辺縁性歯周疾患における歯冠補綴物の原因性に関する研究

第3報 歯冠補綴物の歯頸側辺縁部におけるリン酸亜鉛セメントの観察

井上 昌幸 橋 本 優 川島 泰三
田本 寛光 松井 裕子

The Influence of the Fixed Prosthetic Appliance in the Pathogenesis of Periodontal Disease

Part 3. The Microscopic Observation of Zinc Phosphate Cement at the Cervical Margin

Masayuki Inoue, Yu Hashimoto, Taizo Kawashima,
Hiromitsu Tamoto and Yuko Matsui

I. 緒 論

インレーあるいは歯冠補綴物の辺縁部で装着用のセメントが唾液に溶解する現象は修復物の脱落あるいは2次う蝕、歯周疾患の原因として極めて重視されている。

しかしながら、セメントの溶解についての研究は試料を蒸留水や各種の溶液中に浸漬し、その減量を測定する基礎実験、あるいはセメントを義歯に埋め込み口腔内に一定期間装着した時の減量を測定する方法が採られているのみで、支台歯に装着された修復物の辺縁部のセメント層の変化そのものについての観察はこれまでほとんど報告されていない。加えてセメントの溶解欠如に伴う支台歯やその周囲の組織の変化も全く明らかにされていない。特に金属冠等の歯冠補綴物ではセメントは、i) 標準稠度よりも低い粉液比で使用されることが多い。ii) セメント層が薄い。iii) 完全硬化前に唾液あるいは歯肉囊からの滲出液に触れる機会が多い。iv) 常に唾液や滲出液が灌流するので、セメント周囲の Ca^{++} 等の濃度は必ずしも高くない。v) 細菌叢が辺縁セメント層付近に形成され細菌の産生物等によつて特殊な環境となることなどが想像される。したがつて、そこで進行するセメン

トの欠如は基礎実験におけるセメントの溶解とはかなり趣を異にするであろう。

口腔内支台歯に装着された歯冠補綴物の辺縁部におけるセメント層の溶解、欠如の様相を観察し、まずその実態を知る必要があると考える。著者ら^{1,2)}は既に前報において、この点について簡単な報告を行つたが、今回はより詳細な検討を試みた。

II. 実験材料および方法

永久歯が完全に萌出し、歯牙・歯周組織が健全と認められる健康なカニクイザル（平均体重 5 kg）2頭を用い、その臼歯部 40 歯の中 15 歯を実験の対象とした。

まず塩酸ケタミンによる全身麻酔を施し、次いでシリコーン印象材にて臼歯部歯列印象を行い、支台歯用小型トレー、仮封冠および蠟型採得のための研究用模型作製の補助とした。支台歯形成はエアータービンを用い、shoulder および shoulderless type の辺縁形態を有する全部鑄造冠支台の形成を行つた。つづいて先のシリコーン印象を用い即時重合レジンにて支台歯用小型トレーを作製し、チオコールラバー印象材で最終印象を行つた。仮封冠もこのシリコーン印象を用い即重レジンで作製し、亜鉛華ユージノール系セメントにて仮着した。鑄造冠は通法の間接法にもとづき研究用模型を参考にして可及的に形成前の歯冠形態に近く作製した。材料はG社製 Type IV 金合金を使用した。支台歯形成約1週後、

東京医科歯科大学第2歯科補綴学教室
Dept. of Prosthodontics II, Faculty of Dentistry,
Tokyo Medical and Dental University
昭和52年8月31日受付

仮封冠を撤去し、上記の鑄造冠をリン酸亜鉛セメント（G社製 Elite セメント、以下セメントと略記する）にて装着した。装着に際しては通法に従った臨床操作を行い余剰セメントの除去にはエキスカベータ、探針を用い細心の注意を払った。なお、リン酸亜鉛セメントは標準稠度では冠装着に使用することが困難なため、いわゆる臨床的稠度によった。すなわち著者らの教室で臨床経験の比較的長い教室員 10 名を選び鑄造冠を装着することを想定してリン酸亜鉛セメントを練和させ、その粉液比を測定、平均したところ、液 0.5 ml に対し粉 1.3 g（室温 22°C）が得られたので本実験においてもこの稠度で冠を装着した。鑄造冠装着期間は 13, 30, 40, 60, 65, 75, 90, 100 日とし、100 日目に同時に資料採取を行った。固定、包埋、頬舌断薄切切片作製、染色の操作は第 1 報¹⁾の標本作製法に従った。上記の方法によって作製した標本を光学顕微鏡で観察した。

