歯冠修復物のマージン形態ならびにその組織親和性について

九州歯科大学歯科補綴学第2講座(主任:内田康也教授)

伊藤 明彦・郭 明毅・劉 嘉東・細川 隆司
永富 勝広・村上 繁樹・内田 康也

九州歯科大学歯科補綴学第1講座(主任:豊田静夫教授)

帆 鷺 郷 一

九州歯科大学口腔細菌学講座(主任:内山長司教授)

内 山 長 司

平成元年2月15日受付

Morphology and Biocompatibility of the Marginal Surface of the Crown

Akihiko Itoh, Ming-Yih Kuo, Jia-Don Liu, Ryuji Hosokawa,
Katsuhiro Nagatomi, Shigeki Murakami and Yasunari Uchida
Second Department of Prosthetic Dentistry (Chief: Prof. Yasunari Uchida)
Gouichi Howashi
First Department of Prosthetic Dentistry (Chief: Prof. Shizuo Toyoda)
Choji Uchiyama
Department of Oral Bacteriology (Chief: Prof. Choji Uchiyama)
Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

In this study, we investigated the effects of the marginal surface configurations of different crown systems on the periodontal tissues. The morphology of the marginal surface of the crowns was examined by using a light- and a scanning electron microscope. In addition, biocompatibility of the materials used for crown margins was also examined by a subcutaneous implantation.

The results were as follows:

1. The margins of the Ag-Pd-Au alloy full cast crowns fabricated by a conventional method were sharp and wavy with irregularities.
2. The modified method in which the margins of the Ag-Pd-Au alloy full cast crowns were rounded slightly with silicone rubber wheels was effective to make the margins smooth and round.
3. The glazed porcelain jacket crowns with metal foil copings produced sharp marginal openings because of the occurrence of a microfracture in a glass state of the ceramics.
4. The conventional ceramo-metal crowns displayed the irregularities of the surface adjacent to the boundary between metal collar and porcelain. One of the reason of this observation might be the exposure of a opaque porcelain of the crowns.

5. In the collarless ceramo-metal crowns, the marginal line configurations were totally rounded.

6. The DICOR crowns exhibited the smoothest marginal surfaces and the slightly rounded margins.

7. In the study of subcutaneous implantation, the porcelain (VMK 68) and the castable ceramic (DICOR) showed better histopathological findings than the gold alloy metal.

Key words : *Crown margin/Biocompatibility/Castable ceramic*

結 言

失われた歯冠形態を修復し、機能ならびに審美性を理想的な状態に回復することは、歯冠補綴学の分野において重要な課題である。このため、これまでに金属鑄造クラウンやポーセレン・ジャケット・クラウン、さらには金属焼付ポーセレン・クラウンなどの様々な歯冠修復法や材料が研究開発されてきた。さらに、近年、マージン部の審美性を重視した歯冠補綴物としてカラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンやキャストブル・セラミックス・クラウンなどの新しい材料や方法が導入された。とくにこれらは歯周組織との調和の面からも注目されている。しかしながら、このように多種多様なクラウンやブリッジが、臨床に使われているにもかかわらず、歯周組織の健康に大きな影響をおよぼすこれらの歯冠修復物のマージン部微細形態やマージン材料の組織親和性についての比較研究は、まだ十分行われていない。

そこで、我々はこれらの様々な修復方法や材料による歯冠修復物のマージン部微細形態の違いについて走査電顕ならびに光顕的に観察した。さらに、マージン部材料の組織親和性を評価するためのラット皮下埋入試験を併せて行い、マージンと歯周組織との調和についてこれらの両面から検討した。

材 料 と 方 法

I. マージン部微細形態の走査電顕ならびに光顕的観察

実験には、現在臨床において使われている歯冠修復法として、金属材料による金銀パラジウム合金クラウン、ポーセレン材料によるポーセレン・ジャケット・クラウン、従来型金属焼付ポーセレン・クラウン、カラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウン、キャストブル・セラミックス材料によるダイコア・クラウンを用いた。

