



シリーズ

身近な臨床・これからの歯科医のための臨床講座③②

# 象牙質知覚過敏の発症メカニズムとその予防と治療



吉山 昌宏

よしやま まさひろ

●岡山大学大学院歯薬学総合研究科歯科保存修復学分野教授 ●博士(歯学) ●日本歯科保存学会指導医・専門医, 日本接着歯学会認定医, 日本再生歯科医学会指導医 ●1982年徳島大学歯学部卒業, 86年同大学院歯学研究科修了, 88年同大学歯学部附属病院講師, 94年ジョージア医科大学歯学部客員講師, 2000年徳島大学歯学部助教授, 岡山大学歯学部教授, 01年岡山大学大学院歯薬学総合研究科教授, 03年岡山大学歯学部附属病院副病院長, 06年岡山大学病院総合歯科治療部部長 ●1957年9月生まれ, 兵庫県出身 ●著書: MI時代の歯科知識-ブラークコントロールサイエンス&プラクティス-(編著), 失敗しない歯髄保存療法(編著), う蝕治療のミニマル・インターベンション(編著)ほか ●主研究テーマ: 象牙質レジン接着機構の解明, 象牙質再生療法の開発, 知覚過敏研究全般

●日歯ホームページメンバーズルーム内「オンデマンド配信サービス」および「Eシステム(会員用研修教材)」に掲載する本文の写真・図表(の一部)はカラー扱いとなりますのでご参照ください。

## 要 約

象牙質知覚過敏の治療の戦略として最も重要なことは、予防を考慮に入れたホームケアと最新のレジン系知覚過敏抑制剤の塗布などの院内処置としてのプロフェッショナルケアをいかに組み合わせて早期に除痛を図り、患者の信頼を得るかである。そして象牙質知覚過敏を主訴とした患者の治療オプションから、できるだけ抜髄や抜歯といった侵襲度の高いものを排除することである。その意味で、修復のコンセプトとして注目されているミニマル・インターベンション(MI)が象牙質知覚過敏治療の戦略としてきわめて重要であるといえる。今回、象牙質知覚過敏の発症メカニズムとその予防について説明するとともに、各種知覚過敏用歯磨剤やレジン系知覚過敏抑制剤について解説してみる。

## はじめに

近年わが国では、社会の超高齢化が人類史上類を見ないスピードで進行しており、楔状欠損(wedge-shaped defect: WSD)や歯周病の進行に伴う歯根露出(root exposure: RE)を有する患者が大幅に増加する傾向にある。さらに、楔状欠損や歯根露出を有する患者には象牙質知覚過敏症(Dentin hypersensitivity: HYS)が発症しやすく治療法の選択に迷うことも少なくない。象牙質知覚過敏症とは露出した象牙質に加わった物理的(擦過, 乾燥, 温度変化)あるいは化学的外来刺激によって、一過性の不快な痛み(10秒間以内)(鋭痛)が誘発され、刺激が除かれると直ちに消失する状態をいう。一般歯科患者において象牙質知覚過敏症の罹患率は、調査対象方法でバラツキがあり4~50%である<sup>1)</sup>。

ある疫学的調査では、外来患者の約23%にWSDが

## キーワード

象牙質知覚過敏／楔状欠損／歯根露出

認められ、WSDを有する患者の約70%がHYSを訴えていたと報告されている<sup>2)</sup>。これに対して、歯周病患者ではHYSの罹患率が60%~98%と有意に増加するという報告がある<sup>3)</sup>。したがって、楔状欠損や歯根露出による象牙質知覚過敏(HYS)を的確に診断し、できるだけ侵襲の少ない除痛処理を行うことは、歯科医院を訪れる患者の大きな満足と信頼を得るうえできわめて重要である。

さらに近年、Tooth Wearという概念が出現し、第3の歯科疾患として注目されている。Tooth Wearは大きく咬耗・摩耗・酸蝕に分類され、このすべてにおいて初期症状あるいは続発する症状としてHYSが生じる。

本稿では、楔状欠損(WSD)と歯根露出(RE)に伴う象牙質知覚過敏(HYS)の発症メカニズムについて、われわれの研究成果をもとに概説するとともに、その治療法や予防法についてTooth Wearと関連性のもとに述べてみたい。

