

## 国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策検討会（第3回）議事要旨

1. 日時 平成17年5月11日（水）13：30～17：30
2. 場所 ホテルヴィラフォンテーヌ汐留会議室
3. 出席者 （委員）  
渡邊座長、三輪副座長、青木、有賀、石崎、岡、加藤、肥塚、杉山、白石、鈴木、高鳥、田辺、百橋、林、福田、銚井、増田、松田、三浦、三村、毛利光、安田の各委員  
（文化庁）  
加茂川文化庁次長、岩橋文化財部長、亀井文化財鑑査官、関伝統文化課長、下坂美術学芸課長、村田記念物課長、島田美術学芸課課長補佐、鬼原主任文化財調査官ほか関係官
4. 概要

### （1）委員及び事務局の紹介

下坂課長より出席者の紹介が行われた。

### （2）文化庁次長あいさつ

加茂川文化庁次長よりあいさつが行われた。

### （3）高松塚古墳壁画の現状について

石崎作業部会座長から資料に基づき説明があった後、以下のような意見交換が行われた。

：この報告では、外気温の上昇による石室内の気温の上昇がカビの主たる原因となっている。ところが、緊急保存対策検討会での対策は降水の浸透による壁面の水分の上昇を防止するため、竹の伐採等、墳丘を丸裸にして、石室内の気温の上昇を助長するような原因を作っている面もあるが、どうなのか。微生物の専門家からは、現在処置しているカビ防止策はほとんど期待できるものではないという意見があるが、温度だけではなく、水分の問題は関係しないのか、聞きたい。

：カビ等の微生物の生育には、主に栄養分、温度、湿度、酸素、pHが非常に関係する。湿度はかなり高い環境であるためにカビにとって非常に都合のよいものになっているのは明らかである。ただ、環境の変化という観点からは、昭和47年以降、全般的に1, 2 上がってきており、カビにとって非常に都合のよい環境になってきており、今回のような問題が生じてきたと思われる。水分の問題は、水分量が多くなり、栄養分がそこにあれば、カビにとって非常に都合のよい環境となる。

これまで、1, 300年もの長い間、カビが発生しなかったのは、おそらく環境そのものが平衡状態で安定しており、そこではカビ等の微生物がいるけれども発生はしない。そのかわり、環境の変化が起ればいつでも発生する環境にあり、昭和47年以降に発掘等の様々な事態により発生したのだと思われる。

：昨年5月、9月に石室内部の生物調査を行い、石室内の微生物の分離培養を行った。まだ、精査の途中段階ではあるが、現時点の総合所見としては、石室内はカビやその他の微生物の生育にとって非常に好都合の環境であると言え

る。ダニ、ワラジムシ等の微小動物が増えるとカビ等の孢子やその他の繁殖体の分散が壁面のあちこちで展開する。特に壁面の水分量が多いとあっという間に拡大する。

石室内にいる主要なカビは、通常の家屋の浴室、和室等に発生するものとは種類が違うものである。また、薬剤等のカビ処置によって、すでに耐性を獲得し、処置により一時的には収まっても、いずれは生え出す。壁表面上のカビは薬剤で死滅しても菌糸の一部は基質である漆喰の中に残っている。

：高松塚古墳の石室内にいるカビは、石室というある特殊の環境に適応して生息している種類が含まれていると考えてよい。

：特殊な環境下に適応したカビが生存し続けたということは間違いない。環境の変化、或いは水分量の増加ということもあるが、それによって増殖を繰り返す、ダニがカビの孢子等の分散に大きな役割を果たしていると考えられる。

：今までカビ対策には、説明にもあるように、パラホルムアルデヒドを専ら使用し、平成10年以降はアルコール消毒等も加えざるを得なくなったという事実があるが、これは他に変わるべき有効な手段がないことによる。

：写真で黒色に見える部分は黒カビなのか。

：黒っぽい部分に生えているカビを分離培養したが、決して黒いコロニーとはならない。過去にカビが生えていた部分等が時間の経過によって化学的に変化して、黒っぽくなったり、赤っぽくなったり様々な色に変化したりしたのではないか。

また、カビは様々な酵素や有機酸を分泌する。そういったものが時間が経過することでやはり化学的な変化を起こして壁面が変色する可能性は十分にあり得る。

：カビの大量発生の原因の環境要因の一つに先ほど述べたように温度が非常に影響している。昭和47年当時から今日まで刻々と上昇している。そこで温度を制御することは対策の一つになると思われる。そうすると、過去の文献にもあるが、大体10～15は、一般に自然界におけるカビの生育を非常に抑えるという温度域になってきている。したがって、この温度域にするようコントロールすることが重要となる。文献によれば、大体15から徐々に温度が上昇するとカビの発育が加速度的に活発になる。

