17}。この陶材焼付金属冠による修復では広範囲におよぶ歯質削除や抜髓処置が必要となる場合があるため、臼歯においても、より歯質保存を重視したセラミック修復法の確立が待たれていた。

そして、ここ数年におけるセラミックス自体の物理学的性質の向上と^{12,13,16}、接着技法が発達したことによって^{13,16,18}、様々なセラミックインレー修復法が考案、開発されてきた¹²⁻¹⁸。

しかし、セラミックインレー修復の評価については *in vitro* の実験系によるものや、短期の臨床経過報告がほとんどであり²⁰⁻³⁰、長期にわたる臨床経過観察に基づく評価研究は極めて少ない^{31,32}。

そこで、本研究では、焼成法セラミックインレー修復の6年にわたる臨床経過観察と走査電子顕微鏡（以下SEMと略す）観察を行って、臼歯の審美修復法としての有用性について評価するとともに、より良好な臨床成績を得るために改善すべき点を検討、考査した。

材料および方法

1. セラミックインレー修復

1990年10月から1991年3月に大阪大学歯学部附属病院保存科において、29名の患者の49歯に対して、焼成法によるポーセレンシステム（ジーセラコスモテックII, ジーシー, 東京）を用いてセラミックインレー修復を行った。修復歯は、小白歯が27歯、大白歯が22歯の合計49歯であり、そのうち1級窩洞が11歯、2級窩洞が36歯、アンレーが2歯であった（表1）。

セラミックインレー修復の初回は、まず局所麻酔の後、軟化象牙質を除去し、歯髄に近接した象牙質は歯冠色のグラスアイオノマーセメント（ベースセメント、松風、京都）にて覆髓、裏層した。窩洞形態はボックス窩洞を基本として、明確な線角や点角の形成は行わず、全体に丸みを帯びた外開きの強い窩洞とした。インレーボディ全体に十分な厚みを持たせるように留意し、ベヴェルは付与しなかった。窩洞形成には円錐台形のダイヤモンドポイント（スムースカット レギュラー、ジーシー）を使用し、超微粒子のダイヤモンドポイント（スムースカット ff,

ジー シー) にて 窩壁を 滑沢に 仕上げた. 次にシリコン印
象材 (ハイドロフィリック エグザフレックス, ジー シー)
を用いて 患歯と 対合歯の 精密印象を 採得し, 続いて 咬合
採得と シェード採得を行った. そして, 即時重合レジン
(ユニファスト, ジー シー) で 作製した テンポラリーイン
レーを 非ユージノール系 仮着材 (テンポラリーパック,
ジー シー) で 窩洞に 装着して, 初回の 診療を 終了した.

合着に際しては, ラバーダム防湿下にて, セラミック
インレーを 窩洞に 試適して, インレーと 隣在歯との 接触
状態を 調整し, 辺縁適合状態と 色調を 確認した.

合着には システムに付属の ボンディングセットを 用い
た. まず インレー 体内面は アルコールで 清掃し, 5%
フッ酸にて 1分間 処理の 後, シランカップリング材 (ジー
セラ コスモテックII プライマー, ジー シー) を 塗布し
た. 一方, 窩壁の エナメル質は 37% リン酸水溶液で
40秒 処理した. インレー 体内面と 窩壁の 両方に 光重合
型ボンディング材 (ジー セラ コスモテックII ボンディング
エージェント, ジー シー) を 塗布して, それぞれ 20
秒ずつ 光照射を行った. 続いて デュアルキュア型レジン
セメント (ジー セラ コスモテックII コンポジット, ジー

シー）を窩洞とインレー内面に塗布し、インレーボディを窩洞に圧接した。溢出セメントを筆で除去した後に、光照射器（クイックライト、モリタ、大阪）で修復各面より40秒ずつ光照射を行った。

咬合調整は、インレー合着後に超微粒子ダイヤモンドポイント（スムースカット ff, ジーシー）を用いて、口腔内で行った。そして調整で生じた粗造な表面は、シリコンポイント（ポーセレンアジャストメントキット、松風）とダイヤモンドペースト含有フェルトフォイール（Dia-Finish E, Renfert GmbH & Co., Germany）で研磨して、合着を完了した。

セラミックインレーは一人の術者が作製した。まず、口腔より得られた印象から石膏模型を作製し、つづいて複印象を採得して耐火模型を得た。ポーセレン（ジーセラコスマテックIIポーセレン、ジーシー）は、エナメル3色、デンチン8色、マスキングデンチン4色、トランスルーセント1色のなかから、修復歯に合った色調のものを選択して、耐火模型上に築盛し、焼成炉（セラミマートFA-IV、ジーシー）で970℃で焼成した。辺縁調整と咬合調整、さらに形態修正を行った後に、グレーズ

処理を行って焼成を完了した。続いて耐火模型材を除去し、インレーボディを石膏模型上に戻して適合状態と咬合関係を確認して、セラミックインレーを完成了。

2. 臨床評価

臨床評価は、修復直後、6カ月、1、2、4および6年後に、U.S.P.H.S.の評価基準^{33,34}を参考に、表2に示す16項目について、それぞれの判定基準に基いて評価した。判定は、事前に評価基準について了解した2人の歯科医師が行い、評価の一一致をみない場合には、直ちに協議して再診査を行った。また、修復の成功と失敗の区別は、現在までに報告されているコンポジットレジン修復¹⁻¹¹あるいはセラミックインレー修復²⁰⁻³²の臨床評価と同様に、再修復が必要となった症例あるいは二次う蝕が発生した症例を失敗症例、それ以外を成功症例とした。

3. SEM観察

リコールごとに口腔内カラー写真による記録とシリコン印象材による修復歯と対合歯の精密印象を行った。精密印象にエポキシレジン（Araldite GY-1252 JP, CIBA-GEIGY

GmbH, Germany) を注入してレプリカを作製し, SEM (S-2100B, 日立, 東京) にて辺縁微小破折の有無, レジンセメントの状態, 修復歯と対合歯の摩耗の有無について, 拡大倍率 20 ~ 200 倍にて観察を行った. 観察結果は発生の有無を +/- で表して集計し, 臨床評価と同様に 2 人の歯科医師が評価した.

4. 統計処理

統計処理は, 6 年経過時の成功率を Kaplan-Meier test ³⁵ で算出し, 小臼歯と大臼歯の間での成功率の有意差の有無を Wilcoxon signed-rank test で検定した. また臨床評価を行った 16 項目と SEM 観察の 3 項目について, 判定結果が経時的に有意に変化したかどうかを Spearman's rank correlation test で検定した. さらに SEM 観察結果について, 小臼歯と大臼歯のあいだの発生率の有意差の有無を Mann-Whitney test で検定した.

結 果

臨床観察結果

1症例で27カ月目に二次う蝕が発生し、さらに1症例で49カ月目に自発痛が発生したため、2症例で修復物の除去が必要になった。また6年経過時にもう1症例で二次う蝕が発生したため、焼成法セラミックインレー修復の6年経過時の成功率は92%であった(Kaplan-Meier test) (図1)。なお、小白歯と大臼歯との間で成功率に有意差は認められなかった(Wilcoxon signed-rank test, $P>0.05$)。

肉眼的に認められるような修復物や対合歯の摩耗、体部破折、歯牙破折、修復物の脱落、隣在歯との接觸関係の変化は、観察期間を通して全く認められなかった。

図2は右側上顎第一小白歯MO修復、また図3は左側下顎第一大臼歯OD修復であり、いずれも修復直後から6年経過時まで、全ての評価項目で良好と判定された症例である。修復直後から色調と透明感が修復歯と良く適合しており、6年経過時にも良好な審美性を保っていた。本研究で観察した49症例のうち31症例が、これらの症例と同様に、6年経過時にも全ての臨床評価項目で良好に推移していた。

色調適合性は、修復直後は 49 症例中 47 症例 (96 %) が評価 A であり、他の 2 症例では評価 B であった (表 3)。全ての症例で臨床的に許容できる範囲の色調適合性を示しており、評価は観察期間を通して変化することなく、良好に経過していた。

辺縁適合性は、1 症例を除いて修復直後は評価 A であったものの、数症例で経時的な評価の低下を認め、6 年経過時には 6 症例が評価 B であった (表 4)。そして、これら 6 症例すべてにおいて、肉眼的にも検知できる辺縁破折が発生しており、5 症例は咬合面に、1 症例は隣接面に破折が認められた。破折範囲が限局していたため、コンポジットレジンにて補修して経過観察を続けた。これらの辺縁破折の全ては、機能咬頭側に発生していた。

辺縁着色が 6 年経過時に 11 症例 (23 %) に認められた (表 5)。4 年経過時までは着色の発生は 3 症例にとどまっていたが、4 年から 6 年にかけて発生件数が顕著に増加していた。臨床評価の 16 項目のうち、辺縁着色のみが経時的に有意に劣化したことがわかった (Spearman's rank correlation test, $p < 0.01$)。これら 11 症例に認められた部分的な辺縁着色は、8 症例は咬合面に、3 症例は

