

[原著] 松本歯学 21 : 155~161, 1995

key words : セラミックインレー - CELAY - 窩壁適合性

ミリング型セラミックインレーシステム“セレイ”の評価 第2報 窩壁適合性について

山本昭夫, 桑澤 修, 宮下昌俊, 木村卓也
笠原悦男, 安田英一

松本歯科大学 歯科保存学第2講座 (主任 安田英一 教授)

An Evaluation of Milling Ceramic Inlay System, CELAY®
Part. 2 Marginal adaptation and internal fit of CELAY inlay

AKIO YAMAMOTO, OSAMU KUWAZAWA, MASATOSHI MIYASHITA
TAKUYA KIMURA, ETSUO KASAHARA and EIICHI YASUDA

*Department of Endodontics and Operative Dentistry, Matsumoto Dental College
(Chief : Prof. E. Yasuda)*

Summary

As the demand for aesthetic restorations has increased in the past few years, tooth color materials have been used frequently in posterior teeth. Ceramics are widely used as dental restorative materials. The CELAY system that creates a ceramic inlay by a milling technique has been developed and introduced recently.

The purpose of this study was to investigate the marginal adaptation and internal fit of ceramic inlays made using the CELAY system.

Twenty extracted upper premolars were used. Only one clinician prepared all twenty box-shaped class II (MO) cavities to make the cavities uniform. The fabricated ceramic inlay that each of five ceramic inlays made by four clinicians whose clinical experience period differed was luted in the individual cavity with a dual-cured composite resin cement. Then all of them were cut mesio-distally through the center of the inlay. The cut surface of the specimens were observed under a profile projector. Marginal adaptation and internal fit were defined as interfacial distances between a ceramic inlay and cavity wall, and measured at nine preselected points.

The following results were obtained ;

- 1) The average gap width for all measured points was $170.2 \pm 111.8 \mu\text{m}$.
- 2) Statistical analysis showed that there were no significant differences among the nine

preselected points. But there were significant differences ($P < 0.01$) among the operators.

- 3) The fitness of the ceramic inlay to the cavity wall had decreased in the order of the central cavity wall, the margin of the cavity and line angle of the cavity, when compared with the nine measuring points.

It may be concluded that if the operator is greatly experienced in the ways of the CELAY system he can reduce operating time and can improve adaptation.

結 言

近年、審美性修復に対する認識が高まり、前歯部のみならず臼歯部にまで適応範囲が広まってきている¹⁾。これまでの臼歯部における審美修復材料としてのコンポジットレジン、コンポジットレジンインレーあるいはポーセレンインレーに代わるセラミックインレー修復法が、天然歯に近似した色調、透明感そして光沢を再現することが可能であること^{2,3)}より注目を浴びてきている。さらにここ数年の接着歯学の進歩とセラミック自体の物性の向上によって、従来からの焼成法や鋳造法に代わってキャストブルセラミックス法あるいはミリング法が考案され、数種のシステムが開発、市販されている。我々はそのうちのひとつとしてミリング法⁴⁾を応用したCELAYシステム(MIKRONA, Swiss)を導入し、その装置によるセラミックインレーの製作方法を紹介し、その操作においては煩雑さは無く簡単に、短時間のうちにセラミックインレーを作製することができる装置であることを報告した⁵⁾。そこで今回は、作製したセラミックインレーをレジンセメントで合着したうえで、インレー体と窩洞内面および辺縁における窩壁への適合度を測定し検討を行った。

材料および方法

第1報において報告した⁵⁾ヒト抜去上顎小臼歯20歯に形成した2級窩洞(MO)に対して、臨床経験の異なる4人(A:臨床経験10年以上, B:臨床経験5年, C:臨床経験3年, D:臨床経験2年未満)の術者が作製したセラミックインレーを各々の歯に合着した。すなわち、インレー体内面を37%リン酸水溶液であるエナメルプレパレーターGS(VIVADENT)によって60秒間エッチングし、水洗、乾燥を行った後、さらにシランカップリング材であるモノボンドS(VIVADENT)を