## 1. WSDにおける HYS発症メカニズム

象牙質における知覚伝達メカニズムについてはいくつかの仮説が提唱されている。そのなかで、現在最も広く受け入れられているのが、1963年にBrännström

によって提唱された動水力学説 Hydrodynamic theoryであり、露出した象牙質面に作用した冷水刺激や擦過刺激が象牙細管内の組織液の流れを変化させ、痛みを発現するというものである<sup>4)</sup>。

Pashleyは、楔状欠損部の露出象牙質面の象牙細管が何らかの原因で開口すると、象牙質の感受性が飛躍的に増大し、象牙質知覚過敏の症状が生じると指摘している<sup>5)</sup>。

さらに、Yoshiyamaらは、象牙質生検法を用いて、象牙質知覚過敏を訴える患歯の楔状欠損部に存在する知覚過敏帯(HYS+)および非知覚過敏帯(HYS-)から象牙質試料を採取し、走査型電子顕微鏡(SEM)を用いて露出象牙質面を観察した<sup>6)</sup>。その結果、HYS+では約75%の象牙細管が開口しており、開口した象牙細管の内壁には膜様構造物が認められた(図1)。一方、HYS-では約23%の象牙細管しか開口しておらず、多くの象牙細管内腔は種々の大きさの石灰化物質で封鎖されていた(図2)。

さらに象牙質生検試料を塩酸コラゲナーゼ消化法を用いて処理した結果、HYS+では約76%の象牙細管内腔に管状模様構造物(tube-like structure: TS)が認められたのに対し、HYS-では約20%の象牙細管にしかTSは存在していなかった<sup>7)</sup>。

