

機関番号：32665
 研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2008 ～ 2010
 課題番号：20590688
 研究課題名（和文） 身元確認のための可視光励起蛍光撮影法を応用した歯冠色歯科材料の異同識別の研究
 研究課題名（英文） Fluorescent identification of tooth-colored prosthetic materials by alternative light sources for forensic identification
 研究代表者
 網干博文（ABOSHI HIROFUMI）
 日本大学・歯学部・講師
 研究者番号：60212560

研究成果の概要（和文）：

遺体の個人識別において物性が類似する白色歯冠材料の会社名や製品名が簡便に判別できれば、正確な所見採取に役立つとともにその情報は身元確認に役立つ。この研究は鑑識用の光源を用いた白色歯冠材料の簡便な識別を目的として行われた。その結果、陶材とその他の材料は 350nm と 415nm の光源による蛍光性の有無で簡単に識別可能であり、蛍光のスペクトル分析を合わせて行うことにより製品名や会社名まで特定できる製品も存在した。

研究成果の概要（英文）：

In postmortem dental charting for forensic identification it may be difficult to distinguish between indirect composite and porcelain because of their similar mechanical properties. Correct charting is required for definite positive identification. Identification of the brand of material as additional information is valuable and enhances the possibility of positive identification. This study aimed to develop an instant technique for identifying indirect, tooth coloured restorative materials using a forensic alternative light source of Polilight. The fluorescent emission spectrum of porcelain exhibited no peak emissions at 415nm, but did show brand specific or group specific peak emissions at 350nm. Some of the porcelain or resin brands could be definitely identified by a specific peak spectrum. The use of the Polilight shows great potential for identifying the prosthetic tooth-colored restoration materials.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2009 年度	500,000	150,000	650,000
2010 年度	600,000	180,000	780,000
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：社会医学・法医学

キーワード：法歯学，歯科法医学，異同識別，物体検査，歯科材料，蛍光撮影

1. 研究開始当初の背景

申請者は、某殺人・死体遺棄被疑事件で、身元不明の被害者の口腔内に装着された歯科材

料の販路に伝って捜査を行うために製品名を含めた異同識別を依頼された経験を持つ（犯

罪学雑誌 Vol.70 No.4, 120-127, 2004)。その際、急遽収集した対照試料を複数の紫外線波長を用いた蛍光性検査やX線マイクロアナライザーによる構成元素同定により製品の異同識別を行ない、ある製品との同一性を分析データにより証明した。

この事例での経験をもとに、本研究費（基盤研究；研究課題番号 14370702）の補助を受け、歯科用陶材の製品別構成元素に関する標準組成データを作成し、現在も日々の鑑定業務に利用している。しかし成分分析を実施するには、装置が設置された実験室へ試料を持ち込むことが必須で、所轄警察署などの捜査機関での個人識別業務、さらには大規模災害時などでの屋外使用を要求される場面で利用することは到底不可能であった。したがって、法医鑑識の実務現場での応用を追求するために、可搬性の装置を用いた迅速でより簡便な歯科材料の製品同定のための異同識別システムの構築が必要となっていた。

2. 研究の目的

紫外線励起により、歯科材料が独自の蛍光性を示すことは知られているが、可視光励起による蛍光性については殆ど報告がない。その理由として、可視光線域の蛍光はすべての波長を含んだ光の下では観察できず、特定域波長の光だけを選択的に照射できる励起光源と蛍光波長のみを選択的に捉えるために有効な特殊なフィルターの組み合わせを検索する作業が必要となることが挙げられる。法医鑑識の分野では、すでに犯罪現場での車両塗料や繊維片の発見、潜在指紋の確認などに可視光励起が可能な可搬性の波長可変型光源装置が使用され、しかも各県警鑑識課に配備されている。そこでこの装置を使用した歯科材料の簡便な異同識別法が確立し、個人識別作業を行なう現場で歯科所見に付随し

たより多くの遺体の情報を獲得することが可能となり、より迅速な捜査の進展が期待できる。本研究では、従来の紫外線励起に加え、可視光励起による蛍光性を評価し歯科材料の異同識別のための指標として利用するためのデータベースを構築することを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 資料