隣接面に発生しており、一度発生した着色が消失することはなかった。

図4は左側上顎第一および第二小白歯に辺縁着色が生じた症例である。1年経過時には認められなかつた褐色の着色が、6年経過時には咬合面を中心に観察された。

二次う蝕は6年間の観察期間を通して2症例に認められた。1症例は49カ月目に左側下顎第二小白歯MO修復の遠心に認められたもので、う蝕が広範囲かつ深部に及んでいたため、再修復が必要となつた。もう1症例は6年経過時に左側上顎第二小白歯MOD修復の遠心歯肉縁に発生していた。この症例では、う蝕が浅く範囲が限局していたため、コンポジットレジンにて補修した。

修復直後に7症例(14%)で冷水痛または咬合痛が発現した。表6に示すとおり、冷水痛は4症例に、咬合痛は5症例に発現しており、2症例では両方の症状が発現していた。咬合痛が発現した症例のうち、3症例は直ちに咬合調整を行つたが、他の4症例については経過観察をして積極的な処置は行わなかつた。いずれの症例においても両症状は徐々に軽減して、1年経過時には消失し、その後も再発することはなかつた。

また、1症例で27カ月経過時に、自発痛、打診痛と著しい冷温水痛が発現したため、急性歯髓炎との診断の下に修復物を除去して抜髓処置を行った。

SEM観察結果

修復物の除去が必要となった2症例をのぞく47症例について、修復直後から6年経過時までのレプリカを、SEMを用いて観察した（表7）。

6年経過時に、肉眼的に辺縁破折が認められた7症例を含む23症例（49%）で、辺縁微小破折が認められた。微小破折は観察期間を通して継続的に発生しており、6年経過時にも新たな破折が生じていた。

対合歯の摩耗を伴った修復物の摩耗が、6年経過時に7症例（15%）に認められた。全ての摩耗は2年以内に生じており、4年以降には新たな摩耗の発生や進行は認められなかった。また、今回認められた摩耗の全てが、咬合調整で生じた粗造表面に起こっており、滑沢なセラミック表面が、咬合圧で磨耗する様子は観察されなかった。さらに、対合歯のエナメル質に、摩耗領域に呼応して滑沢な領域を認めた。

レジンセメントの摩耗は、6年経過時には17症例（36%）で認められ、そのうち9症例では6年経過時にも依然として摩耗が進行していた。

SEM観察を行った3項目すべてが、統計学的に有意な経時的な劣化を示していた（Spearman's rank correlation test, $p<0.01$ ）。なお、これらSEM観察の3項目については、小白歯と大白歯の間において発生率に有意差は認められなかつた（Mann-Whitney test, $p>0.05$ ）。

図5および6は、左側上顎第一小白歯のOD修復の隣接面に、辺縁破折が発生した症例である。修復直後から3カ月経過時までは良好な辺縁適合性を示していたものが、6カ月経過時には咬合接触していない辺縁隆線部に微小破折が発生した。そして1年経過時には、歯軸方向に肉眼的にも認められるV字型の辺縁破折に進展していた。さらに4年から6年経過時には、歯軸方向に新たな亀裂が発生して、破折領域が拡大していく様子が観察された。

図7および8は、右側上顎第一小白歯OD修復の咬合面に、修復物の摩耗と辺縁破折が発生した症例である。修復直後の口蓋側咬合面に、咬合調整によって生じた粗

造表面が研磨されずに残留しており、その部分のセラミックスが咬合によって磨耗して、結果的には1カ月後には滑らかな表面になった様子が観察された。さらに、機能咬頭側にあたる口蓋側辺縁に、1年経過時より微小破折が発生しはじめており、2年経過時には肉眼的にも検知しうる辺縁破折に進行していた。

図9および10は、左側上顎第一小白歯OD修復の咬合面に、辺縁劣化を認めた症例である。修復物の辺縁が、レジンセメントの摩耗によって経時的に明瞭になっていく様子が観察された。2年目以降は、セラミックスの微小破折を伴ったレジンセメントの摩耗が進行しており、6年経過時にも、依然として辺縁劣化が進行している様子が観察された。

考 察

成 功 率

3症例で二次う蝕または歯髓症状が発現したため、本研究における焼成法セラミックインレー修復の6年経過時の成功率は92%であった。現在までに報告されている焼成法セラミックインレー修復の短期経過症例では、

2年経過時に全症例で良好に経過していたり²¹、3年経過時に3.4%が体部破折と術後疼痛発現のために再修復が必要であったとされている²²。また、Dicorインレー修復については、22カ月経過時に2.7%²⁰に、2年経過時に8%²³に体部破折が発生したため再修復したという報告もある。さらに、Cerecインレー修復でも、2年経過に10%²⁵が体部破折と術後疼痛発現のために、失敗に終わったと報告されている。

セラミックインレー修復の長期臨床成績については、未だ研究報告がほとんどなされておらず、本研究以外には、現在までのところ2つの学会発表を見るのみである。すなわち、Dicorインレー修復について、6年経過時に体部破折と術後疼痛発現のために、24%で再修復が必要であったと報告³¹されている。また、焼成法セラミックインレーをレジンセメントで合着した場合、5年経過時に6.7%の症例が体部破折と術後疼痛発現のために失敗に終わったという報告³²がある。

ここ数年で、セラミックスを単独で臼歯修復に用いることができるようになった大きな理由として、セラミックス自身の強度が向上したことが挙げられる^{12,13,16}。セラ

ミックスの強度向上のためには、表層における曲げ強さを向上させる方法と、内部における亀裂の進展を防止する方法が一般的である^{12,15}。表層の曲げ強さを向上させる方法としては、イオン交換法やテンパリングがあり、一方、亀裂の進展を防止する方法としては、種々の結晶化物をマトリックス中に析出する方法が代表的である。

本研究のセラミックスは、長石系ポーセレンであり、従来型ポーセレンに長石系結晶であるリューサイト結晶を多量に析出させることによって強化を図って、曲げ強さが従来の約70 MPaから約120 MPaに向上している。

Dicor, IPS Empress あるいは Celay などに用いられているセラミックスの曲げ強さが100～150 MPaである¹²ことと比較すると、本研究で使用したセラミックスの強度は、他の新しいセラミック修復に用いられているものとほぼ同等である。このことが、短期経過症例では、いずれのセラミックインレー修復でも成功率がほぼ同じであった理由のひとつであると考えている。

一方、コンポジットレジン修復では、8年経過時の成功率は77%¹、また10年経過時の成功率が71%⁶であったと報告されている。コンポジットレジン修復の失

敗の原因としては、セラミックインレー修復と同様に、体部破折と術後疼痛の発現が代表的である。これに加えて、摩耗による修復物の表面性状の著しい変化や形態変化が挙げられており、材料自身の強度不足が成功率の低下を招いたことが指摘されている¹⁸。

以上より、本研究における焼成法セラミックインレー修復の成功率は、他の臼歯の歯質保存を重視した審美修復方法と比較して、同等あるいは上廻るものであり、臨床的に十分許容できる強度と耐久性を備えていることが明らかになった。

色調適合性

焼成法セラミックインレー修復では、多くの色調からポーセレンを選択できることに加えて、ポーセレンの色調と透明感が天然歯に類似しているという理由によって、良好な色調適合性が得られた。現在までに報告されている焼成法セラミックインレー修復の臨床研究においても、2年経過時に89%²¹、あるいは3年経過時に100%²²で良好な色調適合を示しており、本研究の結果と同様に、色調適合性および色調安定性とともに良好に経過していた

と報告されている。

Dicor インレーでは、良好な色調適合が得られる割合は焼成法に比べて低く、46%²⁰あるいは68%²³であり、Celay インレーでは69%²⁸、Cerec インレーでは57%²⁵にすぎなかつたと報告されている。その理由としては、Cerec や Celay では選択できるポーセレンブロックの種類が限られていることや^{25,28}、Dicor インレーでは彩色を施したグレーズ表面が咬合調整や咀嚼運動によって脱落してしまい、結晶化ガラス表面が露出してしまうことなどが挙げられている^{20,23}。

また、コンポジットレジン修復法で良好な色調適合性が得られる割合は、約40～70%であると報告されており^{1,4,7,8}、焼成法セラミックインレーと比較した場合、明らかに良好な色調適合が得られる割合は低い。これは、コンポジットレジンの透明感が天然歯とは異なっていることに加えて、経時的に変色が生じた症例があることが影響していると考えられている^{1,4,7,8}。

