

論 文

オフィス・ホワイトニング剤がコンポジットレジン of 色彩に与える影響

淀 奈保子^{1*}, 金子 潤²¹万世歯科クリニック (山形県米沢市), ²明倫短期大学 歯科衛生士学科

Effect of In-Office Whitening Agents on Color of the Resin Composites

Naoko Yodo¹, Jun Kaneko²¹Bansei Dental Clinic, ²Department of Dental Hygiene and Welfare, Meirin College

近年, MI の概念が浸透したため, ホワイトニングを希望する患者の前歯部にすでにコンポジットレジン修復がなされているケースが多い。今回, オフィス・ホワイトニング剤である『ハイライト』と『ピレーネ』でホワイトニングを行った場合のコンポジットレジンの色彩変化を調べた。

直径 8 mm, 厚さ 3 mm のコンポジットレジン試料を作製し, H 群はハイライト, P 群はピレーネにて業者指示どおりの方法で 4 処置目までホワイトニングを行い, C 群はコントロールとした。術前および毎処置後に試料中央部を測色計シェードアイ NCC にて測色を行った。各試料の 1~4 処置後の測色値と術前との差 ΔL^* , Δa^* , Δb^* から通法に従って色差 ΔE と白色度差 ΔW を算出し, 色彩変化を比較した。

H 群では ΔE と ΔW が 1 処置後から他群に比べて有意に高い値を示し, P 群では ΔE で 4 処置後から, ΔW で 3 処置後から C 群よりも有意に高い値を示した。 ΔE において最も高い値を示したのが H 群 4 処置後の 2.5, 白色度差 ΔW では H 群 3 処置後の 1.2 が最高であった。 色差が 3.15 以下であると, 一般には色の違いがほとんど認識できず同じ色だと思われるレベルを示している。したがって, 今回の実験結果ではオフィス・ホワイトニングによってコンポジットレジンの色彩は認識できるほど変化しなかったと考えられる。実際に肉眼で観察しても, H 群と P 群の色彩変化を識別することはできなかった。

キーワード: オフィス・ホワイトニング, コンポジットレジン, 色彩変化

Keywords: In-Office Whitening, Resin Composites, Color Change

緒 言

近年, 歯のホワイトニングに関する広告なども増加しており, 歯の白さや口元の美しさを求め, 歯科医院でのホワイトニング治療に対する要望・期待がますます高まっている。生活歯のホワイトニングは, 歯科医院内で歯面に薬剤を塗布し可視光線を照射するオフィス・ホワイトニングと, 自宅などで専用マウストレーの中に薬剤を患者自身が注入し装着するホーム・ホワイトニングとに大別される。また, 両

者を併用するデュアル・ホワイトニングもしばしば行われている¹⁾。

オフィス・ホワイトニングは, ホワイトニング剤の分解を積極的に促進し, 短時間での効果発現を目指すため, 術中の知覚過敏が比較的多いという欠点はあるが, すぐに歯の色を白くしたいという患者に適した方法である。わが国において厚生労働省が認可しているオフィス・ホワイトニング製品は, 『ハイライト』(松風), 『ピレーネ』(三菱ガス化学), 『ティオン・オフィス』(ジーシー) の 3 製品である。な

★淀奈保子: 明倫短期大学歯科衛生士学科12回生, 同専攻科口腔保健衛生学専攻 第3回生

原稿受付: 2012年12月20日, 受理 2012年12月20日

連絡先: 〒950-2086 新潟市西区真砂3-16-10 明倫短期大学 金子 潤 TEL.025-232-6351 (内線175)

本論文は2012年2月, 独立行政法人大学評価・学位授与機構の学士の学位授与の申請に係わる「学修成果・試験の審査」に合格したものである。

かでも『ハイライト』は最も高濃度の35%過酸化水素を主成分とし、『ピレーネ』は最も低濃度の3.5%過酸化水素と光触媒である二酸化チタンを含有する薬剤である²⁾。

一方、近年の齲蝕治療はMI（ミニマル・インターベンション）の概念が浸透し、歯質の削除量が少ないコンポジットレジン修復が多用されている³⁾。コンポジットレジン、シェードの種類が豊富で天然歯に近い色彩が再現でき、取り扱いが容易で料金も比較的安価なため、前歯部ではⅢ級・Ⅳ級・Ⅴ級修復のほとんどの症例において用いられる。したがって、ホワイトニングを希望して歯科医院を訪れる患者の前歯部にすでにコンポジットレジン修復がなされているケースも多いと考えられる。このような歯にホワイトニングを行った場合、コンポジットレジン部分はホワイトニング剤によってどのように変化するのかは詳細に明らかにされていない。

