

古墳石室公開時の照明

門 倉 武 夫

1. はじめに

各地で石室や、横穴などの彩色古墳が数多く発見されているが、学術調査終了後は閉鎖される例が多い。これは、外気との交流が壁画の劣化を促進させるため、その防御対策として必要な処置である。一方、祖先の残した文化遺産の一般公開を望む声も大きく、保存と公開を両立させることは意義あることと考える。

筆者は、虎塚古墳（茨城県勝田市）彩色壁画保存に関する調査研究に参加し、彩色壁画の一般公開における環境条件について検討した^{1),2)}。ここでは、石室の前に保存と公開を目的とした施設を建設し、石室をステンレス枠にベアガラスを取り付けた観察窓で閉鎖して外気を遮断した。石室内の照明は、内部の環境を乱さないよう石室の外に冷却機を設置し、蛍光灯を入れたカプセルと接続してこれを石室の玄門入口に収めた。石室の構造上、玄門部が狭く外部からの採光は玄門石に遮ぎられ、側壁に充分光を供給できないので、このような方法を採用して一応満足する結果を得た。しかし、この方法は光源の交換、点検に不便であり、他の方法を検討する必要がある。その後、ガラスファイバーのガイドを用いる採光方法を試み、従来の方法に比べて好結果を得たので報告する。

2. 冷光源照明器 (Optical Glass Fiber Light)

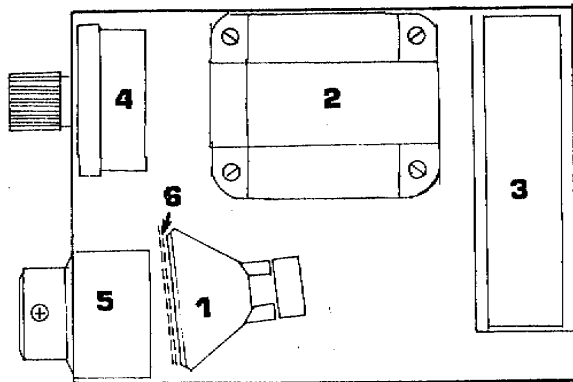
コールドライト (Shohtt Glaswerke 社) あるいはファイバーライト (Dolae-Jenner 社) などと呼ばれ、熱の影響を受け易い物体の顕微鏡撮影や、精密機械の観察など強力な光量を必要とする時の照明に使用されている。これは、ランプハウス (光源部) およびガイド (集束ガラスファイバー) から構成され、ランプハウス内にはハロゲンランプ、反射鏡、赤外線吸収フィルター、ファンが収納され、ランプから発生した熱はここで処理される。ガイドは直径 0.05 mm のガラスファイバーを 1.5~7.5 mm の数種類の太さに集束したものである。このガイドによりランプハウスから離れた位置に光を供給することができる。ランプハウスの構成を図-1に、光源ランプの分光分布を図-2に示した。

3. 虎塚古墳における照明

石室は羨道部に取付けられた公開施設の観察窓により閉鎖されている。この窓から玄門まで約 1.5 m の距離がありその奥に長さ 3.0 m、幅 1.4 m、高さ 1.4 m の石室が続いている。採光に最も適した位置として玄門の入口にガイドの先端を設置することにした。

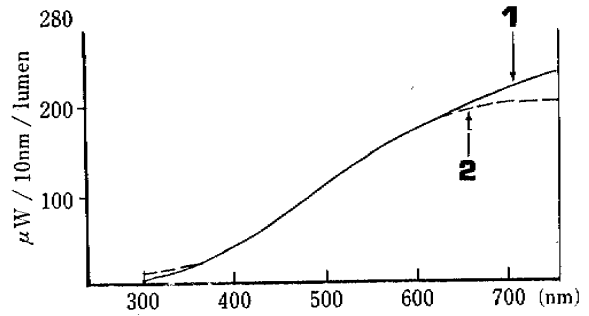
ガイドは、観察窓から玄門石までの 1.5 m と観察室の排気口側に 1.5 m 計 3.0 m のものを準備し、設置に先立ちガイドの先端から供給される光量を測定した。ランプハウスおよびガイドの仕様を表-1, 2に、ガイドの光透過曲線を図-3に、また光の分布状況を図-4にそれぞれ示した。

