

国宝・大浦天主堂の漆喰壁着生生物の調査と対策について

木川 りか・三浦 定俊

1. はじめに

わが国には、城郭や土蔵作りに代表される漆喰壁をもつ建造物がある。漆喰壁は、経年するにつれ劣化が進行するので、通常、壁の修復を繰り返しながら保存されている。国宝・大浦天主堂も、その漆喰壁を有する代表的なもので、平成13年3月の調査時には明治期の漆喰壁が残されていたものの、全体に黒色、褐色の汚れが目立つ状況になっていた。平成13年以降に大々的な修復工事を行うに伴い、その汚れの原因と今後の対策を考える必要があったため、今回依頼を受けて汚れの原因となっている着生生物を調査した。その結果、今回は、緑藻類がその中心であることがわかったので、その概要を報告し、今後の対策を考えるうえでの基礎資料としたい。

2. 漆喰壁の黒変現象と調査の経緯

漆喰壁の黒変現象については、これまでに国宝・姫路城、および大浦天主堂における調査結果より、クラドスボリウム属のカビが原因となった例が報告されている¹⁾。この黒変現象の発生部位は、雨水がかかったり、土中の水分が供給される接地部、かつ通風不良で湿気のこもるところで顕著であった、と記述されている¹⁾。漆喰は経年により劣化するので、定期的に修復を繰り返しながら維持されているが、これらの例では、修復後それほど年数を経ないのに壁の黒変がみられ、新井による調査の結果、その黒変部位からいずれもクラドスボリウム属のカビが分離されている¹⁾。漆喰壁の修復頻度が高まると費用がかさむため、実際に姫路城においてこれらのカビの対策には以下のようない方法がとられた¹⁾。カビの発生を抑えるために、防カビ剤（クロロタロニル、商品名：ノプロサイド）を使用するが、その効力を持続するために展着材を使用する。水の供給される部位に黒変が特異的に発生していたことから、その展着材には、防水効力のあるものが望ましいと判断された。しかし、塗膜を形成するものでは、水分が塗膜の間にこもり、悪影響を及ぼすことが予想されたため、塗膜を形成しないで防水効力を示す展着材（商品名：ハイドロサーム）が選ばれた¹⁾。その結果、少なくとも5年後の再調査の時点で黒変現象が防止されていたことが報告されている¹⁾。

(財)文化財建造物保存技術協会では、この知見をうけて、平成13年3月以降の大浦天主堂の保存修理工事の際の漆喰壁の施工法を検討していたが、その時点での着生生物の調査が必要であると判断されたため、当研究所が調査依頼を受けて今回の調査を行った。

3. 調査方法と結果

3-1 目視による漆喰壁の観察所見

- 大浦天主堂外壁漆喰を建物の周囲から観察した結果、
- A. 広範囲の黒色の汚れ（写真1～3），
 - B. 褐色の汚れ（写真1～3），
 - C. 黒色部のなかの班点状の黒色の汚れ（写真4, 5）
- が主に観察された。



