

シリーズ特集

自然感を追究した審美補綴——セラモメタルクラウン
における“光”と“形態”

第3回 解剖学・発生学的要素が教える 歯冠形態再現上の象牙質形態再現の重要性

セラモメタルクラウンが歯列や歯周組織と違和感なく調和すること、全く天然歯と同じ人工物を製作することは同じことを意味しているわけではありません。しかも、人工物としての構造や材質的な問題などから、それは、現状では不可能なことです。

したがって現実的には、ヒトの視覚のメカニズムを利用して、人工物を「自然のように見せる」ことで対応することとなります。色調という点では、そのために“光”をコントロールしなければならないことは、周知のことでしょう。一方、形態については、輪郭という点では天然歯の形態に可及的に近似させることが原則でしょうが、表面性状は光のコントロールにも密接な関係があり、これも残存天然歯が参考となります。

本シリーズ特集では、マイスターでドイツ在住の大畠一成先生により、生体の視覚機構から説き起こしていただき、それに合致した技術論を開いていただきます。（編集部）

ドイツ・デュッセルドルフ市
Dental Studio GmbH Rolf Herrmann
大畠一成 Kazunari OHATA

1

はじめに

光は歯を照らし、歯は表面反射によってその浮き彫り像、表面性状を表す。50ペニヒ硬



図1 50ペニヒ硬貨のレリーフ

貨には、わずか数ミクロンの深さにすばらしい浮き彫り像が存在している（図1）。

歯の表面に存在するマイクロ構造も、これと同様、生体に適応した表面性状が付与されていなければならない（図2、3）。ただし、歯は硬貨とは違い、個性的形態を有することから、製作難易度を異にする。

ルネッサンス期の彫刻家たちが、作品製作のために解剖学を学んだように、われわれも歯を製作するうえで、その解剖学の知識を身につけておかなければ、完成度の高い“作品”は製作しえない。

今回は、その重要かつ基本的要素である象牙質形態について、完成時の全体的歯冠形態と関連づけて述べてみる。



図2 天然歯の表面性状



図3 4 3 2 1 | 1 2 3 の補綴ケース(メタルフレームとしてガルバーノクラウンを使用)。中年期の歯の表面性状の特徴を高めるため、縦隆線を選択研磨する

2

解剖学から教えられる築盛構造上の要素

1) 象牙質・エナメル質の解剖学的要素

歯を縦断すると、そこにはまるで宝石のよ

うな美しい内部構造が露出する（図4，5）。エナメル質層（図6）の中には、エナメル象牙境よりエナメル質中に垂直に向かって伸びる明暗帯“ハンター-シュレーゲル条”（図6）や、年輪様の縞模様で、ハンター-シュレーゲル条とはほぼ垂直に交わる“レッチウス条”（図6），そして、クラック（エナメルラメレ）などが肉眼でも観察できる。

このほか、肉眼では確認が難しいが、エナメル象牙境に存在する低石灰化帯“エナメル葉”や、象牙芽細胞がエナメル質中に封じ込められたエナメルコルベン（エナメル鋤錐）などの存在も、知識の中に入れておくべきであろう。

次に象牙質中（図4B，5B）には、切縁

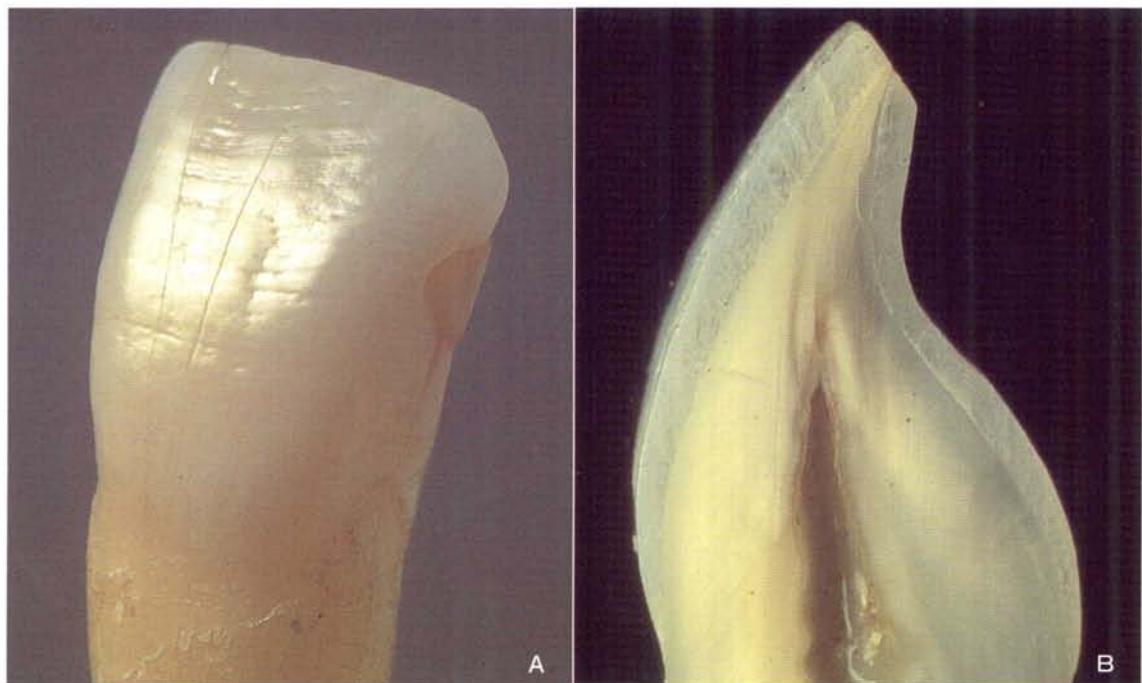


図4 中切歯の表面と断面。表面には、内部構造を反映した周波条やクラックなどが観察できる

部摩耗面付近に、象牙質の露出によって形成された着色不透明象牙質や、やはり象牙質露出から歯髄を保護するために歯髄腔内側に形成された“第二象牙質”，象牙質の主構造で象牙質中をS字状に走行する“象牙細管”は肉眼では確認困難であるが、これによって生じた陰影，“シュレーゲル条”や“ブリネル条”などさまざまな構造が、それに伴った分光特性によって観察できる。

2) 表面性状に影響を与える解剖学的な歯質内の要素

特に表面性状に影響を与えるものは、エナメル質層中のレッチウス条（図6）である。この周条は、 $4\text{ }\mu\text{m}$ の日周期でエナメル質の石灰化が進むことによって生じ、図7のよう