：壁画の状況で、カビが壁面を汚していくということのほかに、菌糸が壁の基質中に入り込んで、その菌糸が壁画を破壊していく可能性が指摘されている。このことは今後の壁画保存の対策にとっては重大な意味を持つ。

：壁面は共通事項として大変湿気を含んだ大変弱い状況であること。過去に樹脂の処置がされたところ、されていないところ、樹脂がその分量によって光沢をもっているところ、白濁しているところ等、大変狭い面積の中に様々な状態が隣り合わせているため、一つのことですべてを決めるのは大変難しいのではないか。また、大変細かい亀裂が入って危険な状態であり、湿っているところ、少し乾いているところ等でも随分と壁面の状況が違う。

：壁そのものの状態に水分の浸出はかなり影響を与えるのだろうか。

：漆喰の中の空洞化や脆弱化は、湿ったり、乾燥したりしたことが一つの原因となっていると思われる。

：乾燥は漆喰の現状にとって余りよくないという認識が発掘当時にはあった。発掘当時からしばらくのときは、カビのことよりも乾燥によってポロポロ落ち

てきたり、壁に亀裂が広がったりすることを大変おそれて作業をしていたと思う。

：乾燥に関しては、確かに湿度を60%まで下げれば生物科学的にはカビの発生を止めることができる。但し、少しでも湿度を落とすと漆喰表面の物理的な性質が変わってしまう。乾燥というのも物性的には非常に気をつけなければならない。

：発掘当初は、石室を開口した際、如何に水分を補給するかという作業を行っていた。今はカビ対策のため、如何に温度を抑えるかという問題、水分はどの程度まで抑えるのかという問題、非常に難しい問題だが、注意深く対処しなければならない。

：繰り返してのカビの発生、壁面をダニ等が動き回るといような現況を考えると、壁面は微生物が利用しうるような栄養分が含まれた状態になっているのではないか。壁面のサンプルがあれば、もっと科学的な根拠のある微生物の利用しうる栄養分が壁面にどれくらいあるのか判別できる。例えば、キトラ古墳の壁画は既に剥ぎ取られているので、そちらの方で試すことができるのではないか。

：カビ防止については、乾燥させること、温度を下げることの2つが大きな要素である。例えば、温度を15℃以下に下げればカビを防ぐことができるのか、それとも、そういう条件であっても発生しうるのか。

：発生しうる。抑えることは不可能である。カビの中には、5℃やマイナスでも生えるものがある。温度を15℃以下に抑えたからといって、それで充分というわけにはいかない。但し、発育を抑えることは可能である。

：カビについては、生活用品の冷蔵庫の中でも幾らでも生えてくる。要するに温度の問題というのは、我々が普通に生活している範囲でカビにとって非常に都合がよいのは大体20℃であるということ意識してもらえばよい。それ以下になれば、発育が抑制されるという認識でいてもらえばよい。

今回の場合はいわゆる腐生菌類といって、自然界にはそこら中に生息するカビなので、温度の1℃、2℃の差は非常に微妙になって影響してくる。

：それでは、単に温度を下げるだけでは、恒久対策とはなり得ないのか。

：緊急対策とはなり得るが、恒久対策とはなり得ない。

：現在発見されているカビは、元から石室内にいたカビなのか、例えば人間が発掘等によって外部から持ち込んだことによって発生したカビなのか、いずれなのか。

：それはわからない。発掘時のカビやそれ以前のカビ等の培養株が残っていれば別だが、比較のしようがない。

：そうすると、必ずしも人間が生活の場から持ち込んだカビとは言えないのか。

：言えることは、ダニやワラジムシの体表にはカビ、酵母或いはバクテリアも付着しているので、そういうものがこれらの微小動物を通じて持ち込まれていることが考えられる。

：ダニがカビを食べ、ダニの死骸をカビが食べという連鎖を繰り返し、そのたびに薬剤を散布してカビが耐性化し、場合によってはエタノールも栄養源として利用している可能性はあるのか。

：その可能性は非常にある。

：明日香村には高松塚古墳のような漆喰を塗った古墳はまだ2、3ある。マル

コ山古墳を一度調査してはどうか。

：マルコ山古墳は、壁画はないが漆喰はあり、高松塚古墳とほぼ同じ年代であるので、十分に調査する価値はある。高松塚古墳壁画の問題は、村の中でも非常に議論が高まってきている。きちんとした報告をしないと自治体としても説明責任が持てない。一度マルコ山古墳を調査していただきたい。