したがって、焼成法セラミックインレー修復法は、臼歯における修復方法の中で最も審美的で色調が安定した修復方法のひとつであると結論づけて良いと考えられる。

辺縁適合性

合着時には 98% の症例で良好な辺縁適合性を示していたものが、辺縁破折が発生したために、6年経過時には 85% に低下していた。

焼成法セラミックインレーの他の報告では、2年経過時に 46%²¹ で、また 3年経過時に 44%²² の症例で不適合が認められたと報告されている。Dicor インレーでは 22カ月経過時に 29.7%²⁰ に、また 2年経過時に 8.7%²³ に辺縁不適合が発生したとされている。さらに IPS Empress インレーでは 1.5 年経過時に 20%²⁴ が、また Cerec インレーについては 2 年経過時に 13.2% が辺縁不適合であると報告されている²⁵。

長期臨床経過報告はほとんどなく、Dicor インレーについて、6年経過時に 14% に辺縁不適合を認めたという報告がある³¹。

これらの辺縁不適合の発生率は研究によりばらつきが大きいが、その理由としては、辺縁適合性に対する評価基準が大筋では一致しているものの、細部では異なっていることが挙げられる。したがって、修復物の予後を正確に評価、比較するために、セラミック修復の辺縁適合

性については、評価基準の統一が早急に検討されるべきである。

本研究において修復後1年以内という早期に辺縁破折が発生した2症例は、いずれも破折部位のインレーボディの厚さが不足していたために、通常の咬合圧に耐えられない菲薄な部分に破折が生じたと推察される。また、6症例の辺縁破折はいずれも機能咬頭側に集中しており、機能咬頭側では特にセラミックスの厚さを十分に確保することの重要性が示唆された。

ところで、セラミックインレーの破折を力学的に解析すると、亀裂は窩洞内部から発生して表層に向かって進展するため、初期の亀裂の進展は肉眼的には検知できないとされている³⁶。したがって、現時点では内在している亀裂が咬合圧によって表層方向に進展して、今後さらに辺縁破折や体部破折が増加する可能性が十分考えられるため、全ての症例について継続的な経過観察が必要である。

また、接着操作の際、機械的嵌合力を高める目的で、セラミックインレー内面を5%フッ酸にて1分間処理をして、深さ約5μmの微細な凹凸を付与している³⁷。咬合

力が繰り返し加わった場合に、この凹凸が亀裂の起始点になる可能性についても、今後検討を加えるべきであると考えている。

セラミックインレー修復の辺縁破折を防ぐためには、窩洞形成時やインレー作製時に、インレーワークに十分な厚みを付与することが不可欠である。同時に、著しい咬耗や歯ぎしりの有無、さらに咬頭傾斜角など、患者の咬合様式を考慮した綿密な術前診査に基く、的確な適応症の選択が、良好な予後の達成のために極めて重要であることが示唆された。

辺縁着色

部分的な辺縁着色が、6年経過時に11症例で認められた。いずれの症例においても、セラミックスと天然歯表面に沈着した着色物質は、歯面清掃剤による研磨で容易に除去できたものの、インレーワークの辺縁部の着色は除去できなかった。今回観察された修復物辺縁の着色は、レジンセメントにコーヒー、紅茶、緑茶の成分中の着色物質やタバコ成分中のニコチンなどが滞留し、沈着あるいは吸着したものであると推察される。そして、このよう

に一度発生した辺縁着色が消滅することは無かった。

また、辺縁着色の発生は4年目から6年目にかけて顕著に増加しており、発生部位は、11症例中8症例が咬合面に、残りの3症例が隣接面に発生していた。さらに咬合面に着色が発生した8症例中6症例で、後に述べるSEM観察による辺縁劣化が認められた。したがって、辺縁破折やレジンセメントの摩耗による辺縁劣化が、辺縁着色の誘因になっている可能性が高く、辺縁着色は辺縁の経時的な劣化に伴って、今後さらに増加することが懸念される。

術後疼痛

修復直後に、冷水痛や咬合痛といった術後疼痛が14%で認められた。他のセラミックインレー修復における術後疼痛の発現率は4～14%であり²⁰⁻³⁰、本研究の結果は比較的高い発生率であることがわかった。

本研究で術後疼痛が発現した7症例すべてにおいて、同時に診査を行った打診痛は認められなかった。したがって、今回観察された術後疼痛は、歯根膜に由来するというよりは、歯髄の反応ではないかと推察している。一

般的に、歯髓症状発現の原因としては、窩洞形成時の刺激や過度な象牙質の乾燥に加えて、レジンセメントの重合収縮による辺縁漏洩が挙げられ、接着性レジンセメントの接着能力が修復直後の歯髓症状の発現に大きな影響を及ぼしていると考えられている³⁸。また、動水力学説に基く、象牙細管を通した咬合時の水圧の伝導も有力な原因の一つであるとされている³⁹。本研究で術後疼痛が発現した7症例のうち5症例は、術前に咬合面はう蝕に罹患しておらず、窩洞形態付与のために、便宜的に健全歯質を削除した症例であった。う蝕に罹患していたり、術前より修復物が存在していた場合には、すでに修復象牙質の添加が起こっており、咬合刺激に対して防御的な役割を果たすことが期待できるが⁴⁰、健全象牙質では、咬合圧が歯髓に鋭敏に到達した結果、歯髓症状の発現につながったものと推察された。したがって、咬合面窩底部にう蝕の既往のない健全象牙質が裸出する場合には、窩洞形成直後から接着性修復材料で象牙細管の封鎖を試みることが、歯髓症状の発現防止に有効であるかもしれない。今後の検討課題であると考えている。

今回認められた術後疼痛は、1症例を除いて6ヶ月経

過時までに消退していた。*in vivo* における窩洞形成後の修復象牙質の添加に関する実験によると、修復象牙質の形成速度は、1日平均 $1.5 \mu\text{m}$ であり、窩洞形成から 27～48 日までは 1 日平均 $3.5 \mu\text{m}$ の活発な添加が起こり、その後、添加速度が減衰して、48～72 日までは平均 $0.74 \mu\text{m}$ 、72～132 日までは平均 $0.2 \mu\text{m}$ であったと報告されている⁴。本研究においても、修復直後からの活発な修復象牙質の添加が、温度刺激や咬合圧の伝達の緩和につながって、比較的短期間での症状の消退に寄与したものと推察される。

2 年経過時に 1 症例で発現した自発痛、打診痛と冷温水痛の原因については、接着操作の不備による辺縁漏洩が最も疑われる。セラミックインレー修復では、セラミックスの十分な厚みを確保するために、メタルインレー修復に比べて歯質削除量が多くなるが¹³、歯髄保護の観点からは歯質削除は最小限にとどめなければならぬ。同時に、辺縁漏洩を防止するために、確実な接着操作が不可欠であるということを強調しておかなければならぬ。

二次う蝕

6年間の観察期間に、2症例（4%）で二次う蝕が認められた。現在までに報告されているセラミックインレー修復の短期臨床経過症例においては、二次う蝕の発生は認められていない²⁰⁻³⁰。

*in vivo*において、ポーセレンラミネートベニアとエナメル質に対するプラーク付着量を比較した場合、ポーセレンの方がプラーク付着量が少ないという結果が示されている⁴²。また、*in vitro*において、セラミックス、金銀パラジウム合金および硬質レジンに対する *Streptococcus mutans* の付着性を比較した場合、セラミックスは金銀パラジウム合金の約60%，硬質レジンの約30%の細菌付着量であり、しかも付着したプラークが脱離しやすいという報告もある⁴³。これらの結果は、本研究でも示された、セラミックインレー修復の低い二次う蝕の発生率を理由づけるものの一つであろう。

辺縁微小破折

SEM観察で認められた辺縁の微小破折は、6年経過時には約半数（49%）に観察され、破折領域は経時的

に拡大していることが明らかになった。

図 5 および 6 の隣接面に認められた辺縁破折では、歯軸方向に進展した V 字状の裂隙に平行に新たな亀裂が加わって、破折領域が拡大していく様子が観察された。

また図 7 および 8 の咬合面の辺縁破折症例では、まず辺縁のセラミックスが小さな円弧状に欠落し、続いて隣接する微小破折がつながるように破折領域が拡大していく様子が観察された。

いずれの症例においても、肉眼的には検知できない微小破折から明確な破折に進展していたことより、SEM で観察された全ての微小破折を、辺縁破折の初期段階と認識して、今後も注意深く経過観察しなければならないと思われる。さらに、定期的な SEM 観察は、破折の兆候の発見には有効な方法ではあるが、臨床現場においては、チエアーサイドで破折を初期段階で検知しうる、簡便な診査方法の開発も必要と考えられる。

修復物と対合歯の摩耗

SEM 観察で認められた修復物の摩耗は、すべて咬合調整で生じた粗造な表面に生じていた。この領域では、修

復物自身が摩耗することによって、結果的に粗造表面が滑らかになった様子が観察された。同時に、対合歯のエナメル質にも、修復歯の摩耗領域に呼応して点状に滑沢な領域が認められ、セラミックスの粗造表面によって対合エナメル質が磨耗したことをうかがわせた。

