

キトラ古墳 2007 年 9 月 5 日・6 日石室内採取 4 試料の観察所見

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 4 に示す。

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
2007 年 9 月 5 日	K7905-1	天井「ち」井からぶら下がっている白い菌糸の塊	“白色の菌糸塊”中に <i>Trichoderma</i> 属の輪生した分生子柄および緑色に着色した球形～亜球形の分生子の形成が認められた。この白色菌糸塊（束）は主に <i>Trichoderma</i> 属菌によるものと考えられた。	図 1
2007 年 9 月 5 日	K7905-2	床「し」床の緑色カビ	“緑色塊”は主に <i>Penicillium</i> 属の菌糸および分生子が塊となって構成されていた。その中でわずかながら <i>Penicillium</i> 属とは異なる茶褐色の菌糸の存在が確認された。	図 2
2007 年 9 月 6 日	K7906-1	北壁「し」レーヨン紙の上の黄色い粒（ゲル状）	“黄色の粒（オレンジ色）”は主に一部組織化した菌類の細胞あるいは菌糸の塊であり、その形状からボタタケ目（ <i>Hypocreales</i> ）の菌種の子嚢果（子嚢殻）に類似していると考えられた（2006 年 12 月 8 日に北壁面上から採取したオレンジ粒々*（試料 No. K61208-1）に類似している）。さらにオレンジ色の粒表面には別の菌種の菌糸や暗色形 <i>Acremonium</i> (sect. <i>Gliomastix</i>) sp. の分生子が付着している様子が観察された。	図 3
2007 年 9 月 6 日	K7906-2	西壁南側「む」泥上の白い突起物	“白い突起物”は白色の菌糸が束状になったものであり、その中には <i>Verticillium</i> 属に類した輪生した分生子柄および紡錘形の分生子の形成が認められた。また、白色菌糸束の端に付着していた茶褐色のゲル状塊の中には微小動物の体片および菌類・細菌類の細胞が混生している様子が認められた。	図 4

* 「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 日開催）
配布資料 資料 4「特別史跡キトラ古墳に関する環境状況について」内（5 頁目）「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」で報告済（表 1 および図 1 参照）。