塗布し40秒経過後に乾燥させた。一方、窩洞面は通法に従ってエナメル質のエッチングを行い、象牙質面に対しては象牙質接着システムであるシタックプライマーおよびシタックアドヘーシブ(VIVADENT)をそれぞれ15秒間塗布し乾燥させた。そしてデュアルキュアタイプのレジンセメントであるデュアルセメント(VIVADENT)のベースとキャタリストを1:1の割合で練和し、窩洞およびインレー体内面に塗布し、注意深くインレー体を窩洞に挿入し圧接した。溢出した余剰セメントを除去してから、咬合面および隣接面からそれぞれ40秒間光照射を行い重合させた。続いてインレー体を合着した被検歯をエポキシ樹脂であるエポマウント(リファインテック)に包埋し、室温下で48時間静置し、硬化した試料を図1に示すようにインレー体のはぼ中央を通り、垂直的には歯軸方向にそして近遠心方向にFine Cut(平和テクニカ K.K.)によって切断した。その後切断面を#1000, #2000そして#3000の砥石を順次用いて研磨した(図2)。そして万能投影器PJ-311(ミットヨ)にてa:歯肉側窩縁, b:歯肉側壁の中央部, c:軸側歯肉側線角, d:軸側壁の中央部, e:髓側軸側線角, f:髓側壁の中央部, g:遠心髓側線角, h:遠心側壁の中央部, i:咬合面窩縁の9ポイントを基準点として設け(図1), 各ポイントでの歯質とインレー体の間隙幅, すなわちセメント層の厚さを測定し、セラミックインレーの適合状態を評価した。

結 果

各計測基準点におけるセラミックインレーの間隙幅の平均値および標準偏差を表1に示す。全体の平均は170.2 μm , 標準偏差は111.8 μm であった。これを棒グラフで表したものを図3に示す。最小値はd点の軸側壁中央部の31 μm で、一方、最大値はg点の遠心髓側線角部の592 μm と大き