国内で市販された金属焼付け用陶材（MB）10製品、ハイブリッド（HYB）10製品、前装冠用硬質レジン（HR）6製品、計26製品を収集し、歯冠補綴物を作製した（図1）。なお、平成22年度には新製品の発売に伴いHYBおよびHRそれぞれ1製品を追加し、計28製品のデータを収集した。



図1 歯冠色補綴物

また歯冠色充填材については、国内で流通する光重合型コンポジットレジン、計13社53製品を収集し、製品ごとに規格化した円筒形の試験体を1個ずつ、計53個作製した（図2）。



図2 歯冠色充填材の作製

(2) 歯冠色補綴物の蛍光検査による製品識別

波長可変型光源装置（ポリライト）を用い、紫外線波長1種類、可視光線波長9種類、計10種類の励起波長を用いた蛍光検査を行な

い、励起波長の違いによる蛍光性の有無について検討した。その際、蛍光発光は常に励起光波長より長波長で生じるため、蛍光の大部分だけを通し、被写体が反射する励起光やその他の不必要な波長の光を遮断するフィルターを使用してはじめてコントラストのある明るい蛍光が観察可能となる。そこで今回は一定の波長以下の光をシャープにカットする紫外線吸収フィルター（SCフィルター；富士フィルム社製）を励起波長別に選択し、カメラレンズ前面に装着して写真撮影した。

（３）歯冠色充填材の蛍光強度による異同識別の可能性について

光重合型コンポジットレジン、計 13 社 53 製品について波長可変型光源装置（ポリライト）を用い、紫外線波長 1 種類、可視光線波長 9 種類、計 10 種類の励起波長を用いた蛍光検査を行ない、励起波長ごとの蛍光性の強度を、蛍光性なし：0 から蛍光性強：+++まで計 4 段階で目視にて評価した。

（４）波長可変型光源装置出力波長のスペクトル分析による検討

これまで行った一連の実験では、歯冠色補綴物や歯冠色充填材の製造会社および製品名の識別に利用可能なカラーガイドを作成した。しかし、目視により試料の蛍光性を評価する場合は検査者の主観に頼る部分が多く、最終判断に苦慮する場面も多い。そこで波長可変型光源装置による蛍光反応の評価に、分光測定のスเปクトル分析を応用し、蛍光の違いをより簡便で判断し易くするための識別法について検討した。蛍光波長のスペクトル分析をファイバー分光ユニットを使用して行った。焦点距離は 100mm、1 画素 14 × 14 μm、画素分解能は約 0.4nm/ch で計測の

積分時間は 10msec である。

初めに波長可変型光源装置ポリライトに内蔵されるメタルハライドランプの波長特性について調べた。

次に、これまでの結果から製品識別に最も有効と推定された中心波長 415nm で出力される励起波長のスペクトル分析を行い、励起波長として最適なバンドパスフィルターの選択を行った。

（５）蛍光分光測定による歯冠色補綴材料の異同識別

歯冠色補綴材料、計 28 製品について蛍光分光測定を行った。励起波長は可視光波長域のなかでも製品間の蛍光強度の変動が大きかった 415nm とした。また励起波長に近い蛍光を遮断しないよう Sharp Cut Filter (No. 40) を受光用ファイバー前面に装着した。絶対分光感度補正計測モードにより、分光スペクトルを指標とした製品の異同識別について検討した。

4. 研究成果

（１）歯冠色補綴物の蛍光検査による製品識別

350nm（紫外線）励起では金属焼付け陶材冠（MB）、ハイブリッドセラミックス冠（HYB）、硬質レジン前装冠（HR）のすべての製品で蛍光性を示した。特に HYB や HR では製品ごとに様々な色合いの自家蛍光が観察された。また可視光波長域（415～620nm）での励起では、MB はいずれの製品においても蛍光性を示さなかった。一方、HYB、HR のほとんどの製品は 415～530nm で蛍光性を示し、その強度は近紫外域ほど大で、その程度も製品ごとに異なる傾向が認められた。なお 555nm 以上の波長域では MB、HYB、HR いずれにおいても明らかな蛍光性は認められなかった。

以上、可視光のなかでも近紫外領域の2種類(415および450nm)の励起光、特に415nmによる蛍光性の有無により、陶材冠とハイブリッドセラミックス冠/硬質レジン前装冠の異同識別は可能であった。硬質レジン前装冠の識別は一定の訓練を積み触診により可能であることから、本法は簡便かつ正確な歯科所見採取の一助として有効である。