以上の一連の研究成果から、楔状欠損部の最表層部の象牙細管内腔にTSが存在し、石灰化物質沈着によ

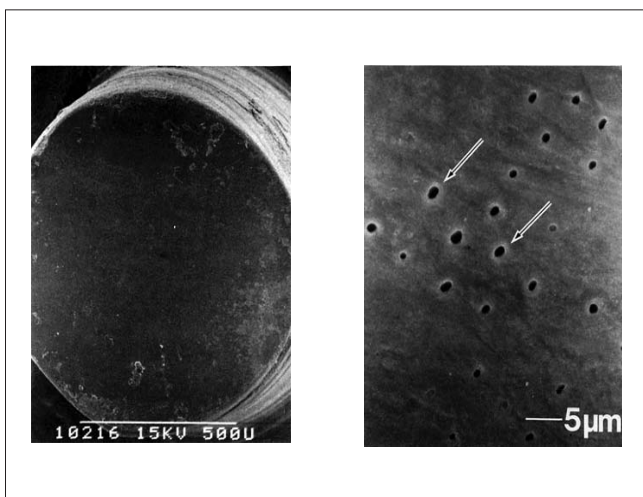


図1 知覚過敏部の露出象牙質  
知覚過敏ゾーンでは75%以上の細管が開口している(矢印:象牙細管)。

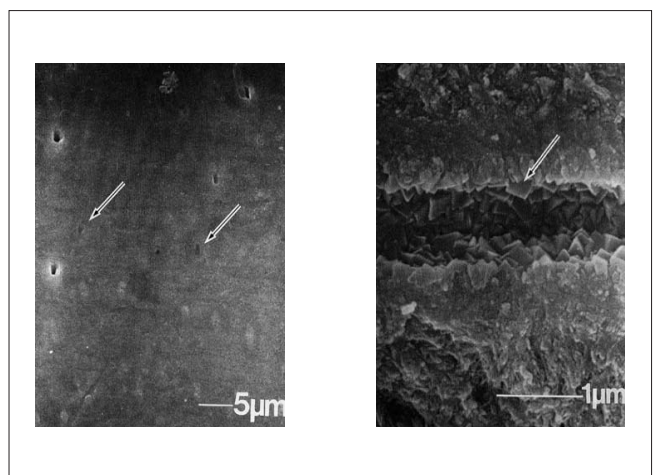


図2 非知覚過敏部の閉鎖した象牙細管の内部  
非知覚過敏ゾーンでは80%以上の細管が封鎖されている(矢印:象牙細管)。

る生理的封鎖が阻害された場合に、組織液の移動が容易となり、外来刺激が象牙芽細胞下神経叢に伝達され象牙質知覚過敏が発症すると考えられる(図3)。

る再石灰化とのバランスで、象牙細管の開口と封鎖が左右され、象牙質知覚過敏が発現したり消退したりすると考えられる(図3)。

## 2. RE における HYS のメカニズム

歯周病の進行に伴い露出した根面象牙質では象牙質知覚過敏を発症していることが多く、そのメカニズムは必ずしも明確ではない。

Haugen らは、ルートプレーニング後に象牙質知覚過敏を発症した歯根露出歯を抜去してSEMで観察し、象牙細管開口部より象牙芽細胞突起が多数露出していたことを報告している<sup>8)</sup>。したがって歯根露出における象牙質知覚過敏のメカニズムとしては、歯根面全周において多数の象牙細管が開くとともに一部象牙細管の開口には、プラークの付着が深く関与していると考えられる。

その一方で、徹底したプラークコントロールにより歯根露出における象牙質知覚過敏は自然治癒する傾向にあることも報告されており、露出した歯根面へ付着したプラークの産生する酸による脱灰と唾液成分によ

## 3. HYS の予防法と NI 的治療

知覚過敏への対応を歯質への侵襲度という観点からまとめてみると、各種レジン系材料やセメントによる物理的な刺激遮断はMI(Minimal Intervention)的治療といえる。一方、歯磨剤やペースト塗布などは全く歯を侵襲しないという意味でNI(Non Intervention)的治療であり、歯科恐怖症の知覚過敏患者でも導入が容易といえる。

楔状欠損による象牙質知覚過敏の発症を未然に防ぐには、楔状欠損をできるだけ発症させない、さらにはより拡大させないことが重要である(図4)。楔状欠損の発症原因としては、従来より歯ブラシなどの誤用が指摘されてきたが、最近ではそれに加えて、咬合力による過剰な負荷が歯頸部に集中するため微小破折が生じて楔状欠損が形成されるというアブフラクション説も重要視されている<sup>9)</sup>。