一般に、物体の摩耗を摩耗様式で分類した場合、凝着摩耗、疲労摩耗、研削摩耗、腐食摩耗が挙げられる⁴。セラミックスは口腔内で化学的に安定な材料であるため^{12,14}、腐食摩耗は原因として考えにくく、凝着摩耗は、金属に起こるとされいるので、本研究の摩耗には当てはまらない。本研究で観察された摩耗は、咬合接触が誘因となって、表面が粗造なセラミックスが、対合歯のエナメル質を磨耗させながらセラミックス自身も磨耗したと考えられ、上述の摩耗のうち、主として研削摩耗が起こったものと推察された。本研究に用いたセラミックスのヌープ硬さは約570、エナメル質が約300であり³⁷、この硬さの差と、セラミックス表面が粗造であったことが磨耗を加速させたと考えられる。

セラミックスは対合エナメル質の摩耗を懸念されてきた代表的な修復材料の一つであり^{16,17}、*in vitro*における対合エナメル質の摩耗量は、アマルガムやコンポジットレ

ジンが修復物である場合の対合エナメル質の摩耗量と比較して有意に多いと報告されている⁴⁵。また、対合エナメル質の摩耗に影響を及ぼす因子として、セラミックスの硬度や表面性状、さらに破壊韌性値などが検討されているが^{46,47}、本研究の結果は、セラミックスの硬さは特に表面が粗造な場合に対合エナメル質の摩耗を促進する因子であるという考えを支持するものであった。

また本研究では、強度向上のために多量に添加されたリューサイト結晶が、対合エナメル質の摩耗を加速させた可能性も高いと考えられる。

対合エナメル質の摩耗を防ぐためには、咬合調整で生じた粗造表面を十分に研磨することが重要ではあるが、器具の到達性が悪いことや、肉眼的に研磨できているかどうかを判断することが難しいという理由から十分な研磨は容易ではない。したがって、研磨器具の改良とともに、咬合調整を最小限にとどめることができるように、臨床操作のそれぞれの段階において、正確な操作を行うことが重要と考えられる。

ところで、ポーセレン表面をグレーズ処理することによって、曲げ強さが約2倍に向上するという報告があり⁴⁸、

ポーセレンの強度が表面粗さに影響されるということが示唆されている。このことは、咬合調整で生じた粗造表面は、セラミックス自身や対合歯の摩耗を引き起こすばかりか、応力が加わった場合に破折の起始点となる可能性もあることを示している。したがって、咬合調整後の粗造面を滑沢な表面に回復することは、破折防止のためにも重要であり、研磨の確認のためにSEM観察を活用することは、臨床的にも有意義であると考えられる。

レジンセメントの摩耗

レジンセメントの摩耗は、修復直後から発生して比較的早期に収束するものがある一方で、6年経過時にも依然として継続的に進行しているものもあり、その挙動は、患者個々の咬合様式や食物摂取状態などの口腔環境が多様であることを反映して、様々であった。

早期に観察されたレジンセメントの摩耗は、辺縁部の余剰セメントとともに、表層未重合層が食物の介在や咬合接触によって脱落したと考えられる。Leinfelderら⁴⁹はコンポジットレジンの摩耗は修復直後から急速に進み、その後は経時的に摩耗量が減少し、最終的にはほぼ一定の値

に止まると報告している。本研究においても、レジンセメントの摩耗症例の約1/3は、2年以内に摩耗が収束していた。

一方、図9および10に示すように、レジンセメントの初期摩耗に続いて、セメントの裏打ちを無くしたセラミックスが微小破折を起こしていた症例が観察された。レジンセメントの摩耗に続いてセラミックスの微小破折が起こると、一定の深さまで磨耗したレジンセメント表層が、再び咬合力を受けやすい状態になって、セメントの摩耗が進行するという循環が生じると推察される。この現象が、レジンセメント摩耗症例の約1/2で、6年経過時にも摩耗が進行していた原因であると考えられた。

長期経過後の辺縁の適合状態は、接着材料によって左右されると考えられており、レジンセメントを用いた場合に良好な辺縁適合状態が得られたという報告がある²。しかし、本研究においてはレジンセメントを用いたにも関わらず、修復物とレジンセメントの接着界面からの経時的な劣化が認められた。この辺縁劣化現象は、辺縁着色や二次う蝕の誘因となりうるばかりか、セラミックスの微小辺縁破折を起こし、さらには肉眼的にも認められ

る明確な辺縁破折につながる可能性も懸念される。したがって、SEM観察で認められたような、セラミックスの微小破折を伴ったレジンセメントの摩耗を、辺縁破折の初期段階と認識して、注意深く経過観察する必要があることが示唆された。

辺縁微小破折やレジンセメントの摩耗のような修復物の辺縁劣化を防止するためには、耐摩耗性の高いレジンセメントの開発と、セラミックインレーの窩壁適合性の向上が有効であると考えられる。

レジンセメントの摩耗を減少させるために、充填用コンポジットレジンに超音波振動を加えることによって、流動性を与えて接着材として使用する試みもなされてはいるが、超音波を発生させる器材が必要であることに加えて、操作性に課題を残しているため、広く普及するまでには至っていない¹⁸。一方、レジンセメント中のフィラー含有量の増加やフィラー粒径の微細化、さらにモノマーの重合率の向上が摩耗抵抗性向上に有効であるという報告もあり^{50,51,52}、これらの点から耐摩耗性の高いレジンセメントの開発を促進すべきあろう。

一般に、セメントの間隙幅と咬合接触がレジンセメン

トの摩耗量に影響を及ぼしており、窩壁適合性の向上が辺縁劣化の防止に有効であると考えられている⁵³。

接着性修復の適切な修復物と窩洞の間隙幅に関しては、様々な観点から検討されてきている。レジンセメントの象牙質に対する接着力については、セメント厚さを 20 ~ 500 μm に変化させて測定したところ、セメント厚さ 50 μm の場合に最も大きな接着力が生じたという報告^{54,55}がある。一方、余剰レジンセメントの除去方法について、セメント幅が 100 μm を越えると、通常に従って筆で除去すると、レジンセメント表面が陥凹して、初期摩耗がすでに生じたような状態になるという報告もある⁵⁶。さらに、*in vivo*においてレジンセメントで装着した修復物辺縁を観察した結果、辺縁の間隙幅が 80 μm 以下の場合に、辺縁適合が臨床的に極めて良好であると評価できたと報告されている¹⁰。

修復物と窩洞辺縁の理想的な間隙幅を規定することは容易ではないが、上述の研究結果と、市販のレジンセメントの被膜厚さが約 10 ~ 80 μm ⁵⁷であることを考慮して、セラミックインレー修復の良好な予後のために、レジンセメントの厚さとして 50 ~ 100 μm が、現実

的に適切な間隙幅であろう。

セラミックインレー修復は、メタルインレー修復と比較した場合、良好な窩壁適合性の達成は容易ではなく、適合性の向上を図るべく、数多くの *in vitro* の実験がなされている⁵⁸⁻⁶³。臨床においては、焼成法セラミックインレーを窩洞に適合させるために、焼成後にインレーボディ内面を削合したり、耐火模型材の溶液を経験的に希釈するなどの方法で対応しているのが現状である。したがって、焼成後に調整することなく良好な窩壁適合性を達成するために、窩洞形態や耐火模型材の膨張率といった観点から、さらに改良を図ることは今後の課題であると考えている。

結論

焼成法によるセラミックインレー修復の6年経過時の成功率は92%であり、ほとんどの症例で概ね良好に経過しており、特に審美的に優れた状態を保っていた。このように、本修復方法は、臼歯の審美修復法として価値ある方法であると評価される。しかし、数症例において、辺縁破折、辺縁着色、修復物や対合歯の摩耗、レジンセ

メントの摩耗が、臨床観察やSEM観察で認められた。これらの劣化現象は経時的に進行する可能性が懸念されるため、継続的な経過観察が必要である。同時に、劣化防止のために、耐摩耗性の高いレジンセメントの開発とセラミックインレーの窩壁適合性の向上が必要であることが示唆された。

稿を終えるにあたり、本研究課題を与えられ、御指導いただきました大阪大学歯学部土谷裕彦名誉教授、ならびに、御指導と御校閲を賜りました大阪大学歯学部歯科保存学講座恵比須繁之教授に、心から感謝申し上げます。

また、本研究の遂行に際し、終始あたたかい御援助と御協力をいただきました、大阪大学歯学部歯科保存学講座の教室員の皆様に感謝いたします。

参考文献

1. Barnes DM, Blank LW, Thompson VP, Holston AM and Gingell JC. A 5- and 8- year clinical evaluation of a posterior composite resin. *Quintessence International* 1991 ; **22** : 143-151.
2. Bryant RW and Hodge KV. A clinical evaluation of posterior composite resin restorations. *Australian Dental Journal* 1994 ; **39** : 77-81.
3. Smales RJ, Gerke DC and White IL. Clinical evaluation of occlusal glass ionomer, resin, and amalgam restorations. *Journal of Dentistry* 1990 ; **18** : 243-249.
4. Sturdevant JR, Lundein TF, Sluder TB, Wilder AD and Taylor DF. Five-year study of two light-cured posterior composite resins. *Dental Materials* 1988 ; **4** : 105-110.
5. Wilson NHF, Wilson MA, Wastel DG and Smith GA. A clinical trial of a visible light cured posterior composite resin restorative material : five-year results. *Quintessence International* 1988 ; **19** : 675-681.

