

〔報告〕 国宝高松塚古墳壁画修理作業室の 一般公開時における環境測定

犬塚 将英・佐野 千絵・木川 りか・石崎 武志・建石 徹*

1. 緒言

2005年6月27日に行われた「第4回国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策検討会」により、国宝高松塚古墳壁画の保存のために、石室を取り出して修理を行うことが決定された¹⁾。石室の解体は2007年4月3日に開始され、壁画が描かれている側壁石と天井石、合計12石の取り上げが2007年6月26日に完了した。そして床石周辺の発掘調査後に床石(4石)の取り上げが行われ、2007年8月21日に全ての石室解体作業が完了した^{2,3)}。これら16石は保存修理施設に搬入され、現在、修理作業が続けられている。

保存修理施設は、2005年に示された「基本的要件」⁴⁾を満たすように設計され、2007年3月に国営飛鳥歴史公園内に建設された⁵⁾。保存修理施設の外観を図1に、平面図を図2に示した。建物の総面積は490m²で、修理作業室(181m²)、調査機器室(36m²)、準備室(47m²)、搬出入室(16m²)、休憩室(30m²)、見学通路(24m²)、機械室から構成されている。修理作業室の温度と相対湿度の設定値はそれぞれ21℃と55%RHとされており、壁画はいわゆる「博物館環境」と呼ばれる環境下に置かれている。さらに修理作業室は周囲に空調された空気層を有する二重壁による「魔法瓶構造」となっている。修理作業室内では照明設備にも配慮がなされており、紫外線カットの蛍光灯が用いられている。



図1 国宝高松塚古墳壁画保存修理施設の外観
(写真提供：文化庁)



図2 国宝高松塚古墳壁画保存修理施設の平面図
(図面提供：文化庁)

現在、修理作業室の中では、修理技術者たちにより、およそ10年を要するとされている壁画の修理作業が続けられている⁶⁾。また、修理作業と併行して、壁画の劣化原因を調査する目的で、顔料の分析等も行われている⁷⁾。

2008年の春と秋に3回にわたり、修理作業室の一般公開が行われた^{8,9)}。1回目は4月25日から4月27日までの3日間で、明日香村事前公開が行われた(来場者数=1,379人)。2回目の一般公開は5月31日～6月8日に行われ、来場者数は3,763人だった。3回目の一般公開は11月1日～11月9日に行われ(11月1日は明日香村地元公開日)、来場者数は合計で3,436人だった。来場者は15名程度までの小グループに分けられた。各グループは見学に先立って、国宝高

*文化庁美術学芸課古墳壁画室

松塚古墳壁画と修理作業室に関する事前ガイダンス説明を文化庁の担当者から受けた。その後、保存修理施設の方へ移動し、見学通路から見学窓を通して、修理作業室の見学が行われた(図3)。各グループの見学時間は10分であり、1日あたり約30グループの見学が行われた。



図3 国宝高松塚古墳壁画修理作業室の一般公開の様子(写真提供:文化庁)

見学通路へ入室してからの10分間は、出入口は閉じた状態で見学が行われた。このため、見学通路内の二酸化炭素濃度の上昇と、修理作業室内の温湿度環境への影響を監視する必要があった。例えば、1978年に行われた史跡虎塚古墳の一般公開の時のように、石室内及び観察室の温度と二酸化炭素濃度の監視が行われた例がある¹⁰⁾。2008年に行われた国宝高松塚古墳壁画修理作業室の一般公開では、見学通路での二酸化炭素濃度と温湿度、修理作業室での温湿度の測定を行った。ここでは、それらの測定結果について報告する。

2. 測定の概要

見学通路での二酸化炭素濃度の測定は「Telaire[®] 7001 CO₂モニター」からの電圧出力をオンセット社のデータロガーで記録することにより行った。この計測システムの測定範囲は0～2,500ppm、測定精度は±50ppm、分解能は±1ppmである。データを記録する間隔は、4月25日からの明日香村事前公開時は5分、2回目と3回目の一般公開時では10分と設定して測定を行った。

温湿度の測定は、オンセット社製温湿度データロガー(ホボH8プロ)を用いた。データロガーは①修理作業室内の見学窓の下、②修理作業室内の見学窓の上、③準備室、④調査機器室、⑤搬出入室、⑥見学通路、⑦屋外の7ヶ所に設置し、データの記録は10分間隔で行った。次節では、修理作業室内で壁画の位置に近い①と⑥見学通路と⑦屋外における温湿度の測定結果を比較する。

3. 測定結果

3-1. 明日香村事前公開(4月25日～4月27日)