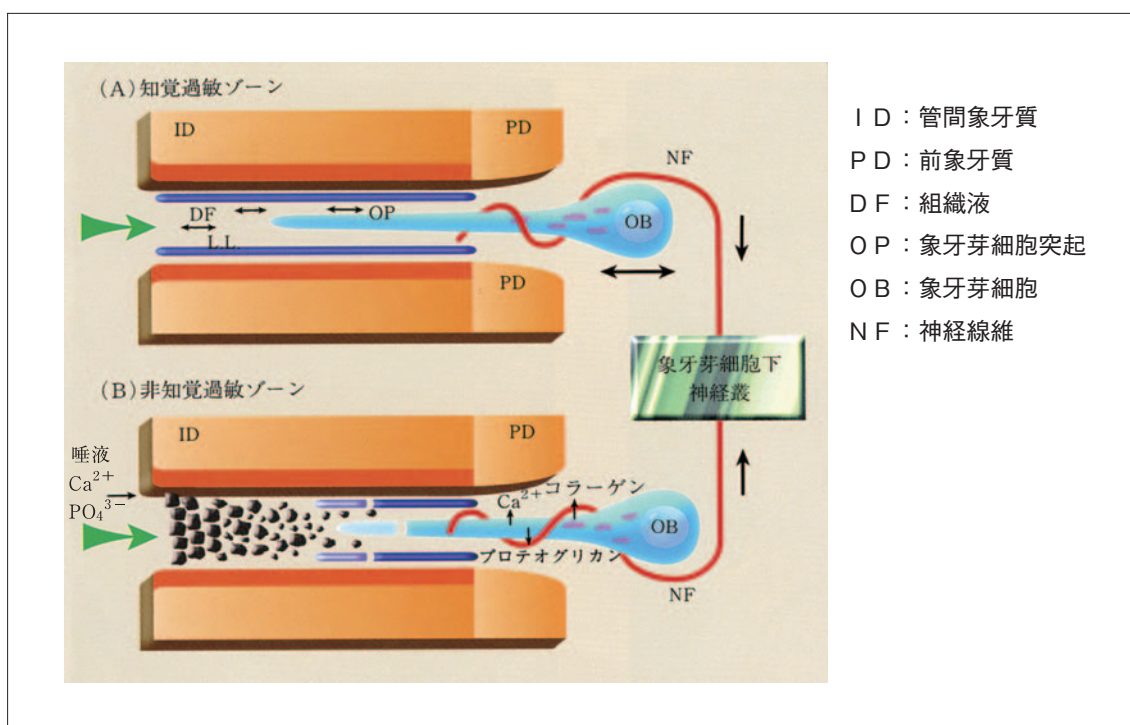


図3 HYS 発症メカニズム





図4 WSD (左) と RE (右)  
左：65歳男性，右：フラップ手術後の45歳男性

したがって楔状欠損を未然に防いだり、それ以上大きくさせないために、まず歯周組織検査、咬合状態のチェックを行い、必要であれば咬合調整を行うことが重要である。さらに患者の使用している歯ブラシや歯磨剤を問診し、過度の力のかからない歯ブラシやフッ素配合で研磨材未配合の歯磨剤に替えさせる。

また、重度の歯根面露出の象牙質知覚過敏の患者では、「しみるのが怖くて磨けない」というケースもみられるので、「磨かないと、よりしみるようになる」ということを十分説明して懇切丁寧な口腔清掃指導を行うことが重要である(図4)。したがって、知覚過敏抑制効果を有する歯磨剤の使用を患者に勧めることも有効な手段と考えられる。以下に代表的な知覚過敏用歯磨剤について説明する。

### 1) シュミテクト

グラクソ・スミスクラインより世界70カ国以上で販売されている知覚過敏用歯磨剤であるシュミテクトには5%硝酸カリウムが配合されている。Markow-ity (1991)らは、象牙質の表面に適用したカリウムイオン(K<sup>+</sup>)は象牙質管内に拡散し、局所の細胞外イオン濃度を上昇させることで、歯髄神経の興奮性を抑制することを報告している<sup>10)</sup>。また、国内においても、大阪歯科大学と徳島大学での臨床治験結果から、シュミテクトが知覚過敏抑制剤に有効なアプローチであることが示されている。

### 2) メルサージュ ヒスケア

松風より販売されているメルサージュ ヒスケアには硝酸カリウムと乳酸アルミニウムをダブル配合しており、乳酸アルミニウムの象牙細管封鎖も期待できる。

### 3) システマ センシティブ

ライオンから販売されているシステマ センシティブにも、歯髄神経の興奮性を抑制する硝酸カリウムと開口した象牙質細管を封鎖する乳酸アルミニウムが配合されている。

### 4) MI ペースト

歯磨剤ではない新しいタイプのホームケア用再石灰化による歯質の強化と知覚過敏の予防効果を有するMIペーストがジーシーより発売されている。MIペーストはリカルデント成分(CPP-ACP)が配合されており、ブラッシング後に歯ブラシで歯面に適量塗布し、30分間はそのまま洗口しないように指導するので、歯のミネラルパックといったイメージである。

## 4. HYS の MI 的治療

筆者らは長年にわたり接着性レジンのHYS抑制効果を基礎的ならびに臨床的に検討してきたが、ここでは最近相次いで市販されたレジン系・ガラスイオノマー系のHYS抑制剤の除痛メカニズムや特徴を紹介しHYSのMI的治療をまとめてみたい。

前述したようにレジン系・グラスアイオノマー系知覚過敏抑制剤の除痛メカニズムとしては、

- ① 開口象牙細管の封鎖
- ② 象牙細管内浸透による組織液移動の抑制
- ③ 露出象牙質での樹脂含浸層の形成
- ④ 硬く均一な被膜層の形成

があげられる (図5)。

## 1) MS コート

(サンメディカル, 健保適用)

開口象牙細管を封鎖し、高分子被膜を露出象牙質表面に形成することにより知覚過敏抑制効果を発揮するものとして、長年にわたり「MS コート」(サンメディカル)が市販されている。