(2) 歯冠色充填材の蛍光強度による異同識別の可能性について(図3)

会社-Nc	350nm	415nm	450nm	470nm	490nm	505nm	530nm	555nm
SF-1	+	+	+					
SF-2	+	+	+					
SF-3	+	+	+					
SF-4	+	+	+					
SF-5	+	+	+					
SF-6	+	+	+					
SF-7	+	+	+					
SF-8	+	+	+					
TK-1	+	+	+	+	+	+	+	+
TK-2	+	+	+	+	+	+	+	+
TK-3	+	+	+	+	+	+	+	+
TK-4	+	+	+	+	+	+	+	+
TK-5	+	+	+	+	+	+	+	+
KR-1	+	+	+	+	+	+	+	+
KR-2	+	+	+	+	+	+	+	+
KR-3	+	+	+	+	+	+	+	+
KR-4	+	+	+	+	+	+	+	+
KR-5	+	+	+	+	+	+	+	+
KR-6	+	+	+	+	+	+	+	+
GC-1	+	+	+	+	+	+	+	+
GC-2	+	+	+	+	+	+	+	+
GC-3	+	+	+	+	+	+	+	+
GC-4	+	+	+	+	+	+	+	+
GC-5	+	+	+	+	+	+	+	+
SM-1	+	+	+	+	+	+	+	+
SM-2	+	+	+	+	+	+	+	+
3M-1	+	+	+	+	+	+	+	+
3M-2	+	+	+	+	+	+	+	+
3M-3	+	+	+	+	+	+	+	+
3M-4	+	+	+	+	+	+	+	+
3M-5	+	+	+	+	+	+	+	+
3M-6	+	+	+	+	+	+	+	+
DP-1	+	+	+	+	+	+	+	+
DP-2	+	+	+	+	+	+	+	+
DP-3	+	+	+	+	+	+	+	+
DP-4	+	+	+	+	+	+	+	+
KE-1	+	+	+	+	+	+	+	+
KE-2	+	+	+	+	+	+	+	+
KE-3	+	+	+	+	+	+	+	+
KE-4	+	+	+	+	+	+	+	+
IV-1	+	+	+	+	+	+	+	+
IV-2	+	+	+	+	+	+	+	+
IV-3	+	+	+	+	+	+	+	+
IV-4	+	+	+	+	+	+	+	+
HK-1	+	+	+	+	+	+	+	+
HK-2	+	+	+	+	+	+	+	+
HK-3	+	+	+	+	+	+	+	+
HK-4	+	+	+	+	+	+	+	+
PE-1	+	+	+	+	+	+	+	+
PE-2	+	+	+	+	+	+	+	+
SD-1	+	+	+	+	+	+	+	+
SD-2	+	+	+	+	+	+	+	+
TE-1	+	+	+	+	+	+	+	+

: 蛍光強度+++
 : 蛍光強度+
 : 蛍光強度++
 : 蛍光強度0

図3 可視光励起によるコンポジットレジンの蛍光強度

紫外線(350nm)による励起では、13社中1社のすべての製品で++以上の蛍光が認められたものの、他の5社の製品はすべて0、それ以外の7社においては製品間で蛍光性の強さに違いが認められた。つぎに可視領域の415および450nmでは殆どすべての製品で+から+++の蛍光性が認められた。また470~555nmでは、1社の2製品が+から++の比較的強い蛍光性を、また6社7製品で+の弱い蛍光性が認められたが、その他は0であった。さらに590および620nmではいずれの製品でも蛍光性は認められなかった。

以上、励起波長ごとの蛍光性の強度を指標として製品会社の特定が可能な製品も存在した。また紫外線より、むしろ可視域の415および450nmの励起波長で蛍光性を示す製品が数多く確認されたことから、本法は製品識別のみならずコンポジットレジン充填物の見落とし防止にも利用可能と考えられた。