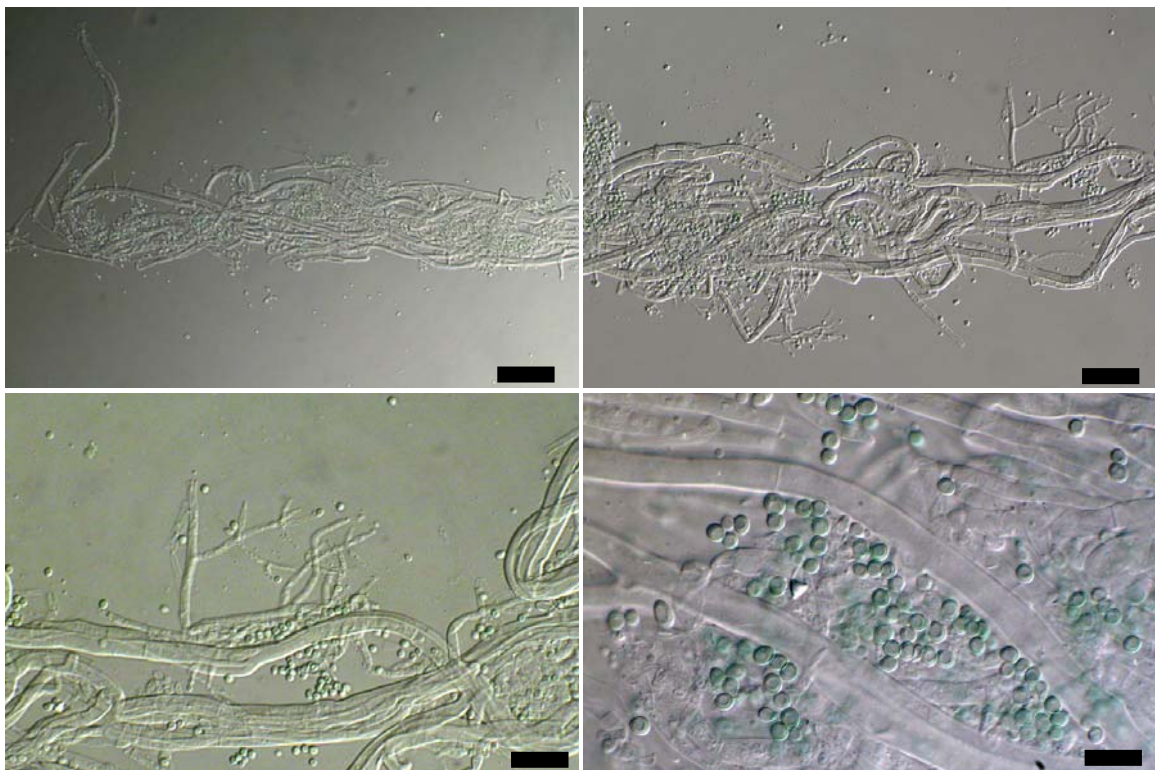
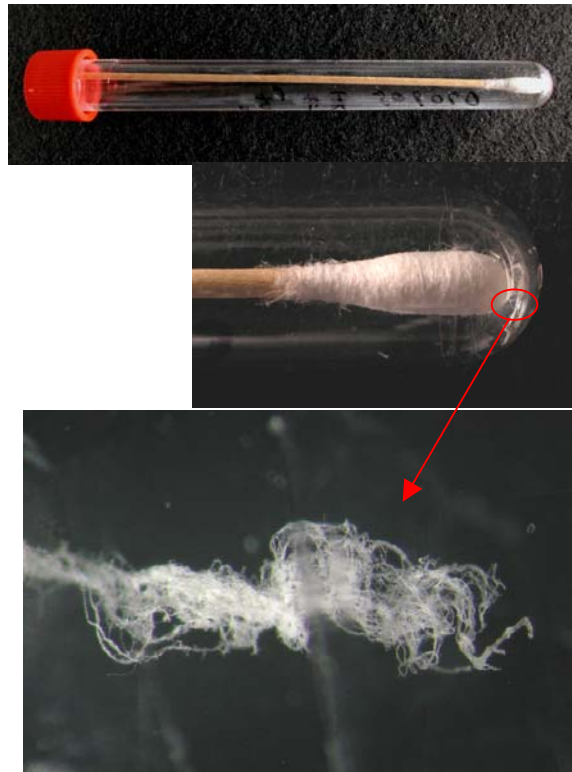
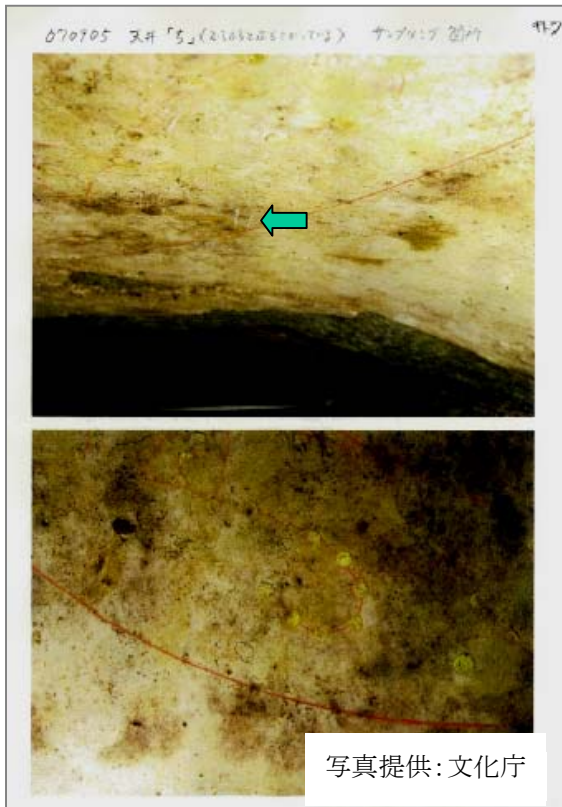


図1. キトラ古墳石室内 天井「ち」天井からぶら下がっている白い菌糸の塊 (K7905-1) の試料採取箇所 (左上)、試料全体像 (右上) および光学顕微鏡観察像 (下) .