そこで今回、わが国で用いられている代表的な2種のオフィス・ホワイトニング剤である『ハイライト』と『ピレーネ』でホワイトニングを行った場合のコンポジットレジンの色彩変化を検討した。

材料および方法

1. コンポジットレジン試料の作製

直径8mm、厚さ3mmのプラスチック製リングを作製し、この中にコンポジットレジン「クリアフィルAP-X」（シェードA2：クラレメディカル）を填入し、上下からスライドガラスで圧接後、歯科用可視光線照射器「デントクラフト・ブルーレックス」（ヨシダ）にて40秒間光照射を行って重合させた（図1）。このようなコンポジットレジン試料を計15個作製し、H群はハイライト、P群はピレーネにてホワイトニングを行い、C群はホワイトニングを行わずコントロールとして、各群5個ずつの試料を実験に供

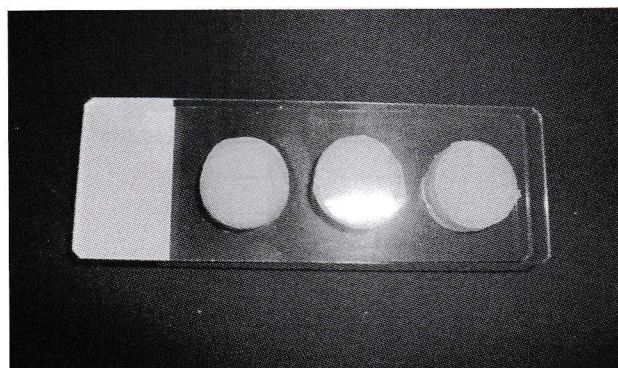


図1 作製したコンポジットレジン試料

した。なお、ホワイトニング実施時以外はすべての試料を水中に保管した。

2. 試料のホワイトニング方法

H群とP群はそれぞれ業者指示どおりの方法でホワイトニングを行った。

すなわち、H群ではハイライト（図2）の粉：液を1：3に計量・練和し、試料表面に均一に塗布後、5分間放置、光照射3分、放置2分、ホワイトニング剤の除去という手順で行った。この術式3サイクルを1処置とし、計4処置まで行った。P群ではピレーネ（図3）の溶液1を溶液2の容器に移して約1分間手動による混和を行い、試料表面に均一に塗布後、光照射5分、ホワイトニング剤の除去という手順で行った。この術式3サイクルを1処置とし、計4処置まで行った。

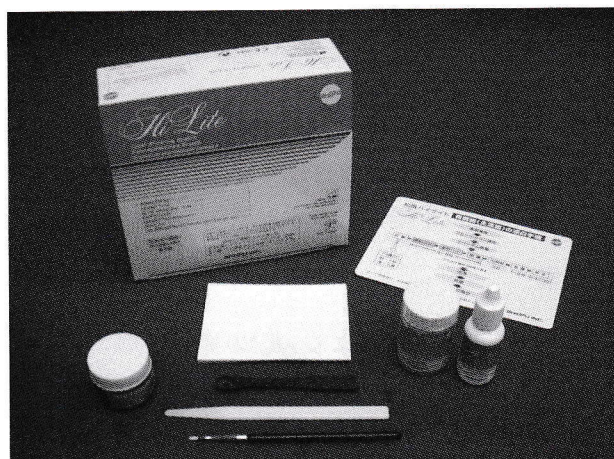


図2 ハイライト（松風）



図3 ピレーネ（三菱ガス化学）

3. 試料の測色と色彩変化の評価

術前および毎処置後に試料中央部を図4に示す測色計「シェードアイNCC」（松風）のアナライズモードにて3回ずつ測色を行い、その平均値を各試料の測色値とした。なお表色にはL*a*b*表色系を用い、



図4 シェードアイNCC (松風)

各試料の1～4処置後の測色値と術前との差 ΔL^* , Δa^* , Δb^* を算出し, 以下の式によって色差 ΔE と白亮度差 ΔW を算出して色彩変化を比較した.

$$\text{色差 } \Delta E = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

$$\text{白亮度 } W = 100 - \{ (100 - L^*)^2 + a^2 + b^2 \}^{1/2}$$

$$\text{白亮度差 } \Delta W = W_{1-4\text{処置後}} - W_{\text{術前}}$$

なお, 統計学的検定は ΔE および ΔW について Student's *t*-testを用い, 有意水準5%にて行った.