なお、本実験では種々の程度の適合度（セメント層の厚さ）における辺縁部の様相を観察することを目的とした。しかしながら、あらかじめ決められたセメント厚さに冠を装着することは困難なため、一部の資料を除いてはセメント層を可及的に薄くするための格別の努力は払わず、故意にセメント層を厚くしたものもある。したがって、後記のようにセメント層 0 μm から 300 μm 以上のものまでさまざまな状態のものが得られた。言うまでもなく適合のよい冠のセメント層を薄く装着することはかなり困難な操作ではあるが、ここに見られる比較的不良なセメント層をもつて即、臨床的限界ではないことを明記したい。

III. 観察所見

1. 鑄造冠、支台歯、セメントの辺縁部における形態

まず頬舌断薄切標本上で冠、支台歯の歯頸側辺縁部と同部のセメント層の形態の相互関係について検討を加えた。

1) 鑄造冠

拡大率約 100 倍で観察すると、冠辺縁は支台歯形成面を完全には被覆せず、冠辺縁内側の形態も厳密な意味では支台形態と一致していない。しかしながら形成から装着に至る鑄造冠の製作過程において、さらに精度を向上させることはかなり困難と考えられ、これをどのように評価するかは今後の研究に俟たねばならないであろう。

2) 支台歯

支台歯形成面の辺縁は、その断面で shouldr, shoul-

図 1 Shoulder 形態における支台歯辺縁欠損の 1 例

M: 冠辺縁部 C: セメント E: エナメル質
D: 象牙質 / 矢印: Bevel 状の欠損

derless 形態の如何に拘らず、形成面と非形成面との境界は明瞭であつた。ただし、shoulder 形態では、その辺縁がほとんどすべての例において図 1 にみられるように幅 50~200 μm 、歯冠軸に対して 30°~45° で bevel 状に欠けていた。これは意識的に bevel を付与したものではなく、形成中のエナメル質の自然破折によるものか、あるいは形成中のミスによるものかは不明である。またエナメル小柱の走向からみてこの破折部が遊離エナメル質であつたとは考えにくい。なお、鑄造冠辺縁および支台歯辺縁の形態等については別の機会に報告する予定である。

3) セメント

鑄造冠を装着した 15 歯からそれぞれ各 5 枚宛標本を選択し、一部観察不能なものを除いた辺縁 114 例についてセメントの様相を観察した。余剰セメントが辺縁からはみ出しているもの 9 例、冠辺縁と一致しているもの（欠如量 0 μm のもの）28 例、欠如のみみられるもの 77 例であつた。欠如のあるセメント層の表面形態を断面でみると、図 2 に例示されるように複雑な形態を示すが、切削面あるいは金属面にほぼ垂直の直線形態をしたもの（図 3-①）が最も多く 77 例中 44 例、次に下堀れ状態つまり支台歯面側のセメントが多く消失しているもの（図 3-②）およびその逆の形態つまり金属面側部が欠けているもの（図 3-③）が多かつた。また中央部が欠けているも

の(図3-④), 逆に突出しているもの(図3-⑥)もわず
かではあるが見られた。ただし, セメント層の厚さが
20 μm 未満のものでは形態の識別が困難であつた。

2. セメント層の厚さと欠如量の測定

上記のようにセメント層, 支台歯, 鑄造冠の辺縁部は
種々の状況を呈している所以以下の測定基準を便宜的に設
定し計測した。計測には接眼マイクロメーター(精度 1/
100 mm)を使用し, 10 μm 未満は切り捨てた。

1) 測定基準

冠辺縁においては, 冠表面の研摩面から非研摩面に移
行する点, および支台歯においては, 形成面から非形成
面へ移行する点をそれぞれの測定の基点とした。

a) 2つの基点を結んだ線がほぼ歯冠の形態になるも

図2 辺縁部におけるセメント層の様相
M: 冠辺縁部 C: セメント T: 支台歯
De: セメント欠如部 G: 歯肉

の(図4)。

2つの基点を結び, セメント層の厚さとしその中点よ
り欠如の最深部までの距離を欠如量とする。なお, この
形態は辺縁が shoulder 形態のものに多く見られた。

b) 冠辺縁および支台歯辺縁に上記の明確な基点が存
在しても, それらを結んだ線が歯冠形態から著しく逸脱
するもの(図5)。

(i) 本標本において冠辺縁内面と支台歯辺縁の形成
面がほぼ平行なもの(図5-(i))。

この場合にはセメント層の厚さは, どの部位で測定し
ても大差はない。この形態は一般に辺縁が shoulderless
形態のものに見られた。

(ii) 同様に冠辺縁内面と支台歯の形成面が平行でな
いとき(図5-(ii))