「MS コート」は「5%メタルクリル酸メチル (MMA)-p-スチレンスルホン酸 (SSA) 共重合体」(MS ポリマー) の水系エマルジョン (A 液) と2.1%シュウ酸 (B 液) からなる。B 液のシュウ酸が管周象牙質を部分的に脱灰し、生じたカルシウムイオンと A 液が反応することにより、象牙細管開口部にポリマープラグを

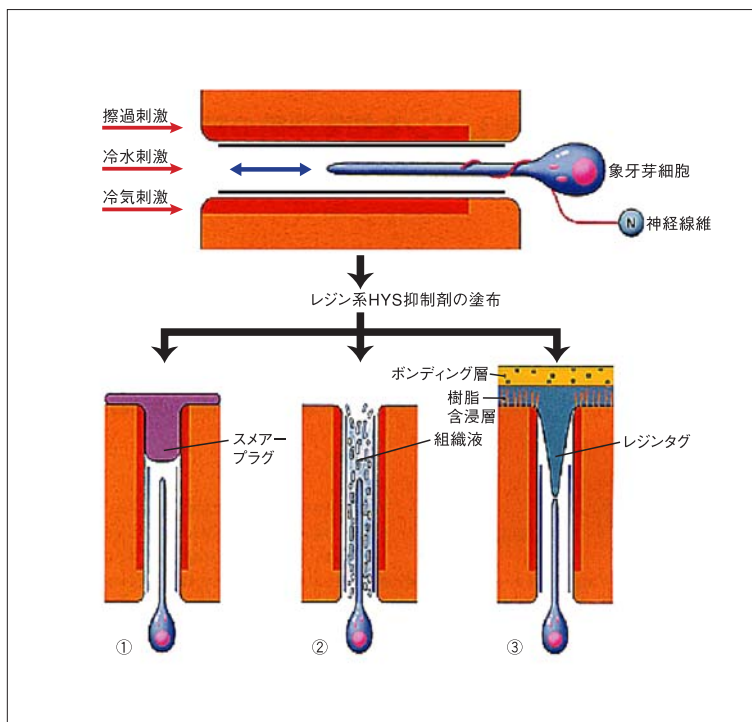


図5 HYS の除痛メカニズム

- ① 象牙細管封鎖
- ② 組織液移動の抑制
- ③ 樹脂含浸層の形成

生成して外来刺激を遮断する。「MS コート」は A 液と B 液を等量混合するだけですぐに使用でき、副作

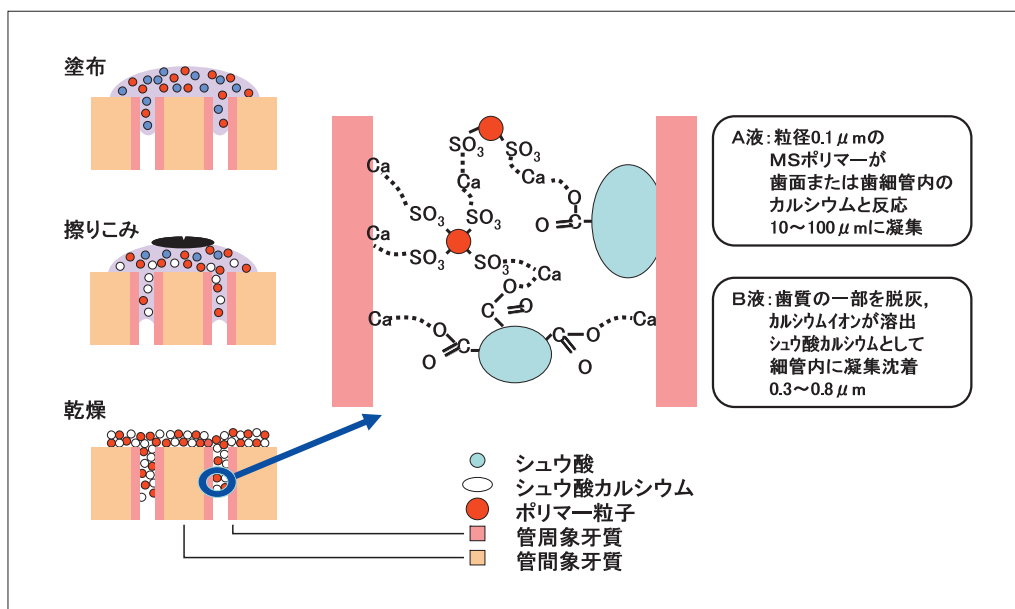


図6 MS コート ONE のメカニズム

用も少なく知覚過敏治療の第一選択として長く使用されてきたが、再発を繰り返すケースがあり、持続性にやや問題があった。

2) MS コート ONE (サンメディカル, 健保適用)  
上記のMSコートの欠点を改良しサンメディカルより近年市販されたものが「MSコート ONE」であり、1液型でありながらナノサイズのMSポリマーとシュ