ただし、歯質自体にも蛍光性が存在することから、実務へ応用するには、今後更なる詳細な検討が必要となる。

(3) 波長可変型光源装置出力波長のスペクトル分析による検討

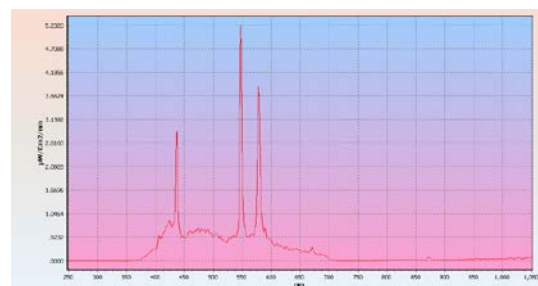


図4 メタルハライドランプの分光スペクトル

メタルハライドランプの波長特性について調べた結果、400~450nmと500~600nmの間に大きなスパイク波形が認められた(図4)。

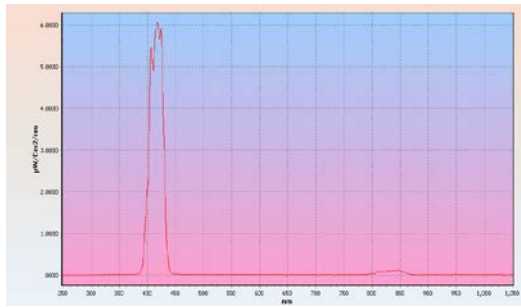


図5 415nmの分光スペクトル

出力波長415nmモードでの励起波長の波長特性について調べた結果、450nm以上の波長のスペクトルは、装置に内蔵されるフィルターの効果で殆ど検出されなかった(図5)。ただし、中心波長が415nmと謳われているものの、バンドの幅はかなり広いことが判った。したがって、励起波長に近い波長の蛍光ピークが存在する場合は、励起波長の影響を受け、蛍光のみの独立したバンドとして把握することが困難となることが予想された。これを解消するには、ある特定の幅の波長のみ透過バンドパスフィルターを使用し、励起波長の全値半幅を狭くすることが望ましいと思われた。

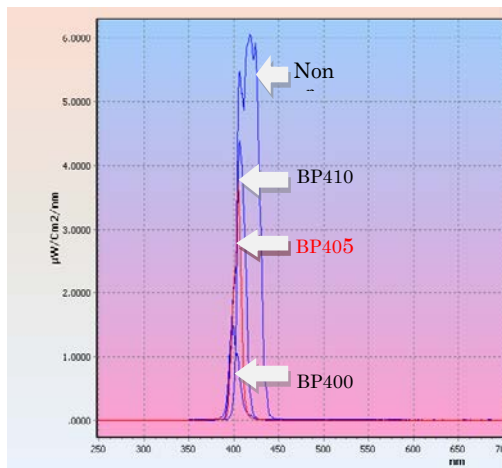


図6 バンドパスフィルターの選択

励起波長に近い波長の蛍光ピークが存在する場合は、励起波長の影響を受け、蛍光のみの独立したバンドとして把握することが困難となる。これを解消するためには、バンドパスフィルターを使用し、励起波長の全値半幅

を狭くすることが望ましい。その結果、できるだけ励起波長の光の強度を低下させずにバンドの幅が狭くなるBP405が目的に合致することが確かめられた(図6)。

(4) 蛍光分光測定による歯冠色補綴材料の異同識別

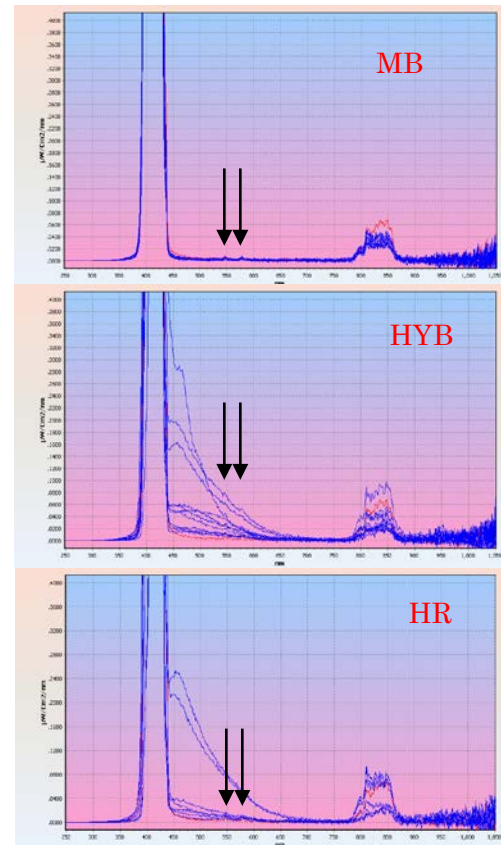


図7 415nm励起による分光スペクトル

フィルターなしの状態での励起波長415nmによる分光スペクトルを調べた(図7)。MB(陶材冠)のグループでは蛍光スペクトルは認められない。550nm付近から600nmにかけて弱い2個のピーク(図中矢印)を有するスペクトルが認められ、これはメタルハライドランプのピークに起因する可能性がある。

