

〔報告〕 キトラ古墳の微生物調査報告 (2011)

木川 りか・佐藤 嘉則・喜友名 朝彦*・立里 臨*・杉山 純多*²・
早川 典子・川野邊 渉

1. はじめに

キトラ古墳は、高松塚古墳と同時代の壁画を有する古墳であり、2002年に文化庁により調査のための覆い屋が建設され、2004年に石室の発掘が行われた。その後、壁画の取り外し・保護作業が進められ、2008年には目視で確認される範囲の側壁の絵画部分、また天井の星宿図の取り外し作業が完了した。その後、2009年以降は、紫外線の間欠的照射により微生物対策が実施されているが、この方法が採用されて以降は、目視上ではあまりカビなどの微生物の発生が問題になることはなく、2010年には、ほぼ余白漆喰についても取り外しが終了した。本報告では、2010年にひきつづき、2011年の状況と微生物相調査（10月13日実施）の結果を報告する。

2. 石室内の状況および微生物調査結果

2009年3月以降、石室内の微生物制御法を紫外線殺菌灯による間欠的照射、および必要な場合は低濃度の次亜塩素酸ナトリウム溶液を用いて物理的に除去する方式に切り替えてのち、石室内で白いカビの菌糸の発生はほとんどみられなくなった。

2011年度のキトラ古墳石室内の微生物調査は、キトラ古墳石室内において、2011年10月13日に6試料（表1）を採取し、微生物の分離作業に供した。各試料については菌類、細菌および酢酸菌を対象に分離作業を行った。各試料からの菌類の分離・同定結果を表2に、細菌の分離結果を表3に示す。

2-1. 菌類の分離結果

菌類分離の結果、コロニー性状と形態観察によるグルーピングによって、約30種（グループ）50菌株（複数の未整理株除く）が分離された（表2）。昨年までの菌類相と比較したところ、*Penicillium paneum* や *Acremonium* (sect. *Gliomastix*) *tumulicola* やその他の暗色系アナモルフ菌類など、構成種はほぼ類似している傾向が認められた。分離株の中では相対的に暗色系

表1 2011年10月13日にキトラ古墳石室内から採取された微生物分析用試料一覧

試料 No.	採取箇所	試料の状態
K111013-1	キトラ古墳石室内 西壁 中央部 黒緑 111013	黄土褐色 ゲル状+土壌
K111013-2	キトラ古墳石室内 西壁 中央下部 111013	黄土色 ゲル状+土壌
K111013-3	キトラ古墳石室内 西壁 南側下部 111013	黄土色～黄土褐色 ゲル状+土壌
K111013-4	キトラ古墳石室内 天井 南側 111013	黄土色～褐色 ゲル状
K111013-5	キトラ古墳石室内 東壁 中央上部（天井近く） 111013	茶褐色～黒褐色 ゲル状+黒粒、針状体
K111013-6	キトラ古墳石室内 天井 北側中央部 111013	白～白黄土色 小塊（漆喰?土壌?）散在

* (株)テクノスルガ・ラボ ** (株)テクノスルガ・ラボ千葉分室

表2 キトラ古墳石室内2011年10月13日採取6試料からの菌類の分離・同定結果.