6. 福島正義, 仲又俊夫, 佃 美宏, 湯田純子, 岡本 明, 岩久正明; 白歯用コンポジットレジン修復物の寿命 - 化学重合型レジンの10年間の観察を通じて - ; 日本歯科保存学雑誌 1993 ; 36 : 331～340.
7. 大久保達人, 加藤喜郎; 白歯修復用コンポジットレジンに関する臨床研究 -小範囲欠損窓洞修復歯の臨床成績（5カ年所見）- ; 日本歯科保存学雑誌 1994 ; 37 : 903～933.
8. 藤井弁次, 清水建彦, 北野忠則, 井上正義, 成川公一; 白歯用可視光線重合型コンポジットレジンLFPの12年間の縦断臨床成績 ; 日本歯科保存学雑誌 1996 ; 39 : 731～741.
9. Wendt SL and Leinfelder KF. The clinical evaluation of heat-treated composite resin inlays. *Journal of American Dental Association* 1990 ; 120 : 177-180.
10. 宇治郷好彦, 伊澤俊次, 今濱俊博, 小西法文, 濱 和洋, 内海誠司, 鳥井康弘, 井上 清; クリアフィルCRインレーの臨床成績 - 3年経過例 - ; 日本歯科保存学雑誌 1993 ; 36 : 1070～1082.
11. 古部秀徳, 藤中慎治, 大元一弘, 森川明広, 大道博文, 佐藤尚毅, 新谷英章; コンポジットレジンインレー修復の4年後の臨床成績 ; 日本歯科保存学雑誌 1994 ; 37 : 1083～1089.

12. Anusavice KJ. Phillips' Science of Dental Materials - Dental Ceramics - 10th ed. Philadelphia , Saunders 1996 ; 583-618.
13. Banks RG. Conservative posterior ceramic restorations: A literature review. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1990 ; **63** : 619-626.
14. Qualtrough AJE, Wilson NHF and Smith GA. The Porcelain inlay: a historical view. *Operative Dentistry* 1990 ; **15** : 61-70.
15. Piddock V and Qualtrough AJE. Dental ceramics - an update. *Journal of Dentistry* 1990 ; **18** : 227-235.
16. Noack MJ and Roulet JF. Tooth-colored inlays. *Current Opinion in Dentistry* 1991 ; **1** : 172-178.
17. Kelly JR, Nishimura I and Campbell SD. Ceramics in dentistry: Historical roots and current perspectives. *Journal of Prosthetic Dentistry* 1996 ; **75** : 18-32.
18. Roulet JF and Degrange M. Inlay restorations. *California Dental Association Journal* 1996 ; **24** : 48-62.

19. Suzuki N. Metal allergy in dentistry : detection of allergen metals with X-ray fluorescence spectroscope and its application toward allergen elimination. *International Journal of Prosthodontics* 1995 ; **8** : 351-359.
20. Bessing C and Molin M. An in vivo study of glass ceramic (Dicor^R) inlays. *Acta Odontologica Scandinavia* 1990 ; **48** : 351-357.
21. Friedl KH, Schmalz G, Hiller KA and Saller A. *In-vivo* evaluation of a feldspathic ceramic system: 2-year results. *Journal of Dentistry* 1996 ; **24** : 25-31.
22. Hoglund AC, van Dijken JWV and Olofsson AL. Three-year comparison of fired ceramic inlays cemented with composite resin or glass ionomer cement. *Acta Odontologica Scandinavia* 1994 ; **52** : 140-149.
23. Stenberg R and Matsson L. Clinical evaluation of glass ceramic inlays (Dicor). *Acta Odontologica Scandinavia* 1993 ; **51** : 91-97.
24. Krejci I, Krejci D and Lutz F. Clinical evaluation of a new pressed glass ceramic inlay material over 1.5 years. *Quintessence International* 1992 ; **23** : 181-186.

25. Sjogren G, Bergman M, Molin M and Bessing C. A clinical examination of ceramic (Cerec^R) inlays. *Acta Odontologica Scandinavia* 1992; **50**: 171-178.
26. 林美加子, 森本 良, 飯田陽子, 宇井 崇, 鳥居光男, 土谷裕彦; ポーセレンインレーの臨床成績 -1年経過例- ; 日本歯科保存学雑誌 1993; **36**: 807~815.
27. 林美加子, 鳥居光男, 土谷裕彦; ポーセレンインレーの臨床成績 -4年経過例- ; 日本歯科保存学雑誌 1995; **38**: 1091~1100.
28. 河合啓次, 小川尚志, 土井 亮, 林美加子, 岩見行晃, 山本洋子, 鳥居光男, 土谷裕彦; ミリング型セラミックインレーシステムCELAYの臨床成績 -短期経過例- ; 日本歯科保存学雑誌 1995; **38**: 322~328.
29. 蒲生吉平, 伊澤俊次, 今濱俊博, 濱 和洋, 小西法文, 宇治郷好彦, 鳥井康弘, 井上 清; CAD/CAMセラミックインレーの臨床成績 (第2報) 2年経過観察 ; 日本歯科保存学雑誌 1995; **38**: 981~989.
30. 岡 宏徳, 林 宏昌, 井出滋人, 永峰道博, 鳥井康弘, 井上 清; キャスタブルセラミックインレーの臨床成績 (第2報) 4年経過観察 ; 日本歯科保存学雑誌 1995; **38**: 1061~1070.
31. Roulet JF. The longevity of glass ceramic inlays. *Journal of Dental Research (Abstract)* 1995; **74**: 405.

32. van Dijken JWV, Aberg CH and Olofsson AL. Five year of ceramic inlays. *Journal of Dental Research (Abstract)* 1996 ; **75** : 1023.
33. Ryge G. Clinical criteria. *International Dental Journal* 1980 ; **30** : 347-358.
34. Ryge G. and Snyder M. Evaluating the clinical quality of restorations. *Journal of American Dental Association* 1973 ; **87** : 369-377.
35. 浅野道雄 : Hyper Kaplan, 一步進んだMacintosh ; 南江堂, 東京, 1993, 88-98.
36. Peters MCRB, De Vree and Brekelmans WAM. Distributed crack analysis of ceramic inlays. *Journal of Dental Research* 1993 ; **72** : 1537-1542.
37. 勝部直人, 李 敬淑, 後藤 洋, 佐藤陽昭, 猪越重久, 山田敏元, 高津寿夫 : マシーナブルセラミックスに関する研究 (第一報) 各種マシーナブルセラミックスに対するレジン系材料の接着性 ; 日本歯科保存学雑誌 1995 ; **38** : 47~62.
38. Brannstrom M. The cause of postrestorative sensitivity and its prevention. *Journal of Endodontics* 1986 ; **10** : 475-481.

39. Council on dental materials, instruments, and equipment. Biocompatibility and postoperative sensitivity. *Journal of American Dental Association* 1988 ; **116** : 767-768.
40. 須賀昭一：図説齲歯学；医歯薬出版，東京，1990，160-170.
41. Stanley HR, White CL and Mccray L. The rate of tertiary (reparative) dentine formation in the human tooth. *Oral Surgery Oral medicein and Oral Pharmacy* 1966 ; **21** : 180-189.
42. Kourkouta S, Walsh TT and Davis LG. The effect of porcelain laminate veneers on gingival health and bacterial plaque characteristics. *Journal of Clinical Periodontology* 1994 ; **21** : 638-640.
43. 佐川寛一：リン酸カルシウム系結晶化ガラスの表面性状と *Streptococcus mutans* の付着性に関する実験的研究；歯科材料器械誌 1991 ; **10** : 102～116.
44. 機械工学事典，第4版；朝倉書店，東京，1996，965.
45. Jagger DC and Harrison A. An *in vitro* investigation into the wear effects of selected restorative materials on enamel. *Journal of Oral Rehabilitation* 1995 ; **22** : 275-281.