結果

1. ホワイトニングによる ΔL^* の推移

ホワイトニング1～4処置後までの各試料の ΔL^* の推移を図5～7に示す. H群5試料の平均値は1処置後0.2, 2処置後 0.4 ± 0.2 , 3処置後 0.6 ± 0.1 , 4処置後 0.5 ± 0.2 であり, 処置が進むにつれてわずかな上昇傾向を認めた. P群5試料の平均値は1処置後 0.2 ± 0.2 , 2処置後 0.2 ± 0.3 , 3処置後 0.3 ± 0.3 , 4処置後 0.6 ± 0.2 であり, 4処置後あたりでわずかな上昇傾向を認めた. C群5試料の平均値は1処置後 0.1 ± 0.3 , 2処置後 0.0 ± 0.1 , 3処置後 0.0 ± 0.2 , 4処置後 0.1 ± 0.1 であり, L^* 値の変化は認められなかった.

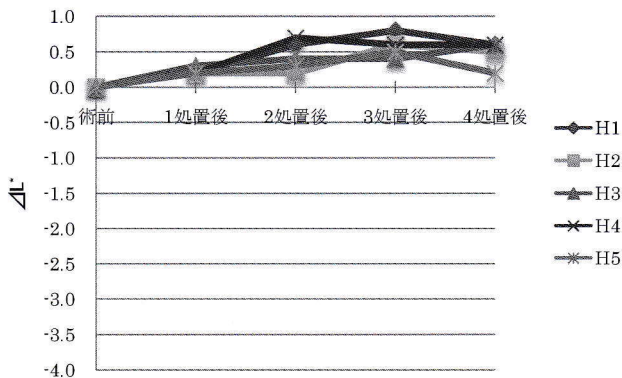


図5 H群における ΔL^* の推移

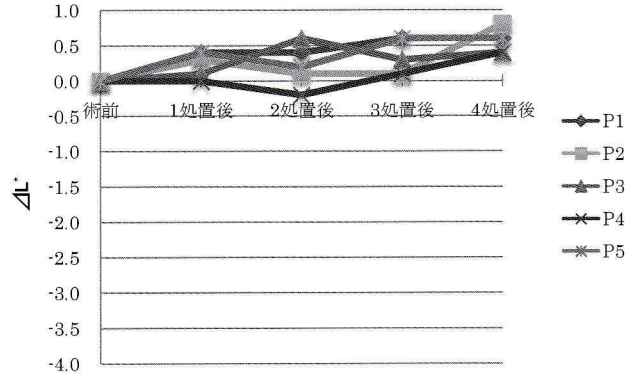


図6 P群における ΔL^* の推移

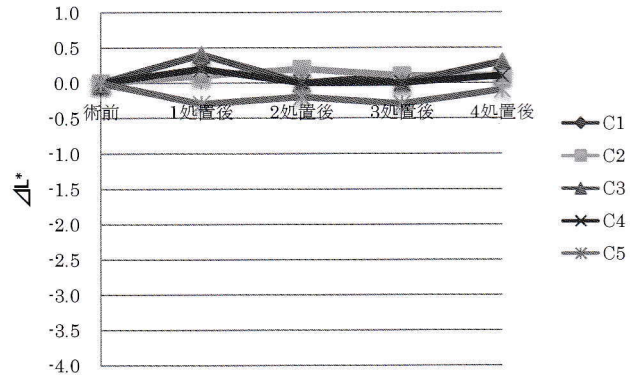


図7 C群における ΔL^* の推移

2. ホワイトニングによる Δa^* の推移

ホワイトニング1～4処置後までの各試料の Δa^* の推移を図8～10に示す. H群5試料の平均値は1～2処置後0, 3～4処置後 0.0 ± 0.1 , P群5試料およびC群5試料の平均値は1～4処置後すべてが0であり, すべての群において a^* 値の変化は認められなかった.