写真1 建物正面



写真2 建物正面

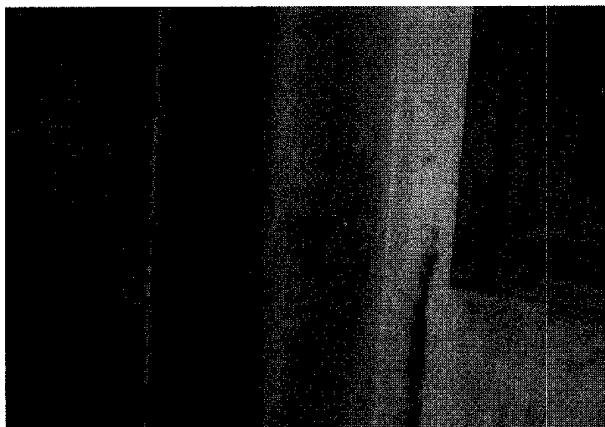


写真3 建物側面（西面）

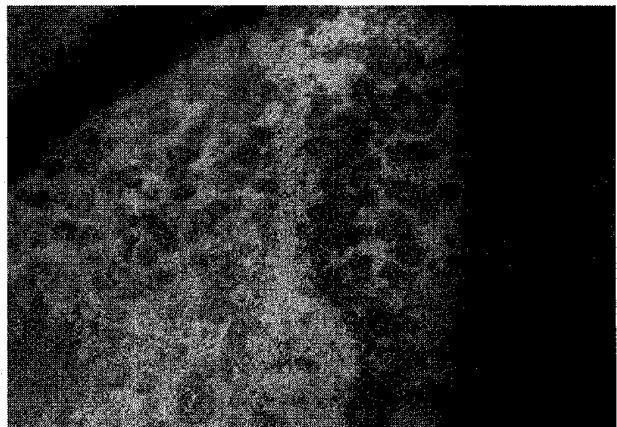


写真4 建物背面（西面側）

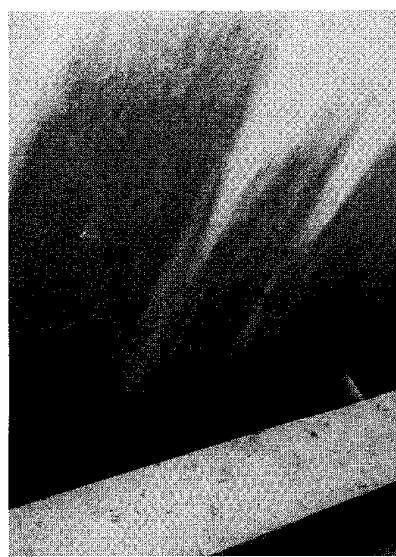


写真5 建物側面（東面）



写真6 建物側面（西面）

また、特に雨どいの水等で常時湿っている部分には、
D. コケなどの植物の繁茂（写真6）もみられた。

3-2 現地における外壁の汚れ（付着物）の観察結果

現地で8カ所について外壁の付着物を採取し、携帯型光学顕微鏡（（株）ダイコーサイエンス、DSM-II）により、100倍、および400倍の倍率で観察した。その結果、A、Cの黒色の汚れからは、主要に緑藻やバクテリアが観察された。また、Bの褐色の汚れについても、ほぼ単一の種類の燈色の緑藻が観察された。