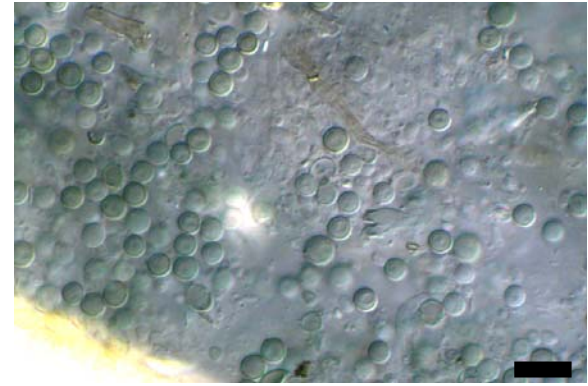
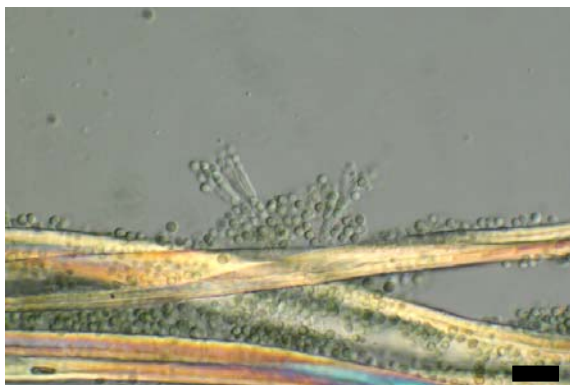
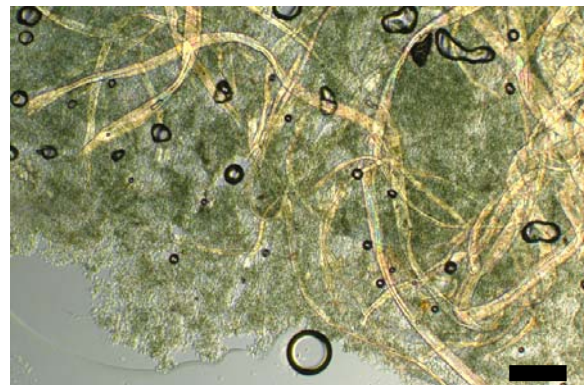