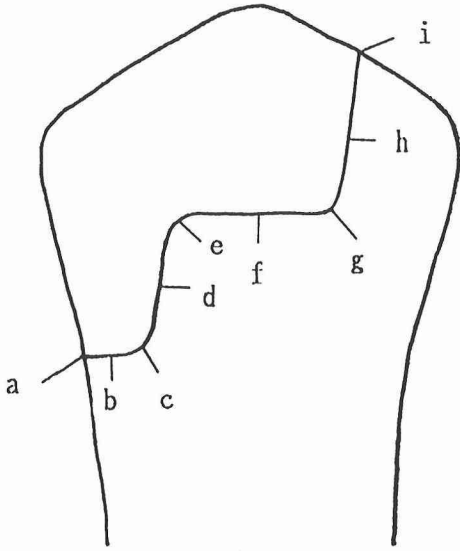


図1：計測基準点（9点）

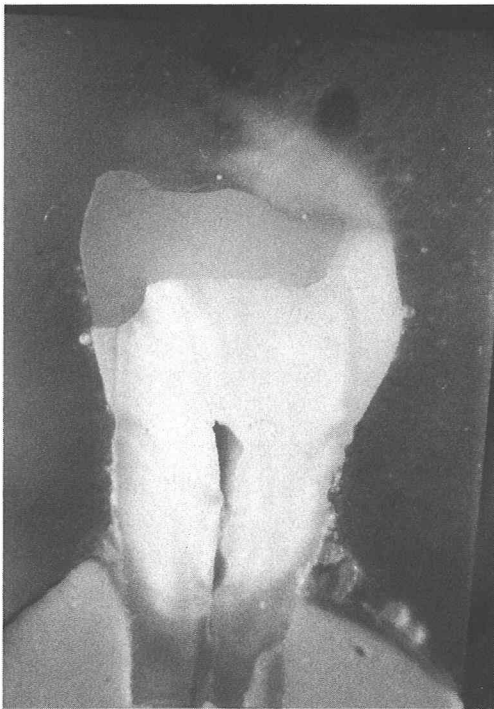


図2：レジンセメントによって合着されたセラミックインレーの割断面

なばらつきがあったが統計学的分析をおこなったところ、計測基準点間では有意差は認められな

表1：各計測点におけるインレーの間隙幅

	a	b	c	d	e	f	g	h	i	平均	標準偏差
術者 A 臨床経験10年以上	114.8 ± 26.9	180.8 ± 118.3	231.0 ± 108.0	168.8 ± 67.0	167.6 ± 125.8	238.8 ± 119.9	261.8 ± 208.6	148.6 ± 84.1	183.4 ± 88.3	188.4	123.4
術者 B 臨床経験5年	267.4 ± 138.6	268.0 ± 156.6	229.2 ± 112.9	141.0 ± 111.2	154.8 ± 131.6	239.0 ± 106.4	319.4 ± 92.8	165.2 ± 72.9	153.2 ± 52.2	215.2	127.7
術者 C 臨床経験3年	162.2 ± 76.3	92.6 ± 20.4	112.2 ± 25.8	92.4 ± 24.5	89.2 ± 59.6	138.6 ± 36.4	150.2 ± 23.8	125.4 ± 37.4	143.8 ± 21.2	123.0	48.2
術者 D 臨床経験2年未満	199.0 ± 147.3	115.2 ± 75.7	142.4 ± 73.4	117.2 ± 47.1	139.8 ± 107.0	158.8 ± 70.9	204.6 ± 119.7	123.0 ± 30.6	188.2 ± 157.9	154.2	106.3
全 体	185.9 ± 122.3	164.2 ± 125.7	178.7 ± 101.9	129.9 ± 75.6	137.9 ± 113.7	193.8 ± 100.5	234.1 ± 144.0	140.6 ± 63.1	167.2 ± 96.7	170.2	111.8

平均値±S. D. (μm)

