露出セメント質の形態的变化に関する統計学的研究

高田 耕平 西村 和晃 山田 実 山岡 昭

大阪歯科大学歯周病学講座

(主任：山岡 昭教授)

(平成2年9月20日受付)

Statistical Analysis of Morphological Changes in Periodontally Diseased Cementum

Kohei TAKADA, Kazuaki NISHIMURA, Minoru YAMADA and Akira YAMAOKA

Department of Periodontology, Osaka Dental University

5-31, Otemae 1-chome, Chuo-ku, Osaka, 540, Japan

(Chief : Prof. Akira YAMAOKA)

Previous works in our laboratory have shown that morphological change hardly occurs in cementum corresponding to the periodontal pocket. The present study was carried out to statistically analyze the morphological changes in diseased cementum.

Fifty human periodontally involved teeth were used. Following the longitudinal splitting of extracted teeth, root fragments were processed for examination by SEM. Subsequently, all the specimens were divided into three groups according to the following criteria : Group A, attachment loss of less than 4 mm ; Group B, attachment loss of 4~7 mm ; and

Group C, attachment loss of more than 8 mm. A total of 50 fractured surfaces were evaluated for statistical analysis of morphological changes. The results showed that no morphological changes were detected at any site on the diseased cementum in Group A. Furthermore, there were no significant differences ($P<0.05$) between diseased and healthy cementum in terms of the structure of the inner layer, while superficial cementum showed some changes in Groups B and C. This statistical study demonstrated that the inner layer in periodontally diseased cementum was healthy.

Key words : Diseased cementum, Cementum preservation

要旨：著者らは前回、露出セメント質の深層部は保存可能かどうか形態的な面から検索を加えるため、ヒト歯周疾患歯セメント質を SEM, TEM を用いて観察した。その結果、ポケット対応セメント質の深層部は何ら形態的变化がみられず、露出セメント質の完全除去は必ずしも必要でないことを示した。今回は、深層セメント質の形態的变化を、より客観的に分析するため、50本のヒト歯周疾患歯を、アタッチメントロスが4mm未満の群(A群)、4~7mmの群(B群)、8mm以上の群(C群)の3つの群に分け、各群ごとに、セメント質断面ならびに根表面をSEMにて観察、断面の形態的变化を数量化し、統計処理を行った。その結果、A群試料の露出セメント質においては、その表層部、深層部ともに、intactなセメント質と比べて統計学的に有意な形態的差異は認められなかった。B群ならびにC群の露出セメント質においては、表層部に種々の形態的变化が見られたものの、深層セメント質にはほとんど変化はみられず、統計的にも有意な形態的差異はみられなかった。このことから、露出セメント質深層部の健全性がより確実となった。

索引用語：露出セメント質，セメント質保存

緒 言

近年，セメント質の性状について多面的に検索が加えられ，その存在は歯肉付着再確立に多大な好影響を及ぼすことが明らかになっている¹⁻⁴⁾。このようなセメント質の有用性にかかわらず，ポケットに露出したセメント質には，種々の変化が生じており，その結果，その残存は術後の歯肉付着を妨げるとされている^{5,6)}。従って，我々は，日常臨床で，その徹底除去を心がけている。しかし最近，Nakib ら⁷⁾は，エンドトキシンの吸着はセメント質の表層に限られていることを報告し，また著者ら⁸⁾も，SEM，TEM を用いてヒト歯周疾患歯を検索したところ，ポケット対応セメント質の深層部は，殆ど形態的，構造的変化を受けていないことを示した。半面，Daly ら⁹⁾は，ヒト歯周疾患歯のセメント-象牙質付近に，microbial deposit の存在を認めたと報告しており，さらに Adriaens ら¹⁰⁾は，ルートプレーニング後の歯周疾患歯の 87% において，セメント質直下の象牙質からも細菌が分離培養されたと述べている。

このように現在なお，露出セメント質の変化が深層部にまで及んでいるかどうかについては意見の対立が見られ，そのため，露出セメント質の臨床的取り扱いについては一定の見解が得られていない。そこで前回著者らは，露出セメント質深層部が，新付着の獲得に利用可能かどうか，SEM ならびに TEM を用いて，ヒト歯周疾患歯セメント質を形態的に観察し，ポケット内のセメント質深層部は，正常セメント質と何ら形態的相違が無いことを示した。今回は，露出セメント質深層部の形態的变化を客観的に分析するため，さらに試料の数を増やし，ヒト歯周疾患歯のセメント質断面を SEM を用いて観察し，形態的变化の統計処理を行った。

