

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：12602

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25462948

研究課題名(和文) コンポジットレジン修復物の色調適合性の向上 カメレオン効果発現機構の解析

研究課題名(英文) Improvement of color adjustment of resin composite restoration

研究代表者

中島 正俊 (NAKAJIMA, MASATOSHI)

東京医科歯科大学・歯学部附属病院・講師

研究者番号：50272604

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：コンポジットレジン修復物に対する審美的要求が、年々高まってきているにもかかわらず、歯との色調適合性の問題は、臨床において、日々、術者を悩ませ続けている。しかしながら、コンポジットレジン修復物の色調適合性を向上させるために、コンポジットレジン材料にどのような光学的特性を与えれば良いのか、またエナメル質窩縁をどのように処理すれば良いのかといった問題に対して、エビデンスを与える研究はまったく為されていない。本研究は、コンポジットレジン修復物と歯との色調適合性の向上を目指し、その影響因子を検討することで、色調適合性に優れたコンポジットレジン材料の特徴を明らかにし、その臨床技法の構築を図った。

研究成果の概要(英文)：The problem of color matching resin composite to the surrounding tooth is still remains. It is difficult to accurately match the color of restorative materials with limited color shades to teeth because tooth color is influenced by tooth type, site and age. Clinicians, researchers and manufacturers face the challenge of color matching a synthetic restorative material to a natural living tooth. The purposes of this study were: (1) to evaluate the chameleon effect on color appearances of resin composite restorations after placement in human tooth cavities in vitro, and (2) to determine the light transmission characteristics (straight-line and diffusion transmission) of the resin composites. It was concluded that the chameleon effect at the border of resin composites restoration was produced by color changes on the tooth side as well as on the resin composite side, and the color shifting effects at the border of the resin composite restorations were influenced by the age of the tooth.

研究分野：保存修復学

キーワード：コンポジットレジン 色調適合性 エナメル質窩縁 コンポジットレジン修復 エナメル質 象牙質

1. 研究開始当初の背景

コンポジットレジン¹⁾の歯質接着性能や機械的性能に関する数多くの研究により、その性能は飛躍的に向上した。それに応じてコンポジットレジン修復は、臨床において急速にその用途を広げ、審美修復材料としての要求も高くなっている。しかしながら、コンポジットレジン²⁾の審美性に関する研究では、研磨性やその色調分布および変色に関するものは数多く認められるものの、審美修復材料として最も重要であるコンポジットレジン修復物と歯牙との色調適合性を比較・検討した報告は少ない。

新規コンポジットレジン³⁾の開発するにあたり、歯牙の色調および光学的特徴を詳細に検討し、その結果をフィードバックすることは、必要不可欠である。しかしながら、歯の色調(色相、彩度、明度)は、個人差や歯種差にとどまらず歯の部位によっても千差万別であり、すべてのシェード(色)のコンポジットレジン⁴⁾をそろえることはできない。そのため、シェード(色)に制約があるコンポジットレジン⁵⁾をいくら工夫して充填してみたところで、歯の色調と完全に一致させることはできない。さらには、歯はエナメル質と象牙質の2層構造になっており、その透過光特性は大きく異なっているうえ、それぞれ光透過異方性を持っていることから、光透過均質性であるコンポジットレジン⁶⁾により、歯牙欠損部の透過光特性を完全に補完することは、ほとんど不可能である。そのため、単純に、歯と似通った色調や光学的特徴をコンポジットレジン⁷⁾に付与すれば、色調適合性に優れたコンポジットレジン⁸⁾になるわけではない。

一方で、コンポジットレジン⁹⁾などの半透明性材料が周囲媒体との境界部において、周囲色調を反映することにより、色調変位を起こし、これにより境界部の色差が不明瞭となり、あたかも色調が適合しているかのように見えることがある。これをカメレオン効果(Color adjustment 効果)と呼ぶ。コンポジットレジン¹⁰⁾のカメレオン効果の優劣は、歯と修復物との色調適合性に大きく影響を与えるものと考えられるが、カメレオン効果発現を検討した報告、およびそのメカニズムに関する報告はほとんど見当たらない。また、修復物窩縁を構成する他方の媒体であるエナメル質も半透明性を持っていることを考えると、窩縁形態やその処理法もカメレオン効果の発現に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