いずれの場合にも、カビと思われる菌糸状のものは観察されなかった。

なお、付着物の採取点は、建物見取り図に示した。

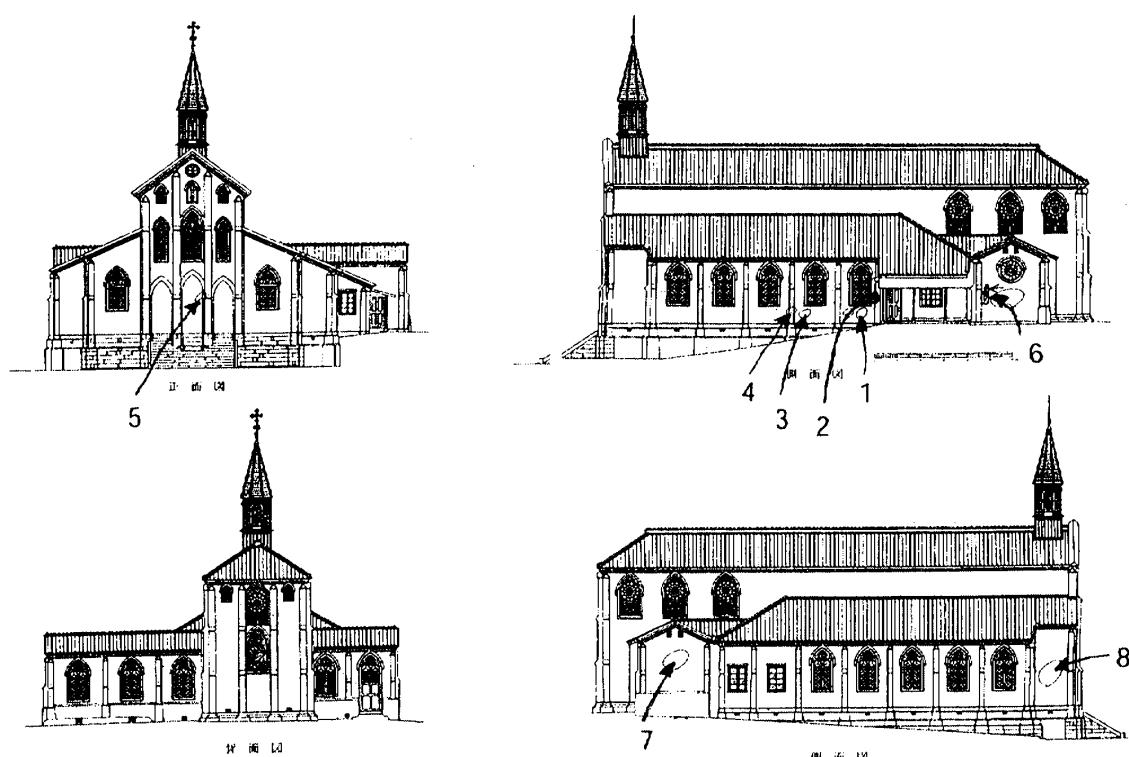


図1 試料採取箇所見取り図

3-3 位相差顕微鏡および蛍光顕微鏡による付着物の観察結果

付着物を一部採取して持ち帰り、プレパラートを作製し、位相差顕微鏡および蛍光顕微鏡で観察した結果、A、Cの黒色の汚れからは緑藻（写真7a）が、Bの褐色の汚れからは燈色の緑藻（写真8a）が主要な生物として検出された。緑藻であることは、蛍光顕微鏡観察によって、クロロフィルaの赤色の蛍光がみられること（写真7b、8b）、および細胞の大きさにより判断された。