46. Seghi RR, Rosen SF and Bauer P. Abrasion of human enamel by different dental ceramics *in vitro*. *Journal of Dental Research* 1991 ; **70** : 221-225.
47. Reeves N, Gore K, Meiers JC and Kelly JR. Enamel wear against In-Ceram and Vitadur-N with various finishes. *Journal of Dental Research (Abstract)* 1993 ; **72** : 187.
48. Mclean JW and Hughes TH. The reinforcement of dental porcerain with ceramic oxides. *British Dental Journal* 1965 ; **119** : 251-267.
49. Leinfelder KF, WilderAD and Teixeria LC. Wear rates of posterior composite resins. *Journal of American Dental Association* 1986 ; **112** : 829-833.
50. 濱 和洋, 佐野 崇, 蒲生吉平, 今濱俊博, 宇治郷好彦, 内海誠司, 鳥井康弘, 井上 清; コンポジットレジンセメントの物理的性質に及ぼすフィラー含有量の影響; 日本歯科保存学雑誌 1992 ; **35** : 1018~1025.
51. 森上 誠, 尾上成樹, Afroza Jasmine Mir, 木本 徹, 山田敏元, 細田裕康; 接着性 レジンセメントに関する研究 (第 1 報) 基礎的諸性能について; 日本歯科保存学雑誌 1994 ; **37** : 411~422.

52. 根岸 正；各種コンポジットレジンの摩耗と硬さに関する研究；；日本歯科保存学雑誌 1996 ; 39 : 614～630.

53. O'Neal SJ, Miracle RL and Leinfelder KL. Evaluating interfacial gaps for esthetic inlays. *Journal of American Dental Association* 1993 ; 124 : 48-54.

54. 香川文宗, 山田純嗣, 鈴木敏光, 久光 久, 和久本貞雄；レジンセメントの被膜厚さと合着力との関係について - サーマルサイクルによる影響 - ；日本歯科保存学雑誌 1991 ; 34 : 392～398.

55. 浅田文郷, 新谷明喜, 横塚繁雄；接着強さに及ぼす歯科用接着剤被膜厚さの影響 ；接着歯学会雑誌 1990 ; 8 : 201～226.

56. 木ノ本喜史, 大谷恵理, 竹重文雄, 鳥居光男, 土谷裕彦；短時間光照射を応用した余剰デュアルキュア型レジンセメントの除去について；日本歯科保存学雑誌 1995 ; 38 : 840～845.

57. 北迫勇一, 山田敏元, 原田直子, 園田秀一, 猪越重久, 高津寿夫；接着性レジンセメントに関する研究（第1報）基礎的諸性能について；日本歯科保存学雑誌 1994 ; 37 : 411～422.

58. Dietschi D, Maeder M and Holz J. In vitro evaluation of marginal fit and morphology of fired ceramic inlays. *Quintessence International* 1992 ; 23 : 271-278 .

59. Inokoshi S, VanMeerbeek B, Willems G, Lambrechts P, Braem M and Vanherle G. Marginal accuracy of CAD/CAM inlays made with the original and the updated software. *Journal of Dentistry* 1992 ; **20** : 171-177.
60. Krejci I, Lutz F and Reimer M. Marginal adaptation and fit of adhesive ceramic inlays. *Journal of Dentistry* 1993 ; **21**: 39-46.
61. Kawai K, Hayashi M, Torii M and Y Tuchitani. Marginal adaptability and fit of ceramic milled inlays. *Journal of American Dental Association* 1995 ; **126** : 1414-1419.
62. 林美加子, 小川尚志, 土井 亮, 河合啓次, 鳥居光男, 土谷裕彦; IPS Empressセラミックインレーの窓壁適合性に関する研究; ; 日本歯科保存学雑誌 1995 ; **38** : 573~579.
63. 新海航一, 岩住茉美子, 小野沢隆行, 猪野美佳子, 小木一朗, 木村 陽, 山口龍司, 加藤喜郎; Cerec インレーの窓壁適合性に関する研究 - 窓洞形態の異なる 4 種類の小白歯MOD窓洞の場合 - ; ; 日本歯科保存学雑誌 1996 ; **39** : 660~666.

表1 齒種および窓洞別修復歯数

歯種	窓洞形態	修復歯数
上 小臼歯	1級	0
	2級	12
	Onlay	0
頸 大臼歯	1級	1
	2級	0
	Onlay	0
下 小臼歯	1級	2
	2級	12
	Onlay	1
頸 大臼歯	1級	8
	2級	12
	Onlay	1
合計		49

表2 臨床評価の判定基準

評価項目	評価	評価基準
色調適合性	A	修復物の色、透明感が歯と良く適合している。
	B	修復物の色、透明感が歯と不適合であるが、許容範囲である。
	C	修復物の色、透明感が歯と不適合であり、容認できない。
辺縁適合性	A	ギャップを探針により触知しないか、もしくは一方的で肉眼的には認められない
	B	ギャップを探針、もしくは肉眼的に認めるが、象牙質、窓底には達していない。
	C	ギャップを探針、もしくは肉眼的に認め、象牙質、窓底に達している。
	D	修復物の可動、体部破折、もしくは脱落を認める。
辺縁着色	A	修復物辺縁に着色は認められない。
	B	修復物辺縁の一部に着色が認められる。
	C	修復物辺縁の周に着色が認められる。
修復物の摩耗	A	装着時の形態を肉眼的に保持している。
	B	装着時の形態に肉眼的に一部変化が認められる。
	C	装着時の形態が肉眼的に全体にわたって失われている。
対合歯の摩耗	A	装着時の形態を肉眼的に保持している。
	B	装着時の形態に肉眼的に一部変化が認められる。
	C	装着時の形態が肉眼的に全体にわたって失われている。
隣在歯との接触関係	A	コンタクトゲージの50 μm が入って、110 μm が入らないもの。
	B	コンタクトゲージの110 μm が入って、150 μm が入らないもの。
	C	コンタクトゲージの150 μm が入るもの。

辺縁破折、体部破折、歯牙破折、脱落、二次う蝕、自発痛、冷水痛、温水痛、打診痛、咬合痛については症状の発現の有無を十・一にて判定。

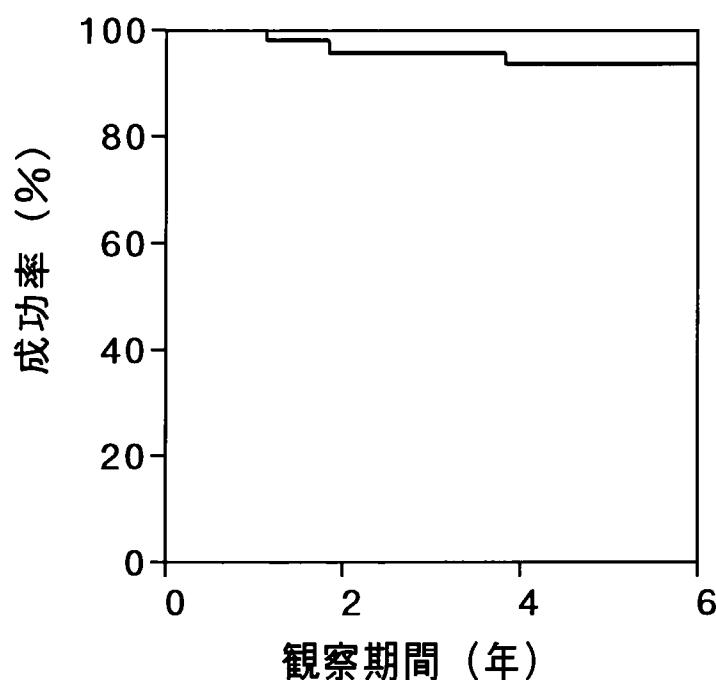


図1 焼成法セラミックインレー修復の成功率



術 前



6 年経過時

図 2 経過良好症例 4 MO修復



術 前



6 年経過時

図 3 経過良好症例 6 OD修復

表 3 色調適合性臨床成績

観察期間 / 評価	A	B	C
修復直後	47	2	0
6 ヶ月	47	2	0
1 年	47	2	0
2 年	47	2	0
4 年	46	2	0
6 年	45	2	0

表4 辺縁適合性臨床成績

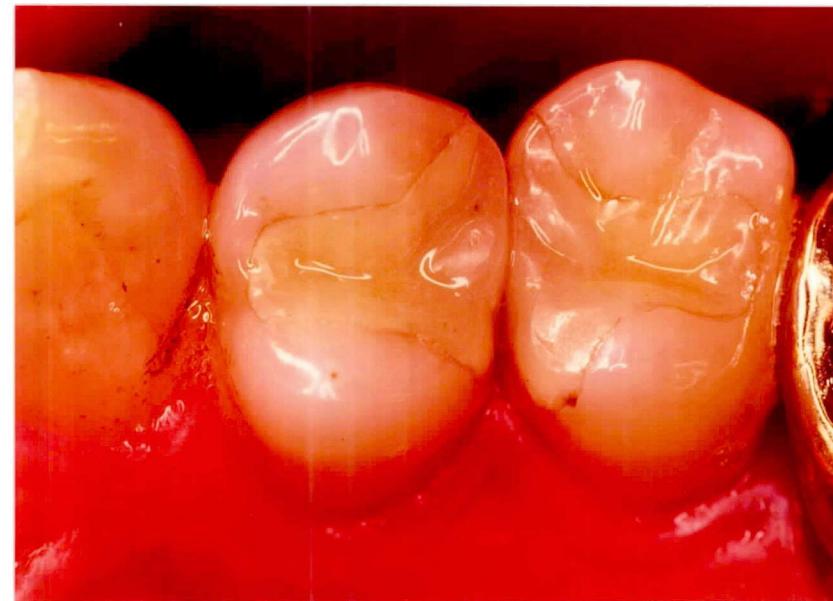
観察期間/評価	A	B	C	D
修復直後	48	1	0	0
6カ月	47	2	0	0
1年	46	3	0	0
2年	44	5	0	0
4年	42	6	0	0
6年	41	6	0	0