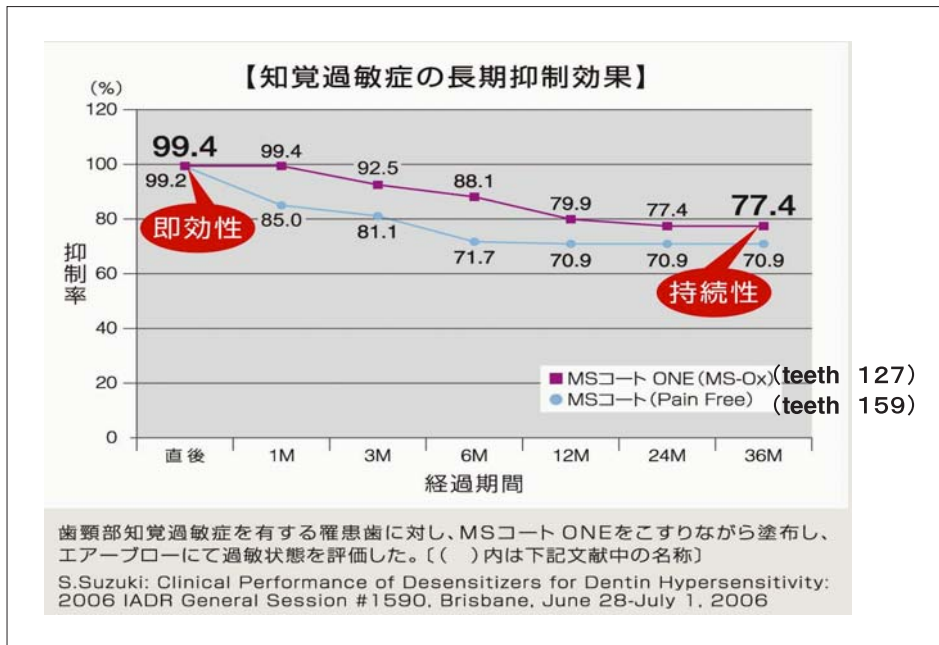


図7 MS コートの長期臨床成績  
(鈴木司郎：米国アラバマ大学歯学部 バイオマテリアル)

**★ホワイトニング後の知覚過敏にも有効**

漂白後のエナメル質

表面

MSコート ONE適用後

表面

ホワイトニング後のマイクロクラックは刺激を伝達しやすくなる。

筋状の構造体の隙間に小さなシュウ酸カルシウム結晶を含むMSポリマー被膜が表面を覆う

**POINT** 知覚過敏予防として、**ホワイトニング前**にあらかじめMSコートONEを適用することでも同様の効果が得られる。  
(ホワイトニングの効果はほとんど低下しない)

図8 MS コート ONE の特徴



図9 シールドフォース製品

ウ酸が歯質のカルシウムと反応し、保護被膜を形成して象牙細管を堅密に封鎖する（図6）。さらに即効性のみならず持続性もMSコートより向上したことが報告されている（図7）。さらにホワイトニング前の知覚過敏予防、ホワイトニング後の知覚過敏抑制にも高い効果が期待できる（図8）。

### 3) シールドフォース

（トクヤマデンタル，健保適用）

接着性レジン系の知覚過敏抑制剤として国内では初めて保険適用され、最近市販されたシステムであり（図9）、硬く均一な被膜およびレジntagで外来刺激を遮断することにより、知覚過敏を抑制するものである。「シールドフォース」を塗布すると、成分であるリン酸系接着性モノマーと歯質カルシウムとの反応物が象牙細管内に生成しレジntagを形成するとともに、塗布表面にも生成する。さらにエアブローで溶媒と水分を飛ばすことにより、薄層が形成され、光照射することで強固に重合し、被膜が形成される。「シールドフォース」硬化層は約10 $\mu\text{m}$ であり、外来刺激を遮断するだけでなく、耐歯ブラシ摩耗性にもすぐれている。

