

## キトラ古墳の温湿度環境について

### 1. 環境測定の方法

キトラ古墳では、墳丘上に観測ステーションを 2003 年 11 月末に設置し、石室内部、石室周辺、墳丘周辺の環境を監視している。測定項目は石室内の温度、相対湿度、炭酸ガス濃度、小前室の温度、相対湿度、炭酸ガス濃度、墳丘の異なった場所や深さにおける地中温度、土壌水分量などである。また、この他に屋外の温度、相対湿度、風向、風速、雨量、日照量などの測定も行っている。測定器の種類、数量、設置場所は図 1 の通りである。

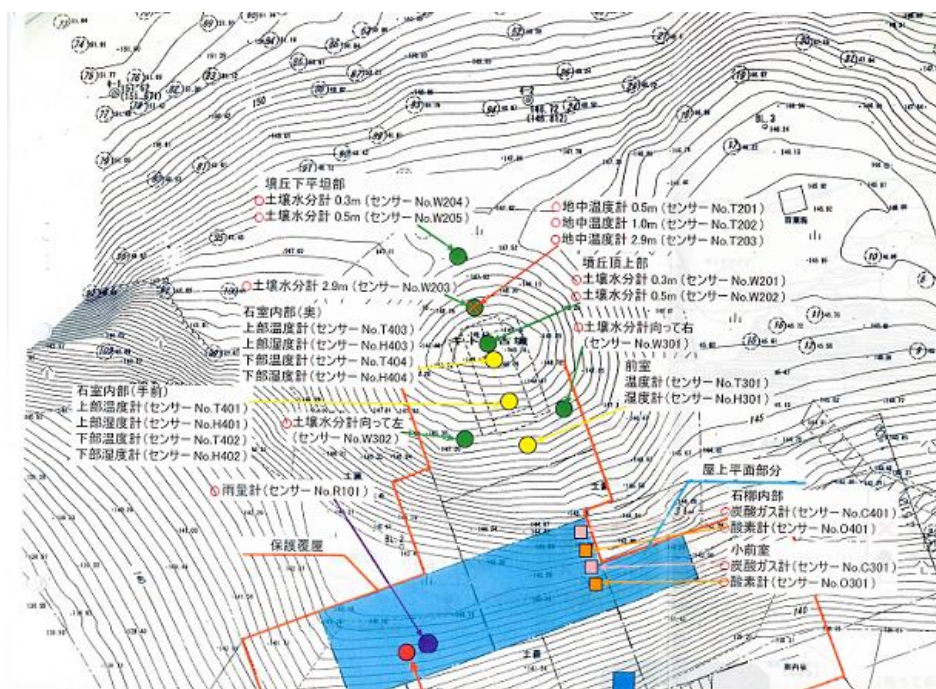


図 1 各種センサー設置場所

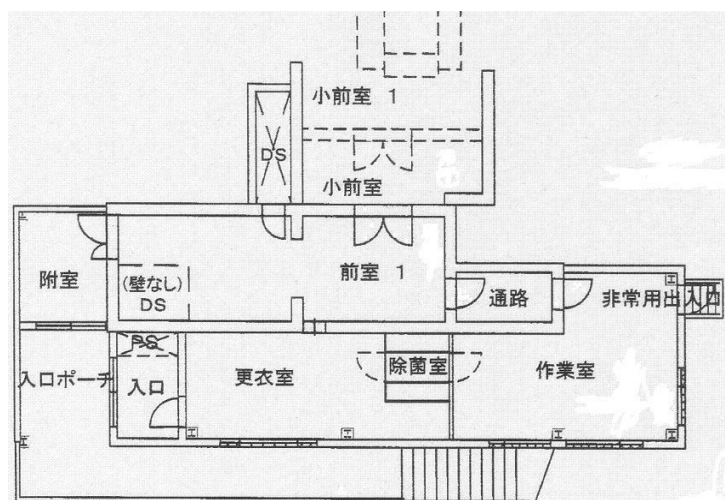


図 2 仮設キトラ古墳保護施設 2階部分間取り

## 2. 測定結果

図3～5は、それぞれ温度、相対湿度、土壌水分量の月平均を示したグラフである。エラーバーは各月の標準偏差である。図6は降雨量である。

### 2-1.温度

図3の通り、地温は、外気温に対して約2ヶ月遅れで追隨している。

小前室温度T301については、平成16年度は9月まで石室内温度が地温とほぼ等しくなるように空調系温度を設定していたが、カビの繁殖が著しくなったことから、9月末から石室内温度より小前室温度を低く設定して石室内温度を低めに制御した。1月には空調系の連続運転を中止した。平成17年度についても同様である。

空調系の連続運転は、周辺地域への落雷による停電等の一時的な中断を除き、平成18年1月まで行い、3月以降には空調系を再稼働し、現在も連続運転している。

平成18年度については冬季の外気温が例年になく高く、石室内での微生物繁殖状況に与える影響については注意深く監視している。

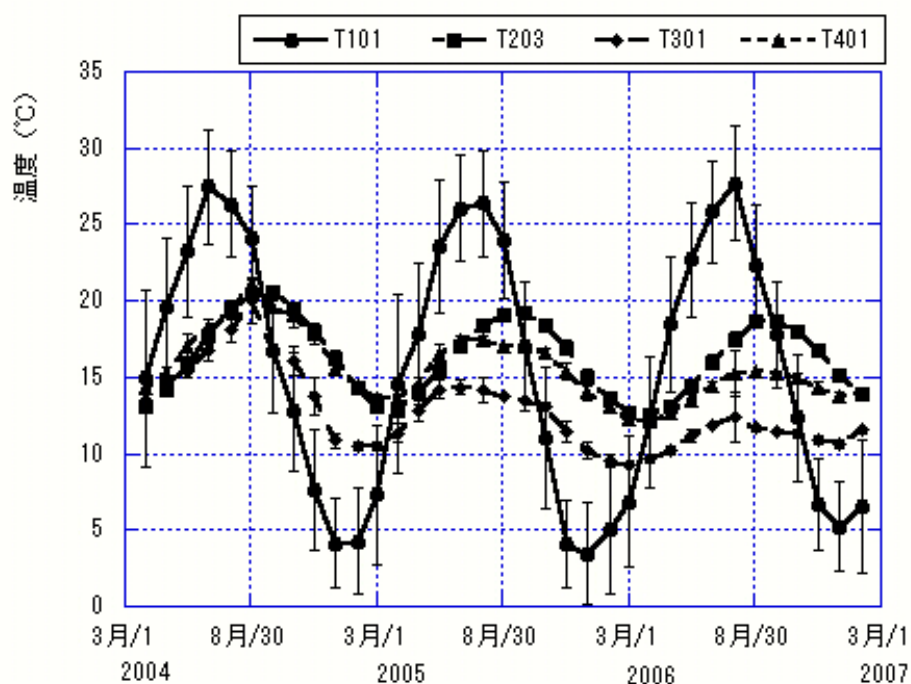


図3 温度

T101:外気温 T203:地温 T301:小前室温度 T401:石室温度

## 2-2. 湿度

相対湿度（図4）については、石室内は95%以上、小前室は90%以上という高湿度に保たれているため、高分子膜で構成されている湿度センサーにカビが生えてしまうなどの原因で、測定結果が大変不安定な時期があった（H401センサー、2005年8月～11月）。いずれの場所も、ほぼ90%RHを下回らない状況で管理されている。

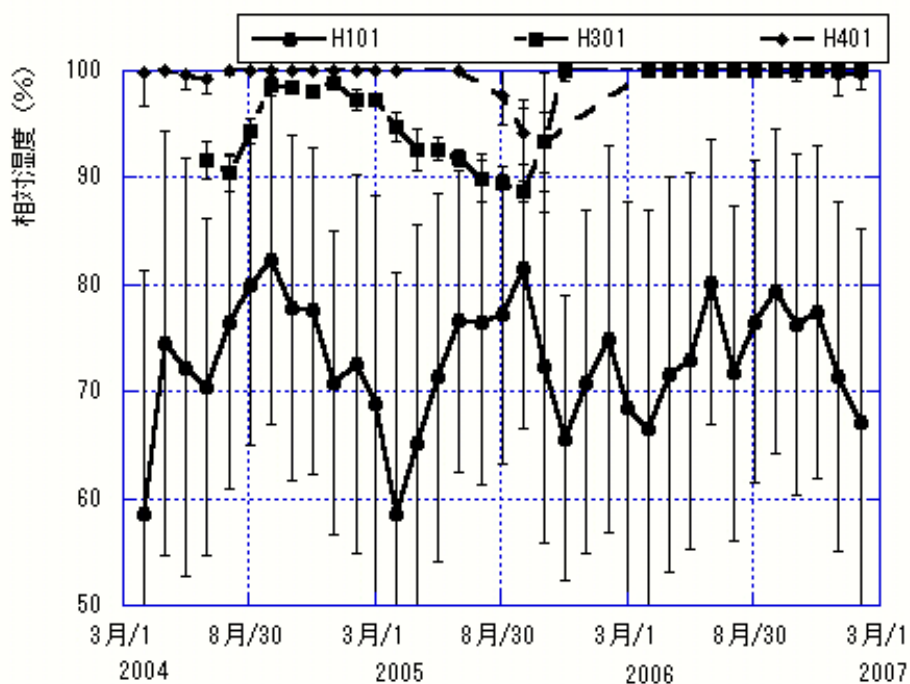


図4 相対湿度

## 2-3. 土壌水分量と降雨量

平成16年度8月までは墳丘周辺の水分量が減少する傾向にあったが、雨水の侵入を防ぐためのシートを墳丘上面から8月20日に除去した影響が現れたためか、図5に示されている通り、10月から土壌水分量が上昇している。平成17年前半に再びシートを被せたため、10月くらいまでにかけて再び土壌水分量は減少した。

平成18年に入って、墳丘北側の土壌水分量が増加している。4～8月の降雨量については、総量としては平成16年とほぼ同じであるが、集中的に同時期に降雨のあった平成16年と異なり、平成18年は持続的に降雨があり、その差が出ていると考えられる。防水シートについては経年劣化もあり、定常的なメンテナンスが必要である。

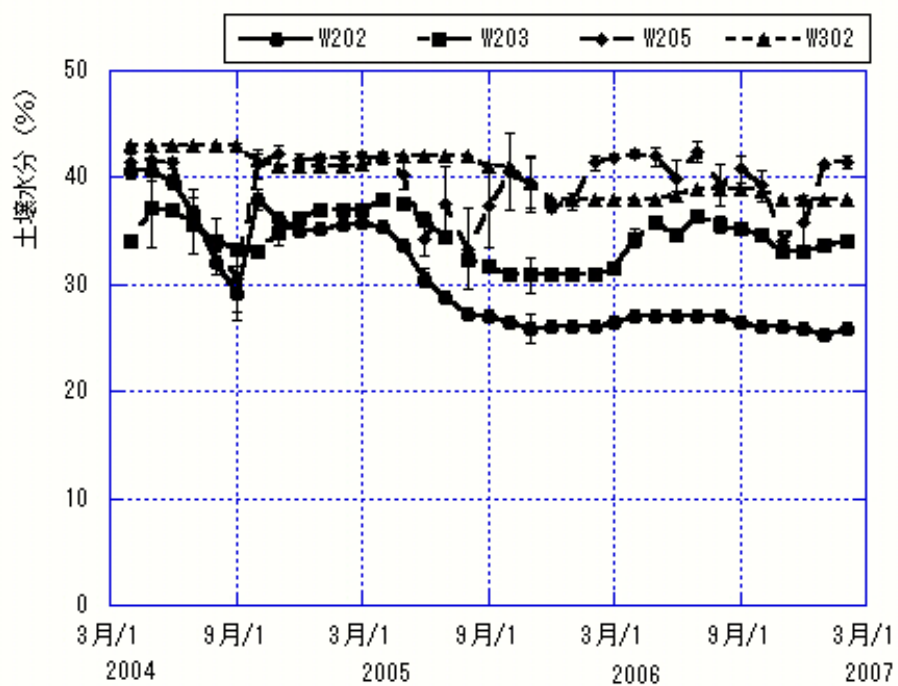


图 5 土壤水分

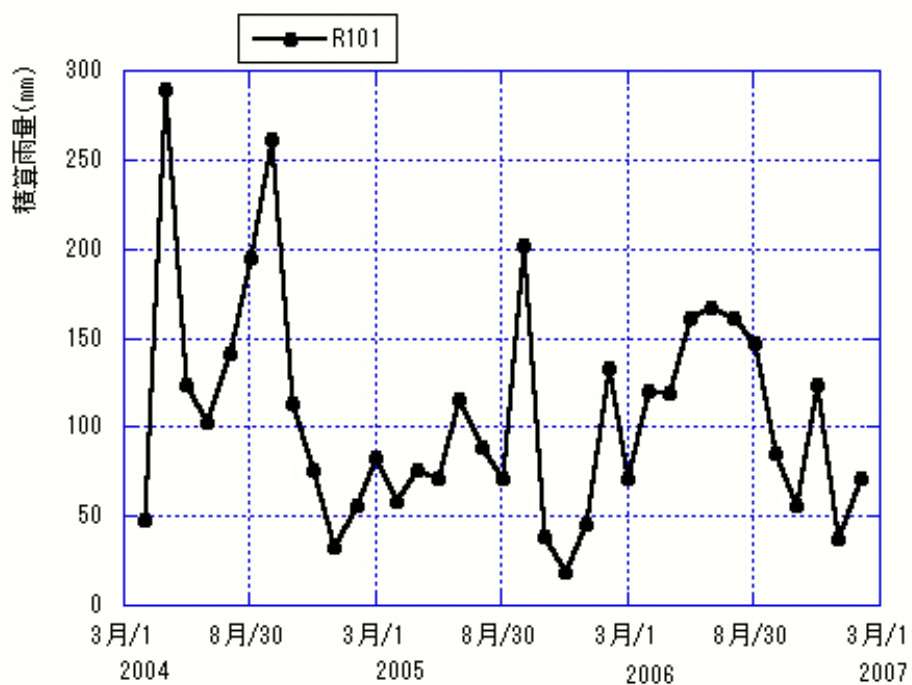


图 6 雨量

# キトラ古墳石室内微生物調査（平成 18 年 12 月および平成 19 年 1 月）

杉山 純多

キトラ古墳石室内にて平成 18 年 12 月 8 日に採取した 2 試料および平成 19 年 1 月 19 日に採取した 1 試料の計 3 試料について微生物調査（試料の顕微鏡観察および微生物分離）を行なった。本報告では、分析の結果得られた知見について述べる。

## 1. 試料の観察所見

観察した試料名および試料の顕微鏡観察結果を表 1 および図 1～図 3 にまとめる。

表 1 試料ならびに観察結果の要約一覧

試料採取日	試料番号	試料名	観察結果	顕微鏡観察像
2006 年 12 月 8 日	K61208-1	北壁 オレンジ色の粒々	オレンジ色の粒々は主に菌類の菌糸の集合体であり、その他、細菌類の細胞等が観察された。	図 1
2006 年 12 月 8 日	K61208-2	床 茶～黄褐色のゲル状	ゲル状試料は複数種の暗色系不完全菌類、主に <i>Cladosporium</i> 属、 <i>Phialocephala</i> 属のものと考えられる構造体およびその他の微生物(細菌類、菌類)の構造体が混在したバイオフィームであった。	図 2
2007 年 1 月 19 日	K7119	東壁「さ」取外跡漆喰際、赤色～明褐色ゲル状	ゲル状試料は複数の微生物（細菌、菌類）が混在したバイオフィームであった。特に赤色部分には主に細菌の細胞と考えられる構造が観察されるとともに、黒褐色の無機物様構造が多数、観察された。しかし、赤色が何であるか、何に起因するものかについては不明瞭であった。その他、褐色部分では暗色系不完全菌類の構造体が多数、観察された。	図 3

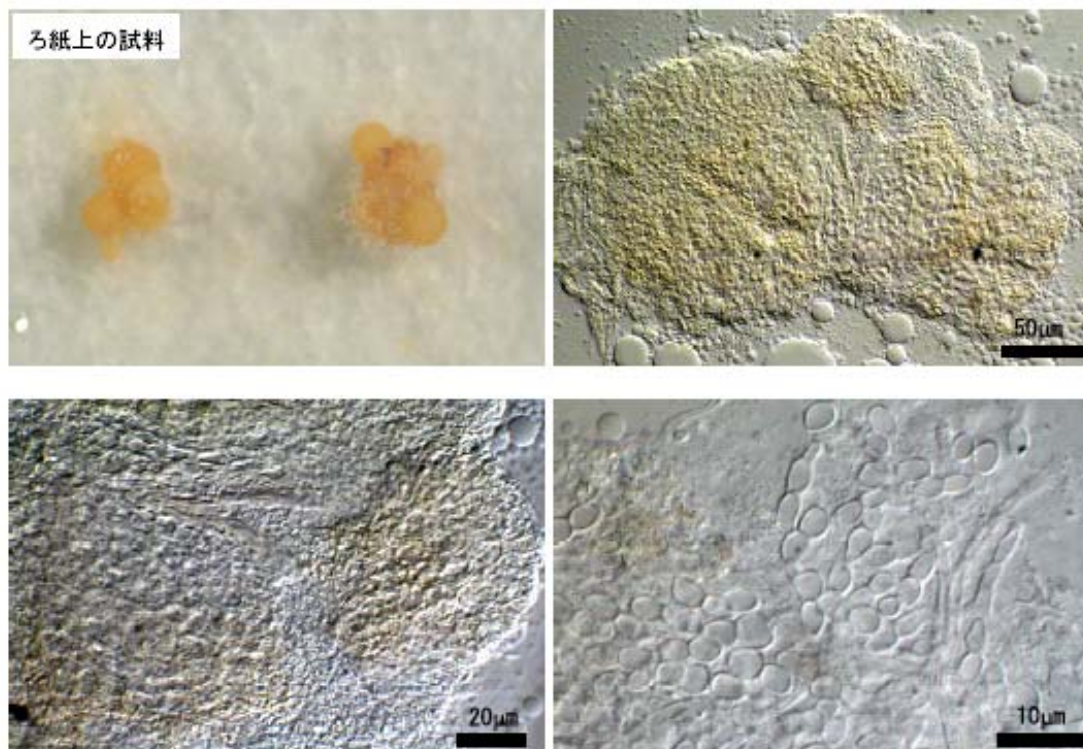


図1 キトラ古墳石室内北壁オレンジ色の粒々試料 (K61208-1) の試料全体像および光学顕微鏡観察像

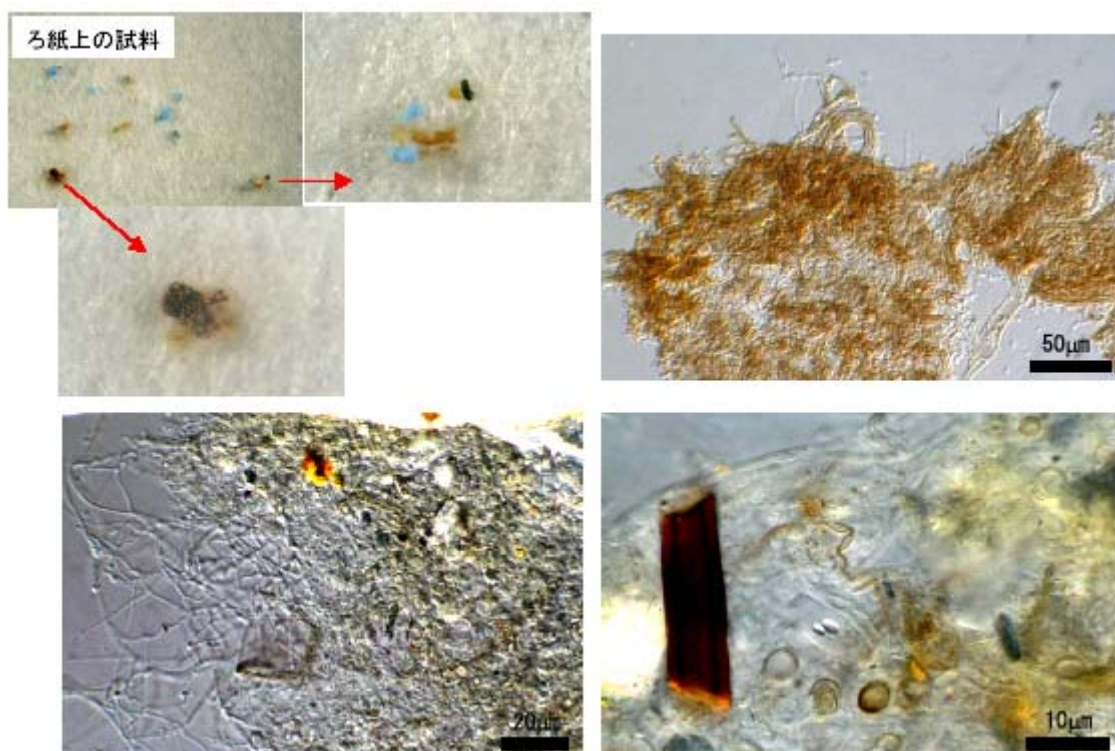


図2 キトラ古墳石室内床茶～黄褐色ゲル状試料 (K61208-2) の試料全体像および光学顕微鏡観察像

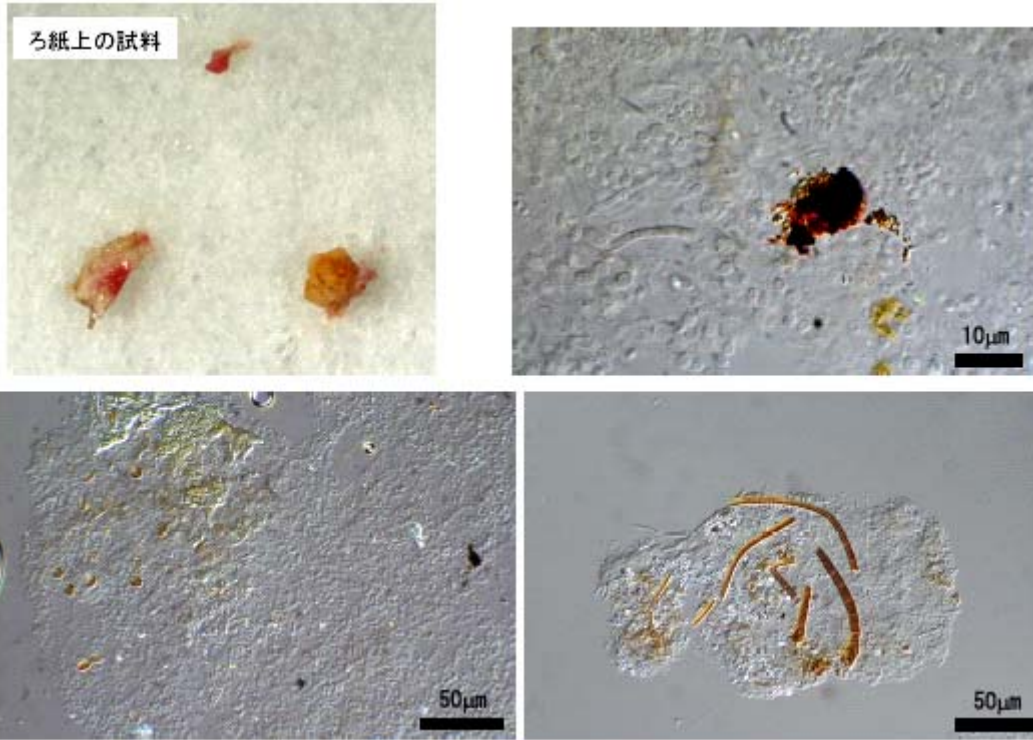


図3 キトラ古墳石室内東壁「さ」取外跡 漆喰際、赤色～明褐色ゲル状試料（K7119）の試料全体像および光学顕微鏡観察像

## 2. 微生物分離

キトラ古墳石室内で採取した3試料からの微生物分離の結果、平成18年12月8日採取試料 K61208-1 から細菌3種・菌類1種、試料 K61208-2 から細菌3種・菌類11種、平成19年1月19日採取試料 K7119 から細菌3種、菌類7種を分離することができた。分離結果を表2にまとめる。

### (1) 北壁 オレンジ色粒々試料 (K61208-1)

分離された微生物のうち、菌類の *Sterile mycelium 1 orange* (K61208-1-1) は培地上でオレンジ色をした菌糸の集合体を形成するのが観察されたことから、この菌種が本試料の主要構成種だと考えられた。しかし、当菌種はオレンジ色の菌糸組織を形成する以外、同定の基準となる生殖器官・繁殖体(孢子等)の形成は観察されなかったため、現在のところ当菌種の分類群は不明である。

### (2) 床 茶～黄褐色ゲル状試料 (K61208-2)

分離された微生物のうち、*Cladosporium* sp. 1 (K61208-2-5)、*Phialocephala phycomyces* (K61208-2-2)および *Unidentified hyphomycete* sp. 1 (K61208-2-1)等の暗色系不完全菌類が相対的に多く分離された。

### (3) 東壁 「さ」取外跡 漆喰際 赤色～明褐色ゲル状試料 (K7119)

分離された微生物のうち、*Sphingomonas* sp. (K7119-1b) が黄色、*Ancyclobacter* sp. (K7119-2b) が薄いピンク色のコロニーを形成することが確認された。このことから、試料の赤色化は *Ancyclobacter* sp. (K7119-2b) に起因する可能性が示唆された。その他、菌類分離株において、*Burgoa* sp. (K7119-3)、*Cladosporium* sp. 1 (K7119-7)、および *Unidentified hyphomycete* sp. 2 (K7119-1)等の暗色系不完全菌類が相対的に多く分離された。



表 2 微生物分離結果一覧

サンプルNo.	K61208		K7119
	1	2	
K61208:2006年12月8日採取試料	試料採取箇所	北壁	床
K7119:2007年1月19日採取試料	試料採取日	2006/12/8	2006/12/8
	試料の状態	オレンジ色の粒々	茶～黄褐色ゲル状
			東壁 「さ」取外跡 漆喰際
			2007/1/19
			赤色～明褐色ゲル状
<b>細菌類</b>			
Unidentified bacteria 1		●	
Unidentified bacteria 2		●	
Unidentified bacteria 3		●	
Unidentified bacteria 4			●
Unidentified bacteria 5			●
Unidentified bacteria 6			●
<i>Sphingomonas</i> sp. (黄色)			●
<i>Ancylobacter</i> sp. (ピンク)			●
Unidentified bacteria 7			●
種類数(細菌類)		3	3
<b>菌類(カビ・酵母)</b>			
Sterile mycelium 1 orange <sup>※</sup>		●	
<i>Phialocephala phycomyces</i>			●
<i>Cladosporium</i> sp. 1			●
Unidentified hyphomycete sp. 1 (dark-brown)			●
<i>Acremonium</i> sp. 1			●
<i>Penicillium</i> sp.			●
Sterile mycelium 2 white			●
Sterile mycelium 3 white			●
Sterile mycelium 4 green yellow <sup>※</sup>			●
Yeasts (複数種含)			●
Unidentified hyphomycete sp. 2 (dark-annellidic) <sup>※</sup>			●
<i>Burgoa</i> sp.			●
<i>Acremonium</i> sp. 2 <sup>※</sup>			●
<i>Cladosporium</i> sp. 2			●
<i>Trichoderma</i> sp.			●
Unidentified ballistosporous sp. <sup>※</sup>			●
種類数(菌類:カビ/酵母)		1	11

※ 本試料で初めて分離された菌種

## 微生物の生息状況について

### 1. カビ等生息状況と調査、対策、保存菌株化

週2回のカビ点検を実施し、速やかに滅菌・除菌等処置をおこなっている。

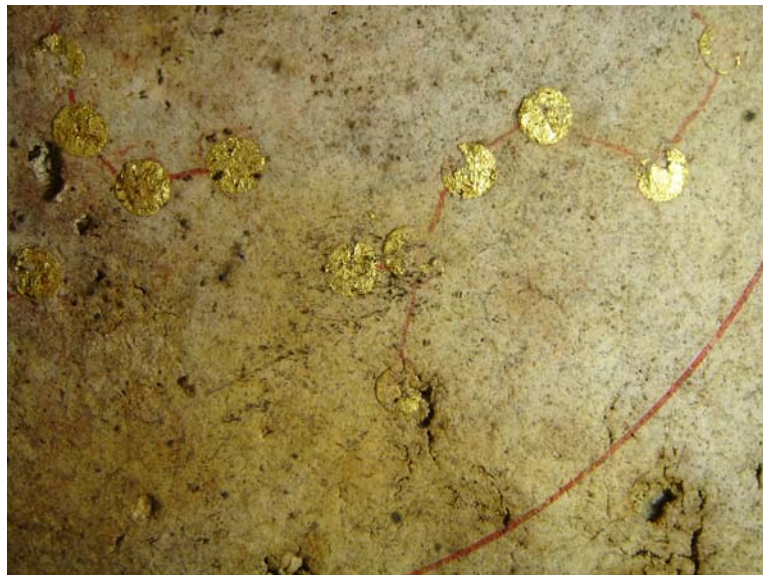
頻繁に石室内で見られるカビ等の目視で認識できる形状は、①トゲ状、②黒スス状、③黒粒状、④白綿状であり、①とその他のカビの処置に分けて、標準処置法を定めて処置を進めている。

形状、色調などが異なるカビ様物質については、適宜サンプリングし、分離同定を進め（分離結果等資料を添付）、薬剤効果判定など、適切な対策立案に生かしている。

分離して得られた微生物群は、漆喰壁画保存対策立案上で重要な微生物株であるため、将来の調査研究に備えて長期保存可能な形態での保存を行っている。将来の公開化に向けて、詳細同定や性状等の調査研究を順次進めている。

### 2. 平成19年3月9日の被害状況

天井：北斗の輔 星・朱線の上に、黒粒カビが発生。



→ 杉山委員による緊急現地調査・試料採取 平成19年3月16日

「黒い粒状のものはすでに同定した担子菌系アナモルフ菌類 *Burgoa* sp. と推察される。しかし、同属としても別系統の *Burgoa* sp.、あるいは似て非なるカビというケースもあり、正確を期するためにはサンプルを採取して所定の方法で同定する必要がある。いずれにしても *Burgoa* sp.および”黒粒”に対するケーソン等の処置薬剤の抑制効果を早急にテストする必要がある。」