	K111013					
	1	2	3	4	5	6
	西壁	西壁	西壁	天井	東壁	天井
	中央部 黒緑	中央下部	南側下部	南側	中央上部	北側中央部
黄土褐色ゲル状+土壌	黄土色ゲル状土壌	黄土色ゲル状土壌	黄土色～褐色ゲル状	茶褐色～黒褐色ゲル状+黒粒	白～白黄土色小塊	
<i>Penicillium paneum</i> ※	●	●	●	●	●	●
<i>Acremonium</i> (sect. <i>Glomastix</i>) <i>tumulicola</i> ※	●		●	●		●
Unidentified hyphomycete (green)※				●		●
<i>Cladosporium</i> -like sp. 1※	●					●
<i>Cladosporium</i> -like sp. 2						●
<i>Exophiala</i> sp. 1※						●
<i>Exophiala</i> sp. 2				●		
<i>Phialophora</i> sp. 1※				●	●	
<i>Phialophora</i> sp. 2	●	●	●	●		
<i>Clonostachys</i> sp.※		●				
<i>Paecilomyces</i> cf. <i>lilacinus</i> ※					●	
Sterile mycelium 1 (white)※	●					
Sterile mycelium 2 (white)				●		●
<i>Acremonium</i> cf. <i>strictum</i> ※	●	●		●		
<i>Acremonium</i> -like hyphomycete (white)※				●		
<i>Acremonium</i> -like hyphomycete (white2)						●
<i>Penicillium</i> sp. Type 1※			●			
<i>Penicillium</i> sp. Type 2※						●
<i>Penicillium</i> sp. Type 3※		●				
<i>Penicillium</i> sp. Type 4※	●					
<i>Penicillium</i> sp. Type 5※	●					
Yeasts (白クリーム色)※	●		●	●	●	
Yeast (粘性)※					●	
Yeast (赤色、射出酵母)	●		●			
Unidentified sp. (orange)		●				●
Unidentified sp. (white)						●
Unidentified hyphomycete (green 2)						●
Unidentified hyphomycete (green 3)						●
分離株数	10	6	6	10	5	13

●:各試料から当該菌種が分離されたことを示す

※ 2010年度の調査(2010年10月8日採取試料)で分離されたものと同じ種類である可能性が示唆される分離株を示す

の種類が多く分離されている傾向が認められた。また、ゲル状の試料からは比較的、酵母が多く分離される傾向が認められた。その中でも、今回初めて、赤色系の射出酵母2株が西壁(試料 No. K111013-1, K111013-3)から分離された。

2010年5月に東壁と天井壁から採取した“黒粒”2試料からは“黒粒”の正体である担子菌系アナモルフ菌類の *Burgoa* sp.が分離されている²⁾。今回の分析試料において、東壁中央上部からのゲル状試料(試料 No. K111013-5)の直接顕微鏡観察において、*Burgoa* 属の小型菌核の存在が認められているが、今回の分離作業では分離株を得ることはできなかった。

2-2. 細菌・酢酸菌の分離結果

細菌分離の結果、分離株のコロニー性状と形態観察(グラム染色)の結果において、計14種(グループ)20菌株が分離された(表3)。今回の分析においても昨年同様、酢酸菌は分離されなかった。東壁中央上部(試料 No. K111013-5)以外の5試料全てから放線菌1が多く分離さ

表3 キトラ古墳石室内2011年10月13日採取6試料からの細菌の分離・同定結果.

試料No. 試料採取箇所 および試料の基質 グループ名	K111013					
	1	2	3	4	5	6
	西壁	西壁	西壁	天井	東壁	天井
	中央部 黒緑	中央下部	南側下部	南側	中央上部	北側中央部
	黄土褐色ゲル状+土壌	黄土色ゲル状土壌	黄土色ゲル状土壌	黄土色～褐色ゲル状	茶褐色～黒褐色ゲル状+黒粒	白～白黄土色小塊
放線菌1	●	●	●	●		●
放線菌2 [※]				●		
グラム陰性桿菌1 (淡黄色) [※]		●				
グラム陰性桿菌2 (淡黄色、粘稠性あり) [※]		●				
グラム陰性桿菌3 (淡黄色) [※]			●			
グラム陰性桿菌4 (淡黄色、粘稠性あり) [※]				●		
グラム陰性桿菌5 (淡黄色) [※]				●		
グラム陰性桿菌6 (黄色、粘稠性あり、滑走あり) [※]					●	
グラム陰性桿菌7 (クリーム色)					●	
グラム陰性桿菌8 (淡黄色) [※]						●
グラム陰性桿菌9 (黄色)						●
グラム陰性多形態桿菌 (淡黄色、粘稠性あり)						●
グラム陽性不規則桿菌		●	●			●
グラム陽性桿菌 (黄色)						●
分離株数	1	4	3	4	2	6