に馬蹄状の走行を示す。このレッチウス条が歯面まで達することによって、歯の表面に観察される横行成長線“周波条”（図4，6）として生じる。

臼歯部の縦断面を見ると、“レッチウス条”的馬蹄状走行が顕著に確認できるとともに、咬合面にもレッチウス条が生じていることが観察される（図5B）。このことは、咬合面にも周波条が生じていることを示している（図5A）。

このようなことから筆者は、図8に示したように、咬合面形成を行う際には小さなダイヤモンドポイントの先を使用し、天然歯の咬合面の表面にみられる周波条の付与を行うようしている。

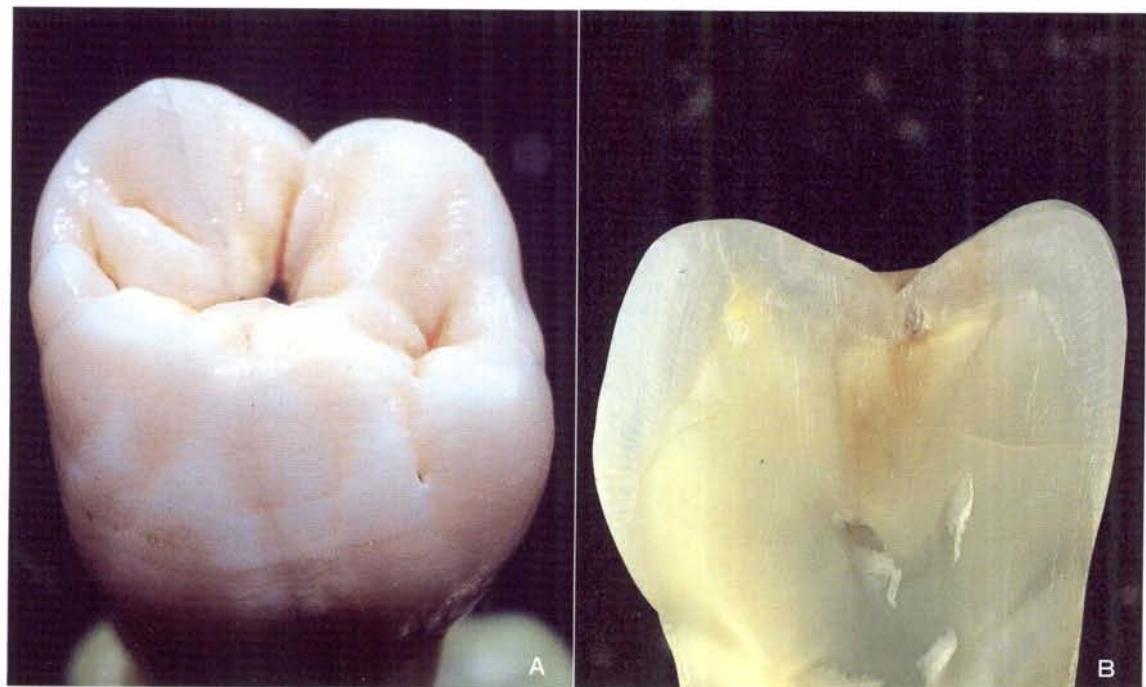


図5 上頸大臼歯の表面と断面。表面観ではレッチウス条が咬合面上で表れるため、咬合面にも同波条が見られる。断面観ではレッチウス条が馬蹄状に顕著に走行し、咬合面にまで達している

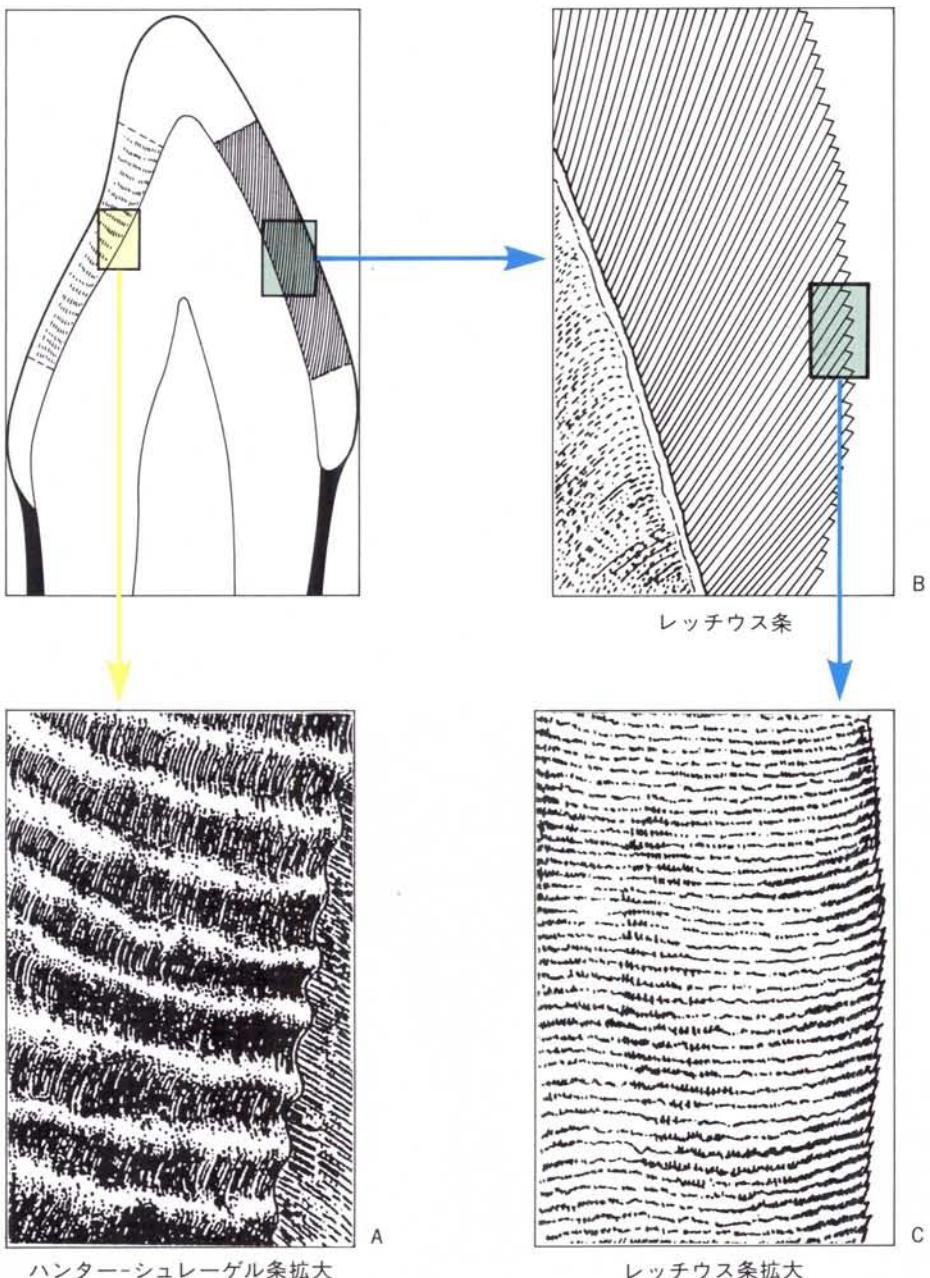


図6 エナメル質層の構造を示す模式図 (Gert-Horst-Schumacher : Anatomie für Stomatologen Band I . p.209より)