玄門間口幅は 75 cm で、ガイド 1 本を中央に置くと仮定した場合、先端から 1 m の位置で、



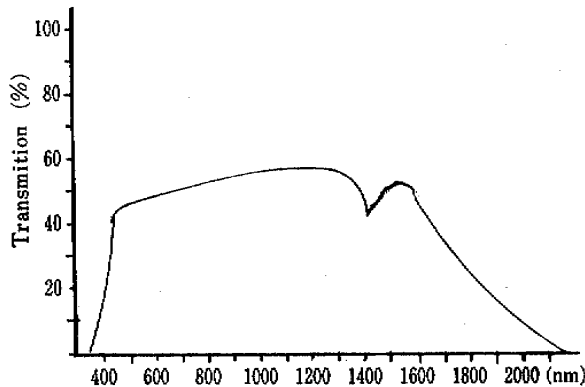
- 1. ハロゲンランプ
- 2. トランス
- 3. ファン
- 4. 光量調節用ボリューム
- 5. ガイド取付口
- 6. 赤外線吸収フィルター

図-1 ランプハウスの構成



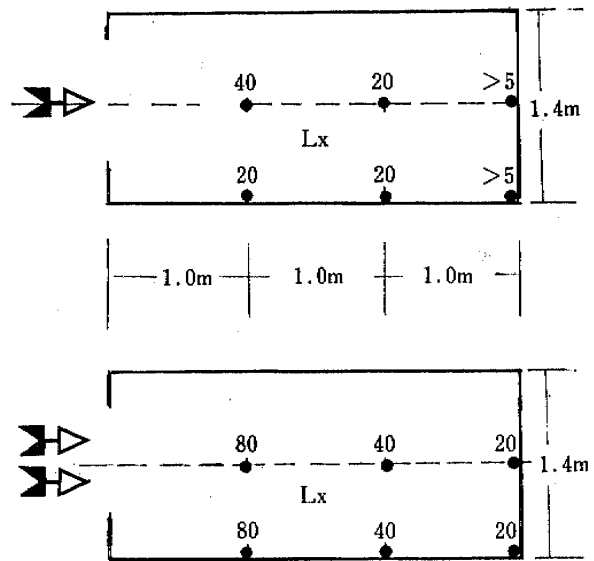
- 1: タングステンランプ
- 2: ハロゲンランプ

図-2 光源ランプの分光分布²⁾



ガラスファイバーの集束直径：7.5 mm
長さ：60.0 cm

図-3 ガイドの光透過曲線



- 上：1点照明
- 下：2点照明

図-4 長さ3mのガイド先端から供給された光分布図

表-1 ランプハウスの仕様

装置	ファイバーライト	Lanner 社
発売元	K. K. センコム	
光源	ハロゲンランプ	150 W/12 V
色温度		3,200 K
照度	ダイヤル無段可変	
電源		100/120 VAC, 50/60 Hz
重量		3.5 kg

表-2 ガイドの仕様

単繊維径	0.05 mm
集束径	7.5 mm
外径	9.0 mm
先端の開口角	70度 (レンズなし)
長さ	3. m
	(特注)
枝分れ	2本 (ランプハウス付根より)

40 Lx, 3 m では 5 Lx 以下であった。先端を 30 cm 離して 2 本点灯すると 3 m 離れて 20 Lx であった。また、同時にガイドの先端部で紫外線 (310~400 nm) 強度を測定した結果、10 cm で 20 μW/cm², 40 cm では検出されなかった