なお、今回検出された緑藻は気生藻類であり、日かけのかなりの乾燥した環境で着生できるものである。

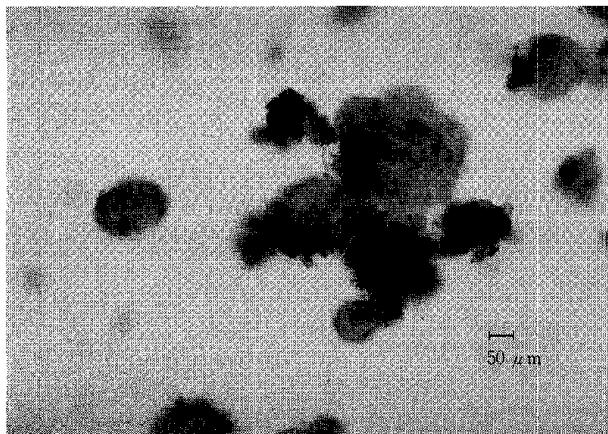


写真7-a 黒色付着物の位相差顕微鏡写真（倍率100倍）

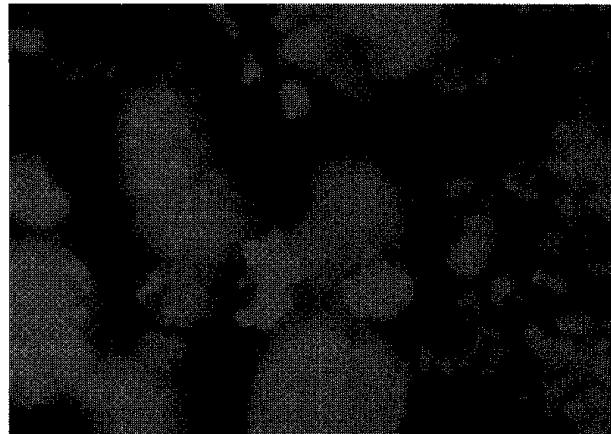
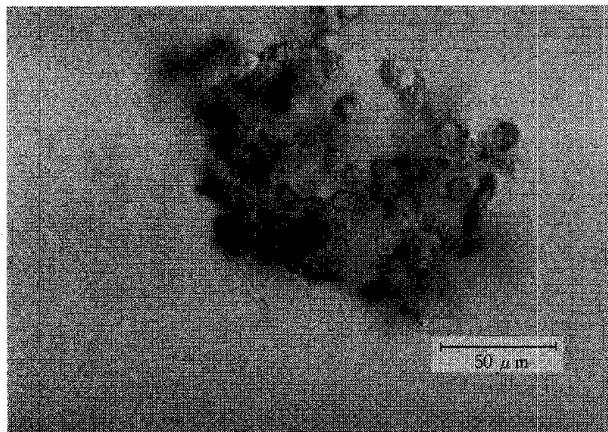
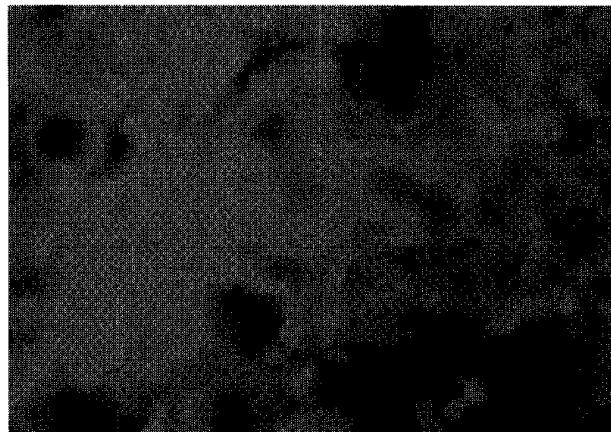
写真7-b 黒色付着物の蛍光顕微鏡写真（倍率400倍）
クロロフィルaにより赤色の蛍光がみられる。

写真8-a 褐色付着物の位相差顕微鏡写真（倍率400倍）

写真8-b 褐色付着物の蛍光顕微鏡写真（倍率400倍）
クロロフィルaにより赤色の蛍光がみられる。

3-4 付着物の培養結果

付着物の直接観察では、カビ様のものは観察されなかったものの、念のためにカビ用の培地（クロラムフェニコールを添加したポテトデキストロース寒天、各 10cm^2 ）で、付着物内のカビの培養を行った。

採取点4カ所において、培地面に直接壁面の付着物を接触させるか、付着物を滅菌綿棒で採取して培地面に塗沫する方法で接種を行い、10日間室温にて培養を行った。その結果、培地面に直接付着物を接触させた場合には、1コロニーのカビが検出された場合が2例、2コロニーが1例、全く生育しない場合が1例であった。また、生育した4コロニーのうち、検出されたのは3種で、卓越した種が見いだされたわけではなかった。滅菌綿棒で採取し、植菌した場合には、カビの生育は全く観察されなかった。

カビが主原因の付着物の場合には、同様な培養を行うと通常多くのコロニーが出現することから、今回調査した付着物においてはカビは卓越した生物種とは言いがたいと考えられる。

4. 調査結果をうけての施工方法案

今回の調査においては、調査の時点では漆喰壁の広範囲に着生している主要な生物は緑藻であることがわかった。従って、今回は藻類の対策についても考慮に入れる必要がある。

本調査前に（財）文化財建造物保存技術協会によって考えられていた施工案は、カビの対策を中心としたものであったので、代替施工案の例として、以下のような処置工程を参考資料として提案した。

4-1 案（1）<漆喰の塗り直し>

漆喰に防黴防藻剤を添加して漆喰壁の塗り直しを行うのが、もっとも確実な方法であると考えられる。

4-2 案（2）<クリーニングおよび防藻、防黴処理>

漆喰壁は、経年変化によって漆喰のアルカリ性が低下するために一般に古くなると微生物の繁殖を受けやすくなると考えられている。従って、本来なら案（1）の塗り直しが望ましいと考えられるが、それが不可能な場合には、以下のようないくつかのクリーニングおよび防藻、防黴処理も考えられる。しかし、防藻、防黴剤および撥水剤は、雨水や直射日光によって劣化するため、長くとも3年程度を目安に再施工するなど、当初から長期的なメンテナンスを視野に入れて計画する必要がある。

4-2-1 下地処理

- ・物理的に付着物を除去する。
- ・次亜塩素酸ナトリウム液などによって漂白する。
- ・その後、水でよく洗い、乾燥させる。
- ・エチルアルコール、またはエチルアルコール系の薬剤を塗布し、表面の緑藻等を殺藻する。
(次亜塩素酸ナトリウムでは漂白はできるが微生物を完全に殺藻、殺菌することは一般に困難であるため)