表5 辺縁着色臨床成績

観察期間/評価	A	B	C
修復直後	49	0	0
6ヶ月	49	0	0
1年	48	1	0
2年	48	1	0
4年	45	3	0
6年	36	11	0



1年経過時



6年経過時

図 4 辺縁着色症例

4 5 MO, OD修復

表 6 術後疼痛臨床成績

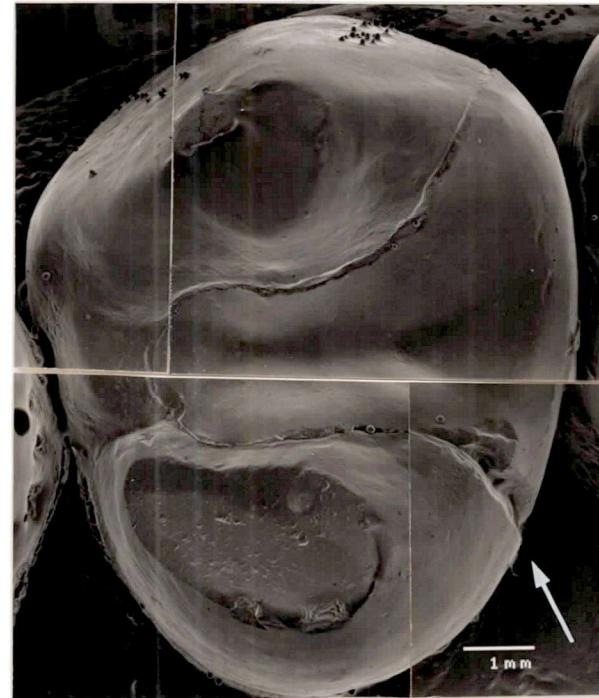
評価項目 観察期間/+/ -	冷温水痛			咬合痛		
	+	/	-	+	/	-
術 前	6		43	0		49
修復直後	4		45	5		44
6 ル月	1		48	1		48
1 年	0		49	0		49
2 年	1		48	0		49
4 年	0		48	0		48
6 年	0		47	0		47

表7 走査電子顕微鏡観察結果

評価項目	辺縁微小破折		修復物摩耗		レジンセメント摩耗	
観察期間 / +/ -	+	/	-	+	/	-
修復直後	1	46	0	47	0	47
6カ月	7	40	2	45	1	46
1年	9	38	5	42	5	42
2年	14	33	7	40	9	38
4年	20	27	7	40	15	32
6年	23	24	7	40	17	30



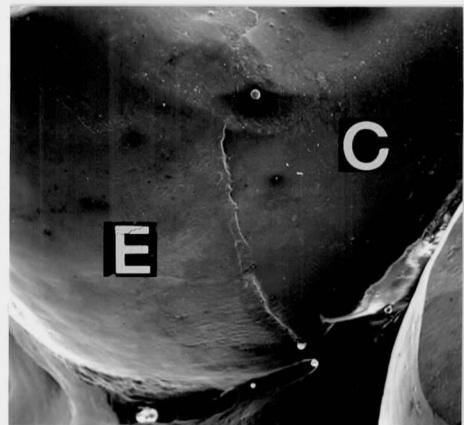
6年経過時



SEM全体像 (×20)

←：辺縁破折部位

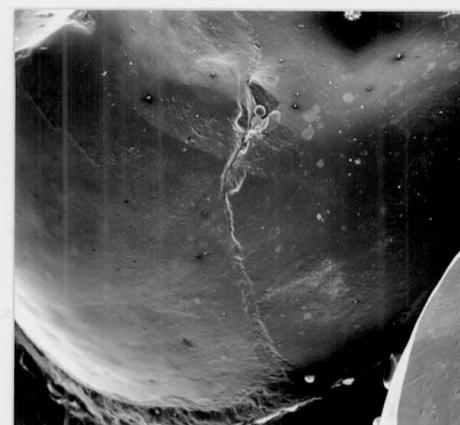
図5 辺縁破折症例 4 OD修復



修復直後



3カ月経過時



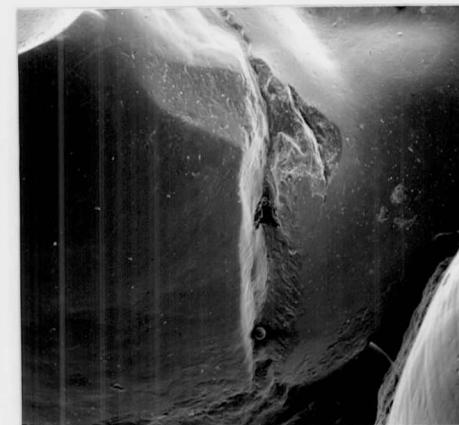
6カ月経過時



1年経過時



4年経過時



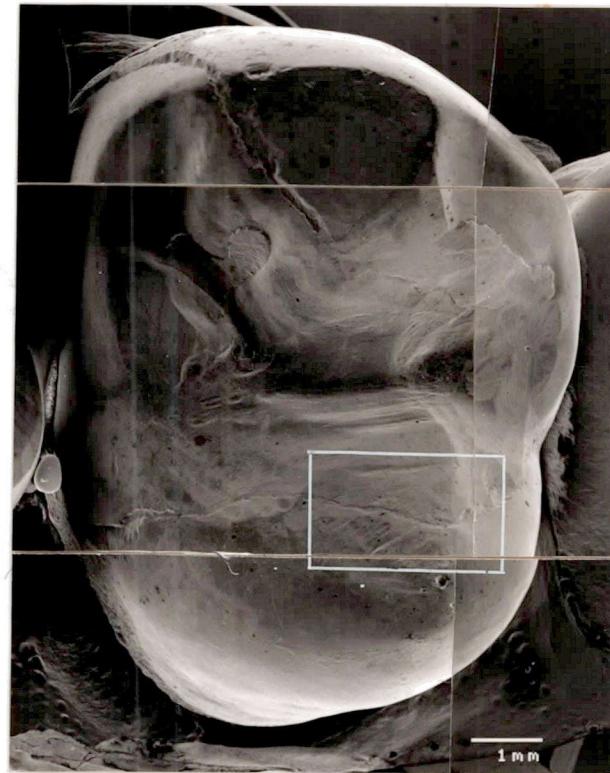
6年経過時

C:セラミックインレー, E:エナメル質 (×20)

図 6 辺縁破折部位の経時的変化



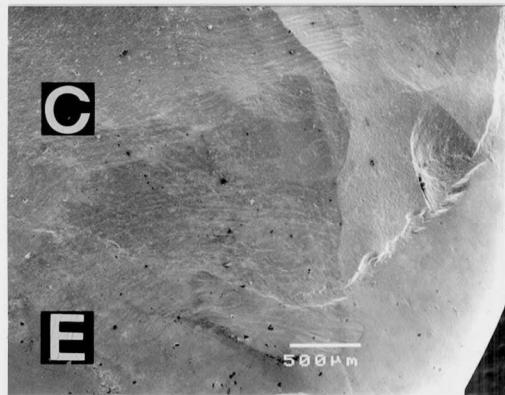
1年経過時



SEM全体像 (×20)