3. ホワイトニングによる Δb^* の推移

ホワイトニング1～4処置後までの各試料の Δb^* の推移を図11～13に示す. H群5試料の平均値は1処置後 -1.7 ± 0.7 , 2処置後 -2.0 ± 0.8 , 3処置後 -2.3 ± 0.9 , 4処置後 -2.4 ± 1.1 であり, 1処置後に5試

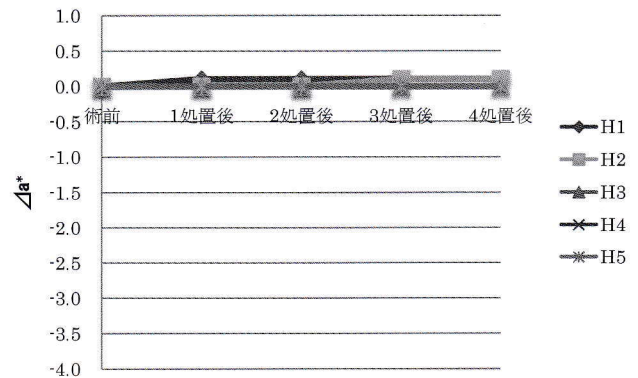


図8 H群における Δa^* の推移

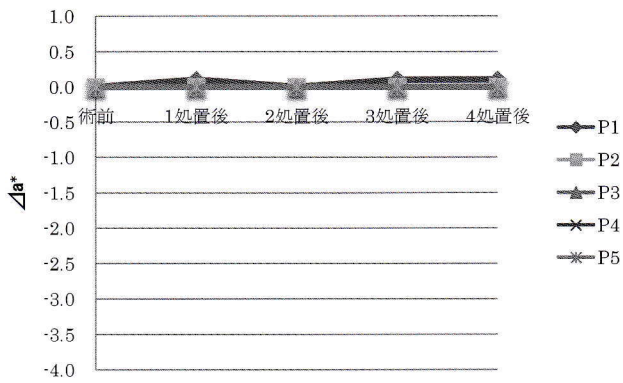


図9 P群におけるΔa*の推移

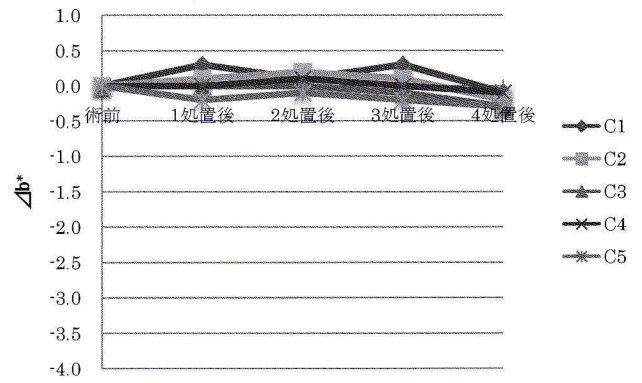


図13 C群におけるΔb*の推移

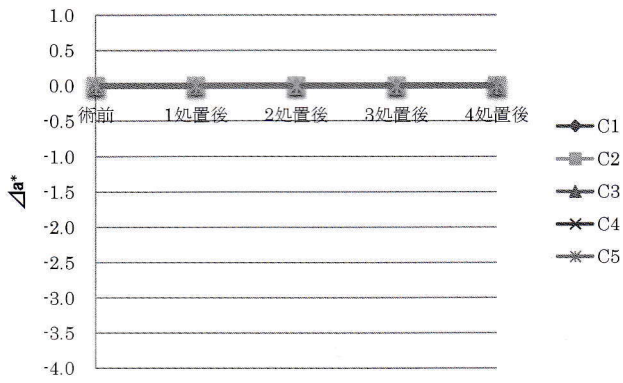


図10 C群におけるΔa*の推移

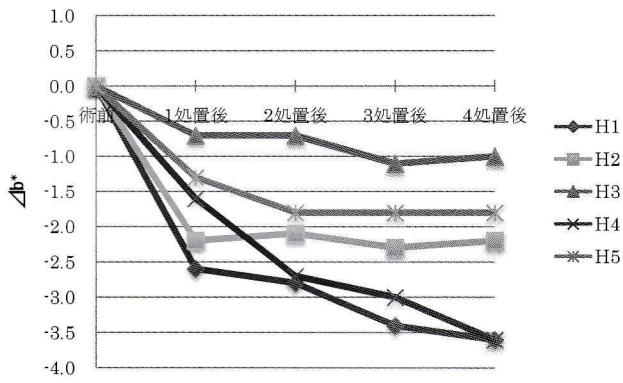


図11 H群におけるΔb*の推移

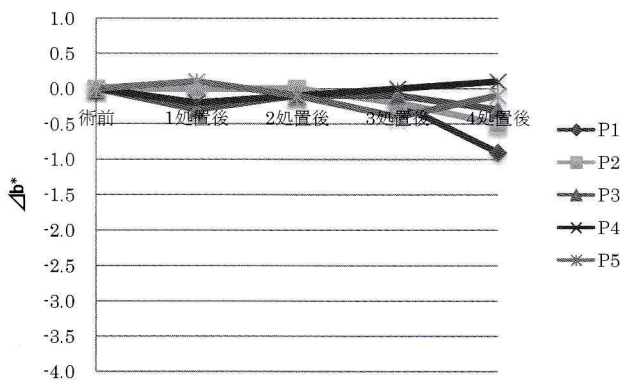


図12 P群におけるΔb*の推移

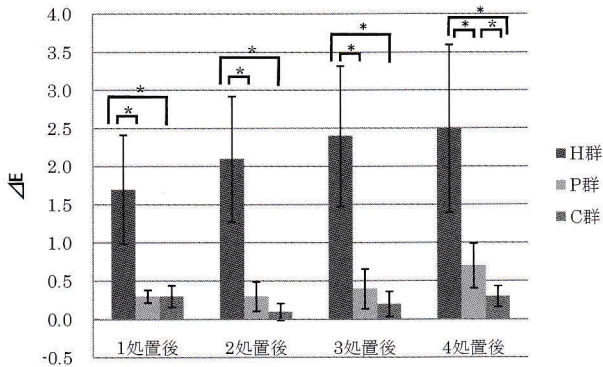
