

機関番号：82620

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21700850

研究課題名（和文） デジタルカメラを用いた文化財資料表面付着物の簡便な判別方法の研究

研究課題名（英文） Investigation of the method for identifying staining materials on cultural materials by digital camera system

研究代表者

吉田 直人（YOSHIDA NAOTO）

独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所 保存修復科学センター 主任研究員

研究者番号：80370998

研究成果の概要（和文）：文化財資料表面についての付着物や汚れを、特にカビなどの微生物とそれ以外の非生物的なものを簡便に区別する方法として、デジタル画像撮影の可能性について検討を行った。その結果、市販のデジタルカメラでも、UV-LED 光源やバンドパスフィルターの組み合わせ、また適正な撮影条件のもとで、生物由来の発光を捉えうることが分かった。また、単色近赤外光源による画像が、その他の汚れなどを区別する情報となりうることも見出した。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study is to investigate the usage of commercial digital camera as a simple method for identifying staining materials on cultural materials. It is found that intrinsic fluorescence from fungi can be detected under proper use of UV light and bandpass filters. And it is also found that single color lights of NIR are useful as a light source, for identify not-biological materials.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,400,000	720,000	3,120,000

研究分野：文化財科学

科研費の分科・細目：文化財科学・文化財科学

キーワード：文化財科学、光化学、画像解析、博物館環境、生物被害

1. 研究開始当初の背景

(1) 文化財の表面汚染被害

－特に微生物被害－

文化財資料に空気中の粉塵や身体の接触などによって油脂など付着すると、表面の汚損や磨耗が起こる可能性があり、適切な方法での除去が必要である。特に微生物による文化財の被害は、表面の汚れにとどまらず、有機酸などといった代謝物による化学的な作

用を紙や繊維に引き起こすことも多く、従って生物被害対策は文化財保存のなかでも重要な位置を占める。資料に微生物被害が発生した場合、目視や採取・培養によって、その種類や生育状況を調べた上で、薬剤による化学的除去、また必要によっては修復技術者による死骸や代謝物の物理的除去などを検討、実施することになる。

(2) 文化財施設における現状

しかし、文化財資料を多く保管している博物館や美術館等の施設では、付着物の種類を見分けるだけの知識や経験を有する職員は多くないのが実情である。研究代表者は業務の一つとして、文化財施設の環境管理に関する指導と助言を行っている関係で各地の文化財施設を訪れる機会が多いが、その際、担当者から付着物について相談を受けることが多い。付着物の種類が判別出来ないため、処置方針が定まらないとのことが多いとのことである。特に微生物か否かによって、処置方法は大きく変わることから、専門的な知識などを必要とせず、簡便かつ確実に付着物の種類を（特に微生物かどうかを）判別する方法を開発する必要があると実感した。

(3) 微生物の存在を判定する指標 — 生物発光の検出

微生物は体内に複数の蛍光性物質を内在しており、それぞれ特異的な励起・蛍光スペクトルを持つため、照射および検出波長を適切に設定すれば、特定の蛍光性物質を選択的に検出することが可能である。この発光の有無が文化財資料表面に付着した物質が微生物か否かを判定する指標となりうる。

微生物からの発光は微弱であり、これまで集光効率の高い蛍光顕微鏡を利用して撮影することが一般的であった（図1）。

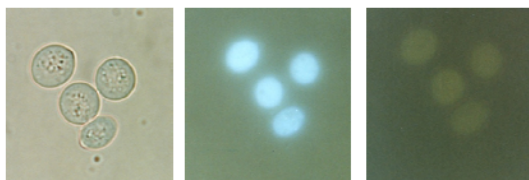


図1. 蛍光顕微鏡で撮影した酵母の蛍光写真

左：透過像

中：360 nm 付近で励起（発光は NADH によるものと推定）

右：450 nm 付近で励起（発光は FAD によるものと推定）

しかし近年、CCD や CMOS といった民生用のデジタルカメラに使われる電子撮影素子の感度が飛躍的に向上したことから、照射・検出光の波長帯や、露出などの撮影条件を適切に設定すれば、デジタルカメラでも微生物の発光を捕らえることが可能と考えられる。

そこで、誰でも安価に入手可能なデジタルカメラや照射用 LED 光源などから構成される簡便なシステムにより蛍光の検出を試みることで、文化財資料に発生した汚れが、専門的な対処が必要な微生物によるものか否かを確実にかつ科学的に判断するための方法論を確立することが可能であると考えた。

2. 研究の目的

本研究は、文化財資料の表面に付着した物質の正体を、デジタルカメラを中心とした安価かつシンプルなシステムを用いて判別する方法の開発を目指すものである。特に、被害が深刻になる恐れの高い、カビなどの微生物による汚れか否かを、文化財保存施設の職員といった微生物に関する専門性や経験をそれほど持たない者が簡便かつ確実に判定できるシステムと方法論の完成を主眼としたものである。

3. 研究の方法

カビなどの微生物が発する蛍光をデジタルカメラによって確実に捉える条件の確立をまず目指した。そのために、典型的な微生物の蛍光に関して蛍光スペクトルを測定した。そして、そのデータをもとに、蛍光をデジタルカメラで撮影するための光源などの装置条件、また露出などの撮影条件を検討した。

4. 研究成果

まず、文化財に発生するカビとして代表的な

白カビ (*Arthriniun* sp.) (図 2) について、
 蛍光スペクトルを測定した (図 3)