材料と方法

被験歯として，大阪歯科大学付属病院保存3科に来院した40名の患者において，抜歯と判定された3～10mmの歯周ポケットを有し，過去にスクーリングの既往が無い歯50本を使用した。被験歯を抜去する前に，唇側中央部のポケットを測定，抜去後直ちに Waerhaug¹¹⁾の方法に基づき，唇側のアタッチメントロスを mm 単位

で測定，その後 0.1 M カコジル酸緩衝 2.5% グルタルアルデヒド溶液で 4℃，6 時間固定。ついで，結合組織性付着の最歯冠側部を含む唇側のポケット対応面を，高速回転のダイヤモンドバーにて，注水下で短冊状に細切し，上昇エタノール列にて脱水。ついで，液体窒素に入れ固化。固化後，前もって歯髄側に入れたグループにノミを当て，ハンマーで割断した。割断片の臨界点乾燥を行い，割断片の一方については根表面に，他方は割断面に対してそれぞれ金蒸着を施し，SEM（日立 S-430）にて，歯周ポケット内に露出していたセメント質の表面ならびに割断面を詳細に観察，撮影した。

割断面試料については，その SEM 合成写真を作成し，ポケット測定値を撮影倍率に換算することによって歯肉辺縁相当部を判別し，ポケット対応セメント質を明示した。その SEM 像において，図1に示す如く，垂直的にはポケット浅部，中央部，深部と3等分し，さらにそれら3区画の各部分を水平的に，表層，中間層，深層

Examined areas

- P1: Coronal portion
- P2: Middle portion
- P3: Apical portion
- L1: Surface layer
- L2: Subsurface layer
- L3: Inner layer

Morphological changes

1. Alterations of intrinsic fibers
2. Alterations of extrinsic fibers

図1 ポケットに対応するセメント質断面の観察部位

De: 象牙質 Ce: セメント質
Pf: 歯根膜線維 G: 歯肉

図 2 アタッチメントロスが 4 mm 未満の A 群に一般的な露出セメント質表面 SEM 像

Plaque はほとんど見られず、コブ状の隆起が規則的である。

図 3-1 ポケット浅部に対応する、A 群の露出セメント質断面の SEM 像

固有線維、外部性線維ともに intact なセメント質 (図 3-2) との形態的相違はほとんど認められない。

Exf: 外部性線維 Inf: 固有線維 RS: 根表面

の 3 層に等分した。そして一試料につき計 9 箇所における固有線維ならびに外部性線維の形態を、ポケット底より約 2 mm 根尖側部の intact なセメント質のそれらと比較して、差異のない部位には 0, 少しある部位には 1, 大きな差異がある部位には 2, というように、各部位に点数を与え、形態的变化を数量化した。ついで、全試料を、アタッチメントロスが、4 mm 未満の群 (A 群-15 本), アタッチメントロスが 4~7 mm の群 (B 群-15 本), アタッチメントロスが 8 mm 以上の群 (C 群-20 本) の 3 群に分け各群ごとに変化度 1 に対する平均値検定 ($P < 0.05$) を行った。

結 果

A 群試料の電顕所見

アタッチメントロスが 4 mm 未満の群では表面観察試料のほとんどにおいて、その表面に attachment plaque はあまりみられず、健全セメント質表面に特有なコブ状の隆起が認められた (図 2)。また切断試料においては、互いに平行な幅約 5 μ m の外部性線維 (Extrinsic fiber) が規則的に走行し、その間に縦横に走る短い固有線維 (Intrinsic fiber) が明瞭に認められ (図 3-1), 根尖側の

図 3-2 ポケット底より根尖側部の intact なセメント質

Exf: 外部性線維 Inf: 固有線維 Pf: 歯根膜線維

非露出部セメント質断面 (図 3-2) と比べて形態学的差異は認められなかった。

A 群試料の統計結果

表 1 は、A 群試料の露出セメント質断面各部位における変化の平均値を示している。その数値は、ポケット深部より浅部に、深層部より表層部に向かう程大きくなる傾向が認められたが、固有線維、外部性線維の両者と