4. 石室内での実験

観察窓の下に設けられた石室内環境測定口を利用してガイドを挿入し、玄門部の入口でガイ

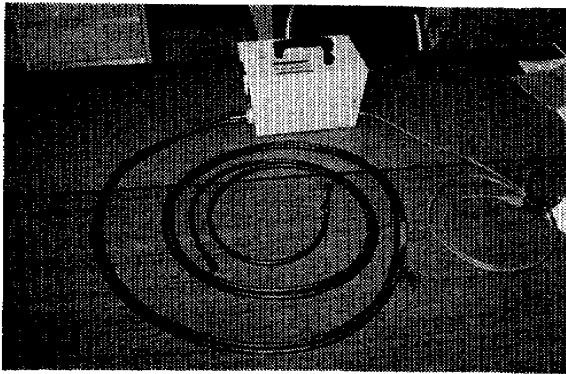
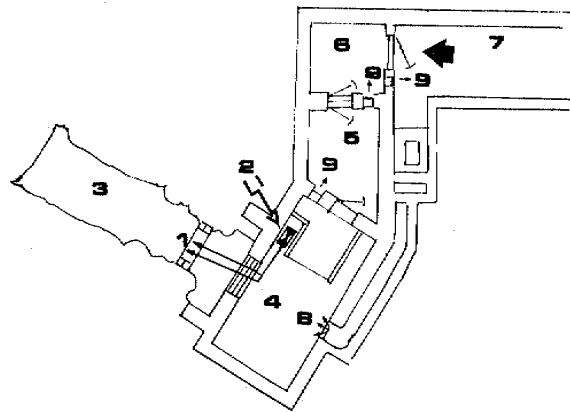


図-5 虎塚古墳で使用したファイバライト



- 1. ガイド先端 2. ランプハウス
- 3. 石室 4. 観察室 5. 前室
- 6. 前前室 7. アプローチ (入口)
- 8. 新鮮空気吹出口 9. 排気口

図-6 虎塚古墳における照明器設置図

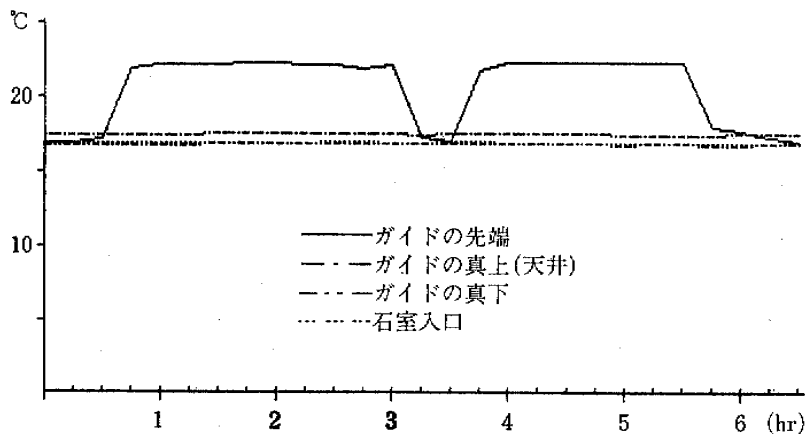


図-7 点滅によるガイドおよびその周辺部の温度変化

ドの先端を 30 cm 離して床上に設置した (図-5, 6を参照)。自動多点温度測定機 (サーモダックⅢ) のセンサーをガイドの先端, その天井面と床面およびガイドに最も近い石室の入口にそれぞれ取付けて, 点灯, 消灯による温度変化を測定した。その結果を図-7に示した。すなわち, 点灯前のガイド先端の温度は, 床面と等しく, 16.5~16.8°C であり, 天井面はやや高く 17.3°C であった。ランプを点灯と同時にガイドの先端部のみ温度が上昇し, 20分後に19.2, 40分後には 22.2°C に達した。その後は平衡となり, 120分経過後もこれ以上の上昇はなかった。消灯した場合, 20分後に17.8°Cに下り, 40分後には点灯以前の温度に戻った。これを繰返した場合, 消灯時間20分で 17~18°C まで下り, 点灯により再び上昇する。しかし, 最高 22.2°C で, いずれも平衡となった。この間, ガイド付近の他の位置での温度に変動は認められなかった。

公開日程に従い, 昼休み1時間 (13時~14時) の閉鎖時間に消灯した場合, 午後3時間の連続点灯に対し, ガイドの先端部では最高 22.2°C で, 消灯40分後に 17.0, 60分後には 16.8°C で平常に戻った。