この場合はセメント層の厚さは, どこを測定するかに

図4 セメント層の厚さと
欠如量の測定基準(a)

M: 冠辺縁部 C: セメン
T: 支台歯 P, Q: 基
点 P-Q: セメント層の厚
さ r: 欠如量

図3 辺縁部セメントの欠如の諸形態

M: 冠辺縁部 C: セメント T: 支台歯

よって大きく変動する恐れがある。

(i), (ii) いずれの場合も冠辺縁の基点から支台歯形成面に垂線を下し、その垂線の長さをセメント層の厚さとし、その垂線の中点から欠如の最深部までの距離を欠如量とする。

図 5 セメント層の厚さと欠如量の測定基準 (b)

M: 冠辺縁部 C: セメント T: 支台歯 P: 基点 P-Q: セメント層の厚さ r: 欠如量

2) 測定結果

i) 辺縁部セメント層の厚さと欠如量について

辺縁部セメント層の厚さと欠如量の測定結果をまとめて図 6 ならびに表 1 に示す。横軸はセメント層の厚さ、縦軸はその欠如量で単位はいずれも μm である。●は装着期間 40 日以下、○は同じく 60 日以上を示している。両者の分布傾向から推測できるようにこの程度の期間では特に欠如量と装着期間には関係がないように思われる。

また表 1 はこれをセメント層、欠如量のそれぞれについて $100 \mu\text{m}$ ごとに装着期間に関係なくまとめたものである。すなわちセメント層の厚さが $0 \sim 100 \mu\text{m}$ のものでセメントの欠如が $0 \sim 100 \mu\text{m}$ のものは 105 辺縁中 51 辺縁また欠如量 $110 \sim 200 \mu\text{m}$ のものは 7 辺縁であることを示している。

なお表の右端欄は各セメント層の厚さに属する辺縁の欠如量の平均と標準偏差を示している。すなわち、セメント層の厚さ $100 \mu\text{m}$ 以下の辺縁は平均 $57.7 \mu\text{m}$ の欠如量となる。

一般にセメント層が厚くなると欠如量の増加の傾向が認められるが、セメント層の厚さが $100 \mu\text{m}$ 以下の辺縁

図 6 辺縁部セメント層の厚さと欠如量の関係

●: 装着期間 40 日以下 (58 例)
○: 装着期間 60 日以上 (47 例)

相関係数 r

40 日以下の群: $r=0.82$

60 日以上群: $r=0.49$

図中の直線は 40 日以下の群と 60 日以上群のそれぞれの回帰直線をあらわす。

図 7 辺縁形態の相違におけるセメント層の厚さと欠如量の関係

図左: Shoulderless 形態, 図右: Shoulder 形態

表 1 セメント層の厚さとセメント欠如量

欠如量 (μm) セメント 厚さ (μm)	0 ≤	≤ 100	110 ≤	≤ 200	210 ≤	≤ 300	310 ≤	計	平均 (μm)
0 ≤	51		7		1		1	60	57.7 ± 72.1
110 ≤	15		3		3		0	21	100.0 ± 99.1
210 ≤	4		6		5		2	17	215.9 ± 140.2
310 ≤	3		1		1		2	7	235.7 ± 203.5
計	73		17		10		5	105	

でも欠如が 210 μm, および 310 μm 以上のものが各 1 辺縁あつたり, セメント層の厚さが 310 μm 以上でも欠如量が 100 μm 以下のものが 3 辺縁認められている。

また図 7 は辺縁部形態の比較的明確なものの 93 辺縁を shoulder および shoulderless の 2 形態に分け, セメント層の厚さと欠如量の関係をグラフに示したものである。

Shoulder 形態は shoulderless 形態に比べ冠装着時の浮き上り量がそのまま辺縁部での露出セメント層の厚さとして示されるため, 本実験でも shoulderless 形態に比較してセメント層は厚いものが多くなっている。Shoulderless 形態ではセメント層 100 μm 以下のものが 61 辺縁中 45 で, 全セメント層の平均厚さ 87.5 μm であるのに反し, shoulder 型では 100 μm 以下のものが 32 辺縁中 10 例で, 平均厚さも 205.9 μm であつた。それに伴い, セメントの欠如量も多くなっていることが分る。セメント欠如量 100 μm 以下のものは shoulderless 形態では 61 辺縁中 51, shoulder 形態では 32 辺縁中 17, 平均欠如量もおおの 61.8 μm, 136.3 μm であつた。