支台歯には、ジャケット・クラウン用支台歯（ニッシン社製）を用い、これらの支台歯をシリコン印象材で印

象採得し、通法に従って作業模型を作製した。試料は、各修復法についてそれぞれ3個ずつとし、同一術者がそれぞれの基本的な作製法に従って行った。

金銀パラジウム合金クラウンには、キャストウェル M・C（而至社製）を用い、マージン先端を研磨しないものと内田ら（1984）¹⁾ が推奨しているマージン先端をシリコン・ポイントで研磨し丸めたものの2種類を作製した。ポーセレン・ジャケット・クラウンには、ビタデュール（VITA 社製）を用い、パラジウム箔を付けたままグレーシングし、箔を除去しそのまま試料とした。従来型金属焼付ポーセレン・クラウンは、金属カラーをできるだけ露出させないタイプとし、焼付用金属としてデグデントユニバーサル（三菱金属社製）、ポーセレンとして VMK 68（VITA 社製）を用いて作製した。カラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンには、同じ焼付用金属にポーセレンとしてユニボンドヴィンテージ（松風社製）を用い、ノンマトリックス法でマージン部にマージン・ポーセレンならびに修正用ポーセレンを焼成して作製した。キャストブル・セラミック・クラウンには、ダイコア・システム（デンツプライ・ダイコア社製）を使い、そのマニュアルに従って、シェーディング・ポーセレンを表面に塗布して試料とした。製作した各クラウンは、合着条件を一定にするために咬合面にセメント流出孔を設け、加重試験器にて 15kg 重の定加重下でセメント合着した。合着後、マージン部を傷つけないように十分注意しながらセメントの除去を行った。これらの試料をデシケータ内で乾燥し、イオンスパッタで金銀パラジウム蒸着後、走査型電子顕微鏡 JSM-25型（日本電子社製）で頰側マージン部の観察を行った。観察終了後、これらの試料を樹脂包埋し、硬組織切断装置で頰舌的に切断して、この頰側マージン部の断面を実体顕微鏡下で観察した。

II. 各種歯冠修復材の組織親和性の比較

マージン部材料の組織親和性を比較する目的で、ラッ

ト皮下埋入試験を行った。試料には、現在歯冠修復に用いられている金属材料として比較的細胞毒性が小さいといわれている金合金²⁾と、広く審美修復に使われている金属焼付用ポーセレン、さらに、最近新たに歯冠修復材料として開発されたキャストブル・セラミックスを用いた。金合金としてキャストイングゴールドタイプⅡ (而至社製)、金属焼付用ポーセレンとして VMK 68 (VITA 社製)、キャストブル・セラミックスとしてダイコア (デンツプライ・ダイコア社製) を用いた。

試料として、それぞれの材料で縦横 2 mm、長さ 5 mm の埋入試験片を作製した。金合金ならびにダイコアはシリコン・ポイントによる研磨を行い、またポーセレンは通法どおりグレージングを行った。さらに、これらを 100% エタノール中にて 10 分間ずつ、3 回にわたって超音波洗浄し、最後にオートクレーブで滅菌して試料とした。実験動物には、8 週齢のウィスター系ラット 2 頭 (A, B) を用い、エーテル麻酔下で、背部皮下 3 カ所にそれぞれの試験片を埋入した。観察期間は 4 週間として、ラットを麻酔死させた後、埋入試験片を周囲組織と共に採取した。10% 中性ホルマリン液で 1 週間固定を行った後、試験片を皮下組織内から周囲組織を傷めないように慎重に摘出した。この後組織を水洗、エタノール系列で脱水し、通法に従ってパラフィン包埋した。観察には、5 μ m の連続切片を作製し、ヘマトキシリン・エオジン染色を行って、光学顕微鏡で病理組織学的に検索した。

結 果

I. 各種歯冠修復法によるマージン部微細形態の観察

従来の方法で作製された金銀パラジウム合金クラウンは、走査電顕像ではマージン部表面に僅かな研磨傷がみられる以外、その表面はほとんど平滑な面となっている (図 1, 2)。また、マージン先端は、ナイフの刃のように鋭利となり、マージンラインが波状を呈している部位 (図 1) や鑄造欠陥あるいはワックス・パターンの欠落によると思われる凹凸を生じている部位 (図 2) がみられる。実体顕微鏡による頬側マージン部断面の観察では、マージンが支台歯に対してナイフ状に突出している像 (図 3) が認められる。