□：辺縁破折部位

図 7 修復物摩耗および辺縁破折症例 4 OD修復



C

1週間経過時

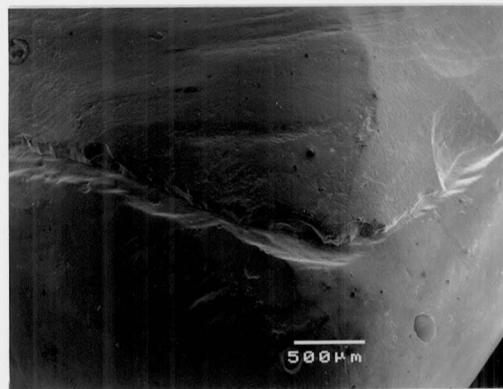


E

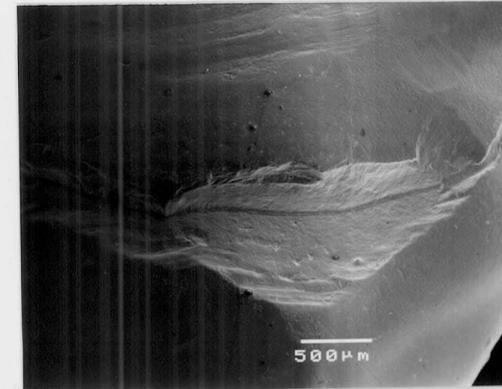
1カ月経過時



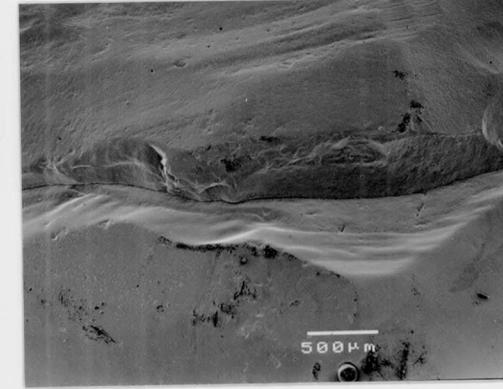
6カ月経過時



1年経過時



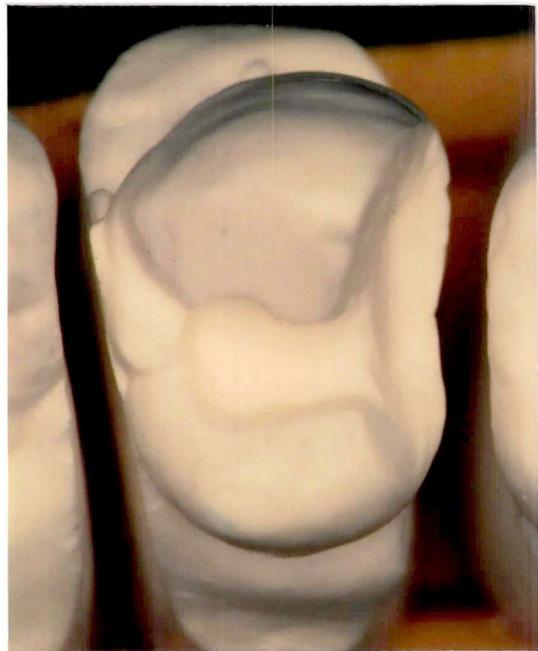
2年経過時



4年経過時

C:セラミックインレー, E:エナメル質 (×35)

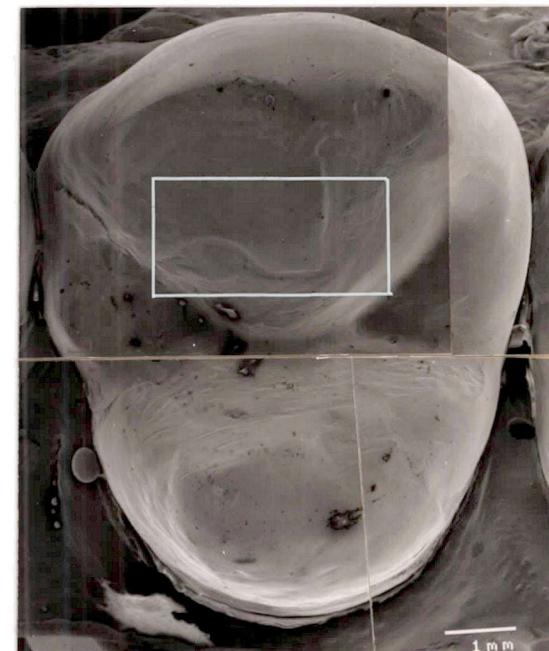
図 8 修復物摩耗および辺縁破折部位の経時的变化



窩洞形態



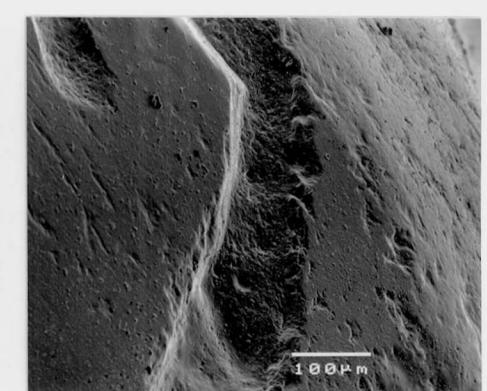
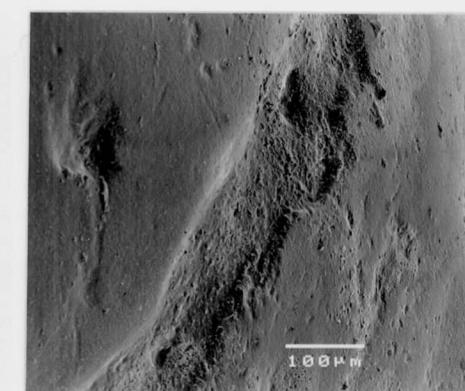
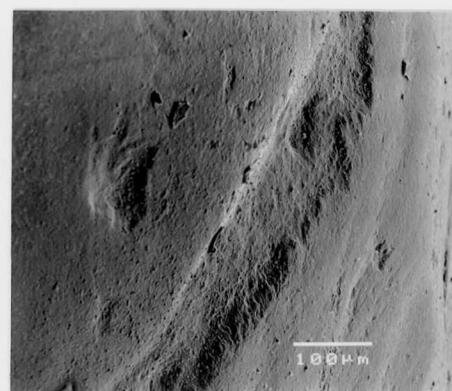
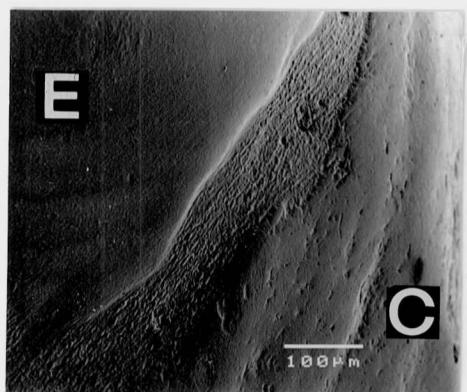
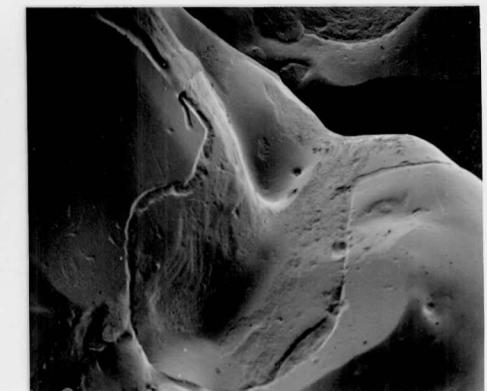
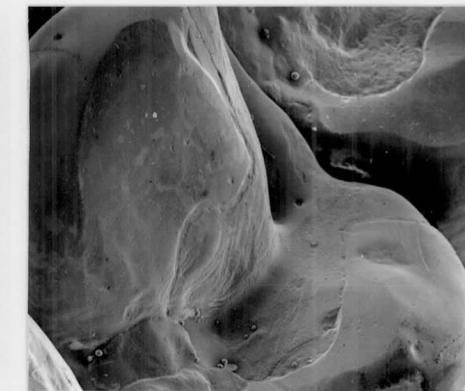
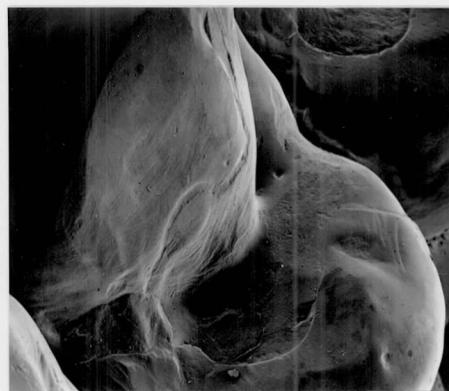
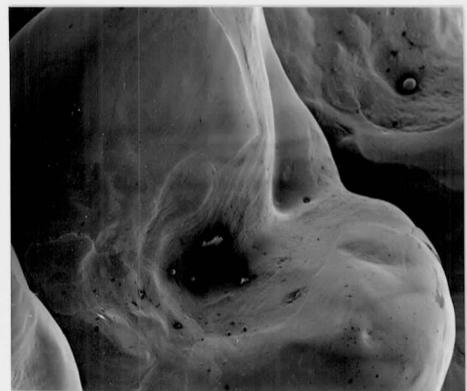
6年経過時



SEM全体像 (×20)

□：辺縁劣化部位

図 9 辺縁劣化症例 4 OD修復



1週間経過時

6ヶ月経過時

2年経過時

6年経過時

C:セラミックインレー, E:エナメル質 (上段:×20, 下段:×200)

図10 辺縁劣化の経時的变化