●:各試料から当該菌種が分離されたことを示す

※ 2010年度の調査(2010年10月8日採取試料)で分離されたものと同じ種類である可能性が示唆される分離株を示す

れているのが特徴的であった。この放線菌1は昨年の試料からは分離されていないタイプのものと考えられた。昨年同様、今年の試料においてもグラム陰性桿菌が多く分離され、そのほとんどが昨年と同じ種類である可能性が示唆された。昨年の試料からは *Bacillus* 属などのグラム陽性有芽胞桿菌が分離されているが、今回の試料からは分離されなかった。また、2010年の試料からは *Bacillus* 属以外のグラム陽性桿菌が分離されていないが、今年の試料からは昨年分離されていないグラム陽性桿菌(芽胞非形成)が多数分離される結果となった。以上のことから、細菌相は昨年と比較して、昨年と同じ種類が生残しつつ、あらたな種類(放線菌など)が発生するなどの変化が認められた。

3. まとめ

2009年3月以降に開始された石室内の間欠的UV照射の影響で壁面上でのカビ等の微生物の発生は比較的抑えられている。しかし、今回の分離結果では、各試料から昨年同様、多数の微生物株が分離されていることから、微生物を完全に死滅させることは困難で、UVの影響が完全に及ばない壁面上のわずかな隙間や影の下で微生物が生きながらえていることが考えられる。

参考文献

- 1) 木川りか, 佐野千絵, 喜友名朝彦, 立里臨, 杉山純多, 高鳥浩介, 久米田裕子, 森井順之, 早川典子, 川野邊渉: キトラ古墳の微生物調査結果と微生物対策について (2009), 保存科学, 49, 253-264. (2010)

- 2) 木川りか, 佐野千絵, 喜友名朝彦, 立里臨, 杉山純多, 早川典子, 川野辺渉: キトラ古墳の微生物調査報告 (2010), 保存科学, 50, 191-195 (2011)

キーワード: 古墳 (tumulus); 生物劣化 (biodegradation); 菌類 (fungi); カビ (molds); バクテリア (bacteria); 紫外線 (ultraviolet rays); 次亜塩素酸ナトリウム (sodium hypochlorite)

Microorganisms in Kitora Tumulus during Intermittent UV Irradiation (2011)

Rika KIGAWA, Yoshinori SATO, Tomohiko KIYUNA*, Nozomi TAZATO*,
Junta SUGIYAMA*², Noriko HAYAKAWA and Wataru KAWANOBE

In Kitora Tumulus, almost all of the paintings on the side walls and the star charts on the ceiling were relocated in 2008, except for those which might have been hidden by a thin layer of mud on the walls. Measures such as intermittent UV irradiation have been applied since March 2009 to control microorganisms on the plaster. Growth of most fungal mycelia was suppressed effectively. In the survey of 2010, dark colored fungi such as a black basidiomycetous anamorphic fungus *Burgoa* sp. were observed, but there was not much problem as a whole. Many species of microorganisms were isolated from six samples from the stone chamber interior at the sampling in October 2011. While the microbiota was almost similar to the ones which had been observed in surveys of the last several years, percentage of the isolates of dark colored fungi seemed higher this year. Gram-negative bacterial species similar to the ones of last year were isolated again. Acetic acid bacteria, *Gluconacetobacter* spp., which were assumed to be involved in severe deterioration of the plaster, were not isolated in the survey of both 2010 and 2011, after applying intermittent UV irradiation, suggesting that the bacteria are suppressed by the control. However, as a whole, microorganisms seem to survive at places where sufficient UV light does not reach, such as inside cracks of the stones, inside mud layer and inside gels of biofilm, though they do not cause obvious damage.

*TechnoSuruga Laboratory Co., Ltd.

²TechnoSuruga Laboratory Co., Ltd., Chiba Office