料すべてのb*値が低下し、2～4処置後も引き続きわずかに低下する傾向を示した。P群5試料の平均値は1処置後 -0.1 ± 0.2 、2処置後 -0.1 ± 0.1 、3処置後 -0.2 ± 0.1 、4処置後 -0.3 ± 0.4 であり、わずかな低下を示す試料もあったが、全体としてはb*値にほとんど変化を認めなかった。C群5試料の平均値は1処置後 0.0 ± 0.2 、2処置後 0.1 ± 0.1 、3処置後 0.0 ± 0.2 、4処置後 -0.2 ± 0.1 であり、b*値の変化はほとんど認められなかった。

4. 色差ΔE

ホワイトニング1～4処置後における各群の術前との色差ΔEの平均値を図14に示す。H群では1処置後 1.7 ± 0.7 、2処置後 2.1 ± 0.8 、3処置後 2.4 ± 0.9 、4処置後 2.5 ± 1.1 、P群では1処置後 0.3 ± 0.1 、2処置後 0.3 ± 0.2 、3処置後 0.4 ± 0.3 、4処置後 0.7 ± 0.3 、C群では1処置後 0.3 ± 0.1 、2処置後 0.1 ± 0.1 、3処置後 0.2 ± 0.2 、4処置後 0.3 ± 0.1 であった。H群は1～4処置後においてP群、C群よりも有意に高いΔEを示した。また、P群は1～3処置後まではC群と差がなかったものの、4処置後にC群よりも有意に高い値となった。しかし、術前との色差ΔEが最も高い値を示したH群でも4処置後で2.5であり、H群、P群とも、一般には色の違いがほとんどわからない程度の変色であった。