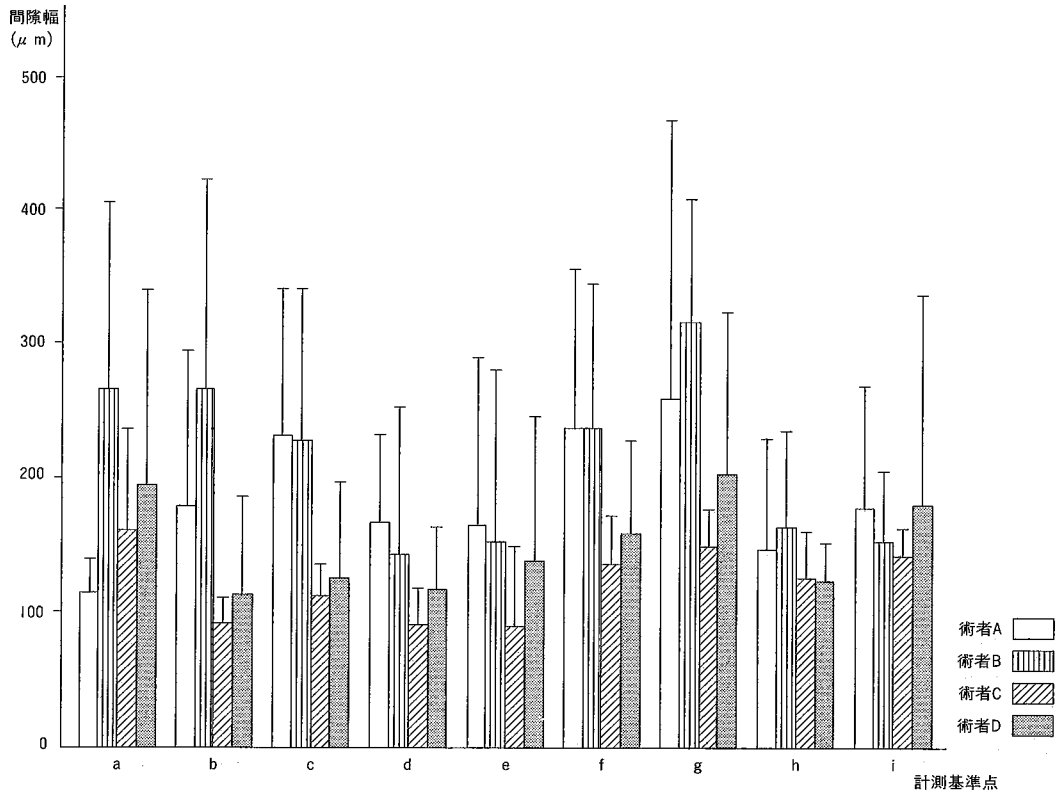


図3：各計測基準点におけるセラミックインレーの間隙幅

かった。しかし術者間での平均値を比較したところAとC、BとCおよびBとDの間でそれぞれ有意差(P<0.01)を認め、適合度に大きな差があった。

次に9つの計測基準点を位置的特性によって、辺縁部、窩壁中央部、そして線角部の3つのグループに分類しそれぞれの部位ごとにデータを集計したところ、平均値および標準偏差は表2に示すような結果を得た。またそれを棒グラフ化したものを図4に示す。全体的に見ると、窩壁中央部、辺縁部そして線角部の順に、適合度が低下していたが、この3つのグループ間には統計学的有意差はなかった。

考 察

ミリング法を応用したセラミックインレーを作製する新しく開発されたセレイシステムを導入したが、果たしてどの程度の時間でセラミックインレーを作製することができ、またどの程度の適合性を有するインレー体ができるかを知ることを目

的として本実験をおこなったところ、従来の焼成法あるいは鑄造法と比較して、煩雑な操作を必要とせず、しかも短時間のうちにセラミックインレーを作製することができる装置であることを報告した⁵⁾。今回は作製したセラミックインレーの窩壁への適合性について検討を加えた。

今日までセレイシステムによって作製されたセラミックインレー体の適合性に関する報告はあまりないが、Siervo⁶⁾は80 μm以下であったことを、河合ら⁷⁾は104~185 μmの範囲で平均141 μmであったことを、また勝部ら⁸⁾は6本の試料の平均値のうち最小が65.5 μm、そして最大が196.3 μmであったことを報告している。また、窩洞形態が1級窩洞と異なるが、林ら⁹⁾は36~58 μmの範囲の間隙幅であったことを報告している。今回の実験結果によるセラミックインレー体と窩洞との間隙幅は、最小値が軸側壁中央部の31 μmで、最大値が遠心髄側線角部の592 μmであり、全体の平均は170.2 μm、標準偏差は111.8 μmとかなり大きなばらつきはあったものの、これまでの報告と

表 2：計測部位におけるインレーの間隙幅

	辺 縁	窩 壁	線 角
術者 A 臨床経験10年以上	149.1± 73.8	184.3±105.4	220.1±158.8
術者 B 臨床経験 5 年	210.3±119.3	203.3±126.8	234.5±132.0
術者 C 臨床経験 3 年	153.0± 56.7	112.3± 36.7	117.3± 47.3
術者 D 臨床経験 2 年未満	193.6±152.8	128.6± 61.6	162.3±106.2
全 体	176.5±110.6	157.1± 97.5	183.6±127.4

平均値±S. D. (μm)