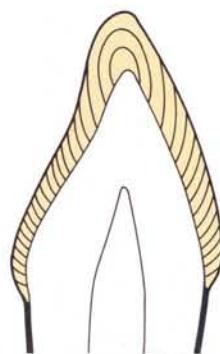


図7 レッチウス条の走行を示す模式図) Gert-Horst-Schumacher : Anatomie fur Stomatologen Band I, p.209より)

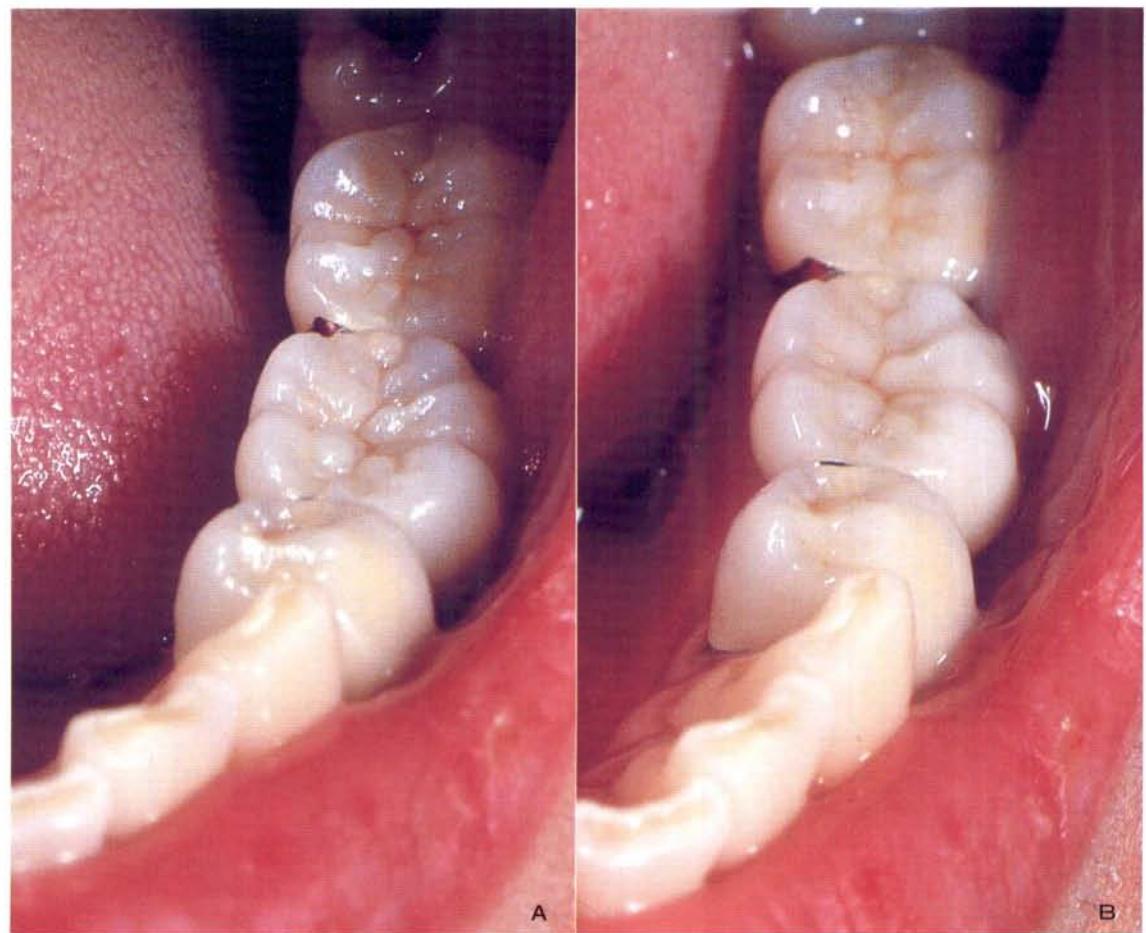


図8 ④5 6⑦の臼歯部ブリッジ。全体的には明度、色調がマッチしている。咬合面の周波条は、小型のダイヤモンドポイントにて付与。Opal Occlusal陶材とOpal Milky陶材の使用によって、Bのように唾液の被覆による明度的変化を防ぐことができる

3

発生学から教えられる築盛構造上の要素

レッチウス条の走行は、歯の発生の起源に深く関わっている。胎時期5週間目より、歯牙細胞が活発化し、“歯堤”(Zahnleiste) (図9 A)が形成され、その先端から水滴状の“歯蕾”(Zahnknospe) (図9 B)ができる。この歯蕾が約5カ月後に釣鐘状の“歯鐘”(Zahnglocke) (図9 C)に成長し、象牙芽細胞(Odontoblast)によって、デンチン質形成が行われ、少し遅れてエナメル芽細胞(Ameloblast)によるエナメル質構造が、ゆっくりと形成される。