図2. キトラ古墳石室内 床「し」 床に発生した緑色カビ (K7905-2) の試料採取箇所 (左上)、試料全体像 (右上) および光学顕微鏡観察像 (下)。

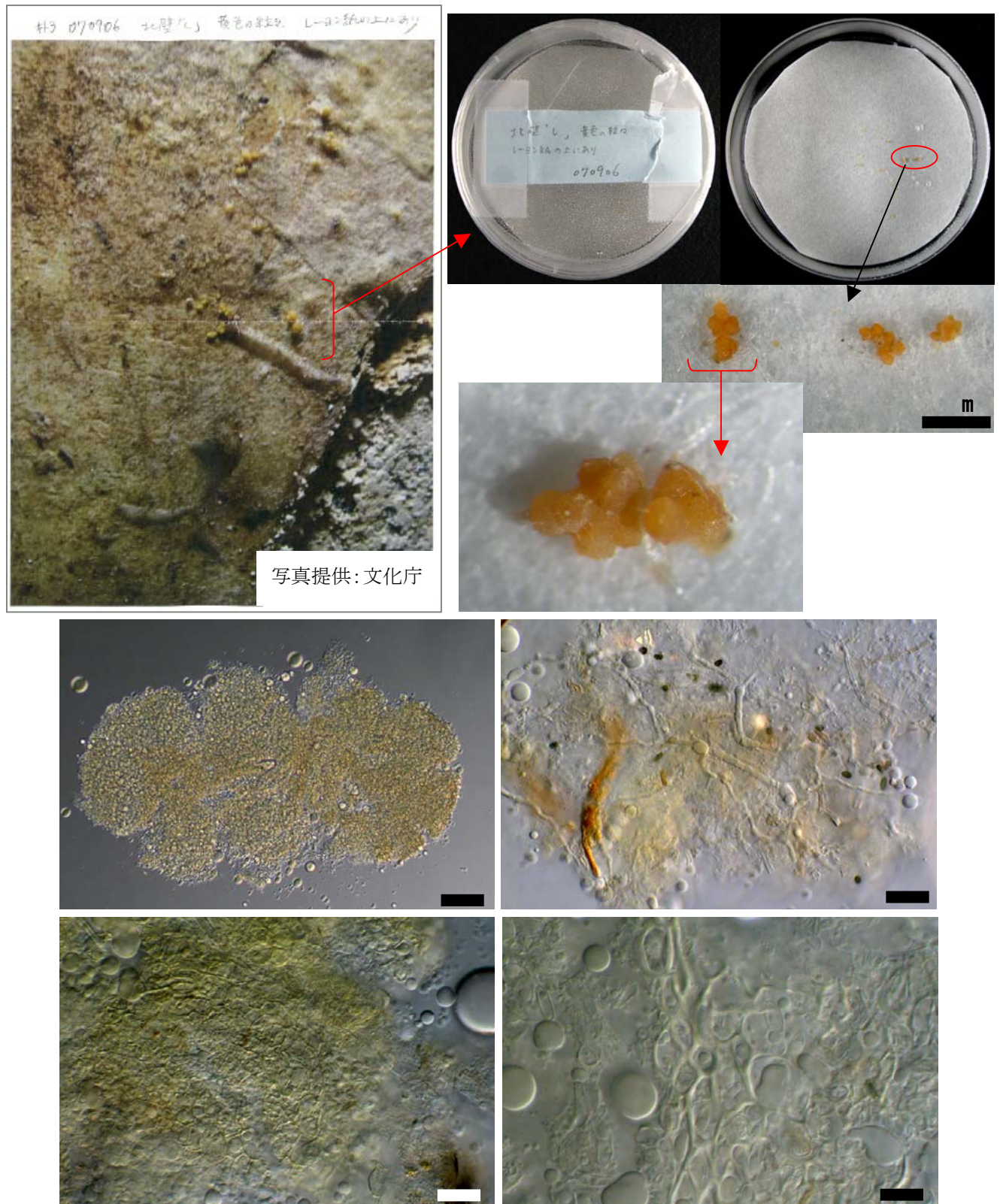


図 3. キトラ古墳石室内 北壁「し」レーヨン紙の上の黄色い粒（ゲル状）（K7906-1）の試料採取箇所（左上）、試料全体像（右上）および光学顕微鏡観察像（下）。



図4. キトラ古墳石室内 西壁南側「む」泥上の白い突起物(K7906-2)の試料採取箇所(左上)、試料全体像(右上)および光学顕微鏡観察像(下)。

＜床のカビの処置法＞

基本の処置法

（１）エタノールをペーパータオルに浸し湿布する。カビ孢子等がとばないように注意する。

（２）数分静置して、ペーパータオルを回収する。その際、静かにカビを拭き取り、ただちにビニール袋へ入れて、密封する。石室退出時にすみやかに持ち出し棄却する。

（３）拭き残しの箇所は、エタノールを浸したペーパータオルで拭きとる。

（４）再度、エタノール湿布をした上に化繊紙を敷き、点検用床板をおいて点検を行う。

（５）点検および天井や壁の処置終了後、点検用床板下の湿布を回収・密封後、カビの出た範囲の周囲１０ｃｍくらいまで含めてホルマリン－エタノール溶液（１：９）を塗布して退出する。有機溶媒用ガスマスク着用のこと。