### 4) フジフィルムLCフロー

（ジーシー，健保適用）

光重合型レジン強化型ガラスアイオノマー系知覚過

敏抑制剤で、露出象牙質面に接着して被膜を形成することにより知覚過敏を抑制する。セルフコンディショナーの塗布も、重度の知覚過敏の患者で痛みを伴う場合は不要である。

### 5) クリンプロXTバーニッシュ

（3M ESPE，健保適用）

新規に開発市販された光重合型レジン強化型ガラスアイオノマー系知覚過敏抑制材料で、フッ化物・リン・カルシウムの長期持続性を有するエックス線不透過性のフルオロアルミノシリカートガラスからなるペーストと、ポリアクリル酸からなる液体をクリッカー・ディスペンサーで混合し、歯面をコーティングすることにより、再石灰化を促進する。象牙細管を2 $\mu\text{m}$ 以上封鎖し、光重合により被膜を即時に形成し、長期にわたり知覚過敏を抑制する。

### 6) ハイブリッドコートII

（サンメディカル社，健保適用なし）

「ハイブリッドコートII」は歯質表面に薄く堅くしなやかに被膜をつくる接着性レジン系シーリングコーティング材で、とくに露出した象牙質表面に対しては、良好な樹脂含浸層と一体化した薄くて硬い被膜を形成する。リキッド中の光重合開始剤に加えてコートスポンジ・コートブラシ中に親水性重合開始剤を付着させており、水分が残存する歯質界面からも確実に重合硬化することができ、高い被膜耐久性と知覚過敏抑制効果を有している。

しかしながら、知覚過敏の症例に適用の場合、保険請求できないので自費扱いとなるので、自費治療で生活歯形成後のシーリングに有効といえる。

### 7) グルーマディセンシタイザー

（ヘレウス・クルツァー，健保適用）

5%グルタルアルデヒド（GA）と35%ヒドロキシエチルメタクリレート（HEMA）を含む水溶液で、レジン接着システムのプライマーとして性質を有する知覚過敏抑制剤である。グルタルアルデヒドによる血漿タンパク質の凝集作用により歯質透過性が抑制され、HEMAによる象牙細管の封鎖により知覚過



敏が抑制される。

この「グルーマディセンシタイザー」は1液をマイクログラシで塗布するだけで被膜を作らず重合硬化もしないことから、MSコートで改善のみられない中等度の知覚過敏に対して第二選択として使用可能であり、長年使用された。グルタルアルデヒドや HEMA を含んでいることから、患者がアレルギーを起こす場合があり、十分な術前診査が必要である。

## 5. HYS を伴う WSD の 接着性レジン修復

上記のような NI および MI 的治療によっても HYS 症状が改善されない症例や、既にコンポジットレジン修復がなされている歯で歯頸部象牙質が露出して HYS が生じているような症状では、MI バーを用いて最小限の窩洞形成を行い、エナメル質側窩線にはラウンドベベルを付与して1 step 接着性レジンシステムによる修復が効果的である。