図 2 寒天培地上で培養した白カビ

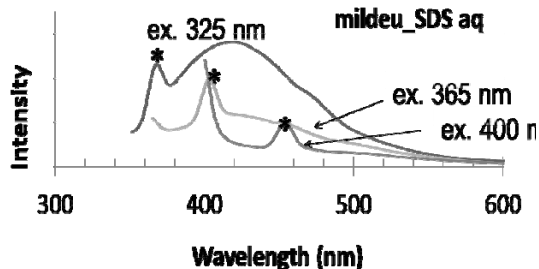


図 3 寒天培地上で培養した白カビの蛍光スペクトル。白カビを懸濁させた界面活性剤(SDS)水溶液の蛍光スペクトルを測定すると、380~500 nm の波長帯に発光が観測された。この発光は、短波長側で励起するほど強くなる傾向がみられた。

この蛍光をデジタルカメラで捉えることの可能性を検討するため、市販の紫外線ランプ、375 nm、および 400 nm の自作 LED ランプ (図 4, 5) を照射光源とし、また波長ごとに蛍光を画像として捉えるために、トリアセテートベースのシートフィルター (表 1、図 6) を組み合わせての撮影を行った。



図 4 自作 LED ランプ

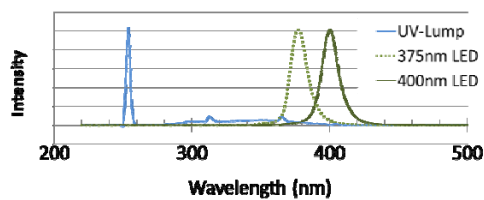


図 5 3 種類の光源の発光特性

表 1 使用したシートフィルター

名称	種類	透過波長帯
SC40M	紫外線カット	400 nm以上
BPB42	バンドパス	420 nm中心
BPB45	バンドパス	450 nm中心
BPB50	バンドパス	500 nm中心

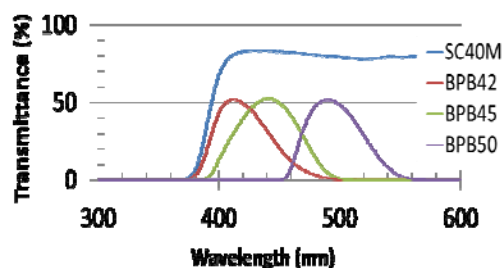


図 6 フィルターの光透過特性

それぞれの光源、フィルターの組み合わせで撮影した白カビ (図 2) の写真を図 7 に示す。

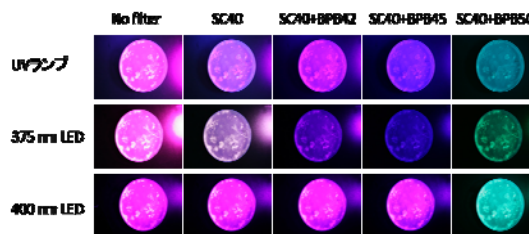


図 7 上記光源、フィルターの組み合わせで撮影した白カビの画像

反射・散乱する励起光をカットする目的で SC40 を用いたが、完全に除去することは出来ず、写り込みがみられた。紫外光源 (UV ランプおよび 375 nmLED) と長波長側のバンドパスフィルター、特に BPB45 を組み合わせて撮影した画像では、カビの部分より、励起光とは異なる色の光が映っている様子がみられた。これが、カビ自家蛍光を反映している可

能性があるが、さらに検討が必要であろう。

また、近紫外～可視～近赤外にいたる様々な波長の単色光源、またバンドパスフィルターなどからなる撮影システムにより、モデル試料や浮世絵などの実資料を対象に、単色光撮影を実施、紙や顔料、染料といった文化財材料とカビなどを含めた汚れの画像の違いを検討した。その結果、ハロゲン灯など白色光源とバンドパスフィルターを組み合わせよりも、単色光源の方が、物質による差異を際立たせて捉えうること、また、異なる色材や汚れ、紙のシワなどの映りは波長ごとに大きく異なり（図8）、その差を画像解析によって数値的に処理することが、表面物質を特定する方法となりうることを見出しつつある。

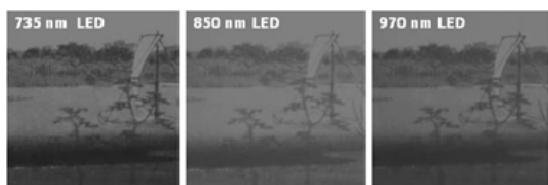


図8 LEDを光源に、3つの異なる波長で撮影した浮世絵の近赤外画像（部分）

さらに、インクや染料などには蛍光を発するものもあり、また繊維層なども同様の性質を持つものが多く、それぞれを区別するための照射波長や検出波長についても検討を進めた。これまでの検討から、同じサンプルを複数の照射・検出波長条件下で撮影し、画像処理をすることにより、特定の物質の蛍光のみを検出しうることを見出した。具体的かつ確実に付着物をデジタルカメラによって区別するには、まだ実験的な検証が必要であるし、さらに可視光と近赤外光を照射光としてどのように活用しうるかについても、検討の余地がある。これらについては、今後も研究を進めていきたい。

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1件）

①吉田直人 “発光ダイオードを光源とした赤外線撮影について” 『保存科学』 49 pp. 119-124 2010. 3 査読有

〔学会発表〕（計2件）

①吉田直人、間瀬創 “近赤外LEDを光源とした資料撮影で得られる情報” 文化財保存修復学会第32回大会 長良川国際会議場 2010. 6. 12-13

②吉田直人、松島朝秀 デジタルカメラを使った色材の可視光反射率測定とその応用 文化財保存修復学会第31回大会 倉敷市芸文館 2009. 6. 13-14

6. 研究組織

(1) 研究代表者

吉田 直人 (YOSHIDA NAOTO)
独立行政法人国立文化財機構
東京文化財研究所・保存修復科学センター
主任研究員

研究者番号：80370998