このように、色調適合性に優れたコンポジットレジン¹¹⁾修復法を確立するうえで、カメレオン効果発現に及ぼすさまざまな因子を明らかにし、検討することは重要な意義をもつと考えられる。

2. 研究の目的

コンポジットレジン¹²⁾修復物と歯牙の色調適

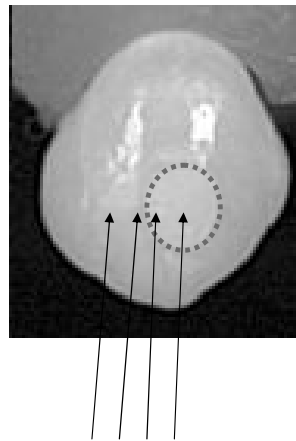
合性を詳細に検討するために、測定試料の作成方法および窩縁部微小領域の測色方法を確立し、得られたデータをもとにカメレオン効果発現の評価方法を策定する。そのうち、コンポジットレジン¹³⁾の種類、充填方法の違いおよび、窩縁形態や窩洞の大きさ・部位の違いが、色調適合性に及ぼす影響について評価・検討を行う。

3. 研究の方法

コンポジットレジン¹⁴⁾修復歯の微小領域の測色とカラーシフト値の算出

Paravina¹⁵⁾らは歯質に見立てたコンポジットレジン¹⁶⁾による硬化体の中央部に円筒形窩洞を形成し、異なるシェードのコンポジットレジン¹⁷⁾を充填することで、窩洞内の光重合型コンポジットレジン¹⁸⁾の色調変化を評価している。その結果、光透過性の高いコンポジットレジン¹⁹⁾ほど大きく色調が変化し、窩洞を小さくするほど内外のコンポジットレジン²⁰⁾の色差が減少することを報告している。

本研究では、ヒト歯牙に充填されたコンポジットレジン²¹⁾修復物並びに周囲歯質における微小領域の測色には、歯科シェードテイキング用として開発された非接触型デジタル分光光度計：クリスタルアイを用いて行う。クリスタルアイは、口腔内外を問わず一定の環境(外光遮蔽環境)を設定することができ、標準補正された7 band LED光源を用いて高精度色値情報をもつデジタル画像を撮影することができる。そして、撮影された画像の中の任意の部位(最少領域：0.4×0.4 mm²)について測色することが可能である。



(図はクリスタルアイにて撮影されたデジタル画像)

- : 歯牙部
- : コンポジットレジン²²⁾修復物マージン近傍の歯牙部
- : コンポジットレジン²³⁾修復物マージン近傍のレジン部
- : コンポジットレジン²⁴⁾部

境界部カラーシフト： $\Delta E_{23} / \Delta E_{14}$

コンポジットレジンカラーシフト：
 $\Delta E_{13} / \Delta E_{14}$
歯牙カラーシフト： $\Delta E_{24} / \Delta E_{14}$

ΔE 値の比をとることにより、用いた抜去歯牙の色調差を補正することができ、用いた抜去歯牙の色調差にとらわれずに、カメレオン効果による各部（境界部、歯牙、コンポジットレジン）のカラーシフトを評価することが可能となる。

透過光特性の測定

コンポジットレジン材料とヒト象牙質において、板状試片（厚さ 0.5mm、直径 6.0mm）を作成し、24 時間 37°C 湿潤保管後、変角光度計にて 2 次元透過光強度のグラフを求め、正透過光特性（G0）、拡散透過光特性（DF）と透過光総量（Area）を計測、評価した。

4. 研究成果

一般に、半透明性材料であるコンポジットレジンと周囲歯質の色調は、おのおの色調が反映しあうことで変化し、実際に窩洞へ充填した時の方が、色調差が小さく見えることが知られている。本研究において、 ΔE_{14}^* （歯質とコンポジットレジンの色差）と ΔE_{23}^* （窩洞マージン部におけるコンポジットレジンと歯質の色差）を比較すると、歯牙年齢に関わらず ΔE_{23}^* は ΔE_{14}^* よりも小さな値を示した。このことから、窩洞マージン部において色調変化が起きていることが明らかとなった。また、コンポジットレジン修復歯周囲の色調変化を評価したところ、窩洞マージン部における色調変化は、コンポジットレジン側よりも歯側の方が大きいことが判明した。