このとき、釣鐘状の歯鐘(Zahnglocke) (図

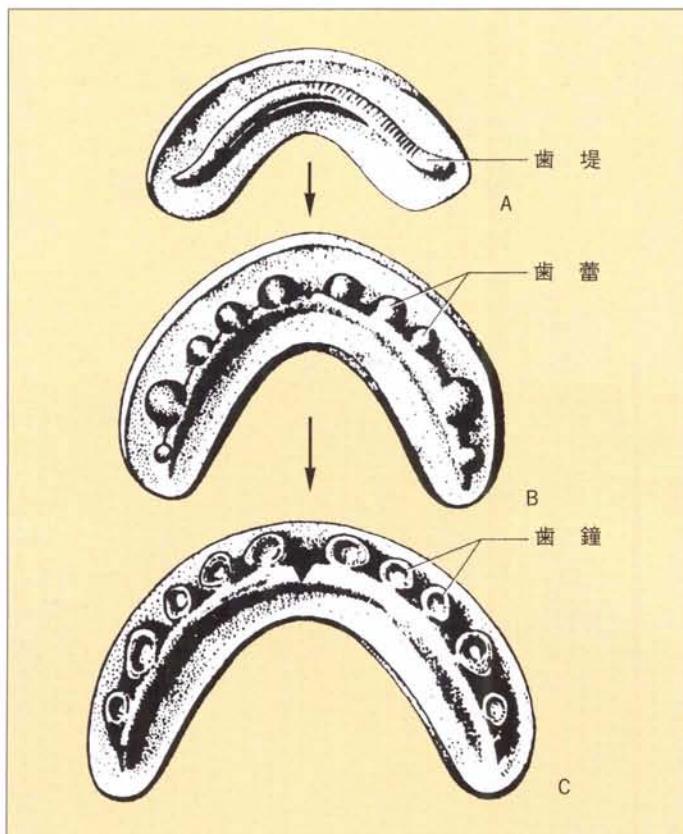


図9 歯の発生とその発育を示す模式図 (Gert-Horst-Schumacher : Anatomie für Stomatologen Band I . p.185 より)

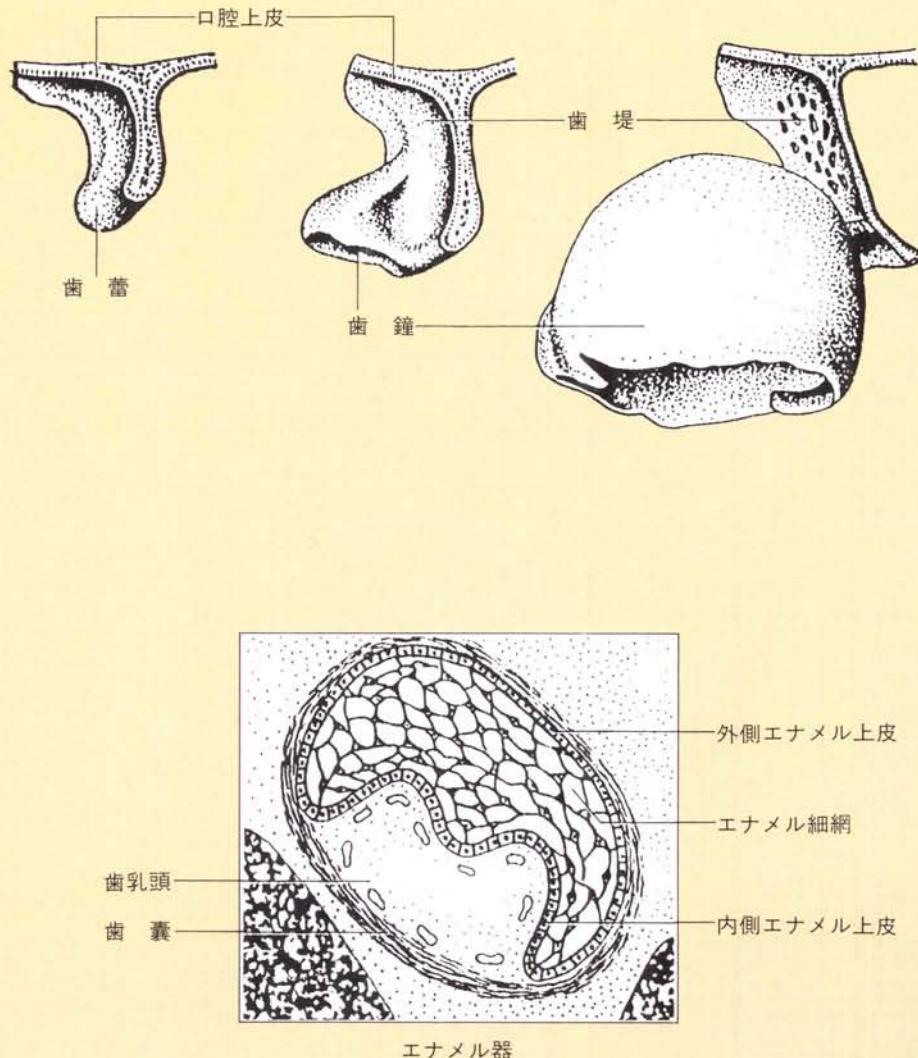


図 10 歯鐘の内部構造を示す模式図 (Gert-Horst-Schumacher : Anatomie für Stomatologen Band I . p.185 より)

10, 11) の内側からエナメル質層そして象牙質層が作られるため、レッチウス条の走行は馬蹄型を示し、歯頸部付近は割合平行に走行し、切縁部に向かうに従って傾斜を強くする。