明日香村事前公開期間を含む4月21日から27日までの二酸化炭素濃度、温度、相対湿度の測定結果を図4に示した。

二酸化炭素濃度は25日の午前中を除けば、見学時間中では1,000ppm程度までしか上昇しなかった。さらに、1時間程度の昼休みの時間帯には350ppm程度に回復していたことも確認できた。25日の午前中に関しては、1,600ppmにまで上昇していた。これは約25人の小学生の見学が一度に行われたためである。しかし、労働衛生上の許容濃度である5,000ppmよりも充分

に低い値であり、特に問題は無かった。

修理作業室内の温度は公開期間中の昼間に上昇する傾向が見られた。原因としては、一般公開を行ったことや照明による影響が考えられるが、測定期間を通じて $21 \pm 1^\circ\text{C}$ の範囲内に収まっていた。

相対湿度に関しては、屋外では $\pm 30\%$ 、見学通路でも $\pm 20\%$ と大きな変動が観測されたにも関わらず、修理作業室内は公開期間中を通じて $60 \pm 5\%$ の範囲内に制御されていた。

3-2. 一般公開（5月31日～6月8日）

春の一般公開期間を含む5月29日から6月11日までの二酸化炭素濃度、温度、相対湿度の測定結果を図5に示した。

公開期間を通じて、見学通路の二酸化炭素濃度は労働衛生上の許容濃度である5,000ppmよりも充分低い値に保たれていた。

温度と湿度は屋外や見学通路で見られた変動幅と比較すると、修理作業室内は空調設備によって制御されており、一般公開を行ったことによる影響はほとんど観測できなかった。

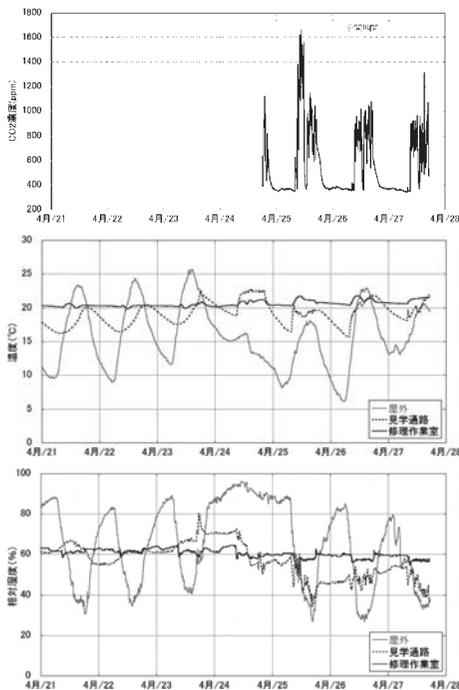


図4 明日香村事前公開期間中（4月25日～4月27日）のCO₂濃度、温度、相対湿度

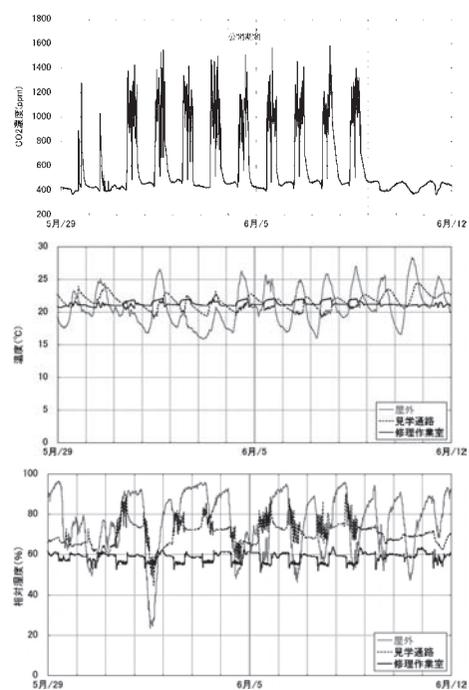


図5 一般公開期間中（5月31日～6月8日）のCO₂濃度、温度、相対湿度

3-3. 一般公開（11月1日～11月9日）

秋の一般公開期間を含む10月31日から11月12日までの二酸化炭素濃度、温度、相対湿度の測定結果を図6に示した。

最終日の午前中に一時、見学通路内の二酸化炭素濃度が2,000ppmくらいまで上昇していた。これは悪天候により、通路の換気が充分にできなかったためであると考えられる。しかし、公開期間を通じて、見学通路の二酸化炭素濃度は労働衛生上の許容濃度である5,000ppmよりも

