

国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策検討会（第4回）議事要旨

1. 日時 平成17年6月27日（月）14：00～17：00
2. 場所 東京国際フォーラムホールD5
3. 出席者 （委員）
渡邊座長、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、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) 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。
- (2) 文化庁に寄せられた御意見等について
下坂美術学芸課長より、前回の検討会（5/11）以降に文化庁のホームページ等に寄せられた意見等について説明が行われた。
- (3) 高松塚古墳から採取されたカビ等の発育調査結果について
高鳥委員より、高松塚古墳から採取されたカビ等の発育調査結果について報告があり、以下のような意見交換が行われた。

：カビの抑制には、一般家庭の冷蔵庫で使用している温度（5℃）ぐらい下げればかなり効果はある。但し、低温にしたからと言ってカビ等の微生物が死滅するわけではないことには留意すべき。また、ダニについては低温による効果はあまり期待できない。

：資料2のグラフを見ると、時間が経過すれば温度と関わりなく少しずつカビは繁殖するように見える。冷却管によって低温にしてもあまり意味がないように思われるがどうか。

：このグラフは、実験室でカビや酵母に非常に都合のよい環境下で行った実験をもとにしたもので、実際の古墳における環境で考えれば、貧栄養の状態なので、繁殖の時間はかなり緩やかになるものと推測される。

：資料2のデータに、更に湿度の要素を加えた場合の生育状況はどうか。

：この実験では、高湿度という高松塚古墳の環境を前提としている。カビを抑制する一番の対策は低湿度にすることだが、それが漆喰等の状況からできないため、高湿度での実験となったもの。

(4) 恒久保存方針の策定について

石崎作業部会座長から第3案の に関する技術的な検討結果について、説明が行われ、以下のような意見交換がおこなれた。

：この案では、作業するプロセスで相当乾燥が進むので、乾燥による収縮で剥離等の危険性が高いと思われる。

：高松塚古墳は、これまで高湿下に保存されていたものを乾燥させるということによる壁画の脆弱化をおそれ、とにかく高湿に保つことに腐心してきた。湿度変化には十分配慮する必要がある。

：「施工時に大きな振動が発生する可能性がある」とあるが、どの程度の振動のことを言っているのか。

：定量的にどのくらい振動があるのかは現段階できちんと評価はできていないが、それほど大きな振動ではない。

：危険なのは連続した振動である。漆喰層は非常に弱いので気を付けなければならない。

：パイプルーフを入れるときよりも、既存の保存施設を撤去する際の振動が圧倒的に影響としては大きいと思われる。

：工事の際、どの程度の振動が出るかについては、北海道の手宮洞窟で振動のモニタリングを行ったところ。手宮洞窟では、工事中には振動が2倍に増えることが判明している。

；第3案の は、現段階では安全な工法とは言い難い。

引き続き、肥塚委員より第4案に関する技術的な検討結果、三浦委員より壁画の剥落防止措置、仮設修理施設の基本的要件及び評価について、説明が行われ、以下のような意見交換がおこなれた。

：解体時期はいつになるのか。石室内の安定性を考慮すると、出来るだけ短い期間で行った方がよいと思うが。

：カビ等の微生物の観点から言えば、出来るだけ温度が低い時期がよい。期間としては、2ヶ月程度を想定している。

：発掘から解体までの期間、石室内外の環境が非常に不安定な状況になると思うが。

：仮の覆屋を立てるなど、湿度の制御は可能である。

：第4案の問題点としては、一時的に壁画・石室が原位置を離れるということがある。また、第3案のほどではないが、墳丘をある程度発掘しなければならないこと、石室の取り出し時、輸送時に安全上のリスクを抱えているということがある。ただ、総合的に評価すれば、壁画の維持・保存管理に必要な環境制御、劣化した壁画と凝灰岩の修理・強化等を最も確実に実現できる案ではないかと考える。

：修理についても、修理作業中は壁画面が上向きになっているので、特に、天井部分などについては、処置の選択肢が格段に広がり精密な作業が可能になる。

：特別史跡としての高松塚、その全体の価値の維持を考慮することも大きな要件である。そういう意味では、第3案のと第4案を比較すると、墳丘の掘削の程度というのも論点となると思われる。第4案の方が掘削の程度が少なくできる。

：第4案につき、実際修理作業する場合、最終的な状態をどうするのかによって、修復の方法等に影響があると思うが、具体的なイメージはどのようなか。

：現地に戻すといっても、今までと同じ環境の中にそっくり戻したら、同じことの繰り返しになるので、当然石室を取り巻く環境について厳密にコントロールができるという条件を備えた空間の中に戻されると考えた方がよいのではないか。

：第4案の実施スケジュールはどのようなか、現在のカビ等の微生物の影響を考慮すると早急に実施する必要があると思うが。

：時間の猶予はあまりないと思う。

：冬の時期が最適としても、平成17年度中に実施することは、準備等の関係上無理と思われる。最短で来年度の冬に実施可能。

：カビ等の生育状況から言えば、緊急対策で冷却管で温度を低くしても、完全に駆除はできない。次年度には実施してもらいたい。

：まだ緊急対策をする余地があるのに、この場で恒久保存方針を決めるのはどうかと思う。緊急対策として、墳丘部の背後から止水する方法は多少時間が係っても行う必要があり、冷却だけではなく、湿度対策を組み合わせたものを緊急対策として実施してもよいのではないか。また、窒素封入法についても、石室間の間隙もかなり詳細に検討されているのであれば、目地を詰めたりすることで採用できるのではないか。

：作業部会の検討においても、それらの緊急対策では、もって1年ないし2年ぐらいが限界なので、恒久保存方針を決める必要があるという意見が多数であったが。

：カビは必ずしも根絶する必要はなく、多少カビがあった状態でも抑制できる環

境であれば現地保存するという選択肢もあるのではないか。

：現在の石室内のカビの状況は、既に明らかに汚染を受けている状態にある。一度汚染されれば、仮に一時的に今の状態が維持されても必ず近い時期に発生することになる。微生物の専門家の見地からは、早い時期に抜本的な対策を講じていただきたい。

：これまでに壁面に繰り返しカビが発生した状況を考慮すると、壁画にはカビが生育するのに必要なかなりの有機物が蓄積していると考えてよい。その蓄積している有機物を除去できない限り、現在の状況で対応することは困難である。

：窒素封入法については、石室内の大半の生物は好気性なので、酸素がなくなれば除去することによって死滅するが、亀裂がかなりあり、状態がポーラスだということから考えると、1年は大丈夫でもその後の保証はない。

：最終的な保存状態というのは、普通の常温域20 程度で、低湿度60%前後という環境が適当と考える。それを現地で行うのか、別の場所なのかは議論はあるが。窒素封入も有効であれば、緊急対策として併せて行うこともあり得ると思われる。

：最終的な保存状態は、今の発言にあるように、博物館のような環境に、湿度が60%で全くカビが生えない環境が必要。

：文化財の保存・修理に当たっては、時期とタイミングを間違えるととんでもない、取り返しのつかないことになる。確かに緊急保存対策として時間をかけて検討を行うことも理解できるが、現在の石室内の状況をみると、抜本的な対策をとらなければ、時期を逃して何もできなくなってしまう。

：漆喰の劣化状況は発見当初から悪いということは、これまでの記録から理解している。そして、その状況が現在の状況とそれほど変化がないことも様々な調査で明らかになっている。このような状況を鑑みると、果たして、今、早急に抜本的な対策を行う必要があるのか、もう少しじっくり検討する時間もあってよいのではないか。

：第4案を実行するに当たって、時期を待っていても状態は決して良くはならない。物というのは、劣化が始まれば加速度的に悪くなることはあっても良くなることはない。もし抜本的な対策を講ずるのなら、今しかないと思われる。何年か経過して、何もできなくなってしまう危険性は非常に高いということを心配している。

：そのことは十分に理解している。これまで石室全体、古墳全体の環境改善を行っているのなら、第4案のような抜本的対策を行うことはよいと考える。しかし、これまでそのようなことをやってきていない段階で何故今なのかというのは非常に気がかりである。

：カビ等の微生物の専門家によれば、考えられる対策としては、温度又は湿度を下げることである。湿度を下げるのは、乾燥に伴う漆喰への影響があるので、温度を下げるのが適当と考える。低温化についても、石室の内部は結露すれすれの状態をずっと保つことになるので、長期間保つことは非常に危うい。

：考え方を整理すると、まず、緊急対策としてできることは、温度を下げてカビ等の微生物の生育を抑制する。次に第4案等の抜本的な対策を実施する。仮設修理施設では、通常の温湿度、20、60%程度の環境にする。そして、壁画面が上向きになっているので、きちんと修理又は保存を行うということになる。

：仮設修理施設での修理がおよそ10年と言われているが、文化財の修理の年数としては長すぎるということは全くない。

：湿度を下げることで、漆喰層の収縮等で絵画としての価値に影響を生じないのか。

：仮設修理施設では、湿度を急激に下げるわけではなく、過程を経ながら対応していくと考えている。

：地中にあるときの乾燥の仕方は、一面から乾燥していかざるを得ないが、仮設修理施設の場合は、全体を一様にゆっくり乾燥させていけるので、応力の影響は非常に少ないと思われる。

：カビ対策も重要だが、壁面の補強の対応は非常に重要。直立した状態で維持できるほどの強度を与えておく必要がある。現在の環境下では、それは非常にしにくい。どういう条件のもとであれば、それが有効になるのかという視点も重要。

：窒素ガス封入も一つの有効な対策であるかもしれないが、無酸素状態を常に保つよりも、人間が必ず作業を行う必要があることに鑑み、単純に密閉された空間を作り出せば良いということではない。

：窒素封入については、緊急保存対策として検討したが、カビを抑えるためには、酸素濃度を0.1%以下にする必要がある。現在の石室の隙間を塞ぎ、窒素で充填したとしても、そのレベルにすることは技術上不可能と思われる。また、石室内部の湿度を60%以下にすると、外部から水が流入することになり、塩類の析出の懸念もある。更に、漆喰の収縮の懸念もあり、それらを均一に行うためには、周囲から乾燥させるというようなことを考慮する必要がある。実現可能な方策とは言い難い。

：特別史跡の価値の観点から意見をいただきたい。

：考え方の前提として、解体して壁画を移転し、特別史跡の指定解除をすることは避けなければならないこと。これまで非公開での保存を図ってきたが、結局成

功したとは言えないこと。これらを踏まえると、今後は寧ろ現地に戻した後、公開に関して積極的な活用を図ることを考慮する必要があるのではないか。また、墳丘を破壊する部分について、事前の考古学的な発掘調査、特に墳丘の構築と石槨(石室)の構築との関係を示す部分は、100%潰してしまわないと仕方がないので、万全の調査をし、剥ぎ取りその他の方法で記録を残して、活用する方向に考えていくべきではないかと思う。

：カビ等の微生物被害についてはよく整理されているが、壁面の漆喰の状況については、現状はよく理解できるものの、その経過は全くわからない。自然科学的見地からは、わからないというのもよく理解できるが、文化庁又はこの検討会でも国民に対し説明責任があるので、今すぐの究明は無理としても、今後の修復作業と並行して原因究明を行う義務はある。

：発見当初は、石室の中は相当濡れた状態であった。その後修理を始めたときは、乾いた状態になっていた。その原因やメカニズムが当時は保存科学上特に意識されていなかったのであろうと思う。漆喰部分の崩落については、個人的に非常に驚いているが、将来の保存のことを考えるときちんと補強をする必要があり、そういった条件を満たす案として第4案があると思う。特別史跡の価値の観点からは、墳丘の開削は可能な限り少なくする、第3案の と比較して、第4案は開削の度合いが少なくて済むとあるが、物理的な計算とはしてあるのか。

：物理的に何分の1かというのはすぐには出てこないが、図面を見ていただくと分かるが、おそらく4分の1以下。

：カビの問題だけではなく、漆喰面が極端に劣化した高松塚を、現在の石室内の環境中で表面からの処置だけで修理を行うのは無理なのではないか考える。それが可能であれば、この30年間で対応はできたと思う。

：緊急対策として実施する冷却管による冷却と第4案を並行して実施できるのか。

：墳丘表層部になる冷却管は、発掘作業時に掘削に応じて取り外すことになるが、下部冷却管は、石室よりも1.5m以下に設置してあるので特段取り外す必要はない。

：石室を構成している凝灰岩は非常にもろくなっており、いつ崩壊してもおかしくはない。風化や劣化には可逆性はなく、一方向にしか進まない。よって、凝灰岩そのものを強化することが可能であれば、一度解体して強化する措置をとるしかないと思う。石室内で補強することは不可能である。また、緊急対策時には、地震対応として、加速度計や震度計を設置してほしい。

：発掘調査では、断層に亀裂が入っており、南海地震と結びついている可能性はあるという。地震対応は必要。

：断層等の発生の原因については、第4案を実施する際に行う発掘調査などによる様々なデータが出てくると思われる。

：将来、現地に戻すときには、地震対策は必要。

：湿度を下げると壁画の顔料の粉状化が生じるのではないかと懸念している。現在の湿度100%の状態では鮮やかな色彩を保っており、湿度を下げることによって、色褪せ等のリスクがあるのではないかと懸念している。

：壁面は現在の高湿度の環境下では手当ができない。高湿度で使用できる溶剤はトリクレンのようなものしかなく、昔は使用できたが、(発がん性が指摘されているため)現在の作業環境下では使用できない。そうすると高湿度で使用できる樹脂の選択肢が非常に少ない。取り出して壁画面を上にした場合には、選択肢が広がり、かつ、湿度を下げることによって、カビの面でも樹脂の選択の面でも非常に選択肢が多い第4案が適当と考える。指摘のあった顔料の粉状化は壁画の状態を見ながらじっくりと取組むことになる。

：特別史跡の価値を重要な要件として保存のあるべき姿を考えるとということ、壁画の根本的な修理、補強ができよう保存対策の必要性、カビ等の微生物で汚染された壁面の殺菌等、これら様々な要件を考慮した上で、検討会としては第4案を採るべきと考える。

上記検討が行われた結果、検討会として、恒久保存方針を第4案(石室を取り出して解体修理する方法)とすることが了承された。

以 上