4-2-2 防藻、防黴剤を添加した適切な塗装剤により仕上げ

- ・防藻、防黴剤としては、例えば、緑藻の生育を阻害する光合成阻害剤にベンズイミダゾール系の防黴剤が添加されたものがある。
- 撥水剤を含めた塗装剤の選定については、修復技術部に委ねる。

5. 実際の施工

今回は、その施工案と現地の状況を考慮して、(財)文化財建造物保存技術協会により最終的な施工方法が決定され、修復工事が行われた。

その概略は、以下のようなものであった。

5-1 下地調整

漆喰上塗面のしっかりしている箇所のうち、微生物等によって汚れが発生しているところは、水洗いののち、漂白剤（次亜塩素酸ナトリウム製剤）で処置し、最終的にブラシをかけながら水洗い、付着物除去を行う。乾燥後、殺藻、殺菌のため、イソプロピルアルコール溶剤を塗布する。

5-2 漆喰の塗り直し

外壁のうち、漆喰の遊離している面や亀裂箇所は漆喰をかき落とし、塗り直しを行う。下地がしっかりしている部分は、そのまま残し、2~3mmの厚みで上塗りを行う。

5-3 摥水剤の塗布

漆喰塗面の乾燥、養生後、
摥水処理剤（商品名ハイドロ
サーム）を塗布する（写真9）。



写真9 漆喰壁塗り直し後の摥水剤の塗布
(写真提供:(財)文化財建造物保存技術協会)

6. まとめ

大浦天主堂の漆喰壁の黒変部位からは以前にカビ（クラドスボリウム属）が分離されたとの報告があるため¹⁾、当初は今回もカビであることを予想していたが、今回の調査においては、付着物の観察および培養結果より、少なくとも広範囲にみられる黒い汚れ、および褐色の汚れについては、緑藻類がその主原因であることが明らかになった。従って、処置の方法については、防黴のみならず防藻についても考慮に入れる必要があると考えられるが、基本的には、いずれも過剰な水分を防ぐ対策が必要という点で一致するため、とるべき施工方法については本質的に大きな差違はないと考えられる。

謝辞

付着物の観察による主要な微生物の同定に際しまして、東京大学分子細胞生物学研究所・微生物微細藻類研究分野、横田明教授、および磯部美由紀氏には、快いご協力をいただきました。心から感謝致します。また、(財)文化財建造物保存技術協会の高橋好夫氏には現地調査の際にご協力いただくとともに、施工についての資料をご提供いただきました。当研究所、朽津信明主任研究官には、現地調査および結果に関する議論において多くのご援助をいただきました。記して感謝いたします。

引用文献

- 1) 新井英夫：文化財建造物の微生物被害と対策、建築保全（105），58-71（1997）

キーワード：漆喰壁（plaster wall）；藻類（algae）；生物劣化（biodeterioration）

Investigation of Microorganisms on the Plaster Wall of Oura Church, a National Treasure

Rika KIGAWA and Sadatoshi MIURA

There are many important structures which consist of plaster walls in our country: Japanese castles, old warehouses and old churches.

When the restoration project of Oura Church, a National Treasure, was planned, its plaster walls was fairly dirty, covered with dark-colored microorganisms. So, our Institute examined the microorganisms before methods of restoration were designed.

Black-colored dirt, brown-colored dirt and spotted black-colored dirt were mainly observed on vast areas of the plaster walls of the church. Samples of the dirt were observed under phase-contrast and fluorescent microscopes. Different kinds of green algae were observed as major microorganisms of the black and brown dirt, respectively.

Since, in a previous investigation of this church by H. Arai, a fungus, *Cladosporium* sp. was reported to have been detected on black dirt, the samples were cultured on media to examine fungal growth. In investigation this time, fungi were not detected as dominant species.

Considering this result, methods of restoration were planned by the restoration staff. After cleaning the walls and applying new plaster layers, the walls were treated with water-proofing agent, which is characteristically porous when dried, to prevent the growth of microorganisms.