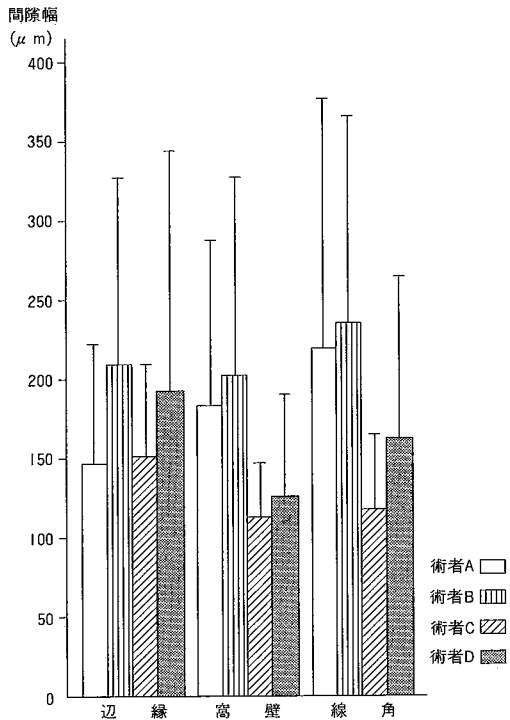


図 4：計測部位におけるセラミックインレーの間隙幅

ほぼ同様の結果を得た。

今回の実験結果では、AとC、BとCおよびBとDの術者間での適合度にそれぞれP<0.01で有意差を認めたと、これは術者の臨床経験とは関係なく、むしろミリングに費やした時間、すなわち時間はかかっても慎重にミリングをおこなったほうが適合度が良いように思われた。

これまでメタルインレーの場合の間隙幅は、黒須ら¹⁰⁾は30~40 μmであったと報告しており、この程度が理想的であるとされているが、これは

ワックスパターンの変形、埋没材の膨張や収縮、さらには鋳造時の金属の収縮などによってこの適合状態は大きく左右される。このメタルインレーと比較すると、今回のセラミックインレーの実験結果はかなり劣ったものであった。これはプロインレーをスキャニングしていく段階で適合性が劣っていったものと思われた。光重合型レジンでかなりの機械的強度を備えているプロインレーであるとは言っても、スキャニングする際に辺縁部の薄い部分あるいは未重合部分などに、スキャニングツールを強く押し当てすぎて、過剰なミリングをおこなってしまったものと考えられた。このことは統計学的には有意差はなかったものの、線角部および辺縁部での適合性が窩壁部に比べて若干劣っていたことから窺えた。さらに今回の実験では調べなかったが、林ら¹¹⁾のプロインレーの窩壁適合性に関する実験結果で、2級窩洞の窩洞辺縁部では27.1~34.0 μm、窩洞内面では30.7~39.0 μmであり、プロインレーは窩洞を正確に再現していたと報告していることを考慮すれば、やはりスキャニングの段階で誤差を生じ適合性が劣ってしまったものと思われる。

またインレー修復においては、セメント層が介在しセメントの溶出により辺縁封鎖性に難点があり¹²⁾、またこの層が劣化を最も受けやすいという欠点がある。これは摩耗、変色、微少漏洩、辺縁破折そして二次齶蝕の発生等につながっていく。そしてセメント層の厚みが大きくなればなるほど、これらが発生する頻度が当然高まることになる。セラミックインレーの合着には、レジンセメントを用いており、セメントの溶解性という面ではさほど問題はないが、長期的に見た場合に耐摩

耗性という点を考慮すると、セメント層の厚みが100 μm を越えるとその摩耗量が膨大になるという報告¹³⁾もあり、歯質とセラミックインレーとの間に100 μm 以上のギャップが生じてしまうことが当然予想できる。また、現在市販されている接着性レジンセメントの被膜厚さは約10~30 μm であると報告¹⁴⁾されているが、今回の結果ではセラミックインレーと窩壁との間隙幅がこの被膜厚さを大きく上回っており、やはりセメント層の厚みを極力小さなものにするためにも、窩壁との良好な適合性が望まれる。そのためには窩洞形態を可能な限り単純なものにして、ミリング時に生じる誤差を最小限にとどめることができるようなテクニックを習得するとともに、臨床的見地からの検討も必要と考えている。

今回の実験では4人の術者ともに、事前の練習もなく初めて本装置によって、セラミックインレーを作製したために、窩壁適合性を高めることができなかつたものと思われた。そのため今後このセレイシステムの操作を熟達することによって、操作時間をさらに短縮するとともに、より適合性の優れたセラミックインレーを作製することができるものと考えている。

結 論

ミリング型セラミックインレーシステム“セレイ”によって、臨床経験の異なる4人の術者(A：臨床経験10年以上、B：5年、C：3年、D：2年未満)が、ヒト抜去上顎小白歯の2級窩洞(MO)に対して作製したセラミックインレー20本を、レジンセメントにて合着したうえで、歯肉側窩縁、歯肉側壁の中央部、軸側歯肉側線角、軸側壁の中央部、髓側軸側線角、髓側壁の中央部、遠心髓側線角、遠心側壁の中央部、そして咬合面窩縁の9ポイントを計測基準点として窩壁適合性について検討をおこなったところ、以下の結論を得た。