金銀パラジウム合金クラウンのマージン先端をシリコン・ポイントで一層研磨したものは、マージン先端の鋭縁が取り除かれて僅かな丸みを示す。また、マージンラインは波状部分が除かれて滑らかな一線となっている (図 4)。切断面の観察でも、マージン先端の鋭縁はみら

図 1 従来法の金銀パラジウム合金クラウンの走査電顕像、波状の鋭利なクラウン・マージン ×100
C: クラウン A: 支台歯

図 2 従来法の金銀パラジウム合金クラウンの走査電顕像、クラウン・マージンの欠落 (矢印) ×100

れない (図 5)。

ポーセレン・ジャケット・クラウンのマージン先端には、パラジウム箔の撤去時に生じたと思われるガラス特有の鋭縁が観察される (図 6)。これらの鋭縁は無数のポーセレン破面によって形成される (図 7)。

従来型金属焼付ポーセレン・クラウンでは、金属カラ

図3 従来法の金銀パラジウム合金クラウンの断面像，鋭利なクラウン・マージン（矢印）×20
C：クラウン A：支台歯

図5 シリコン研磨の金銀パラジウム合金クラウンの断面像 ×20

図4 シリコン研磨の金銀パラジウム合金クラウンの走査電顕像，直線状のクラウン・マージン ×100

図6 ポーセレン・ジャケット・クラウンの走査電顕像 ×100

ーとポーセレンの移行部が僅かに陥凹しており，同部位のポーセレン表面には類円形の微小陥没孔などがみられ，他の部位に比べてあれが大きくなっている（図8）．実体顕微鏡による頬側マージン部断面像では，金属カラーとポーセレンの移行部にオパーク・ポーセレンの露出が認められる（図9）．

カラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンでは，マージン・ポーセレンの表面は緩やかな凹凸がみられるものの，従来型金属焼付ポーセレン・クラウンでみられるような陥没や表面あれはあまりみられず，マージン先端はポーセレン特有の丸みを帯びている（図10）．マージン部切断面では，クラウン・マージンが支台歯に対して

図7 ポーセレン・ジャケット・クラウンの走査電顕像, マージン部の拡大 ×450

図9 従来型金属焼付ポーセレン・クラウンの断面像, オペーク・ポーセレンの露出 (矢印) ×20

図8 従来型金属焼付ポーセレン・クラウンの走査電顕像, 移行部の微小陥没孔 (矢印) ×100

図10 カラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンの走査電顕像 ×100

大きくラウンドしている (図11)。

ダイコア・クラウンの走査電顕像では, マージン部の表面は非常に平滑な面を示し, シェーディング・ポーセレンとダイコアの移行部に僅かな凹凸がみられるのみである。マージン先端は鋭縁ではなく, 僅かな丸みを示している (図12)。シェーディング・ポーセレンの表面に比べダイコア表面は, わずかに粗造な面となっている

(図13)。ダイコア・クラウンの頬側マージン切断面は, マージン先端が僅かな丸みを示し, カラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンのように大きくラウンドしたマージンとはなっていない (図14)。

Ⅱ. 各種歯冠修復材の組織親和性の比較

タイプⅡ金合金では, Aのラットの金合金の周囲は厚い境界不明瞭な線維性結合組織で被包化され, その周り

図11 カラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンの断面像 ×20

図13 ダイコア・クラウンの走査電顕像，マージン部の拡大 ×450

S：シェーディング・ポーセレン

D：ダイコア

図12 ダイコア・クラウンの走査電顕像，シェーディング・ポーセレンとダイコアの移行部（矢印） ×100

図14 ダイコア・クラウンの断面像 ×20

にリンパ球を中心とした著明な炎症性細胞浸潤がみられる（図15）。Bのラットの金合金の周囲は、境界不明瞭な厚い線維性結合組織に被包化されている（図16）。

金属焼付用ポーセレンでは、A、Bどちらも境界明瞭な比較的薄い線維性結合組織に被包化され、その周囲には炎症性細胞の浸潤はほとんどみられない（図17，

18）。

キャストブル・セラミックスでは、A、Bともポーセレンと同様に試料周囲には境界明瞭な比較的薄い線維性結合組織が形成され、炎症性細胞の浸潤もほとんどみられない（図19、20）。