なおカビの生えている範囲について、１０ｃｍ四方が２～３箇所の小規模の場合はその限りではないが、床のカビ繁殖範囲が３０ｃｍ四方以上が多数あるなど広範囲の場合は、手順（１）～（３）が終わった時点で作業者は一度石室から退出し、靴カバーをはいて準備室へ戻り、タイベックス、マスク、手袋などの装備をとりかえて新しいものを着用のうえ、壁面・天井の点検および除菌作業を行うこと。

この手順は、床面のカビ孢子等の汚染が壁・天井等に拡大しないようにするためである。

キトラ古墳壁画保護覆屋内の管理状況—微生物—

＜目 的＞ 施設内の清浄度管理に資するとともに、臭気物質の発生源について検討する。

＜試料採取＞ 平成 19 年 10 月 1 日

＜採取方法＞ 施設汚染状況調査については、下記地点の表面を滅菌綿棒で拭い採取した。
また 9cm φシャーレ（PDA）を 30 分開放し、各室で落下菌を採取した。

小前室内 閉塞石表面 上方・下方 2 点、天井石南端中央 1 点、東コンクリート壁 1 点
前 室 天井給気ダクト表面 1 点
通 路 南コンクリート壁

＜分離同定手法＞

滅菌綿棒を 3 種類の培地（ホテトデキストロース寒天 PD 培地、PD にテトラサイクリン添加の培地、およびトリプトン-グルコース-イーストエキス培地）にこすりつけ、常法で培養し、総計 135 株の分離株を得た。形態による同定のほか、細菌はリボソーム 16S RNA コード領域、真菌はリボソーム 28S RNA の D1/D2 コード領域の塩基配列を用いた相同性検索による分類も併用し同定をおこなった。分離同定には奈良女子大学鈴木孝仁教授・岩口伸一准教授の協力を得た。

＜結果概要＞

試料採取位置		分離菌株	備考／集落の色、臭いほか
小 前 室	閉塞石上方	<i>Trichoderma</i> 属	白色、橙色 表面白色、裏面淡褐色 ピラジン、アンモニア、吉草酸臭
		<i>Acremonium</i> 属	
		<i>Lecanicillium</i> 属	
		<i>Bacillus</i> 属	
	閉塞石下方	<i>Penicillium</i> 属	多種類
		<i>Fusarium</i> 属	表面白色、裏面赤褐色～茶褐色
		<i>Acremonium</i> 属	白色、橙色
		<i>Dissophora</i> 属	灰白色
		<i>Pseudomonas</i> 属	アンモニア、アルデヒド臭
		<i>Microbacterium</i> 属	植物の腐った臭い
		<i>Xanthomonas</i> 属	
前 室	天井石南端	<i>Penicillium</i> 属	
		酵母	
	東コンクリート壁	<i>Trichoderma</i> 属	白色、橙色
		<i>Acremonium</i> 属	
		<i>Penicillium</i> 属	
前室	ダクト	<i>Penicillium</i> 属	多種類
通路	南壁	<i>Penicillium</i> 属	多種類

キトラ古墳壁画保護覆屋内の管理状況―室内大気分析―

＜調査目的＞ 石室内の大気成分および文化財に影響する可能性のある汚染物質を定量する。また施設内の臭気に関わる化学物質を定性的に把握する。

＜試料採取＞ 平成 19 年 10 月 18 日

分析委託 島津総合分析試験センター

＜調査項目＞

1. 大気主成分等（二酸化炭素、酸素、窒素、メタン）
2. アンモニア
3. 有機酸（ギ酸・酢酸・リンゴ酸・コハク酸・乳酸・酪酸）
4. アルデヒド類（ホルムアルデヒド・アセトアルデヒド・プロピオンアルデヒド・イソブチルアルデヒド・イソバレルアルデヒド・n-バレルアルデヒド）
5. VOC 類