WSD を生じた露出象牙質面は高度に再石灰化され



図10 G ボンドプラス (ジーシー) と MI フローによる知覚過敏を伴う WSD の治療



図11 MI バーの使用  
浸潤麻酔下で露出面を一層削除する。



図12 G ボンドプラスの塗布と光照射



図13 MI フローの充填



図14 充填研磨終了後  
審美性も回復している。



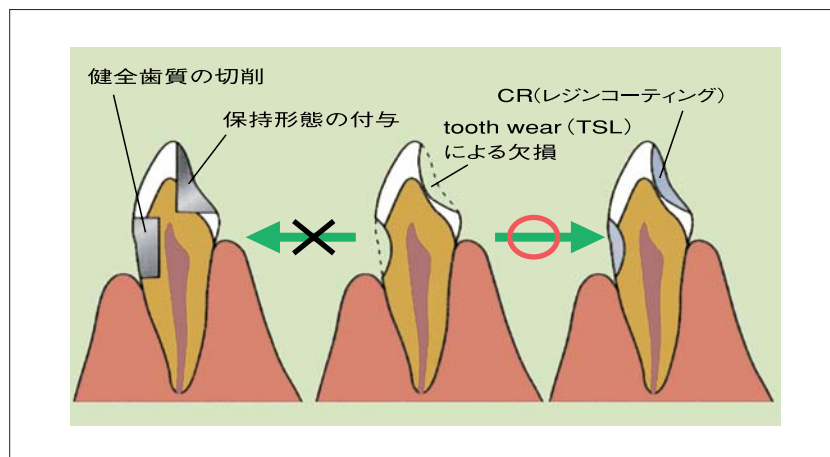


図15 CR接着修復がTooth Wearを救う—Change from filling to coating—  
fillingからcoatingへの転換がTooth Wearの治癒には必要である。

ている場合があり、レジン接着性が大きく低下することを筆者らは報告している。そこでやはりMIバーなどで一層削除することが接着耐久性の向上には有効である。前処理として酸エッチングも有効である。また、充填用コンポジットレジンとしてはフロアブルレジンが有効である。あまりにフィラー含有率が高く弾性率が低いペーストタイプのレジン充填後脱離しやすい傾向にある。ジーシー社のGボンドプラスとMIフローを用いた一連の症例を示す(図10～図14)。

## 6. おわりに

ここで紹介した最新のレジン系、グラスアイオノマー系知覚過敏抑制剤による治療は、近年多数市販されている知覚過敏用歯磨剤によるセルフケアと併用することにより、より高い知覚過敏抑制効果が期待できる。また、WSDや過度な摩耗といったTooth Wearに伴うHYSへの対応用としては1step接着性レジンシステムとフロアブルレジンによるコーティング的修復も極めて有効である(図15)。

これらのコンセプトの異なるいくつかの手法を組み合わせることにより、HYS患者に快適で安全かつより即効性があり耐久性のすぐれた治療が多くの開業医の先生方から多くの国民に提供されることを心より願っている。最近ではTVのCMの影響やNHK総合

「ためしてガッテン」でも特集として取り上げられ、HYSに対する国民の認知度は急速に高まっていることから、HYSの発症メカニズムを分かりやすく患者に説明できることも歯科界において重要といえる。

### 参考文献

- 1) 池田英治：知覚過敏発症のメカニズム。日本歯科理工学会誌, 29(4)：285～288, 2010.
- 2) Graehn, G., Berndt, C. & Staeger, B.: Zur Epidemiologie Keilformiger Defekte. Dtsch. Stomatol., 41：210～213, 1991.
- 3) 小林賢一, 小村千尋, 田上順次 監訳：Tooth Wearと象牙質知覚過敏。第1版, 医歯薬出版, 2003.
- 4) Brännström, M.: A hydrodynamic mechanism in the transmission of pain-producing stimuli through the dentin. Sensory mechanism in dentin. Pergamon, Oxford, 1963.
- 5) Pashley, D. H.: Dentin permeability, dentin sensitivity, and treatment through tubule occlusion. J. Endo., 12：465～474, 1986.
- 6) Yoshiyama, M., Masada, J., Uchida, A. & Ishida, H.: Scanning electron microscopic characterization of sensitive vs. insensitive human radicular dentin. J. Dent. Res., 68：1498～1502, 1989.
- 7) Yoshiyama, M., Suga, T., Kawasaki, A. & Ebisu, S.: Morphological characterization of tube-like structures in hypersensitive human radicular dentin. J. Dent., 24：57～63, 1996.
- 8) Haugen, E., Johnsen, R.: Tooth hypersensitivity after periodontal treatment. J. Clin. Periodontol., 15：399～401, 1988.
- 9) 吉山昌宏：ストップ! The 知覚過敏—薬剤によるアプローチ。日本歯科理工学会誌, 29(4)：293～296, 2010.
- 10) 吉山昌宏：進化し続ける象牙質知覚過敏抑制剤—各製品の特徴と評価。The Quintessence, 29(8)：142～149, 2010.