：キトラ古墳でも同様の作業が行われており、新しい材料はそこからも得ることができる。双方の比較をすることにより、微生物学的な状態はいかなるものかは今よりは明らかになると思われる。その上、提案のマルコ山古墳の調査は十分考慮し、必要があれば、当局及び明日香村と協議することを念頭に置きたい。

：壁面の状態は高松塚古墳はキトラ古墳と比較してどうなのか。

：キトラ古墳は壁としての強度を保っている。高松塚古墳は石の面に何か泡状のようなものがくっついた状態というか、壁としての体質が全面的にあるとは思えない。大変脆弱でもあり、キトラ古墳の方が壁としての厚みというもの、漆喰壁という感じが物性的にある。見た感じ、少し触った感じは、全く強度が違う。

#### (4) 国宝高松塚古墳壁画の恒久保存方針の策定について

石崎作業部会座長から資料に基づき説明があった後、以下のような意見交換が行われた。

：パイプルーフ工法において「石室とパイプルーフの間を掘削できて、周囲から完全に隔絶できたなら」とあるが、石室とパイプルーフの間の土を完全に除去した場合、石組として成り立つのか。構造的に内側に落ち込みそうな印象がある。

：完全に石室が宙に浮くということは不可能なので、石室の下には土が残ることになる。

：天井は落ちないのか。

：落ちることはない。

：天井石はひび割れしているが。

：既往の構造計算の結果だと、直ちに落ちるものではない。

：問題はカビの発生から壁画を守るという点である。発見当時はカビはいなかった。1,300年間カビはいなかったわけである。どの状況がどんなものであったのか、生物学的にバランス等がある理想状態が形成されていたのか。今回提案された抜本的対策は、温度を下げる等、環境を100%コントロールしようというものである。1,300年間は人のコントロールがなくとも問題はなかった、果たしてカビを完全にコントロールすることが可能なのか、もっと緩やかな考え方はできないのだろうか。

最近の中国の情報筋からは、中国は昔からよく壁画の剥ぎ取りを行っていた。それは湿度100%ではカビが生えるからである。しかし、最近では、余り剥がさないで現地に保存する、現地に戻すという動きが強まっていると聞く。自然の治癒力に任せる方法がよいのではないか。

：最終的に現地に戻すことが可能であるとした場合、美術館の収蔵庫のような環境にしないと、また同じようにカビが生えることになると思われる。

：自然界にとって、菌がいるのは当たり前である。今回の高松塚古墳の石室内

は、異常に菌がいるということである。恒久保存対策としては、菌を減らす、カビを減らすことが重要である。

：発見される前の1,300年間は、カビ等の微生物はいたとしても極微量であり、平衡状態に保たれていたと思われる。それが発掘等によって開封されたことで、様々な微生物の侵入する生息場所が提供されたのだ。

開封されたことにより、繰り返しカビ等の微生物が発生し、壁面には微生物が利用しうるような有機物がかなり蓄積した。カビ等の除去にドラスティックに効くものは壁面の状況からして使用できず、これまで緩やかな薬剤等を使用してきた。今後もカビ対策としてとり得る方法は非常に限定されたものではないかと思われる。

発見当時まで石室内の環境を戻すことが可能であれば、石室を取り出すことをしないで対策を行うことができたかもしれないが、現在の状況を勘案すれば、第4案しかとり得る対策はないのではないかと。

：カビの問題だけではない。漆喰の劣化問題が重要である。漆喰は炭酸カルシウムで構成され、現在、成分が流出しており予断を許さない状況である。凝灰岩と漆喰層の間に水が溜まり、空洞化及び亀裂によって、その断面を見ると今にも剥がれておかしくない状況である。今、抜本的な対策を立てないと、保存修復を行う時期を逃し取り返しのつかないことになる。今が最後のチャンスであると思う。凝灰岩も中の成分であるガラス成分が非常に溶け出している。今のタイミングを逃せば、凝灰岩ももたなくなってくる。

現在、進行している劣化は、生物的なもの、化学的なもの、物理的なもの等が総合的に起きているものである、思い切った処置、過去の方策にとらわれない方法で修復しないと将来後悔することになる。

：漆喰層が高湿度のために多孔質化している。これは、発見前の1,300年間によるものなのか、発見後30年間によるものなのか。

：それは誰にもわからない。ただ物の劣化というものは、あるレベルまで持ちこたえていても、それが生物的、物理的な劣化等により、加速度的に悪くなり崩壊する。今まさに、高松塚古墳壁画はその状態なのだ。