一方、レジン系の材料であるHYB(ハイブリッドタイプ硬質レジン)とHR(硬質レジン)では450nm前後から500nmにかけて材料ごとに異なるタイプのショルダーを有するスペ

クトルが認められ、蛍光スペクトルの存在を示唆している。しかし励起波長のバンドの幅が広く、その影響により明らかなピークを持つ蛍光スペクトルとは断言できない。そこで励起波長のバンドの幅を狭めるため、405nmのバンドパスフィルターを使用した結果、メタルハライドランプに起因すると推定されたピークは2個とも消滅するとともに、励起波長のバンドの幅も狭くすることが可能となった。

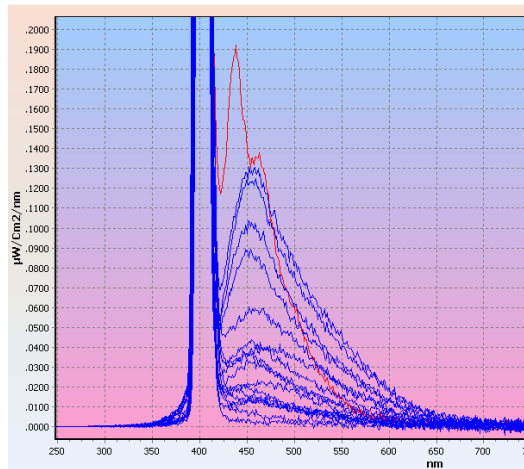


図8 HYB 11 製品と HR 7 製品のスペクトルの重ね合わせ

MB のグループでは蛍光スペクトルが認められず、製品間で波形に差異は認められなかった。そこでHYBとHRの計18製品についてスペクトルを重ね合わせ、識別の可能性について検討した(図8)。図中、赤で示したHYBは430nmと460nm前後にピークを持つ特徴的なスペクトルである。また他にもHYB1製品、HR3製品の計4製品においても、ピークの形状と蛍光ピークの波長の違いからそれぞれの製品名まで識別可能で、HRで硬質レジン系の製品の中で唯一、蛍光ピークが存在しないことが製品特定に有効な情報となる製品も1製品存在した。その他12製品は、3グループまで同じグループとして分類が可能であった。

以上、可視光励起蛍光撮影法を応用した歯冠色歯科材料の異同識別のうち、陶材系と硬

質レジン系の材料の簡便な異同識別法が確立されるとともに、硬質レジン系歯冠補綴物の製品識別も一部可能となった。

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)

[学会発表] (計4件)

① Aboshi H., Komuro T., Fluorescent identification of tooth-colored prosthetic materials by alternative light sources, The 20th International Symposium on the Forensic Sciences (ANZFSS) 2010, Sep. 6th 2010, Sydney Australia

② 網干博文, 他2名、蛍光分光測定による歯冠色補綴材料の異同識別、第94次日本法医学会学術全国集会、2010年6月25日、タワーホール船堀 東京

③ 網干博文, 他3名、可視光励起蛍光撮影法を利用した歯冠色充填材の異同識別、第93次日本法医学会学術全国集会、2009年5月15日、千里ライフサイエンスセンター 大阪

④ 網干博文, 他1名、多変量解析を応用した個人識別のための審美修復材料の製品識別法について、第77回日本法医学会関東地方会、2008年11月8日、東京大学鉄門記念講堂 東京

6. 研究組織

(1) 研究代表者

網干 博文 (ABOSHI HIROFUMI)
日本大学・歯学部・講師
研究者番号：60212560

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

小室 歳信 (KOMURO TOSHINOBU)
日本大学・歯学部・教授
研究者番号：50139200

高橋 登世子 (TAKAHASHI TOYOKO)
日本大学・歯学部・助教
研究者番号：50120499