象牙質層の形成も、これによく類似したシステムで行われるため、歯の唇側面観は、歯頸部では横構造、切縁部では縦構造に観察されることが説明できる。

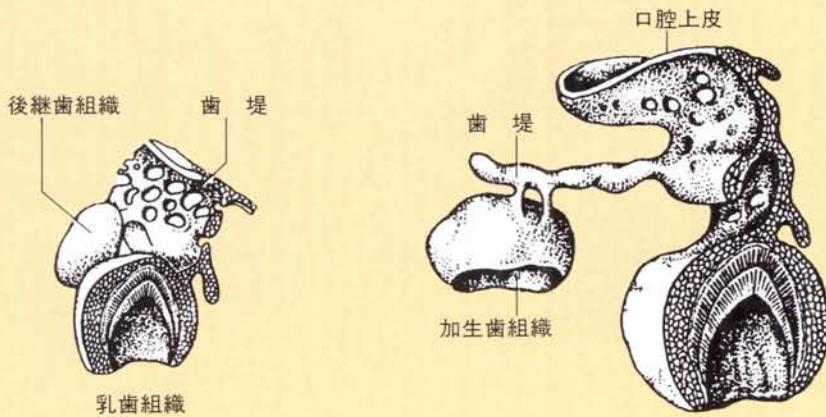
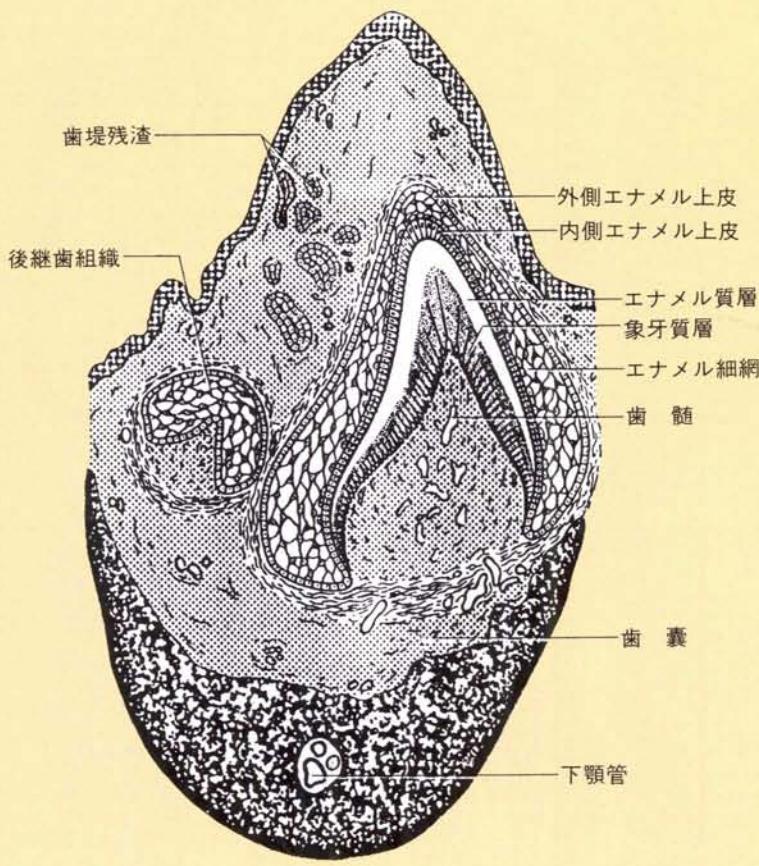


図 11 歯鐘内部の象牙質・エナメル質層形成過程を示す模式図 (Gert-Horst-Schumacher : Anatomie für Stomatologen Band I . p.187 より)

4

象牙質構造の付与 を基本とすればわ ずかの修正ですむ

以上のことから筆者は、デンチン陶材焼成（図 12 C, D）とそのわずかな修正によって、この構造（歯頸部横構造・切縁部縦構造）を容易に付与することにしている。特に 6 前歯単位などの比較的大規模な補綴については、さほど微妙な築層構成は必要とされていないため、歯頸部色陶材とデンチン陶材のみで象牙質形態を築盛する（図 12 A）。

歯冠形態および築盛形成の基準は、全上顎前歯部補綴では下顎前歯の形態、そして Kretschmer, House, Frush & Fisher や Williams の分類（図 13）など、頭蓋骨の外形に対応する歯冠基本形態のタイプを読み、それに調和した形態付与に努めなければならぬ（図 14）。

歯冠唇側面カントゥアは、歯肉の豊隆や歯頸線と調和している。したがって、これをコントロールするための歯肉模型の製作は、大きなオリエンテーションとなる（図 12 A, B 参照）。

デンチン陶材によって最終歯冠形態を完全

に回復した後（図 12 A），カットバック法（図 12 B 参照）にて、切端部約 1/3 と隣接部約 1 mm 程度を削除し、さらに唇側面を歯肉に移行させ、切縁部には必要に応じてマメロン形態を付与し、焼成する（図 12 C, D 参照）。これで、焼成後、隣接部、唇側面および舌側面に陶材焼成収縮による約 20 % のエナメル陶材用のクリアランスが自動的に形成される。

図 15 のセラモメタルクラウンはガルバーノクラウン（電鋳テクニックによって製作されたゴールドキャップ上にセラミックを焼成したクラウン）であるが、電鋳テクニックによるメタルフレームは、通常 0.25 mm の厚みで支台歯を均等に一層するため、支台歯の厚み、長さ、幅など、理想的な形成ができない場合、陶材焼成収縮のコントロールが困難なケースが生じる。

陶材の焼成収縮は、築盛された陶材の体積や長さに応じて約 20 % であるから、1/1 の補綴修復で一方の支台歯が極端に短かい場合には、短かい支台歯に築盛された陶材は築盛量が多く反対側以上に収縮することから、象牙質形態は短くなるはずである。陶材築盛時に、この事実を踏まえ、短かい支台歯のほうの歯冠長を長くして焼成収縮を保障することも理論的には可能であるが、実際に行うことには非常に難しい。

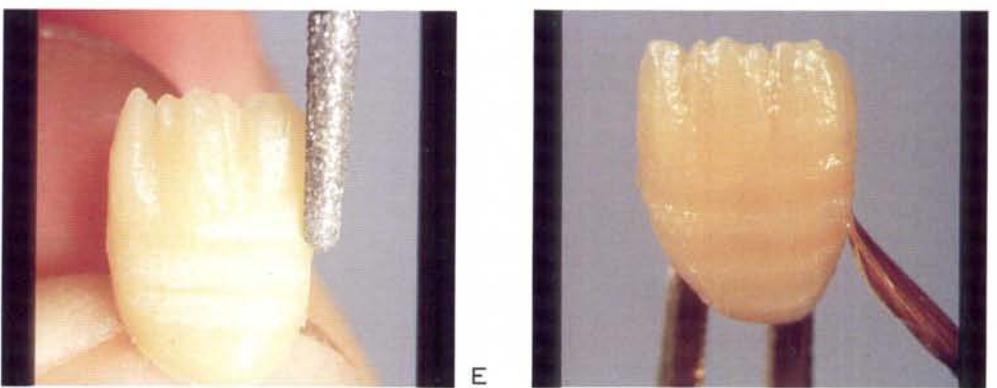
あるいは、唇側面のクリアランスが少ない場合などは、象牙質層をうまくコントロールしないとオペーク色が露出することもありうるが、デンチン陶材のみを焼成することによって焼成後の欠陥事項を容易に解決することが可能であり、各積層を確実に形成する意味において有効である（図 12 D, E 参照）。必