表 1 A 群試料の統計結果

	Alteration of Intrinsic fibers			Alteration of Extrinsic fibers		
	L ₃	L ₂	L ₁	L ₃	L ₂	L ₁
P ₁	0.33 ±0.49	0.40 ±0.51	0.67 ±0.45	0.20 ±0.56	0.40 ±0.74	0.53 ±0.64
P ₂	0.27 ±0.46	0.33 ±0.49	0.53 ±0.52	0.20 ±0.41	0.33 ±0.49	0.67 ±0.72
P ₃	0	0.07 ±0.26	0.13 ±0.35	0	0	0.13 ±0.35
	Mean ±SD	Not significant				
	Mean ±SD	Significant P (0.05)				
		N = 15

図 4-1 アタッチメントロスが 4~7 mm の B 群試料における、ポケット中央に対応するセメント質断面 SEM 像

表層より約 20 μm の幅で外部性線維が消失している (矢印)。

RS : 根表面

もに、いずれの部分においても有意の変化は認められなかった ($P < 0.05$)。

B 群試料の電顕所見

アタッチメントロスが 4~7 mm の群の断面試料において、ポケット浅部のセメント質表層では、固有線維が不明瞭となる傾向がみられ、ポケット中央部、深部のセメント質表層に比べて、やや石灰化が進行しているように思われた。一方、ポケット中央部のセメント質表層では、外部性線維の消失あるいは不明瞭化などの変化が見られた (図 4-1)。また、ポケット浅部ならびに中央部セメント質の表面観察試料では、大小様々な吸収窩が散見された (図 5)。断面試料において、その深さは一様でなく、深いものでは、その窩底がセメント質全層の 1/2 にまで達しており (図 6-1)、底部には、長短の桿菌を主体とする夥しい細菌集落が認められた (図 6-2)。しかし、これら細菌のセメント質深部への侵入は見られなかった (図 6-1)。このように、この B 群では、ポケット浅部ならびに中央部に対応するセメント質の表層に、種々の形態的变化がみられた一方で、ポケット深部に対応するセメント質表面には、A 群試料で見受けられたものと同様なコブ状の隆起が認められ、同試料の断面においてもその表層部に大きな変化はみられなかった。さらに、この群における深層セメント質の形態的变化は、ポケット

図 4-2 図 4-1 と同一試料の intact なセメント質断面 SEM 像

Pf : 菌根膜線維

図 5 B群試料のポケット浅部に対応するセメント質表面 SEM 像
大小の吸収窩が認められる。

表 2 B群試料の統計結果

	Alteration of Intrinsic fibers			Alteration of Extrinsic fibers		
	L ₃	L ₂	L ₁	L ₃	L ₂	L ₁
P ₁	0.60 ±0.63	0.62 ±0.63	0.87 ±0.64	0.27 ±0.59	0.60 ±0.63	1.20 ±0.68
P ₂	0.20 ±0.41	0.33 ±0.49	0.67 ±0.72	0 ±0.83	0.60 ±0.83	0.67 ±0.90
P ₃	0	0	0.13 ±0.35	0	0.07 ±0.26	0.02 ±0.41
	Mean ±SD	Not significant		Mean ±SD	Significant P (0.05)	
					N=15	

浅部から深部に至るまで、ほとんど認められなかった。

B 群試料の統計結果

統計学的には、固有線維、外部性線維両者の変化ともに、その平均値はA群と同様にポケット深部より浅部、深層部より表層部に向かって増加する傾向を見せたが、有意の変化 ($P<0.05$) は、ポケット中央部、浅部の表層に限られていた (表2)。