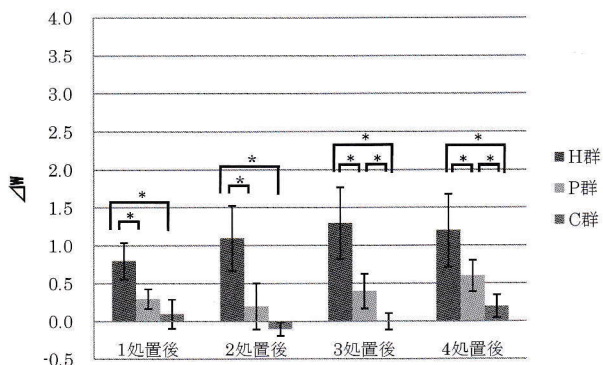
5. 白色度差ΔW

ホワイトニング1～4処置後における各群の術前との白色度差ΔWの平均値を図15に示す。H群では1処置後 0.8 ± 0.2 、2処置後 1.1 ± 0.4 、3処置後 1.3 ± 0.5 、4処置後 1.2 ± 0.5 、P群では1処置後 0.3 ± 0.1 、2処置後 0.2 ± 0.3 、3処置後 0.4 ± 0.2 、4処置後 0.6 ± 0.2 、C群では1処置後 0.1 ± 0.2 、2処置後 -0.1 ± 0.1 、3処置後 0.0 ± 0.1 、4処置後 0.2 ± 0.2 であった。H群は1～4処置後においてP群、C群よりも有意に高いΔWを示した。また、P群は1～2処置後までは



*有意差あり: Student's *t*-test ($p < 0.05$)

図14 色差 ΔE の推移



*有意差あり: Student's *t*-test ($p < 0.05$)

図15 白色度差 ΔW の推移

C群と差がなかったものの、3処置後以降でC群よりも有意に高い値となった。しかし、術前を基準として白色方向への変化量を示す ΔW が最も高い値を示したH群でも3処置後の1.3が最高値であり、H群、P群ともに識別できるほどの白色方向への変化は認められなかった。

考 察

現在、生活歯のホワイトニング方法はオフィス・ホワイトニングとホーム・ホワイトニングとに大別され、両者を併用するデュアル・ホワイトニングも普及している。オフィス・ホワイトニングは即効性を特徴としており、1回の処置で患者のモチベーションを高めることも可能である。通常、オフィス・ホワイトニングの場合2～3回ほど歯科医院に来院してもらい、過酸化水素を主成分とするホワイトニング剤を用いて処置を行う。また、ホーム・ホワイトニングは持続性を特徴としており、より自然感のある白さを得ることができる。過酸化尿素（過酸化水素と尿素から成る）を主成分とするホワイトニング剤とカスタムトレーを持ち帰り、患者自身が毎日ホワイトニングを行う。いずれの方法も、ホワイト

ニング剤の主成分である過酸化水素 (H_2O_2) が分解することによって生成されるフリーラジカルが、歯の表面や内部に沈着した有機性の着色物質を分解・除去することによってホワイトニング効果を発揮すると考えられている⁴⁾。

一方、近年MI (ミニマル・インターベンション) の概念から、最小限の切削によって修復処置を行い、できるだけ歯質を残そうとする考え方が普及してきており、コンポジットレジンがますます多用されるようになってきた。コンポジットレジンに審美性に優れ、取り扱いが容易で料金も比較的安価なため、補綴処置を必要とする場合以外の前歯部修復のほとんどの症例に適用されている。ホワイトニングを希望して来院する患者の前歯部にもコンポジットレジン修復がなされているケースはかなり多い。したがって、ホワイトニング剤がコンポジットレジンに与える影響を明らかにし、予後の予測を可能にすることが必要と思われる。今回、わが国で用いられている代表的な2種のオフィス・ホワイトニング剤であるハイライトとピレーネでホワイトニングを行った場合のコンポジットレジンに与える色彩変化を、測色計を用いて色彩学的に検討した。

本実験での毎処置後の測色結果から得られた L^* 、 a^* 、 b^* 値を術前の測色値と比較した ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* の結果から、 L^* 値 (明度) と a^* 値 (赤み) に関してはホワイトニング処置を行ってもほとんど変化しなかったが、 b^* 値 (黄色み) に関してはH群が他群よりも若干の低下傾向を認めた。また、術前との色差 ΔE および白色度差 ΔW の結果でも、H群は1処置後から他群に比べて有意に高い値を示し、P群では3～4処置後あたりからC群との有意差を認めた。H群とP群との間に色彩変化の差を認めたのは、漂白剤主成分である過酸化水素濃度がH群のハイライトで35%、P群のピレーネで3.5%であり、約10倍の濃度差による漂白力の違いが原因と思われる。