表 2 同じ辺縁形態を有する頬側および舌側
辺縁部セメント層の厚さ

資料	部位	頬 側 (μm)			舌 側 (μm)		
		最小値	平均値	最大値	最小値	平均値	最大値
1		10	44.0	70	0	80.0	120
2		50	150.0	250	100	278.3	450
3		100	194.3	300	150	225.7	300
4		120	242.5	300	50	67.5	100
5		20	30.0	40	0	30.0	80
6		0	40.0	100	40	47.5	50
7		50	137.5	200	20	33.3	50
8		80	103.3	140	0	54.0	100
9		250	303.3	350	30	80.0	150

また, 冠辺縁の位置すなわち歯肉縁上に位置するか, 縁下に位置するかはセメント厚さ, 欠如量の何れにも顕著な影響は与えていないように思われた。

ii) 頬側および舌側における辺縁部セメント層の厚さについて

観察には頬・舌側が同じ辺縁形態を有する9本の被験歯を用い、各歯からそれぞれ5枚ずつの標本を選び、頬・舌側の辺縁セメント層の厚さを比較した。表2にその結果を示す。

すなわち、資料1においては頬側で辺縁セメント層の厚さが最も薄い場合で10 μm 、厚い場合で70 μm 、平均44 μm 、舌側ではそれぞれ0 μm 、120 μm 、80 μm であったことを示している。

これによると各資料の頬側あるいは舌側におけるセメント厚さの最小値、最大値で表わされるバラツキがかなり大きい例のあることも分る。例えば資料2では頬側のバラツキは200 μm 、舌側では350 μm を示している。このバラツキは印象から鋳造、研磨に至る工程における冠辺縁の取扱いに起因するとみるのが妥当であろう。

IV. 考 察

1. 本法による辺縁セメントの観察について

歯冠補綴物の装着に用いられるセメントが長期間経過すると辺縁で欠如を生じる。その欠如部に付着する菌垢により2次う蝕あるいは歯周疾患が発生し、ひいては補綴物の脱落を来すとされている。事実、長期間装着された不適合なクラウン辺縁のセメントは大きく欠如していることが井上²⁾、吉井³⁾らによつて報告されている。ところでこの欠如はどのようにして生じるのであろうか。セメントの溶解性については基礎実験的な研究が多く、ADA規格試験値 No. 8⁴⁾ (37°C 蒸留水中に23時間浸漬)では最大0.2重量%であり、倉賀野⁵⁾は粉液比1.2 g/0.5 ml~2.0 g/0.5 mlの範囲でこの規格に合格し、また高橋ら⁶⁾はリン酸亜鉛系セメント8商品のテストを行つた結果すべてこの規格を満足していると報告している。しかしながらこれらの実験は比較的大きな(直径20~30 mm)円板型の試料を蒸留水中に浸漬した実験であり、そのデータは1つの基礎的資料とはなり得ても実際のクラウンの辺縁におけるセメントの欠如の様相を表わしているとは言いがたい。すなわち、以下に述べるような多くの点でかなりの相違が生じてくると思われる。

i) 臨床的に用いる場合はセメントの流れをよくし装着時の浮き上りを抑制するために、粉液比を基礎実験よりやや低下させて用いることが通例であること。ii) セメントが接触する支台歯の乾燥状態は完全でなく、したがつてそこにふれるセメントは硬化前に少量ではあるが湿気にさらされていること。iii) 硬化前の湿気については唾液や歯肉嚢からの滲出液によるものの方がさらに危

険が大きいこと。iv) さらに、硬化後も常に唾液、滲出液に洗い流され、周囲の Ca^{++} 濃度は飽和状態になかなか達しないと考えられること。v) その周囲には菌垢が付着することが多く、細菌の影響を強く受けていること。vi) 口腔内に露出されるセメント層は薄く、基礎実験試料のような形態ではないなどの点が挙げられる。

したがつて、このような状態におけるセメントの崩壊の状況を観察し、その上で基礎実験の数値と比較すればより臨床に即したセメントの品質の実情あるいは装着用セメントが具備すべき諸要件を明らかにすることが可能となろう。

