

## 〔報告〕 文化財への微生物被害と調査手法 —保存科学1号～45号—

佐野 千絵

### 1. はじめに

「カビが生えました。」という相談を受ける機会が増えている。特に平成18年度は東京近郊は7月の冷夏、10～11月の暖冬の影響を受け、例年以上に多数の報告を受け、対処に迫られているのが実情である。相談を受けてまず行うのは、その緊急度の判断である。被害状況範囲(被害程度と面積)と程度(胞子の有無、着色の範囲など)を聞き取り、被害状況写真と資料の収納状況、施設平面図などの提供を受ける。同時に、環境条件の把握として温度湿度設定値の聞き取りと計測、滅菌綿棒サンプリングによる付着菌の分離・同定(毒性の有無、特徴など)を行い、短期的な側面であるカビ等の処置方法(除菌・殺菌・ガス燻蒸、ダクト清掃、湿度設定値変更など)決定と長期的な対策として施設増強(除湿器設置、気流確保など)・管理方法変更(運用、清掃など)まで含めて立案していくことになる。カビ等微生物被害は、一般的な室内環境では、適正な管理を怠れば、時間経過に伴い急激にその危険性を増すものであり、その管理はすなわち湿度調整・換気・清掃である。カビ等微生物被害に対しては、殺菌・除菌などの処置はあくまでも後手の対応であり、施設内に収納された文化財を管理する等の場合には、カビ等微生物被害を受けにくい環境に、文化財を取り巻く空間を管理制御していくことが必須である。

高松塚古墳など高湿度に維持せざる得ない文化財や屋外彫刻など、その周辺環境を適切に制御することが難しい文化財については、環境条件も含めて、総合調査・監視が絶えず必要である。微生物被害を受けた場合には、その種類や量、そして微小動物(ダニ、トビムシなど)との関係を含め、その役割を解明して対策を取ることが必要であり、微生物の精密な同定が必要である。高松塚古墳・キトラ古墳においても2004年9月以降、定期的に専門家による微生物調査を取り入れ、それに伴い試料採取方法の変更、表現形質に基づく観察による分離同定に加えて遺伝子塩基配列に基づく系統解析による種レベルでの同定<sup>注1)</sup>、浮遊菌採取による環境評価など、微生物調査手法を改変してきた。また分離同定菌株の特性調査や各種薬剤への抗菌性試験を適宜実施し、環境条件設定や薬剤選定に役立てている。

本報告では文化財の微生物被害防止手法確立の第一歩として、これまで『保存科学』に掲載されてきた調査手法とその成果について紹介する。

### 2. 『保存科学』に掲載された調査手法・被害状況一覧

『保存科学』は東京文化財研究所のホームページ上で全文掲載されているので、ご利用いただきたい(<http://www.tobunken.go.jp>)。表に、微生物被害状況等についての報告のある論文名、著者等、基礎データを掲載する。同じ論文であっても、異なる対象や異なる手法での調査については、行を分けてまとめた。全論文数は27本である。このうち、古墳内の微生物について書かれたものは7本、うち1本は海外の墳墓内の微生物環境を報告したものである。すなわち、国内で微生物調査結果が『保存科学』に報告されている古墳は、福岡県王塚古墳、熊本県チブサン古墳、茨城県虎塚古墳、高松塚古墳、キトラ古墳のみである。

### 3. 考察

主に採用されてきた調査手法は、空中菌に対しては落下法、付着菌に対しては滅菌綿棒による採取と培地への塗抹である。近年では採取機器も進み、サンプラーを使って一定容量の空気を採取する方法も採用されるようになった。

いずれの方法でも培地の選択次第で、生育しやすい真菌類・細菌類が異なる。サンプリングにあたっては、作業時間や対象文化財の収納空間による制限など、さまざまな状況があり、その中で調査手法が選択されているため、すべてのデータがそろった調査は滅多に行えない。特に、文化財への直接サンプリングによる文化財への負担は最小限にして最大の情報を得るためには、好湿性・好乾性・好稠性などカビの生育条件をよく理解し、調査対象文化財の置かれた空間の環境条件を把握し、その条件下での文化財への被害微生物を想定して調査手法を組み立てていく必要がある。まずは、保存科学や微生物の専門家とも協力して調査計画を立てることをお勧めする。

調査手法と検出菌種（属）を対照すると、空中菌ではごく一般の環境でも良く見られる *Aspergillus* 属、*Cladosporium* 属、*Penicillium* 属が報告されている。22号発表の虎塚古墳の空中菌に関する文献内では、採取手法等に関する詳細は記述されていないが、その50%は *Penicillium* 属であったことが述べられている。このように文化財の保管環境は一般環境で、乾燥に強い *Aspergillus* 属や *Penicillium* 属の孢子が空中に長く留まっていることがわかる。そのため、文化財に被害を及ぼしている原因菌を知るためには、直接、付着菌を採取する必要がある。また滅菌綿棒は乾燥に強いカビを主に採取している点に注意が必要で、乾燥に弱い微生物を採取したい場合には湿らせて用いる必要がある場合もある。また菌糸のみを採取して、うまく培養できない事例も多い。逆に、同時に存在する可能性のある塵埃などを一緒に採取すると、例えばハウスダスト中には1gあたり $10^5 \sim 10^6$ 個のカビがあるといわれており<sup>1)</sup>、培養するといろんな真菌類が生育してしまい、被害を及ぼしている菌種を判断できない場合もある。