充分低い値に保たれていた。

温度と湿度は屋外や見学通路で見られた変動幅と比較すると、修理作業室内は空調設備によって制御されており、一般公開を行ったことによる影響はほとんど観測できなかった。しかし、この期間の測定結果を見ると、夜間の湿度が約67%にまで上昇していたことがわかった。原因と今後の対策は現在検討中である。

また、11月2日には、体長が約15cmのムカデが修理作業室に侵入しているのが発見された。このため、一般公開終了後の11月20日に、施設の室内、地下ピット、屋根裏や外周などについて侵入する可能性のあるルート进行调查するとともに、施設内に昆虫用トラップを配置した。現在、経過を観察している。これらの調査の結果を精査し、協議を行った上で、建物の隙間の充てんなどの対策を検討する予定である⁹⁾。

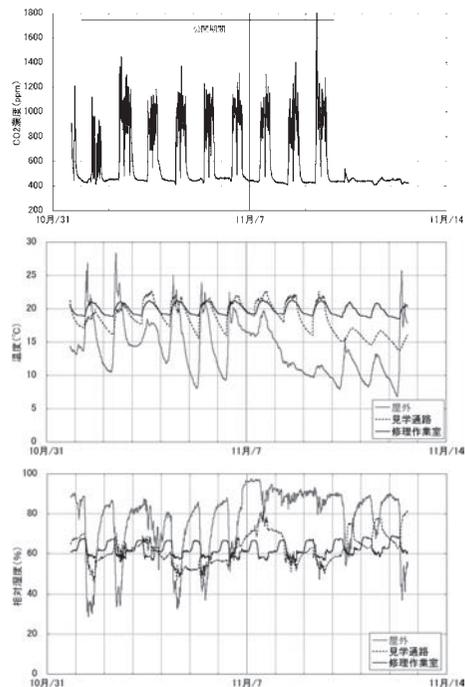


図6 一般公開期間中（11月1日～11月9日）のCO₂濃度、温度、相対湿度

4. まとめ

2008年の春と秋に合計3回にわたり、国宝高松塚古墳壁画修理作業室の一般公開が行われた。来場者の健康に問題が無いことを監視するために、見学通路における二酸化炭素濃度の測定を行った。また、見学通路内の温湿度変化が修理作業室内の壁画を取り巻く温湿度環境にどのような影響を与えるのかを調べるために温湿度測定も行った。

見学通路内の二酸化炭素濃度の測定結果から、一般公開期間を通じて、労働衛生上の許容値である5,000ppmよりも充分に低い値に保たれており、見学者の健康上、特に問題がなかったことを確認した。また、一般公開期間中も修理作業室内の温湿度は空調設備により制御されており、見学通路内で生じた変動による影響は見られなかった。

引用文献

- 1) 第5回国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策検討会 資料1 (2006)
- 2) 第9回国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策検討会 資料3-1 (2007)
- 3) 第9回国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策検討会 資料3-2 (2007)
- 4) 第4回国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策検討会 資料4-4 (2005)
- 5) 第6回国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策検討会 資料6-4 (2006)
- 6) 第7回国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策検討会 資料3 (2006)
- 7) 第3回高松塚古墳壁画劣化原因調査検討会 資料6-2 (2008)
- 8) 第1回古墳壁画保存活用検討会 資料9 (2008)
- 9) 第3回古墳壁画保存活用検討会 資料6-1 (2008)
- 10) 江本義理, 門倉武夫, 見城敏子, 新井英夫: 史跡虎塚古墳彩色壁画保存に関する調査研究 (受託研究報告第51号), 保存科学, 22, 121-146 (1983)

キーワード: 保存修理施設 (facility for conservation and restoration); 二酸化炭素濃度 (concentration of carbon dioxide); 温湿度 (temperature and humidity)

Measurement of Environmental Condition in the Facility for Conservation and Restoration of Takamatsuzuka Mural Paintings during Public Exhibitions

Masahide INUZUKA, Rika KIGAWA, Chie SANO, Takeshi ISHIZAKI
and Toru TATEISHI*

After dismantling the stone chamber of Takamatsuzuka Tumulus in 2007, the stone chambers were transported to a special facility, taht was constructed to conserve and restore the stones and mural paintings. In 2008, public exhibitions of the facility were held in April, June and November.

During the exhibitions, measurements of CO₂ concentration, temperature and humidity were conducted. From the results of measurements, it was found that the CO₂ concentration was kept low enough and did not affect the health of the visitors. In addition, the temperature and humidity around the stones and mural paintings were not affected by the fluctuation of the temperature and humidity outside the room for restoration.