ハイライトは粉末にアエロジル (増粘剤)、金属塩、助触媒、促進剤を、液成分に35%過酸化水素を含有する。粉末と液との反応によって過酸化水素が分解し、発生する活性酸素の働きによって歯の変着色を漂白する。また、可視光線照射器を用いた光照射でこの反応を促進できる⁶⁾。一方、ピレーネは溶液1に6%過酸化水素、85%リン酸、ピロリン酸四ナトリウム、十水塩、精製水を、溶液2に二酸化チタン、合成ケイ酸マグネシウムナトリウム、精製水を含有する。溶液1と2を混和後、歯面に塗布し光照射を

行うことで漂白効果を発揮する。最終的な溶液の過酸化水素濃度は3.5%となる。成分中の二酸化チタンが十分な光触媒作用を発揮するように380～420nmの波長をもった可視光線照射器が必要である⁵⁾。以上のように、最終的に調製したホワイトニング剤の過酸化水素濃度はハイライトがピレーネの約10倍となっているため、コンポジットレジンの色彩に対する影響、とくにb*値（黄色み）の減少に関して差が出たと考えられる。

コンポジットレジンの色彩変化を表す色差 ΔE において最も高い値を示したのがH群4処置後の2.5、白色度差 ΔW においてはH群3処置後の1.2が最高であった。色差が3.15以下であると、一般には色の違いがほとんど認識できず同じ色だと思われるレベルを示している⁶⁾。したがって、今回の実験結果ではオフィス・ホワイトニングによってコンポジットレジンの色彩は認識できるほど変化しなかったと考えられる。実際に肉眼で処置後の試料を観察してみても、ホワイトニング処置を行ったH群やP群はコントロールであるC群と比べて色の差を識別することはほとんどできなかった（図16）。

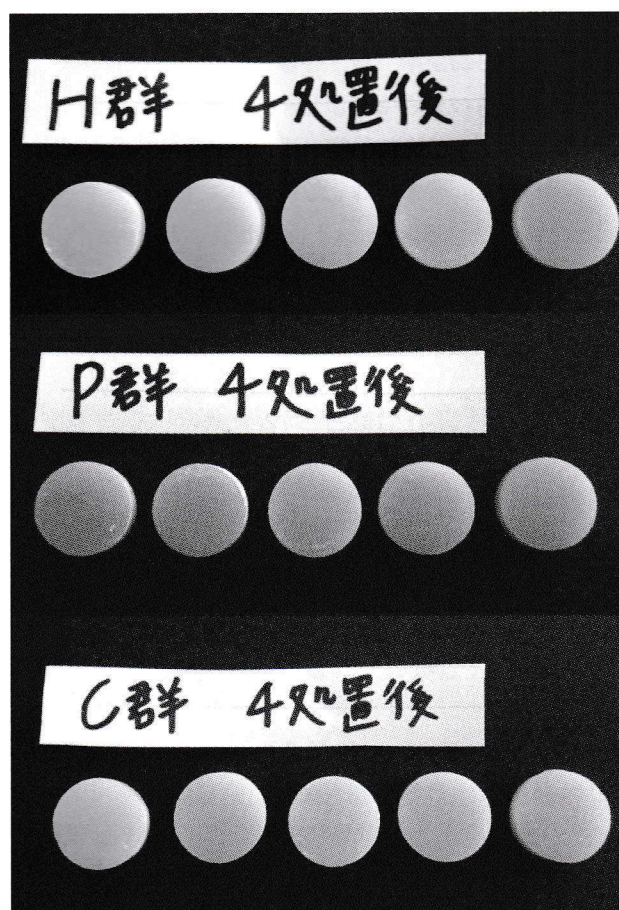


図16 各群試料の4処置後の状態

コンポジットレジンの基本的な組成は、マトリックスレジン、フィラー、重合開始剤、重合促進剤である。ペースト状のコンポジットレジンが光照射により重合すると、マトリックスレジンが網目状の高分子となって硬化し、その中に無数のフィラーがちりばめられた状態で存在する⁷⁾。緊密に充填され十分に硬化したコンポジットレジンでは、ホワイトニング剤成分が内部に浸透することはできないと考えられる。したがって、今回の実験結果でも明らかのように、オフィス・ホワイトニングによってコンポジットレジンの色彩変化がほとんど生じなかった。H群で認められたわずかなb*値の低下は、ハイライトの主成分である高濃度過酸化水素によって、コンポジットレジン表層に限局した脱色が多少生じたためと思われる。