A



B



E

F

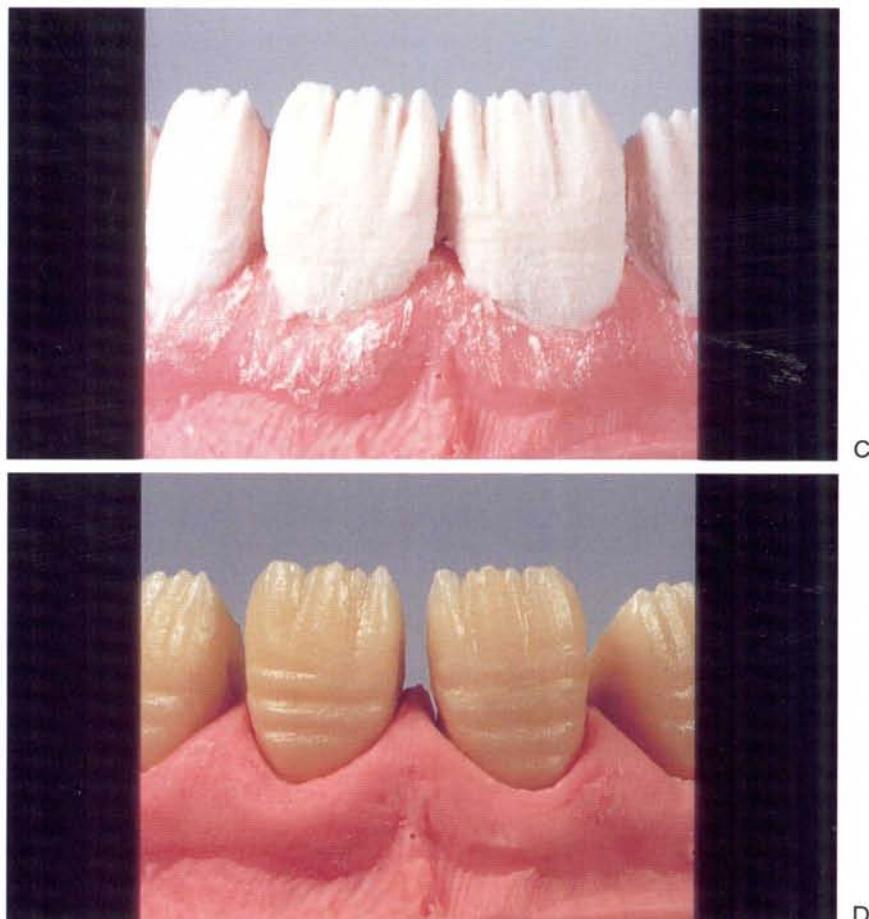


図 12 象牙質の発生学・解剖学的形態に基づく、デンチン陶材層のわずかな修正で行うことができる築盛法

A, B : デンチン陶材による歯冠修復とそのカットバック。歯肉模型を使用することによって、唇面カントウアをコントロールする

C : マメリон形態を付与（縦構造の付与）し、歯冠下部には、筆を用いて横構造を付与する

D : デンチン陶材焼成後、焼成収縮による 20 % のエナメル質層のクリアランスを自動的に得ることができる。この時点で、象牙質形態を正確にチェックする（形態異常、オペーク層の反射など）

E : 切削による修正、形態的に不都合な場合、切削可能ならここで行う。ここでは、歯冠部下半部に横構造を与えている

F : 必要なら象牙質層上にインターナルライブステイニングする。これは白帯、さらに視覚的横構造を加えている

G : オバール・切端色陶材による被覆

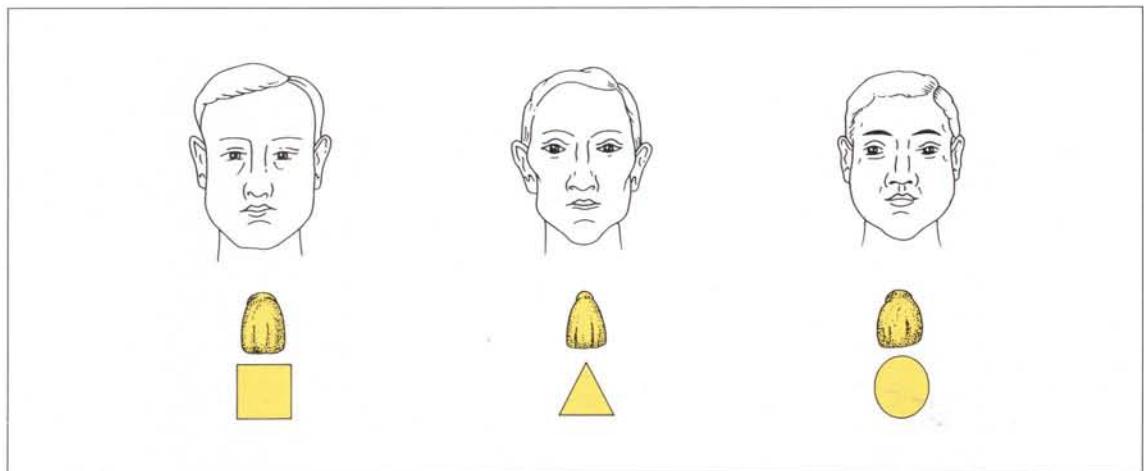


図 13 Williams の分類による顔貌と歯冠形態との関係を示す模式図。全前歯部を補綴する場合など、歯冠形態のオリエンテーションが困難な際は、頭蓋の特徴による三つの基本歯冠形態を選択することができる。このほか、この Williams の分類に新たに方尖型、方円型、尖円型、方尖円型を加えた分類法(Bioform の人工歯の基本概念となる)、Hause の分類や患者の体型、性格、年齢および性別による歯冠形態を重視する “Kretschmer および Frush & Fisher らの分類” などもある。いずれも患者の個性を重視した歯冠形態が再現されなければならない。

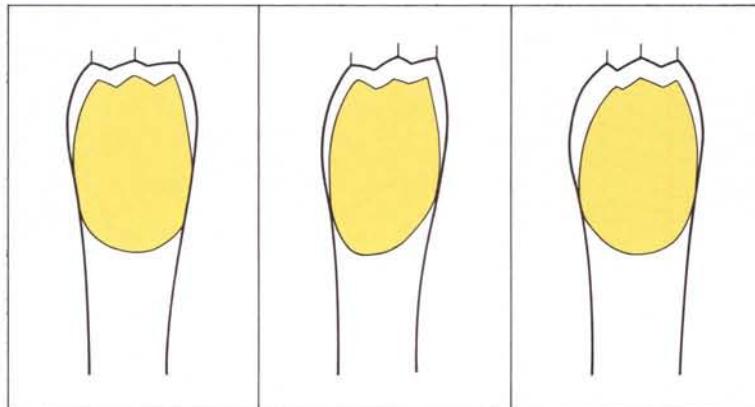


図 14 図 13 に示す Williams の基本三形態に調和した象牙質形態を示す模式図（黄色の部分）

要に応じて、青嶋 仁氏のインターナルライブステインテクニックを応用し、個性的表現を施すことも可能である（図 12 F 参照）。

ただし、この際に重要な事項は、正しい象牙質形態を作り上げることである。象牙質形態と最終歯冠形態が調和するには、象牙

質形態両隣接縁と最終歯冠両隣接縁とが調和していかなければならない。象牙質形態が近遠心および長軸的にずれることなく、正しく歯冠全形態の中で位置づけられることによって、両隣接そして切縁部のクリアなエナメル質が形成される（図 16）。