：発見前の1,300年間の壁画の状況は確かめようがない。発見時の状況では、既に壁画の状態は粗鬆化しており、この30年間で少し進んで崩落が起きているというふうに認識していただきたい。

：この問題については、今はもう決断の時期に入っていると思われる。石室の取り出しも視野に入れ、その準備をすべきと思われる。

：修復に対するある程度の技術的な目処はついているのか。

：石室を解体するに際しての補強をどうするのか。それについては当然検討しなければならない。

：仮に石室を移動するとすれば、応急的なものとして仮強化という処置が必要である。比較的短時間で行う処置で、壁面のある程度の強化と、フェイスングといった技術を使って行い、石材を取り上げるのに大きな振動は与えないと思われる。

：アコースティックエミッションの利用はできないか。

：実際の石材を同じようにひび割れを入れるのは難しいが、現在、ひび割れを入れて実験を行う計画を立てている。

：壁面の補強は微妙な問題を含んでいる。キトラ古墳壁画でも現在側壁につい

ては作業が進んでいるが、特に天井壁に至ると全く状況は変わってくるので容易に手は出せない。高松塚古墳壁画の場合も天井壁の状況が一番悪い。今までの作業上、フェイシングといっても直に紙を張り合わせるといっても、紙でブリッジして落ちるのを防ぐというような作業は行ってきている。石室を移動させるとすれば、もう少し壁面自身の体力をつける必要があるだろう。

：石材を持ち上げる際の壁画の仮処置については、どういう材料でどういうふうに行うのかといった点について、作業部会からの説明資料がないので、十分に検討していただきたい。石室内は、非常に狭く作業性が悪いことを考慮し、一人か二人で一体どのくらいの作業ができるのか十分に考えなければならない。作業を行う現場側の人間としては、一番重要なこととして、最終的な形をどうするのか、示していただきたいということである。

：技術の細部は、作業部会で検討することになる。合成樹脂については、比較的修理に適していたトリクロロエチレンを溶媒に使用していたが、現在使用できない。それに代わるものがうまく探しうるか否か、そういった技術的問題を解決する時期にきているのではないだろうか。

：石室の取り外しによる解体修理については、現状の中では仕方がないと思う。但し、説明と責任をきっちり行った上で議論を進めていただきたいと思う。

：緊急保存対策案として提案されている石室全体の温度を下げる方策の結果を十分に検証した上で、恒久保存の方針を決定するのが妥当ではないのか。

：保存方針の問題は、生物対策だけではなく壁画の状態が重要である。現場の人間としては、カビよりも壁画の状態が非常に危ないという気持ちを持っている。これは緊急保存対策で行う石室全体の温度を下げる方策をとっても解決しない問題である。

壁画そのものを助ける方策としては、作業上の問題から、第4案と第5案しかないと思われる。第5案の剥ぎ取りについては、説明にもあるようにとても剥ぎ取れる状況ではない。そうすると第4案しか方策はないのではないかと思われる。

：保存方針の決定については早い方がよい。但し、本日のこの場で決めるのは適当ではなく、委員の方々には、本日の議論及び資料を持ち帰っていただき、もう一度客観的に評価の再評価という観点から読み直していただき、方針の決定ができればよいと思っている。

第4案が中心になると思われるが、第3案も保持しておいた上で、もう少し客観化して、方針の決定に意見をいただきたい。

：特別史跡である高松塚古墳としての価値も同様に考えなければならない。壁画と史跡の双方の保存をいかに両立させるかが課題であると思う。そういう意味においては、第3案と第4案がとり得る措置と思われる。第4案については、総合評価で将来的には石室を現地に復帰できる可能性が高い方法となるが、可能性でなく、大前提として考えるべきである。建造物の場合のように、解体修理という形で、高松塚古墳壁画も十分適用することが可能と思う。また、今後は現地での公開も併せて考えていくべきであろう。

：第4案は、様々な保存の作業を行うために最も確実に安全な方法であるという一番の利点がある。将来、その作業を終えた場合、どのような保存の仕方をするのかは、大きな関心事であり、そこに史跡としての価値の保存ができるように考慮するというのも重要である。この問題については、次回の検討会に

において検討していただくこととしたい。

- ( 5 ) 高松塚古墳壁画における当面の生物対策について  
石崎作業部会座長から資料に基づき説明があり、当面の生物対策として、喫緊に必要な施策として温度を下げる手段の冷却管の設置が適当であるとして、了承された。
- ( 6 ) 新覆屋の設置について  
事務局から資料に基づき説明があり、緊急保存対策として、新覆屋を設置することについて、了承された。
- ( 7 ) 監視装置の設置状況について  
事務局から監視装置の設置状況について報告が行われた。

以 上