＜試料採取法＞

侵入口の蓋をわずかにずらして石室内に PTFE チューブを導入し、ポンプ等を使用して石室内大気を捕集した。大気主成分等については減圧バッグ法、アンモニアおよび有機酸は純水に通気して、アルデヒド類は DNPH カートリッジ捕集、VOC 類は TENAX 管で直接捕集とガスバッグ捕集した。同時に石室内・小前室・前室に SPME ファイバーを静置しておき、試料とした。臭気分析を目的として SPME 捕集試料については、奈良女子大学竹内孝江准教授の協力を得て分析した。

＜結果概要＞

下線は開封前未検出、*は微生物対策で使用している薬剤

1. 大気主成分等

二酸化炭素	420ppm（一般大気よりやや高い、開封前調査では 1,088ppm）
酸素	20.8%（開封前 21.8%）
窒素	77.8%（開封前 77.4%）
メタン	1.71ppm（開封前 1.7ppm と不変）

2. アンモニア 検出限界以下

3. 有機酸

<u>ギ酸</u>	LC検出限界以下、GC-MSクロマトグラムから簡易定量／約 15ppb
<u>酢酸</u>	LC検出限界以下、GC-MSクロマトグラムから簡易定量／約 80ppb
その他の有機酸は未検出	

4. アルデヒド類

*ホルムアルデヒド 9 ppb

アセトアルデヒド 82ppb、GC-MS クロマトグラムから簡易定量／約 18ppb
その他のアルデヒド類は未検出

5. VOC 類

*エタノール	GC-MS クロマトグラムから簡易定量／約 9,100ppb
*イソプロピルアルコール	GC-MS クロマトグラムから簡易定量／約 29ppb
アセトン	GC-MS クロマトグラムから簡易定量／約 114ppb

<考 察>

開封前未検出の物質が検出されるようになったほか、開封時に微量検出されていた物質が多量に検出されるようになった物質もあった。

ホルマリン・エタノール（1：9）溶液を用いての微生物処置から6日後の試料採取であり、石室内大気中のホルムアルデヒド濃度はすでに低い状態であった。

アセトアルデヒドの室内濃度基準値は現在暫定的に30ppbと定められており、健康被害防止の観点では要対策物質である。

ギ酸が検出されたがその由来について以下に検討する。ホルマリンは保管中も徐々に分解しギ酸などを生じることがわかっており、微生物処置に用いたホルマリンがギ酸の発生源として可能性がある。室内大気中の汚染物質に関する研究成果から、アルカリ性下でギ酸・ホルムアルデヒドの平衡が存在し、その2割がすみやかに酸化されることがわかっている。15ppbのギ酸の由来がすべてホルムアルデヒドとした場合、石室内大気中濃度として定常的に80ppb存在しなければならないが、実測値は10ppbを下回っており、それ以外の由来、例えば微生物代謝で生産された可能性もある。

酢酸については、アルカリ性下で酢酸・アセトアルデヒド・エタノールの平衡で生じることもあるが、その量はわずかと試算でき、石室内で検出された酢酸の発生源は主に微生物代謝であろうと考えている。

<VOC 類定性分析結果詳細> 検出順

アセトアルデヒド	酢酸	トルエン
エタノール	2- ブタノン	ヘキサナール
アセトニトリル	酢酸エチル	エチルベンゼン
アセトン	ヘキサン	m、p-キシレン
イソプロピルアルコール	1- ブタノール	スチレン
フレオン	ベンゼン	o-キシレン
ギ酸	2- メチルヘキサン	デカン
ギ酸エチル	3- メチルヘキサン	トリメチルベンゼン
1,3-ペンタジエン	トリクロロエチレン	ノナナール
1- プロパノール	メチルシクロヘキサン	安息香酸
ほか		