一方、歯質表面に塗布されたホワイトニング剤は、歯の亀裂やエナメル葉、小柱鞘などを浸透してエナメル質内部やエナメル-象牙境に達し、象牙細管内を徐々に拡散していくと考えられている⁸⁾。したがって、エナメル質や象牙質に沈着している有機性の着色物質を漂白することは、硬化したコンポジットレジン内の色素を脱色するよりも容易に行うことができるであろう。このため、コンポジットレジン修復がなされている歯にオフィス・ホワイトニングを行った場合、ホワイトニング剤の内部への浸透度合いに差が生じ、歯質とコンポジットレジンとの色彩の差が明瞭になることが予想される。このようにホワイトニングによって既存の修復物との間に審美的問題が生じた場合、ホワイトニング終了後にコンポジットレジン充填部位を再修復または補修復することになる。しかし、ホワイトニング直後は過酸化水素の分解によって生じた酸素が残留していることがあり、レジンの重合反応を阻害すると考えられている⁹⁾。このため、確実な歯質への接着を達成するためには、ホワイトニング後2週間程度経過してから修復処置を行ったほうが良いとされている。

結 論

今回、わが国で用いられている代表的な2種のオフィス・ホワイトニング剤である『ハイライト』と『ピレーネ』でホワイトニングを行った場合のコンポジットレジンの色彩変化を検討したところ、L*値（明度）とa*値（赤み）に関してはいずれのホワイトニング剤で処置を行ってもほとんど変化しなかったが、b*値（黄色み）に関してはハイライトで処置

した場合に若干の低下傾向を認めた。また、術前との色差 ΔE および白色度差 ΔW の結果でも、ハイライトで処置した場合は1処置後から他群に比べて有意に高い値を示し、プレーネで処置した場合は ΔE で4処置後から、 ΔW で3処置後からコントロールよりも有意に高い値を示した。しかし、その色差と白色度差は一般に認識できるほどの変化量ではなかった。

文 献

- 1) 宮崎真至, 北原信也, 天川由美子: 歯科衛生士のための審美歯科入門. 70-71, 医歯薬出版, 東京, 2008
- 2) 大槻昌幸, 永瀬佳奈, 金子 潤, ほか: 安心・安全なホワイトニングのために-おさえておきたいこのSTEP-. デンタルハイジーン 29: 1053-1070, 2009
- 3) 猪越重久: MI臨床-接着性コンポジットレジン充填修復-. 8-12, デンタルダイヤモンド, 東京, 2005
- 4) 近藤隆一, 川原 大, 山本達郎, ほか: 確認したい・聞いておきたい-オフィス&ホームホワイトニングの実践-. デンタルハイジーン 31: 840-859, 2011
- 5) 中澤妙衣子, 加藤純二, 平井義人: 二酸化チタン含有低濃度過酸化水素剤の漂白効果-高濃度過酸化水素剤との比較-. 日歯保存誌 50: 373-378, 2007
- 6) 表面処理用語辞典-試験方法_製造技術_アルミニウム_技術紹介_三協マテリアル株式会社: http://www.sankyo-material.co.jp/t_02_06-04.html
- 7) 全国歯科衛生士教育協議会編: 新歯科衛生士教本「保存修復学・歯内療法学」. 72-87, 医歯薬出版, 東京, 1995
- 8) 加藤純二, 五十嵐章浩, 中澤妙衣子, ほか: 漂白の基礎とメカニズム. 歯界展望 110: 734-743, 2007
- 9) 近藤隆一, 田上順次, 千田 彰, ほか: 今こそ! ホワイトニングを臨床に定着させようQ&A. 歯界展望 118, 412-443, 2011