図15 タイプⅡ金合金の組織像 (A) ×20

図18 金属焼付用ポーセレンの組織像 (B)
×20

図16 タイプⅡ金合金の組織像 (B) ×20

図19 キャスタブル・セラミックスの組織像 (A)
×20

図17 金属焼付用ポーセレンの組織像 (A)
×20

図20 キャスタブル・セラミックスの組織像 (B)
×20

考 察

クラウン・マージン部は、マージンの物理化学的刺激とその表面へのプラーク付着による刺激によって歯周組織の健康に大きな影響をおよぼすことが知られている。Horn (1980)³⁾は、修復物が入る歯肉溝の健康は、次のような要素によって左右されると述べている。つまり、1. 補綴物の適合性、2. 修復材料の種類（金属、陶材、レジン）とあらさの程度、3. 歯肉縁下の深さ（クラウンのマージンの長さ）、4. 歯肉縁下の幅（クラウンのマージンの厚さ）、5. 歯肉縁下の形態（クラウンのマージンが鋭いか、鈍いか）、6. 歯肉縁下の滑沢さである。この研究では、とくにこれらのうち、修復材料の種類とあらさの程度、歯肉縁下の形態、歯肉縁下の滑沢さの3項目を中心に検討を行った。

金銀パラジウム合金クラウンのマージン先端は、多くの場合鋭利なナイフ状となっている。このようなマージンは、Horn³⁾や内田ら¹⁾が指摘するようにセメント合着時の浮き上がりによって歯肉に対する慢性的刺激となる可能性が大きいと考えられる。このため、内田ら¹⁾は、マージン先端をシリコン・ポイントで研磨することによってマージン先端の鋭縁を除去することを推奨している。シリコン・ポイントによって研磨したマージンは、僅かな丸みを示し歯肉への慢性的刺激が減少すると考えられる。

ポーセレン・ジャケット・クラウンでは、マージン先端に箔の撤去時に生じたガラス特有の鋭利な破面が存在している。このため、臨床応用にあたっては、箔を除去してのグレーシングなどの処置が必要であると考えられる。

従来型金属焼付ポーセレン・クラウンのポーセレンと金属カラーの移行部には、ポーセレンの表面のあれが生じている。この移行部におけるあれについては、前谷ら(1980)⁴⁾、金子(1987)⁵⁾によっても報告されている。この原因について金子⁵⁾は、金属カラーと陶材の界面に存在していた気泡が冠の表面に現れたものと述べている。今回の実体顕微鏡による切断面の観察で、金属カラーとポーセレンの移行部にオベーク層が露出していたことから、移行部にみられる表面あれはオベーク・ポーセレンの露出も原因しているのではないかと考えられる。この移行部の表面あれは、同部位へのプラークの付着を増加させる原因となる。

一方、カラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンではマージン付近にこのような大きな表面あれはみられて

いない。金子⁵⁾や内田ら(1984)⁶⁾によればノンマトリックス法によるカラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンのマージン部は丸みを帯びた形態となることが報告されている。本実験においてもまた同様の所見が認められている。カラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンでは、マージン部先端が、丸味を帯びてくるため厳密な意味でのフィニッシングラインとクラウン・マージンの一致は困難である。しかし、金子⁵⁾による冠装着実験では従来型金属焼付ポーセレン・クラウンとカラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンの歯肉への影響には有意な差がないことが認められている。

Schaerer ら(1988)⁷⁾は、キャストブル・セラミックス・ダイコアについて走査電子顕微鏡を用いてそのマージン部を観察し、ダイコア・クラウンでは、マージンが僅かに不規則となり、丸みを示すことを報告している。本実験における観察でも、マージン部の先端は僅かな丸みを示している。また、そのマージン部の表面性状は、表面あれの少ないカラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンと比較しても、より滑沢で、シェーディング・ポーセレンとダイコアの移行部に僅かな凹凸がみられるのみである。Eugene ら(1988)⁸⁾は、臨床に応用されたダイコア・クラウンに付着する細菌叢に関する研究を行い、ダイコア・クラウンに付着した細菌数が、天然歯の約1/4であったと報告している。そして、これはダイコア・クラウン表面が金属焼付ポーセレン・クラウンなどの表面に比べて気泡の数が少なく、表面性状も滑らかで、プラークの付着、成長が抑制されるためであると述べている。すなわち、ダイコア・クラウンの有するようなマージン部の状態は、プラークやマージンによる歯肉への慢性的刺激を減らし、より歯周組織に調和するものと考えられる。