文化財に対してその後に適切な保存対策を取る上で、出現した微生物の特性を調査し、特質を明らかにすることは重要である。微生物はその限定された空間の環境条件に適したものが著しく繁殖してくるため、その微生物の特質を明らかにし、問題となる環境条件を排除するように対策を取ることが、繰り返しの被害を避けるための第一歩となる。

文化財保存の重要な局面で得られた分離株については、形態観察等、従来の表現形質に基づく観察や遺伝子塩基配列に基づく系統解析による種レベルでの同定など、総合的な同定手法を用いて、多角的に検討されることが望ましい。また分離微生物株そのものは重要な証拠資料となるため、例えば乾燥保存<sup>2)</sup>など、分離微生物株に適した形で、できる限り長期保存を図るのが望ましい。また、詳細に同定して新種と判明したものは、文化財への被害を与える微生物株として、各種抗菌性試験などに希望者が利用できるよう、公共資材としての価値づけを与えることができると最善であるが、当所ではごく最近の2004年5～6月以降に高松塚古墳・キトラ古墳から分離された微生物株のみ保存処理が図られているのが実情である。

この報告が文化財保存現場の資となれば幸いである。

#### 引用文献

- 1) 『カビ検査マニュアルカラー図譜』、監修：高鳥浩介，テクノシステム，(2002)
- 2) 『微生物学実験法 新版』、杉山純多，渡辺信，大和田紘一，黒岩常祥，高橋秀夫，徳田元，(株) 講談社，

(1999)

- 3) 『菌類・細菌・ウイルスの多様性と系統』, 杉山純多編, 裳華房, (2005)

## 謝辞

本報告をまとめるにあたり、『保存科学』を精査し、集計にご協力いただいた内藤百合子さんに心より感謝いたします。また、微生物の取り扱いから調査研究のあるべき姿まで、絶えずご指導賜りました杉山純多東京大学名誉教授に衷心からの敬意を捧げます。

## 注釈

注1) 微生物の特定の遺伝子塩基配列を分析・解読し、コンピューターを用いて基準微生物株と比較系統解析を行い、詳細な同定をすること。微生物進化に関する研究手法の一つ。

注2) 乾燥保存にも、微生物の水分除去方法の違いで、大別して2種類ある。一つは凍結状態から昇華で水分を除去した凍結乾燥 (Freeze-drying), もう一つが、凍結せずに蒸発させるL乾燥 (Liquid-drying)である。乾燥標品は、真空状態でガラスサンプルに封入し、低温 暗黒下に置くこと定められている。乾燥保存に適さない微生物 (主に担子菌類) は、試験管に寒天培地を分注し、斜面にした寒天培地上で微生物を培養する斜面培養 (スラント) で保存する。そのほか、いずれの保管法にも適さない微生物については、継代 (斜面培養した菌株を定期的に植え継ぐ) による保管を行うこともある。

独立行政法人製品評価技術基盤機構特許微生物寄託センター (NPM) のホームページ <http://www.nbrc.nite.go.jp/npmd/technology.html> 上に、微生物株の長期保存法について詳しい情報あり。