このことから, ガイド先端部の温度上昇は 5.4°C 程度で, 周囲に大きな影響はないと判断した。

5. 公開時の温度

前述の結果から, 実際の公開時 (9時から16時, 昼休み13時から14時は閉鎖) にこの照明器

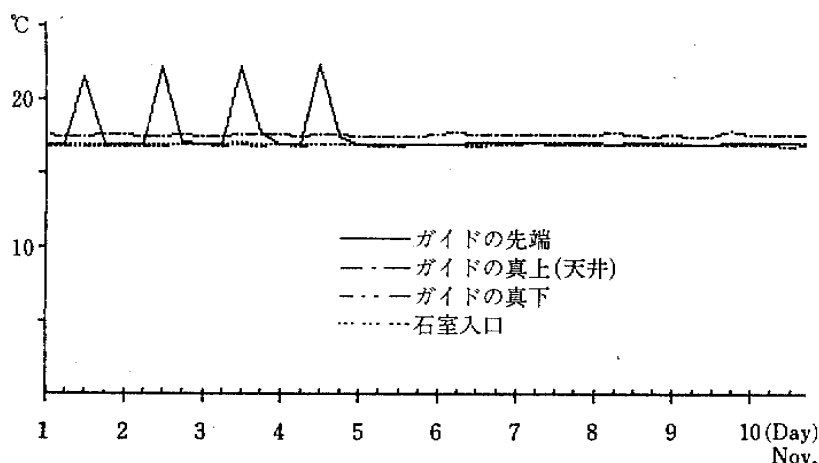


図-8 虎塚古墳一般公開および公開後の温度推移

を採用し、期間中（特に終了後）の各測定点の温度変化を追跡し、その結果を図-8に示した。4日間の公開と終了後6日間、公開前の8時、公開中12時、終了後18時および夜間の0時の1日4回定時測定した結果、公開中ほとんど同様な周期による変動で、終了後は短時間に公開以前の温度に復帰した。この間、他の位置の温度変化は± 0.1°C程度であった。

6. ま と め

古墳石室内の公開用照明に、集束したガラスファイバーのガイドを用い、発熱の大きい光源から離して採光する方法を試みた。ランプハウス（光源部）を観察室に置き、長さ3mのガイドの先端を石室玄関部に導き、光の分布、周囲への影響を測定した結果、奥壁で20 Lxの明るさが得られた。ガイドの先端部の温度変化は、3時間連続点灯して4、5°Cの上昇で、消灯後は急速に下り60分以内には点灯前に戻った。これは、ガイドが細いため熱容量が小さく蓄積された熱は短時間で土中等周囲に隔散されるものと考えられる。しかし、その量は小さく、周囲に影響は認められなかった。

4日間の公開においてガイドの先端で最高22.2°Cに達したが石室内の温度には変化がなかった。明るさが不足と思われたが、公開を実施して多くの見学者が彩色を観察するには支障がないことを認めた。

小空間で照明による熱の問題は大きい満足する結果が得られたと思う。この照明方法は、文化財の修復や調査に広く使われているのを見学してヒントを得たもので、他に利用できるものとする。

おわりに本実験を実施するに当たり、明治大学考古学教室小林三郎教授、矢島国雄専任講師および勝田市教育委員会鴨志田篤二技師の協力を得た。ここに深甚の謝意を表します。

文 献

- 1) 江本義理・門倉武夫・見城敏子・新井英夫：保存科学，No. 22 (1980)
- 2) T. KADOKURA：Exhibition of the Wall-Paintings of the Tumulus Torazuka, Proc, 7th ISCRCP, Conservation and Restration of Mural Paintings (I) p. 59 (1984)
- 3) G. Thomson：「Light」The Museum Environment p. 157 Butterworths (1975)

ILLUMINATION REQUIREMENTS FOR THE PUBLIC EXHIBITION OF VALUABLE STONE TUMULUS

Takeo KADOKURA

No heat-emitting illumination should be considered and installed for the public exhibition of a stone chamber as this would violate its stable underground interior circumstances.

The stone chamber on which we worked was closed with double glazing separating a reinforced concrete observation room. For the interior illumination, an optical glass fiber light was installed in the observation room.

This pipe-formed optical glass fiber light was 3 meters long and was connected to the lamp house which contains a light source including a halogene lamp, reflection mirror, fan and heat absorbing filter. The optical glass fiber light pipe was installed in the observation room and 1.5 m of it inserted into the chamber, whose wall painting was illuminated by the light pipe.

The brightness on the surface of the wall was 20 Lx at the farthest point, 3 m, from the tip of the pipe. There was no obstruction to observation of the painting in the chamber under this brightness and also no internal heat build-up was recorded during the 8 hours of daily public exhibition.