図 6-1 B群試料のポケット浅部に対応するセメント質断面 SEM 像

セメント深層にまで達する深い吸収窩。

RS: 根表面 Ce: セメント質 De: 象牙質

図 6-2 図 6-1 の白枠の拡大像

夥しい長短の桿菌が集落を形成している。

表 3 C群試料の統計結果

	Alteration of Intrinsic fibers			Alteration of Extrinsic fibers		
	L ₃	L ₂	L ₁	L ₃	L ₂	L ₁
P ₁	0.40 ±0.63	0.53 ±0.64	1.07 ±0.59	0.33 ±0.62	0.67 ±0.62	1.20 ±0.68
P ₂	0.07 ±0.26	0.20 ±0.41	0.67 ±0.49	0 ±0.77	0.80 ±0.77	0.47 ±0.74
P ₃	0	0.13 ±0.35	0.20 ±0.41	0	0.20 ±0.56	0.07 ±0.26
	Mean ±SD	Not significant		Mean ±SD	Significant P (0.05)	
					N=20	

C 群試料の電顕所見

アタッチメントロスが 8 mm 以上の C 群では、そのほとんどの試料の根表面に、桿菌、糸状菌より成る bacterial plaque が広範囲に付着していた (図 7)。これら

図 7 アタッチメントロスが 8 mm 以上の C 群のセメント質切断 SEM 像

ポケット浅部, 中央部に対応するセメント質には, 広範囲に plaque が付着している。

De: 象牙質 Ce: セメント質 Pf: 歯根膜線維

plaque に覆われた露出セメント質の切断面においては, 表層より幅約 $10\ \mu\text{m}$ の範囲で高度な石灰化帯が認められた (図 8)。しかし, 石灰化した plaque で覆われたセメント質の切断面においても, 外部性線維の配列の乱れは表層に限られており (図 9), いずれにしても深層 2/3 のセメント質には intact なセメント質に比べてほとんど形態学的変化は認められなかった。また, この群においても, B 群試料と同様, ポケット深部に対応するセメント質の表層には形態学的変化は認められなかった (図 7)。

C 群試料の統計結果

アタッチメントロス 8 mm 以上の C 群試料においては, 固有線維の変化はポケット浅部の表層に限られていたが, 外部性線維については, ポケット中央の中間層にも有意の変化 ($P < 0.05$) が認められた (表 3)。

考 察

最近, 露出セメント質の生物学的, 構造的, 物理化

図 8 図 7 における白枠 (上方) の拡大像
根面は未石灰化の plaque で覆われており, 表層より $10\ \mu\text{m}$ の幅で過石灰化帯を認める。
P: plaque

図 9 図における白枠 (下方) の拡大像
表層にわずかな外部性線維の走行の乱れを認めるが, 深層セメント質にはほとんど変化がみられない。

Cal: 歯石

学的変化は、その表層に限局する可能性を示唆する報告^{7,8,12~16)}がみられることから、著者らは、歯周外科手術時の根面搔爬は表層セメント質にとどめる新根面処理法を試みている¹⁷⁾。半面、従来の汚染セメント質に対する概念を裏付けるように、その変化は深層部にまで及んでいるという報告^{9,10,18)}も見られ、露出セメント質の取り扱いについては、尚一致した見解が示されていない。そこで著者らは今回、露出セメント質、特にその深層セメント質における形態的变化を客観的に分析するため、試料の数を大幅に増やして、前回と同様、ヒト歯周疾患歯セメント質の自然断面を SEM にて観察、撮影し、変化の度合いを統計学的に分析した。

セメント質を構成している基質線維は、その由来の相違から、セメント芽細胞の産物である固有線維 (Intrinsic fibers) と、固有歯小嚢と、歯根膜の線維芽細胞の産物であり、発育中のセメント質の中にほぼ垂直に取り込まれる非固有線維 (Extrinsic fibers) とに大別される¹⁹⁾。著者らは、セメント質断面を SEM にて観察したところ、Fig. 2 に示すように、上述した 2 種類の線維が比較的明瞭に判別できることに着目し、これら 2 つの線維の形態的变化、すなわち、その走行状態、密度、明瞭度などを変化の判定基準とした。しかし、セメント基質線維の形状、分布は同一個体においてでも一様でなく、また健全歯においてさえその多様性が指摘されている。従って、変化の対照は、健全歯セメント質に求めず、同一試料における、ポケット底より根尖側部の intact なセメント質に求めた。また、アタッチメントロス程度を歯周疾患の進行度とみなし、その程度に応じて試料を 3 群に分類、各群ごとにセメント質の形態的变化の度合いを数量化し、平均値検定を行った。その結果、アタッチメントロスが 4 mm 未満の群 (A 群) では、露出セメント質断面のいずれの部位においても固有線維と外部性線維の識別は明瞭になされ、両基質線維ともに、intact なセメント質と比べて統計的な有意の差は認められず ($P < 0.05$)、アタッチメントロスが 4 mm 未満の疾患歯では、セメント質はほとんど形態的变化を受けないように思われた。しかし、アタッチメントロスが 4~7 mm の群 (B 群) では、露出セメント質のごく表層に様々な変化が見られたが、深層セメント質には有意の形態的变化は認められなかった。このように、今回の研究結果は、露出セメント質深層には有意の形態的变化が見られないことを示しており、これは、ヒト歯周疾患歯セメント質を、SEM、TEM を用いて検索した著者ら⁸⁾の前期の研究結果を統計学的に裏付けるものである。ただし、ア