キトラ古墳・高松塚古墳から分離された微生物株については、原則的に乾燥保存している。

## 『保存科学』に掲載されている微生物調査および発見された菌種

| 保存科学号数 | 論文名                         | 著者                                      | ページ   | 調査時期                    | 対象物  |  |
|--------|-----------------------------|---|-------|-------------------------|--|--|
| 1      | 奈良正倉院構内及び附近の空中微生物、殊に糸状菌に就いて | I. 奈良正倉院構内及び附近の空中微生物                    | 江本 義数 | 12-27 (12-16)           | 1956年8月23, 24日, 10月12日, 12月13, 14日, 1957年4月2, 3日, 11月2, 3日計9回  | 空中: 正倉院構内4ヶ所及び奈良国立博物館附近1ヶ所, 他(丸山水源地) 1ヶ所         |
| 1      | 奈良正倉院構内及び附近の空中微生物、殊に糸状菌に就いて | II. 正倉院東宝庫内の空中微生物                       | 江本 義数 | 12-27 (17-20)           | 1956年8月22日, 10月13日, 12月14日, 1957年4月2日, 11月3日計5回  | 空中: 正倉院東宝庫(新宝庫)内8ヶ所                              |
| 1      | 奈良正倉院構内及び附近の空中微生物、殊に糸状菌に就いて | III. 正倉院正倉内の塵埃中の微生物                     | 江本 義数 | 12-27 (21-23)           | 1956年10月14日, 1957年10月13日計2回  | 塵埃: 正倉(校倉)内6ヶ所                                   |
| 2      | 日光東照宮等二社一寺建造物の微生物とその防除      | I. 日光東照宮, 二荒山神社, 大猷廟境内の空中微生物, 特に糸状菌について | 江本 義数 | 1-18 (1-11)             | 1958年11月14日, 1959年1月8日, 5月20日, 7月28日, 10月9日, 1960年2月3日, 4月27日, 6月21日, 8月26日, 10月21日, 1961年1月19日, 3月25日, 5月11日, 7月28日, 9月29日, 12月4日, 1962年2月9日, | 空中: 東照宮, 二荒山神社, 大猷廟境内の9ヶ所                        |
| 2      | 日光東照宮等二社一寺建造物の微生物とその防除      | II. 日光東照宮その他の建造物の防黴                     | 江本 義数 | 1-18 (11-13)            |  | カビ: 建造物被害箇所8ヶ所                                   |
| 2      | 日光東照宮等二社一寺建造物の微生物とその防除      | 追捕                                      | 江本 義数 | 1-18 (13-15)            | 1965年7月28日, 8月27日, 10月1, 28日, 11月11日   | Iの9ヶ所と, 奥の院                                      |
| 3      | 国宝中尊寺金色堂に発生した黴と建築用材         |   | 江本 義数 | 40-54 (40-44) 以降は材種について | 1963年8月  | カビ: 金色堂外陣外壁(漆塗) 他, 全9ヶ所                          |
| 5      | 法隆寺金堂焼損壁体の黒斑と黴              | 収蔵庫内外の空中菌                               | 江本 義数 | 21-34 (23-24)           | 1960年7月22, 23日, 11月18, 19日, 1961年6月7, 8日, 1962年2月21, 22日, 1963年7月23, 24日, 1964年6月24日   | 空中: 法隆寺収蔵庫 内・外                                   |
| 5      | 法隆寺金堂焼損壁体の黒斑と黴              | 焼損壁体面に附着する菌類                            | 江本 義数 | 21-34 (24-25)           |  | 壁体面: 1-12号壁体面の主に仏像の顔, 頭光部分                       |
| 5      | 法隆寺金堂焼損壁体の黒斑と黴              | 新しく発生した菌の培養と種の決定                        | 江本 義数 | 21-34 (31-32)           | 1962年7月  | 第1, 9, 10号壁に生じた白点の小集落                            |
| 7      | 法隆寺金堂再現パネルの防黴               | A. 金堂内の空中菌                              | 江本 義数 | 99-106 (100-101)        | 1967年8月2, 3日, 10月12, 13日, 12月21, 22日, 1968年2月21, 22日, 6月20, 21日  | 空中: 金堂南口高座の1隅, 北口の試験パネル附近                        |
| 7      | 法隆寺金堂再現パネルの防黴               | B. 試験パネル面等に附着した菌類                       | 江本 義数 | 99-106 (101-102)        | 1968年7月5日  | 試験パネル面: 色彩部, 裏側の漆塗面, 白壁の両半部(表-2)                 |
| 7      | 広島県立美術館内の空中菌                |   | 江本 義数 | 107-111                 | 1968年6月7日  | 空中: 1-3階ロビー, バルコニー, 保管庫, 1-6階各展示室, ウォールケース 計12ヶ所 |

| 採取点の図示など                   | 調査法   | 培養法              | 写真                                   | 検出菌種総計(属数) | 主たる検出菌(種数の多い属)   | 主たる検出菌(株数の多い属)  |
|----------------------------|---|------------------|--------------------------------------|------------|--|---|
| 第1図に採取点, 写真1に採取点6ヶ所の写真     | 落下法 (9cmシャーレ・麦芽汁寒天及び肉汁寒天・2分間)                     | 25°C 3-4日間       | 写真2顕微鏡写真9点 (I～III区別なし)               | 28         | <i>Penicillium</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Cephalosporium</i>   | <i>Cladosporium</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Epicoccum</i>   |
| 第2図に採取点                    | 落下法 (9cmシャーレ・麦芽汁寒天及び肉汁寒天・3分間)                     | 25°C 3-4日間       | 写真2顕微鏡写真9点 (I～III区別なし)               | 21         | <i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Penicillium</i>  | <i>Cladpsporium</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Nigrospora</i>  |
| 第3図に採取点                    | 落下法 (9cmシャーレ・麦芽汁寒天及び肉汁寒天・4分間)                     | 25°C 3-4日間       | 写真2顕微鏡写真9点 (I～III区別なし)               | 17         | <i>Penicillium</i><br><i>Aspergillus</i>   | <i>Penicillium</i><br><i>Aspergillus</i>                        |
| 第1図に採取点, 図版(写真)1に採取点9ヶ所の写真 | 落下法 (9cmシャーレ・Czapeck寒天, 麦芽汁寒天及び肉汁寒天・2分間)          | 25°C (夏は室温)3-4日間 | 図版2顕微鏡写真9点                           | 35         | <i>Aspergillus</i><br><i>Penicillium</i>   | <i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Penicillium</i> |
| 第1図に被害箇所                   | 黒斑から採集, 菌学的に雑菌の入れぬようにして分離                         |                  | 図版3に防黴試験の写真                          | 6          | <i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Denatum</i><br><i>Nigrospora</i><br><i>Pullularia</i>  | <i>Cladosporium</i><br><i>Aspergillus</i>                       |
| 第1図に採取点                    | 前同様の方法 [落下法 (9cmシャーレ・Czapeck寒天, 麦芽汁寒天及び肉汁寒天・2分間)] |                  |                                      | 16         | <i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Penicillium</i>  | <i>Mortierella</i><br><i>Penicillium</i>                        |
| 第2図に採取点                    | 滅菌綿棒で採取後 ①液体培地(麦芽汁寒天培養基), ②直接検鏡, ③寒天板上に接種         | 25°Cまたは室温4-5日間   |                                      | 8          | <i>Penicillium</i>   | <i>Penicillium</i>  |
|                            | 落下法 (9cmシャーレ・Czapeck液, 麦芽汁及び肉汁寒天・2, 5分間)          |                  |                                      | 12         | <i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i>  | <i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i>                       |
|                            | 滅菌綿棒で採取   | 常法により分離培養        |                                      | 6          | <i>Alternaria</i><br><i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Pestalotia</i><br><i>Streptomyces</i>   |   |
|                            | 高稠培地(麦芽寒天に15%の割りにNaClを添加)                         |                  |                                      | 2          | <i>Aspergillus</i><br><i>Eurotium</i>  |   |
| 図-2に採取点                    | 落下法 (9cmシャーレ・麦芽汁寒天・3-5分間)                         |                  |                                      | 12         | <i>Aspergillus</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Cladspoirum</i>   | <i>Aspergillus</i><br><i>Penicillium</i>                        |
|                            | 滅菌綿棒で採取   |                  |                                      | 8          | <i>Aspergillus</i><br><i>Aureobacidium</i><br><i>Cladospoirum</i><br><i>Paecilomyces</i><br><i>Papularia</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Trichoderma</i><br><i>Rhodotorula</i> | <i>Cladospoirum</i><br><i>Penicillium</i>                       |
| 図-1に採取点                    | 落下法 (9cmシャーレ・麦芽汁寒天・5分間)                           | 25°C 4-7日間       | 図-2 <i>Gonytrichella olivacea</i> の図 | 14         | <i>Penicillium</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Alternaria</i>   | <i>Penicillium</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Alternaria</i>  |

|    |   |               |                                     |                             |   |   |
|----|---|---------------|-------------------------------------|-----------------------------|---|---|
| 8  | 奈良国立博物館内の空中微生物  |               | 江本 義数                               | 81-86                       | 1970年10月8, 9日, 10月29日 (正倉院展開催前および開催中 (開館前, 開館中, 閉館直後の3回)) | 空中: 館内6ヶ所, 外気 (館北側) 1ヶ所   |
| 9  | 日本万国博覧会美術館内の空中微生物   |               | 江本 義数                               | 43-50                       | 1970年3月5, 6日 (博覧会準備期), 8月6日 (会期中) 開館前, 開館中, 閉館後           | 空中: 展示室, 開梱室, クローク附近, テラス 8ヶ所, 屋階冷却塔附近 (外気が常に流入)  |
| 12 | 装飾古墳内の微生物調査 一福岡県王塚古墳, 熊本県チブサン古墳一  | a. 王塚古墳 (壁面)  | 江本 義数・<br>江本 義理                     | 95-102<br>(98-100)          | 1970年2月13日  | 玄室, 前室の壁面等のコロニー, 斑点, 菌糸 10ヶ所  |
| 12 | 装飾古墳内の微生物調査 一福岡県王塚古墳, 熊本県チブサン古墳一  | a. 王塚古墳 (空中菌) | 江本 義数・<br>江本 義理                     | 95-102<br>(98-100)          | 1971年6月1日   | 空中: 奥室中央, 古墳外部  |
| 12 | 装飾古墳内の微生物調査 一福岡県王塚古墳, 熊本県チブサン古墳一  | a. 王塚古墳 (壁面)  | 江本 義数・<br>江本 義理                     | 95-102<br>(98-100)          | 1971年6月1日   | 奥室, 前室など6ヶ所   |
| 12 | 装飾古墳内の微生物調査 一福岡県王塚古墳, 熊本県チブサン古墳一  | a. 王塚古墳 (壁面)  | 江本 義数・<br>江本 義理                     | 95-102<br>(100)             | 1972年8月13日  | 玄室内コロニー   |
| 12 | 装飾古墳内の微生物調査 一福岡県王塚古墳, 熊本県チブサン古墳一  | b. チブサン古墳     | 江本 義数・<br>江本 義理                     | 95-102 (10)                 | 1972年8月   | 山鹿市当局から送付資料: 石屋形天井, 奥壁  |
| 18 | 建築彩色に発生する糸状菌の防除法  |               | 新井 英夫                               | 27-34                       | (1978年6月に実地試験)  | 日光東照宮経蔵, 神厩, 日光五重塔  |
| 18 | レオナルド ダ ビンチ展における生物劣化防除  |               | 新井 英夫・<br>森 八郎・<br>門倉 武夫            | 35-39                       | 1974年7月19日  | 展示ケース内天井の斑点   |
| 19 | 新設博物館における生物学的問題   |               | 新井 英夫・<br>森 八郎                      | 1-8                         |   |   |
| 22 | 史跡虎塚古墳彩色壁画保存に関する調査研究 (受託研究報告第51号)   | IV石室内微生物の動態   | 江本 義理・<br>門倉 武夫・<br>見城 敏子・<br>新井 英夫 | 121 -<br>146 (143 -<br>146) | 1978年10月21日 (仮設保護施設設置直前), 27日 (石室開口直前), 28日 (石室開口直後)      | 虎塚古墳石室内空気   |
| 23 | 紙質類文化財の保存に関する微生物学的研究 (第1報) 紙の褐色斑 (foxing) から糸状菌の分離                            |               | 新井 英夫                               | 33-39                       |   | (1) 桐箱の中に約20年保存していた楮 (こうぞ) の和紙 (2) 大正6年頃フランスで購入し, 以後日本で保存していた版画 (3) 1955~60年にかけての模写され1972から宝物館に収蔵展示されていた「建築彩色復元模写画」 |
| 26 | 紙質類文化財の保存に関する微生物学的研究 (第5報) Foxing から分離した糸状菌の生理的・形態学的性質, foxing形成機構および防除対策について |               | 新井 英夫                               | 43-52                       |   |   |

|                                     |                             |   |             |                      |  |  |
|-------------------------------------|-----------------------------|---|-------------|----------------------|--|--|
| 図2に採取点, 図-3～5に採取点3ヶ所の写真             | 落下法(9cmシャーレ・麦芽汁寒天・2個・5分間)   | 25°C 4日間  | 図6培養後写真10点  | 12                   | <i>Curvularia</i><br><i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Epicoccum</i>   | <i>Cladosporium</i><br><i>Curvularia</i><br><i>Aureobacidium</i><br><i>Phoma</i> |
| 図-2に採取点, 図-3～7に採取点5ヶ所の写真            | 落下法(9cmシャーレ・麦芽汁寒天・2個・5分間)   | 25°C 4-7日間  |             | 18                   | <i>Cladosporium</i><br><i>Epicoccum</i>  | <i>Cladosporium</i><br>バクテリア   |
|                                     | 滅菌綿棒で採取                     |   |             | 4                    | <i>Gliocladium</i><br><i>Mucor</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Trichoderma</i>   | <i>Penicillium</i>   |
|                                     | 落下法(9cmシャーレ・麦芽汁寒天・2個・5分間)   |   |             | 6                    | <i>Alternaria</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Epicoccum</i><br><i>Fusarium</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Verticillium</i>                 |  |
|                                     | 滅菌綿棒で採取                     |   |             | 4                    | <i>Gliocladium</i><br><i>Gliomastix</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Trichoderma</i>  | <i>Penicillium</i>   |
|                                     |                             |   |             | 7                    | <i>Gliocladium</i><br><i>Idrella</i><br><i>Mucor</i><br><i>Monodictys</i><br><i>Mortierella</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Streptomyces</i> | <i>Penicillium</i>   |
|                                     |                             |   |             | 2+バクテリア <sup>2</sup> | <i>Mucor</i><br><i>Penicillium</i>   | <i>Penicillium</i>   |
| 図-1～3被害状況写真                         |                             |   | 図-1～3被害状況写真 | 3                    | <i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Penicillium</i>  |  |
| 図-2被害状況写真                           |                             |   | 図-2被害状況写真   | 1                    | <i>Penicillium</i>   |  |
| 図-4被害状況写真                           |                             |   | 図-4被害状況写真   | 3                    | <i>Aspergillus</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Trichoderma</i>   |  |
|                                     |                             |   |             | 5                    | <i>Alternaria</i><br><i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Actinomycetes</i>                                 | <i>Penicillium</i><br>(50%)  |
| 図-1～4被害状況写真とfoxingの拡大図, 図-6～10顕微鏡写真 | foxing部位をない部分と共に走査型電子顕微鏡で観察 | Aw0.94, 0.84, 0.75に調整したデシケータ内にfoxingが発生した紙片を25°Cに保って25～30日間保持。発生した糸状菌の分生子頭を, 40%蔗糖入り1.25%麦芽汁寒天培地に直接移植 |             | 1                    | <i>Aspergillus</i>   | <i>Aspergillus</i>   |
|                                     |                             |   |             | 2                    | <i>Aspergillus</i><br><i>Fusarium</i>  | <i>Aspergillus</i><br><i>Fusarium</i>  |

|    |  |  |  |                     |                       |  |
|----|--|--|--|---------------------|-----------------------|--|
| 27 | ネフェルタリ王妃墓の微生物について  |  | 新井 英夫  | 11-20               | 1986年9月8～13日          | ネフェルタリ王妃墓内、墓外(外気)  |
| 27 | ネフェルタリ王妃墓の微生物について  |  | 新井 英夫  | 11-21               | 1986年9月8～14日          | ネフェルタリ王妃墓天井顔料、床の小片   |
| 28 | 紙質類文化財の保存に関する微生物学的研究(第8報)—Foxing部位の構成成分について—                   |  | 新井 英夫・<br>根本 ちひろ・<br>松井 紀恵・<br>松村 典孝・<br>村北 宏之                   | 7-13                |                       |  |
| 30 | 国宝・重要文化財日光社寺建造物の保存に関する研究—受託研究報告 第65号 1974年4月1日～1986昭和61年3月31日) | II. 調査研究の概要                            | 新井 英夫・<br>見城 敏子・<br>中里 壽克・<br>三浦 定俊・<br>森 八郎・<br>江本 義理・<br>伊藤 延男 | 65-128<br>(66-68)   |                       | 東照宮、神厩銅版他5ヶ所、二荒山神社、本殿、輪王寺大猷廟の黒斑被害及び空中微生物(1955～56年調査)   |
| 30 | 国宝・重要文化財日光社寺建造物の保存に関する研究—受託研究報告 第65号 1974年4月1日～1986昭和61年3月31日) | III. 塗漆建造物の調査(5) 塗漆建造物黒化現象と微生物の関連性について | 新井 英夫・<br>見城 敏子・<br>中里 壽克・<br>三浦 定俊・<br>森 八郎・<br>江本 義理・<br>伊藤 延男 | 65-128<br>(69-86)   |                       | 大猷院二天門   |
| 30 | 国宝・重要文化財日光社寺建造物の保存に関する研究—受託研究報告 第65号 1974年4月1日～1986昭和61年3月31日) | IV. 彩色建造物の調査研究(2) 彩色の糸状菌防除対策の検討        | 新井 英夫・<br>見城 敏子・<br>中里 壽克・<br>三浦 定俊・<br>森 八郎・<br>江本 義理・<br>伊藤 延男 | 65-128<br>(100-109) |                       | 輪王寺経蔵  |
| 30 | 国宝・重要文化財日光社寺建造物の保存に関する研究—受託研究報告 第65号 1974年4月1日～1986昭和61年3月31日) | V. 建造物の生物被害調査                          | 新井 英夫・<br>見城 敏子・<br>中里 壽克・<br>三浦 定俊・<br>森 八郎・<br>江本 義理・<br>伊藤 延男 | 65-128<br>(110-116) |                       | 日光社寺建造物15箇所  |
| 33 | 出土木材PEG処理液の腐敗原因と防除対策   |  | 木川 りか  | 47-54               | 1993年6月29日、8月2日、8月4日、 | 丸木舟本体含浸槽(E槽)5%PEG400溶液界面に形成された乳白色皮膜、丸木舟本体を覆っていた不織布、丸木舟本体から採取した木片                                     |
| 34 | 各種文化財等の糸状菌同定報告   |  | 木川 りか・<br>新井 英夫  | 8-12                |                       | ①古糊(宮内庁書陵部修補室)、②出土羊皮紙赤色変色部位(ドイツ国パバリア州文化財研究所)、③石造文化財の劣化部位(ルーマニア国ヤシ市トレイイェラルヒ教会及びプロボタ修道院外壁)、④高松塚古墳石室の壁面 |



|           |   |  |   |         |  |  |
|-----------|---|--|---|---------|--|--|
|           |   |  |   | 6       | <i>Acremonium</i><br><i>Aspergillus</i><br><i>Bacillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Emericella</i><br><i>Penicillium</i>                                   |  |
| 図-6, 8菌写真 | 黒変した青色顔料から採取  | Aw0.94に調整したAwペトリ皿に試料を入れ、25℃に保ち観察。6ヵ月後生育した糸状菌を分離観察測定した。 |   | 3       | <i>Aspergillus</i><br><i>Eurotium</i><br><i>Penicillium</i>  |  |
|           |   |  |   | 2       | <i>Aspergillus</i><br><i>Eurotium</i>  |  |
|           |   |  |   | 1       | <i>Cladosporium</i>  |  |
|           |   |  | 図-53被害写真, 図-54黄色やに状析出物, 図-55顕微鏡写真, 図-56～61二天門北面西側腰貫ケヤキ材での溜塗装28ヶ月経過後の観察, 図-62～66弁柄漆塗装8ヶ月経過後の観察 | 1       | <i>Cladosporium</i>  |  |
|           |   |  | 図-78～80被害写真   | 4       | <i>Aureobacidium</i><br><i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Penicillium</i>  |  |
|           |   |  | 図-84～104フケ蒸し, カビ, 茸類などの被害写真   | 1       | <i>Cladosporium</i>  |  |
|           |   | 素寒天培地およびPDA培地(バレイショ・ブドウ糖培地)に接種, 27℃7日間培養               |   | 1       | <i>Cladosporium</i>  |  |
|           | ①②③はAwペトリ皿法で生育した糸状菌を20MA(1.25% malt agar +20% sucrose)および40MA(1.25% malt agar +40% sucrose)の斜面寒天培地に摂取, ④は湿式法MA(1.25% malt agar)に40mg/1クロロマイセチンを加えた平板培地に接種 | ①②③は25℃14～30日間培養, ④は26℃7日間培養して出現したコローよりMA斜面寒天培地に5菌株を鈎菌 | 図-1, 2菌顕微鏡写真  | ①②②③③④③ | ① <i>Aspergillus Trichoderma</i><br>② <i>Aspergillus Penicillium</i><br>③ <i>Aspergillus Eurotium Wallemia</i><br>④ <i>Aspergillus Penicillium Trichoderma</i> |  |

|    |                            |                         |  |               |                           |  |
|----|----------------------------|-------------------------|--|---------------|---------------------------|--|
| 35 | 東京都美術館「法隆寺金堂壁画展」に関する保存環境調査 |                         | 佐野 千絵・三浦 定俊・木川 りか                                | 66-73         | 1995年8月～11月               | 法隆寺金堂 再現壁画, 9, 10, 11号壁木枠側面の変色部  |
| 41 | 古糊生成過程の生物学的考察—物性値との関連において— |                         | 木川 りか・早川 典子・川野邊 渉・樋口 恒・岡 泰央・岡 岩太郎                | 29-48         |                           | ①たきたての糊(2000年), ②2000年仕込No.2(6ヶ月目)の糊上部と上澄液(水替なし), ③2000年仕込No.3(6ヶ月目)の糊上部と上澄液(水替なし), ④たきたての糊(2001年), ⑤2000年仕込No.2(1年目)の糊上部と上澄液(水替なし),     |
| 41 | 古糊生成過程の生物学的考察—物性値との関連において— |                         | 木川 りか・早川 典子・川野邊 渉・樋口 恒・岡 泰央・岡 岩太郎                | 29-48         |                           | ⑥2000年仕込No.3(1年目)の糊上部と上澄液(水替なし), ⑦2000年仕込(11年目)の糊上部と上澄液(水替あり), ⑧1989年仕込(12年目)の古糊(水替あり), ⑨1989年仕込(12年目)の古糊(水替なし), ⑩1986年仕込(12年目)の古糊(水替なし) |
| 42 | 図書資料のカビ対策: 三康図書館の事例        |                         | 佐野 千絵・志多伯 峰子・佐藤 一博・浅井 真帆・早川 仁英・能見 勝利・木川 りか・三浦 定俊 | 87-100        | 2001年5月                   | ①除湿機の送風口, 空中(②浮遊菌, ③落下菌), ④書庫内及び作業前後の浮遊粉塵  |
| 43 | 高松塚古墳の微生物調査の歴史と方法          | 3. 保存施設の設計から壁画の修復にいたる期間 | 木川 りか・佐野 千絵・三浦 定俊                                | 79-85 (80-81) | 1975年3月, 1980年2月, 1986年7月 | 壁画面, 前室  |
| 43 | 高松塚古墳の微生物調査の歴史と方法          | 5. 近年の状況                | 木川 りか・佐野 千絵・三浦 定俊                                | 79-85 (81-82) | 1994年以降                   | A. 石室入口プラスチックカバー上(石室外側), B. 石室奥壁 (A壁) 玄武の尾と体の下, D. 石室西壁 (E壁) 黄色の衣装の女子像の裳の下部分, E. 石室西壁 (E壁) 白虎の顔外側, F. 石室東壁 (C壁) 青龍前足部分, G. 石室南壁 盗掘口の真下   |
| 43 | 高松塚古墳の微生物調査の歴史と方法          | 6. 最近の古墳の環境の変化と微生物の状況   | 木川 りか・佐野 千絵・三浦 定俊                                | 79-85 (82-83) | 2001年2月以降                 |  |
| 44 | キトラ古墳の前室および石室における菌類調査報告    | 2. 発掘調査が始まるまでの状況        | 木川 りか・佐野 千絵・間瀬 創・三浦 定俊                           | 165-171 (165) | 2003年9月                   | 小前室  |

|                            |   |                             |            |   |   |  |
|----------------------------|---|-----------------------------|------------|---|---|--|
|                            | 滅菌綿棒Falcon2021 Applicator), およびスタンプ培地 (CP加ポトデキストロース寒天 (日水製薬)) で採取   |                             |            | 1 | <i>Cladosporium</i>   |  |
|                            |   |                             |            | 2 | <i>Paecilomyces</i><br><i>Penicillium</i>   |  |
|                            |   |                             |            | 3 | <i>Paecilomyces</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Candida</i>   |  |
| 図1書庫の配置図,<br>図2被害箇所と調査ポイント | ①コンタクトプレート (Biotest社, TC一般細菌用・YMカビ用), ②RCS サンプラー (Biotest社, 培地にSDXおよびFDG-18を使用, サンプリング風量5000), ③φ9cmベトリ皿30分, ④レーザー粉塵計 (柴田科学) で計測, Air-0-Cell サンプラー (SKC社) 床上10cm で採取光学顕微鏡で観察・計数 | ①25℃ 2日間→室温3日間, ②, ③27℃ 5日間 | 写真2, 3被害写真 | 4 | <i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Mucor</i><br><i>Penicillium</i>   |  |
|                            | 滅菌綿棒  |                             |            | 7 | <i>Cladosporium</i><br><i>Fusarium</i><br><i>Doratomyces</i><br><i>Mucor</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Trichoderma</i><br><i>Verticillium</i> |  |
|                            | 滅菌綿棒, 1.25% 麦芽寒天培地の塗沫   | 室温7日間                       |            | 4 | <i>Aspergillus</i><br><i>Fusarium</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Trichoderma</i>   |  |
|                            |   |                             |            | 6 | <i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Cyldrocarpon</i><br><i>Fusarium</i><br><i>Gliomastix</i><br><i>Penicillium</i>                  |  |
|                            | 滅菌綿棒, MA培地  |                             |            | 5 | <i>Aspergillus</i><br><i>Fusarium</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Trichoderma</i><br><i>Cunninghamella</i>                                      |  |

|    |                         |                        |                                     |                      |  |   |
|----|-------------------------|------------------------|-------------------------------------|----------------------|--|---|
| 44 | キトラ古墳の前室および石室における菌類調査報告 | 3. 発掘調査開始以降の石室等でのカビの状況 | 木川 りか・<br>佐野 千絵・<br>間瀬 創・<br>三浦 定俊  | 165-171<br>(166-168) | ①2004年3～4月, ②2004年5月, ③2004年6～7月, ④2004年8月, ⑤2004年9～12月                      |   |
| 45 | 高松塚古墳の微生物調査の経緯と現状       |                        | 木川 りか・<br>佐野 千絵・<br>石崎 武志・<br>三浦 定俊 | 33-58<br>(33-49)     | 2002年10月28～30日   |   |
| 45 | 高松塚古墳の微生物調査の経緯と現状       | <資料 1>高松塚古墳の微生物調査記録    | 木川 りか・<br>佐野 千絵・<br>石崎 武志・<br>三浦 定俊 | 33-58<br>(50-58)     | ①1994年～2000年(取り合い部工事以前), ②2001年, ③2002年, ④2003年, ⑤2004年, ⑥2005年              |   |
| 45 | キトラ古墳における菌類等生物調査報告(2)   |                        | 木川 りか・<br>間瀬 創・<br>佐野 千絵・<br>三浦 定俊  | 93-105<br>(93-95)    | ①2004年2月, ②2004年3-4月, ③2004年5月, ④2004年6-7月, ⑤2004年8月, ⑥2004年9月, ⑦2004年10-12月 | ①浮遊菌, ②西壁入口緑色カビ, 流入土表面・南壁白色カビ, ③小前室天井石側面のカビ, 石室内東壁上端から天井石隙間, ④石室内カビ, ⑤小前室閉塞石, ⑥石室内, 閉塞石, ⑦白虎前足周辺レーヨン紙 |
| 45 | キトラ古墳における菌類等生物調査報告(2)   |                        | 木川 りか・<br>間瀬 創・<br>佐野 千絵・<br>三浦 定俊  | 93-105<br>(96-102)   | ⑧2005年1月, ⑨2005年2-3月, ⑩2005年4-6月, ⑪2005年7月以降, ⑫2005年9月, ⑬2005年10月            | ⑧東壁, 南壁, 西壁のゲル状物質, 西壁下床面, ⑨北壁・東壁のゲル状物質, ⑩?, ⑬石室内壁面のゲル状物質  |

|  |  |  |   |              |   |  |
|--|--|--|---|--------------|---|--|
|  |  |  | 写真1～4,6主要カビの培養プレートと顕微鏡写真, 写真5 東壁を取り外したあとに見られたカビ(口絵にカラーで, p169-170にモノクロで)                            | 5            | <i>Acremonium</i><br><i>Fusarium</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Phialophara</i><br><i>Trichoderma</i>  |  |
|  |  |  |   | 1            | <i>Fusarium</i>   |  |
|  |  |  | 図7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 22 被害写真, 図11, 14, 16, 18 顕微鏡写真, 図17 ダニの死骸につくカビ, 図20 粘性のある塊状の物質, 図21 壁面のダニ | 11           | <i>Acremonium</i><br><i>Aspergillus</i><br><i>Cladosporium</i><br><i>Cylindrocarpon</i><br><i>Fusarium</i><br><i>Gliocladium</i><br><i>Gliomastix</i><br><i>Paecilomyces</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Trichoderma</i><br><i>Verticillium</i> |  |
|  |  |  |   | 9            | <i>Acremonium</i><br><i>Aspergillus</i><br><i>Bacillus</i><br><i>Cylindrocarpon</i><br><i>Fusarium</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Phialophara</i><br><i>Trichoderma</i><br><i>Verticillium</i>   |  |
|  |  |  |   | 7+バク<br>テリア5 | <i>Acremonium</i><br><i>Aspergillus</i><br><i>Cylindrocarpon</i><br><i>Fusarium</i><br><i>Paecilomyces</i><br><i>Penicillium</i><br><i>Trichoderma</i>  |  |

**Database of Studies on Microbial Damage  
to Cultural Properties  
Documented in *Science for Conservation***

Chie SANO

Many studies on the identification of microbial damage to cultural properties have been reported in *Science for Conservation*. In this article, results of identification are collected by focusing on sampling methods, and database is presented in Japanese. Information on the database includes date of issue, volume, authors, title of the report, place of examination, sampling methods, ways of culture and results of identification of microorganisms. All data can be downloaded through the website of the Institute < <http://www.tobunken.go.jp> >.