図 15 自然は常に一定ではない。この写真に示す天然歯のように複雑なマメロン形態が観察できる



図 16 上顎前歯部の臨床例。歯冠外形に調和した象牙質形態とその位置づけが非常に重要である

5

象牙質構造を付与するうえでの基本的要点

ここでは、片岡繁夫氏、西村好美氏の提唱する Williams の基本三形態に基づき、象牙質形態を考察してみたい（図 13、14 参照）。

1) 円型形態

円型形態では、隣接部辺縁隆線の丸く滑らかな走行を付与し、全体的歯冠形態が球状を帯びるよう、中央部マメロンを比較的長めに形成し、唇面中央部隆線を強調することによって、咬合面観にコンベックス形態を与える（図 17）。

2) 方型形態

方型形態では、隣接部外形線をほぼ平行に走行させ、歯冠形態が立方体状になるよう、マメロンの長さをやや直線状に統一し、咬合面観もほぼ直線状に形成する（図 18）。

3) 尖型形態

尖型形態では、隣接外形線を歯頸部に向かって狭窄させ、歯冠形態が逆四角錐状となるようにマメロンの長さを統一する。この形態

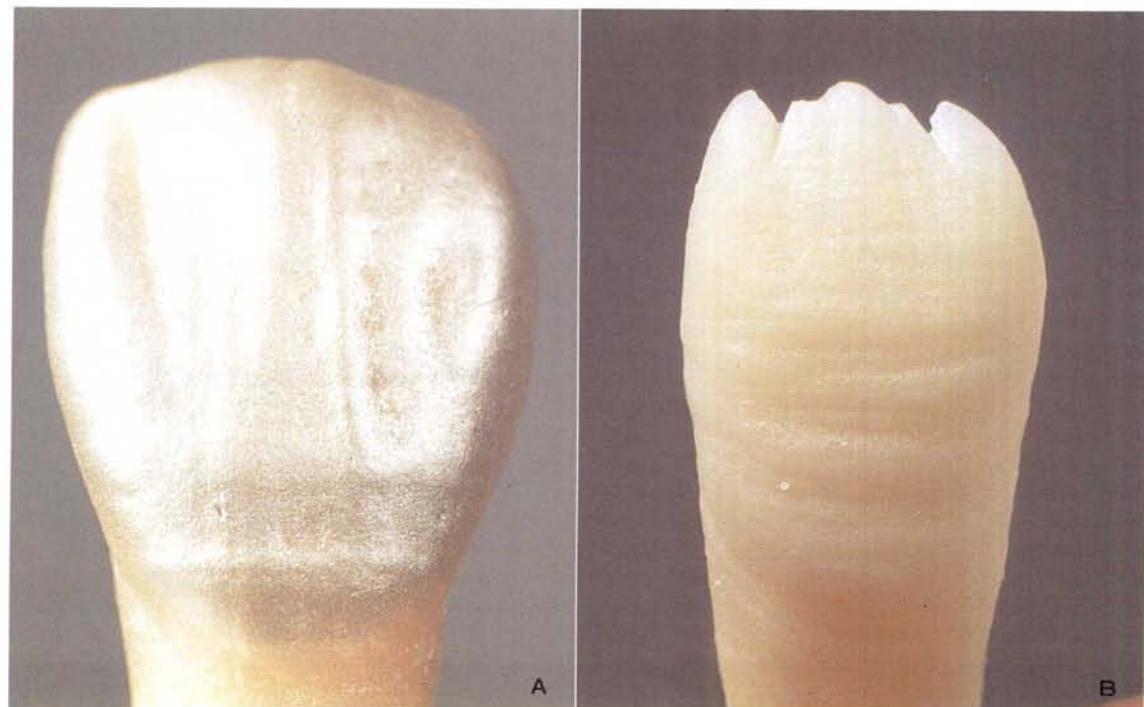


図 17 典型的円型歯冠形態（A）と象牙質形態（B）

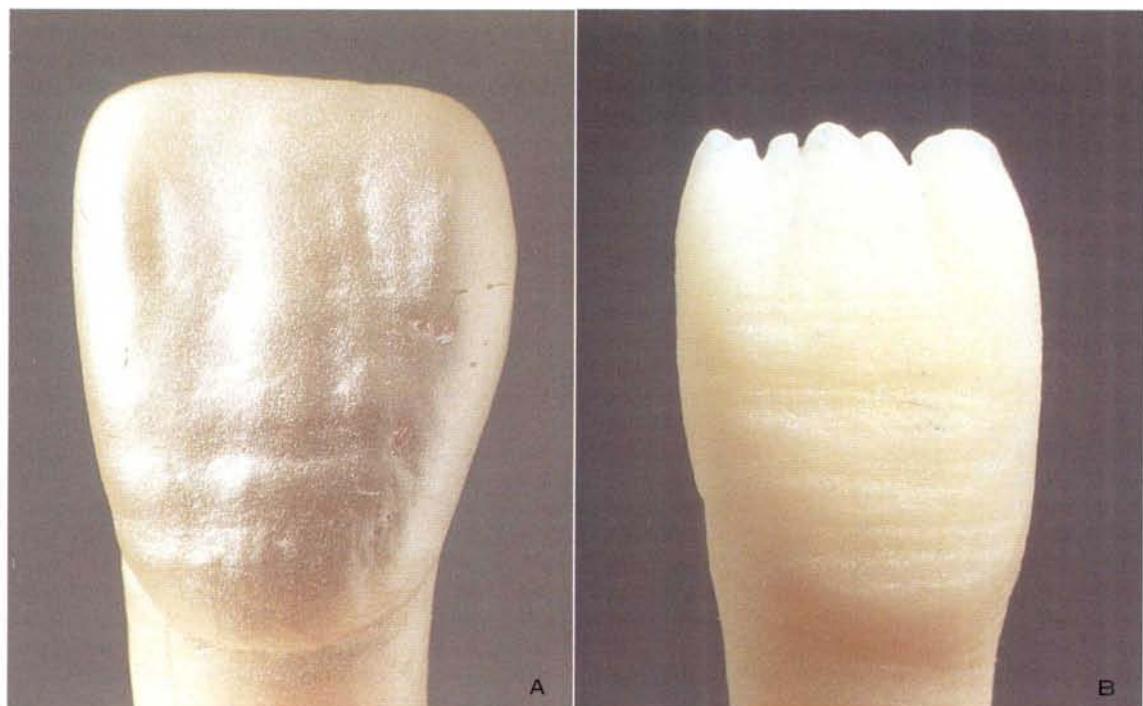


図18 典型的方型歯冠形態（A）と象牙質形態（B）

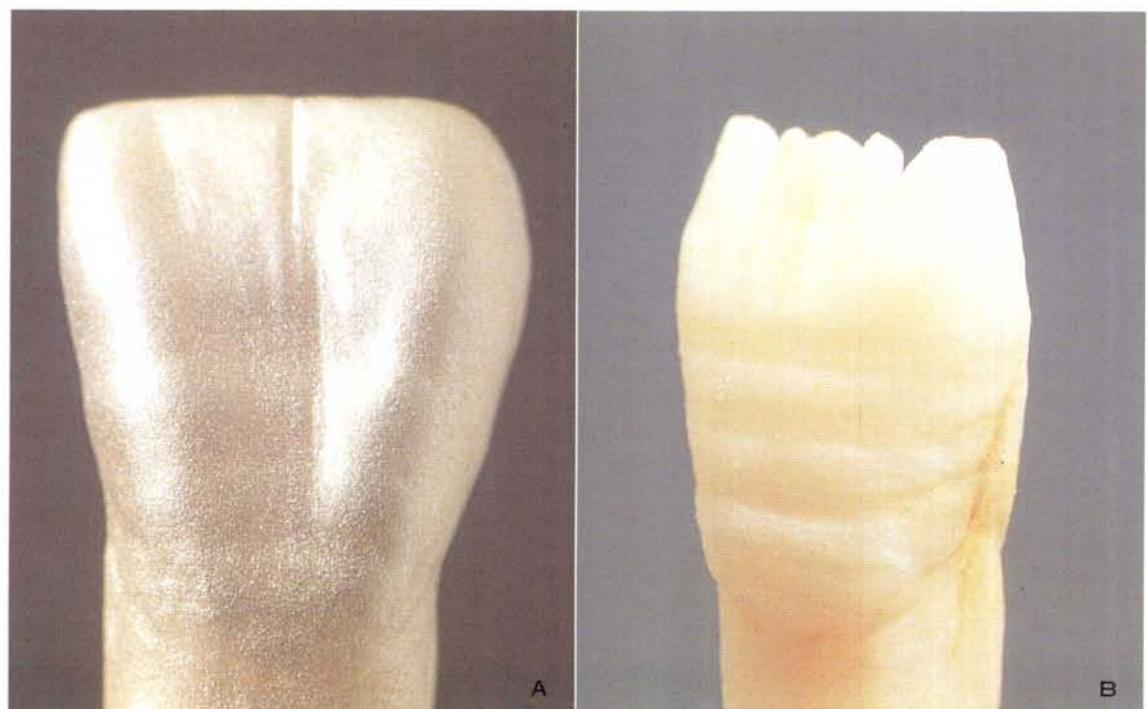


図19 典型的尖型歯冠形態（A）と象牙質形態（B）

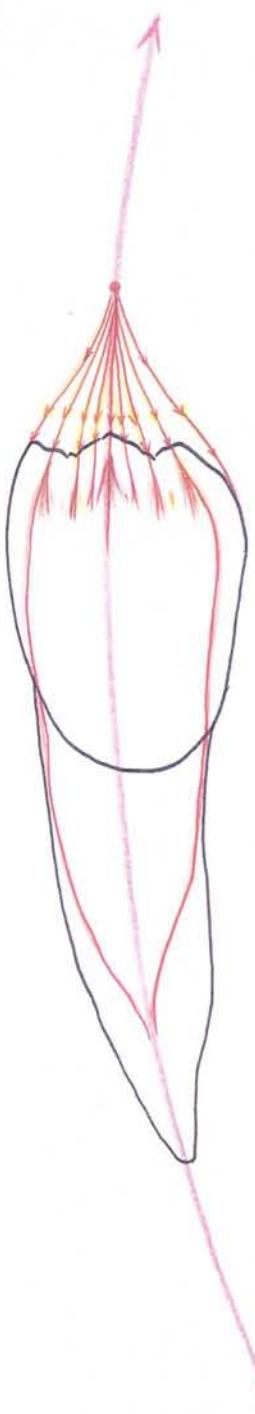


図20 マメロンの形態および方向性は一定の法則を有する