歯肉縁下にフィニッシング・ラインが設定されたときマージン部の材料は、常に歯肉溝内縁上皮に接した状態か、あるいは近接した状態にある。このため、マージン部材料の組織親和性は、歯周組織との調和にとって重要な要素の一つである。松村(1986)²⁾は、歯冠修復用金属をラット皮下に埋入し、その組織への親和性について評価を行っている。その結果、金合金や金銀パラジウム合金では、歯周組織に与える影響が他の合金より少なく、銀合金やニッケル・クロム合金では大きくなることを報告している。本実験での金合金の所見は松村²⁾の1ヵ月例のものとはほぼ同様であったが、金属焼付用ポーセレンやキャストブル・セラミックスと比較するとやや組織親和性の面で劣っている。

以上、マージン部の形態、表面性状ならびに材料の組織親和性の両面から、とくにキャストブル・セラミックスについては、今後歯周組織に調和した歯冠修復材料としての可能性が期待される。

結 論

各種歯冠修復法あるいは材料の違いによるマージン部微細形態について走査電顕ならびに光顕的に観察した。さらに、マージン部材料の組織親和性について検討するためにラット皮下埋入試験を行い、この両面から歯周組織に調和したクラウン・マージンについて、考察を加え以下の結論を得た。

1. 通法にしたがって作製された金銀パラジウム合金クラウンは、クラウン・マージンが鋭利となり、マージン・ラインは波状を呈していた。

2. 金銀パラジウム合金クラウンのマージンをシリコン・ポイントで研磨することによってマージン先端の鋭縁を除去することができた。

3. ポーセレン・ジャケット・クラウンでは、箔を付けたままグレージングを行うとマージン部にガラス状破面による鋭縁が生じた。

4. 従来型金属焼付ポーセレン・クラウンでは金属カラーとポーセレンの移行部にあれを生じていた。このあは、オペーク・ポーセレンの露出が原因の一つとして挙げられる。

5. カラーレス型金属焼付ポーセレン・クラウンでは、マージン部が大きくラウンドして丸みを帯びていた。

6. ダイコア・クラウンでは、マージン部表面が非常に滑らかで、マージン先端は鋭縁とならずに僅かな丸みを示していた。

7. クラウン・マージン部の材料の組織親和性を比較するために行った皮下埋入試験では、金合金に比べてポーセレンとキャストブル・セラミックスがより高い組織親和性を示した。

引 用 文 献

- 1) 内田康也・村上繁樹・上原秀樹・永富勝広：歯肉に為害性を及ぼさないクラウン・マージンを的確に形成するためには。歯科技工 12：1557—1560, 1984.
- 2) 松村光明：歯冠修復用金属の評価法に関する研究 第2報ラット皮下埋入試験と浸漬試験の関連性について。補綴誌 30：1374—1383, 1986.
- 3) Horn, H.R.：ホーンのクラウン・ブリッジ 花村典之・監訳—臨床への指針—。クインテッセンス出版，東京，1980，318—323.
- 4) 前谷照男・三好良一・名原行徳・浜田泰三・山田早苗：陶材溶着鑄造冠における唇面歯頸部の表面性状について。広歯誌 12：303—306, 1980.
- 5) 金子利雄：カラーレスポーセレン冠の歯肉組織におよぼす影響。九州歯会誌 41：148—162, 1987.
- 6) 内田康也・村上繁樹・上原秀樹・尾崎元則・小城辰郎・竹内敏洋・樺 雅行・郭 明毅：カラーレスポーセレン冠の基礎的研究。九州歯会誌 38：448—454, 1984.
- 7) Schaerer, P., Sato, T. and Wohlwend, A.：A comparison of the marginal fit of three cast ceramic crown systems. *J. Prosthet. Dent.* 59：534—542, 1988.
- 8) Eugene, D.S., Kenneth, A.M., Sigmund, S.S., Andrew, J.M. and Kenneth, J.B.：キャストブル・セラミック・クラウンに付着する細菌叢に関する研究。The International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry 2：22—34, 1988.