さらに、窩洞マージン部における色調変化は、歯牙年齢に影響を受けることが明らかとなった。マージン部における色調変化は、若年歯において、歯側の色調変化がコンポジットレジン側の色調変化よりも大きくなった。一方、加齢歯においてはコンポジットレジン側の色調変化が大きくなるものの、歯側の色調変化が少なくなることが明らかとなった。歯の加齢変化では、象牙質の光学的特性に大きな変化を与える。象牙細管は、加齢により管周象牙質の肥厚が生じることで狭窄し、さらに象牙細管内に無機構造物が沈着することにより、透明象牙質が形成されることは良く知られている。透明象牙質は、高い透過光特性を有しており、機能的または外的因子によらず加齢とともにその範囲は拡大する。本研究では、若年歯と加齢歯の象牙質では異なる透過光特性が認められた。すなわち、加齢歯の G0 値と Area 値は、若年歯よりも有意に大きな値を示し、DF 値は小さい値を示した。

この結果は、加齢象牙質は透過光量が大きく、一方、若年象牙質は透過光量が少なく、さらに高い光拡散性を有していることを示している。この象牙質の透過光特性の違いは、コンポジットレジン修復物の窩洞マージン

部における色調変化に關与すると考えられる。すなわち、加齢歯では透過性の高い象牙質窩壁から多量の透過してきた光が、コンポジットレジンの色調変化を増加させ、若年歯ではコンポジットレジン側から窩洞側壁を透過した光が象牙質内で拡散することで、周囲歯質の色調変化を引き起こしたものと考えられる。

結果として、加齢歯は若年歯よりもコンポジットレジン修復物の色調調和性を得にくく、これらの色調変化挙動は、象牙質の透過光特性に影響される可能性が示唆された。

また、本研究で用いたコンポジットレジンには様々な透過光特性（正透過光特性（G0）、拡散透過光特性、透過光総量）を示したが、コンポジットレジン修復物において優れた色調調和性ならびに適合性を得るためのコンポジットレジンに具備すべき光学的条件については、明らかにできなかった。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計 3 件)

Oguro R, Nakajima M, Seki N, Sadr A, Tagami J, Sumi Y. Role of enamel thickness and refractive index on human tooth colour. Journal of Dentistry in press. 査読あり

Aida A, Nakajima M, Seki N, Kano Y, Foxton RM, Tagami J. Effect of enamel margin configuration on colour adjustment of resin composite restoration. Dental Materials Journal accepted. 査読あり

Tanaka A, Nakajima M, Seki N, Foxton RM, Tagami J. Effect of tooth age on color adjustment potential of resin composite restorations. Journal of Dentistry 43: 253-260, 2015. 査読あり

〔学会発表〕(計 3 件)

加納亨紀、会田麻美、中島正俊、田上順次．入射光角度とエナメル小柱の走向がコンポジットレジン修復物エナメルマージン部の色調適合性に及ぼす影響．第 33 回日本接着歯学会学術大会、神戸、兵庫、2014 年 12 月 13、14 日．

小黒玲奈、關奈央子、サダル アリレザ、中島正俊、田上順次．エナメル質が歯の色調に及ぼす影響．第 139 回日本歯科保存学会学術大会、秋田、2013 年 10 月 17、18 日．

会田麻美、中島正俊、關奈央子、田上順次．エナメルマージン形態がコンポジットレジン修復物の色調に及ぼす影響．第 138 回日本歯科保存学会学術大会、福岡、2013 年 6 月 27、28 日．

〔図書〕(計 2件)

中島正俊・特集 最新のコンポジットレジン修復の臨床 2. 最新の光重合型コンポジットレジン材料. 歯科医療 30(2): 13-20, 2016. 第一歯科出版
保坂啓一、高橋真広、中島正俊、田上順次. 文献&臨床でひも解くCR修復総まとめ. ザクインテッセンス 34(8) 108-133, 2015. クインテッセンス出版

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

取得状況(計 0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

中島 正俊 (NAKAJIMA Masatoshi)
東京医科歯科大学・歯学部附属病院・講師
研究者番号: 50272604

(2) 研究分担者

なし()

研究者番号:

(3) 連携研究者

なし()

研究者番号: