

## キトラ古墳の微生物等の状況について

## ＜カビ等生息状況と点検＞

週1～2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

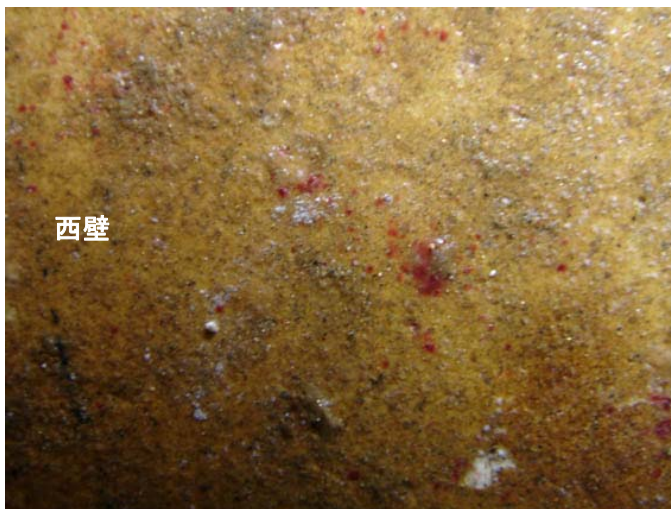
- ① トゲ状カビ、②黒スス状カビ、③黒粒状カビ、④白綿状カビ、⑤赤い粒状のゲル、⑥暗青色の変色

適宜、処置法を定めて処置を行っている。

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て分離同定を進め、必要に応じて抗菌剤などの薬剤効果試験などを別途おこなっている。

(添付資料参照)

全体として、微生物の多様性は増していっている方向にあり、天井などにも繰り返しカビなどが発生する状況である。できる限り早期の天文図の取り外し・保護が望まれる。



赤い粒状のゲル (2007年5月4日)



天井のカビの例 (2007年7月24日)

## キトラ古墳石室内微生物調査（平成 19 年 3 月～平成 19 年 7 月）

東京大学名誉教授 杉山 純多  
東京文化財研究所 木川 りか・佐野 千絵

前回の委員会（特別史跡キトラ古墳の保存・活用等に関する調査研究委員会（第 11 回）、平成 19 年 3 月 23 日実施）で“黒色カビ（黒粒）”が石室内天井部の天文図上に発生したことを受けて、平成 19 年 3 月 16 日に緊急現地調査および試料採取（7 点）を行ったことを報告した。本報告では、これら 7 試料の“黒色カビ（黒粒）”についてその後観察を行った結果について述べる。また、キトラ古墳石室内にて平成 19 年 3 月 23 日、5 月 11 日、5 月 29 日、7 月 6 日および 7 月 24 日に採取した計 7 試料についての微生物調査（試料の顕微鏡観察および微生物分離）についても経過を報告する。

前回の委員会でキトラ古墳石室から分離されたバクテリアやカビについて抗菌剤（ケーソン CG 相当品：アモルデン FS-14D（大和化学工業株式会社）有効成分 5-クロロ-2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オン、2-メチル-4-イソチアゾリン-3-オン、有効成分約 1.4%）の効果を報告した。

そして今回は、“黒色カビ（黒粒）”や“黒ススカビ（暗色系 *Acremonium* (sect. *Gliomastix*) sp.）”が最近頻繁に出現することを受け、これらの黒色系のカビに対しても、抗菌剤（ケーソン CG 相当品）の効果について調べたので合わせて報告する。

全体として、微生物種の多様化は増している傾向があり、天井の天文図をはじめとして微生物の発生は繰り返し起きている状況である。点検作業時に殺菌処置を行い、またケーソン CG 相当品などの抗菌剤も使用しつつ微生物被害の拡大を阻止すべく努力はしているが、状況は予断を許さず、早期の天井の天文図の取り外し・保護が望まれる。

### 1. 石室内天井の天文図に発生した“黒色カビ（黒粒）”について

キトラ古墳石室内天井の天文図に発生した“黒色カビ（黒粒）”の正体を明らかにするために、平成 19 年 3 月 16 日に現地調査を行い、同時に試料の採取を行った。

#### a. 採取した試料リストおよび採取箇所

採取した試料リストを表 1 に、試料を採取した箇所の概観を図 1 に示した。

表 1. キトラ古墳石室内天井の天文図から採取した“黒色カビ（黒粒）”試料一覧。

試料採取日	試料番号	採取位置の名称
2007/3/16	K7316-1	キトラ古墳石室内 天井石壁面 天文図（北斗付近(1)）
2007/3/16	K7316-2	キトラ古墳石室内 天井石壁面 天文図（北斗付近(2)）
2007/3/16	K7316-3	キトラ古墳石室内 天井石壁面 天文図（翼宿北側）

2007/3/16	K7316-4	キトラ古墳石室内	天井石壁面	天文図 (天市垣左垣牆付近(1))
2007/3/16	K7316-5	キトラ古墳石室内	天井石壁面	天文図 (天市垣左垣牆付近(2))
2007/3/16	K7316-6	キトラ古墳石室内	天井石壁面	天文図 (外規騎官外側)
2007/3/16	K7316-7	キトラ古墳石室内	天井石壁面	天文図 (赤道牽牛外側)

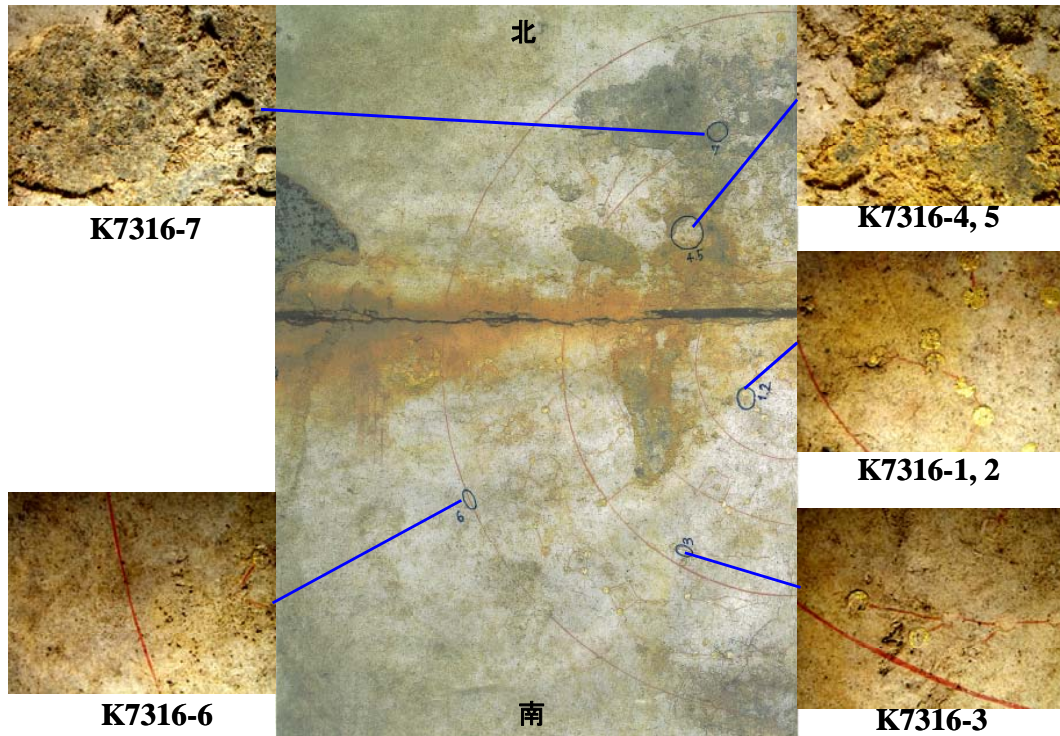


図 1. キトラ古墳石室内天井石壁面天文図から採取した“黒色カビ（黒粒）”試料の採取箇所  
の位置関係およびその拡大像（写真：文化庁提供）。

b. “黒色カビ（黒粒）”の観察所見

今回、採取した全ての試料の“黒色カビ（黒粒）”について顕微鏡観察をおこなった結果、昨年 4 月および 5 月に天文図に発生した“黒色カビ（黒粒）”（調査研究委員会（第 9 回）平成 18 年 9 月 22 日：資料 6-4 参照）と同じ形態的特徴が観察された。同様に“黒色カビ（黒粒）”は今年 1 月 19 日に石室内東壁「さ」取外跡の漆喰際の赤色～明褐色ゲル状試料（試料番号：K7119）からも検出されている（調査研究委員会（第 11 回）平成 19 年 3 月 23 日：資料 4 参照）。このことから、今回の“黒色カビ（黒粒）”は昨年観察されたのと同じ担子菌系アナモルフ菌類の *Burgoa* 属の同一種であり、年間通して、石室内の壁面上で生息していると考えられた。

“黒色カビ（黒粒）”の実体顕微鏡および光学顕微鏡観察像の一例を図 2 に示す。

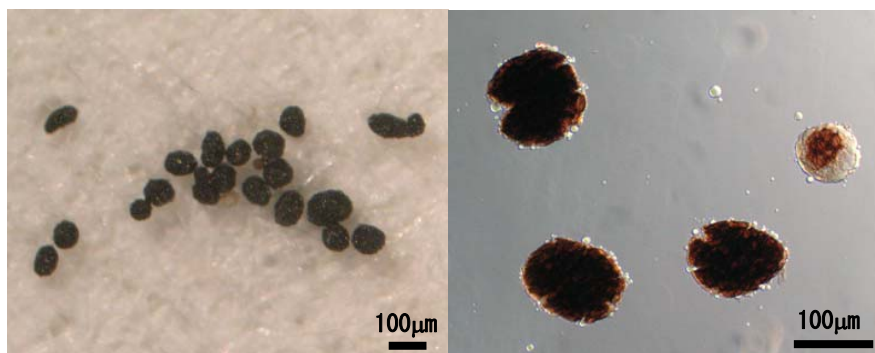


図2. キトラ古墳石室内天井石壁面天文図（北斗付近(1)：K7316-1）に発生した“黒色カビ（黒粒）”の実体顕微鏡観察像（左）および小型菌核の光学顕微鏡観察像（右）。

## 2. 抗菌剤（ケーソン CG 相当品）の“黒色カビ（黒粒）”および“黒ススカビ（暗色系 *Acremonium* (sect. *Gliomastix*) sp.）”に対する効果

キトラ古墳石室内天井の天文図に発生した“黒色カビ（黒粒）”および“黒ススカビ（暗色系 *Acremonium* (sect. *Gliomastix*) sp.）”に対する抗菌剤（ケーソン CG 相当品）の効果調べた。

### a. 供試菌株および試験方法

試験菌株を表2、表3に示す。試験方法は調査研究委員会（第9回）平成18年9月22日：資料6-2/6-3および木川 他（2007\*）で述べた方法に準拠した。

表2. “黒色カビ（黒粒）”に対するケーソン抗菌性試験供試菌株試料一覧。

試料採取日	試料番号	採取位置の名称
2007/3/16	K7316-1	キトラ古墳石室内 天井石壁面 天文図（北斗付近(1)）
2007/3/23	K7323-1	キトラ古墳石室内 石室内東壁・南壁（南より下方）
2007/3/23	K7323-2	キトラ古墳石室内 天井

表3. “黒ススカビ（暗色系 *Acremonium* (sect. *Gliomastix*) sp.）”に対するケーソン抗菌性試験供試菌株試料一覧。

試料採取日	試料番号	採取位置の名称
2007/5/11	K7511-1	キトラ古墳石室内 北壁東側上方 黒ススカビ 070511
2006/10/27	K61027-1-1	キトラ古墳石室内 北壁黒い粉状のカビ 061027
2006/10/27	K61027-1-2	キトラ古墳石室内 東壁黒い粉状のカビ 061027
2006/10/27	K61027-1-3	キトラ古墳石室内 南壁黒いススカビ 061027
2006/5/17	T6517-1	高松塚古墳石室内 西壁白虎頭上黒色部分 No.7

\* 木川りか・佐野千絵・立里臨・喜友名朝彦・小出知己・杉山純多. 2007. キトラ古墳のバイオフィルムから分離されたバクテリア・菌類に対するケーソンCG相当品（抗菌剤）の効果. 保存科学 46: 39-50.

## b. 試験結果

試験に用いた“黒色カビ（黒粒）”および“黒ススカビ（暗色系 *Acremonium* (sect. *Gliomastix*) sp.)”に対してケーソンCG相当品は100倍希釈濃度まで抗菌性を示すことが明らかになった（表4, 表5）。このことから、現在、キトラ古墳石室内の壁面保存修復時に使用しているケーソンCG相当品の10倍希釈水溶液は“黒粒”や“黒ススカビ”に対して十分な抗菌性を示すことが示唆された。

表4. ケーソンCG相当品の“黒色カビ（黒粒）”に対する抗菌性試験結果.

試料番号	ケーソンCG相当品				陽性コントロール	陰性コントロール
	原液	1/5希釈	1/10希釈	1/100希釈	塩化ベンザル コニウム	蒸留水
K7316-1	++*	++	++	++	++	+/-
K7323-2	++	++	++	++	++	-
K7323-3	++	++	++	++	++	-

\* ++: 強い抗菌性あり、+: 弱い抗菌性あり、 -: 抗菌性なし、+/-: わずかながら菌糸成長あり。

表5. ケーソンCG相当品の“黒ススカビ（暗色系 *Acremonium* (sect. *Gliomastix*) sp.)”に対する抗菌性試験結果.

試料(菌株)番号	ケーソンCG相当品				陽性コントロール	陰性コントロール
	原液	1/5希釈	1/10希釈	1/100希釈	塩化ベンザル コニウム	蒸留水
K7511-1	++*	++	++	+	++	-
K61027-1-1	++	++	++	+	++	-
K61027-2-1	++	++	++	+	++	-
K61027-3-1	++	++	++	++	++	-
T6517-7-1	++	++	++	+	++	-

\* ++: 強い抗菌性あり、+: 弱い抗菌性あり、 -: 抗菌性なし、+/-: わずかながら菌糸成長あり。



### 3. その他の試料の観察所見

観察した試料名および試料の顕微鏡観察結果を表 6 および図 3～図 8 にまとめる。

表 6. 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
2007年3月23日	K7323-1	北壁 酵母様コロニー	“酵母様コロニー”は複数の微生物（細菌、菌類）が混在したバイオフィルムであった。	図 3
2007年5月11日	K7511	北壁 東側上方 黒ススカビ	暗色系 <i>Acremonium</i> (sect. <i>Gliomastix</i> ) sp. の分生子の塊であった。2006年10月27日に北壁に発生した“黒い粉状カビ”と同じ種類だと考えられる（調査研究委員会（第10回）平成18年11月15日：資料2参照）。	図 4
2007年5月29日	K7529	南壁 ピンク色のゲル（朱雀取外した後、東側に残った漆喰の上）	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ルムであった。しかし、ピンク色部分が何であるか、何に起因するものかについては不明瞭であった。その他、ダニ等の微小動物の体片が観察された。	図 5
2007年7月6日	K7706-1	東壁「に～ち」黄褐色ゲル	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ルムであった。その他、ダニ等の微小動物の体片や暗色系アナモルフ菌類（不完全菌類）の構造体が多数、観察された。	図 6
2007年7月6日	K7706-2	西壁「つ～て」黄褐色ゲル	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ルムであった。その他、ダニ等の微小動物の体片や暗色系アナモルフ菌類（不完全菌類）の構造体が多数、観察された。	図 7
2007年7月24日	K7724-1	床面 ベージュ色ゲル	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ルムであった。その他、ダニ等の微小動物の体片や暗色系アナモルフ菌類（不完全菌類）の構造体が多数、観察された。	図 8
2007年7月24日	K7724-2	天井 赤い着色ゲル	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ルムであった。その他、ダニ等の微小動物の体片が観察された。	—

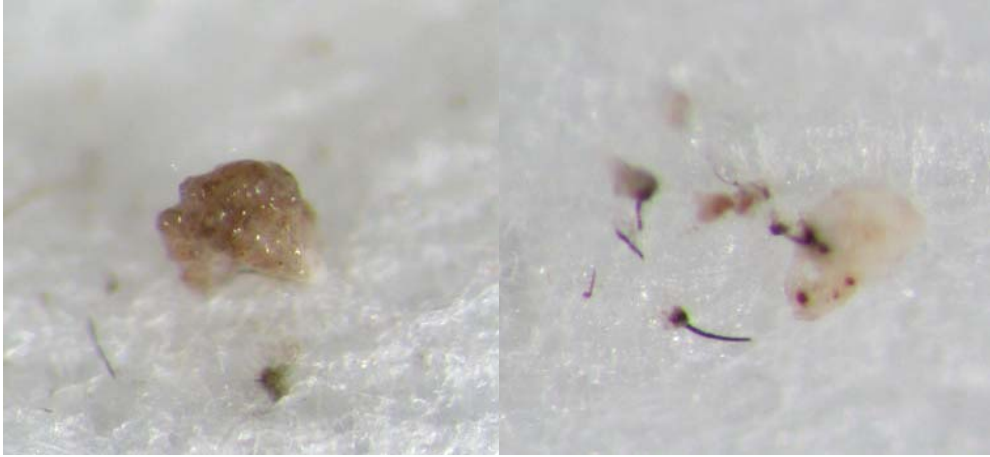


図 3. キトラ古墳石室内北壁 (K7323-1) に発生した“酵母様コロニー”の実体顕微鏡観察像.



図 4. キトラ古墳石室内北壁東側上方 (K7511) に発生した“黒ススカビ”の試料採取時の綿棒の先端および分離株のコロニー像 (PDA、25℃、2 週間培養) .

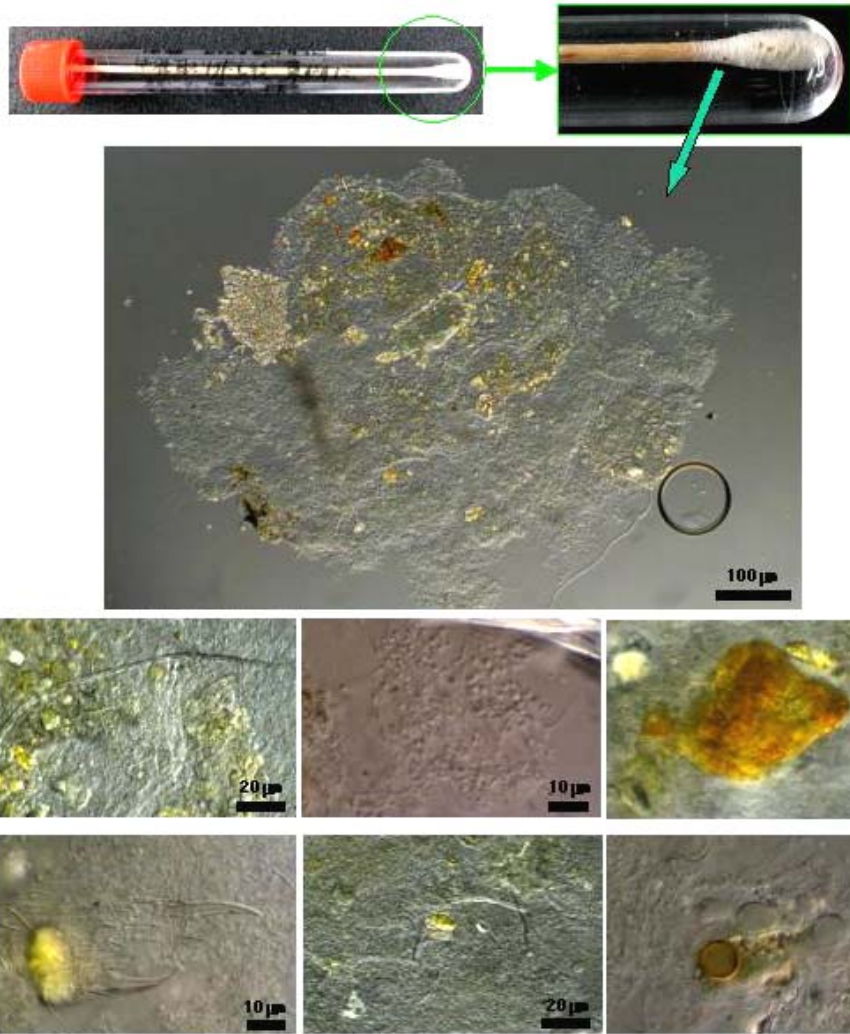


図 5. キトラ古墳石室内南壁（朱雀取外後の東側に残った漆喰上；K7529）に発生した“ピンク色ゲル”の試料採取時の綿棒および試料の光学顕微鏡観察像.



図 6. キトラ古墳石室内東壁「に〜ち」（K7706-1）に発生した“黄褐色ゲル”の実体顕微鏡観察像.



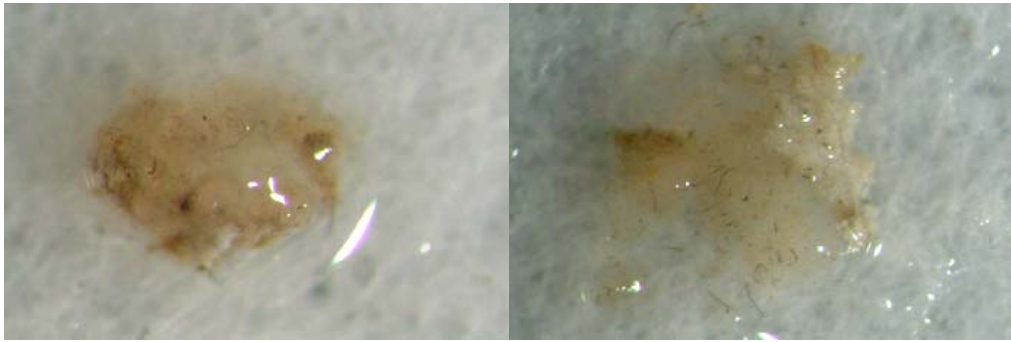


図 7. キトラ古墳石室内西壁「つ〜て」(K7706-2)に発生した“黄褐色ゲル”の実体顕微鏡観察像.



図 8. キトラ古墳石室内床面 (K7724-1)に発生した“ベージュ色ゲル”の実体顕微鏡観察像.

#### 4. 微生物分離

キトラ古墳石室内で採取した7試料からの微生物分離の結果、平成19年3月23日採取試料 K7323-1 から細菌3種・菌類10種、5月11日採取試料 K7511 から菌類3種、5月29日採取試料 K7529 から菌類2種、7月6日採取試料 K7706-1 から細菌1種・菌類4種、K7706-2 から細菌4種・菌類4種、7月24日採取試料 K7724-1 から細菌3種・菌類4種、K7724-2 から細菌3種・菌類2種を分離することができた。分離結果を表5にまとめる。

##### (1) 北壁 酵母様コロニー試料 (K7323-1)

細菌は3株の分離株を得ることができた。一方、菌類では今回報告する試料の中では最も分離株数が多い結果となった。

##### (2) 北壁 東側上方 黒ススカビ試料 (K7511)

分離された暗色系 *Acremonium* (sect. *Gliomastix*) sp. は2006年10月27日に北壁に発生した“黒い粉状カビ”と同じ種類だと考えられる(調査研究委員会(第10回)平成18年11月15日:資料2参照)。

##### (3) 南壁(朱雀取外した後、東側に残った漆喰の上) ピンク色のゲル試料 (K7529)

分離作業の結果、細菌分離株を得ることはできず、一方、菌類の分離株についても *Phoma* sp. と暗緑色のコロニーを形成する菌の2株のみ分離された。結果として、“ピンク色”の着色の原因については不明であった。

##### (4) 東壁「に〜ち」黄褐色ゲル試料 (K7706-1)

細菌は1株の分離株を得ることができた。一方、菌類では2006年1月20日にキトラ古墳の石室内東壁北寄の天井石の隙間からの流入土から分離した *Ophiostoma* sp. が *Phialocephala phycomyces* と混在して相対的に多く分離された。

##### (5) 西壁「つ〜て」黄褐色ゲル試料 (K7706-2)

細菌は4株分離することができた。菌の性状とゲルとの関係については現在、検討中である。一方、当試料から菌類は相対的に *Penicillium* sp. 1 と *Cladosporium* sp. の出現の割合が高い傾向が認められた。

##### (6) 床面 ベージュ色ゲル試料 (K7724-1)

細菌は3株の分離株を得ることができた。一方、菌類では2006年1月20日にキトラ古墳の石室内東壁北寄の天井石の隙間からの流入土から分離した *Ophiostoma* sp. が *Phialocephala phycomyces* と混在して相対的に多く分離された。当試料から分離された菌類の種組成は同年7月6日に東壁「つ〜て」黄褐色ゲル試料 (K7706-1) と類似していた。

(7) 天井 赤い着色ゲル試料 (K7724-2)

細菌は3株分離することができた。菌の性状とゲルとの関係については現在、検討中である。一方、当該試料から菌類は *Penicillium* sp. 1 と酵母1種の2株のみ分離された。

表 5. 微生物分離結果一覧.

サンプルNo.	K7323	K7511	K7529	K7706		K7724	
	1			1	2	1	2
試料採取箇所	北壁	北壁 東側上方	南壁 <small>(未省取外後実測に残った 塗壁上)</small>	東壁 「に~ち」	西壁 「つ~て」	床面	天井
試料採取日	2007/3/23	2007/5/11	2007/5/29	2007/7/6		2007/7/24	
試料の状態	酵母様コロニー	黒ススカビ	ピンク色ゲル	黄褐色ゲル		ベージュ色ゲル	赤い着色ゲル
<b>細菌類</b>							
Unidentified bacteria spp.(未整理)	●			●	●	●	●
種類数(細菌類)	3	0	0	1	4	3	3
<b>菌類(カビ・酵母)</b>							
<i>Penicillium</i> sp. (yellowish-brown)	●						
<i>Penicillium</i> sp.1	●			●	●	●	●
<i>Paecilomyces</i> cf. <i>variotii</i>	●						
Sterile mycelium 1 (white)	●						
<i>Gliocladium</i> sp.	●	●			●		
<i>Acremonium</i> cf. <i>strictum</i>	●						
<i>Phialocephala</i> sp. 1 (yellowish white)	●						
<i>Phialocephala</i> sp. 2 (orange-white)	●						
Sterile mycelium 2 (white) <sup>※</sup>	●						
<i>Phialophora</i> sp. <sup>※</sup>	●						
<i>Acremonium</i> (sect. <i>Gliomastix</i> ) sp.		●					
<i>Phoma</i> sp. <sup>※</sup>			●				
Sterile mycelium 3 (dark-green) <sup>※</sup>			●				
<i>Ophiostoma</i> sp.				●		●	
<i>Phialocephala phycomyces</i>				●		●	
<i>Cladosporium</i> sp.					●		
<i>Penicillium</i> sp. (yellow)						●	
Yeast (複数種含)		●		●	●		●
種類数(菌類:カビ/酵母)	10	3	2	4+	4+	4	2

※ 本試料で初めて分離された菌種

( ):コロニーの色調を示す

表中の●は当該試料にその菌種が出現したことを示す