1. セラミックインレーと窩壁との間隙幅は、平均170.2 μm であった。
2. 各計測基準点間における間隙幅では有意差はなかったが、術者間における平均値ではAとC、BとCおよびBとDの間でそれぞれ有意差 ($P < 0.01$) を認めた。
3. セラミックインレーと窩壁との間隙幅を計測点で比較すると、全体的に窩壁中央部、辺縁部

そして線角部の順に、適合度が低下する傾向があった。

これらのことより、セレイシステムによるセラミックインレー作製にはその操作を熟達することにより、操作時間の短縮および適合性の向上が期待できた。

謝 辞

本実験を遂行するにあたりまして、ご協力をいただきました総合歯科医学研究所の伊藤充雄教授に感謝いたします。

文 献

- 1) Blanks, R. G. (1990) Conservative posterior ceramic restorations: A literature review. *J. Prosthet. Dent.* **63**: 619-626.
- 2) Phillips, R. W. (1973) *Skinner's Science of Dental Material; Dental porcelain*, 7th Ed., 526-555. Saunders, Philadelphia/London/Toronto.
- 3) Leinfelder, K. F., Taylor, D. F., Barkmeier, W. W. and Goldberg, A. J. (1986) Quantitative wear measurement of posterior composite resins. *Dent. Mater.* **2**: 198-201.
- 4) Qualtrough, A. J. E., Wilson, N. H. F. and Smith, G. A. (1990) The porcelain inlay: A historical view. *Oper. Dent.* **15**: 61-70.
- 5) 山本昭夫, 桑澤 修, 宮下昌俊, 木村卓也, 笠原悦男, 安田英一 (1995) ミリング型セラミックインレーシステム“セレイ”の評価 第1報 製作方法と操作性について. *松本歯学*, **21**: 20-26.
- 6) Siervo, S. (1993) Examination of the occlusal and aproximal margin quality. Summary of the 1st International CELAY-User Symposium: 8.
- 7) 河合啓次, 林 美加子, 飯田陽子, 土井 亮, 玉置尚志, 鳥居光男, 土谷裕彦 (1993) 二種のミリング型セラミックインレーシステム Celay, Cerec の比較—窩壁適合性と操作時間からみた、両システムの習熟難易度— *日歯保誌*, **36**: 1659-1667.
- 8) 勝部直人, 山田敏元, 北迫勇一, 李 敬淑, 原田直子, 佐藤暢昭, 猪越重久, 高津寿夫 (1994) 歯科修復用ポーセレンミリングシステム“セレイ”の操作性と適合精度について. *日歯保誌*, **37**: 826-832.
- 9) 林 美加子, 小川尚志, 土井 亮, 河合啓次, 鳥居光男, 土谷裕彦 (1994) ミリング型セラミックインレーシステム Celay[®] の窩壁適合性に関する研究. *日歯保誌*, **37**: 1763-1768.
- 10) 黒須アイ子, 井手喜美子 (1960) インレーおよびクラウンの合着前後の適合度について. *口腔病誌*,

- 27 : 423-435.
- 11) 林 美加子, 土井 亮, 小川尚志, 河合啓次, 鳥居光男, 土谷裕彦 (1994) ミリング型セラミックインレーシステム CELAY[®] 高壁適合性に関する研究. 一特にプロインレーの適合性について—日歯保誌, 37 : 1401-1405.
 - 12) 安田英一 (1994) 鑄造修復とは/保存修復学; 第3版, 医歯薬出版, 東京, 243-252.
 - 13) Leinfelder, K. F., Isenberg, B. P. and Essig, M. E. (1989) A new method for generating ceramic restorations: a CAD-CAM system. J. Am. Dent. Assoc. 118 : 703-707.
 - 14) 北迫勇一, 山田敏元, 原田直子, 園田秀一, 猪越重久, 高津寿夫 (1994) 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. 日歯保誌, 37 : 411-422.