2. 辺縁セメントの欠如について

観察測定結果に見られるように、辺縁セメントの欠如はさまざまな形態、程度に生じているが、欠如に関与する因子は次のごとく考えることができよう。

1) まず装着時においては、特に直接関係するのは硬化後のセメントの除去の程度であらう。事実、何例かには取り残しのセメントが辺縁部に存在するのが認められた。これは装着期間がかなり長いものにも(75日)存在しており、歯肉嚢内でのセメントの溶解もあまり進行していなかったことがうかがわれる。余剰セメントの残存についてはこれまでも内山ら⁷⁾が鋳造冠辺縁で認めており、装着当時どの程度の量のセメントが取り残されているかは不明であるが、相当長期間にわたつて残存する場合のあることも判明した。また逆にセメントの取り過ぎの現象も不可避で、特に厚いセメント層ではこの現象が起り易いことが推測される。装着時間の長短に関係なく厚いセメント層の場合に大きい欠如が生じていることがこのことを推測させる。

2) セメント内の気泡の存在について

装着時セメント中には多くの気泡が混在するはずである。小さい気泡はセメントの練和時に、あるいは支台歯や冠の内面にも混入していると考えられ、大きい気泡は支台歯の裂溝部分や冠内面にセメントを満たす時に混入したと考えられる。装着時のセメントの気泡については既に井上²⁾が報告したが、これが装着時セメントの流れとともに辺縁に達すると圧平され、かなり広い範囲でセメントの欠如が生じることも考えられる。薄いセメント層でありながら200 μm 、あるいは300 μm ものセメント欠如量を示したのはあるいはこの現象が原因となつているのかもしれない。

3) 硬化後のセメントの劣化について

前項でも述べたように、セメント硬化時、口腔内においてその付近の環境は完全な乾燥状態を得ることがきわ

めて困難で硬化前,あるいは硬化中のセメントに水分が混入する機会が多い。さらに支台歯に付着していた有機物の混入もこれを強めているであろう。このようなセメントでは硬化後,その機械的あるいは化学的性質が劣化することは考え得る。

4) 硬化後の崩壊について

唾液,歯肉囊からの滲出液,さらに歯垢等に存在する細菌が辺縁に露出するセメント層を溶解,崩壊させる過程が考えられる。この実験で観察された辺縁セメントの露出表面にフクシンが浸透している像が認められた。これは長期間ヒトの口腔内に装着されていた冠の辺縁セメントでも認められている¹⁾。本実験では装着期間が長くても100日程度であつたため十分にこの溶解による崩壊,欠如の過程をとらえることができなかったが,より長期間の実験期間をとればこの現象を認めることができよう。

V. 結 論

歯冠補綴物,支台歯,歯周組織を一塊とした標本より,冠辺縁部における装着用セメントの様相を光学顕微鏡にて観察し次のような結果を得た。

1. 鑄造冠,支台歯,装着用セメントの辺縁部縦断面は様々な形態を示しているが,特にセメントに欠如が見られた。原因としては余剰セメント除去時の機械的操作,セメントの溶解および気泡の存在などが考えられる。

2. セメントの欠如量は鑄造冠の辺縁部の適合状態,つまりセメント厚さに影響され,セメント厚さが大きくなると欠如量も増加する傾向が認められた。

3. 適合性が比較的良好な場合(セメント厚さが100 μ m以内)では,欠如量もほぼ100 μ m以内であつた。

4. 支台歯および冠の辺縁が shoulder 形態のものは shoulderless 形態に比較してセメント層が厚い。

5. セメント層の厚さ欠如量は冠辺縁の位置が歯肉縁上であると縁下であるとかかわらず,有意な差は認められなかった。

6. 同一の冠においても辺縁部セメント層の厚さは頬・舌側でそれぞれやや大きなバラツキを示したが,これは冠製作時の辺縁処理の難しさに起因すると思われる。

文 献

- 1) 井上昌幸,他:辺縁性歯周疾患における歯冠補綴物の原因性に関する研究,第1報,歯冠補綴物ならびに歯牙,周組織を含めた組織標本作製に関する検討,補綴誌,20:689~693,1977.
- 2) 井上昌幸:辺縁性歯周疾患における歯冠補綴物の原因性に関する研究,第2報,特にその歯頸側辺縁部に関する検討,補綴誌,21:10~20,1977.
- 3) 吉井 久:金属冠装着による歯牙および歯頸部附近組織の変化に関する病理組織的研究,歯科学報,57(2),別刷,1~22,1957.
- 4) American Dental Association:Guide to dental materials and devices. 189~193,1974~1975 (7th ed.).
- 5) 倉賀野勲:カルボキシレート,コンポジットタイプおよびリン酸セメントの操作条件が合着性能に及ぼす影響,歯材器誌,32:231~261,1976.
- 6) 高橋重雄,他:合着用材料をテストする,DE,26:12~23,1973.
- 7) 内山洋一,他:全部鑄造冠の1臨床例における適合度の観察,補綴誌,9:125~134,1965.