

古墳壁画の保存活用に関する検討会
装飾古墳ワーキンググループ報告書（素案）

<目次>

1 装飾古墳の概要

(1) 装飾古墳について

(2) 装飾古墳の色料について

2 装飾古墳の保存・管理の現状

(1) 文化庁による装飾古墳の過去の調査研究について

(2) 装飾古墳の保存・管理状況の実態調査について

(3) 調査結果に見る装飾古墳の保護に関する課題と対策

3 装飾古墳の保存・管理の在り方について

(1) 文化財をとりまく環境

(2) 墳丘・石室の構造安定性

(3) 石室等の保存環境の調整

(4) 生物被害

(5) 塩類被害

(6) 古墳調査時及び装飾発見時の注意点等

(7) 保存管理の体制等

(8) 保存管理施設の設置及び改修

4 装飾古墳の活用の在り方について

(1) 保存と公開のバランス

(2) 情報公開

(3) 二次資料の活用

5 まとめ

[参考資料]

- ・高松塚古墳壁画・キトラ古墳壁画の色料について
- ・ひたちなか市の取組
- ・虎塚古墳の保存管理の現況
- ・熊本県の取組
- ・熊本県立装飾古墳館の取組
- ・熊本県立装飾古墳館が行う石材調査、環境調査
- ・福岡県の取組
- ・特別史跡王塚古墳の取組
- ・史跡造山古墳第五古墳（千足古墳）の取組
- ・福島県の取組
- ・史跡中田横穴の取組
- ・史跡清戸迫横穴の取組
- ・史跡羽山横穴の取組
- ・史跡泉崎横穴の取組
- ・受託事業報告書
- ・装飾古墳保護管理の当面の取扱いについて（昭和 50 年文化庁文化財保護部長通知）
- ・装飾古墳の保存・管理状況の実態調査の回答一覧
- ・文化財保護に関する特別交付税措置（平成 24 年度）
- ・装飾古墳の保存・活用に関する国庫補助事業一覧（平成 25 年度）

2 装飾古墳の保存・管理の現状

(1) 文化庁による装飾古墳の過去の調査研究について

ア 装飾古墳の委託研究

これまで、文化庁は装飾古墳の保護に関する取組を行ってきたが、その先鞭となるのが昭和44～46年度に行われた装飾古墳の委託研究である。

この研究は、多くの装飾古墳で永年の経年変化による退色が著しい状況が認められていることから、その原因を究明して抜本的な保存対策を樹立するため、保存科学的な調査を行うことを目的としていた。

その実施計画において、調査対象となったのが昭和27年に特別史跡に指定されていた福岡県桂川町の王塚古墳である。調査内容としては、①石室内温湿度の測定、②壁画の現状調査、③顔料の調査、④微生物の発生状況に関する調査であった。そして、調査の進展や必要に応じて研究会を開催することも委託内容の中に盛り込まれた。

そして、この研究を受託したのが佐藤敬二氏を会長とする「装飾古墳保存対策研究会」であった（表●参照）。この装飾古墳保存対策研究会には考古学のほか、保存科学や微生物学、気象学などの様々な分野の専門家が参加するなど、極めて学際的な性格を備えていた。また、この研究会の協力機関として、福岡県教育委員会、福岡県桂川町教育委員会、気象庁福岡管区気象台も参加している。

そして、昭和44～46年度の3か年にわたる調査の結果に関して、昭和50年に『特別史跡王塚古墳の保存－装飾古墳保存対策研究報告書－』（福岡県教育委員会）が刊行された。これは、現在でも装飾古墳の保護を考える上で必要なデータや詳細な分析がまとめられており、極めて重要な意義をもつ報告書といえよう。

イ 文化財保護部長通知「装飾古墳の保護について」

このような委託研究の成果がまとめられたことと軌を一にして、文化庁も、昭和50年に当時史跡指定されている装飾古墳について悉皆調査を行っている。その結果をまとめた上で、史跡指定されている装飾古墳がある11府県教育委員会に対して、昭和50年9月1日付け府保記第164号にて、文化財保護部長名で「装飾古墳の保護について」という通知文を発出した。また、同通知文は昭和50年10月13日付け（府保記第164号）で、史跡指定されていない装飾古墳がある14県教育委員会にも発出されている。

その内容としては、国指定の装飾古墳の管理状況調査結果等に基づき、当面の取扱いについて通知したものである。その全文については参考資料●に掲げたが、ここではその中で特筆すべき事項について触れておきたい。

まず、施設及び措置について「原則として、本来の状況に復元できるよう、遮蔽するものとすること」とし、そのための施設を整備するよう指示している。また、公開に関しても「原則として、展示施設及び各種資料、現地の説明板等で行うこととし、一定期間を除いて非公開」とし、「保護上必要な場合を除き、写真撮影は原則として禁止する」など、全体として厳正な保護措置を指示している。

また、管理団体に適切な保護管理要項の作成を求めるとともに、未指定の装飾古墳について指定の促進を薦め、更なる保護の進展を図ろうとしている。

そして、「模写、写真、実測図等の資料作成を促進すること」としており、その結果、現在も各装飾古墳で使用されているいくつかの基礎資料は、この頃に作られたものもある。

そして以後、この通知に基づいて装飾古墳の保護が図られていくこととなった。

(2)装飾古墳の保存・管理状況の実態調査について

前項からも明らかなように、文化庁では、従来より装飾古墳の保存対策に取り組んできた。そのような中、平成24年3月11日に発生した東日本大震災において、多くの文化財が被災し、福島県や宮城県等の装飾古墳についても被害が確認された。

このような状況を踏まえ、文化庁では被災県のみならず、全国の装飾古墳の保存管理状況を把握するため、国の史跡に指定されているものについて悉皆的な調査を実施することとした。

そこで、史跡に指定された装飾古墳のある1府13県の教育委員会に対して、平成23年12月2日付け23財記念第190号にて、文化庁文化財部記念物課長名で「装飾古墳の保存・管理状況の実態調査について」という文書を発出し、調査を依頼した。

調査の対象となったのは、1府13県に分布する57史跡(73基)の装飾古墳である。その一覧と調査結果については参考資料●に掲げたところであるが、ここではその内容について項目ごとに整理し、そこから現状の課題について言及することとした。

ア 装飾の種類について

第●章で整理されているように、装飾古墳はその装飾方法についておおむね3種類に整理される。すなわち、線刻で表現するもの、彩色で表現するもの、石棺等に彫刻を施すものである。装飾古墳によっては線刻及び彩色で表現するなど、その装飾方法が重複するものもある。

今回の調査では、線刻壁画をもつものが22基、彩色壁画が47基、石棺等に彫刻するものが11基、その他が4基となっており、彩色壁画が過半数を占めている。

イ 管理状況について

まず、保存・管理対策の有無については「対策あり」が71基で、「対策なし」が2基であり、おおむね保存管理対策がなされていることがわかる。

その保存管理対策の内容としては、保存施設・設備等の設置を行っているのが53例、管理職員・警備員等の配置が4例、定期的巡回の実施が48例、その他が23例となっている。したがって、主要な保存管理対策として保存施設の設置と定期的巡回が選択されていることがわかる。

装飾の点検の有無については、63基で「点検している」との回答が得られ、「点検していない」と回答したものは10基であるため、ほとんどの古墳で装飾の点検が行われているのが実情である。

点検者の種類については、専門職員が 53 例、一般の事務職員が 9 例、自然科学等の専門家が 16 例、その他が 5 例となっており、ほぼ 9 割の事例で、専門職員及び専門家によって点検が行われていることがわかる。

点検の頻度については、「毎日」が 1 例、「週に 1 ~ 複数回」が 3 例、「月に 1 ~ 複数回」が 22 例、「年に 1 ~ 複数回」が 36 例、「数年に 1 回」が 1 例であった。ここから、おおむね 1 年に 1 回以上は点検が行われていることがわかる。

点検の方法については、実際の目視によるものが 59 例、写真撮影を行うものが 21 例、温湿度測定が 21 例、その他が 10 例となった。このように、目視を中心としながらも、写真や測定による記録を残している事例が多い。

装飾古墳の保存管理について検討するための、外部有識者からなる委員会の設置については、設置しているのが 13 基、設置していないのが 60 基と、委員会の設置事例は決して多いとは言えない。

ただし、委員会が設置されていない場合における外部有識者からの助言等の状況については、「助言等あり」が 41 例、「助言等なし」が 19 例であり、何らかの助言等を受けている事例が大半を占める。

ウ 保存管理施設について

装飾を保護するための保存管理施設の内容については、石室の開口部周辺等に囲い柵（立ち入りを制限する囲い、柵等の遮蔽施設）を設けているのが 22 例、覆屋（屋根・壁等からなる密閉性の低い施設。素屋根、半密閉式施設）を設置しているのが 28 例、開口部・入口等に扉等（密閉性が低く、立ち入りを制限したり、日光の進入を避ける程度のもの）を設置しているのが 36 例、開口部・入口等に保存施設（一定の密閉性をもつ扉・ガラス壁・サッシ・建物等、温度・湿度管理機能をもつ密閉式施設）を設置しているのが 28 例、石室等の内部に保存施設を設置しているのが 13 例、その他が 13 例という結果が得られた。

装飾古墳によっては複数種類の保存施設を有している場合もあるが、今回の調査において、64 基は何らかの保存施設を有していることが明らかとなった。

これら保存施設・設備の設置時期については、「大正～戦前」が 7 例、「戦後～昭和 40 年代」が 43 例、「昭和 50～60 年代」が 29 例、「平成元～24 年」が 36 例であった。このように、古くから保存施設を設置して装飾古墳の保護が図られており、現在もその流れに変わりはない。しかし、昭和 40 年代以前のものに関しては、保存施設そのものの老朽化が問題となっている事例もある。

エ 装飾の公開状況について

装飾古墳の一般公開の有無については、「公開している」と回答したのが 51 基、「過去に公開していたが現在は公開せず」が 9 基、「公開していない」が 13 基であり、現在でも過半数の古墳は一般公開しているのが実情である。

公開の頻度については、常時公開しているものが 15 基、希望時のみの公開が 19 基、定期的に公開しているものが 14 基、その他が 3 基であった。公開は装飾の状態や環境などを勘案して行われることから、公開の頻度については様々である。

装飾の状況（自然劣化、損傷、毀損含む）に関する情報の公開については、過去に情報公開の事例があったのが 10 基で、63 基については情報公開の事例がなかった。多くの古墳において情報公開の事例がないのは、装飾の状況についておおむね変化が見られないことに起因しているが、問題等が生じた事例については、速やかな情報公開がなされていることがわかる。

オ 装飾の状況について

今回の調査では、装飾における色彩の薄れ、装飾面の崩落等の状況について、過去の状況と現状の問題点、今後予測される問題点について個別に質問を行った。以下では項目ごとに整理を行う。

(ア) 過去の状況について

これまで、具体的な変化や劣化に関する認識の有無については、「あり」が 35 基で、「なし」が 38 基と、約半数で過去の変化や劣化の認識があったことがわかった。ただし、「あり」と回答した 35 基のうち、33 基で既に何らかの対応がなされているとの回答も得ている。

変化・劣化の内容については、装飾の退色が 6 例、装飾を取り巻く環境の変化が 10 例、装飾が描かれている石材の変化が 1 例、生物による被害等が 19 例、古墳そのものの変化が 11 例、保存施設の変化が 1 例、人為的な変化が 2 例であった。ここから、環境や生物関係を原因とする事例と、墳丘などの遺構そのものの劣化が原因となる事例が多いことがわかる。

(イ) 現状の問題点について

各装飾古墳で、現在懸念事項とされている点については、装飾の退色が 1 例、環境の変化が 18 例、石材等に起因する問題点が 1 例、生物被害が 11 例、墳丘などの遺構そのものの問題点が 5 例、保存施設に関するものが 14 例、装飾の管理体制が 4 例、既に埋め戻しなど行っているために内部が確

認できないという懸念があるのが5例となっている。やはり、過去の状況と同じく、環境や生物関係が懸念される事例が多いが、保存施設の老朽化をあげる事例も一定数ある。

(ウ) 予測される問題点

今後、予測される問題点としては、装飾の退色を挙げるのが4例、環境の変化が10例、石材の問題が3例、生物被害が9例、墳丘などの遺構に関する問題点が4例、保存施設の問題が8例、管理体制の維持などの問題点が5例、内部が未確認であることを懸念するのが3件である。これらについて、現状の問題点とほぼ同じといえよう。

(3) 調査結果に見る装飾古墳の保護に関する課題と対策

以上、今回の調査結果について整理を行ってきたが、そこから明らかとなってきた装飾古墳を保護する上での課題を改めて提示するとともに、その課題に取り組むための対策についてまとめてみたい。

ア 装飾古墳の諸課題

まず、装飾古墳は装飾の表現方法によっていくつかの種類に分かれるが、現在史跡指定されている装飾古墳では彩色壁画が過半数を占めるという事実がある。しかも、線刻や彫刻をもつものに比べて、彩色壁画は劣化や変質の危険性が高い。そのため、まずは彩色壁画に関する適切な保存管理方法を検討する必要がある。

次に、装飾古墳に関する保存管理対策について、現状はおおむね何らかの対応がなされているといえる。そのため、今後は現状の保存管理体制を維持していくことが重要となる。その一環として、外部有識者による適切な助言等を受けるための仕組みを設けることも必要であろう。

そして保存管理施設については、やはり一部の施設で老朽化が問題点となっていることが明らかとなった。保存管理施設は装飾古墳全体の保護に極めて重要な役割を果たしているため、現在設置されている保存管理施設の点検やメンテナンス、改修に関する方法論を検討する必要があろう。

装飾古墳の公開については、装飾そのものの状態に左右されるため、一律な対応が難しい。装飾古墳の保護を優先して公開に制限を設けることも必要であるが、やはり文化財としての活用を考える上で、国民への公開は極めて重要である。このバランスを取りながら、対応していく必要がある。

装飾における変化や劣化については、実に約半数が過去に劣化の認識があったことが明らかとなった。劣化の原因としては、環境変化や生物被害を原

因とする事例と、墳丘や石室などの遺構そのものの劣化が原因となる事例が多い。これは、現状の問題点及び将来予測される問題点においても同様的回答が得られているため、個々の原因に基づく対応策と予防策を検討することが重要である。

イ 必要とされる対応策

以上の課題をもとに、本報告及び今後も検討していくべき対応策としては以下の5項目に集約される。

- ①適切な保存環境の調整
- ②適切な保存施設の設置及び改修に関する指針の作成
- ③生物被害、塩類被害等に関する予防策及び対応策
- ④適切な管理体制の確立へ向けた対策
- ⑤活用の在り方

このうち①から④等を第3章、⑤を第4章で検討し、第5章でこれらを総括することとした。

3 文化財を取りまく環境

(1) 文化財の保存環境

保存の立場から見た文化財を取りまく環境を「文化財の保存環境」と呼び、文化財を傷める劣化要因に従って環境を把握する¹⁾。劣化要因は表1に示すように分けることができる。

表1. 文化財の劣化要因

| | |
|---------------|--|
| (1) 溫湿度 | 温度・熱 湿度・水分 |
| (2) 光 | 目に見える光（可視光線） 目に見えない光（紫外線・赤外線） |
| (3) 空気汚染 | 屋外由来の汚染物質 室内由来の汚染物質 |
| (4) 生物 | 微生物（カビ、酵母、バクテリア） 動物（昆虫、鳥、ほ乳類） 植物 |
| (5) 振動・衝撃 | |
| (6) 火災・地震・水害等 | |
| (7) 盜難・破壊 | |

表1に示した劣化要因は博物館・美術館などに置かれた文化財を念頭にしたものであるが、装飾古墳保存管理施設でも公開・活用を考えれば、その設計・建築や管理に当たって検討することが必要である。

ア 文化財の劣化要因と装飾古墳管理施設

(ア) 溫湿度

一般に温度や湿度が高ければ文化財の劣化は早く進み、逆に乾燥しすぎても亀裂や剥離が生じるので、屋内にある文化財の保存については温度20°C前後、相対湿度60%RH前後が推奨されている。

装飾古墳は外気の影響を強く受けるのでそのような設定はできないが、温湿度の安定に十分な注意を払い、できるだけ変化の少ない温湿度に保つようとする。特に公開に当たっては、入室者からの熱や水分が石室に大きな影響を及ぼすので、石室内の温湿度の変化に注意し、必要に応じて入室者の人数や時間を制限する。また、装飾古墳内は湿気が高くカビなどによる被害が起きやすいが、雨水や地下水が浸入していると水に溶けている塩

類が壁画表面に析出して塩害を起こすこともあるので、水の浸入はできる限り防がなければならない。

(イ) 光

目に見える光（可視光線）は文化財を鑑賞するために必要であるが、明るすぎると染織品などに退色を起こすので、明るさ（照度）と時間を制限する必要がある。目に見えない光である紫外線は可視光線以上に退色を起こしやすいので、展示には紫外線を出さない照明が用いられる。また、文化財の表面温度の上昇を避けるため赤外線を出さない照明が展示に利用される。

装飾古墳管理施設では博物館・美術館のように常時照明していないが、照明器具からの発熱があると点灯中に石室内の気温が上昇し、消灯した時に気温が降下して観察窓や壁面などに結露を生じさせ、カビ発生の危険を高める。また、湿気た場所で長時間照明していると光合成を行う藻類が表面を覆うなどの問題も起きるので、発熱の少ない照明を用いて必要最小限の照明を行うべきである。

(ウ) 空気汚染

空間の清浄度を制御するために、空気汚染を汚染物質の発生原因が屋外にあるか屋内にあるかによって分ける。屋外の汚染物質の代表的なものとして、硫黄酸化物や窒素酸化物が挙げられる。室内汚染物質は主に建材や内装材などに由来するものでアンモニア、酢酸、ホルムアルデヒドなどがあり、金属の鏽や顔料・染料などの変色や退色を起こす。博物館・美術館では、室内汚染物質は文化財により近いところで発生・滞留するために、屋外の汚染物質より危険が大きいとされる²⁾。また、ホルムアルデヒドなどの揮発性有機化合物(VOC)は人にアレルギーを引き起こし、シックハウス症候群の原因物質もある。

装飾古墳管理施設でも施設を新設・改修した時にコンクリートなどから汚染物質が発生し、湿度が高いためにいつまでも施設内に滞留する恐れがある。また、施設内で多量にカビが発生すると異臭が生じるだけでなく、カビの胞子が室内に多く浮遊して人にアレルギーを起こす危険も高くなる。更にカビを殺菌するために薬剤を用いると、薬剤が壁面や土中に残り、それが処置後に蒸散して入室者の健康に悪影響を与えることがある。その他、装飾古墳の公開日などで狭い室内に多くの人が長時間滞在すると、二酸化炭酸濃度が高くなつて気分が悪くなる人が出ることにも注意すべきである。

(イ) 生物

博物館・美術館の文化財に加害する生物として、カツオブシムシ、シバンムシなどの文化財害虫やアオカビ、クロカビなどのカビが挙げられる。いずれも温度と湿度が比較的高いところで発生しやすいので、被害を防ぐにはまず温度と湿度を適切に管理して、被害が起きていないか施設と文化財をこまめに点検することが大切であり、被害が生じた場合には必要に応じて殺虫・殺菌などの処置をする。

装飾古墳が受ける生物被害としてはカビによる被害が多く、中でも湿気の高いところで生育するクロカビやアカカビなど好湿性カビ（相対湿度95%以上で発育）に分類されるカビの被害が多い。この他、水分が多いと放線菌などバクテリアによる被害や、照明されている箇所では藻類が発生して表面を覆うなどの被害が生じる。

この他、冬期に施設内が外界に比べて暖かく住みやすいために、カメムシやカマドウマ、ヤスデ、ゲジなどの虫が大量に発生することがある。

(オ) 振動・衝撃

振動・衝撃による文化財の被害は主に文化財を輸送する際に起きるが、装飾古墳のように屋外にある文化財の場合でも、周辺の工事や車両による振動の壁画面への影響などが懸念されることがある。例えば北海道余市町にあるフゴッペ洞窟ではすぐ脇に線路が通っているために、保存管理施設の建設に際して列車が起こす振動の壁面への影響を調査した³⁾。

(カ) 火災・地震・水害等

平成7年の阪神淡路大震災、平成23年の東日本大震災に代表されるように、博物館・美術館では地震や水害への対策は喫緊の課題となっていて、館を新しく建てる際には建物の立地場所から検討する。装飾古墳管理施設ではそのようなことはできないが、最低限、保存施設の耐震性を確認することが必要である。また、地震や大雨、台風の後に、墳丘の上の樹木の倒壊、地山の亀裂、盛り土の崩壊や流出、石室の水没などが起きていないか見回りを行うことも必須である。この他、装飾古墳管理施設は無人の場合が多いので、漏電や放火などによる火災の発生も考慮して防火に努めなければならない。

(キ) 盗難・破壊

諸外国では盗難・破壊による博物館の文化財の被害はしばしば起こっているが、わが国では少ない。ただ社寺が所有する文化財の盗難は時折発生

していて、これに落書きなどによる被害を含めれば数は増える。装飾古墳管理施設でも、いたずらなどによる被害が起きないよう管理する必要がある。

イ 大地とつながった文化財の保存対策

装飾古墳など大地とつながった文化財は博物館・美術館にある文化財と違い、外界の気象条件や地下水・雨水の影響を強く受ける。その結果、カビ、バクテリア、藻類、地衣類の生育や塩類の析出が起きやすいが、これらの問題には多くの劣化要因が関係しているので、個別に対策を立てて解決できるわけではない。問題の解決には季節を通じた観察と、温度、湿度などのデータに基づいた丁寧な検討が必要である。ここでは参考として福島県南相馬市（旧小高町）にある薬師堂石仏の保存対策を挙げる。

国指定史跡である薬師堂石仏は、岩窟に6体の浮き彫りと2体の線刻された石仏があって、木造の覆屋で覆われている。現在、石仏の表面はほとんど剥落し、析出した塩類で白く覆われている（写真1）。調査するまで石仏の劣化は主に塩類が析出したことによる風化が原因と考えられていた。しかし一年を通して調査した結果、塩類の析出だけでなく石仏に含まれる水が冬期に凍

結して、石の表面を剥落させることも明らかになった⁴⁾。そこで凍結破壊を防ぐための保存対策として、覆屋の断熱性を高めて覆屋内の気温が氷点下にならないようにすることと、覆屋の屋根の上にもう一つ、岩窟のある小山の尾根をまたぐように二重屋根を新たにかけ、裏山からの雨水の浸入を減らすこととした。



写真1. 史跡薬師堂石仏

保存工事の結果、覆屋内の気温は冬期でも氷点下にならず、裏山からの水の浸入も減って目立った凍結破壊は起こらなくなり、塩類の析出も少なくなった。しかし工事の都合上、断熱のための覆屋の密閉工事を、水の浸入を防ぐ二重屋根設置工事より先に行なったために、覆屋内の湿度が一時的に高くなり覆屋の一部にカビが発生した。このように文化財の劣化要因は互いに関係し合っているので、一つを解決しても新たに他の問題が起きることがある。保存対策を立てる時は、複数の工事をどの順序でいつ行うかよく検討することが必要である。

ウ 異常時や過去の被害の形跡にも目を向けた保存管理対策

装飾古墳のように大地につながった文化財の保存では、文化財を取りまく外界の気象条件や地下水・雨水によって、文化財がどのような影響を受けているか知ることが重要である。そのためには平常時の様子を観察して判断するだけでは問題点を見過ごす恐れが大きい。年間を通してデータを収集し、大雨や台風などの異常時の状況や、過去に起きた被害の形跡なども手がかりにして、長期的な保存管理対策を考えるべきである。

引用文献

- 1) 三浦定俊・佐野千絵・木川りか：文化財保存環境学，朝倉書店（平成 16 年）
- 2) 佐野千絵・呂俊民・吉田直人・三浦定俊：博物館資料保存論－文化財と空気汚染，みみずく舎（平成 22 年）
- 3) 田治米鏡二・五十嵐亨・笹谷努・殿内啓司・長能正武：余市フゴツペ洞窟の振動測定，北海道大学地球物理学研究報告，24, 189-196（昭和 45 年）
- 4) 三浦定俊・西浦忠輝：史跡・薬師堂石仏における凍結破壊の発生，保存科学，27, 5-12（昭和 63 年）「装飾古墳の保存・管理のあり方について」

(2) 墳丘・石室の構造安定性

ア はじめに

石室内部に装飾を有する古墳の墳丘と石室の構造を安定的に保全するためには、墳丘部の変形や崩壊に関わる力学的な安定性、雨水や地下水の浸透に関わる水理学的安定性、外気温の変動に対する熱的安定性の3つの要素を考慮する必要がある。表-1にその概要を示す。

表-1 墳丘の保全に際して考慮すべき諸条件

| | 考慮すべき事象 | 採るべき対応策 |
|---------|----------------------------------|--------------------------|
| 力学的安定性 | 表層部分の土壤化、自然災害による破壊、人工的削剥や盗掘による破壊 | 構造的安定を確保する墳丘盛土の十分な強度、耐震性 |
| 水理学的安定性 | 墳丘内部の亀裂や水みちの存在による石室への雨水・地下水の浸入 | 墳丘内部の浸透特性の把握と制御 |
| 熱的安定性 | 墳丘が失われることによる過度の温湿度変化、結露や微生物被害 | 墳丘による断熱性評価と内部温湿度制御 |

石室は1つの石材をくりぬいたものや複数の石材を組み合わせたものが考えられるが、潜在的な節理面に沿ったひび割れの発生、地震などの衝撃力によるひび割れ、組み合わせ石材の場合には接合部のずれや圧壊といった現象が起こりうる。石室を覆う墳丘については、通常砂質系の土で構築されているため、降雨や地震による変形と崩壊の可能性は不可避である。現代のような締固め用の重機がない時代の墳丘は搗き棒や踏み固めによる締固めによって構築されている。したがって、ある程度の密度と強度を有する構造にはなっているが、降雨や地震といった自然外力の大きさに耐えうるかどうかが安定的に構造を保つことができるかどうかの分かれ目となる。

墳丘内部における水分移動については、土の透水性（水の通しやすさ）という性質が支配要因となる。同じ土であっても密度が高くなると土粒子間の隙間が少なくなって水は流れにくくなる。また、粒径の細かい粘性土を含む土質になると透水性は格段にさがり、内部への浸透は起りにくくなる。一方で粘土分が多くなると構築時に締固めがしにくくなり、強固な構造物は構築できないという問題が起こる。また、良質な土を使って丁寧に構築しても、木や竹の根が土中に侵入したり、地震や乾燥収縮によって墳丘内部に亀裂が発生する。こうした亀裂が進行して水みちと呼ばれる割れ目ができてしまうと、水は選択的にその部分を通って土中深くまで到達し、石室内部への浸入という内部装飾にとって極めて危険な環境が形成されてしまう。

土中の空間における温湿度環境は、日照や降雨という外力に大きく影響される。石室が剥き出しになっている状態と断熱効果のある土で構築された墳丘に覆われている場合とでは、同じ外力を受けても石室内部は異なる温湿度

環境となる。理想的には墳丘層厚が大きければ外界の影響は受けなくなるが、内部に石室を有する古墳の場合、必ずしも十分な層厚を有しているわけではない。一方土はある程度の水分を保持しており、雨水、地下水からの水分供給を受けるので、土中にある密閉空間内部はほぼ湿度が100%の状態になっている。したがって、石室内温度が変化することによって結露が生じ、カビや微生物の発生トリガーとなる危険性がある。墳丘を修復したり、失われた部分を再構築するような場合、土の熱的性質を把握して内部空間にとって望ましい状態に近づけるという理念をもってあたるべきである。

イ 墳丘の強度と安定性評価

土を撒きだして締め固めることによって構築されている墳丘の力学的な安定性を評価するためには、まず墳丘を構成している土自身の強度を把握する必要がある。一般に物質の強度は破壊するときのせん断強さで規定されるため、対象とする土の供試体を壊すことによって測定することになる。しかしながら、文化財としての墳丘を容易に破壊することはできないため、実質非破壊とみなされる試験を適用しなければならない。現在、こうした目的のために用いられる試験法として、針貫入試験が有効とされている。針貫入試験は、昭和55年土木学会「軟岩の調査・試験の指針」¹⁾に「針貫入試験法」として上げられている。針貫入試験機の機構概要を図1に示す。試験は先端の貫入針を対象物に貫入することによって行う。貫入力P(N)はスプリングの圧縮によって発現し、スピンドルの変位量(=スプリング圧縮量)から換算して求める。針貫

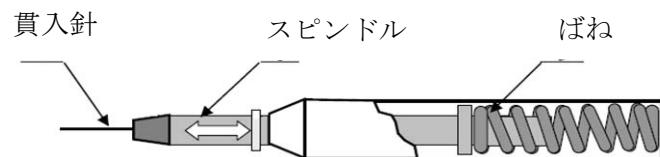


図-1 針貫入試験機の構造模式図

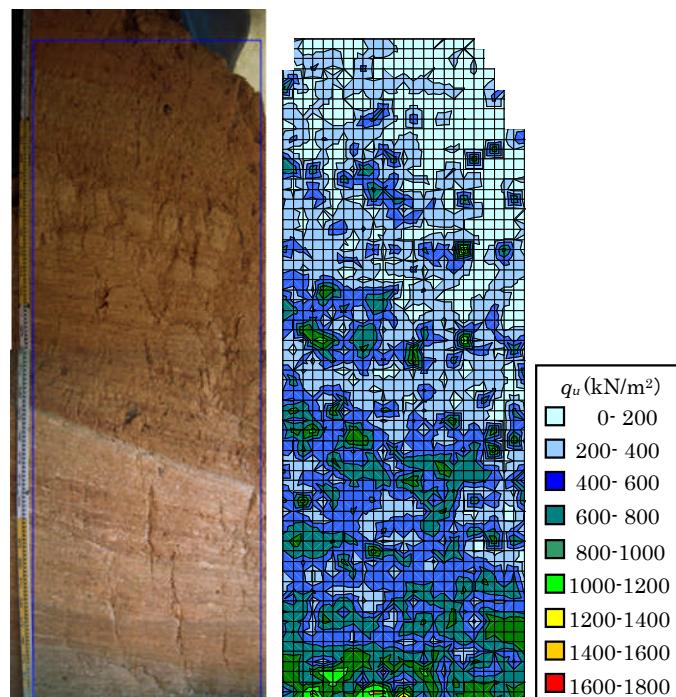


図-2 針貫入試験による高松塚古墳墳丘面の強度分布測定の一例²⁾

入試験は、貫入が停止した時の貫入力 $P(N)$ とその時の針貫入量 $L(mm)$ 又は、針の貫入量 L が最大の 10mm になった時の貫入力 $P(N)$ のいずれかを用いて針貫入勾配 $\square\square = P/L$ (N/mm) を算定する。針貫入勾配と一軸圧縮強さ $q_u(kN/m^2)$ の関係を事前に較正試験によって求めておけば、墳丘断面において貫入試験を行うことによって対象物を破壊することなく換算された土の強度を得ることができる。図-2 に高松塚古墳南側墓道部東壁版築における針貫入試験結果の一例²⁾ を示す。

こうして得られる土の強度は墳丘が種々の外力を受けた時にその構造を安定に保つことに寄与することになる。墳丘の安定性は墳丘を破壊する方向に作用する外力と墳丘土の保持する強度との相対的な関係によって規定されることになる。すなわち、安全率 F_s は、 $F_s = (\text{墳丘の強度}) / (\text{外力によって墳丘に発生するせん断応力})$ で表すことができる。定義より明らかなように、 F_s が 1 を切ると破壊が生じることになる。

降雨時に雨水が墳丘に浸透し、土中の水分量が増加すると土全体の質量が大きくなる。一方水分量が増大すると土の強度は低下するため、土構造物の安定性は急激に低下する。

図-3 は降雨時に墳丘の安定性が低下するメカニズムを模式的に示したものである。墳丘の強度を把握することによって、外力を受けた場合の安定性評価が可能となり、古墳の保全に寄与する情報を得ることができる。

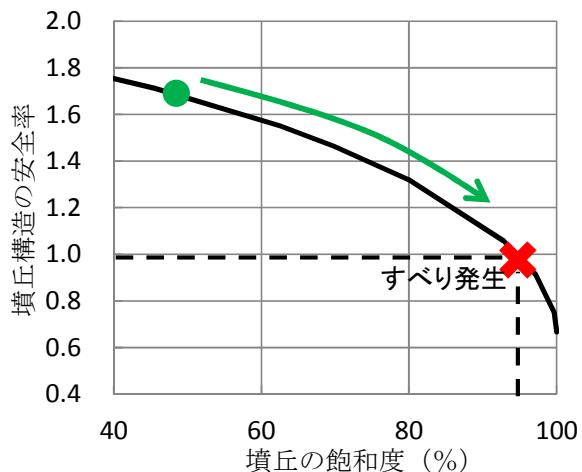


図-3 降雨浸透に伴う墳丘飽和度の上昇と構造不安定化

ウ 墳丘内部の水分移動について

土は土粒子実質部分と粒子間隙から成る構造を有しており、地下水位より上では粒子間隙は空気と水が併存する不飽和状態となっている。降雨によって地表面から雨水が浸透したり、地下水が上昇したりすることによって墳丘内部に水分移動現象が起こる。この外界からの水が石室に及ぶようになると内部壁面の泥水による汚れやカビや微生物の繁殖といった被害の要因となる。このため、墳丘の透水性を把握し、外部からの水が石室近傍に流入しないような構造を確保することが装飾古墳の保全にとって非常に重要となる。土の透水性を調べる場合、土試料を採取して室内透水試験を実施するこ

とになる。一般に墳丘に用いられるような締め固めやすい細粒分混じりの砂質土の場合、 $10^{-3} \sim 10^{-4}$ cm/s 程度の透水係数（水の流れやすさを示す値）を有しているが、飽和度が低くなると透水性は低下することが知られている。一方、土粒子間隙に水と空気が併存している状態では、表面張力に起因する吸引力（サクション）が発生する。サクションは土の種類、同じ土であっても密度や含水比によって変化するため、例えば既存の墳丘に復元のために人工的な盛土をすりつけるような場合、同じ土を使って復元土と既存墳丘とはできるだけ同じ密度、含水比にすることが望ましい。なぜなら、性質の異なる土の境界部では、強度の違いによるすべりの発生、サクションの違いによる水分移動が生じるため、浸透した雨水が墳丘の内部、石室に向かって浸透することも起こりうる。図-4は不飽和度のサクションと含水率の関係を示したものである。土の種類によって含水率とサクションの関係は異なる。例えば既存墳丘を I、復元墳丘を II とする。現在 I が A、II が B の状態にあると境界の水分はサクションの強い I に向かって浸透することになる。これば内部の石室にとては良くない状態であり、復元土として II を用いる場合は、I とサクションが同等となる含水率にして盛土を構築することが望ましい。一方、サクションを同等にするために水分量を変化させると締固めにとって不適切な含水率となってしまうこともあり得る。その場合は復元土を適切なものに換えることも選択肢となる。

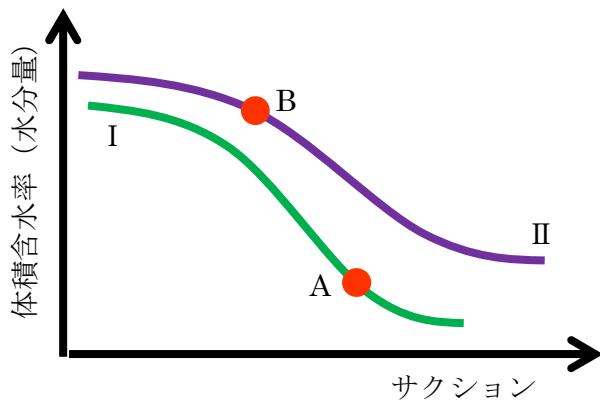


図-4 不飽和土の水分保持特性の模式図

エ 土の熱的性質の評価と土中空間の温湿度環境

石室のような土中空間の温湿度環境は周囲を取り囲む土の墳丘の熱的性質によって支配される。高松塚古墳では石室天井の上部に約 2.5m の厚さの墳丘が存在している。外気温の変化は日単位で起こると同時に年単位でも周期的に起こる。材料には固有の熱伝導率があり、土と水、金属ではそれぞれ異なる値を有している。高松塚古墳の石室内部の温度は外気温に比べて変動幅は小さく、位相が約 3 か月程度遅れている³⁾。すなわち、外気温の最高、最低値はそれぞれ 8 月と 2 月に記録されるが、石室内部では 11 月が周期変動の中で最高値となり、5 月が最低値となる³⁾。この外気温と石室内部の温度変化の絶

対値と周期変動の位相のずれは石室まわりに墳丘が存在することによって生じている。福本⁴⁾は直径 20cm, 高さ 50cm の円筒土槽に墳丘で用いられている土を所定の密度で詰め、所定の深度に温度計と水分計を設置し、上端に所定の温度を周期的に与え、地中温度の変化を測定した。その結果、熱源に近い浅部ほど与えた温度近くまで上昇し、反応時間も短いことを報告している。熱源からの距離が増大するとともに温度上昇幅は小さく、反応時間が遅くなつて位相のずれが大きくなる。この結果から墳丘土の熱伝導率が計算でき、この値は石室内部の温湿度変動解析の入力値となる。また、土の熱伝導率は乾燥密度、含水比、飽和度に依存することがわかつており、これらの諸変数との関係を明らかにすることによって、墳丘をどの程度の水分量で、どの程度締め固めれば、内部石室の温度変動がどの程度制御できるかを評価することができる。日田市のガランドヤ古墳において、剥き出しの石室を保護し、周囲を墳丘で覆う形で復元するにあたり、用いる土の熱伝導率を試験によつて求め、必要層厚を算定している⁴⁾。このように、土中空間の温度環境を積極的にコントロールし、内部の装飾や石材を保全することができる。

才 おわりに

装飾古墳の墳丘と石室の保全を考えるにあたり、土や岩石といった地盤材料の力学的安定性を確保し、雨水や地下水の墳丘への浸透と土中の移動を制御し、石室内部の温度に対する外気温変動の影響をなるべく小さくすることによって古墳の安定性を保持することができる。そのためには、古墳を構成する墳丘や石室石材の強度を正確に把握することが重要である。破壊を伴う改変を許さない本質非破壊の原位置試験としての針貫入試験が有効に活用されてきた。強度を把握することにより、古墳に作用する外力によって動員される地盤内応力との相対的な関係から力学的安定性を評価することができる。水分移動制御については、土の含水率とサクションの関係を把握することが重要である。これにより、たとえ水が墳丘内に浸透したとしても、石室に向かわないように制御することができる。また、土の断熱効果をうまく活用し、石室周りの墳丘による石室内温度を制御できれば、結露やカビの発生という石室内部の装飾に悪影響を及ぼす事態を防止することができる。

参考文献 :

- (1) 土木学会 : 軟岩の調査・設計の指針(案) -1991年版- (平成4年)
- (2) 三村 衛・吉村 貢 : 高松塚古墳墳丘の地盤特性と石室解体に対する安定性評価、地盤工学会誌、第58巻、第8号、pp.78-85 (平成22年)
- (3) 三浦定俊・石崎武志・赤松俊祐 : 高松塚における30年間の気温変動、保存

科学, 第 44 号, pp.141-148 (平成 17 年)

- (4) 福本惣太：石室環境保全に求められる復元墳丘の性能に関する基礎的研究,
京都大学修士論文 (平成 24 年)

(3) 石室等の保存環境の調整

ア はじめに

装飾古墳の保存環境は、装飾の劣化の進行速度を大きく左右するため、これを適切に調整する必要がある。ここでは、装飾古墳の石室等の環境調整の目的、その環境に影響を与える因子、その温湿度環境の特徴について整理し、石室等の装飾古墳の劣化現象と環境の関係について述べ、装飾古墳のための環境調整の方法について述べる。

イ 装飾古墳の環境調整の目的

装飾古墳は、装飾の他、石室、墳丘などの遺構があり史跡としての様々な価値が含まれている。史跡として守るべき対象を明確にした上で、保存と公開については、以下のような環境調整が行われることが望ましい。

- ・装飾古墳の劣化の進行が加速されない。
- ・保存を前提として、維持管理者・見学者の健康が害されず、装飾等の観覧ができる。

表1 装飾古墳の環境調整の目的と対象と関係因子

| 対象 | 制御の目的 | 関係因子 |
|---------------------|-------------|------------------------------|
| 人 | 温熱環境・空気質の維持 | 温湿度、CO ₂ 濃度等、浮遊菌等 |
| 装飾 | 劣化進行抑制 | 温湿度、結露、乾燥、栄養、光等 |
| | 見え方 | 湿潤・乾燥状態、光等 |
| 装飾以外の遺構 (石材、盛土等) | 劣化進行抑制 | 温湿度、結露、乾燥、栄養、光等 |

ウ 装飾保管空間の温湿度の特徴

(ア) 装飾古墳施設の各部名称の説明

現地にある装飾古墳は、保存のための施設を有しているものから、屋外に露出する形のもの、さらには埋め戻されているものまで様々な形態で現地保存されている。この他には現地から移設され、博物館等の環境に置かれているものもある。ここでは、現地にある保存施設を有している装飾古墳を対象に保存施設の各部名称について整理する。図1に装飾古墳とその保存施設の各部名称を示す。

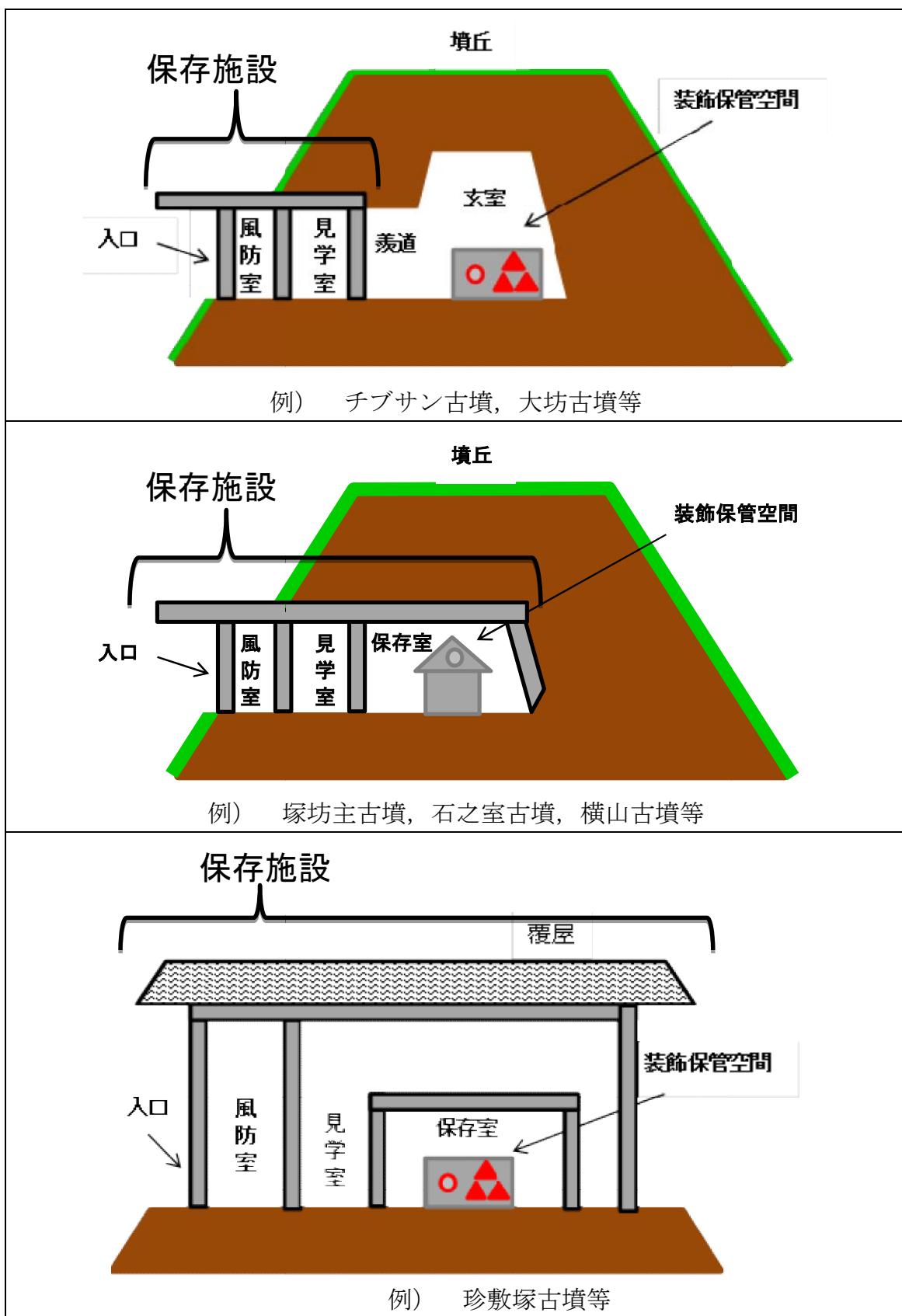


図 1 装飾古墳とその保存施設の各部名称

古墳の遺構として残っている空間については、そのままの名称を用い、保存施設として後から作ったものについては、図のような名称を用いる。

装飾が保管されている空間は、装飾保管空間と総称し、玄室、石室、羨道などなど装飾が残っている空間の他、後から装飾を保存するために造られた空間を保存室と呼ぶ。装飾保管空間の手前の部屋との間に、窓が設けられて内部の観察が可能な場合は、この部屋を見学室と呼ぶ。保存施設の外扉から入ってすぐの部屋は、外気の影響を防ぐ空間であり風防室と呼ぶ。ただし、この空間が見学室の機能を持っている場合は、風防室と呼ばず風防室兼見学室と呼ぶ。

(イ) 装飾古墳保管空間の環境に影響を与える要因

装飾古墳の装飾とそれ以外の遺構（石材、盛土等）の保存を考える場合、屋外の環境が装飾保管空間に与える影響を抑えるように調整することが必要であり、墳丘、石材等の遺構と保存施設とが組み合わさって、その調整の役割を担っているといえる。表2に装飾保管空間に影響を与える環境の因子をまとめた。屋外環境が保管空間へ与える影響は、墳丘等の土壤を通じた影響と、入口扉、風防室、見学室を通じた影響の二つの大きな経路がある。基本的に扉や空間をつなぐ扉、窓の気密性が低いと、内外の温度差や外気の風により、内部の温湿度は外の影響を受けやすくなる。以下でいくつか重要な要素について考えられることを述べる。

表2 装飾保管空間に影響を与える要因一覧

| 空間・場所 | 影響因子 |
|------------------------|---|
| 周辺環境 | 屋外環境（気温、湿度、日射量、夜間放射量、降雨量、風向・風速）、周辺の建物・植栽 |
| 墳丘 | 墳丘の有無、被覆条件、断熱・熱容量（土厚、断熱の有無）、墳丘の排水、防水層の有無、地下水位、土の種類・構成 |
| 覆屋 | 覆屋の有無、覆屋の構造、大きさ、屋根・壁・窓・床の構成、断熱性、気密性、換気口、換気扇・換気口の有無、空調の有無 |
| 入口 | 方位、庇、外扉（材料、断熱性、気密性） |
| 風防室（入口扉奥の部屋、見学室の前室） | 風防室の有無、保護室の構造、大きさ、見学室との高低差、内装、照明、空調の有無、風防室の内扉（材料、断熱性、気密性），入室 |
| 見学室（風防室を兼ねる場合は風防室兼見学室） | 見学室の有無、見学室の構造、大きさ、内装、照明、空調の有無、見学室の窓・扉・間仕切り（大きさ、材料、断熱性、気密性），入室 |
| 羨道・前室 | 羨道・前室の有無、大きさ、照明、入室 |
| 装飾保管空間（玄室・羨 | 大きさ、照明、入室 |

・墳丘等（土厚、被覆状況）

保管空間の周囲を土層など墳丘で覆われている場合、その墳丘の土厚と墳丘の被覆状況は、保管空間内の温湿度環境に大きな影響を与える。装飾古墳ではないが、例えば、図2に示すように大阪府高槻市にある闘鷄山古墳の第1主体（地面から天井までの深さ約2m）と、第2主体（地面から天井までの深さ約1m）の平成21年の石槨内の温湿度変動測定結果からは、第1主体では最高21.1°C、最低14.4°C、第2主体では最高23.8°C、最低11.9°Cとなり、温度振幅は深度の深い第2主体の方が大きく、土厚が大きい程、外部の温度変動の影響が小さくなることが分かる¹⁾。また内部湿度はいずれも90%以上の高湿な環境となっている。

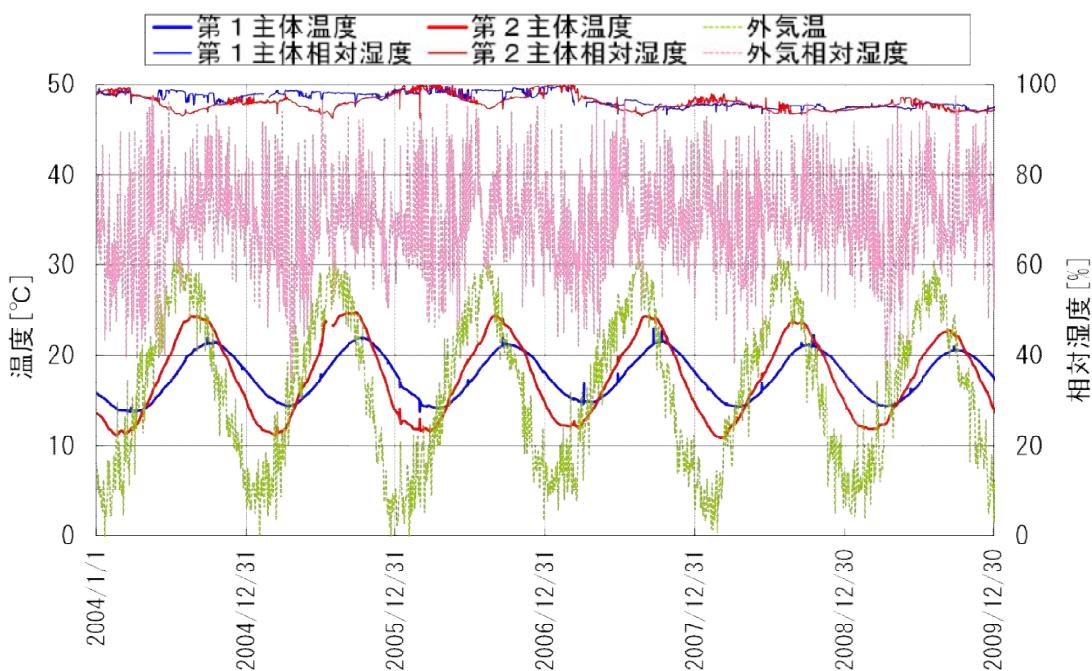


図2 闘鷄山古墳の石室内温湿度変動

また、墳丘の被覆条件は、内部の年平均温度、最高、最低温度に影響を与える。高松塚古墳の石室内のシミュレーション結果から、平成16年末頃には、竹林を伐採した後、墳丘上段に防水シートを設置し続けた場合は、墳丘の竹林を伐採しなかった場合より0.7°C高くなっている（図3）²⁾。この理由として、竹林の伐採による竹林の日射遮蔽効果と、竹林、土壤からの蒸散・蒸発による冷却効果がほとんど無くなることの方が防水シートの設置によって日射吸収が小さくなることより、大きく影響して、温度上昇が大きくなつたと考えられる。植生は、日射を遮蔽し、蒸散の効果もあるため、一般的には温度上昇抑制効果が期待できる（ただし、温度が上昇する場合もあり得る）。

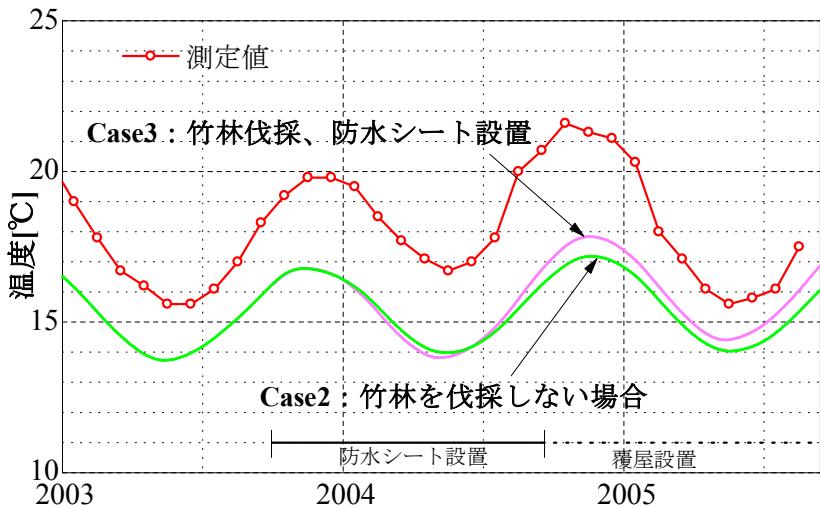


図3 竹林を伐採しない場合と、竹林伐採後防水シートを設置した場合の高松塚古墳の石室温度の計算値の比較

一方、墳丘が浸透性、保水性が小さいソイルセメントで覆われた場合は、年平均値、年最高値ともに高くなる。永安寺西古墳の平成22年の温湿度測定結果によると玄室の年平均値は21.3°Cと外気温16.6°Cより4.7°C高く、最高温度は、27.8°Cに達している³⁾。年平均温度が高くなる理由として、日射熱の吸収による温度上昇と、保水性が小さいため降雨後の蒸発冷却効果が期待できないことによる。

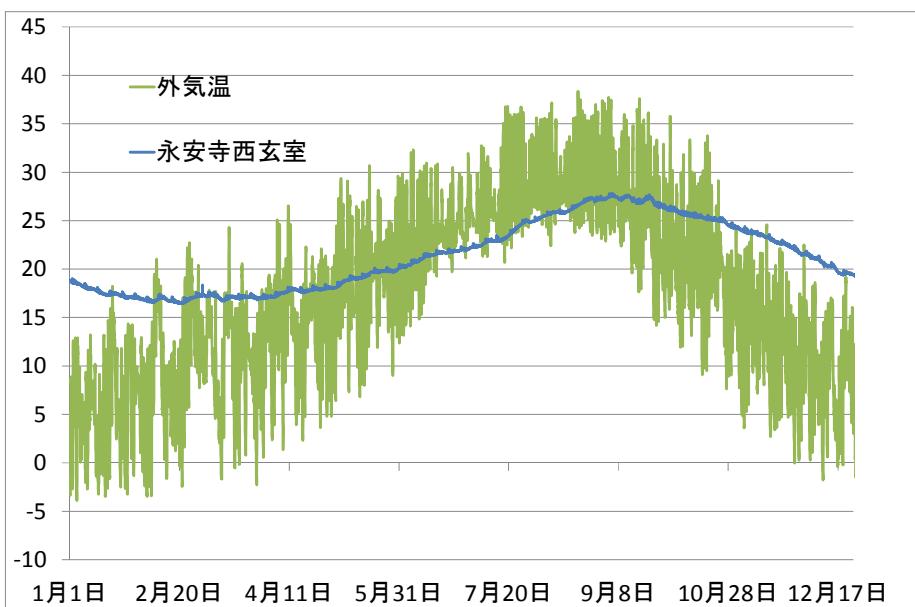


図4 永安寺西古墳の玄室の温度変動(平成22年)

墳丘の土厚が十分とれない場合は、墳丘に断熱材を挿入することも考えられる。上述の闘鷄山古墳の第一主体を対象に行った数値シミュレーションでは、地表面を断熱し、蒸発冷却効果を考慮し盛り土で覆った結果、年最高値は約4°C低下、平均値は18.6°Cから16°Cまで低下するという計算結果が得られている（図5）⁴⁾。

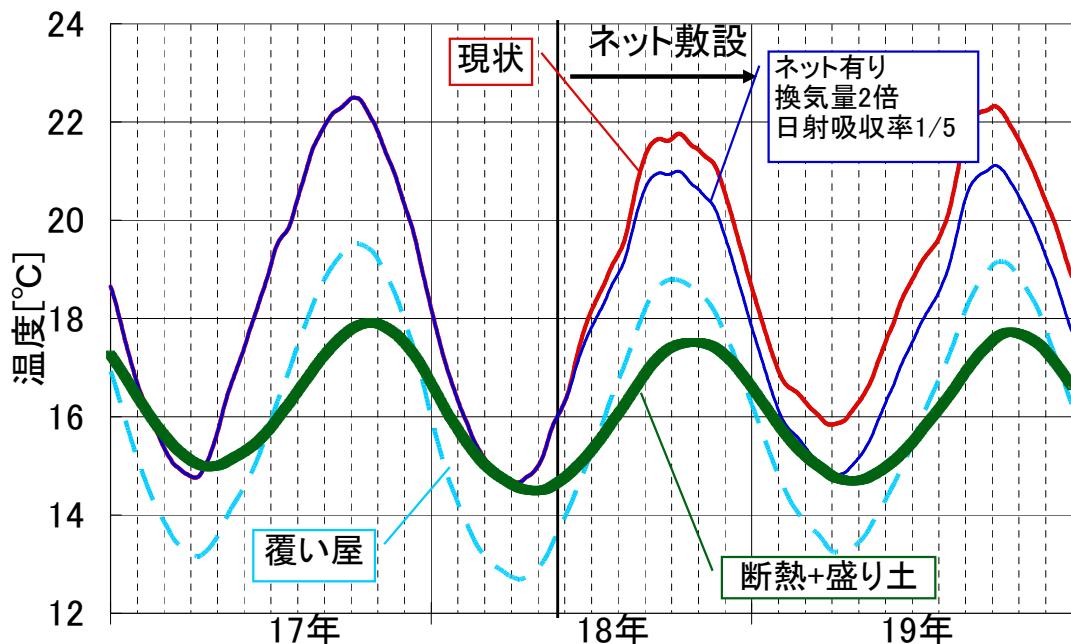


図5 闘鷄山古墳の墳丘被覆条件の違いによる第一主体室温の計算値の比較

・保管空間の断熱性

保管空間の周囲の断熱性は、保管空間の天井、壁、床を構成する石材、遺構や、墳丘等を形成する土壤、コンクリート、断熱材の断熱性の他、保管空間に隣接する空間の扉・窓の断熱性など様々な部位にわたる。特に保管空間と見学室の間の窓は断熱性が低くなりやすいため、夏期には見学室側の窓面で、冬期は保管空間側の窓面で、温度差により結露が生じる。特に保管空間側の結露は、装飾や盛り土等の部位からの蒸発水分が結露しているため、保管空間内部が閉じていたとしても内部空間の温度分布が原因となって結露と蒸発を繰り返している事が分かる。見学室側の結露は、見学空間のカビ発生の要因となるので、点検時・公開時には注意が必要である。

・保管空間の気密性

保管空間の気密性は、保管空間に隣接する部屋（見学室、風防室、羨道等）との空気のやりとりに影響を与える。隣接する部屋が外気とのやりとりが大

きい場合、自ずと保管空間もその影響を受けやすくなる。例えば、井寺古墳では、入口扉の気密性の低いことから、外気温湿度の日変動の影響を玄室は大きく受ける（図6、7）。

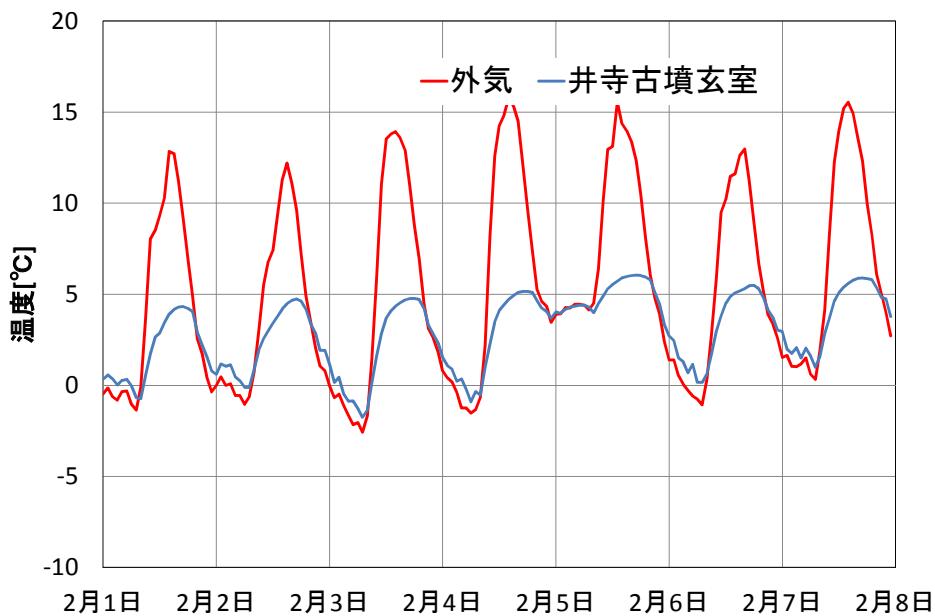


図6 井寺古墳玄室の温度変動(平成23年2月1日～7日)

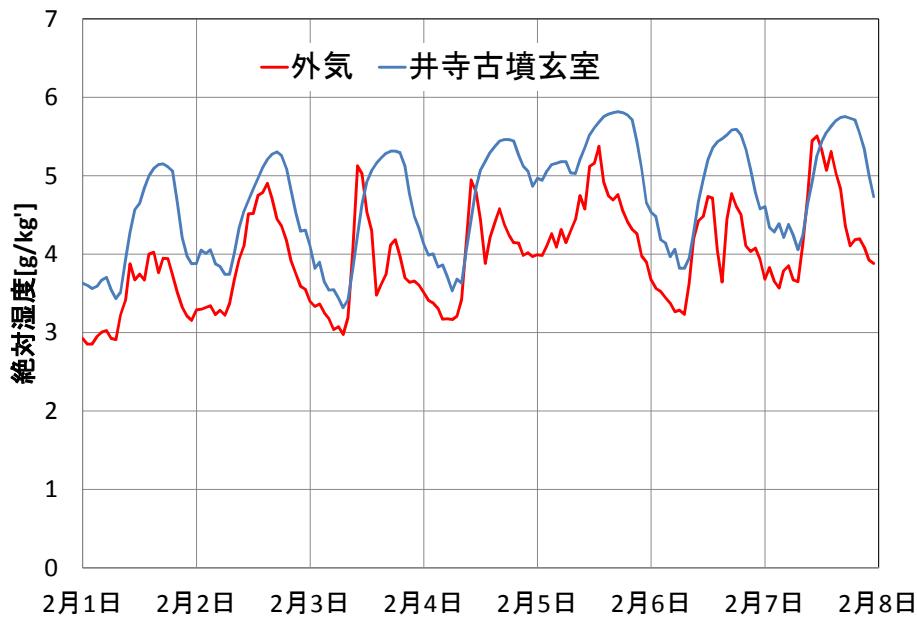


図7 井寺古墳玄室の絶対湿度変動(平成23年2月1日～7日)

・入室

保管空間に隣接する部屋（見学室、風防室、羨道等）への入室は、その空

間の温度、湿度を上昇させる。温度と湿度の上昇は、石室へも影響を与える。特に扉・窓の断熱性が小さく、気密性が低い程、その影響は大きくなる。保管空間に直接入室する場合、大きな影響を与える。例として、図8に、高松塚古墳の石室解体直前(平成18年)に連続して入室があった際の石室内温度の測定結果を示す⁵⁾。周囲の地盤が10°Cで制御されている状態で、5日間連続で入室があった状況であるが、前日の温度上昇の影響が加算されていく様子が見て取れる。つまり、入室によって石室内の温度は上昇し、熱が蓄積される。退室後に石室の温度は下がり、入室前の温度に近づくが、入室時間、頻度が多くなるとその蓄積により、石室の温度が徐々に上昇していくこともある。保管空間が小さい程、入室による保管空間の温度上昇は大きくなりやすくなるため、入室人数、時間、入室間隔について注意が必要である。

公開時の見学室も入室により温度上昇する。例えば、大坊古墳の平成23年秋季一斉公開時には、見学室が30°Cに達するまで温度上昇し、一斉公開前後で見学室が1°C近く上昇し、蓄熱が生じている。見学室の窓、隙間からの玄室への影響の他、説明者・見学者の温熱快適性の観点から、温度上昇を抑制する必要がある。その後、平成25年春季一斉公開時に見学室を外気に開放することで、温度上昇を抑制させる公開を検討し、0.1°C～0.4°C程度の温度上昇が抑えられていることが確認されている⁶⁾。この温度上昇を抑えることをより効果的に行うためには、外気が内部の温度より低いことを前提として、見学室と外気とで積極的な熱交換等を検討する必要がある。

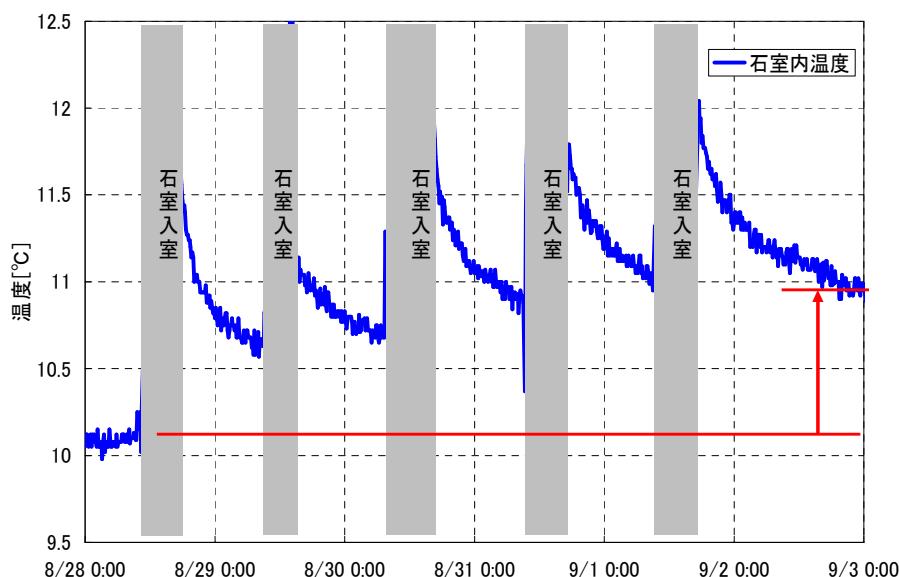


図8 高松塚古墳の平成18年解体前の石室入室前後の石室温度
(平成18年8月28日～9月3日)

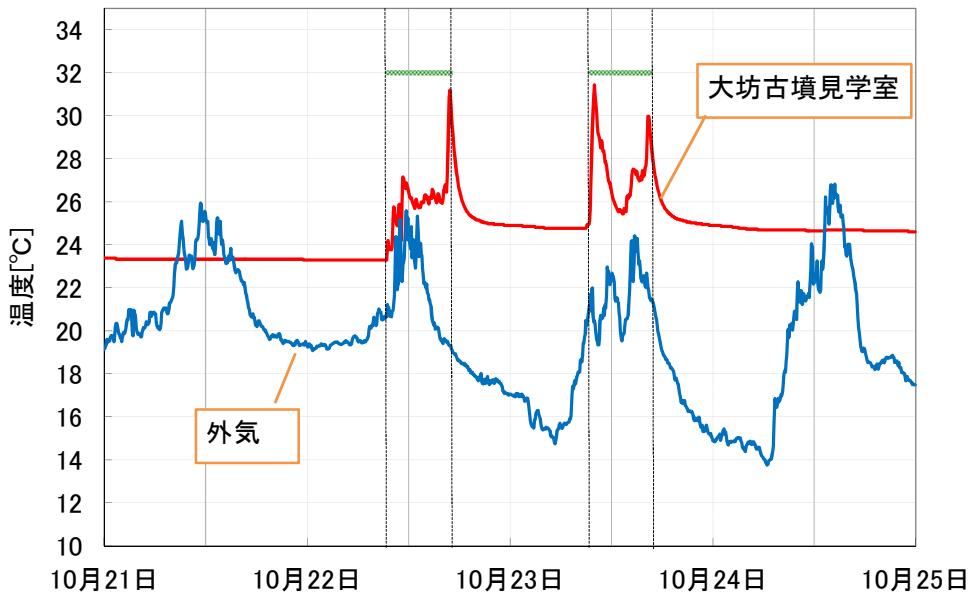


図9 大坊古墳の平成23年秋期一斉公開時の見学室の温度変動

・日射等気象条件の影響

古墳の周囲の外気は、保管空間内の環境を考える上で、大きな影響を持つ。装飾古墳の置かれている場所の外気条件をまずは知ることが重要であるが、これに併せて、自然災害（大雨、洪水）といったことや、温暖化や強い雨の増加といった気候変動にも留意することが必要である。また、保存施設を含めた古墳への日射のあたり方は、見学室や、保管空間の環境形成に大きな影響を与える。図3に、水平面および各方位の鉛直面の受ける日積算直達日射量を示す⁶⁾。図より夏期には水平面、東・西鉛直面、南面の順に日射が大きく、冬期には南面、水平面、東西面の順に日射が大きい。保存施設等の入口の方針に対しては、これらの特徴を踏まえ適切な日射遮蔽等の対策を講じる必要がある。対策の例としては、入口扉や壁面に庇（アーチカルバート含む）やルーバーを設けたり、樹木等の遮蔽物を設けることが有効である。

墳丘全体にあたる日射吸収による蓄熱の抑制に、芝生等の植生による蒸散による冷却効果を利用することも考えられる。ただし、植生の根が墳丘に損傷を与えたり、保管空間の石組みを変形させたりしないようにしなければならない。

特に、竹などの成長の非常に早い木の墳丘上の繁殖による保管空間への根の侵入には、十分に注意をする必要がある。

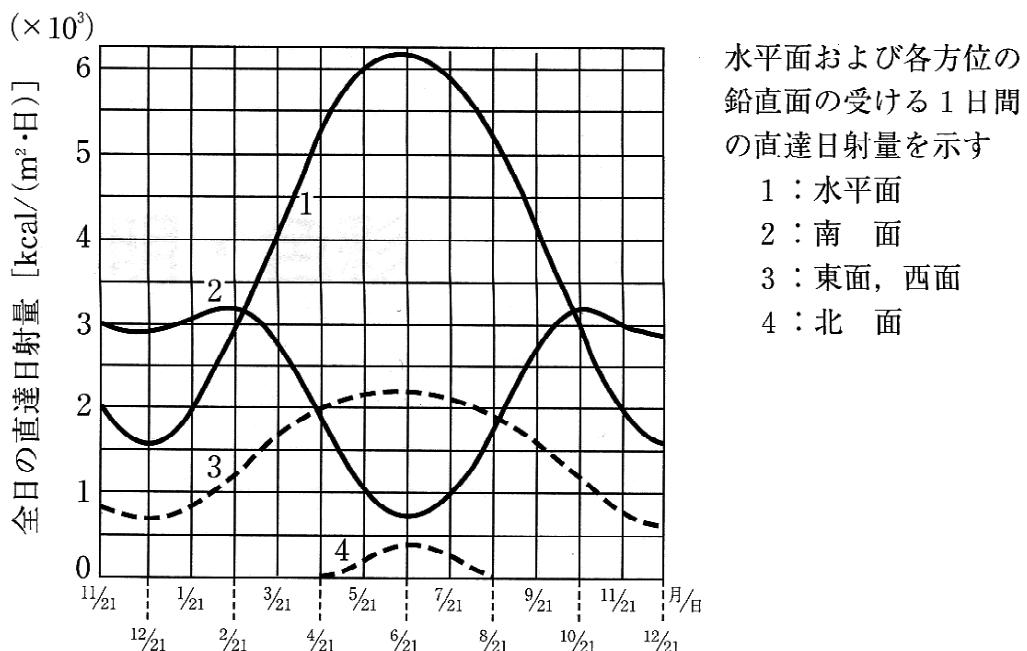


図4 水平面および各方位の鉛直面の受ける日積算直達日射量⁷⁾

H 装飾保管空間の環境と劣化現象

ここでは、装飾やそれ以外の遺構について生じる劣化現象における環境要因について取り上げる。装飾については、下地となる石材や、装飾顔料を想定しており、それ以外の遺構の石材、土壌等も考える。また、復元された墳丘や保存施設、覆屋なども検討対象とする。

(ア) 装飾の劣化現象と温湿度の関係

石材に描かれた線刻、浮き彫り、石材に描かれた彩色、またそれらが複合された装飾など全ての装飾に対して、劣化現象と温湿度の関係について以下の表に示す。

ただし、表の劣化現象は、装飾の描かれている材料の物理・化学的特性との関係から劣化につながる可能性がある現象として示している。石材の亀裂、浮き、剥離といった現象や、その除去が難しい析出塩類付着や、また顔料の流出は、装飾劣化の危険度の高い現象といえる。これらの発生には結露等による水分、乾燥が関係することが多い。カビ等、動物・虫等の糞、土砂等の付着物は、公開時の装飾の鑑賞のため除去する場合、石材の損傷、顔料の剥落などに注意を払う必要があり、発生を抑えることが望ましい。

表3 装飾の劣化につながる現象とその要因

| 現象 | 要因（環境条件、原因となる現象） |
|------------------------------|---|
| 亀裂、浮き、剥離 | 湿潤膨張・乾燥収縮、熱膨脹・収縮、塩類析出、凍結・融解 |
| 析出塩類による汚損 | 塩類、水、結露、湿潤・乾燥 |
| カルサイト析出による汚損 | 水酸化カルシウム（モルタル成分等）、水、二酸化炭素 |
| カビ等微生物による汚損 | 適温、高湿、結露、栄養（虫等の死骸、有機物の汚れ、合成樹脂、アルコール等）、外部からの持ち込み |
| 藻類・地衣類・蘚苔類による汚損 | 適温、高湿、水、結露、栄養、光（照明、日照） |
| 植物根付着による汚損 | 高湿、水、結露 |
| 土砂等の付着による汚損 | 結露水・浸透雨水の流下・落下 |
| 顔料の流出 | 結露水・浸透雨水の流下・落下 |
| 損傷 ^{*1} | 人・動物・物等の接触 |
| 動物・虫の糞等付着による汚損 ^{*1} | 動物・虫の侵入、穴、隙間 |
| 変色 ^{*2} | |
| 見え方の変化 ^{*3} | 湿潤、乾燥、結露、水 |

*1：温湿度とは直接関係しない。

*2：個々の彩色・石材の変色について、事象の整理と要因の分析が必要である。

*3：必ずしも劣化とは言えない。慎重に分析する必要がある。

(イ) 装飾以外の石材等の劣化現象と温湿度の関係

劣化現象と温湿度の関係について以下の表に示す。装飾以外の石材の劣化は物理的な劣化が主となり、亀裂、浮き、剥離が生じないこと、つまり湿潤・乾燥、凍結・融解の繰り返しが生じないことが最も重要である。

表4 装飾以外の石材等の劣化につながる現象とその要因

| 現象 | 要因（環境条件、原因となる現象） |
|-------------------------|---|
| 亀裂、浮き、剥離 | 湿潤膨張・乾燥収縮、熱膨脹・収縮、塩類析出、凍結・融解 |
| 析出塩類による汚損 | 塩類、水、結露、湿潤・乾燥 |
| カビ等微生物による汚損 | 適温、高湿、結露、栄養（虫等の死骸、有機物の汚れ、合成樹脂、アルコール等）、外部からの持ち込み |
| 藻類・地衣類・蘚苔類による汚損 | 適温、高湿、水、結露、栄養、光（照明、日照） |
| 植物根付着による汚損 | 適温、高湿、水、結露 |
| 動物・虫による汚損 ^{*1} | 糞等の付着 |
| 土砂等の付着による汚損 | 結露水・浸透雨水の流下・落下 |
| 損傷 ^{*1} | 人・動物・物等の接触 |

*1：温湿度とは直接関係しない。

(ウ) 遺構の盛り土等の劣化現象と温湿度の関係

劣化現象と温湿度の関係について以下の表に示す。遺構の盛り土等の保存を考える場合、亀裂、剥離、粉状化や石の隙間からの落下は、単に遺構の損傷だけではなく、玄室、羨道といった内部構造の劣化につながる可能性がある。これらの共通の大きな環境要因は、空間内の乾燥である。遺構の残りがよい場合、例えば玄室、羨道等の石組みが残り、そこが保管空間となり装飾を保存する場合、その空間は高湿が維持できるようにすることが望ましい。

表5 遺構の盛り土等の劣化につながる現象とその要因

| 現象 | 要因（環境条件、原因となる現象） |
|----------------------|---|
| 亀裂、浮き、剥離 | 湿潤膨張・乾燥収縮、塩類析出、凍結・融解、植物の根 |
| 粉状化 | 乾燥収縮、塩類析出 |
| 石の隙間からの落下 | 乾燥収縮、塩類析出 |
| 流出・浸食 | 浸透雨水・結露水の流下・落下 |
| 析出塩類による汚損 | 塩類、水、結露、湿潤・乾燥 |
| カビ等微生物による汚損 | 適温、高湿、結露、栄養（虫等の死骸、有機物の汚れ、合成樹脂、アルコール等）、外部からの持ち込み |
| 藻類・地衣類・蘚苔類による汚損 | 適温、高湿、水、結露、栄養、光（照明、日照） |
| 植物根付着による汚損 | 高湿、水、結露 |
| 動物・虫の糞等付着による汚損 *1 | 動物・虫の侵入、栄養 |
| 損傷* | 人・動物・物等の接触 |

*1：温湿度とは直接関係しない。

(エ) 墳丘・保存施設の劣化現象と装飾保管空間への影響

墳丘・保存施設で生じる劣化現象が装飾保管空間に与える影響について表にまとめる。

墳丘における大きな問題は、装飾保管空間への雨水等の侵入である。

保存施設は、墳丘と一体となった施設は、墳丘同様に雨水等の侵入に気をつけなければならない。また、扉、窓等は、パッキンのゴムの劣化、あるいは金属扉の場合は腐食により隙間が生じ、雨水や外気の侵入経路となる。保管空間内の結露、湿潤・乾燥の程度が大きくなる可能性がある。

表6 墳丘・保存施設の劣化につながる現象と装飾保管空間への影響

| | 現象 | 装飾保管空間への影響 |
|------|---------------------------------|--|
| 墳丘 | 亀裂 | 雨水侵入、熱容量・断熱性の低下、隙間からの外気の侵入、動物・虫等の侵入経路 |
| | 削れ、流出 | 雨水侵入、熱容量・断熱性の低下、隙間からの外気の侵入、動物・虫等の侵入経路 |
| | 防水層の劣化 | 雨水侵入 |
| | 断熱材の劣化 | 断熱性低下 |
| | 植物の成長 | 根による墳丘の亀裂、防水層の破れ、装飾保管空間への侵入、墳丘温度の上昇の抑制と促進 |
| 保存施設 | 屋根・外壁・扉・窓・換気扇・換気口・墳丘との取り合い部等の隙間 | 雨水侵入、断熱性低下、隙間からの外気の侵入、動物・虫等の侵入経路 |
| | 断熱材の劣化 | 断熱性低下 |
| | 構造体の劣化（木材腐朽、コンクリート中性化等） | 雨水侵入、断熱性低下、隙間からの外気の侵入、動物・虫等の侵入経路、保存施設の |
| | 構造体以外の劣化（扉の金属部の腐食等） | 雨水侵入、断熱性低下、隙間からの外気の侵入、動物・虫等の侵入経路 |
| | 空調設備（見学室）の劣化 | 入室時の見学室から保管空間への熱・湿気の流入、ダクト・熱交換器内のカビ等の繁殖と、見学室内への胞子の飛散 |

オ 装飾古墳のための環境調整

(ア) 方針

イで述べたように、装飾の保存と公開については、以下のような環境調整が行われることが望ましい。

- ・装飾古墳の劣化の進行が加速されない。
- ・保存を前提として、維持管理者・見学者の健康が害されず、装飾等の観覧ができる。

(イ) 維持管理者・見学者の安全性・健康性の確保

装飾古墳の玄室、羨道はもちろんのこと、保管空間の点検・観覧を行う見学室は、高湿であることが多く、カビ等の微生物の繁殖がしやすい環境にある。

日常的な管理を行う際には、カビにおける汚染を防ぐためマスクを着用し、

公開前・公開後の管理においては、見学室の清掃を行い、見学室に空調がある場合は、熱交換器、フィルター等の清掃を定期的に行う。

点検や、公開前には、必要に応じて、浮遊菌量・菌種の測定を行い、点検・見学に際して、問題がないかどうかを判断することも考えられる。

(4) 環境調整手法について

環境調整手法は、以下の3つに分類される。

表7 装飾古墳の環境調整のための対応方法と手段

| 対応方法 | 具体的な手段 |
|----------|---|
| 土木・建築的対応 | 保存施設、墳丘の造築、周辺環境の調整 等 |
| 設備的対応 | 照明設備、空調設備、紫外線照射装置 等 |
| 運用的対応 | 点検・公開前後・公開時における入室方法 日常点検 設備のメンテナンス方法と頻度、設備の運転方法 等 |

(a) 土木・建築的対応

装飾保管空間内で、装飾のある石材以外に、盛り土等の遺構が存在する場合、乾燥により遺構の亀裂や剥離といったことが生じる可能性がある。その場合、遺構の保存上、保管環境は高湿を維持することが望ましい。ここでは高湿を維持することを前提として、装飾の劣化進行を加速させない土木・建築的対応について述べる。まず、保管空間への雨水や地下水の隙間等からの侵入を抑えるような対応が必要である。表8～11に、上記対応を除いて、劣化につながる現象とその抑制原理・対策について示す。なお、表では運用的対応も述べている。生物被害、塩類被害の詳細と対応は、別章で参照いただきたい。

表8 龜裂, 浮き, 剥離の抑制原理と対策

| | |
|------|---|
| 現象 | 亀裂, 浮き, 剥離 |
| 要因 | 湿潤膨張・乾燥収縮, 熱膨脹・収縮, 塩析出, 凍結融解現象 |
| 抑制原理 | 1) 結露・乾燥を抑えるため空間内の温度分布を小さくする。 2) 温度変動を抑える, また零下とならないようにする。 3) 外気の侵入を抑える。 |
| 対策 | 1) 断熱材等を用いた周囲の断熱 2) 保存施設入口等の日射遮蔽 3) 扉・窓・壁の気密性向上 4) 墳丘の断熱強化 5) 入室の制御 (運用的対応) |

表9 析出塩類の抑制原理と対策

| | |
|------|--|
| 現象 | 析出塩類による汚損 |
| 要因 | 塩類, 水, 結露, 湿潤・乾燥 |
| 抑制原理 | 1) 結露・乾燥を抑えるため空間内の温度分布を小さくする。 2) 温度変動を抑え, 温度低下を抑制する。 3) 外気の侵入を抑える。 |
| 対策 | 1) 断熱材等を用いた周囲の断熱 2) 保存施設入口等の日射遮蔽 3) 扉・窓・壁の気密性向上 4) 墳丘の断熱強化 5) 入室の制御 (運用的対応) 6) 材料の外部で塩を析出させる (フェイシング) (運用的対応) 等 |

表 10 カビ等微生物の抑制原理と対策

| | |
|------|---|
| 現象 | カビ等微生物による汚損 |
| 要因 | 適温, 高湿, 結露, 栄養 (虫等の死骸, アルコール等), 外部からの持ち込み |
| 抑制原理 | 1) 結露・乾燥を抑えるため空間内の温度分布を小さくする 2) 外気の侵入を抑える。 3) 栄養源持ち込みの抑制 4) 高い温度 (成長しやすい温度) の抑制 |
| 対策 | 1) 断熱材等を用いた周囲の断熱 2) 保存施設入口等の日射遮蔽 3) 扉・窓・壁の気密性向上 4) 墳丘の断熱強化 5) 保管空間の周囲の隙間をなくす。 6) 墳丘の被覆としてソイルセメント等保水性の低いものは避け, 保水性のある土壌, 植生を用いる (ただし根が石室等に到達しないこと)。 7) 入室の制御 (運用的対応) 8) 清掃による栄養源の除去 (虫の死骸,糞等) (運用的対応) 等 |

表 11 顔料の流出の抑制原理と対策例

| | |
|------|---|
| 現象 | 顔料の流出 |
| 要因 | 結露水・浸透雨水の流下・落下 |
| 抑制方法 | 1) 結露を抑えるため空間内の温度分布を小さくする 2) 外気の侵入を抑える |
| 対策 | 1) 断熱材等を用いた周囲の断熱 2) 保存施設入口等の日射遮蔽 3) 扉・窓・壁の気密性向上 4) 入室の制御 (運用的対応) |

表 8～11 から、分かるように、劣化現象の多くに、結露が関わっている。

つまり、高温となる保管空間内では、結露発生の抑制を行うことが多くの劣化現象を防ぐことにつながる。そのためには、保管空間の温度むらを抑制し、気密性を挙げることが非常に重要といえる。

一方で、装飾保管空間内に、盛り土等の構造部分がほとんどなく、乾燥による劣化が生じない場合は、保管空間内を高湿に維持する必要性がほとんどなくなる場合がある。その際は、結露抑制のために高湿状態を避け、乾燥状態が維持できるようにする対策が考えられる。

(b) 設備的対応

見学室、保管空間に用いられる照明は消費電力に応じて発熱し、内部温度を上昇させる。このため照明は、同じ光量を得るのに消費電力が小さい蛍光ランプや、白色LEDを用いることが望ましい。ただし、照明は、藻類等の繁茂発熱量は小さくても点灯時間が長ければそれだけ室内に蓄熱するため、使用時間は最低限必要な時間のみとすべきである。

見学室に空調設備を設置する場合、空調方法には以下の注意が必要である。見学室の空調の目的は、保管空間の装飾に影響を与えないようにした上で、見学者が快適に装飾を閲覧できることである。空調時の設定室温は、保管空間の温度とほぼ同様の温度設定とすることが望ましい。

見学室に換気設備を設置する場合、いくつかの目的が考えられる。点検時、見学時には室内の温度上昇の抑制、空気質の確保が考えられる。また、それ以外では、見学時以外では外壁にあたる日射等による熱が室温を上昇させ、外気温が室温より低い場合、換気扇を運転することで上昇を抑制することに活用できる。表12に設備と留意点をまとめた。

表12 設備と留意点

| 設備 | 留意点 |
|------|---|
| 照明設備 | <ul style="list-style-type: none">・消費電力の小さい光源を用いる。・点灯時間は劣化現象が促進されない必要最低限とする。 |
| 空調設備 | <ul style="list-style-type: none">・保管空間とは扉・窓で隔離された見学室で行う。・設定温度は、保管空間と等しくすることが望ましい。 |
| 換気設備 | <ul style="list-style-type: none">・換気扇は、換気口を含め換気経路に十分配慮する。・換気を行わない場合には、換気口と換気扇は密閉できるようにする。 |

(c) 運用的対応

見学室、保管空間への入室は、装飾周囲の環境に直接影響を与えるため、十分に配慮する必要がある。小さい空間の場合、入室により温度が上昇しやすくなる。

空間内が高湿で維持されている場合は、入室による温度上昇が小さくなるよう短時間とすることが望ましい。また、入室による影響は、表示機能付きの温湿度データで、入室者が確認できるようにし、入室を一旦とりやめる目安としたり、入室時と入室後の温湿度データから、保管空間内の蓄熱の影響について分析を行うことが望ましい。

公開に関しては環境調整の観点から以下の運用が望まれる。

公開時期：空間内が高湿で維持されている場合は、外気と保管空間内の温湿度差が小さい時に、公開する事が望ましい。

公開前後・日常点検時：見学室等の清掃、空調設備の熱交換器、エアフィルター等の清掃を行い、空調運転時のカビ等微生物の胞子等の飛散を抑える。カビ等の繁殖を抑えるため、紫外線照射装置を行うことも考えられる。

公開時：入室人数を制限したり、内部温度上昇を抑制するため、一定時間入室間隔をあけるなどを行い、見学室等の蓄熱を抑制する必要がある。見学室に換気設備がある場合、公開時には、入室時後に、外気との換気を増やして、蓄熱の抑制に効果的である。

また、管理の観点から、装飾古墳の保存と公開のためには、保存環境の把握が非常に重要である。装飾の劣化の有無、劣化進行の予兆を判断したり、劣化を早期に発見し、今後の対策を講じるために、継続的に装飾の保存環境の計測を行い、定期的な現場の観察結果を踏まえ、環境形成や観察で確認された現象のメカニズムの分析を行うことが重要といえる。

温湿度センサーを保管空間、見学室等に設置し、また必要に応じて古墳の周囲の外気温湿度の測定も行い、継続的にデータの蓄積と分析を行うことは、非常に重要である。通年の挙動を理解し、そこから結露や乾燥の時期が判断できたり、例年の挙動と違う事象が確認された場合、その要因を検討するために必要な情報が、温湿度等から判断できることが多い。

まとめ

装飾古墳の石室等の環境調整の目的、その環境に影響を与える因子、その温湿度環境の特徴について整理し、石室等の装飾古墳の劣化現象と環境の関係について述べ、装飾古墳のための環境調整の方法について述べた。

保存施設の新設・改修といった抜本的な対策を伴う場合、現状環境と劣化状態の把握が重要である。その上で何を目標値として設定した施設をとるのかが重要である。既設の多くの装飾古墳の保存施設は、環境調整という観点から、建設当時の目的に対して、十分な機能、性能を発揮できているのかどうかについては、分析が十分とはいえないと考えられる。今後、そういった基礎データの蓄積と分析を踏まえた、保存施設等の改修が必要である。

引用・参考文献

- (1)木村奈津子、小椋大輔、鉢井修一：闘鷄山古墳の石槨内部発掘調査に伴う空

- 調制御方法に関する研究：(その 2)石槨内空気質の予測法の提案, 日本建築学会大会梗概集 D2, pp.155-156 (平成 23 年)
- (2)小椋大輔, 鉢井修一, 李 永輝, 石崎武志：過去の高松塚古墳石室内の温湿度変動解析 (2), 保存科学, No.49, pp.73-85 (平成 22 年)
- (3)池田朋生, 菊川知美：装飾古墳の博物館資料化に向けた取組み～装飾古墳保護施設の保存環境について～, 熊本県立装飾古墳館研究紀要第 9 集
- (4)鉢井修一, 小椋大輔, 前川赳和：闘鷄山古墳の保存環境に関する研究：(その 3)日射遮蔽ネットの影響と地表面被覆条件の改善策, 日本建築学会大会梗概集 D2, pp.301-302 (平成 21 年)
- (5)小椋大輔, 鉢井修一, 李 永輝, 石崎武志：過去の高松塚古墳石室内の温湿度変動解析 (3), 保存科学, No.49, pp.87-96 (平成 22 年)
- (6)坂口圭太郎, 池田朋生, 末永崇, 小椋大輔：空調設備のない保存施設を有する装飾古墳の公開方法について～熊本県玉名市所在・国史跡大坊古墳での試み～, 日本国文化财科学会第 30 回大会研究発表要旨集, pp.128-129 (平成 25 年)
- (7)松浦 邦男, 高橋大式共著：エース建築環境工学 〈1〉 日照・光・音, 朝倉書店(平成 13 年)

(4) 生物被害

ア 装飾古墳の生物被害

装飾古墳を構成する石材や顔料の劣化は、人為起源の劣化を除く、と主に化学風化及び物理風化作用によって構成材料自体が不可逆変化を起こし、その価値が減少する状態を意味する。化学風化および物理風化を起こす要因には、地震や火山噴火といった地殻変動に起因する現象や雨雪・日照・風・気温・湿度などの気象現象等があり、直接的に、又は間接的に、装飾古墳を構成する材料に風化作用を引き起こしている。本章（節）では、このような風化作用と分けて、生物自体が独自の作用機構を持って動的に石材や顔料の化学風化及び物理風化を引き起こす生物劣化について取り上げる。もちろん、実際の自然環境では、生物活動は気象現象などと密接に関連しており、環境の作用と微生物の作用を明確に区別することはできない。しかし、ここでは生物劣化の機構と対策を考える為に、あえて生物に起因する風化作用のみを切り分けて論ずることとする。

Warscheid と Braams の報告を参考にして装飾古墳を構成する石材や顔料の生物劣化の作用機構を大別すると、以下の 3 つにまとめられる (Warscheid and Braams, 2000)。

- ① 基材に付着した状態で、代謝産物を生成し、直接若しくは間接的に材質を劣化させる
- ② 基材に付着した状態で、菌糸などを伸長させ、物理的に材質を劣化させる
- ③ 基材表面上で発育して美的価値を減少させる（単に表面を覆うだけの状態）

装飾古墳の生物劣化に関与する生物種は多岐にわたる。代表的なものでは、藻類、地衣類、草本類、樹木(木本類)、昆虫類、小動物、微生物などが対象となる。基本的には生物種の大きさが大きくなるにつれ、構成材料へ与える影響は大きくなるが、どの生物種であれ生物劣化の作用機構は上述の 3 つに大別される。

また、装飾古墳の保存とは異なるが、保存と同様に重要な公開活用に目を向けると、人体に危害を加えたり病原体となったりするような動物や微生物の存在は、公開の妨げとなる可能性もあり、望ましくない。

イ 生物受容性(bioreceptivity)の問題

Guillitte (1995) は、基材が生物を受容する潜在的な能力（状態）を生物受容性(bioreceptivity)と定義している。

装飾古墳の構成材料は無機物主体であり、大部分の生物は無機物を栄養源として利用することができない。そのため、生物被害が起こる条件として、生物と水分や栄養素が‘表面’部分に付着し、保持されることが必須となる。

図1は同じ環境に置かれた表面状態が異なる石材での生物の発育状況を示している(Caneva and Ceschin, 2008)。表面がより多孔性で、生物や水分が保持されやすい状態であると、同じ環境条件下であっても生物がより発育するようになる。これは石材などの生物受容性が高い状態であることを意味している。実際、管理において、石材表面を傷つけるような生物の除去作業を行うと、それまでより生物受容性が高まり、かえって生物劣化を受け易くなることがある。その一方で、次節（項）で述べるように、藻類やコケ類の繁茂によって石材表面の物理化学的風化が促進されることが知られており、そのような場合もより生物受容性が高まることも指摘されている。このことを考慮すると、藻類やコケ類の除去を行う際は、そのような生物が再発しないような‘環境条件’を整えたうえで行なうことが望ましい。

生物受容性と関連して、石材よりマクロで考えると、古墳内環境が受容する生物種も多く存在する。コウモリなどがその例で、古墳内部での排泄物は直接的・間接的に石材や顔料に影響を及ぼすと考えられる。保存すべき装飾等が古墳内部空間にある場合、外部環境から侵入する生物種の侵入経路を物理的に遮断する処置が最も効果的である。

ウ 光合成生物による劣化の現象と機構

光と水分が存在すると、石材表面では藻類や地衣類などが発育するケース



図1 表面状態の異なる石材における生物の発育状況。同じ環境に置かれても石材の種類や表面状態が異なると生物の発育状況（生物受容性）も異なってくる。写真 (a) 緑藻類: J. Izco Sevillano, (b)コケ類と草本類: G. Caneva (Caneva and Ceschin, 2008) .

が多い。現在存在が知られている横穴墓の中には、外部環境に装飾が露出しているものもあり、藻類や地衣類の発生は装飾の鑑賞を妨げるという点においても問題となる。

藻類や地衣類は、有機酸を生産するため石材の種類によっては著しい化学風化を引き起こすことが知られている。また、藻類や地衣類の発育により、有機物と水分が保持されるため他の微生物を呼び込み、さらなる有機酸の生成が起こると考えられている。微生物による影響については次節（項）でより詳細に述べる。

Krumbein(1988)は、生物を殺滅させても石材の風化は進むものの、生物が存在していると更に風化が加速することを報告している。また、地衣類は、表面から微細な空隙に菌糸を伸長させるため物理的な破壊を引き起こすが(Hueck, 1968)，草本類や樹木と異なり、大きな石材から見ればその規模は僅かである。むしろ、繊細な線刻や顔料の上に地衣類が発育した場合は、その劣化は時として甚大になると考えられる。

管理においては、保存すべき対象と地衣類の分布を正確に捉えた上で対策を講じることが望ましい。

藻類や地衣類の発生は、次の遷移の‘土壤’となる場合がある。つまり藻類や地衣類が発育した部位では、やがてコケ類や草本類が出現すると考えられる（図2a）。

コケ類や草本類は仮根や根を持つため、地衣類よりも石材等の表面から深部に影響し、物理的な風化作用は劇的に大きくなる。同時に、根の影響で石材等からカルシウム、マグネシウム、カリウムなどの陽イオンが溶脱し、化学風化を促進させることも知られている（図2b）。現状管理のもとで、藻類や地衣類から、草本類や木本類が出現してきていないかなど植生の遷移についても定期的・継続的に定性・定量的な監視が行われることが理想である。その際、繰り返しになるが、保存すべき対象を明確にした上で、植生の管理・

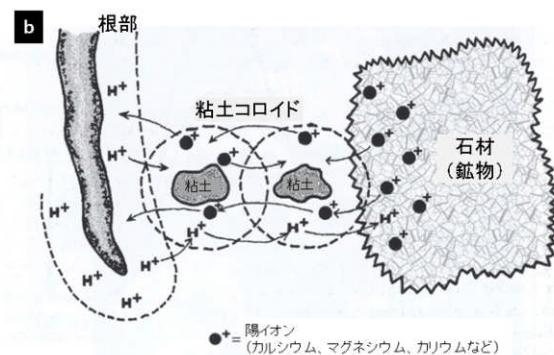


図2 横穴墓の石材表面に発育したコケ類・草本類(a)と根による石材の化学風化モデル(b)。植物根による物理的な損傷だけでなく化学的な風化作用も起こる。(b) Pinna and Salvadori, 2008)

対策を講じることが望ましい。

エ 微生物による劣化の現象と機構

石室の内部など自然光が到達しない環境では、微生物による劣化が起こる場合がある。微生物の中には硫黄やアンモニアといった無機物を利用して増殖し、代謝産物として硫酸や硝酸を生成する種も存在する。また、多くの微生物がシュウ酸、クエン酸、酢酸などの有機酸を生成して、石材の化学風化を促進させる。

また、顔料に対する微生物の影響としては、酸化鉄を還元し呼吸する微生物の問題が指摘されている。Gonzalez ら (1999) は、石材に酸化鉄の顔料で描かれた装飾部位から微生物を分離して生理学的な性質を調べたところ、増殖に伴ってヘマタイトを還元することが明らかとなり、顔料の変退色に微生物が関与する可能性があることを指摘している。装飾古墳の赤色顔料に用いられるベンガラについて、微生物がどの程度変退色に影響を及ぼしているのかについては、今後の研究が待たれる。

ここまで、潜在的な微生物による劣化について概説したが、自然光が到達しない石室内の環境では、このような微生物による劣化は、極めて緩やかに進行すると考えられ、短い期間で著しい変化が起こるような微生物の発育は起こり難いと考えられる。なぜなら、微生物の発育を支える有機物の供給が非常に限られているからである。管理においては、微生物の栄養源となる有機物の流入を減らしながら、適切な保存・活用を行っていくことが重要である。

オ 微生物の発育を助長する有機物の問題

さて、石室内部への有機物の流入には、空気中のガス、塵埃などの乾性降下物、降雨や浸透水からの供給が考えられる。しかし、先述したように、その流入は非常に限られており、常在する微生物によって分解を受け消失していくため、著しい変化が起こるような微生物の発育は起こり難いと考えられる。むしろ、人為的な要因で大きな変化が起こる場合がある。

光合成生物の発育によって有機物が供給され、他の微生物の発育が助長されることは先に述べたが、自然光でなくとも、石室内部での継続した過剰な照明等によって光合成生物の発育が起こる場合がある。人工光が当たる箇所に緑色の変化が認められる場合は、改善策が必要と考えられる。

他に、人為的な要因としては、生物制御のために用いられた薬剤や有機物を含有する修復材料が微生物の栄養源になる可能性も指摘されている。例えば、木川らは古墳内環境で修復材料や殺菌に用いられるエタノールやイソブ

ロパノールが低濃度で存在すると、逆に栄養源になることを報告している（木川ら、平成22年、平成24年）。石材や顔料に影響を与えない条件であれば、UV照射など薬剤が残存しない方法が有効である。しかし、殺菌処置によって死滅した微生物を取り除かなければ、死菌体が生き残った微生物の栄養源となる。このような場合、拮抗する微生物が死滅している場合もあり、生き残った微生物が大規模に発生することがある。

ラスコー洞窟壁画の管理事例では、「薬剤による大規模な殺菌効果は明確で、一度の処理でほぼ全ての微生物相を死滅させることができたが、残留した薬剤などが生残した微生物の栄養源となり、結局振り出しに戻ってしまう事態にある」と報告している（Alabouvette et al, 2009）。拉斯コー洞窟壁画の管理体制は現在では局所的な殺菌剤の使用と物理的な微生物の除去に切り替わっているが、被害の拡大を喰い止めているに過ぎず、物理的な除去作業も、壁画表面が脆弱なため限定的に行われている（Pallot-Frossard, 2009）。

一方でアルタミラ洞窟壁画では、こうしたラスコーでの事例を踏まえて、大規模殺菌を行わず、窟内へ流入する有機物を減らす管理と監視を徹底するという体制で保存している。アルタミラ洞窟壁画では、一部でカビの発生は認められるものの大規模な発生はなく、いくつかの実験から拮抗する微生物によって一部の微生物の大発生が制御されていると結論している（Lasheras et al, 2009）。

このような保存管理事例を鑑みると、現状で薬剤による殺菌処理を行っている場合は、処理作業を突如止めるとかえって大規模に微生物が発生する可能性がある。ここで指摘したいことは、薬剤に依存した管理体制の是非ではなく、

- ① 微生物の殺菌処理をする際は、死菌体の物理的な除去もあわせて行う

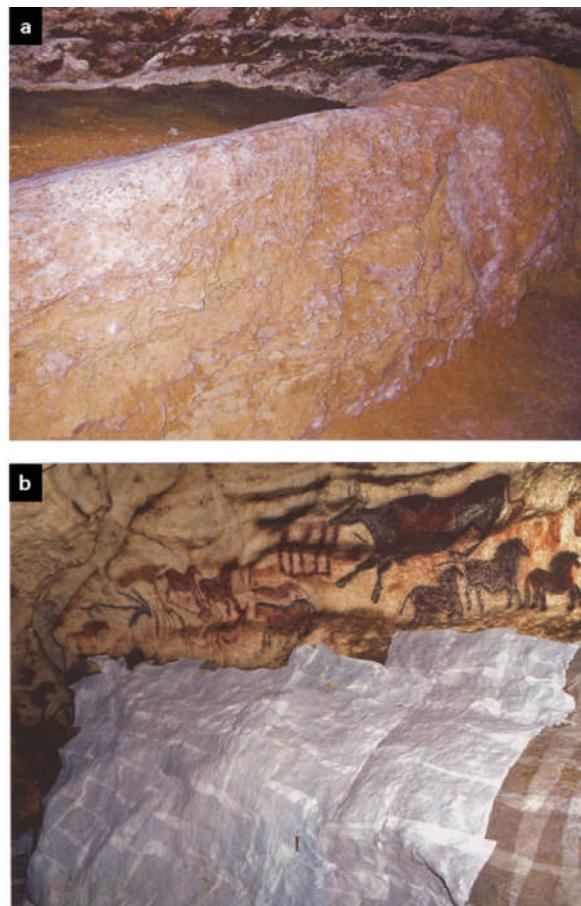


図3 ラスコー洞窟壁画で大規模に発生した微生物(カビ)による被害(a)と殺菌処理の様子(b)(Orial et al, 2009).

必要がある

- ② 殺菌処置が必ずしも安定した良好状態を作ることは限らないため、処置前後の注意深い監視や記録を継続していくことが重要である
という点である。

先に述べたように、自然の古墳環境では著しい変化が起こるような微生物の発育は起こり難いと考えられる。最も避けるべきは、十分な監視や管理計画もなく、僅かな微生物の発生に対して大規模な殺菌処置を行うことである。

カ 今後の課題

ここまで、装飾古墳の生物劣化に関して概説してきたが、数ある装飾古墳の保存状態は、古墳の特性や管理状況に応じて様々であり、装飾部分の劣化の様相も様々である。一様でない装飾古墳の現状の中で、どのような生物種が問題となるかについては非常に複雑であり、把握することが困難である。

そこで、装飾古墳を保存管理の視点に基づいて分類化することも有効であろう。例えば、

- ① 外部空間に装飾がある場合（装飾部や彩色部などに風雨があたる場合）
- ② 内部空間に装飾がある場合（ただし、この範疇には、「おおわれている
が密閉性はよくない場合」、「ガラスなどで区切られ、密閉されている」「本
來の位置から石をうかすなどの処置がとられているもの」など、いくつ
かの場合が想定される。）
- ③ 本来の位置から移設されて、博物館等の環境にあるもの
- ④ 埋め戻されたもの

といった大別ができる、保存すべき対象とその生物劣化の原因となる生物種がより明確化される。

また、このような類別化は装飾古墳に限らず、磨崖仏などの保存管理とも関連させて考えることができるだろう。この点については「装飾古墳の保存に関する調査研究事業」報告書で詳細に触れているので参照されたい。

最後に、本章（節）では生物劣化について特化して記述したが、装飾古墳の保存を考える際には、生物対策のみを単独で検討するのではなく、装飾古墳を取り巻く環境の全体像を把握し、保存すべき対象とその劣化因子を正確に見極め、もっとも優先すべき課題に対して対策を立てていくことが、数ある装飾古墳を効果的に保存していくために重要であろう。

参考文献

1. Alabouvette, C., Bastian, F. and Sáiz-Jiménez, C. (2009) Microbial

- Ecology of Lascaux Cave, pp.253-260, *In Lascaux and Preservation Issues in Subterranean Environments, Proceedings of the International Symposium*, Paris, France.
- 2. Caneva, G. and Salvadori, O. (2008) Ecology of biodeterioration, pp. 35-58, 224, *In Plant Biology for Cultural Heritage*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, USA.
 - 3. Gonzalez, I., Laiz, L., Hermosin, B., Caballero, B., Incerti, C. and Sáiz-Jiménez, C. (1999) Bacteria Isolated from Rock Art Paintings: The Case of Atlanterra Shelter (South Spain), *Journal of Microbiological Methods*, **36**, 123-127.
 - 4. Guillitte O. (1995) Bioreceptivity: a new concept for building ecology studies. *Science of The Total Environment*, **167**, 215-220.
 - 5. Hueck van der Plas, E.H. (1968) The microbiology deterioration of porous building materials. *International Biodeterioration Bulletin* **4**, 11-28.
 - 6. Krumbein, W.E. (1988) Microbial interactions with mineral materials, pp.78-100, *In Biodeterioration 7*, Elsevier, London. UK.
 - 7. Lasheras, J.A., Sánchez-Moral, S., Sáiz-Jiménez, C., Cañaveras, J.C. and De Las Heras, C. (2009) The Conservation of Altamira Cave: a Comparative Perspective, pp.170-182, *In Lascaux and Preservation Issues in Subterranean Environments, Proceedings of the International Symposium*, Paris, France.
 - 8. Orial, G., Bousta, F., François, A., Pallot-Frossard, I. and Warscheid, T., (2009) Managing Biological Activities in Lascaux: Identification of Microorganisms, Monitoring and Treatments, pp.219-251, *In Lascaux and Preservation Issues in Subterranean Environments, Proceedings of the International Symposium*, Paris, France.
 - 9. Pallot-Frossard, I., Orial, G., Bousta, F. and Mertz, J.D. (2009) Lascaux Cave (France): A difficult problem of conservation, pp.7-14, *In Study of Environmental Conditions Surrounding Cultural Properties and Their Protective Measures*, National Institute of Cultural Properties, Tokyo, Tokyo, Japan.
 - 10. Pinna, D. and Salvadori, O. (2008) Process of Biodeterioration: General Mechanisms, pp.15-34, *In Plant Biology for Cultural Heritage*, The Getty Conservation Institute, Los Angeles, USA.
 - 11. Warscheid, T. and Braams, J. (2000) Biodeterioration of Stone: A Review, *International Biodeterioration and Biodegradation*, **46**, 343-368.

12. 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
キトラ古墳から分離された細菌や酵母の修復用高分子材料に対する資化性
試験, 保存科学, **51**, 157-166. (平成 24 年)
13. 木川りか, 佐野千絵, 喜友名朝彦, 立里臨, 杉山純多 高松塚古墳・キトラ
古墳石室内の微生物分離株のアルコール系殺菌剤資化性試験, 保存科学, **49**,
231-238. (平成 22 年)

(6) 古墳調査時及び装飾発見時の注意点等

ここでは、既に装飾の存在が判明している古墳ではなく、調査の最中に埋葬施設等に装飾が認められた場合、どのように対応すべきかについて、調査の各段階に応じて留意事項をまとめておきたい。

ア 装飾古墳を調査する際の基本的な考え方

(ア) 装飾古墳の存在が予測される古墳について

第●章でも指摘されているが、装飾古墳は全国において普遍的に存在するわけではなく、その分布や種類には偏りが見られる。したがって、周辺の古墳の分布調査等によって、装飾の存在が想定される古墳が存在する場合には、まずは「調査を行うべきか否か」を判断する必要がある。

装飾古墳は現在約 600 基といわれているが、その数は全国の古墳の基数の 1 %にも満たない。また、古墳時代における精神世界を表す数少ない資料ということからも、貴重な存在である。

更に、装飾の保全を図りながら調査を行うには、調査時のみならず、調査後の保存管理体制までを視野に入れた計画や体制、予算措置を整えることが不可欠である。これらが不充分な状況で調査を行うことは、装飾の保全には必ずしもつながらない。しかも、近年の技術の進展を勘案し、調査を後世に委ね、より高度な調査・保存技術によって調査が行われることを期待するという考え方もある。

以上の点から、装飾の存在が予測される古墳については、その保存を最優先させ、調査に着手しないことが望ましい。

特に、奈良県においては彩色壁画をもつ高松塚古墳とキトラ古墳が存在するが、両者は風水思想に基づく立地や墳形などが共通している。したがって、同様の特徴をもつ古墳の調査については、慎重な姿勢が求められる。

(イ) 開発行為等への対応

装飾の存在が想定される古墳の周辺で開発行為等の計画が生じた場合、まずは古墳本体に開発が及ばないように事前の調整を行うことが最優先である。また、開発が及んでしまう場合においても、現状保存に向けた協議を行うべきである。

開発が及ぶ場合、確認調査を行う必要があるが、その際に最も重要なのは、古墳における盗掘坑の有無を確認することである。盗掘坑が確認されず、いわゆる「未盗掘」の状況であることが判明した場合、装飾が当時のまま保存されているので、その保全を優先し、それ以上の調査を中止するとともに、改めて保存に向けた協議を行う必要がある。

盗掘坑が確認された場合であっても、その時点で再度調査計画を検討し、調査を継続する場合であっても、調査方法については慎重に判断すべきである。例えば奈良県キトラ古墳では、盗掘坑からファイバースコープを石室内部に挿入し、観察を行ったことによって、壁画の存在が明らかとなった。しかし、それ以上の調査を控えたため、壁画に与える影響は最小限に留められた。このように、確認調査の過程において埋葬施設に装飾が発見された場合については、まずは一旦開口部を閉鎖した上で、現地保存の方法を探るべきである。

工事等における不時発見の場合、盗掘坑と同様に一部が開口するにとどまっている場合と、石室等の埋葬施設が大きく損壊した状況で見つかる場合とがあるが、いずれの場合にせよ、埋葬施設の遺存度にかかわらず、現地保存に向けて保護を図る必要がある。

例えば福岡県福岡市の浦江1号墳は、圃場整備事業に伴って発見された装飾古墳である（第●図）。横穴式石室は天井部が遺存していないものの、奥壁部に装飾が残存していたため、調査後に埋め戻しを行い、現在は福岡市指定史跡として保護が図られている。

イ 装飾古墳の調査に着手する場合

開発行為等に対応するために、やむを得ず装飾古墳の調査を行わねばならない場合においても、やはり調査に係る充分な計画・体制・予算措置を整えるとともに、拙速な調査にならぬよう配慮が必要である。

その場合、調査を行う地方公共団体のみで対応を判断するのではなく、古墳の研究者や保存科学の専門家などの外部有識者のほか、東京文化財研究所や奈良文化財研究所などの研究機関に現状を報告し、専門的見地からの適切な対応策について助言を得るべきである。

特に彩色壁画の場合、外気に触れた段階から彩色の劣化が始まるため、調査体制等が充分に整っていない場合には、開口部を早急に埋め戻し、劣化を食い止めるために現状を維持することも必要である。そして、改めて体制を整えた段階で、調査に着手すべきであろう。

ただし、発見当初の記録は、その後の保全を図るうえで極めて重要なデータとなるため、発見時における装飾の現状を写真等で速やかに記録しておく必要がある。また、茨城県虎塚古墳の場合、盗掘等の痕跡が確認されず、横穴式石室が未開口であることが判明した段階で、閉塞石を取り除く前に東京国立文化財研究所（当時）によって石室内の温度・湿度・空気組成等の調査を実施した（参考資料●参照）。このような、発見当初の環境データについても、今後の壁画保存に関する非常に重要な情報となりうる。

線刻壁画や彫刻等についても、発見段階で安定しているように見えたとしても、砂岩などの比較的軟質の石材に施されている場合、石材そのものが劣化している場合もあるので、注意を要する。

なお、かねてより開口していた横穴式石室や横穴に見られる線刻については慎重に検討する必要がある。開口していることによって、古墳時代以降に線刻や彫刻が追加されている事例もあるので、後世の遺物の有無や線刻等の検討などから、古墳時代の線刻であるかどうかを判断する必要がある。

ウ 埋葬施設の調査に係る留意点

装飾の多くは埋葬施設に施されているため、必然的に埋葬施設そのものの調査と並行して行うこととなる。そのため、装飾の保護に留意ながら調査を進めていく必要がある。

例えば、調査前に埋葬施設内の温湿度等のデータを記録するとともに、調査時にも同様のデータを採取し、両者を比較しながら、調査中においても温湿度等に大きな変化が生じないよう、調査方法を工夫する必要がある。これには、作業時間の短縮や作業にかかる人数の軽減などが考えられよう。

また、調査中に装飾部位に接触することのないよう、何らかの保護措置を行うことも有効な手段である。

エ 装飾の記録について

装飾古墳の記録は、装飾そのものの保全に重要なデータとしてだけではなく、装飾古墳の公開活用を図るうえでの重要な媒体となりうる。したがって、その目的に応じて様々な記録を残すことが肝要である。

写真の撮影は、最も迅速かつ鮮明に記録できる手段である。特に彩色壁画の場合に効力を発揮するが、彩色の状況を正確に記録するために、使用フィルムや照明などに配慮する必要がある。また、近年では高精細のデジタル撮影技術を用いて、装飾全体のフォトマップを作成している事例もある。

また、近年用いられている手段として、三次元レーザー測量があげられる。これは非接触なうえ、短時間で高精細な測量成果が得られるので、非常に有効な記録方法である。さらには、測量データがデジタルで得られるほか、デジタル画像と複合させることによって、実際の遺構に極めて忠実な3次元モデルを復元することが可能となってきている。これは、装飾古墳の活用にも充分に資するものであり、三次元モデルをデータベース化して活用している九州国立博物館の取り組みなどが知られている（参考資料●参照）。

このほか実測図の作成や、線刻や彫刻に対する拓本の採取など、従来の記録方法も充分に有効である。したがって、これら的方法を併用しながら、様々な記録を残すことが望ましい。

また、装飾そのものではなく、埋葬施設内部の環境に関する記録も重要なデータとなる。とくに、彩色壁画は環境変化に大きな影響を受けるため、定期的に記録をとりながら監視し、変化が生じないよう対処することが重要である。

こうした装飾については、類例の増加や研究の進展、技術の進歩で理解が深まったり、情報把握の精度が向上したりして、あらたな知見が得られることがある。そのため、古い時期の記録しかないときは、再実測や再撮影などを起こさない、改めて記録を作成することが望ましい。

オ 墳丘の調査について

従来、装飾古墳が確認された場合には、調査の焦点が装飾の存在する埋葬施設周辺に偏りがちであるが、やはり埋葬施設を含めた墳丘全体の調査も必要である。これには2つの理由がある。

1つは、装飾の保全に関して墳丘の情報を得るためにある。第●章の装飾古墳実態調査においても、墳丘の流出などから壁画の保存に影響が出ているとの事例があった。こういった状況に対処するために、まずは現状において墳丘がどういう状況であるのかを発掘調査によって確認し、それが装飾に対してどのような影響を与えていたかを判断する必要がある。そして、調査の成果をもとに保存施設の設置や墳丘全体の整備を行うことが、装飾の保全にもつながるのである。

もう1つは、装飾古墳の保全を図るために、保護を必要とする範囲を明確にするためである。周辺の開発事業から保護を図る場合や、装飾古墳の史跡指定を図るために、やはり墳丘や周濠などがどのような範囲にまで及んでいるか、発掘調査によって客観的に把握しておく必要がある。

既に、古墳の適切な調査方法については『発掘調査のてびき－各種遺跡調査編一』（平成25年、文化庁文化財部記念物課）においてまとめられているので、そちらを参照されたい。

(7) 保存管理の体制等

ア 日常の管理の体制

装飾古墳における日常の管理とは、すなわちいかにして装飾の劣化や種々の被害を防止していくか、及び万が一劣化や被害が生じた際に速やかに発見できる仕組みを作れるかということに尽きる。そのために、1　日常どのような体制を整え（保存管理の体制）、2　具体的にどのような管理が必要となるか（保存管理の内容）に分けて述べる。

（ア）保存管理の体制

①保存管理の指針となる基本計画、要項等の策定

昭和50年に装飾古墳の所在する都道府県に出された文化庁通知「装飾古墳保護管理の当面の取扱いについて」では、「3. 管理」の項目に、次のとおり述べられている。

- （1）管理団体は、適切な保護管理要項を作成し、管理の充実を計ること。
- （2）管理要項には、管理責任者及び管理担当者、管理の内容（施設の保全、公開に関し必要な事項、装飾の点検、温湿度測定等）について、必要な事項を定めること。

日常管理の前提として、まずは指針となる基本計画や要項等を作成する必要がある。作成に当たっては、有識者による委員会等を組織して検討することが望ましい。

なお、自治体による史跡等の保存管理計画策定と並行して装飾についての保護管理の指針を決定することも想定され、国の史跡であれば、文化庁の補助事業である「史跡等保存管理計画等策定費国庫補助」を用いることも可能である。

②管理責任者及び管理担当者の選任

日常管理の担当は、管理団体となつた自治体の文化財保護部局が当たることがほとんどである。担当部局に管理責任が帰し、担当者が選任されることになるが、担当者は考古学や保存科学に対し一定の知識を有する専門職員を充てることが望ましいことは言うまでもない。ただし、実際は専門職員が不在である自治体も多く、事務系の職員等が充てられ、実務を地元の団体等が請け負うようなケースもある。その場合でも、可能な限り③や④で述べる有識者による委員会や他自治体との連絡会等を組織し、周囲の協力が得られる体制を構築しておくことが必要となる。

③保護管理に係る委員会の設置

保護管理の指針を策定する際だけでなく、策定後にも有識者による委員会を組織することも有効である。委員会の定期的な開催は、常に問題点の検証と対策の場を設けることを可能にする。メンバーには考古学、保存科学だけでなく、それぞれ各地の抱える問題に合わせた専門家、例えば生物学や地質学等の専門家をメンバーに加えるとよい。

また、行政内での意思疎通の円滑化や問題点の共有化を図るためにも、委員会には関連する各部門の担当者を参加させることが望ましい。更に、有識者による委員会にかかわらず、定期的に行政内で検討の場を設けることも必要である。

④自治体間の連絡組織

装飾古墳の管理に関わる諸問題について、各自治体内で単独での解消は困難な場合が多い。装飾古墳を有する自治体間で連絡協議会等を設置し、定期的に連絡会を開催するなどの活動を行うことは、他の自治体の抱えている問題点や対処法を相互に検討できるだけでなく、担当者がその苦労を共有する場としても有効である。

また、県立の博物館等の研究機関が中心となり、各種調査や公開に伴う事業を行うことも、相互の連携を深める機会として効果的である。

(イ) 保存管理の内容

①装飾の点検

【点検の規模】

保存施設を有している場合、内部の環境変化を生じさせる機会を減らす、内部に外部のカビ等を持ち込まないという観点から、玄室など装飾の存する空間への人の出入りを極力少なくすることが原則であり、必要最小限の人数、回数、時間を設定して行うことが望ましい。目視や写真撮影のみの場合、装飾が存する空間への立入をせずに前室等で実施できる状態を作り出すことも考えたい。

【点検の方法】

点検は、やはり目視と写真撮影が中心となる。目視による点検は、特定の時期を定め、極力複数かつ同一人物によって行うことが望ましい。可能であれば保存対策に係る委員会の委員などが行うことも有効である。また、点検時には項目を統一したカードを作成し保存するとともに、点検者相互で意見交換をする場を設ける。

写真撮影についても特定の時期を定めて行い、一定の構図を定め、全体と部分とを毎回比較することを可能にしておく。また、写真は適切に保存、

いつでも参照できる状態にしておく必要がある。

担当者等が装飾のある空間へ入る際は、マスク、手袋、タイベックスーツなど清浄な衣服を着用し、入室前には足裏や手先を中心にアルコールで消毒する。また、前室が存在する場合は、外気が直接装飾の存する内部に流入しないように留意すべきである。

【点検時の作業】

- (a) 装飾壁画そのものについて、褪色や剥落、書かれている石材の状態、地震等による被害の有無、土砂の流入状態等を確認する必要がある。また、壁面にカビや藻類の繁殖、塩類の析出が認められるか、樹木の根や虫、小動物の侵入はないか、ある場合は侵入経路がどこかを確認する。
- (b) 温湿度を計測するデータロガーを設置している場合、その再設置や回収は定期点検時に合わせて行うことが望ましい。これは、各種調査やサンプル採取等を行う際も同様である。
- (c) 必要と認められる際は、アルコールによる消毒、防黴剤の散布等応急的な化学処置を行う。また、樹木の根の切除もこの機会に行うといい。これらの迅速な実施を可能とするためにも、事前に作業の発生を想定し、準備しておくことが肝要となる。
- (d) 装飾が存する空間を清浄に保ち、新たな被害を防止するという観点から、虫や小動物の死骸、持ち込んだ埃等の除去のため清掃は必ず実施するようにしたい。

②環境測定

装飾の保全、劣化防止の基本は、装飾の存する環境を可能な限り安定した状態に保つことであり、温湿度データの収集は全ての基本となる。そのためには、日常的に記録可能なデータロガーを設置することが望ましい。データロガーは装飾の存する空間だけでなく、遺構の構造や日照条件等も勘案して複数設置すると効果的である。

モニタリングに使用する機材は、あまり高価、高性能なものにこだわらず、基礎的なデータをしっかりと収集できるものを優先して揃えればよい。また、温湿度データの収集後は、異常な変動を示したケースを確認し、その際の気象条件等の情報も入手するなどして総合的な解析を行う。

③遺構、施設の保全

【保存施設等のメンテナンス】

保護のために設けている施設についても老朽化や地震等の災害による損

傷が考えられる。常に施設の状態についてはチェックを行い、積極的な改修や修理等を行うことが望ましい。国庫補助を用いて設置した保存施設であれば、場合によっては同様に国庫補助事業にて修理を行うことも可能である。

【調査機器のメンテナンス】

環境調査のために設置しているデータロガー等も、電池切れや故障が生じていないか常に作動状態を確認する必要がある。照明等の機器、点検時に持ち込む予定の機材等についても常に事前、事後のメンテナンスを行う。

【遺構及び遺構周辺の管理】

装飾を有する遺構、例えば墳丘や横穴上に繁茂している樹木等は石室等への根の侵入の防止、崖面の崩落防止等を勘案しながら適切に管理する必要がある。なお、墳丘上にあまり根の張らない低木を植栽することで、内部への日照の影響を低減させる効果も確認されている。また、管理担当者の目の届かない場所にある遺構内には、保存施設がある場合はきちんとした施錠、保存施設がない場合でも一般の人が立ち入れないような措置をとっておく必要がある。更に、遺構周辺は常に清掃や除草が行き届くように管理し、遺構とともに周辺環境も清浄に保つことが必要である。

④日常管理と公開

【公開日の決定】

定期的に収集している環境データをもとに、見学希望の多い時期とのり合わせを行う。環境保全の観点からは、例えば盛夏や雨季を避けるなど、内部と外部の環境差の少ない時期に行なうことが望ましい。

【公開時の対応】

公開に際しては、装飾の存する空間への環境的な負荷を極力軽減する必要がある。そのため、一度に入室させる人数を制限すること、内部環境を休ませるために一定の時間間隔を空けることが望ましい。また、適切に見学者が移動できるよう、担当者は事前に十分な打合せを行い、見学者には見学前に導線や注意点について周知徹底する必要がある。また、見学者に対しては装飾そのものの解説と合わせて、装飾の保存に対する取組について理解が得られるような説明を行えたい。

【公開後の作業】

見学者が持ち込んだ汚染物質を除去するためにも徹底した清掃が必要となる。場合によっては紫外線の照射を行い雑菌やカビを除去すると効果的である。また、公開時の温湿度データを収集し、解析することによって、次回以降の公開時期の決定や公開形態を検討する基礎データとすることができる。

【他自治体との連携】

公開に際しての注意点や対策については、経験豊富な自治体にノウハウが存在していることが多く、自治体間の連携が効果を発揮する。また、近隣の自治体間で公開日を合わせることによって、見学者の便宜を図るだけでなく、データや問題点の共有といった効果も得ることができる。

⑤各種調査

日常的に行う環境データの収集とは別に、保存のための各種調査を行うことも保存管理に資する場合がある。例を挙げれば構築材となる石材の岩質、含水率、強度等の調査、周辺に繁殖する植物や昆虫、小動物の分布調査、顔料の非破壊調査、装飾が存する空間の空気環境調査など、保存に関するデータを常に収集する努力を行うことが望ましい。なお、これら調査の実施については、東京文化財研究所等のこれまでの蓄積とスタッフが揃う研究機関に相談のうえ実施るべきであろう。

日常の保存管理についてここで挙げた全てを実施することは、予算も人員も限られた自治体では難しい現状があると考えられる。ただし少なくとも、定期的な点検や毎日の温湿度の把握を行うことによって速やかに劣化や被害を見つける体制をとり、問題が起これば周囲の自治体や有識者に相談できる環境を整えておくことが被害拡大の抑止に繋がる。それぞれの身の丈にあった方法で、着実に装飾古墳を見守っていくことが求められる。

イ 有事の際の管理の体制

今回の「装飾古墳の保存・管理状況の実態調査について」の結果にも、カビの発生や豪雨等の災害時に対し、さまざまな対応がなされていることが記されている。カビ等の生物被害や地震等の災害における被害などが主なものである。これらについて、具体的な事例を挙げてみたいと思う。

(ア) 自然災害によって、墳丘等に被害が見られた場合

熊本県の永安寺西古墳では近年の豪雨によって、古墳本体を覆っている保存施設に亀裂が入った。これについては応急措置と防水シートの敷設による災害復旧工事を実施している。また、平成23年3月の東日本大震災では、福島県の中田横穴において、横穴本体と保存施設の間に隙間が生じたため、平成25年度に災害復旧工事が進められている。また、中田横穴は羨道部の閉塞石もひび割れて石がずれたため、ずれた石材については、別置きする措置もとられた。

東日本大震災では、中田横穴の他、宮城県の山畠横穴群や茨城県の虎塚古墳でも、装飾文様等の劣化や崩落は見られなかつたが、指定地内での石の崩落や羨道部側壁の石材に亀裂が生じる等の被害が確認された。近年、自然災害等による文化財への被害が広範囲にわたって生じることも多くなり、こうした災害に対し、文化庁文化財部伝統文化課へ「災害による国指定文化財等の被害状況について」の報告様式を用いて報告を求めている。また、文化財の価値を減じるような被害に対しては、文化財保護法に基づき、き損届けの提出も求めている。

(イ) 生物被害等によって、石室石材や装飾文様等に被害が見られた場合

石室内の湿度が高湿となりやすい環境の中で、いくつかの史跡においてカビの発生を確認され、アルコール等によるカビの除去や継続的な環境調査が実施されてきた。後述する保存施設の設置及び改修とも関わるが、環境制御がカビ等の生物被害の発生を押さえる重要なポイントとなる。

福岡県の珍敷塚古墳では、昭和50年度に保存施設が設置され、保存管理がなされてきたが、平成20年9月に施設の保存庫内部でカビの発生が確認され、一般公開を中止し消毒の措置がとられた。その後、カビは装飾のある奥壁まで繁殖範囲を広げたため、地元うきは市教育委員会から事態の経緯とその後の処置について、県を通じて文化庁と協議を行った。翌10月から文化庁および東京文化財研究所等による現地指導により、カビの沈静化をはかり経過観察を続けられた。平成21年4月には、カビの沈静化がはかられたため、紫外線照射等による修理事業（クリーニング）が実施され、カビの除去が行われ

た。その後も環境調査を継続的に行い、今後のカビ発生防止やより良い保存管理方法を目指している。

(ウ) 人為的な行為等によって、石塀石材や装飾文様等に被害が見られた場合

柵や扉などの保存管理施設が設置されていなかつたために、石材に金属製の器物による落書きが行われたこと（大分県 千代丸古墳）もあり、見学者等による被害も十分注意しなければならない。対策として、入口部分の柵や扉による施錠や公開活用時には、管理者による立会いと注意喚起が必要となる。

(エ) その他

石室内の公開等に関し、条例を制定している茨城県の虎塚古墳では、「虎塚古墳等保存対策委員会」を設置し、委員のうち、考古学と保存科学を専門とする委員による点検が行われている。これは壁画の一般公開の前後に目視による壁画の点検が行われ、壁画に問題がある場合には公開を中止とする方針である。これまでに石室内のデータ収集や震災による壁画の点検が行えなかったこと等により公開が行われなかつたことがある。

(オ) まとめ

前述の「日常管理の体制」で述べられているが、定期的な壁画等の状況の確認・記録やカビ等の除去が日常管理で行われているが、想定を越える状況が確認された際に、管理者からどのような形で関係機関へ連絡をとるのか、いくつかの状況を想定し、連絡体制の策定が求められる。装飾古墳の保存管理を行うために、包括的な保存管理にかかる計画を策定する重要なとなる。

〇〇〇〇による国指定等文化財の被害状況について

1. 種別欄には、「重要文化財」「史跡」等の指定種別を記入してください。

2. 管轄物件・町村名にはフリガナを張ってください。

3. 被害が大きい場合は、可能な範囲で写真・図面等の資料を添付してください。

4. 被害は、文化財の指定・登録ごとに挙げてください。所在地が複数にまたがる場合は、市町村欄に所在を並記してください。

「災害による国指定文化財等の被害状況について」の報告様式



壁画表面にカビの発生がみられる状況



壁面のクリーニング作業終了後の状況



中田横穴の保存施設外観



中田横穴の羨道部分より奥室の様子

4 装飾古墳の活用の在り方について

(2) 情報公開

ア 装飾古墳の「公開」とは？

(ア) 「公開」の理念：

装飾古墳の「情報公開」の在り方について論考するにあたり、文化財保護行政上における史跡等の「公開」とは何かを検討してみた。

文化庁がまとめた「史跡等整備のてびき」によれば、活用を目的とする「公開」とは、「史跡等を国民に開放及び公開すること」とされる。文化財保護法には、装飾古墳をはじめとする史跡の「公開」に関する明確な規定がないが、「公開」の制度がある重要文化財と重要無形文化財、重要有形民俗文化財と同様、「国民に対して適切に『公開』していくことが必要」と解釈されている¹⁾。装飾古墳には、記念物としての「古墳」の保存管理と、美術品としての「装飾」の保存管理の2つの側面があり、両者のバランスをとりながら「公開・活用」の在り方を模索するには難しい面があるが、国民共有の文化財である以上、他の史跡と同様、適切な「公開方法」を考えるべきと考える。

(イ) 多様な「公開」の形：

装飾古墳の「情報公開」は、「公開」する情報の種類によって、さまざまな形が考えられる。

日常的な「公開」と非常（異常）時の「公開」、埋葬施設内の装飾そのものの公開と調査・研究成果の「公開」、案内板・パンフレットでの「公開」とインターネット（ホームページ）による「公開」、研究者向けの「公開」と一般向けの「公開」、マスメディアへの「公開」など、多様な内容と手段を組み合わせて、「公開・活用」に対応する必要がある。

①文化庁の「実態調査」

今回のワーキンググループの設置に先立ち、文化庁は平成23年度に、史跡指定の装飾古墳73基について、保存・管理状況などの実態調査を行った。

そのうち「装飾」の一般公開について、「公開している」古墳は50基だった。また、劣化、損傷といった装飾の状況に関する情報公開が10件あったことが公表されている。

ただし、非公開の装飾古墳での情報提供の方法、日常の管理に関する情報をどういった形で公開しているかといった点などは調査が行われておらず、「公開」の実態を検証する点では、ややデータが不足していた。

②従前は「非公開」

装飾古墳の「公開」にとって最も重要なのは、「装飾」をどのような形で公開するかという点と考えている。

十数年前までの状況は、「装飾の保存」が最優先で、その思想に基づき保存施設の設置、日常の管理が行われてきた。「装飾古墳の公開は、原則として展示施設及び各種資料、現地の説明板等でおこなうこととし、一定期間を除いて非公開とすること」というのが、それまでの文化庁の方針であった²⁾。

その方針に基づいて設置された保存施設も多く、「公開」という点から見ると、見学者の対応などに適さないものも多い。

③ 「公開・活用」への方針転換

いわゆる「バブル経済」の崩壊で開発行為が停滞する中、90年代以降の遺跡（埋蔵文化財）の保護にかんする施策は「保存・整備」一辺倒から「公開・活用」の要素が加わる。「史跡等は、確実に保存し整備するだけでなく、積極的な公開と活用を図ることにとって、はじめて国民生活に活かすことができる」³⁾という国の方針は、当然、装飾古墳にも適用される。

ただし、史跡指定の装飾古墳の多くは、文化庁が「保存・活用」の方針を打ち出す以前に整備が図られており、公開方法を十分に検討した上で設置された保存施設は、そう多くないと思われる。

既存の保存施設には老朽化したものも多く、改修を行う際は、「装飾」の公開について十分考慮したうえで、施設の設計などを行うべきと思う。

④ 「保存」と「公開・活用」

遺跡の「保存」と「公開・活用」は、両義的で相互に矛盾する側面を持つ。装飾古墳としての価値を失わないためにも、「保存」を大前提に「公開」の在り方を考えなければならない。

その反面、国民・地域住民に対し、貴重な文化財を残し・後世に伝える意識を醸成していくためにも「公開・活用」は欠かせない。

「装飾」という魅力をどのように伝えるか、関係者の創意工夫が求められる。

(ウ) 公開方法：

これまで導入されている「装飾」の公開方法について大別すると、以下の3つがある。

①時期を限定した公開

（保存施設「あり」の場合と「なし」の場合）

②実大レプリカの作成

現況を紹介するもの（熊本・装飾古墳館など）
築造当初の姿を復元したもの
(福岡・王塚古墳など)
③「バーチャルリアリティー（VR）」画像
(九州国立博物館など)
・三次元計測のデータに色彩情報を加味
・写真測量の応用（画像のオーバーラップ）
・パノラマ作成ソフトの活用、など

（イ）関連情報の「公開」：

史跡に指定されている古墳などの記念物は、現地に「標識、説明板、標柱及び注意札、境界標、囲いその他の施設」の設置が義務付けられている⁴⁾。

こうした施設には、遺跡（古墳）の概要、調査・研究成果といった関連情報を提供する要素もあるが、保存・管理のためのものとしての性格が強く、ガイダンス施設などを含め、「公開・活用」を意識した施設の整備が必要と考える。

また、ホームページなどでの情報公開についても、調査報告書の内容を丸写しにするのではなく、現地への交通案内や現地の写真、画像の多用など、興味を持つ人々が利用しやすいと感じる情報の提供をすべきと思う

（ロ）非常（異常）時の「情報公開」：

文化庁の規定では、「史跡、名勝又は天然記念物の全部又は一部が滅失し、き損し、若しくは衰亡し、又はこれを亡失し、若しくは盗み取られたとき」書面を提出することが義務付けられている⁵⁾。

こうした常事態が発生した場合、県市町村などの管理団体は、文化庁への報告とともに、報道機関などに情報提供を行うと想定される。

奈良県高松塚古墳の壁画の劣化・損傷問題でも明らかのように、不十分な情報公開と説明責任への認識の甘さは、文化財保護行政に対する国民・地域住民の信頼を失いかねない。

それだけに異常時の情報公開に関しては、速やかな公表と情報の「透明性」の確保が求められる。

（ハ）保存・管理状況の「公開」：

装飾古墳の取り扱い方針を示した昭和50年の文化庁の通知では、「管理状況については、文化庁及び県教育委員会に年次報告を提出すること」が求められている。保存管理に関する情報の透明性を担保するためにも、こうした

情報を常時公開することが必要と思う。

上記の通知の内容が徹底されていない中、文化庁に対しては、保存管理の状況をどのように報告し、「公開」するかについて、指針を示すよう求めたい。

イ 情報の発信度

(ア) 市民の関心は：

装飾古墳に関する市民の関心度を探るため、検索エンジン「google」で古墳名をキーワードに検索を行い、「ヒット数」がどの程度になるかを調べた（史跡のみ対象、平成26年1月6日実施）。

以下は上位5番までの結果。

- ①王塚古墳（福岡県桂川町） 約456,000件
- ②虎塚古墳（茨城県ひたちなか市） 約161,000件
- ③五郎山古墳（福岡県筑紫野市） 約103,000件
- ④田代太田古墳（佐賀県鳥栖市） 約92,300件
- ⑤桜京古墳（福岡県宗像市） 約73,300件

- *参考 高松塚古墳 約178,000件
- キトラ古墳 約108,000件
- 西都原古墳 約62,900件
- 吉野ヶ里遺跡 約199,000件
- 三内丸山遺跡 約215,000件

註：“古墳名”で検索。

「能褒野王塚古墳」など一部にキーワードを含み、ヒットしたケースもカウント。

ただし、「原古墳（福岡・うきは市）」は、「西都原古墳」など他の多くの古墳もヒットしてしまうため対象から除外

上記データは、あくまでも一例で、検索実施日によっても順位が異なることを確認しているが、全般的に保存管理（設備）の態勢が整い、情報公開にも積極的な「装飾古墳」が上位になる傾向が見られた。

その一方、国指定の史跡にも関わらず、「ヒット数」が1000件以下の古墳も見られた。

(イ) マスコミの関心度：

マスコミの関心がどの程度かを見るために、「データベース検索サービス」を使って、「google」検索で上位になった装飾古墳などの記事の掲載数（朝日、毎日、読売、産経、NHK）を調べた。

実施結果は以下のとおり。

| | 装飾古墳 | 王塚 | 虎塚 | 五郎山 | 田代太田 | 桜京 | 高松塚 | キトラ |
|------|------|----|----|-----|------|------------|-----------|-----|
| 2013 | 39 | 14 | 2 | 0 | 1 | 0 | 175 | 170 |
| 2012 | 51 | 6 | 5 | 0 | 1 | 0 | 203 | 39 |
| 2011 | 33 | 9 | 1 | 1 | 0 | 0 | 146 | 126 |
| 2010 | 34 | 8 | 4 | 0 | 1 | 0 | 234 | 267 |
| 2009 | 52 | 7 | 0 | 4 | 0 | 1 | 289 | 300 |
| | | | | | | 2007年：1345 | | |
| | | | | | | | 2004年：702 | |

*検索は「古墳名」で。数字は件数。

「google」検索と同様、キーワードが一部重なってヒットしたケースもカウント

(ウ) 「情報発信」戦略

上記2つの調査結果を踏まえ、装飾古墳の活用、保護意識の向上をはかるためにも「情報」を発信するための戦略が必要と考えられる。

一方、装飾古墳が集中する地域では、「一斉公開」などの手法がとられているが、「リピーター」を増やすためにも「マンネリ化」に対する工夫も求められる。

ウ 最後に

装飾古墳は、「現地保存が原則の」遺跡と「環境の影響を受けやすい」絵画の両方の特徴を備えたデリケートな文化財であることはいうまでもない。

貴重な文化財を後世に伝えるためには、「保存」を徹底することが第一だが、国民の共有財産である以上、何らかの形での「公開」は必要不可欠と考える。

多くの市民は「本物を見たい」はずで、どのような形でも、「本物」のすばらしさを伝える工夫（方法）を常に考え実践すべきでないだろうか。

文化財に対する国民（市民）の関心を持ってもらうためには、さまざまな形の「情報発信」が必要。その信頼感を高めるためには、プラスの情報もマイナスの情報も公表すべきと考える。併せて保存管理に関する情報公開の必要についても検討してもらいたい。

- 1) 「史跡等整備のてびき」 総説編 P66
- 2) 文化庁「装飾古墳保護管理の当面の取り扱いについて」(昭和 50 年 9 月通知)
- 3) 「てびき」 総説編 P39
- 4) 文化庁「史跡名勝天然記念物標識等設置基準規則」
- 5) 文化庁「特別史跡名勝天然記念物又は史跡名勝特別天然記念物の管理」

(3) 二次資料の活用

イ 熊本県立装飾古墳館の取組

(ア) はじめに

現地保存を原則とする装飾古墳において、写真や映像、レプリカ等の二次資料の活用は装飾古墳の価値を明確に位置づけるために有効である。また近年、コンピューター技術の発展と共に、三次元映像技術による装飾古墳の二次資料化も進み、新たな可能性が期待される。この項目では、それらの中で最も広く一般的に活用されているレプリカの活用について述べてみたい。

(イ) 装飾古墳のレプリカと目的

レプリカの定義は実物資料の複写品であるとされる。そのために装飾古墳のレプリカの活用においては対象である装飾古墳を十分に理解しなければならない。

装飾古墳における装飾とは、浮彫、線刻、彩色によるものであり、これらの技法を併せ持ったものもあり、製作者の明確な意図をもって描かれたものである。また、装飾を施す対象としては、石棺や石室、横穴墓などがあり、埋葬施設の内部に限らず、横穴墓の外壁に装飾を施す事例もあり、その形態は多種多様である。

つまり、博物館や資料館などの屋内空間にあって、一定の環境の下で保護されている資料とは異なり、多くのものが外気温等の環境変化に絶えず曝されているものである。3章に述べられているように保存上の問題から、装飾古墳の公開が限定的である場合が多いのはこのような理由からである。

よって、保存管理施設を有する管理団体においては、一次資料である「本物の装飾古墳」のレプリカを作製し、博物館や資料館において、そのレプリカを展示し公開している場合が見られる。

これらのレプリカ展示の目的は、装飾古墳の現地保存を優先し、公開によるダメージを軽減する事にあると考えられる。

(ウ) レプリカの分類

①現状レプリカ

レプリカ作成時の保存状態を忠実に再現しているもので、後世に生じた割れや傷まで再現しているものもある。代表的な例としては熊本県立装飾古墳館（以下、「古墳館」という。）の千金甲古墳レプリ



写真1 千金甲古墳レプリカ
本文-66

力（写真1）がある。

②復元レプリカ

当時の姿を再現したものである。装飾も鮮明に復元され、後世に生じた割れ等は一切省いてある。代表的な例としては、福岡県桂川町王塚装飾古墳のレプリカが挙げられる。

③ミニチュアレプリカ

実物資料をスケールダウンさせたものである。多くの場合、現状を忠実に復元している場合が多い。代表的な例としては、古墳館が所有する竹原古墳の1/5スケールのレプリカ（写真2）がある。



写真2 竹原古墳 1/5スケールレプリカ

(イ) 装飾古墳レプリカの特性

①現状レプリカ

現状レプリカは実物資料に忠実に造られた「本物らしさ」が特徴である。それは見学者に対し十分に鑑賞に堪えうるものである。また、装飾古墳の多くが石室内への立入に一定の制限を設けているケースがあるため、実物資料に代わる研究資料としての活用が期待できる。更に実物資料のモニタリング（定点観測）の比較資料としても活用できる。

②復元レプリカ

復元レプリカは、築造当時の姿を再現することで装飾古墳のもつ本来の「美しさ」を伝えられるものである。実物資料の現地公開に合わせて、事前事後の学習としてこの復元レプリカを活用している場合も多い。（註1）

しかしながら、調査研究が進み、新たな発見があった場合等、復元された姿が異なってくるケースもある。

③ミニチュアレプリカ

ミニチュアレプリカは、スケールダウンさせる事で、限られた空間において、原寸大のレプリカでは表現できない石室や墳丘等の情報を再現することが可能である。この復元にあたっては、装飾表現が緻密でより実物資料に忠実に造らなければならない。このコンセプトで造られたミニチュア

レプリカは現状レプリカの特性に近いと考えられる。

このように展示の中でそれが持つコンセプトを検討し、目的にあつたレプリカを作製するならば、これらのレプリカ展示は一次資料を凌ぐ貴重な資料となり得るはずである。

(4) 装飾古墳館におけるレプリカ活用の事例

ここでは実際にレプリカを積極的に活用している古墳館のレプリカ展示について述べる。

古墳館では、県内にある主要な装飾古墳を広く周知する展示として装飾古墳室(写真3)を設けている。ここでは築造年代順に配置されたレプリカの展示を通して見学者が装飾古墳の変遷について体系的に理解する事を可能としている。

また、装飾古墳室のレプリカは全て現状レプリカである。平成21年度から古墳館では、県内の装飾古墳一斉公開を実施しているが、レプリカの活用の一つとして、公開している古墳の保護のための比較検討資料としている。(註2) 山鹿市チブサン古墳や玉名市大坊古墳がその例である。



写真3 装飾古墳室の様子



写真4 竹原古墳と田代太田古墳の2基のミニチュアレプリカ

また、常設展示室では福岡県宮若市の竹原古墳と佐賀県鳥栖市の田代太田古墳の2基のミニチュアレプリカを展示している。(写真4)

福岡県と佐賀県を代表する装飾古墳であり、熊本県内の装飾古墳とは装飾の様相が異なることから、装飾古墳を比較検討するための研究資料としている。近年は、このミニチュアレプリカの他県の地方公共団体への貸出しも行っている。

(5) おわりに

デジタル資料が博物館の新しい二次資料の在り方として定着して久しい。特にレーザー計測機器を用いた三次元測量による装飾古墳のCGは高解像度

カメラや測色機器を併用した画像解析と併せて、新たな情報を私たちに提供してくれている。当初のデジタルコンテンツとして「見せる」資料から、デジタルデータによる3Dプリンターを使った「立体模型」作製まで発展してきている。このような技術の進歩には、目覚ましいものがある。しかしながら、デジタル資料とその技術を利用した立体模型は実物資料にある微小な起伏まで再現することは難しい。そこにレプリカが実物資料の研究に対し、現在も欠かせない意味がある。

最後に今後のレプリカの活用における屋外に設置について触れておく。現地見学において実物資料の代わりとしてレプリカを設置しているケースがある。より実物資料に近い場所で公開する意義は大きい。しかしながら、絶えず風雨や日光に曝される状況下に置かれていると、多くが樹脂製のレプリカは、日焼けや熱変化により傷んでしまう。貴重な二次資料として製作されたレプリカであるからこそ、この保存環境には十分に留意してほしい。

註1 桂川町立王塚装飾古墳館がこのケースの代表的事例として挙げられる。

註2 古墳館で実施している装飾古墳モニタリングは前述のモニタリング（定点観測）に加え、保存施設内外の温湿度データや石材の水分量等の様々なデータを収集し装飾古墳の保存活用に用いている。

参考文献)

- 平成5年 『国立歴史民俗博物館研究報告』第50集
- 平成8年 大分県の装飾古墳 全国の装飾古墳2 熊本県立装飾古墳館
- 平成10年 佐賀県・長崎県の装飾古墳 全国の装飾古墳4 熊本県立装飾古墳館
- 平成25年 青木 豊 第5節 レプリカ製作の目的と意義 青木豊編「人文系博物館資料保存論」
- 平成25年 池田朋生 第6節 レプリカによる資料の保存と活用 青木豊編「人文系博物館資料保存論」
- 平成25年 池田朋生・菊川知美 装飾古墳の博物館資料化に向けた取り組み～装飾古墳保護施設の保存環境について～ 熊本県立装飾古墳館研究紀要第9集

ウ キトラ古墳壁画陶板複製について

キトラ古墳壁画は、発見後の本格的調査の結果、剥落の危険性があることが判明したため、保存を最優先する方針を固め、緊急的に壁画を取り外すこととした。石室を解体せず、漆喰部分のみを取り外すこととしたため、古墳内にあった時の状況を知るための資料として、壁画の複製を作成して古墳内の状況を再現することが求められた。古墳内に壁画がある状態で複製を制作することはできなかったが、取り外し前に高精細デジタルカメラ写真が撮影されており、それらを合成することで全体像を知ることができたため、取り外し後でも正確な複製を制作することができると考えられ、計画は進められた。

材質としては、高い強度性能はもとより、温湿度、日照や風雨等の外敵要因でも変形・変色・褪色することがない優れた耐久性を持ち、メンテナンスの負担も少ない陶板が選択された。平成22年度予算において複製のための経費を計上し、製作に当たる業者は企画競争により大塚オーミ陶業株式会社に決定した。

製作に当たっては、「複製品製作委員会」を組織し、古墳内で撮影されたフォトマップ資料や壁画の修理過程で撮影された斜光写真等の画像データを基に、多くの試作品を製作した。4名の委員の他に、実際に壁画の保存修理に携わっている技術者の協力も得て、色調や漆喰の凹凸・剥離状況などについて検討を加え、完成した。

複製対象は、天井、北壁、東壁、西壁、南壁の5面及び床面で、せつ器質の陶板を用いた。

寸法等は、以下のとおりである。

天井：D2425×W1085、約20～27mm、約230kg

北壁：H1150×W1094、約20～25mm、約70kg

東壁：H1150×D2394、約20～40mm、約165kg

西壁：H1150×D2394、約20～25mm、約165kg

南壁：H1136×W1074、約20～25mm、約70kg

床面：D2390×W1040、約20mm、約140kg

(重量データには陶板用取り付け金具の重量が含まれる)

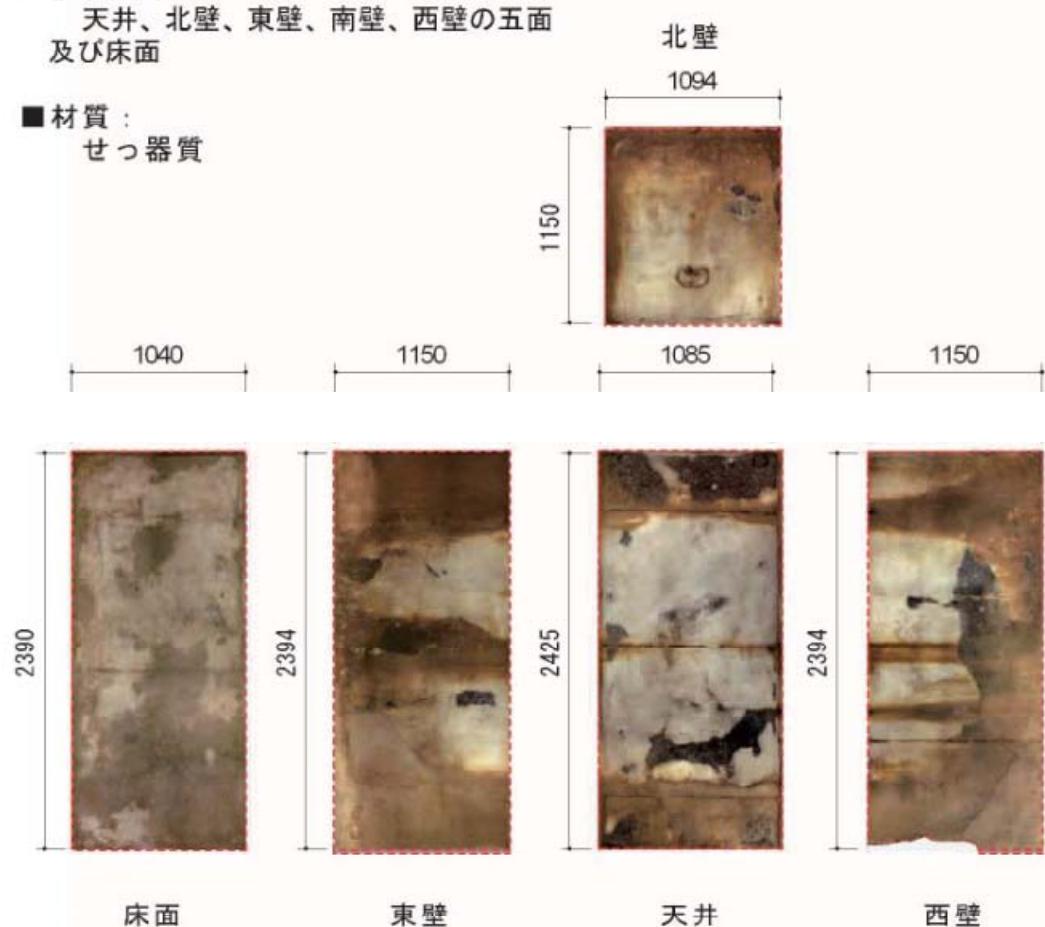
壁画のフォトマップを使用した寸法図を以下に示す。

■複製対象：

天井、北壁、東壁、南壁、西壁の五面
及び床面

■材質：

せつ器質



陶板寸法

天井 : H2425 x W1085

北壁 : H1150 x W1094

東壁 : H2394 x W1150

南壁 : H1136 x W1074

西壁 : H2394 x W1150

床面 : H2390 x W1040



陶板製作にあたっては、図像だけでなく質感においても原画に近づくことが重要な課題であった。原図が持つ刻線（下書きの際ついたとされる漆喰の凹み）や膨らみ等の貴重な情報を失わないようにする必要があり、そのため度重なる試作品の製作が繰り返された。その結果、でき上がった完成品は、

色や描線に止まらず、刻線や壁面の膨らみ、漆喰細部の微妙な凹凸に至るまで、壁画の持つ多様な物質的情報を再現することに成功した。特に、陶板特有の表面の濡れたような質感は、湿りを帯びた漆喰の持つ独特の表情を巧みに表わしており、現時点で考え得る最も適切な素材選択であったといえる。これを石室の形に組み合わせることで、石室内部に置かれた壁画の状況を臨場感を持って理解することが可能となった。

この陶板複製は、現在、飛鳥資料館（奈良県明日香村）にて展示公開されている。この展示は、一般の人々に公開することが容易でない文化財の今後の保存・活用の在り方について、ひとつの方法を示している。





本文-73

[参 考 资 料]

ひたちなか市の取組

1 虎塚古墳の発掘調査

虎塚古墳（ひたちなか市中根）の発掘調査（学術調査）は勝田市史編さん事業として第1次調査は昭和48年8月から9月に、第2次調査は昭和49年8月に、第3次調査は昭和51年8月に実施し、調査団長は大塚初重^{はつえい}明治大学教授（現名誉教授）に依頼した。

虎塚古墳は墳丘長56.5mの前方後円墳で、埋葬施設は後円部に横穴式石室が築かれ、玄室の長さは3mを測る。7世紀初頭の築造と考えられる。

第1次発掘調査において後円部の横穴式石室が未開口であることが分かり、閉塞石を取り除く前の昭和48年8月31日に、東京国立文化財研究所（当時）による石室内の調査を実施し、温度15°C 湿度92% 炭酸ガスは外気の50倍というデータを得た。

昭和48年9月12日に横穴式石室の閉塞石の除去作業を実施し、玄室内に彩色壁画を発見し、昭和49年1月23日に国指定史跡の指定を受けた。

2 保存対策会議の設置

壁画の重要性に鑑み^{かんが}、昭和48年11月1日に保存対策会議を設置した。勝田市長と保存科学・考古学・建築工学の学識経験者9名により構成し、会議は昭和53年2月までに6回開催した。その後、整備委員会となる連絡調整会議を組織し、昭和53年10月から11回開催した。この間、昭和49年度から55年度まで東京国立文化財研究所に委託し、保存科学的な調査を継続的に実施した。

保存対策会議での検討により、「虎塚古墳壁画保存の基本方針」を昭和52年2月3日に決定し、①公開を前提 ②公開施設はできる限り墳丘の景観及び遺構等をそこなわない ③石室内部の科学調査実施 ④保存管理組織の検討を主な柱とした保存の基本方針を決定した。

3 基本構想の策定

基本方針を受けて「勝田市虎塚古墳公開保存施設設置基本構想」を昭和53年2月7日に策定した。この中で「彩色壁画の永久保存と公開のための施設を設置」することとし、①春と秋に公開を行う ②石室内部の諸条件の観察を可能にする ③保存施設を墳丘内におさめることとした。

また、公開保存施設の基本計画として、①観察室はできる限り石室に近づける ②観察窓は出入り口を兼ねた最小限のものとし、断熱に配慮しペアガラス、エアタイトサッシとする ③照明の熱対策を十分にする ④測定等に使用する小孔を設置する（通常はエアタイト） ⑤墓道の石敷きを保存する ⑥観察室への空気を送風する（現在は遮断）こととした。

4 保存施設の整備と条例の制定

保存施設の整備は昭和 53 年度から行い、昭和 55 年 10 月に竣工した。施設の竣工に合わせて条例の制定を行い、勝田市虎塚古墳史跡公園設置及び管理条例（昭和 55 年 10 月 3 日制定）と同条例施行規則を施行し、条例第 7 条で「観覧室の開館等」として観覧室の開館時期と時間を規定した。

条例に基づく壁画の一般公開は昭和 55 年秋から実施しており、これまでの観覧者はおよそ 10 万人である。

5 虎塚古墳等保存対策委員会の設置と管理

虎塚古墳の保存対策の検討と保存の経過を点検するために、考古学・保存科学等の専門家により虎塚古墳等保存対策委員会（現：史跡保存対策委員会）を昭和 56 年 4 月に設置した。

現在は温度・湿度センサーにより石室内部環境の 24 時間モニターを行っており、公開や点検時以外は観察室への入室もしないこととしている。公開前後には史跡保存対策委員会委員による石室内の目視点検等を行っているが、石室への入室は必要最小限の人数・回数・時間としている。また、温暖化対策として後円部の公開施設・石室上部への低木の植栽を実施した。これは夏季の墳丘温度上昇対策として一定の効果があるものと考えている。

6 これからの課題

恒久的な保存のため史跡保存対策委員会において検討を進めている課題として、①温暖化への対策強化 ②カビ発生の抑制対策の強化 ③壁画の劣化やカビの発生等による汚損確認のための定点観測等の実施 ④地震による影響確認の実施検討（石室全体のゆがみの有無の把握）等がある。

虎塚古墳の保存と管理

1 虎塚古墳の概要

虎塚古墳は、勝田市史編纂事業の一環として大塚初重明治大学教授（当時）を団長として昭和48年8月～9月に第1次調査が実施され、未開口の横穴式石室が確認された。かねてより新井英夫東京国立文化財研究所研究員（当時）より依頼のあったことにより、この未開口横穴式石室の環境測定を同年8月31日に実施した。同年9月12日、石室を開口したところ彩色壁画を発見、9月19日壁画の一般公開を行った。

虎塚古墳の調査は、昭和49年8月、昭和51年8月にそれぞれ第2次・第3次調査が実施され、墳丘・周溝等の調査を終えた。

虎塚古墳は7世紀初頭に築造された前方後円墳で、墳丘長56.5m、前方部幅38.5m・高さ7.2m、後円部径32.5m・高さ7.5m、埋葬主体部は切石による横穴式石室で、玄室長3mである。一部を除いて周溝が全周する。埴輪・葺石は無い。

未開口横穴式石室の環境調査は、閉塞石を取り除く前に扉石の隙間付近の空気を採取したもので、温度摂氏15度、湿度92%，炭酸ガス濃度は外気の約50倍というものであった。

勝田市（当時）は昭和48年11月1日に勝田市長、保存科学・考古学・建築工学の学識経験者の9名からなる保存対策会議を設置し、昭和53年2月まで、虎塚古墳の保存に関する基本方針を協議した。昭和49年1月23日に史跡指定を受け、昭和51・52年度に国庫・県費の補助を受け指定地の公有化を行った。保存対策会議は東京国立文化財研究所（当時）に昭和49年度から55年度まで石室内の空気組成、温度、湿度、微生物を対象とした保存科学的な調査の継続を委託して実施した。

保存対策会議は、「虎塚古墳壁画保存の基本方針」（資料1）を昭和52年2月3日に決定し、昭和53年2月7日「勝田市虎塚古墳公開保存施設設置基本構想」（資料2）を策定した。

公開保存施設の基本計画に基づき保存施設の整備と史跡地の整備が行われ、昭和55年10月竣工、「勝田市虎塚古墳史跡公園設置および管理条例」「同施行規則」が制定され、11月に整備後第1回の一般公開を行った。

保存対策会議を改組し、虎塚古墳の保存対策の検討、保存の経過の点検のために保存科学・建築工学と考古学の専門家からなる虎塚古墳等保存対策委員会（現・ひたちなか市史跡保存対策委員会）が昭和56年4月に設置され、以後今日まで、公開前後の点検と各種の保存対策の検討を行っている。現在の委員は15名である。

2 保存管理の在り方

「虎塚古墳壁画保存の基本方針」「勝田市虎塚古墳公開保存施設設置基本構想」を受けて、虎塚古墳の保存管理のあり方は、何よりも公開を前提としながら保存を図る点に第1の基礎をおいている。これに基づいて、保存科学的に配慮した石室内部を観察できる公開保存

施設を整備して、石室内環境と外気環境とに著しい差が無い春と秋に公開を行うということを行ってきた。公開に関しては、「勝田市虎塚古墳史跡公園設置および管理条例」が制定されており、これに従っている。

保存管理の実務は教育委員会がこれを行っているが、史跡保存対策委員会による点検調査と各種の保存対策協議が定期的に行われている。これまで、石室内環境の通年のモニターリングを行うとともに、公開の前後には史跡保存対策委員会による点検・調査を実施し、種々の問題に対応してきた。

以下に、これまで史跡保存対策委員会が取り組んだ問題点を列記しておく。

保存施設整備直後には、降雨後石室内に多くの雨水が浸入する不具合があり、発掘部分の墳丘の積み直しと保存躯体と墳丘の隙間の補填土壌の突き固めを行った。この結果、降雨直後の雨水の浸入はとめることができた。

公開時の照明器具の不具合は、当初設計の照明器具を廃止、観察ガラス窓外からの照明、ついで光ファイバーによる照明へと転換して今日に到っている。当初設計の照明器具は蛍光灯を利用したもので、発熱冷却の必要から冷風を循環させたが、送風圧の高さから照明器具の隙間かられいきが漏れ出すことを止められなかったため、石室内環境を乱すことになり、使用を中止せざるを得なかったものである。

墳丘上の植栽は当初は無く、夏季の高温時の地熱が被服の薄い観察室の温度を上昇させ、石室内に影響することから、公開施設から石室の上部に低木の植栽を行った。この結果、約1度弱、最高温度を下げることができた。

壁画面にナミハグモ（土中生息のクモの一種）が営巣し、壁画面顔料の一部を浮かしてしまったこと、トビムシの一種、アリの一種がしばしば石室内に観察されるようになった。こうした地中生物に対する対応は現在も課題として残っている。

3 現状と課題

(1) 温暖化対策と石室乾燥の防止

1990年代、石室内温度が調査時の通年測定温度より約1度上昇していることから、夏季の墳丘の蓄積熱の影響と考え、保存躯体及び石室の上部に低木の植栽を行った。この結果2000年代には約1度の温度上昇は修正されたが、近年の温暖化傾向は、特に公開時の観察室温度の上昇に懸念があり、氷柱や氷水を入れた加湿器の使用による公開時の観察室の温度上昇を抑える対策を継続している。

温度上昇は石室壁面の乾燥を引き起こす懸念が高く、これからも大きな課題である。特に壁画面の劣化現象（後述）の要因として、壁画面、石室切石表面の局所的乾燥が最大の引き金の懸念が高く、雨の降り方などを含めた気候変動にどのように対処するのかを考えなければならない。

(2) カビ発生の抑制対策の強化

今まで石室内でのカビの発生は無いものの、観察室では何度かカビの発生に遭遇

している。観察室壁面を防カビ剤入りのペイントで塗装し、また壁面の防カビ剤入り洗剤で清掃するなどを実施してきた。平成25年度には、観察室設置の扉石表面にカビ・真菌の繁茂が確認され、観察室を含む保存施設各室の徹底清掃と除菌を行うとともに、観察室床面（土壌がむき出しとなっている）に砂を敷き詰め、公開施設入り口からプラスチック製のスノコを敷き、公開時の入場者にはスリッパに履き替えて入ってもらう形に変えた。

これにより、観察室への雑菌を含む多くのものの搬入を最大限防止することとした。

(3) 壁画劣化の確認のための定点観測

1990年代末頃から壁画の一部が劣化している恐れに気がつく。現象としては壁画顔料が浮き上がるような形のもので、写真のような顔料の凝集が顕著となってきた。この現象そのものは調査時にすでに確認されていたものであったが、その範囲が拡大している懸念があり、科学研究費による調査を実施することとした。現在までの観察では劣化が進行している懸念が強まっているが、根本原因については依然不明といわざるを得ない。各種実験を行うとともに、壁画面の定点観察（デジタル写真撮影・DMSによる拡大写真撮影）を継続実施している。

石室壁面の局所的乾燥が最大の原因ではないかと疑っているが、この要因の一つとして墳丘に施した植栽による蒸散量が石室周辺の土中水分を減少させている恐れが考えられる。日差しを遮るに十分な量を残して他は伐根する必要があるだろう。

(4) 石室内生物被害の排除

過去にクモによる被害があったが、現状ではトビムシ・アリ・ダニが石室内で確認されている。目視の範囲での直接的な被害は無いものの、これらの生物の排除も課題となる。また、墳丘上の植物の根による被害もあり、壁面を這う性質を持った根についてはこれを墳丘から排除する必要がある。現在、植物の同定を進めている。

(5) 地震による影響確認の実施の検討

高精度デジタル測量を実施し、現状の正確な記録を作るのが第1の課題であろう。調査時の計測はトランシットとやり方による測量である。

熊本県の取組

1 はじめに

国指定装飾古墳は熊本県には 15 か所存在する。県北では、玉名市の 1. 大坊
古墳、2. 永安寺東古墳・永安寺西古墳、3. 石貫穴観音横穴、4. 石貫ナギ
ノ横穴群、玉名郡和水町の 5. 江田船山古墳附塚坊主古墳・虚空像古墳（塚坊
主古墳）、山鹿市の 6. 鍋田横穴、7. チブサン・オブサン古墳、8. 弁慶ヶ穴
古墳、がある。県央では熊本市の 9. 釜尾古墳、10. 千金甲古墳（甲号）、11.
千金甲古墳（乙号）、12. 塚原古墳群（石之室古墳）、上益城郡嘉島町の 13. 井寺
古墳、宇城市的 14. 小田良古墳があり、県南には人吉市の 15. 大村横穴群があ
る。

同じ装飾古墳でも、石棺・横穴式石室や横穴墓などの種類があり、施文¹の方
法も、線刻、浮彫、彩色などの種類がある。また施文の場所も横穴では、崖面
に装飾があるなどバラエティに富むことが熊本県の特徴である。このことは保
存対策方法が一様でないことを物語っている。

2 熊本県における装飾古墳保存の経緯

(1) 戦前までの取組

明治 13 年には、熊本県は県下で古墳が発見された場合、調査報告を命じ
ている。その結果が「古墳発顕記録」としてまとめられ、装飾古墳として
は、宇土市の晩免古墳や潤野古墳の報告がある。大正 4 年には「史蹟調査
保存ニ関スル規程」や「名勝・旧蹟・古墳墓・天然記念物ニ関スル規定」
を制定し、登録台帳を作成することを条文化した。これは大阪府とともに

¹ 文様を付けること。

全国的に先駆的取組であった。また、京都帝国大学考古学研究室による「肥後に於ける装飾ある古墳及び横穴」（大正6年）の刊行も、熊本県の文化財保護の理念が高まったことの大きな要因であろう。

（2）戦後の取組

大きく3つの画期^{かつき}が設定できる。1つ目は熊本県文化課の発足。2つ目は県立美術館の開館。3つ目は、県立装飾古墳館の設立である。

ア 熊本県文化課の発足（昭和47年）

昭和47年に文化課が発足すると翌年の昭和48年及び昭和49年には墳丘をもつ装飾古墳の調査を実施している。その後、昭和56年及び昭和57年には装飾のある横穴墓の悉皆^{しつかい}調査を実施し、新たに50基以上の装飾ある横穴墓を発見している。以上の成果は、「熊本県装飾古墳総合調査報告書」（昭和59年）としてまとめられており、熊本県における装飾古墳の基本的文献となっている。また、昭和50年代には、文化庁の国庫補助や県補助を受けて国指定及び県指定の装飾古墳の保存施設が設置されている。

イ 熊本県立美術館の開館（昭和51年）

原始美術の視点から装飾古墳室が設置され、古代の造形美術として位置づけ、県内の主要な装飾古墳のレプリカを常設展示している。考古学的視点ではないものの、当時としては、保存と活用の両立を図る一つの方向性を示した画期的なものであった。

ウ 熊本県立装飾古墳館の設立（平成4年）

平成4年に全国唯一の装飾古墳の研究センターとして開館した。常設展示として考古学的観点から装飾古墳のレプリカを常設展示している。装飾古墳の保存と公開の両立を目指して装飾古墳石室内のモニタリング、石材調査等の活動を行っている。

（3）昨今の整備状況

人吉市所在の大村横穴群では、文化庁の補助事業として崖面崩落防止のためのアンカーピンによる固定を行っている。

3 近年の課題と今後の方向性

装飾古墳の保護と公開の両立が最大の課題と考えているが、装飾古墳がどのようにして生まれたのか。またどのように普及、発展していくのか。このことについて未解明のままということも課題の一つである。

現在、装飾古墳の発生期に焦点を当てて調査を実施している。この発生期の装飾古墳は、八代海周辺地域に集中し、特に装飾のある箱式石棺は、ほぼ八代海沿岸に限定されるので、主題を「八代海周辺の装飾古墳の発生と展開」とし、文化庁の補助事業として調査研究を進めているところである。装飾のある石室・石棺だけでなく、装飾古墳出現に関連する非装飾の石室・石棺を含めてその意義・価値付けを行い、史跡指定等の保護措置を図っていきたい。

熊本県立装飾古墳館の取組

1 はじめに

熊本県立装飾古墳館（以下古墳館）は平成4年4月15日に「肥後古代の森」の中核施設として開館した。古墳館における博物館としての基本理念は熊本県立装飾古墳館設置条例の第2条において「装飾古墳に関する資料その他古代文化に関する資料の収集、保存及び展示」と明記されており、この条例に基づいて本館の活動が行われている。

2 調査研究・展示活動について

（1）全国の装飾古墳分布調査

この事業の目的は、装飾古墳を専門にする唯一の県立博物館として全国にある全ての装飾古墳の基礎資料を収集し、その情報を発信することにある。開館当初は、基礎データ収集 全国の装飾古墳のデータベース化。開館時に検索システムを立ち上げ、来館者が自由に検索することを可能にした。

（2）企画展「全国の装飾古墳」開催

平成7年から実施し、平成25年までに10回開催している。古墳館は全国の装飾古墳基礎データを網羅するため、新たに発見された装飾古墳については現地調査を実施し資料の収集に努めている。併せて調査成果を展示図録にまとめ一般に供している。

（3）装飾古墳のレプリカ展示

原寸大レプリカ及びミニチュアレプリカによる常設展示を行う。またレプリカを活用した劣化の検証も行っている。

（4）二次元データ（写真）による記録保存

平成10年から13年にかけて、県内外の装飾古墳を大型カメラで撮影委託、基礎資料化のための写真撮影による収集を行った。4×5版によるポジ・モノクロ撮影の後に、画像をデジタル化している。フィルムの永年保管のほか、デジタル規格は変更されるため、画質を落とすことなく汎用性のある規格へ変換する等の課題がある。

（5）体験学習へのフィードバック

研究調査の成果を踏まえ、装飾古墳に用いられた石材と同質の石版を用

いた「古代絵画教室」を開催し、普及活動にフィードバックさせている。

3 装飾古墳の保存と公開の両立をめざして

(1) 装飾古墳環境調査（装飾古墳のモニタリング）

装飾古墳の保存と公開を両立させるために、県内外で装飾古墳環境調査（以下、「モニタリング」という。）を実施している。

このモニタリングの活動は、定点観測による装飾の観察や計測機器を用いた温湿度管理、及び保存管理施設内外のメンテナンス等、古墳内部の環境維持を目的としている。複数年の期間にわたり、古墳内外における温湿度データを収集することで、石室内の基本的な環境変化の把握に努めている。更に、装飾の劣化の把握、その対処法等を検討するための取り組みに繋げている。

また、モニタリングに使用する機器には、コストを抑えたものを用いている。これは、財政規模の小さい各種団体が、装飾古墳の管理を行う際、導入する機器の参考例となることを念頭においたものである。

(2) 装飾古墳の一斉公開

この活動は、福岡県で先行実施している活動で、熊本県では2009年から県内の市町と連携して実施している。

更に、見学者へのアンケート調査を行い、装飾古墳に対する意識や関心を知る一助としている。

また、公開前後は通常の温湿度データの収集に加え、5分間隔で温度変化の推移を記録・検討することで、入室による公開時の様々な課題に対処する方法を検証している。こうした活動を継続することで、公開時の入室により及ぼす影響を軽減させる。

(3) その他の博物館活動

古墳館では、県立の博物館として他の博物館等への支援も積極的に展開している。まず、天草キリスト教館では国指定重要文化財である「倫子地著色聖体秘蹟図指物」通称「天草四郎陣中旗」の公開に関する展示ケース環境調査におけるモニタリング機器の取扱いや展示方法の助言を行った。また、熊本市立熊本博物館所蔵の装飾古墳石棺の展示について収蔵場所でのモニタリング支援や展示方法に助言を行っている。

この他にも、国指定重要文化財である通潤橋の保存検討のため、目地に用いる漆喰の調査指導に携わっている。他県の地方公共団体への支援として鳥栖市田代太田古墳・ヒャーガンサン古墳のモニタリングを現在も継続

中である。このモニタリングデータは管理団体である鳥栖市において一般公開時の基礎情報となっている。

これらの装飾古墳研究では民間研究助成金等を活用し、その成果を専門学会において発表することで装飾古墳の保護上に必要な調査研究に資する。

(4) 肥後古代の森協議会の活動

古墳館は平成4年に肥後古代の森の中核施設として開館している。この肥後古代の森は文化庁の風土記の丘事業の構想に基づき熊本県が整備した歴史公園である。その組織は菊池川流域の山鹿市、菊池市、和水町の2市1町と県からなり、古墳館に事務局を置いている。この協議会設立の目的は、菊池川流域の文化財の周知にあり、イベントの後援や菊池川流域の文化財を保護する活動を行っている。近年は特に、菊池川流域の史跡活用に取り組んでおり、熊本県内装飾古墳一斉公開の後援や古代への旅バスツアーを企画し、積極的に史跡の活用を図っている。また、装飾古墳調査事業を立ち上げることで、肥後古代の森にある装飾古墳の保護に取り組んでいる。このような外郭団体が装飾古墳の保存と活用に主体的に取り組んでいる事例は、全国の史跡を管理する地方公共団体にとっても参考となる取り組みと言えよう。

参考文献)

- 平成8年 大分県の装飾古墳 全国の装飾古墳2 熊本県立装飾古墳館
- 平成10年 佐賀県・長崎県の装飾古墳 全国の装飾古墳4 熊本県立装飾古墳館
- 平成26年 装飾古墳調査事業 肥後古代の森 古代への旅活動報告文集 肥後古代の森協議会

熊本県立装飾古墳館が行う石材調査、環境調査

1 はじめに（熊本県立装飾古墳館の活動）

装飾古墳館は、装飾古墳館設置条例、博物館法第3条8の「当該博物館の所在地又はその周辺にある文化財保護法の適用を受ける文化財について、解説書又は目録を作成する等一般公衆の当該文化財の利用の便を図ること。」に基づき、県内を中心に装飾古墳の博物館資料化（装飾古墳の保存と公開）をすすめ、野外博物館としての活動を行っている。

（1）装飾古墳使用石材を対象とした文化財石材の調査

ア 文化財石材とは

岩石の成因や地史的な意義などの解明を目的とした岩石名（安山岩等の火成岩、砂岩等の堆積岩）から議論するのではなく、石材の外観、性質を利用して人の手が如何に関わっているかという立場から岩石名を呼称するものであり、朽津信明（2003）により提唱された概念。装飾古墳館では、この概念に相当する石材名を専業石工が用いる石材の通称を用いて調査を行っている。

例えば、阿蘇熔結凝灰岩の場合、同じ Aso-4（地元では灰石-ハイイシと総称）の石材のなかでも、産地や使用目的によって異なる名称がある。このような区別の意味を見出し、石材毎の特徴を様々な調査によって理解。装飾古墳に用いられた石材について評価を加えている。

イ 熊本県下の主な文化財石材の事例

江田石：江田船山古墳周辺で採取される、阿蘇熔結凝灰岩の一種。細工に向く。

鍋田石：鍋田横穴墓周辺で採取される。阿蘇熔結凝灰岩の一種。間知石、石臼に使う。飛岳石：安山岩若しくはデイサイト。千拓の埋め立て用、非装飾古墳の石材に使われている。

合津石：礫岩の一種。石垣のほか、非装飾古墳の石材に使われている。

馬門石：阿蘇熔結凝灰岩の一種。畿内まで運ばれている、ピンク色の色調が特徴的な石棺用石材。元来、装飾を施すなどの細工用の石材には適さず、使用例は圧倒的に少ない。

ウ 専業石工から得る多彩な情報

阿蘇熔結凝灰岩、砂岩、安山岩、花崗岩、緑色片岩、凝灰岩質砂岩など。使用する石材は、装飾が施しやすいように平滑に加工しやすく軟らかい石材や、平滑な面をもともと持つ石材を用いることが多い。こうした石材を用いて専業石工による実験製作を行い、製作工程、保存上の特性把握など各種検証に用いている。



(2) 装飾古墳保存施設を対象とした環境調査

県内の保存施設、及び整備を行った装飾古墳を対象に、保存と公開のバランスを図ること、装飾の劣化を未然に防ぎ、早期に対処することを目的としている。現地にある装飾古墳保存施設は、収蔵庫兼展示室と解釈、各地の装飾古墳を博物館学芸員の視点により資料の把握に努める。環境調査に出向くことで、史跡の定期的な日常管理の有効性を実感し、管理団体と課題を共有・保護の意識を向上させるきっかけとなる。

ア 測色によるモニタリングの開発と実施

石工に依頼して製作した石材レプリカを用いて測色によるモニタリングを試行、現在は保存環境に応じ、調査項目を選択して実施している。福岡、熊本では、装飾の見えが良かつたり、悪かつたりした場合、「今日は機嫌が良い、機嫌が悪い」という表現で話されてきた。こうした見えの違いは、入室



による影響（横山古墳）と、季節変化（釜尾古墳、田代太田古墳）などいくつかの原因があった。何れの場合も、直接の要因は結露によって顔

料表面が濡れるためであり、乾いたから装飾が見えにくい、濡れたから見えやすいとは一概に言えない（顔料、石材で異なる）ことなどが判明している。

イ 各地の環境調査の結果

現在、県内外の20か所で環境調査を実施しているが、観察、記録の手法は、測色のみならず様々である。装飾の見えの変化の原因である結露を繰り返す環境が、長期的にどのような影響があるかは未だ不明である。

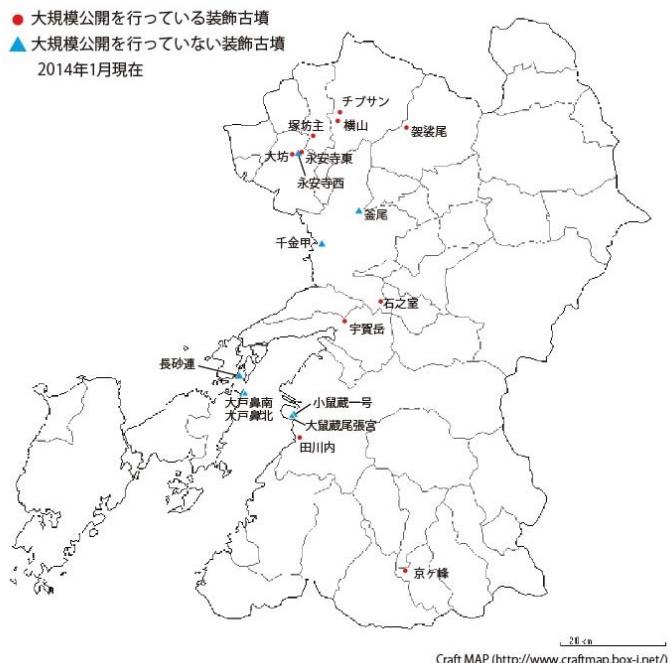
短期的な課題とし

ては、急な温度上昇によりカビの誘発を招く場合がある。現時点では人為的に結露を引き起こす事態は極力避けることを心がけている。その為には、過度な回数の入室は不可とし、夏季等の不適切な時期の入室、長時間の滞在、大人数の見学などは、細心の注意が必要である。

ウ その他の環境調査の試み

モニターバスツアーにより実際に見学者と共に装飾古墳を訪れアンケートを収集、活用上の課題や入室による温度上昇の記録など各種調査を実施している。蓄積したデータを元に、大規模な公開事業（熊本県内装飾古墳一斉公開）の開催につなげている。

参考文献：朽津信明「岩石の定義と分類」『文化財科学の事典』（平成15年）朝倉書店



福岡県の取組

1 福岡県の装飾古墳

福岡県内に現存する装飾古墳は 59 基を数え、我が国の代表的な装飾古墳として挙げられるものも少なくない。指定別に見ると、特別史跡 1 件、史跡 16 件（26 基）、県指定 8 件（9 基）、市町村指定 9 件（10 基）、未指定 12 件（13 基）となる。指定による保護を受けた装飾古墳が多くを占める一方、いまだ法的保護を受けていない状況下にあるものも少くない。

県下の装飾古墳に対して主体部による 4 分類を行った場合、石棺系 2 基、石障系 1 基、壁画系 43 基、横穴系 13 基に類別される。技法による分類では、彩色 36 基、線刻・彫刻・敲打²26 基に類別される。これらの装飾古墳が築造された立地や周辺環境、あるいは発見の経緯や遺存状況も様々である。このように、県内の装飾古墳は種別や技法、環境の差異によって実に多様であり、保存活用に際して一概には扱えない難しさを抱えている。

保存施設に関して、福岡県ではこれまで原則的に石室または壁画面を開閉可能なガラス扉等によって密閉し、覆屋を設置することによって外部の影響を最小限に抑え、且つ定期的な管理や限定的な公開活用を可能とする措置を講じてきた。この方針は昭和 40 年代から今日に至るまで基本的には変わっていない。施設設置後の管理は主に地元自治体によって行われ、定期的な現地確認と管理記録の作成、清掃を中心に行われる。また、定期に、あるいは石室入室時に、ホルマリンとエタノールによる消毒液の噴霧を実施しているところもある。温湿度測定機器による環境調査は幾つかの古墳で実施しているが、測定結果の十分な解析による課題の認識、環境の見直しにまでは至っていないのが現状である。

一方、保存措置を講じた装飾古墳の大半が恒常的な劣化問題を抱えている。その多くは、カビやキノコの発生、小動物や虫の侵入、土砂や雨水の流入、樹木の根の発生など外的要因によるものであり、他にも横穴墓の壁面剥離といった地質的要因や、塩類や結露など保存施設設置後の環境が誘因と見られる問題もある。

めずらしづか 珍敷塚古墳のカビ発生と修理

² 叩くこと。

珍敷塚古墳は、県の南部、装飾古墳が濃密に分布する水縄山系北麓にある装

飾古墳で、周辺の3基の装飾古墳とともに屋形古墳群として史跡に指定されている。物語性豊かな図像と鮮やかな色彩で有名な、福岡県を代表する装飾古墳の一つである。

昭和50年代に現在の保存施設が設置されて以降、ほぼ安定した状態を保っていたが、平成20年9月、壁画を保護する内部保存庫の床面で、突如大量の白色カビの発生が確認された。ホルマリンとエタノール混合液の噴霧による消毒を試みたものの、カビは一向に衰える気配がなく、その後カビの範囲は壁画面や保存庫を覆う覆屋全体にまで及んだ。事態の重要性を考慮した地元うきは市及び福岡県は文化庁に対して状況を報告し、今後の措置に関する協議を行った。その後、文化庁文化財部美術学芸課古墳壁画室及び東京文化財研究所の技術的指導、支援を得て種々の対策を講じ、同年12月にようやくカビの鎮静化を確認することができた。翌年4月には紫外線照射によるカビの死滅化とクリーニング作業を実施し、以前にも増して良好な状態を確保することができた。現在もなお東京文化財研究所の協力で定期的な環境調査を継続しており、引き続き安定した状態を保っている。うきは市では今回のカビ発生で得た教訓とその後の環境調査成果を活かし、珍敷塚古墳をはじめ、市内装飾古墳全体の新たな保存活用の展開を目指して積極的な事業化を図っている。

2 保存活用に関する取組

県内の装飾古墳の多くは常時公開可能な状況ではなく、更なる公開の機会を望む声もこれまで多くあった。そのため、遠賀川流域の各自治体はこうした声に応えるべく、積極的な公開活用を目指して相互に連携し、平成10年から春と秋の年2回、装飾古墳の一斉公開事業を開始した。平成13年からは筑後川流域でも同様の取組を開始することとなった。両事業は地域住民のみならず遠方からの来訪者にも好評で、例年多くの参加者を得ている。また、同時公開を通して地域ボランティア団体の育成や関連自治体間の情報共有、自治体内部の装飾古墳に対する理解促進等の相乗効果も挙げている。

また、本県では県内の装飾古墳を管理する自治体が中心となり、平成16年に福岡県装飾古墳保存連絡協議会が発足した。年1回開催する研修会は各自治体持ち回りで開催され、考古学的重要性だけでなく保存活用に関する事例報告を中心に意見交換を行い、併せて現地視察も実施している。研修会では上記の珍敷塚古墳カビ発生と修理、その後の環境調査の経過や、一斉公開事業に関する報告も行っており、関連各情報の共有化に努めている。各装飾古墳を取り巻く

環境はもとより、装飾古墳に対する自治体の意識は様々だが、こうした情報交換の機会が、各自治体の装飾古墳に対する保護意識向上に一役を担うものと期待される。

特別史跡王塚古墳の取組

1 はじめに

王塚古墳は、6世紀の前方後円墳で、横穴式石室の全面に5色で描かれた豪華な装飾文様は日本を代表するもののひとつとして奈良県の高松塚、キトラと並び特別史跡に指定されている。現在、保存対策にも一段落ついた状況であり、桂川町では、今後ふるさとの宝としてまちづくりでの活用を大きく期待しているところである。

2 発見から整備までの保存対策

発見は、昭和9年の採土工事で、墳丘の約半分が削られ石室の周辺近くまでが露出することとなる。この結果、①防水層の破断、②多くの見学者の進入等による石室への大きな環境変化をもたらし、雨水の侵入とカビ発生の問題が生じた。そのため昭和15年には公開禁止となり、対策として昭和18年には、ホルマリン消毒及び墳丘上部に三和土(粘土に石灰・苦塩を混ぜたもの)を施工する工事が行われた。その後も昭和24年に漏水防止工事が行われるが、有効な結果は得られず、大雨のたびに墳丘上に応急の雨漏り止めの措置や石室内の水を汲み上げる作業が絶えなかった。昭和40年に至り墳丘上部に三和土と呼ばれる防水用の粘性土を敷き詰める大がかりな工事を行い浸水は止まるが、1年後三和土にクラックが入り石材にもクラックが確認され石室は入室禁止となる。これに対処するために組織された装飾古墳保存対策研究会で検討の結果、とりあえずの措置として有効的な手段は、防水シートの設置であった。その後も数々の保存対策をとり、抜本的な保存対策を講じるため昭和57年に王塚古墳保存整備調査委員会が結成され、その調査・検討を元に昭和62年～平成5年まで保存整備工事が行われ、防水層を設けた墳丘復元、石室を外気と遮断するための保存施設及び気象観測機器の設置、石室内の照明を光ファイバーに交換した。その後防水層の不具合等が見つかり平成13年度の追加工事を経て現在、非常に良好な状態で石室内は推移している。また、非公開となっていた石室は、平成2年より、観察室からガラス越しに一般に公開している。

3 現状の管理と活用

保存整備工事が完了し、防水対策及び石室の密閉が保たれた。工事後1年間はやや不安定な状態で、壁面の結露や白い綿状の物質が確認されたが、その後は非常に安定した状況が続いている。工事終了後、この安定した状態をいかに保つかということで、一般公開の先進例を参考にしながら県等の指導を仰ぎ公開や管理・点検方法の検討を行った。その結果、公開については石室内と外

気の温度差が比較的少ない春・秋の2日（当初は3日）とし、公開時には、空調機器にて石室内温度に観察室・前室の温度を合わせ、1度に15人以内の人数で5分～10分を目安に見学をおこなうようにしている。

通常の管理としては、定期点検及び梅雨・台風時等における臨時点検を行っている。通常は、内部に点検用の光ファイバーを設置しており、その光で観察室のガラス窓越しに目視による確認をおこなう。また、気象観測（石室内外の温湿度・地中温度・地下水位・石材荷重等）をおこないパソコンでデータ管理をおこなっている。また石室前面に設置している保存施設内はほぼ密閉状態で、構造上湿度が高くなりやすく、カビ発生の原因となるため除湿機を常時運転している。

石室内の点検等における入室については、基本的に極力控え、入室する場合は、観察室と前室すべてを事前に新しいモップ等で拭き上げ、その後アルコールを噴霧し作業着・道具等も前室でアルコール消毒をおこない。観察室には、入室するもの以外は入らない状態でガラス窓を開け石室内に入室する。人数及び時間も最低限で行う。この方法でどうにか今まで問題となるようなカビ等の発生は無い。

4 現状での問題点

- (1) 気象観測と記録についてであるが、最近はデジタル化で進歩が早い。
一般的の市町村職員でも対応できる操作や保守が簡単な計測機器と、取り扱いやデータの読みとりや利用法について、講習会や即座に対応できる体制がほしい。
- (2) カビの発生時の対応については、各担当者間で異なっているのが実情で、関係機関への報告はもちろんであるが、そのカビに対する処置方法、特に消毒作業においては、臨時及び定期的なものがあるが、ある程度の使用の有無について判断の基準があれば安心できる。また、消毒に使用される薬剤については、担当者の体に影響の無いものが望まれる。桂川町では、微少なカビ等については基本的にアルコール消毒と経過を観察することで対応してきた。また、管理点検については、なにを記録し注意しておけば、いざ異常が生じた時に対応できるかの最低限の項目の目安がほしい。
- (3) 保存・活用に関しては、情報の共有ができる自治体間での連携がぜひ必要と考えられる。福岡県には現在、福岡県装飾古墳保存連絡協議会が組織されているが、保存管理の特殊性から考えると装飾古墳の少ない他県の自治体も含めたやや広範囲の組織があれば、今以上の活性化が図れるのではないかと考えられる。

史跡造山古墳第五古墳（千足古墳）の取組

1 はじめに

岡山県岡山市北区新庄下の史跡 造山古墳第五古墳^{つくりやま}、通称千足古墳^{せんぞく}は岡山市内唯一の装飾古墳である（以下、「千足古墳」という。）。墳長が340mの巨大前方後円墳である造山古墳の前方部前面に築かれた6基の陪塚^{ばいちょう}³群の1つである。陪塚とはいえる、墳長が80mにも達する前方後円墳であり、首長墓としての規模を有するものである。

ただし、千足古墳の特徴は規模ではなく、埋葬施設の特異さにある。埋葬施設は古式の横穴式石室で、壁面は安山岩^{あんざんがん}の板石を持ち送りで積み、天井は玄室3枚、羨道部1枚で構成し、玄室には砂岩と安山岩を用いた石障が組まれている。石障は、石室の外郭を囲み、内側に間仕切りを行う。棺床には3枚の砂岩製板石を敷く。間仕切り石は砂岩製で、直弧文^{ちょつこもん}が刻まれている。このような埋葬施設は、一見九州系であり、特に直弧文を刻んだ石障は、九州以外では千足古墳でしか見られないものである。ただし、用いられている安山岩は讃岐産であり、砂岩は肥後産、石室は北九州系の古式横穴式石室に肥後系の石障を備えているというもので、岡山以西の広い地域の関与がなければ築けないものといえる。主墳である造山古墳が破格の規模を有するのも、そういった地域の盟主であったことに起因していることを示唆していると考えることもできる。

時期については、中期前半で、中期初頭から前半にかけて造山古墳と陪塚群が継起的に築かれていたと考えられる。

2 問題の発生

千足古墳は、明治の末年に埋葬施設が掘られ、その後は玄室と羨道部の境部分が開口したままの状態で維持されてきた。そのためか、石室内には自然と水が溜まり、通常は天井付近まで水につかった状況であった。この状態が石障の保存のために良いと理解され、調査・研究などの必要な場合以外は水を抜かず、水没状態を維持してきた。ところが、平成21年度に石障の直弧文の一部が破損していることが発見されたのである。

3 短期的対処

³ 大きな墓のそばにある小さな墓のこと。

石障破損の原因が明確とはならない中、水没していたことが破損へつながった可能性が高い判断されたことから、水が溜まらないように、常に水を抜く作業を行った。しかしながら、その作業中にも石障文様の一部が崩落するという事態となつた。

4 緊急避難措置までの経緯

石障の傷み具合からして、迅速かつ的確な対処が必要であると判断され、文化庁と協議を行いながら、平成 22 年度に造山古墳第五古墳保存整備委員会（以下、「整備委員会」という。）を立ち上げ、ついで同作業部会を立ち上げた。

岩石に関する有識者の方々に調査を依頼し、石障破損の原因が風化で、このままの環境では直弧文全体が失われる可能性が高いことが明らかとなつた。また、水が溜まるメカニズムを明らかにするために墳頂部ヘトレンチ調査も行った。その結果、明治末年の発掘の際の埋め戻した土が透水層で墳丘が不透水層であるために、雨水が浸入し溜まるということがわかった。透水層の処理によって石室への水の浸入防止ができる可能性がでてきたものの、その措置を行う前に石障の直弧文がすべて失われる可能性も高いと判断されたため、岡山市教育委員会は平成 22 年度中に石障を緊急的に避難するための方法の作成と予算措置を講じる方針を整備委員会に諮り、了承を受けた。そのため、岡山市教育委員会は、方法作成のためにコンサルタント会社と委託契約を結び、原案を作成して作業部会で協議し、修正案を整備委員会で議論し、平成 22 年度の末に方法が決定した。

平成 23 年度の前半は、石障を取り外すシミュレーションを岡山市埋蔵文化財センターで行い、石室上面の発掘調査も行った。そして、平成 23 年 11 月 22 日から石障を石室から取り外す作業に着手し、岡山市埋蔵文化財センターへ緊急避難させた。

5 おわりに

千足古墳保存の取り組みは、緊急事態から始まったもので、現在も続いている。史跡をどのように保存すべきかといった大きな問題を抱えながらであるが、目下は平成 30 年度までに墳丘の防水工事を主とした保存整備工事を終わらせる目標としている。

福島県の取組

1 被災した国史跡の現状

平成 23 年 3 月 11 日に起きた東北地方太平洋沖地震（以下「震災」とする）では、太平洋沿岸部のみならず、内陸部においても多くの貴重な文化財が被害を受けた。福島県教育委員会の調査では国宝・国指定重要文化財・県指定重要文化財 501 件（震災当時）のうち、112 件が何らかの形で被災した。特に被害が多かったのは建造物で 37 件、続いて史跡（史跡及び名勝も含む）35 件である。ここでは、被災した国史跡の当時の状況と現在の復旧状況について報告する。

福島県の国史跡（史跡及び名勝を含む。）は 47 件であるが、そのうち 20 件が被災した。史跡の主な被害としては、石垣の崩落・孕み^{くぼ}、石碑・石燈籠の倒壊、指定地内の園路・法面^{のりめん}のひび割れなどである。また、津波浸水地域では史跡の指定地内に瓦礫^{がれき}が散乱する状況となった。

き損届が提出され、軽微なもの・史跡に直接関わらないものを除き、被害が大きかった国史跡の災害復旧事業は平成 23 年度から実施されており、少しづつではあるが、元の姿を取り戻しつつある。災害復旧に際し、国では事業の円滑な推進を図るため、補助率を最大 85%まで引き上げた。福島県でも補助率を引き上げ、事業費から国庫補助額を差し引いた額の 1/2 を補助する制度を立ち上げ、対応に当たっている。

平成 25 年度も災害復旧事業は実施されているが、ここではすでに修復を終えた郡山市大安場古墳と二本松市二本松城跡の状況について報告する。

大安場古墳は平成 21 年度に史跡公園として整備が完了したが、今回の震災では 1 号墳（前方後方墳）の墳頂部・法面に亀裂が生じた。郡山市では平成 23 年度から事業を開始したが、設計後の工事入札では他の公共工事と同様に数度の入札不調に見舞われ、平成 24 年度末にようやく落札された。平成 25 年度当初から被災した箇所の工事に着手し、7 月末に修復を完了している。平成 25 年 8 月からは史跡公園の一般利用を再開している。

二本松城跡は本丸石垣と箕輪門北側の石垣に大きな孕みが生じた。平成 24 年度に本丸の石垣修復を完了し、平成 25 年度からは箕輪門北側の石垣 3 面の修復が完了した。なお、石垣修復の様子は多くの観光客の目に止まるところとなり、人々が足を止め、文化財修復への理解を深めた。



県内の史跡では、白河市小峰城跡の修復作業が平成26年度以降も継続するが、白河市では平成27年度に本丸南側の石垣修復を完了し、一部一般開放を目指している。また、平成28年度には全面の石垣修復を終え、災害復旧事業を完了する予定である。

2 文化財レスキューについて

今年度も旧警戒区域の資料館からの文化財レスキューを継続している。今年度からは福島県被災文化財等救援本部（事務局：福島県教育庁文化財課）に県立美術館及びふくしま歴史資料保存ネットワークを加え、独立行政法人国立文化財機構の指導助言・人員派遣・資材提供を得ながら、事業を進めている。

今年度は双葉町立歴史民俗資料館の資料を中心に4回の搬出を予定している。また、資料館以外の資料のレスキュー

も浪江町、富岡町、南相馬市小高区で実施した。

現在は、資料館以外の域内の救出対象リストを関係機関の協力を得ながら作成中である。



史跡中田横穴の取組

1 中田横穴の発見

昭和 44 年 1 月 20 日、県道新設工事での崖面切り崩し作業中に横穴が出現し、壁面には赤色顔料による三角模様が描かれていた。工事関係者は現状をいわき市文化財調査委員の松本友之氏に報告、松本氏は市内関係者に連絡するとともに、現地に急行し確認がなされた。

翌 21 日には県・市教育委員会に連絡され、市教育委員会の現地確認後に入口は封鎖された。24 日には県・市教育委員会による今後の処置に対する合同協議が行われ、永久保存の対策が必要なこと、記録保存のための調査を講じることなどが決定されている。

2 中田横穴の調査

市教育委員会は、調査を同年 1 月 26 日から開始することにし、担当者は県文化財専門委員の渡邊一雄氏、調査員はいわき市文化財調査委員はじめ地元研究者に依頼した。調査は、いわき市文化財調査員や磐城考古学会・地元高校生などの協力の下、遺物の取り上げ、実測、写真撮影及び排土のふるい作業などを行い、5 日間という短期間で完了し、入口は再び閉塞された。

3 中田横穴の指定

市教育委員会は、緊急に保護措置を講じることが必要と判断し、昭和 44 年 2 月 17 日仮指定の申請を県教育委員会に提出した。事前の 2 月 10 日には土地所有者の福島県に対し、申請に係る土地所有者の同意を求める手続をとり、3 月 10 日には同意する旨の文書が交付されている。指定は 3 月 24 日付けをもって承認を受け、4 月 12 日付福島県教育委員会告示第 3 号で官報告示され、史跡中田横穴（福島県いわき市平沼ノ内字中田 57 番地）が誕生した。



国指定に関しては、昭和 45 年 1 月 20 日に文化庁に対して記念物指定の申請書を提出、5 月 11 日付をもって上方に所在する 5 基の横穴も含めての指定史跡（指定面積 240 m²）が決定された。

4 中田横穴の報告書刊行

市は、中田横穴の歴史上の位置付けと学術性の高さを考慮し、新市発足記念事業である『いわき市史』別巻として報告書を刊行することを決定し、調査 2 年後の昭和 46 年 3 月 20 日に刊行された。

5 中田横穴の保存施設

当初、史跡公開は原則しない方針をとったが、研究者や市民からの公開要望により、「永久保存を図りつつ、学術研究にも活用すべく」保存施設の建設を計画した。いわき市は、昭和 45 年度当初予算に建設費を計上、文化庁には保存施設建設設計画書の承認と国庫補助の申請を行った。昭和 46 年 1 月には決定が通知され、早速年度内に 1 期工事として躯体工事が着工された。^{くたい}昭和 46 年度は、2 期工事として外装・内装工事や入口部保護工事および電気設備工事が実施され、保存施設は完成した。

6 中田横穴の保存状態調査

保存施設竣工の翌年、昭和 47 年度には横穴の保存状態調査研究を東京国立文化財研究所（当時）に依頼し、昭和 49 年度までの 3 年間継続して実施されている。調査研究項目は、「材質に関する調査」、「温湿度調査」、「空気組織に関する調査」、「微生物的保存状態調査研究」の 4 項目からなり、調査の結論については、昭和 50 年 3 月 31 日刊行の『中田横穴保存状態調査研究報告書』としてまとめられている。保存状況は、「保存管理は大変うまくいっており」、現状でほぼ良好な状態とされたが、「冬季の非公開・断熱が望ましい」ことも報告されている。

7 中田横穴の現状

昭和 50 年代以降、保存状態に関する調査等は実施されていない。平成 23 年 3 月の東日本大震災の影響により、保存施設と横穴本体間に隙間^{すきま}が生じたが、装飾文様等に関しては劣化や崩落は認められていない。

史跡清戸迫横穴の取組

1 横穴墓の構造と壁画のモチーフ

史跡・清戸迫横穴は、標高約40mと横穴墓群の約350基中、最も高い場所に位置する。

玄室の平面形は幅2.84m、奥行5.15m、高さ1.56mのほぼ方形であり、断面形はかまぼこ型を呈している。墓前域は、工事によって破壊されたため形状と遺物は不明である。

壁画は、玄室奥壁に筆を用い、ベンガラで描かれている。中央に7重の渦巻き、その右に手をかざした人物が描かれている。人物は76cmあり、国内の壁画に描かれた人物では最大である。右側には馬に乗った人物、渦巻きの下には狩猟風景が描かれている。狩猟風景は、親子のシカ、向かい合う獵犬、弓をつがえ矢を放っている人物が表現されている。また、イノシシ、矢じりの表現がある。左側の画面には手を広げた人物とウシのような動物も描かれている。

壁画のモチーフ、解釈については諸説あるのでここでは割愛させていただきたい。



2 清戸迫横穴墓群の調査の経過

清戸迫横穴墓群の最初の調査は、昭和25年の8号横穴墓の調査に始まる。玄室からは頭椎大刀、挂甲小札、鉄斧など当地の横穴墓としては多くの副葬品が出土している。横穴墓の分布については、昭和35年に初めて調査が行われ横穴24基、墳丘3基を確認している。

昭和42年には双葉南小学校新築工事に伴う発掘調査で横穴墓53基、墳丘4基の調査を行っている。その際に、76号横穴墓から壁画が発見され、翌年5月11日に国史跡の指定を受けた。

昭和58年の学術調査ではA群7号横穴墓から線刻画の確認された。昭和59年には広範囲の分布調査を行い30群303基の横穴墓を確認している。

平成21年には、清戸迫横穴保存事業に伴い玄室内写真測量、指定域の地形測量を実施した。このことにより指定地内外から後背墳丘⁴と考えられるマウンド

⁴横穴墓の立地する丘陵上に作り出されるマウンドで、内部は埋葬施設を伴わない。マウンドを墳丘墓の外觀に見立て、横穴墓玄室（埋葬施設）を横穴式石室に見立てたものとされている。

6基を確認している。

3 横穴墓保存事業と諸問題

清戸迫横穴墓の保存事業は、昭和44年の墓前域踊場・階段等設置工事とガイダンス工事から始まった。昭和45年には恒久的な覆屋の設置、玄室を遮断するサッシ扉、殺菌灯、除湿器設置等の工事を行っている。また、周辺環境整備として排水溝工事、山上墳の整備及び遊歩道設置工事を行っている。

この頃、壁画下部から床面にかけて緑色の藻類が発生した。原因として、観察で侵入する自然光と雨水の侵入によるものと考えられる。過剰な湿度を防ぐ意味から除湿器が設置されたが、壁画顔料の乾燥を必要以上に招くとして後年、取り外されている。

これらの対策として、昭和61年に玄室上部に当たる丘陵部分の法面保護工事、前室新設工事を行っている。また、既設コンクリートスラブ⁵壁保護工事、支柱鉄骨塗替えを行っている。

平成8年には壁画下面に分布する黒色表出物質について調査を行った。調査の結果、進行性のないマンガン酸化物であることが分かっている。

平成19年には、壁画上面に白色物質の表出が見られ調査の結果、カビではなく塩化物質であることが分かった。原因是、外気温の上昇が玄室内に影響し塩分が結晶化したためである。これを受け、3年計画の清戸迫横穴事業を計画し、平成21年度より温湿度及び岩盤水分量測定、玄室及び指定地内地形測量等の基礎調査を行った。平成22年も基礎調査を継続し観察施設改修工事に着手したが、東日本大震災により中断を余儀なくされた。

福島第一原子力発電所の事故により約3Kmの距離にあり、帰還困難区域内となつた。温湿度測定器を設置し不定期ながら目視点検を行っている。

現在、樹根の玄室内への侵入が見られ遺構の破壊が懸念されるため、樹根の切除対策を検討している。

⁵ 面に垂直な荷重を支える板のこと。

史跡羽山横穴の取組

1 史跡の概要

羽山横穴は福島県南相馬市原町区中太田にあり、太平洋に向かい東流する太田川北岸の丘陵に立地する。昭和48年の住宅地造成中に発見された。続いて実施された原町市教育委員会による緊急の発掘調査により、玄室の奥壁・側壁・天井に赤色顔料と白色粘土を使用した装飾壁画を伴う横穴墓であることが確認された。この成果により昭和49年に国指定史跡に指定されている。

2 史跡の内容

(1) 横穴の概要

装飾壁画のある玄室は奥行3m、高さ1.8mを図り、玄室左側からはガラス玉・銅釧⁶等の装身具、馬具、金銅装太刀、直刀などの豊富な副葬品が出土している。これらの出土遺物などから、6世紀末から7世紀初頭の造営年代が想定されている。

(2) 装飾壁画の概要

玄室奥壁の中心上位には神聖な動物として表現したと思われる白鹿が描かれ、白鹿の下側ならびに左側には人物や馬がランダムに配置されている。これら的人物は、刀をさしたような表現や背をかぶっている姿が見て取れることから武人と推定されており、この場面は戦いや狩猟の様子であると解釈されることが多い。

奥壁右側には盾と思われる長方形の図形とともに連結した一対の渦巻文が描かれている。この渦巻文は、表現方法は異なるものの泉崎横穴等福島県内の他の装飾横穴と共にモチーフとしてよく知られている。

また、天井部、側壁には赤色顔料等による円形の文様が描かれている。



図1 玄室奥壁の壁画実測図

6 青銅製の腕輪。

3. 史跡の現状

本横穴は工事造成中に穴を開いた天井部に樹脂を充填して補修したうえに盛土を施して復旧している。玄室前にはコンクリート製の覆屋を建設し、玄門部手前にガラス製と鋼鉄製の二重扉を設置し、玄室と覆屋を遮蔽できるようになっている。

覆屋並びに玄室には特別な空調設備はないが、年間を通して玄室内は温度 15 度前後・湿度 95%以上で安定しており、カビ・コケ・害虫などは発生していない。温度、湿度等の基礎データの収集蓄積など定期的な観察方法の検討が今後の課題となっている。

また、一般公開は東日本大震災の影響から現在は中止しているが、震災以前は室内外の温度差が少ないとされる 4・5・9・10 月の年 4 回開催していた。一般公開日以外の見学希望者に対しては、南相馬市博物館に原寸大模型と出土遺物を常設展示し、史跡の周知を図っているところである。

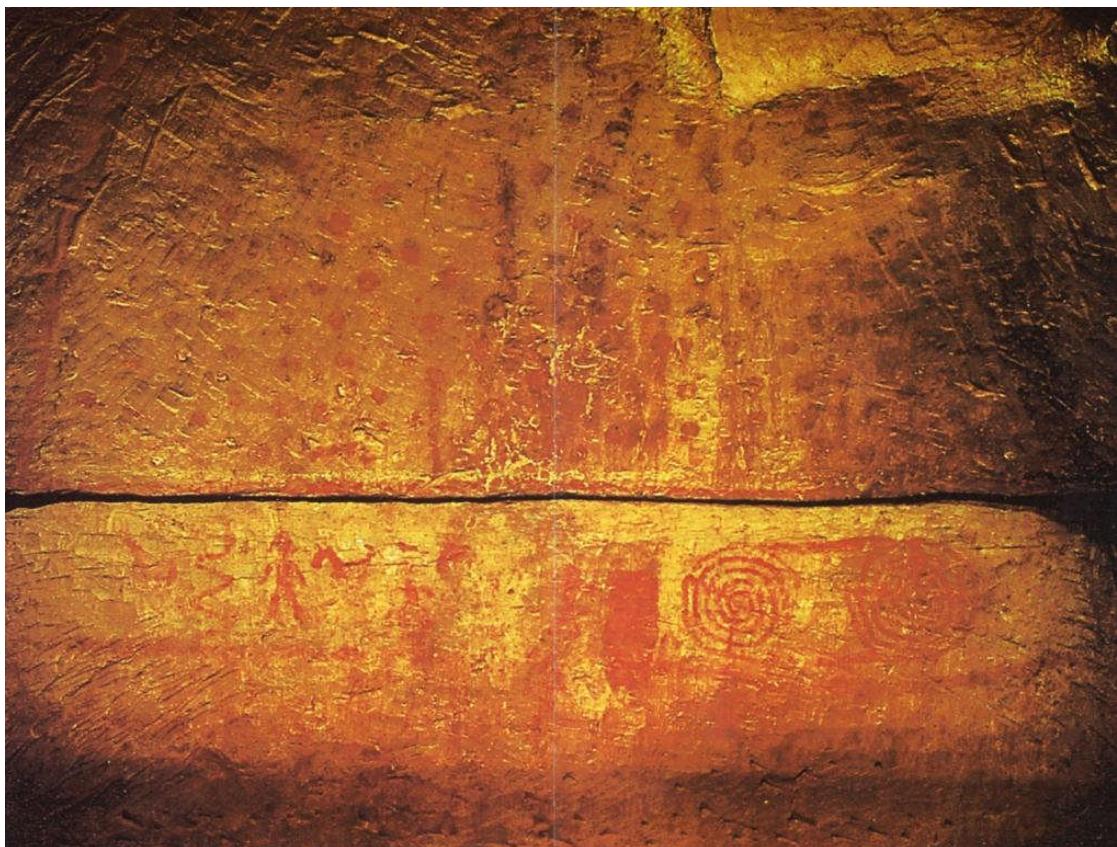


図2 玄室奥壁～天井部の壁画写真

史跡泉崎横穴の取組

1 発見から保存修復事業に至る保存活用の経緯

泉崎横穴は昭和8年12月に発見され、翌9年5月1日に史跡指定された。昭和10年3月には天井崩落を防ぐ防護壁を設置するなどの史跡整備が施されている。外部の遮断は開閉の容易な鉄扉によって行い、近年まで希望者には玄室内部まで立ち入りを許可して見学させるなど積極的な公開活用を図ってきた。

一般公開に伴う外部からの塵埃^{じんあい}により壁面の汚れやカビが発生しやすい状況にあるものの、発見から修復事業に至るまでの保存環境はおおむね良好であり、70年余りにわたり大規模な損傷など無かつたことがそれを証明している。しかし、保存施設の経年劣化や内部立ち入りによる一般公開の影響は大きくなってきたことから、許可制だった公開を制限(公開日指定)して改善を試みたが、天井崩落の危険性も出てきたため、平成15年に公開を中止し、大規模修復事業に向けて本格的に始動することになった。



史跡整備竣工記念写真(昭和10年)

2 泉崎横穴保存修復事業

泉崎村は、平成12年度に発覚した巨額な財政赤字により自主的財政再建を余儀なくされ、支出財政について超緊縮の予算状況にあったが、郷土のシンボルである泉崎横穴の現状を重く受け止め、平成17年度より泉崎横穴修復委員会を発足し、再公開を前提として修復事業に着手した。当初は、緊急性の高い玄室内部に限定して修復を行うべく2か年の計画でスタートしたが、修復委員会からの助言により横穴外部や公開環境を含めた全体環境の修復を目指して3か年事業に切り替えて実施することとなった。その初年度には、外部施設の建設と一部保存環境復元及び環境調査を行った。その成果と玄室内部の安定化を確認したのち翌平成18年度には玄室及び前庭部の洗浄・防カビ処理やひび割れ部の樹脂補強などの内部環境修復を実施した。最終年度には前年度までの修復成果を検証し、補助的な内外部の修復と一般公開のための環境整備を実



玄室壁面の洗浄作業

施した。また、修復事業の一連の流れと成果などをまとめた「泉崎横穴修復事業報告書」を刊行した。

3 史跡修復後の保存管理活用

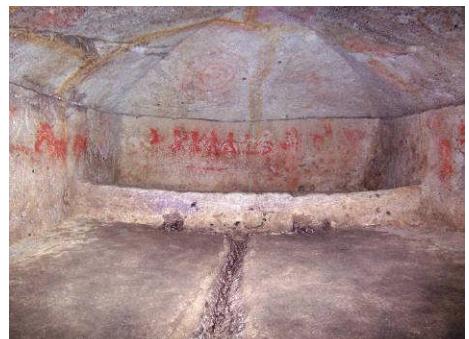
3か年に及ぶ修復事業の結果、泉崎横穴は平成20年春に5年ぶりとなる一般公開を実施することができた。泉崎村の呼びかけにより、福島県内に所在する他の装飾横穴所在自治体と連携をはかり「福島県装飾横穴一斉公開」と称して2日間の公開を実施した結果、全ての史跡見学者数は1,138名を数えた。しかし、その反面で各史跡間における公開環境の違いが浮き彫りとなり、残念ながら一斉公開はこの一度限りとなってしまった。泉崎横穴ではその後、温湿度環境モニタリング成果や他史跡の公開日などを考慮して公開活用を図るとともに、史跡を取り巻く様々な環境をモニタリングする体制を整えて保存管理に努めている。また、修復事業の様子やそれと併行して行われた民間会社協力による壁画CG画像復元などの試みが大きく報道されたことにより、住民をはじめとした多くの人々の関心を呼び、史跡の再定義付けを促すとともに文化財全体の保存意識の高揚に繋がった。



一般公開の様子

4 今後の課題

泉崎横穴の保存活用は、常時公開を最終目標にしている。現状では、一般公開を4~11月(回数適宜)に設定し、史跡保存管理に極力影響を及ぼさないように配慮しながら公開による環境影響を調査している。また、修復事業完了後も年3~4回の定期メンテナンスを実施するほか、詳細なモニタリングを行いデータ収集に努めている。これらの成果を分析し、常時公開に必要な条件や修復措置を抽出していく段階にきている。



修復後の玄室全景

装飾古墳保護管理の当面の取扱いについて (昭和 50 年文化庁文化財保護部長通知)

装飾古墳とは、彩色・線刻等による種々の装飾を有する古墳であり、千有余年前の葬送儀礼・宗教的思考・美的水準等を示す貴重な文化財である。このような装飾古墳は、発見後、時間の経過とともに、褪色、損耗・剥落等が急速に進む性質のものであり、その進行を止め、将来に確実に伝えられるよう、早急に保存措置を計る必要がある。そのためには、保護施設の整備、環境の保全等が必要であることは当然であり、さらに日常的管理が適正に行われる必要がある。加えて、公開、普及等についても、充分に配慮して保護を行わなければならないものと考える。そこで、ここに装飾古墳の保護管理について必要な基準となる考え方を下記のとおり、とりまとめることとする。

1. 施設及び措置

- (1) 装飾古墳は、原則として、本来の状況に復元できるよう、遮蔽するものとすること。このため、各古墳には、必要に応じ、入口施設、覆屋、説明板等を設置すること。なお、施設等が整備できるまでは、とりあえず仮遮蔽すること。
- (2) 装飾古墳の保護のため、必要な環境整備、墳丘修理等の処置をとること。
- (3) 装飾の剥落止め防歟等に必要な処置をすること。

2. 公開

- (1) 装飾古墳の公開は、原則として、展示施設及び各種資料、現地の説明板等で行うこととし、一定期間を除いて非公開とすること。
- (2) 内部の壁画保護上必要な場合を除き、写真撮影は原則として禁止すること。

3. 管理

- (1) 管理団体は、適切な保護管理要項を作成し、管理の充実を計ること。
- (2) 管理要項には、管理責任者及び管理担当者、管理の内容（施設の保全、公開に関し必要な事項、装飾の点検、温湿度測定等）について、必要な事項を定めること。
- (3) 管理状況については、文化庁及び県教育委員会に年次報告を提出すること。

4. その他

- (1) 未指定の装飾古墳については、国、府県、市町村等において、指定を促進するものとすること。
- (2) 模写、写真、実測図等の資料作成を促進すること。
- (3) 装飾古墳の保護・管理については、管理団体に対して、文化庁、府県教育委員会が指導するものとすること。

装飾古墳の保存・管理状況の実態調査の回答一覧

文化財保護に関する特別交付税措置（平成 24 年度）

(1) 道府県の場合

ア. 次の①～③によって算定した額の合算額に 0.5 を乗じた額に、財政力指数が、

- ・ 0.8 以上の都道府県にあっては 0.5 を、
- ・ 0.6 以上 0.8 未満 0.7 を、
- ・ 0.5 以上 0.6 未満 0.9 を、
- ・ 0.5 未満 1.0 を それぞれ乗じた額

① 当該道府県の区域内に所在する文化財について、次の表の区分に掲げる文化財の種類ごとの指定件数にそれぞれ同表の額の欄に掲げる額を乗じて得た額の合算額。

| 区分 | | 額 |
|------------------|--|------------------------------|
| 国指定・登録・選定 文化財 | 重要文化財のうち建造物であるもの | 290,000 円 |
| | 重要文化財のうち建造物以外のもの | 10,000 円 |
| | 登録有形文化財のうち建造物であるもの | 10,000 円 |
| | 重要伝統的建造物群保存地区 | 1,300,000 円 |
| | 重要無形文化財（選定保存技術を含む。） | 370,000 円 |
| | 重要有形民俗文化財及び重要無形民俗文化財 <u>史跡名勝天然記念物</u> | 80,000 円 <u>290,000 円</u> |
| 道府県指定文化財 | 建造物 | 230,000 円 |
| | 美術工芸品 | 10,000 円 |
| | 無形文化財（選定保存技術を含む。）、民俗文化 財及び <u>記念物</u> | <u>50,000 円</u> |
| | | |

算定例：A 県（財政力指数 0.9）内に史跡名勝天然記念物が 30 件所在する場合：

$$290,000 \text{ 円} \times 30 \text{ 件} \times 0.5 \times 0.5 = 2,175,000 \text{ 円}$$

② 当該道府県の区域内に所在する国指定・登録・選定文化財の件数に 30,000 円を乗じた額

$$\text{算定例 (A 県)} : 30,000 \text{ 円} \times 30 \text{ 件} \times 0.5 \times 0.5 = 225,000 \text{ 円}$$

③ 埋蔵文化財の発掘調査等に係る経費のうち特別交付税の算定の基礎とすべきものとして総務大臣が調査した額に、次の表の区分の欄に掲げる区分に従い、それぞれ同表の率の欄に掲げる率を乗じて得た額の合算額

| 区分 | 率 |
|---------------|-----|
| 学術調査等 | 0.8 |
| 緊急調査のうち試掘確認調査 | 0.8 |
| 緊急調査のうち本発掘調査 | 0.3 |

イ. 国又は道府県指定文化財の災害復旧に要する経費として総務大臣が調査した額に 0.5 を乗じた額。

(2) 市町村の場合

- ア. 次の①～④によって算定した額の合算額に、
- ・指定都市（特別区を含む。）にあっては 0.5 を、
 - ・その他の市町村にあっては 1.0 を、それぞれ乗じた額。

① 当該市町村の区域内に所在する国指定・登録・選定文化財について、次の表の区分に掲げる文化財の種類ごとの指定・選定件数にそれぞれ同表の額の欄に掲げる額を乗じて得た額の合算額。

| 区分 | | 額 |
|---|----------------------|------------------|
| 国指定・登録・選定文化財 | 重要文化財のうち建造物であるもの | 570,000 円 |
| | 重要文化財のうち建造物以外のもの | 20,000 円 |
| | 登録有形文化財のうち建造物であるもの | 50,000 円 |
| | 重要伝統的建造物群保存地区 | 8,650,000 円 |
| | 重要無形文化財（選定保存技術を含む。） | 340,000 円 |
| | 重要有形民俗文化財及び重要無形民俗文化財 | 640,000 円 |
| | <u>史跡名勝天然記念物</u> | <u>990,000 円</u> |
| 市町村指定文化財 | 重要文化的景観 | 990,000 円 |
| | 建造物 | 130,000 円 |
| | 伝統的建造物群保存地区 | 590,000 円 |
| | 美術工芸品 | 10,000 円 |
| | 登録文化財のうち建造物であるもの | 40,000 円 |
| | 登録文化財のうち美術工芸品であるもの | 10,000 円 |
| | <u>登録記念物</u> | <u>30,000 円</u> |
| | 登録有形民俗文化財 | 40,000 円 |
| 無形文化財（選定保存技術を含む。）、民俗文化財、 <u>記念物</u> 及び <u>文化的景観</u> | | <u>60,000 円</u> |

② 当該市町村の区域内に所在する国指定・登録・選定文化財の件数に 110,000 円を乗じた額。

③ 埋蔵文化財の発掘調査等に係る経費のうち特別交付税の算定の基礎とすべきものとして総務大臣が調査した額に、次の表の区分の欄に掲げる区分に従い、それぞれ同表

の率の欄に掲げる率を乗じて得た額の合算額

| 区分 | 率 |
|---------------|-----|
| 学術調査等 | 0.8 |
| 緊急調査のうち試掘確認調査 | 0.8 |
| 緊急調査のうち本発掘調査 | 0.3 |

④重要伝統的建造物群保存地区における固定資産税（省略）。

イ. 国又は市町村指定文化財の災害復旧に要する経費として総務大臣が調査した額に
0.5 を乗じた額。

装飾古墳の保存・活用に関する国庫補助事業一覧(平成25年度)

①埋蔵文化財緊急調査費

目的：埋蔵文化財の実態を把握するための調査に要する経費

補助対象：地方公共団体

補助率：50%

対象事業例：発掘調査、出土遺物保存処理

②史跡等購入費

目的：国指定史跡の保存のための土地の買上げ等にかかる経費

補助対象：地方公共団体

補助率：80%

③史跡等保存管理計画等策定費

目的：国指定史跡の保存管理計画の策定にかかる経費

補助対象：地方公共団体

補助率：50%

④史跡等・登録記念物・歴史の道保存整備費

目的：国指定史跡の保存・活用を図ることを目的として、その整備等を行うために必要な経費

補助対象：地方公共団体、所有者、管理団体

補助率：50%

対象事業例：保存修理、史跡の環境整備、保存施設の設置、防災対策、災害復旧

⑤地域の特性を活かした史跡等総合活用支援推進事業費

目的：地域の特性を活かした国指定史跡の総合的な公開活用を推進するためには必要な経費

補助対象：地方公共団体、所有者、管理団体

補助率：50%

対象事業例：史跡の復元整備、ガイダンス施設の設置、公開促進のための環境整備、防災対策、案内板の設置、埋蔵文化財の公開活用等

埋蔵文化財緊急調査費国庫補助要項

昭和 54 年 5 月 1 日
文化庁長官裁定
平成元年 5 月 29 日
平成 2 年 6 月 8 日
平成 3 年 5 月 9 日
平成 12 年 4 月 3 日
平成 17 年 4 月 1 日
平成 20 年 4 月 1 日
平成 25 年 6 月 19 日
改 正

1. 趣 旨

この要項は、土地に埋蔵されている文化財（以下「埋蔵文化財」という。）の実態を把握するための調査に要する経費について、文化財保護法（昭和 25 年法律第 214 号）第 99 条第 4 項に基づき国が行う補助に関し、必要な事項を定めるものとする。

2. 補助事業者

補助事業者は、地方公共団体とする。

3. 補助対象事業

補助対象となる事業は、次に掲げる事業とする。

（1）発掘調査

埋蔵文化財の記録の作成又は保存に必要な資料を得るために行う発掘調査及び発掘された資料の保存整理

（2）遺跡発掘事前総合調査

大規模な開発等が予想される地域の埋蔵文化財の所在、範囲及び性格を明らかにし、開発等と調整するために行う遺跡の試掘等による総合調査

（3）遺跡詳細分布調査

大規模な開発等が予想される地域の埋蔵文化財の所在、範囲及び性格を明らかにし、開発等と調整するために行う遺跡の詳細な分布調査

（4）重要遺跡確認緊急調査

重要な遺跡の保護を図るため遺跡の範囲及び性格を確認する調査

（5）出土遺物保存処理

発掘調査によって検出された出土品のうち、木製品、金属製品、自然遺物等のものについて、その恒久保存を図るために行う保存科学的処理

4. 補助対象経費

補助対象となる経費は、次に掲げる経費とし、その明細は別紙のとおりとする。

（1）主たる事業費

- ア 発掘調査経費
- イ 分布調査経費（所在確認調査）
- ウ 測量、図化経費
- エ 附帯調査・その他関連調査経費
- オ 調査報告書印刷経費
- カ 保存処理経費及びそれに関わる遺物整理経費

（2）その他の経費

事務経費

5. 補助金の額

補助金の額は、次に掲げる場合を除き、補助対象経費の 2 分の 1 とする。

- (1) 当分の間、補助事業者が沖縄県内に所在する者である場合にあっては、補助対象経費の5分の4とする。
- (2) 当該年度の前々年度の財政力指数（地方交付税法（昭和25年法律第211号）第14条及び第21条の規定により算定した基準財政収入額を同法第11条及び第21条の規定により算定した基準財政需要額で除して得た数値の過去3年間の平均値）が1.00を超える都道府県又は指定都市にあっては、財政力指数の逆数（調整率）を補助金の交付額に乗じて得た額とする。

(別 紙)

| 名称 | 対象経費の区分 | 項 | 目 | 目的細分 | 説 明 | |
|---|---------|--------|-------|--|---|--|
| 埋 蔵 文 化 財 緊 急 調 査 事 業 | 主たる事業費 | 発掘調査経費 | 発掘調査費 | 共 濟 費 報 償 費 賃 金 旅 費 需 用 費 役 務 費 委 託 料 使用料及び賃借料 工事請負費 原 材 料 費 備品購入費 補 償 金 同 上 | 謝 金 委員謝金 ○○謝金 調査員賃金 発掘夫賃金 遺物整理人賃金 ○○賃金 費用弁償 普通旅費 特別旅費 消耗品費 燃 料 費 印刷製本費 修 繕 費 光熱水料 ○○費 保 管 料 通信運搬費 手 数 料 ○○費 ○○料 測量委託費 ○○調査委託 保存処理委託 ○○委託費 器具借上料 借料及び損料 ○○借料 ○○○料 請 負 費 資 材 費 工事資材費 木 材 費 骨 材 費 補 償 費 調査地の農作物、立木補償金 | 事業等を委嘱したもの、又は協力者等に対する報酬及び謝金（調査、執筆、作業、研究、協力） 作業員等日々雇用労務者に対する賃金 調査に伴う旅費 職員（調査）旅費 部外者招へい旅費等 発掘用具、文具、フィルム等 ガソリン、プロパン 調査報告書・調査カードの印刷 調査器具修繕 輸送料 航空写真、実測委託等 時代測定（分析）委託 (試験等) ポンプ、ダンプカー、ペレコン、ブルトゾー他 会場借上等、自動車雇上 調査事務所用テント、フレハフ借上 調査事業の一部を請負で実施する場合の経費 (埋め戻し等) PEG、石膏等 貫板、杭 砂利、(埋め戻し用) ペレコン等(特に認める場合に限る) 調査地の農作物、立木補償金 |

史跡等購入費国庫補助要項

(昭和 54 年 5 月 1 日)
(文化庁長官裁定)
平成元年 5 月 29 日
平成 17 年 4 月 1 日
改 正

1. 趣旨

この要項は、文化財保護法（昭和 25 年法律第 214 号。以下「法」という。）第 109 条又は第 110 条第 1 項の規定により指定又は仮指定された史跡、名勝又は天然記念物（以下「史跡等」という。）の保存のための史跡等の土地買上げ等に要する経費について国が行う補助に関し、必要な事項を定めるものとする。

2. 補助事業者

補助事業者は、地方公共団体とする。

3. 補助対象事業

補助対象となる事業は、史跡等の保存のために行う次に掲げる土地の買上げ等（別に定める基準によりあらかじめ文化庁長官の承認を受けて先行取得された土地を地方公共団体が土地開発公社等から再取得し、又は地方公共団体が先行取得に係る地方債を償還する事業を含む。）の事業とする。

（1）史跡等の重要な部分をなす地域にある土地の買上げ等

（2）史跡等の保存上、遺構等と一体化して保存する必要がある地域で、歴史的環境の保護等から特に重要な地域にある土地の買上げ等

（3）史跡等の保存及び活用上、整地、修景、復原等の環境整備を行うことが特に必要とされる場合で、当該地域を公有化しなければその実施が困難である地域にある土地の買上げ等

（4）史跡等の環境保全及び天然記念物の保護増殖等のために特に公有化が必要である地域にある土地の買上げ等

（5）歴史上又は学術上の価値が極めて高く史跡等に指定して保存する必要があると認められる記念物のうち、史跡等指定について所有者その他の権利者の同意が得られている等指定を行うことが確実な状況となっているもので、当該地域を公有化しなければ指定し、保存することが困難であるものに係る前各号に該当する土地の買上げ等

4. 補助対象経費

補助対象となる経費は、次に掲げる経費とし、その明細は別紙のとおりとする。

（1）主たる事業費

- ア 土地購入経費
- イ 建物等物件購入経費
- ウ 立木竹、建物等移転補償経費
- エ 先行取得地の再取得等経費

（2）その他の経費

事務経費

5. 補助金の額

補助金の額は、補助対象経費の 5 分の 4 とする。

(別 紙)

| 名称 | 対象経費の区分 | 項 | 目 | 目的細分 | 説明 |
|--|--|--------|--|---|--|
| 史 跡 等 購 入 事 業 の 經 費 | 土地 購入 経費 建物等物件購入経費 立木竹建物等移転補償経費 先行取得地再取得等経費 | 史跡等購入費 | 公有財産購入費 補 償 金 | 土地 購入 費 建物 購入 費 工作物 購入 費 ○○ 購入 費 立木竹購入費 建物移転補償金(費) 工作物移転補償金(費) 立木竹移転(伐採) 補 償 金 (費) 營 業 补 償 金 (費) 償 還 金 利 子 及 び 割 引 料 | 史跡等保存のためにする土地等買上げ費 (公共用地の取得に伴う損失補償基準要綱に準ずる) 史跡等保存上支障ある家屋等の撤去補償等 (公共用地の取得に伴う損失補償基準要綱に準ずる) 地方債の元金償還金 地方債の利子 |
| | 事務経費 | 買上事務費 | 賃 旅 需 用 役 務 委 託 原 材 料 費 | ○○賃金 普通旅費 特別旅費 消耗品費 印刷製本費 会議費 通信運搬費 測量費 不動産鑑定料 登記委託料 測量(実測)委託料 会場借料 | 土地測量手元、境界杭打等 連絡旅費、買上交渉旅費 郵便、電信電話料等 特に認められた場合に限る 境界標示用木杭等 |

(備考) 説明欄中「史跡等保存上支障ある家屋等の撤去補償等」について

法第125条第1項による現状変更の許可を得て建設された家屋等に係る撤去補償等については、許可の後に当該家屋等所在地域が保存・整備を図る必要のある重要な地域であると認められた場合等真に家屋等の移転が必要である場合についてのみ補助対象とする。

史跡等保存管理計画等策定費国庫補助要項

| | |
|-----------------|---|
| 昭和 54 年 5 月 1 日 | 改 |
| 文化 庁 長 官 裁 定 | 正 |
| 平成元年 5 月 29 日 | |
| 平成 2 年 6 月 8 日 | |
| 平成 3 年 5 月 9 日 | |
| 平成 17 年 4 月 1 日 | |
| 平成 19 年 4 月 1 日 | |
| 平成 20 年 4 月 1 日 | |

1. 趣 旨

この要項は、文化財保護法（昭和 25 年法律第 214 号）第 109 条第 1 項、第 2 項の規定により指定された史跡、名勝又は天然記念物（以下「史跡等」という。）の保存管理の万全を期するため、史跡等の保存管理計画を策定する事業に要する経費について国が行う補助に関し、必要な事項を定めるものとする。

また、古くから文物や人々の交流の舞台となってきた古道・運河等（以下「歴史の道」という。）とそれに沿う地域に残されている歴史的遺産を周囲の環境を含めて総合的かつ体系的に調査するとともに、それらを活用し、機能させるための計画の策定に要する経費について国が行う補助に関し、必要な事項を定めるものとする。

2. 補助事業者

補助事業者は、地方公共団体とする。

3. 補助対象事業及びその内容

補助対象となる事業は、次に掲げるとおりとする。

(1) 史跡等保存管理計画策定事業

ア. 補助対象となる事業は、地域を定めて指定した史跡等の保存管理計画策定の事業とする。ただし、指定地域のほとんどが国又は地方公共団体の所有であるもの、環境整備事業が完了しているもの及び指定地域が墳墓、旧宅、単木等面積として狭小なものに関する事業は補助対象としないものとする。

イ. 補助事業の内容は、1 指定地域につき原則として 2 か年継続事業とし、第 1 年次は、当該指定地域について航空写真実測又は地上実測によって、原則として 1,000 分の 1 の縮尺の現況地図を作成し、第 2 年次は、その現況地図をもとに保存管理計画の策定を行うものとする。ただし、既に必要な現況地図が作成されている史跡等については、保存管理計画の策定のみを内容とする単年度事業とすることができるものとする。

(2) 歴史の道総合計画策定事業

ア. 歴史の道を軸として、周辺文化財を取り込んだ整備活用計画の策定

イ. 計画策定を行うために必要な調査

4. 補助対象経費

補助対象となる経費は、次に掲げる経費とし、その明細は別紙のとおりとする。

(1) 主たる経費

ア. 史跡等保存管理計画策定事業

- (ア) 測量、図化経費
- (イ) 管理計画策定経費
- (ウ) 管理計画書印刷経費

イ. 歴史の道総合計画策定事業

- (ア) 調査経費
- (イ) 計画策定経費
- (ウ) 報告書作成経費

(2) その他の経費

事務経費

5. 補助金の額

補助金の額は、次に掲げる場合を除き、補助対象経費の 2 分の 1 とする。

(1) 当分の間、補助事業者が沖縄県内に所在する地方公共団体である場合にあっては、補助対象経費の 5 分の 4 とする。

(2) 当該年度の前々年度の財政力指数（地方交付税法（昭和 25 年法律第 211 号）第 14 条及び第 21 条の規定により算定した基準財政収入額を同法第 11 条及び第 21 条の規定により算定した基準財政需要額で除して得た数値の過去 3 年間の平均値）が 1.00 を超える都道府県又は指定都市にあっては、財政力指数の逆数（調整率）を補助金の交付額に乗じて得た額とする。

(別 紙)

| 名称 | 対象経費の区分 | 項目 | 目 | 目的細分 | 説明 |
|-----------------|--|-------------|---|--|---|
| 史跡等保存管理計画等策定事業費 | (1) 史跡等保存管理計画等策定事業 測量及び図化経費 管理計画策定経費 | 図面(実測図等)作成費 | 委託料 賃金 報償費 旅費 需用費 役務費 使用料及び賃借料 | 実測費 ○○○○○○ モザイック写真作成員 現地踏査補助員 ○○○○○○ 専門委員謝金 ○○○○○○ 普通別旅旅費 特費用弁品費 消耗品費 印刷製本費 会議運搬費 通信手数料 会場借上料 ○○雇上代 ○○借上代 | 航空地上実測図化費 連絡現地踏査旅費、調査旅費 専門委員旅費 フィルム、文具等 管理計画書印刷、打合資料印刷 現地踏査自動車雇上 |
| その他の経費 | (2) 歴史の道総合計画策定事業 調査経費 計画策定経費 報告書作成経費 | 総合計画事業費 | 賃金 報償費 旅費 需用費 役務費 委託料 使用料及び賃借料 備品購入費 | 調査員賃金 ○○○○○○ 調査指導員謝金 ○○○○○○ 普通別旅旅費 特費用弁品費 消耗品費 印刷製本費 会議運搬費 手数料 ○○調査委託費 ○○委託費 ○○雇上料 ○○使用料 ○○借上料 | 文献調査、講師謝金等 調査旅費 専門委員旅費 文具、フィルム等 調査カード、報告書印刷等 輸送料 遺構等調査、測量委託 調査用器具等借上 特に必要と認める場合 |
| | 事務経費 (1) 史跡等保存管理計画等策定事業 (2) 歴史の道総合計画策定事業 | 事務費 | 旅費 需用費 役務費 使用料及び損料 | 普通別旅旅費 特費用弁品費 消耗品費 糧食費 印刷製本費 会議運搬費 借料及び損料 | 原則として対象外 連絡旅費 指導監督旅費 文具等 資料コピー代 打合会会場借料等 |

史跡等・登録記念物・歴史の道保存整備費国庫補助要項

| | |
|-------------------|---|
| 昭和 54 年 5 月 1 日 | 改 |
| 文化 庁 長 官 裁 定 | 正 |
| 平成元年 5 月 29 日 | |
| 平成 2 年 6 月 8 日 | |
| 平成 3 年 5 月 9 日 | |
| 平成 10 年 11 月 20 日 | |
| 平成 17 年 4 月 1 日 | |
| 平成 19 年 4 月 1 日 | |
| 平成 20 年 4 月 1 日 | |
| 平成 22 年 5 月 1 日 | |
| 平成 23 年 4 月 1 日 | |

1. 趣 旨

この要項は、文化財保護法（昭和 25 年法律第 214 号。以下「法」という。）第 109 条第 1 項、第 2 項の規定により指定された史跡、名勝又は天然記念物（以下「史跡等」という。）の保存と活用を図ることを目的として、その整備等を行うために必要な経費について、法第 118 条、法第 120 条及び法第 172 条の規定に基づき国が行う補助に関し、必要な事項を定めるものとする。

また、第 132 条の規定により登録された登録記念物の保存と活用を図ることを目的として、その整備等の設計管理等を行うために必要な経費について、国が行う補助に関し、必要な事項を定めるものとする。

併せて、古くから文物や人々の交流の舞台となってきた古道・運河等（以下「歴史の道」という。）とそれに沿う地域に残されている歴史的遺産の保存整備を図る事業に要する経費について国が行う補助に関し、必要な事項を定めるものとする。

2. 補助事業者

補助事業者は、次に掲げるとおりとする。

(1) 史跡等保存整備事業

補助事業者は、史跡等の所有者又は法第 113 条及び法第 172 条の規定により史跡等の管理を行うべき者として指定された地方公共団体その他の法人とする。

(2) 登録記念物保存整備事業

補助事業者は、登録記念物の所有者又は法第 133 条の規定により登録記念物の管理を行うべき者として指定された地方公共団体その他の法人とする。

(3) 歴史の道保存整備事業

地方公共団体とする。

3. 補助対象事業

補助対象となる事業は、史跡等、登録記念物又は歴史の道の保存活用のために行う次に掲げる事業とする。

(1) 史跡等保存整備事業

① 復旧（保存修理）

- ア 旧宅、城郭等の建築物、石垣等の復旧工事
- イ 庭園等の石組、枯損木の伐採、植栽、整地、給排水施設等の工事
- ウ 古墳等の盛土、石積等の工事
- エ その他史跡等の保存上必要な復旧工事

② 環境整備

- ア 史跡等及びその周辺地で行う整地、盛土、基壇造成、覆屋設置等工事
- イ 史跡等及びその周辺地における雑木、雑草の除去、張芝、修復等工事
- ウ 史跡等及びその周辺地における園池、堀、河川の浚渫、給排水施設改修等現状維持のために必要な工事
- エ 史跡等及びその周辺地を理解させるための照明施設設置などの工事及び必要な休息施設、便所等併設等工事

③ 保存施設

- ア 史跡等の管理に必要な標識、説明板、境界標、囲い及びその他の施設の設置工事

④ 防災施設

- ア 史跡等の重要な構成要素をなす建造物等について行う警報設備、消火設備、避雷設備、防犯設備の設置工事又は病害虫の防除等の措置
- イ 史跡等の重要な構成要素をなす地形等について行う土砂災害の防止等の措置

⑤ 災害復旧

⑥ 上記工事等の実施に必要な措置

- ア 史跡等及びその周辺地における遺構調査、測量
- イ 工事実施のための設計監理
- ウ 保存整備事業に係る工事報告書の作成

(2) 登録記念物保存整備事業

① 設計監理

- ア 登録記念物の復旧（保存修理）、環境整備等に必要な工事（上記（1）①～⑤に掲げるものと同様の工事）に係る設計監理

- (2) 保存施設
 - 登録記念物の管理に必要な標識、説明板、境界標、囲い及びその他の施設の設置工事
 - (3) 上記(2)の実施に必要な措置
 - ア 登録記念物及びその周辺地における遺構調査、測量
 - イ 保存整備事業に係る工事報告書の作成
- (3) 歴史の道保存整備事業
- (1) 復旧(保存修理)
 - ア 道の補修、石畳・雁木・石積・橋梁等道の構造の復元整備工事及び並木の復元等、道自体に
関わる整備工事
 - イ 本陣、茶屋・関・一里塚・宿場等道に関連する遺跡の復元整備工事
 - (2) 環境整備
 - 歴史の道の情報発信設備、休憩設備の整備工事
 - (3) 保存施設
 - 歴史の道の管理に必要な標識、説明板の設置工事

4. 補助対象経費

補助対象となる経費は、次に掲げる経費とし、その明細は別紙のとおりとする。

- (1) 主たる事業費
 - ア 復旧、修理及び整備工事経費
 - イ 遺構等調査並びに測量及び図化経費
 - ウ 保存施設設置工事経費
 - エ 防災設備等工事経費
 - オ 設計料及び監理料
- (2) その他の経費
 - ア 工事報告書印刷経費
 - イ 事務経費

5. 補助金の額

補助金の額は、次に掲げる場合を除き、補助対象経費の50%とする。

- (1) 補助事業者が個人である場合における補助金の額は、補助対象経費の70%とする。
- (2) 当分の間、補助事業者が沖縄県内に所在する者である場合にあっては、補助対象経費の80%とする。
- (3) 当該補助事業が災害復旧事業として行われる場合の補助率は、別に定めるものとする。
- (4) 当該年度の前々年度の財政力指数（地方交付税法（昭和25年法律第211号）第14条及び第21条の規定により算定した基準財政収入額を同法第11条及び第21条の規定により算定した基準財政需要額で除して得た数値の過去3年間の平均値）が1.00を超える都道府県又は指定都市にあっては、財政力指数の逆数（調整率）を補助金の交付額に乗じて得た額とする。

(別紙)

| 方 名 称 | 対象経費の区分 | 項目 | 目的細分 | 説明 | |
|----------------------|--|-------------|---|---|--|
| 史跡等・登録記念物・歴史の道保存整備事業 | <p>主たる事業費</p> <p>復旧、修理及び整備工事経費 遺構等調査、測量及び図化経費 保存施設設置工事経費 防災設備等工事経費</p> <p>設計料及び監理料</p> | <p>本工事費</p> | <p>共済費 賃 旅 需用費 役務費 委託料 使用料及び賃借料 工事請負費 原材料費 報償 委託料</p> | <p>労災保険 ○○保険金 土工賃 発掘調査員賃 遺物整理賃 その他調査員賃 普通通別用 特費 消耗品 印刷料 燃熱 光通信 手数料 ○○試験委託 ○○調査委託 ○○測量委託 借料及び損料 ○○損料 請負費 工事材料費 ○○整備委員謝金 ○○調査委員謝金 設計監理費</p> | <p>伐開、除草、整地など比較的簡単な作業 直営で実施する事前遺構調査人夫 植物調査、利用実態調査</p> <p>発掘調査等報告書印刷</p> <p>事前遺構調査委託</p> <p>機械器具損料、自動車借上料 工事の一部又は全部を請負で施工する場合の経費</p> <p>整備事業専門技術指導 事前遺構調査委嘱の場合の謝金</p> |
| その他の経費 | 事務経費 | 事務費 | <p>旅 需用費 役務費 使用料及び賃借料</p> | <p>普通旅費 特別旅費 旅品費 食糧費 印刷料 光熱水料 通信運搬費 手数料 借料及び損料</p> | <p>連絡旅費 指導監督旅費</p> <p>工事報告書印刷</p> <p>打合会会場借料</p> |

地域の特性を活かした史跡等総合活用支援推進事業費 国庫補助要項

平成25年5月15日

文化庁長官決定

1. 趣旨

この要項は、文化遺産地域活性化推進事業実施要項（平成25年5月15日文化庁長官決定）により策定される計画に基づき、地域の特性を活かした、史跡、名勝、天然記念物（以下「史跡等」という）及び埋蔵文化財の総合的な公開活用を推進するために必要な経費について国が行う補助に関し、必要な事項を定めるものとする。

2. 補助事業者

補助事業者は、史跡等の所有者又は文化財保護法（昭和25年法律第214号。以下「法」という。）第113条若しくは法第172条の規定により史跡等の管理を行うべきものとして指定された管理団体及び地方公共団体その他の法人とする。

3. 補助対象事業

補助対象となる事業は、史跡等及び埋蔵文化財の公開活用のために行う次に掲げる事業とする。ただし、（1）ア～オの事業を行おうとする場合には、（1）（3）に掲げるもののうち6つ以上を選択するものとする。

（1）史跡等の総合的な公開活用のための整備に係る事業

- ア 史跡等の全体像を認識できるような復元的整備（生態系の復元的整備を含む）
- イ 史跡等の往時の姿をしのばせる歴史的建造物の復元
- ウ 史跡等の実物遺構等を見るために必要な保存展示施設の設置
- エ 史跡等の野外観察等のための施設の設置
- オ 史跡等のオリエンテーション及びガイダンス、体験・活用等のために必要な施設の設置
- カ ア～オで設置した施設等の改修
- キ 史跡等における便益施設（休憩施設・便所等）の設置・改修、管理運営施設の設置・改修
- ク 史跡等の公開活用上必要と認められる遺構等の調査、環境整備
- ケ 史跡等の公開活用上必要と認められる重要な構成要素をなす建造物等についての耐震診断及び耐震対策等
- コ 史跡等の公開活用上必要と認められる重要な構成要素をなす地形について行う土砂災害の防止等の措置

(2) 埋蔵文化財の公開及び整理・収蔵等を行うために必要な設備整備に係る事業

- ア 埋蔵文化財センター（埋蔵文化財の調査、出土文化財等の整理、収蔵、展示等を主として行うために必要な施設）の収蔵・防災及び展示設備整備
- イ 埋蔵文化財の公開を目的とした展示施設（以下「埋蔵文化財展示施設」という。）の展示設備整備

(3) 史跡等及び埋蔵文化財の普及・啓発に係る事業

- ア 史跡等及び埋蔵文化財の案内板・説明板等の設置
- イ 史跡等及び埋蔵文化財の公開活用のために必要な広報・資料の作成及び配信に関する事業
- ウ 史跡等及び埋蔵文化財を理解するための体験学習会・講演会・シンポジウム・公開講座等の公開・普及啓発事業
- エ 史跡等及び埋蔵文化財の公開活用のために必要な台帳の作成・更新及び報告書が刊行された埋蔵文化財（出土品・記録類）の分類・再分類・収納・再収納等
- オ 史跡等及び埋蔵文化財を理解するために必要な模型等の製作

4. 補助対象経費

(1) 主たる事業費

①史跡等の総合的な整備に係る事業

- ア 史跡等の復元的整備工事経費
- イ 歴史的建造物等の復元工事経費
- ウ 遺構等露出保存展示施設設置工事経費
- エ 野外観察施設設置工事経費
- オ ガイダンス等施設設置工事費
- カ 設置施設等改修工事費
- キ 遺構等模型設置工事経費
- ク 便益施設等設置・改修工事費
- ケ 遺構等調査、環境整備等経費
- コ 建造物等耐震診断、耐震等対策経費
- サ 土砂災害防止対策工事等経費

②埋蔵文化財の公開及び整理・収蔵等を行うために必要な設備整備に係る事業

- ア 埋蔵文化財センター設備整備経費・附帯工事経費
- イ 埋蔵文化財展示施設設備整備経費・附帯工事経費

③史跡等及び埋蔵文化財の普及・啓発に係る事業

- ア 案内板・説明板等設置経費

- イ 広報・資料作成及び配信等に要する経費
 - ウ 体験学習会等に要する経費
 - エ 台帳作成等に要する経費
 - オ 模型等製作経費
- ④設計料及び監理料
⑤その他の工事経費

(2) その他の経費

事務経費

5. 補助金の額

補助金の額は、次に掲げる場合を除き、補助対象経費の50%とする。

- ① 当分の間、補助事業者が沖縄県内に所在する者である場合にあたっては、補助対象経費の80%とする。
- ② 当該年度の前々年度の財政力指数（地方交付税法（昭和25年法律第211号）第14条及び第21条の規定により算定した基準財政収入額を同法第11条及び第21条の規定により算定した基準財政需要額で除して得た数値の過去3年間の平均値）が1.00を超える都道府県又は指定都市にあっては、財政力指数の逆数（調整率）を補助金の交付額に乗じた額とする。

(別紙)

| 名稱 | 対象経費の区分 | 項 | 目 | 目的細分 | 説明 |
|-------------------------|----------------------|----------------------------|------------------------------|--|---------------------------------|
| 地域の特性を活かした史跡等総合活用支援推進事業 | 史跡等の復元的整備・改修工事経費 | 本工事費 | 委託料 | ○○試験委託 ○○調査委託 ○○測量委託 ○○作成委託 | 遺構等調査委託 |
| | 歴史的建造物等の復元・改修工事経費 | | 工事請負費 原材料費 共済費 | 請負費 工事材料費 労災保険 ○○保険 | 映像ソフト作成等 |
| | 遺構等露出保存展示施設設置・改修工事経費 | | 賃金 | 土工賃金 発掘調査員賃金 遺物整理賃金 ○○委員謝金 | 除草整地など比較的簡単な作業 直営で実施する遺構調査人夫 |
| | 野外観察施設設置・改修工事経費 | | 報償費 | 普通旅費 特別旅費 費用弁償 | 整備事業専門技術指導 事前遺構調査委嘱の場合の謝金 |
| | ガイダンス等施設設置・改修工事経費 | | 旅費 | 印刷製本費 消耗品費 燃料費 光熱水料 通信運搬費 手数料 | パンフレット等 |
| | 遺構等模型設置工事経費 | | 需用費 | 借料及び損料 ○○損料 視聴覚等機器 展示機器 | |
| | 便益施設等設置・改修工事経費 | | 役務費 | | |
| | 遺構等調査、環境整備等経費 | | 使用料及び損料 | | |
| | 建造物等耐震診断、耐震等対策経費 | | 備品購入費 | | |
| | 土砂災害防止対策工事等経費 | | | | |
| | 案内板・説明板等設置経費 | | | | |
| | 模型等制作経費 | | | | |
| | 埋蔵文化財センター設備整備経費 | 収蔵設備工事 防災設備工事 展示設備工事 | 工事請負費 備品購入費 | 請負費 収蔵用機器 | |
| | 埋蔵文化財センター附帯工事経費 | | 工事請負費 備品購入費 | 請負費 防災機器 | |
| | 埋蔵文化財展示設備整備経費 | | 工事請負費 委託料 需用費 備品購入費 | 請負費 ○○作製委託 消耗品費 視聴覚等機器 展示機器 | |
| | 埋蔵文化財展示施設附帯工事経費 | | | | |
| | 広報・資料作成及び配信等に要する経費 | 広報・資料作成及び配信等経費 | 報償費 | 教材作成謝金 原稿執筆謝金 | |

| | | | | | |
|--------|--------------|------------------|---|--|---|
| | | | 旅費 需用費 備品購入費 委託費 | 教材等作成費 消耗品費 印刷製本費 紹介ソフト製作委託費 発信システム開発委託費 | |
| | 体験学習会等に要する経費 | 体験学習会等事業 開催経費 | 賃金 共済費 報償費 旅費 使用料及び賃 借料 役務費 委託費 請負費 需用費 備品購入費 | ○○賃金 労災保険 ○○保険 講師等謝金 原稿執筆謝金 会場整理等謝 金 普通旅費 特別旅費 費用弁償 ○○借上料 通信運搬費 保険料 ○○委託費 ○○請負費 教材等作成費 消耗品費 印刷製本費 | 会場整理員・補助者等 展示器具・会場・機材・車両等 参加者傷害保険・ボランティア保険料等 レプリカ・教材等製作、会場等設営作業等 同上 |
| | 台帳作成等に要する経費 | 台帳作成等経費 | 賃金 共済費 使用料及び賃 借料 委託費 需用費 | ○○賃金 労災保険 ○○保険 ○○借上料 ○○委託費 消耗品費 | 消耗品等 |
| | 設計料及び監理料 | 設計料及び監理料 | 委託費 | 設計監理費 ○○委託費 | |
| その他の経費 | 事務経費 | 事務費 | 旅費 需用費 役務費 使用料及び損料 | 普通旅費 特別旅費 費用弁償 消耗品費 印刷製本費 光熱水料 通信運搬費 手数料 借料及び損料 | 連絡旅費 指導監督旅費 文具等 工事報告書印刷等 打合会会場借料 |

[執筆者]

本文

古墳壁画の保存活用に関する検討会装飾古墳ワーキンググループ

和田晴吾、三浦定俊、成瀬正和、三村衛、矢島國雄、

今津節生、岡田健、小椋大輔、高妻洋成、坂口圭太郎、柳沢伊佐男

参考資料

- ・高松塚古墳壁画・キトラ古墳壁画の色料について
　　ひたちなか市教育委員会
- ・虎塚古墳の保存管理の現況
　　矢島國男（明治大学文学部教授）
- ・熊本県の取組
　　熊本県教育委員会
- ・熊本県立装飾古墳館の取組
　　坂口圭太郎（熊本県立装飾古墳館学芸課長）
- ・熊本県立装飾古墳館が行う石材調査、環境調査
　　池田朋生（熊本県立装飾古墳館学芸課参事）
- ・福岡県の取組
　　吉田東明（福岡県教育庁総務部文化財保護課企画係長）
- ・特別史跡王塚古墳の取組
　　長谷川清之（元桂川町教育委員会）
- ・史跡造山古墳第五古墳（千足古墳）の取組
　　草原孝典（岡山市教育委員会文化財課副専門監）
- ・福島県の取組
　　関 敦司（福島県教育庁文化財課文化財副主査）
- ・史跡中田横穴の取組
　　木幡成雄（いわき市教育委員会埋蔵文化財専門員）
- ・史跡清戸迫横穴の取組
　　吉野高光（双葉町教育委員会総括主任主査）
- ・史跡羽山横穴の取組
　　川田 強（南相馬市教育委員会主任文化財主事）
- ・史跡泉崎横穴の取組
　　瀬戸隆行（泉崎村教育委員会主査）
- ・受託事業報告書
　　東京文化財研究所、奈良文化財研究所

古墳壁画の保存活用に係る調査研究について

平成22年4月1日
文化庁長官決定
一部改正 平成24年7月2日

1. 目的

高松塚古墳壁画及びキトラ古墳壁画の適切な保存活用を行うために必要な事項等を調査研究する。

2. 調査研究事項

- (1) 高松塚古墳壁画の保存活用に関する事項
- (2) キトラ古墳壁画の保存活用に関する事項
- (3) その他古墳壁画に関する事項

3. 実施方法

- (1) 2. の調査研究を行うため、有識者で構成する「古墳壁画の保存活用に関する検討会」（以下「検討会」という。）を置く。
- (2) 装飾古墳の保存活用方策について専門的に調査研究するため、検討会に装飾古墳ワーキンググループ（以下「ワーキンググループ」という。）を置く。
- (3) 検討会及びワーキンググループの委員は、2. に関する学識経験者等のうちから、文化庁長官が委嘱する。
- (4) ワーキンググループは、検討会の委員のほか専門委員をもって構成する。
- (5) 検討会及びワーキンググループは、互選により座長を選出する。座長に事故があるときは、あらかじめその指名する副座長が、その職務を代理する。
- (6) 検討会及びワーキンググループには、必要に応じて委員以外の学識経験者等の出席を求めることができる。

4. 庶務

この調査研究に関する庶務は、文化財部美術学芸課古墳壁画室が行う。

古墳壁画の保存活用に関する検討会 装飾古墳ワーキンググループ委員名簿

(平成26年3月10日現在)

(敬称略、五十音順)

(委 員)

| | |
|---------|--------------------|
| 成瀬 正和 | 宮内庁正倉院事務所保存課長 |
| ○ 三浦 定俊 | 公益財団法人文化財虫菌害研究所理事長 |
| 三村 衛 | 京都大学大学院工学研究科教授 |
| 矢島 國雄 | 明治大学文学部教授 |
| ◎ 和田 晴吾 | 立命館大学名誉教授 |

(計5名)

(専門委員)

| | |
|--------|-----------------------------|
| 今津 節生 | 九州国立博物館学芸部博物館科学課長 |
| 岡田 健 | 東京文化財研究所保存修復科学センター長 |
| 小椋 大輔 | 京都大学大学院工学研究科准教授 |
| 高妻 洋成 | 奈良文化財研究所埋蔵文化財センター保存修復科学研究室長 |
| 坂口 圭太郎 | 熊本県立装飾古墳館学芸課長 |
| 柳沢 伊佐男 | 日本放送協会解説委員 |

(計6名)

◎：座長、○副座長

古墳壁画の保存活用に関する検討会 装飾古墳ワーキンググループの開催経緯

○第1回 平成24年10月24日（水曜日）中央合同庁舎第7号館東館3F2特別会議室

- ・装飾古墳の現状について
- ・装飾古墳の検討事項について
- ・今後のワーキンググループの進め方について

○第2回 平成24年11月14日（水曜日）ひたちなか市埋蔵文化財調査センター講座室

- ・虎塚古墳の保存管理の体制について
- ・虎塚古墳の保存管理の現況について
- ・高松塚古墳壁画劣化原因調査報告書からの知見について
- ・今後のワーキンググループの進め方について

○第3回 平成25年2月20日（水曜日）中央合同庁舎第7号館3F1特別会議室

- ・装飾古墳について
- ・装飾古墳の保存移管する技術的な調査研究について

○第4回 平成25年5月30日（木曜日）中央合同庁舎第7号館3F1特別会議室

- ・装飾古墳の石室等の保存環境について
- ・25年度のワーキンググループの進め方について

○第5回 平成25年6月27日（木曜日）熊本県立装飾古墳館集団学習室

- ・熊本県の装飾古墳の保存に係る取組について

○第6回 平成25年7月11日（木曜日）九州国立博物館会議室

- ・九州国立博物館展示（装飾古墳関係）視察
- ・福岡県の装飾古墳の保存に係る取組
- ・特別史跡王塚古墳の取組
- ・九州国立博物館の取組
- ・装飾古墳の色料について

○第7回 平成25年7月24日（水曜日）合同庁舎第7号館東館3F1特別会議室

- ・高松塚古墳壁画・キトラ古墳壁画の色料について
- ・史跡造山古墳第五古墳（千足古墳）の取組

○第8回 平成25年9月26日（木曜日）合同庁舎第7号館東館3F1特別会議室

- ・墳丘・石室の構造等について
- ・報告書骨子（案）について

○第9回 平成25年11月14日（木曜日）いわき市考古資料館会議室

- ・福島県の取組
- ・史跡中田横穴の取組
- ・史跡清戸迫横穴の取組
- ・史跡羽山横穴の取組
- ・史跡泉崎横穴の取組

○第10回 平成26年1月31日（金曜日）三田共用会議所第4特別会議室

- ・古墳壁画の保存活用に関する検討会装飾古墳ワーキンググループ報告書（素案）
- ・装飾古墳の情報公開について
- ・東京文化財研究所の調査報告
- ・奈良文化財研究所の調査報告

○第11回 平成26年2月17日（月曜日）合同庁舎第7号館東館3F1特別会議室

- ・古墳壁画の保存活用に関する検討会装飾古墳ワーキンググループ報告書（素案）

○第12回 平成26年3月10日（月曜日）合同庁舎第7号館東館3F2特別会議室

- ・古墳壁画の保存活用に関する検討会装飾古墳ワーキンググループ報告書（案）

塩類風化について

独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所
埋蔵文化財センター保存修復科学研究室

1. はじめに

装飾古墳をはじめとして、遺跡は主として土、石材、あるいはレンガなどで構成される。これらはいずれも多孔質材料と呼ばれ、材料内部の空隙を水分が移動するため、それに伴い様々な劣化が引き起こされる。中でも、材料内部の水に溶けていた塩が、材料表面において析出することで引き起こされる塩類風化は、材料表面の粉状化や剥離などの不可逆的な破壊を引き起こし（図1）、かつその進行が比較的速やかであることから、遺跡を構成する材料や周辺の水質、気象条件から、塩析出の可能性について予測することは遺跡保存においては極めて重要と言える。ここでは、遺跡保存においてしばしば問題となる代表的な塩類と、それらが引き起こす劣化のメカニズムについて概観し、塩類風化による材料の劣化の程度、進行速度に影響をおよぼす因子について述べる。



図1 上：塩の析出により表層が剥離した磨崖仏、下：塩析出箇所（拡大）

2. 塩類風化の基本的なメカニズム

塩（えん）とは、広義には塩基由来の陽イオン（たとえばナトリウムイオン Na^+ やカルシウムイオン Ca^{2+} など）と酸由来の陰イオン（たとえば塩化物イオン Cl^- や硫酸イオン SO_4^{2-} など）が電気的な力を介して結合（イオン結合）した化合物で、程度の差はあるがその多くは水に溶ける。

陸域において、雨水として土や石材などの多孔質材料へ浸透した水は、材料中の様々な成分を溶かすことで塩の起源に富んだ水へと変化する。材料と空気が接する材料表面付近では水分が盛んに蒸発しているため、材料中の水分は材料表面へ溶質をともなって移動する。材料表面に近づくにつれて液相水の移動は非常に緩慢となり、かわって水蒸気による水分移動が卓越する。このような箇所で塩の移動は停滞し、同時に水分蒸発が進行することで塩濃度が増加し、溶けきれなくなった塩が材料の空隙内部で析出する。あるいは、外気温の変化によって、塩濃度が溶解度を上回ったときも同様に、材料の空

隙内部で塩の析出が生じる。

塩が空隙内部で析出する際（あるいは析出した後も）、塩が空隙壁に対しておよぼす応力が材料の引張り強度を上回った場合、材料は破壊へと至る。この応力を発生させる要因は主に3つのものが挙げられ、その詳細について以下に述べる。

2.1. 塩の析出による圧力

遺跡の保存においてしばしば問題を引き起こす塩について、それらが析出する際に発生する圧力の理論値を表1に示す。ここで示した圧力は理論値であり実測値ではないが、いずれの値も一般的な多孔質材料の引張り強度の数倍から10数倍を示している。したがって、塩が析出する際には圧力が理論上の最大値に達する前に材料内部においてクラックが発生し、破壊が生じることになる。

表1 塩析出による圧力（理論値）¹⁾

| 塩 | 化学式 | 密度[g/cm ³] | 析出時の圧力(atm) | | | |
|------------|---|------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------|------|
| | | | $C/C_s = 2$ | | $C/C_s = 10$ | |
| | | | $0\text{ }^\circ\text{C}$ | $50\text{ }^\circ\text{C}$ | | |
| Epsomite | $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 1.68 | 105 | 125 | 350 | 415 |
| | | | 595 | 708 | | |
| Gypsum | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 2.32 | 282 | 334 | 938 | 1110 |
| | | | 1595 | 1900 | | |
| Halite | NaCl | 2.17 | 554 | 654 | 1845 | 2190 |
| | | | 3135 | 3737 | | |
| Thenardite | Na_2SO_4 | 2.68 | 292 | 345 | 970 | 1150 |
| | | | 1650 | 1965 | | |

圧力は各過飽和度 (C/C_s) と各温度 (0°C と 50°C) の条件下で計算されたもの。

Winkler and Singer (1972)をもとに作成

2.2. 塩の水和による体積変化

塩は接する空気の温度、湿度に応じて、湿気を結晶水として取り込む、あるいは放出し、その際に体積も膨張あるいは収縮する。結晶水の配位数は塩の種類によって大きく異なるため、体積変化の程度も様々である。代表的な塩の体積変化の割合を表2に示す。

表2に示したように、炭酸ナトリウムと硫酸ナトリウムは特に水和による膨張率の大きな塩で、いずれも無水塩の4倍を超える体積にまで膨張する。硫酸ナトリウムは無水塩と10水和物

間の変化が比較的速やかに生じるため、1日の間に体積変化を容易に

表2 各塩の水和による体積変化²⁾

| 無水塩 | 密度 [g/cm ³] | 水和化合物 | 密度 [g/cm ³] | 体積変化 [%] |
|--------------------------|-------------------------|---|-------------------------|----------|
| Na_2CO_3 | 2.53 | $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ | 1.44 | 374.7 |
| Na_2SO_4 | 2.68 | $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ | 1.46 | 315.0 |
| CaCl_2 | 2.15 | $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 0.84 | 241.1 |
| MgSO_4 | 2.66 | $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ | 1.68 | 223.2 |
| CaSO_4 | 2.61 | $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | 2.32 | 42.3 |

Goudie (1977)をもとに作成

引き起こす。このような塩は、ひとたび析出した後も、繰り返し材料内部で圧力を発生させ得ることから、材料の破壊におよぼす影響が極めて大きい塩と言える。

2.3. 热膨張率の差異による圧力

ある種の塩では岩石と比較して熱膨張率が大きい。ここでは塩化ナトリウム（岩塩）の熱膨張率を図2に例として示す。屋外に位置し直達光があたる石材では、夏期に表面温度が50°Cを超えることも珍しくなく、材料の空隙壁に対して圧力が作用することが図から明らかである。塩化ナトリウムの他に、硫酸カルシウム、塩化カリウムや硝酸ナトリウムが比較的熱膨張率の大きな塩である。

以上の作用により、塩は多孔質材料の破壊を引き起こし、その主たる要因や程度は塩の種類によって大きく異なる。材料の破壊を引き起こす危険性の高い塩の序列について、いくつかの既往研究で提唱された結果を表3に示す⁴⁾。表3の結果から硫酸ナトリウム(Na_2SO_4)、炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)や硫酸マグネシウム(MgSO_4)らは危険性が高い塩である一方で、硫酸カルシウム(CaSO_4)は比較的危険性が低い塩と考えられる。

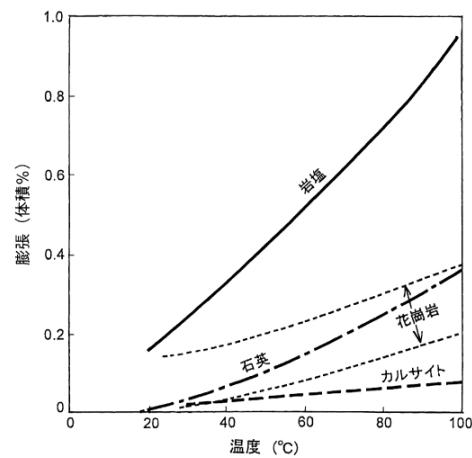


図2 塩化ナトリウムの熱膨張率³⁾

表3 塩類風化の危険性に関する塩の序列

| Pedro (1957a) | Kwaad (1970) | Goudie <i>et al.</i> (1970) | Goudie (1974) | Goudie (1974) | Goudie (1986) | Goudie (1983) | Goudie (1993) |
|----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| NaNO_3 | Na_2SO_4 | Na_2SO_4 | Na_2SO_4 | Na_2SO_4 | Na_2CO_3 | NaNO_3 | Na_2SO_4 |
| Na_2SO_4 | Na_2CO_3 | MgSO_4 | MgSO_4 | Na_2CO_3 | MgSO_4 | Na_2CO_3 | Na_2CO_3 |
| $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ | MgSO_4 | CaCl_2 | CaCl_2 | NaNO_3 | Na_2SO_4 | | NaNO_3 |
| K_2SO_4 | NaCl | Na_2CO_3 | Na_2CO_3 | CaCl_2 | NaCl | MgSO_4 | |
| KNO_3 | CaSO_4 | NaCl | NaNO_3 | MgSO_4 | NaNO_3 | | NaCl |
| Na_2CO_3 | | | | NaCl | CaSO_4 | | |
| K_2CO_3 | | | | | | | |
| MgSO_4 | | | | | | | |
| CaSO_4 | | | | | | | |
| $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ | | | | | | | |

Goudie and Viles (1997)をもとに作成

3. 塩の種類を決める要因

表3に示した通り、析出する塩の種類によって材料の破壊におよぼす影響が異なることから、遺跡においてどのような種類の塩が析出し得るのか把握することは非常に重要なと言える。ここでは塩の種類を決める要因について整理する。

3.1. 水質

先述の通り、塩の起源は材料中に含まれる水に溶存している成分である。したがって、当然のことながら溶存成分は析出する塩の種類に大きく影響をおよぼす。日本の一般的な地下水はカルシウムに富むが、地下水が地盤中で停滞する場合（深層地下水など）はナトリウムが優勢となり、あるいは温泉水、鉱泉水や海水が混入することでも地下水の水質は変化する。析出する塩の種類、その量が大きく異なる2つの遺跡において採取した水に溶存する成分を分析した結果を表4に示す。遺跡Aではカルシウムイオンが、遺跡Bではナトリウムイオンが優勢な水となっている。実際、遺跡Aでは少量の硫酸カルシウムのみが認められるが、遺跡Bでは多量の硫酸ナトリウムが析出し、表面の剥落が進行している。

表4 塩の析出状況が異なる遺跡から採取した水の分析結果

| | 陽イオン | | | | 陰イオン | | |
|------|-----------------|----------------|------------------|------------------|-----------------|------------------------------|-------------------------------|
| | Na ⁺ | K ⁺ | Mg ²⁺ | Ca ²⁺ | Cl ⁻ | NO ₃ ⁻ | SO ₄ ²⁻ |
| 遺跡 A | | | | | | | |
| 遺跡 B | | | | | | | |

3.2. 材料の物性

多孔質材料は空隙量や空隙径などの微細な構造により、それぞれ透水性状が大きく異なる。すなわち、材料表面付近で水分蒸発が卓越する場所（深さ）や、そこまでの水分の移動速度が異なるため、塩の析出量および析出する場所（深さ）が異なり、遺跡表面に現れる塩の種類に影響をおよぼす。図3は透水性状の異なる2種類の凝灰岩をもちいて、その下方から硫酸ナトリウム飽和塩溶液を給水し、上方で塩析出を促進させた結果である。図から塩析出が生じる場所と析出量、すなわち破壊の程度が大きく異なることが認められる。

3.3. 遺跡の温熱環境

ある一定温度下の密閉空間の中に、飽和塩溶液と固体の塩を置いたとき、空間内部の相対湿度は一定となる。密閉した初期において、空気の相対湿度がこの一定値を上回っていた場合、固体の塩が吸湿して（潮解とよぶ）湿度を下げ、反対に初期において空気の相対湿度が一定値を下回っていた場合、飽和塩溶液から水分蒸発がおこって湿度を増加させ、飽和塩溶液内において溶

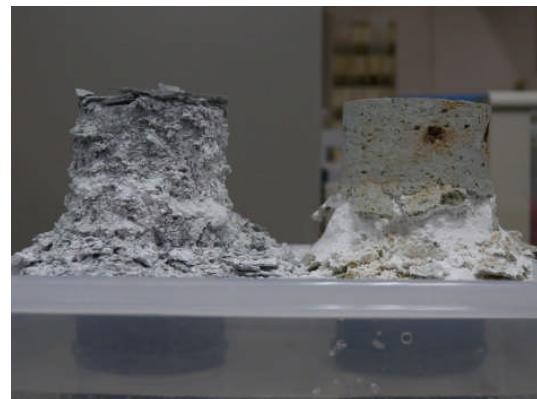


図3 透水性状の異なる凝灰岩をもちいた塩析出実験

けきれなくなった塩が析出する。このように、塩溶液には調湿作用があり、与える相対湿度は塩の種類によって様々で、一般に溶解度の大きな塩ほど与える相対湿度は低いものとなり、また温度によってもその値は変化する。

次に、空気の湿度が一定の場合を考えると、着目する塩が与える相対湿度よりも、周辺の空気の相対湿度が高い場合では塩が析出することではなく、反対に空気の相対湿度が一定値を下回ったとき初めて塩は析出する。したがって、多孔質材料が接する空気の温熱環境は、析出し得る塩の種類に大きく影響をおよぼす因子である。代表的な塩について、塩が析出し得る各温度における相対湿度を表5に示す。この結果から、硫酸カルシウムは、ほぼ湿度100%の条件下で析出し得るのに対して、塩化カルシウムは極めて低い相対湿度とならない限り析出し得ないことが明らかである。また、しばしば遺跡保存において問題となる硫酸ナトリウム（無水）は相対湿度約80%が閾値で、一般的な気象条件下においても容易にこの値を下回る。したがって、外気と接する横穴墓や、外気との換気がある遺構表面では容易に析出する。一方で、多くの（装飾）古墳は、密閉状態で保存されているため内部の湿度は限りなく飽和に近い状態にあり、析出し得る塩の種類はかなり限定的であることがわかる。

また、塩化ナトリウムは溶解度が温度によらずほぼ一定であるのに対して、いくつかの塩は溶解度の温度依存性がきわめて高いことが知られている。代表的な塩について、

表5 塩が析出する相対湿度（温度別）

| 塩 | 0□ | 5□ | 10□ | 15□ | 20□ | 25□ | 30□ |
|---|------|------|------|------|-------|------|------|
| $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ | 41 | 37.7 | 33.7 | - | 30.8 | 28.6 | 22.4 |
| NaCl | 75.5 | 75.7 | 75.7 | 75.6 | 75.5 | 75.3 | 75.1 |
| Na_2SO_4 | - | - | - | - | 82 | 82.8 | 84.3 |
| $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ | - | - | - | 95.2 | 93.6 | 91.4 | 87.9 |
| CaSO_4 | - | - | - | - | 99.96 | - | - |

Arnold and Zehnder (1990)をもとに作成

溶解度の温度依存性を図4に示す。硫酸ナトリウム、炭酸ナトリウムは32°C付近を境に、低温側では温度依存性が極めて大きいことが認められる。一般に、これら塩の析出においては、水分蒸発により塩溶液が濃縮されて析出するというプロセスよりも、雰囲気温度の低下により、溶解度が急激に低下することで塩が析出する、というプロ

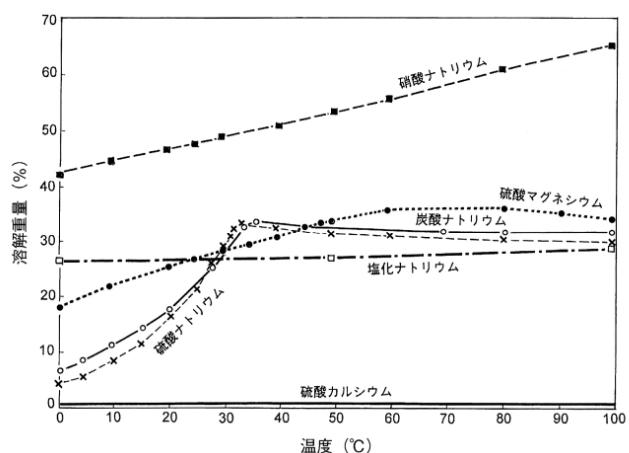


図4 塩の溶解度温度依存性⁵⁾

ロセスの方が重要と指摘されている⁶⁾。したがって、温度、湿度ともに低下する冬期において、これらの塩による劣化が急速に進行すると示唆される。

4. まとめ

以上、析出する塩の種類、析出量を決める因子として 1) 水質、2) 材料の物性、3) 周辺の温熱環境について述べたが、このうち、水質、あるいは遺跡を構成する材料の物性を改変することは極めて困難である。したがって、遺跡の周辺環境を整えることが対策としては現実的と考える。

塩析出への対策としては、下記の 2 つのコンセプトが考えられる。

- 1) 析出量を減少させる。
- 2) 析出した塩が与えるインパクトを、材料には与えないようにする。

1) における具体策としては、材料周辺の空気温度の低下を抑制すること、および着目する塩が析出し得る相対湿度よりも高い蒸気圧を維持することが考えられる。また、2) における具体策としては、たとえば和紙などによる材料表面のフェイシングが考えられる。また、擬土の使用も考えられるが、この場合はオリジナルの多孔質材料との透水性状（サクションの大小）について考慮される必要がある。

遺跡はそれらが周辺の地盤や外界気象条件の影響を大きく受け、たえず自然界における熱、水分、そして溶質の循環の中にあることから、析出する塩の種類や析出量は常に一定の周期的変動を示す。一方で、塩の析出による材料の劣化は、当然のことながら不可逆的なものである。遺跡が立地する環境について十分な調査を実施し、その結果から析出が予測される塩の種類、そして析出の時期を予測することで、その析出を抑制する環境の制御方法、あるいは析出した場合においても材料の劣化を生じさせない措置を検討することが極めて重要である。

装飾古墳の保存・活用に向けた九州国立博物館の取り組み

九州国立博物館 今津節生

1. 目的

九州の古墳時代を特徴付ける遺跡に装飾古墳がある。墓室に描かれた彩色や線刻は素朴でありながら日本の原始絵画の様態を具体的に示しており、人々に興味や感動を与えている。しかし、装飾古墳は保存環境を維持することの難しいために一般市民が容易に立ち入ることのできない代表的な文化財として、自治体をはじめとする管理団体が保存と活用の両立に試行錯誤を繰り返しているのが現状である。このまま具体的で有効な手立てを講じなければ、千年以上に渡って伝えられてきた美しさが失われかねない。そこで、装飾古墳をめぐる現代的課題として、新たな記録・保存・活用方法の開発が求められている。

このような課題を解決するために、九州国立博物館では装飾古墳の高精細画像記録によるデジタルアーカイブを構築して装飾古墳の現状を記録してきた。九州国立博物館が中心となり、福岡県、熊本県、大分県、佐賀県、大阪府、福島県に所在する装飾古墳の3次元データ作成ならびに高精細写真撮影を継続的に行っている。その成果として装飾古墳のVR映像や三次元模型の展示を進めている。

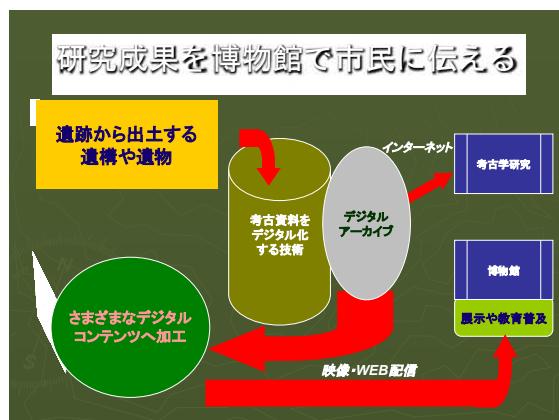


図1 研究成果を市民に伝えるための流れ

2. 九州国立博物館の取り組み

いかなる美術品・歴史資料であれ、保存と公開活用とは相反する問題である。装飾古墳の場合、両者をいかにして折り合いをつけるかは特に難しい問題である。装飾古墳の場合は大型の立体構造物でもあって、動産的な文化財とは異なった問題が多いので、保存活用のための基礎作業として、これまでにもいくつかの方法が試みられてきた。

第1は精巧な実物大レプリカを作成して、実物石室の代替として公開する方法である。この方法は、熊本県装飾古墳館や桂川町王塚装飾古墳館など近年、開館したガイダンス施設などで行われている。さらに、熊本県では現状のレプリカを作成し、福岡県では復

原品を作成するといった違いもあるようだ。第2は、装飾古墳を計測に基づいたVRデータを作出し、そこから映像コンテンツを作成するものである。この方法だと、実際の石室の計測に基づくデータであるので、資料的な価値は高くなるが、デジタルデータのため、自在な操作を行うことが難しくなる。第3は、写真画像による公開である。この方法は、パネル展示や刊行物によって行われ、壁画の詳細を観察しやすいという利点の一方で、大きさや構造物としての位置関係が失われてしまうといったデメリットがある。このような視点から、九州国立博物館では三次元計測に基づいたVRデータを作出し、このデータを基本に映像コンテンツや複製品の展示を作成して活用することにした。

| | |
|-------|--|
| 平成13年 | 装飾古墳のデジタル化・データベース化 福岡県（石丸氏）が撮影した写真 |
| 平成16年 | 王塚古墳のレーザー三次元計測 (東大 池内研究室との協力) |
| 平成17年 | 映像化して、VRシアターで公開 池内研究室と協力して、9基の古墳を計測 |
| 平成20年 | 写真測量による三次元データの取得 (河野 科学研究費) |
| 平成23年 | 科学研究費終了 4年間で全国20基を計測 |
| 平成24年 | 三次元データから複製作成して展示 |

表1 九州国立博物館における主な取り組み

さらに、保存のための基礎データとして任意の時点の装飾古墳の状態を詳細に3次元で記録し、定点観測のためのデータとして活用することも重要である。これまで、装飾古墳の保存のための経過観察作業は、目視した観察結果を写真もしくは石室実測図に書き込むことで行われてきた。写真画像は、情報量が高く異常の確認にも適してはいるが、2次元情報しかないので、装飾と石室の立体的な位置関係を表現することができない。たとえば、カビ等による壁画の汚染がどのような経路で拡大していたかを記録することは写真画像のみでは限界がある。この一方、図面では石室全体の構造を掴むことにかけては適してはいるけれども、写真のもつ情報量には及ばず、色合いや風化度合いを主観的な言葉によってしか記述することができない。写真の持つ情報量と図面が持つ立体関係の表現という両者の利点を兼ね備えた新たな情報としてVR(バーチャル・リアリティ)画像は

装飾古墳の観察・対処、保存策にも寄与することが期待できる。

なお、今後の展開として、三次元計測に基づいたデジタルデータの蓄積は、3Dプリンタをはじめとする造形・複製技術の進歩によって新たな活用の可能性を開くことが期待できる。近い将来、野外博物館や現地の装飾古墳のガイダンス設備の一つとして、一般市民が触れて感じる複製品の活用が可能になりつつある。

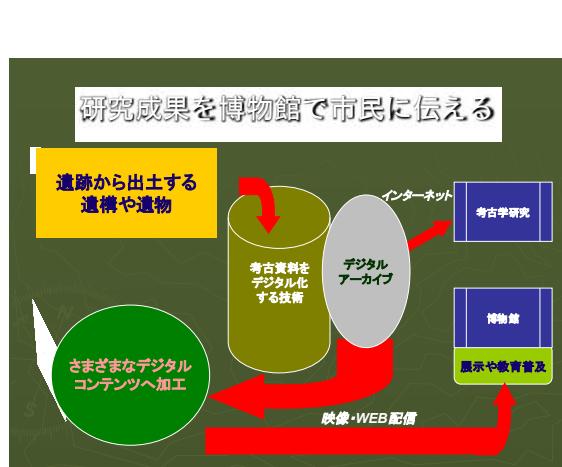


図2 デジタルデータの博物館での活用



図3 装飾古墳のデジタルデータ化



図4 三次元デジタル計測データから作成した古墳内部の図化

3.まとめ

装飾古墳の集中地のひとつである北部九州に平成17年に開設された九州国立博物館では、装飾古墳の情報収集・研究・保存のための中核機関として地域からの要請に答えるべくさまざまな活動を展開してきた。地域の教育委員会等の管理団体と連携・協力して、装飾古墳の記録・保存・活用のための新たなモデルとして展開することを目指して活動を続けている。これまでに、九州国立博物館における装飾古墳の研究・展示への取り組みは「装飾古墳プロジェクト」として、装飾古墳模写作品の陳列公開、装飾古墳VR(バーチャル・リアリティ)映像の展示、装飾古墳画像データベースの構築として展開してきた。さらに最近では三次元計測データから触れることができる複製品を作成して展示することも可能になっている。

今後、装飾古墳の記録・保存・活用に向けて、詳細な映像と精密な三次元デジタルデータの可能性はさらに高まることが期待できる。

なお、本報告にあたっては、『日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(A) [課題番号 19202026]「VR画像を活用した日本装飾古墳デジタルアーカイブの構築』(平成19年度～平成22年度) 研究代表者 河野一隆』の成果を参考にした。

3 装飾古墳の保存・管理の在り方について

（8）保存管理施設の設置および改修

ア はじめに

「遺構の保存」は遺構の劣化および風化の進行を防止し、またはその速度を低下させることを目的として行う「保存処理」と、遺構が毀損または衰亡している場合にその進行を抑制することを目的として遺構を取り巻く環境を改善し、保存上の諸条件を整える「保存環境の改善」に大別することができる。今与えられている課題は「保存管理施設の設置および改修」なので、ここでは保存管理施設の設置・改修を主とした「保存環境の改善」について述べるものとする。

自然の営為あるいは人為による毀損から史跡の本質的価値を構成する諸要素を良好な状態で維持し守る上で重要な施設になるのが保存管理施設である。一方、保存管理施設は期間など限定的な場合も含めた多くの場合、展示公開施設としての機能を多かれ少なかれ有することになる。古墳壁画は保存と活用という矛盾しかねないニーズをもっており、保存管理施設の設置・改修も双方のニーズに応えられるものであることが求められる。

イ 保存管理施設の機能・構造・設備

史跡等の中における施設の設置・改修を含む整備事業は、通常、史跡等の計画地を含めた地域を対象に自然環境調査・歴史環境調査・社会環境調査等を行い、そこでの課題や問題点を把握した上で、望ましい将来像・環境像を明らかにして、整備の基本構想や計画を立て、設計においては設置する施設の機能や規模、意匠等を具体化していく。整備後にはその維持管理が行われ、改善点などが把握されれば改修されていくことになる。

施工後数十年を経た保存管理施設は、施設と遺構とのすりつけ部からの漏水、屋根材の劣化や欠損による雨漏れ、コンクリートの中性化・鉄筋の錆による外壁の爆裂、空調設備の機能不全等が生じ、保存管理施設としての性能の劣化が見られる場合がある。また、外部環境の変化や求められる活用への対応などにより、想定していなかつた機能が新たに求められる場合も考えられる。

機能

古墳の壁画など史跡の本質的価値を構成する諸要素を取り巻く環境を物理的に内外に分け、外部環境にある毀損等の劣化要因が内部環境に影響を及ぼすことのないように排除または緩和するとともに、内部環境を安定的に保つ機能を有する。特徴ある遺

構そのものを展観することにより、発掘調査の成果を見せたり、臨場感を味わってもらうなど遺跡に対する理解を促す活用手法の1つとして展示機能が付加される場合も少なくない。

保存管理

施設の密閉度に注目して構造を分類すると、壁を持たず屋根を架けただけの「素屋根」、閉鎖はしているが入り口の扉が柵などの「閉鎖式施設（半密閉式施設）」、小動物なども出入りしにくい「密閉式施設」に分けることができる。

設備

保存管理施設の機能を充足させるためには上記の構造を踏まえた各種設備を設置する必要がある。ガラス扉などで隔離され、観察を行うための観察室、計測機器やそのデータを管理する機器を設置する計測室、設備を機動させる機械類を格納する機械室、外部環境を直接内部環境に影響しないように緩和させる前室などがある。

機械設備としては、温湿度等の調整・制御に係わる送風・換気設備、内部環境を調密に調整・制御する空調設備、各種観測機器、照明機器、カビの発生を制御する紫外線照射機器などがある。

ウ 保存管理施設の改善

石室内の装飾等を保存するためには、保存管理施設の次のような性能が必要である。

①気密性

遺構を保存している空間と観察室の間に設けられた壁の気密性が良くないと外気が流入することになり、冬期は遺構側の石材などに、夏期は保存管理施設の壁面などに結露が生じ、そこでのカビや苔の発生原因になりかねない。改修では劣化したシーリング材の交換などが必要である。

②断熱性

天井に使われる金属製の梁などは、比熱が低いために高湿な環境の中では結露の原因になり、そこに結露した水分が駆体の腐食の契機になる。また、結露した水分は水滴となって遺構面に落下、遺構を洗掘する場合もある。このため、金属の建材には断熱効果のある発泡ウレタンで被覆するなどの工夫も必要になる。

③遮光

自然な採光は通常の建築物では求められるものであるが、遺構表面への照射による壁画等の退色、藻類の発生、遺構表面の急激な温度変化、観察障害などが考えられる。採光のための窓の設置が必要な場合でも、断熱性のよいガラスを用いたり、ルーバー

などにより光量・日射時間を制御することができるようにしておく必要がある。

④防災・防犯

保存管理施設そのものに地震などからの防災機能を求めるることは困難であるが、災害時などに保存管理施設が保護すべき遺構などに損傷を与えることのないような配慮は必要である。扉や柵などの管理施設がないために人為的な損傷を招いた事例もあるため、扉の設置などは最低限必要である。

エ 墳丘部の整備による保存環境の改善

上記のような保存管理施設の性能は施設と一体化する墳丘側でも求められる機能である。墳丘の盛土は石室等への地下水の流入を防止すべく粘質土の土が使われていたりするが、地震による亀裂や後世の削平などによって損傷している場合が少なくない。このため保存管理施設の設置・改修だけでなく、石室や横穴の本体部などの遺構の修復を含めた墳丘部における保存環境の改善が望まれる。

断熱性

石室等を覆う盛土を墳丘が構築されたであろう高さまで復元することにより、土の断熱効果により外部環境の影響を緩和させることができる。盛土の自重が石室などへの負担と成りうる場合は軽量盛土材の発砲スチロールを用いることも検討すべきである。

植栽の功罪

墳丘あるいはその近くの樹木は緑陰が墳丘または保存管理施設に対する直射日光を遮り、表面および地中における温度変化を緩和させる機能を発揮することができる。低木や地被植栽でもその効果は期待できる。一方で樹木の根系が墳丘の葺き石などの保存に悪影響をもたらす場合もあり、扱いについては慎重な判断が必要である。

雨水排水

発掘調査によって石室上部などが粘土層に覆われていることが判明する場合がある。このような粘土層は石室内への雨水の浸入を防止するとともに、雨水の浸入による墳丘の構築土の劣化や脆弱化を防止する役割をもつ。発掘調査で必ずしも粘土層が確認できなくとも、石室等の安定的な保存のために防水層として粘土層を設ける検討も必要である。

墳丘が発掘調査の成果により葺石で復元される場合などは、植生により墳丘が被覆される場合に比べると地表面からの雨水の浸透が小さくなる。いずれの場合も雨水が表面排水として速やかに処理されるよう、排水系統などに留意する必要がある。

横穴墓や磨崖仏等の遺構で、劣化や風化の要因として地下水の影響が大きいと判断

される場合がある。このような場合、水抜きを目的として横穴墓や磨崖仏の背後または周辺の岩盤に穿孔し、地下水位を低下させる方法がある。

構造の安定

石室の中には天井石が後世に抜き取られて、現地には残されていない場合もある。石室の側壁や奥壁は上にいく程、内側に迫り出してくるものが多く、天井石が置かれることによって石室全体の構造が不安定するのである。このため石室の安定のために新たな天井石を設置する必要性が生じる場合もある。

石室の石積などの緩みや孕みの状況から修復が必要と判断された場合、その範囲が必要最小限になるように慎重に検討して解体修理を行う。解体に伴い、当初形態を失い、石積裏側の盛土部分も掘削せざるを得ないためである。当面の間、解体修理を回避するため、石室内部に鉄骨等を用いた骨格を設置する支保工を実施することも考えられる。

留意点

保存管理施設の設置・改修にあたっては、壁画等を有する遺構を公開しながら保存するリスクを認識しておく必要がある。遺構は本物の露出ではないといけないのか、レプリカや高精細な三次元の測量データを用いた展示など他の手法では代替できないか、十分な検討を行い、施設の設置・改修を行う必要がある。その前提として史跡全体での保存・管理・活用の計画が十分に検討されていることが必要である。

設置した保存管理施設は、施設そのものの適切な維持管理を継続的に実施することではじめて十全な機能を発揮するものであるため、適切な管理体制・管理方法で管理していく必要がある。また、遺構の保護は「保存環境の改善」と「保存処理」の双方が密接に関わりながら実施されることが多く、同時に行われる保存処理についてもその効果などを継続的に観察する必要がある。

オ 国庫補助金を用いた保存管理施設の設置および改修

現在、国指定史跡等の修理や活用のために利用できる記念物の補助事業は二つある。一つは史跡等の保存復旧などを目的とした「史跡等・登録記念物・歴史の道保存整備事業」であり、環境整備の中で“覆屋”と称する保存管理施設を設けることができる。もう一方の、史跡等の総合的な公開活用を図る「地域の特性を活かした史跡等総合活用支援推進事業」においては“史跡等の実物遺構等を見るために必要な保存展示施設”を設けることができる。これらは遺構の保存に主眼を置くか、その活用に主眼を置くかにより、事業の目的を異にするが、「はじめに」で述べたように、保存管理施設は保存と同時に公開の機能も有しているため、どちらの事業でもほぼ同等の施設を設置することができる。他の事業内容との組み合わせにより、目的にあった補助事業を利用されたい。