タッチメントロスが 8 mm 以上の群 (C 群) においては、ポケット中央部に相当するセメント質の中間層における外部性線維の走行に不連続性が多く見られたため、統計的には、この部は有意の変化を示した。そこで、今回示してはいないが、この部をさらに TEM にて観察したところ、線維の不連続性は、断面に垂直に走行する外部性線維が中間部に介在するためであることが明らかとなった。すなわち、この部の形態的变化は外因性のものではなく、セメント質の増量的変化であると思われる。

ところで、今回の SEM 所見で興味深いことは、すべての試料に共通して、ポケットの最根尖側部、すなわちポケット深部に対応するセメント質がほとんど変化を受けていないことである。これは、この部のセメント質表面に、健全セメント質に特有な、規則的なコブ状の隆起がみられたことから明らかである。これは、この部のセメント質が、接合上皮によって覆われていたため、セメント質本来の表面構造を失わなかったものと思われる。

次に、本研究で見られた露出セメント質表層の変化についてであるが、その変化は、表層の過石灰化、外部性線維の不明瞭化または消失、吸収窩の存在などがその主たるものであった。セメント質表層の高度な石灰化は、露出セメント質の最も普遍的な特徴であり、これは唾液由来の成分やイオンの吸着、あるいは根面に付着した細菌の石灰化に伴って生じる、などとされている。過去の研究^{16,20~23)}では、歯周疾患歯の過石灰化層の幅は 10~50 μm という範囲で報告されている。本研究でも、アタッチメントロスが 8 mm 以上の試料 (C 群) において、ポケット浅部のセメント質表層に、約 10 μm の幅で高度な石灰化が認められた。一方、アタッチメントロスが 7 mm 以下の試料 (B 群) においては、明瞭な過石灰化帯は見られなかったが、ポケット浅部のセメント質表層では、固有線維が不明瞭となる傾向が見られ、ポケット深部のセメント質表層に比べて、やや石灰化の進行を同させた。近年、再付着を促進させるために、なんら歯周疾患歯にスクーリング等の根面処置を施さず、クエン酸により直接根面を脱灰し、コラーゲン線維を露出させる方法²⁴⁾が試みられている。しかし、著者らの前期の研究における露出コラーゲン線維の TEM 所見は、コラーゲンの著しい形態的变化を示しており、たとえ脱灰によりコラーゲン線維が露出されても、このコラーゲン線維そのものはダメージがひどく、創傷治癒時に根面に移動してくる細胞に良好な根表面を提供することは不可能であろう。従って、著者らは、過石灰化した露出セメント質

の表層は、ルートプレーニングによって搔爬し、下層の新鮮セメント質を裸出させるべきであると考ええる。

本研究におけるもう1つの一般的所見は、ところどころに散見された大小様々な吸収窩の存在である。セメント質吸収の原因としては、外傷性咬合、矯正力、あるいは歯周疾患や根尖性歯周炎による炎症などが考えられている。本研究において認められた吸収窩は、JonesとBoyde²⁵⁾が示した、咬合力あるいは矯正力に起因するとされている広範囲な吸収窩とは様相を異にし、互いが孤立して存在していた。このような形態的特徴と、その存在部位が歯頸部付近であるという事実から、本研究で見られた吸収窩は、上皮の根尖移動が生じる以前の、歯肉結合組織の炎症に起因したものと考える。セメント質の吸収は、上述した如く、決して露出セメント質に特有な変化ではないが、ポケットに対応するセメント質の吸収窩は細菌の温床となりやすく、歯周治療後の疾患再発の一因となる。本研究においても、その底部がセメント全層の1/2に達する深い吸収窩の窩底には、長短の桿菌を主体とした細菌集落が認められた。従って、深層セメント質を保持する新根面処理法を行う場合、このような吸収窩の取り扱いについて十分留意する必要がある、この問題は、今後の大きな課題である。