図 21 若年期中切歯の形態、色調のニュアンスをトレーニングするために製作したフルボーセレン歯



図 22 老年期中切歯のフルボーセレン歯

では、両隣接辺縁隆線が特に発達していることを考慮し、咬合面観はコンカーブに形成する（図 19）。

ただし図 14 に示すのは基本的三マメロン形態であるが、マメロン形態は、実際には、切縁結節に起因しており、複雑な形成を要する（図 15 参照）。この複雑なマメロン形態を全歯冠形態に調和させるためには、図 20 のように根尖と辺縁最大豊隆部を結ぶ線（歯性歯軸）の延長線と、両隣接外形線の描くカーブが交わる点を基点とし、すべてのマメロンの走行を位置づけることが重要である。

以上、これまで若年期の歯についてを主な内容としてきたわけであるが、歯の形態、表面性状、そして色調は、歯の年齢（年齢のみでなく、臨床上では歯列状態、咬合状態にも起因するが、ここでは、歯の年齢と仮定する）においても変化にすることは周知のこと

であろう。

若年期の歯は、緻密なブルーのエナメル色と、光の拡散による明るく不透明な象牙色を有する（図 21）が、老年期では、歯全体の摩耗と着色により、周波条、エナメル小柱間が埋められることから、より透明度と着色を増す。このことによって、象牙質の構造、そして色調もより鮮明となり、切縁部摩耗面が象牙質まで達すれば、象牙質の石灰化と着色などが観察されることになる（図 22）。

術者は、これらの相関関係を常に考慮しつつ臨床にあたることによって、おのずと選択すべきセラミックス材料を決定可能とする。

最終回の次回では、これまでの内容をふまえて、表面性状を的確に再現する方法について述べる。

（文献については最終回に一括掲載）