しかし、本研究では、全試料を通じてセメント質内への細菌侵入は見られず、セメント質内への細菌侵入を認めたHartzell²⁶⁾、Sottosanti²⁷⁾、Adriaensら¹⁸⁾たちの報告と全く異なる。この相違の説明として、本研究の試料の大部分は生活歯であったこと、さらに細菌侵入を認めた報告の多くにみられるようなセメント質の一部欠落が無かったことなどが挙げられる。

結 論

露出セメント質切断面のSEM所見をもとに、その形態的变化の局在を客観的に分析するため、変化の度合いを数量化し、統計処理を行った。その結果、疾患の進行度に係わらず、深層セメント質に有意の変化は認められなかったことから、セメント質表層のみを一層搔爬し、深層セメント質を保存する新根面処理法の有効性が示唆された。しかしこのような場合、本研究の一部の試料で見られたその底部に、細菌集落を擁する深い吸収窩の取り扱いが問題となる。現在、著者らは、このような吸収窩に対する処置として、Air-powder abrasive deviceの応用を試みている。さらに著者らは、どのような歯周疾患歯に対してこの根面処置を行えばいいのか、その判定

基準を求めるために、歯周疾患を有する生活歯、抜髄歯、感染根管歯、変色歯などについて今回と同様、露出セメント質の形態的变化の統計学的分析を行っている。加えて、どの程度のストロークが、どれ位の表層セメント質を搔爬するかについても研究中である。

謝 辞

本研究は、平成元年度の山崎歯学振興財団の補助を受けて行われた。関係者各位に深く感謝致します。

文 献

- 1) Somerman, M.J., Archer S.Y., Foster, R.A. and Hassell, T.M.: Extracts of mineralized tissues enhance protein production by human gingival fibroblasts *in vitro*. J. Dent. Res., 64 (Special issue): 217, 1985.
- 2) Somerman, M.J., Archer, S.Y., Shteyer, A and Foster, R.A.: Protein production by human gingival fibroblasts is enhanced by guanidine EDTA extracts of cementum. J. Periodont. Res., 22: 75-77, 1987.
- 3) Somerman, M.J., Perez-Mera, M., Merkhofer, R.M. and Foster, R.A.: *In vitro* evaluation of extracts of mineralized tissues for their application in attachment of fibrous tissue. J. Periodontol., 58: 349-351, 1987.
- 4) Somerman, M.J., Foster, R.A., Imm, G.M., Sauk, J.J. and Archer, S.Y.: Periodontal ligament cells and gingival fibroblasts respond differently to attachment factors *in vitro*. J. Periodontol., 60: 73-77, 1989.
- 5) Aleo, J.J., Derenzis, F.A., Faber, P.A. and Varboncoeur, A.P.: The presence and biologic activity of cementum bound endotoxin. J. Periodontol., 45: 672-675, 1974.
- 6) Jones, W.A. and O'Leary, T.J.: The effectiveness of *in vivo* root planing in removing bacterial endotoxin from the roots of periodontally involved teeth. J. Periodontol., 49: 337-342, 1978.
- 7) Nakib, N.M., Bissada, N.F., Simmelink, J.W., and Goldstine, S.N.: Endotoxin penetration into root cementum of periodontally health and diseased human teeth. J. Periodontol., 53: 368-378, 1987.
- 8) 西村和晃, 高田耕平, 野口吉広, 永石真幸, 林 正純, 白井義英, 山田 実, 山口十紀夫, 山岡 昭:

- 歯肉剝離搔爬手術後の新付着に関する研究 (第7報)—汚染セメント質に関する電子顕微鏡的観察—。日歯周誌, 27 : 846-85, 1985.
- 9) Daly, C.G., Seymour, G.J., Kieser, J.B. and Corbet, E.F. : Histological assessment of periodontally involved cementum. *J. Clin. Periodontol.*, 9 : 266-274, 1982.
 - 10) Adriaens, P.A., De Boever, J.A. and Loesche, W.J. : Bacterial invasion in root cementum and radicular dentin of periodontally diseased teeth in humans : A reservoir of periodontopathogenic bacteria. *J. Periodontol.*, 59 : 222-230, 1988.
 - 11) Waerhaug, J. : A method for evaluation of periodontal problems on extracted teeth. *J. Clin. Periodontol.*, 2 : 160-168, 1975.
 - 12) Everhart, D.L., Dahab, O., Wolff, L. and Stahl, S.S. : The further localization of antibody on cemental tissue. *J. Periodontol.*, 53 : 168-171, 1982.
 - 13) Eide, B., Lie, T. and Selvig, K.A. : Surface coatings on dental cementum incident to periodontal disease. I. A scanning electron microscopic study. *J. Clin. Periodontol.*, 10 : 157-171, 1983.
 - 14) Eide, B., Lie, T. and Selvig, K.A. : Surface coating on dental cementum incident to periodontal disease. II. Scanning electron microscopic confirmation of a mineralized cuticle. *J. Clin. Periodontol.*, 11 : 565-575, 1984.
 - 15) Hughes, F.J. and Smales, F.C. : Immunohistochemical investigation of the presence and distribution of cementum-associated lipopolysaccharides in periodontal disease. *J. Periodont. Res.*, 21 : 660-667, 1986.
 - 16) Selvig, K.A. and Hals, E. : Periodontally diseased cementum studied by correlated microradiography, electron probe analysis and electron microscopy. *J. Periodont. Res.*, 12 : 419-429, 1977.
 - 17) 西村和晃, 野口吉廣, 永石真幸, 林 正純, 山田実, 中谷 聡, 山岡 昭 : 歯肉剝離搔爬手術後の新付着に関する研究 (第11報)—表層一層搔爬セメント質に対する搔爬歯肉弁の初期付着について—。 *J. Clin. Electron Microscopy*, 20 : 53-61, 1987.
 - 18) Adriaens, P.A., Edwards, C.A., De Boever, J.A. and Loesche, W.J. : Ultrastructural observations on bacterial invasion in cementum and radicular dentin of periodontally diseased human teeth. *J. Periodontol.*, 59 : 473-503, 1988.
 - 19) Jones, S.J. : Cement. In: Osborn, J.W. (ed) *Dental anatomy and embryology*. Blackwell Scientific Oxford London Edinburgh Boston Melbourne. pp 193-205, 286-294, 1981.
 - 20) Selvig, K.A. and Zander, H.A. : Chemical analysis and microradiography of cementum and dentin from periodontally diseased human teeth. *J. Periodontol.*, 33 : 303-310, 1962.
 - 21) Furseth, R. and Johansen, E. : A microradiographic comparison of sound and carious human dental cementum. *Arch. Oral Biol.*, 13 : 1197-1206, 1968.
 - 22) Hals, E. and Selvig, K.A. : Correlated electron probe microanalysis and microradiography of carious and normal dental cementum. *Caries Res.*, 11 : 62-75, 1977.
 - 23) 宮下 元, 古宅康久, 栗山正之, 鈴木 賢, 長谷川絃司, 滝口励司 : 露出セメント質に関する研究。昭歯誌, 2 : 23-31, 1982.
 - 24) Wirthlin, M.R., Pederson, E.D., Hancock, E. B., Lamberts, B.L. and Leonard, E.P. : The hypermineralization of diseased root surfaces. *J. Periodontol.*, 50 : 125-127, 1979.
 - 25) Jones, S.J. and Boyde, A. : A study of human root cementum surface as prepared for and examined in the scanning electron microscope. *Z. Zellforsch.*, 130 : 318-337, 1972.
 - 26) Hartzell, T.B. : The practical surgery of the root surface in pyorrhea. *Dent. Cosmos*, 53 : 513-521, 1977.
 - 27) Sottosanti, J.S. : A possible relationship between occlusion root resorption and the progression of periodontal disease. *J. Western Soc. Periodontol. Periodontal abstracts.*, 25 : 69-74, 1977.

連絡先 :

大阪歯科大学歯周病学講座

〒540 大阪市中央区大手前 1-5-31