

高松塚古墳の調査

— 第147次

1 調査の経過

2006年10月に開始した高松塚古墳の石室解体修理事業に伴う発掘調査は、本年度も石室解体作業と並行しながら継続し、墳丘や石室の構築過程や壁画保存環境の劣化原因に関する情報収集に取り組むとともに、順次、石室解体作業の作業環境を整えるべく調査を進めた。

当初の計画では、石室を完全に露出してから解体作業に着手する予定であったが、発掘調査の進捗によって石室石材に新たな亀裂が発見されるとともに、壁石の厚みが不均一であることが明らかとなり、石室を完全に露出させると倒壊の恐れが生じた。このため、石室周囲の版築土を畦状に掘り残して石室の支持材とし、各石材の取り上げ作業直前に畦を撤去することにした。

石室解体作業は、4月5日の天井石4に始まり（以下、今回の解体修理事業の統一呼称に従い、天井石、東・西壁石、床石に関しては南から順に1～4の算用数字を付して呼び、南・北小口の壁石は南壁石、北壁石と呼ぶ）、北壁石→天井石3→西壁石3→東壁石3→天井石2→天井石1→東壁石2→西壁石2→南壁石→東壁石1→西壁石1→床石4→床石3→床石1と進み、8月21日の床石2の取り上げをもって、16石すべての取り上げ作業が無事に終了した。その後、9月6日まで床石下の版築および地山開削状況の調査をおこない、引き続き整備事業の一環としての埋め戻し作業に入った。

石室の調査では、漆喰や石材の形状、表面の加工痕跡等を詳細に記録するために、通常の実測・写真撮影に加えて、ビデオ撮影、3D・写真測量、拓本採取等をおこなった。さらに版築層に対しては、土層の剥ぎ取り転写、搗棒・水準杭坑の型取り、地質学的な調査等を実施した。また、石材の周囲に広がる微生物・菌類については、微生物の専門家と協力しながらサンプルを採取し、その分布状況のビデオ・写真撮影後に、滅菌処置や除去作業をおこない、石材外面の洗浄作業をおこなった。発掘調査は2006年度に引き続き、奈良県立橿原考古学研究所、明日香村教育委員会との共同調査として実施した。以下では、2007年度の調査成果を中心に報告する。

2 石室の調査

石室は天井石4石、壁石8石、床石4石の計16石の凝灰岩切石からなる。内法寸法は奥行き265.5cm、幅103.4cm、高さ113.5cmであるが、外面の最大長（南壁石外面から天井石4の北端まで）が389cm、壁石の南北長が361.5cm、床石の南北長が352cmを測る。幅は各部で寸法が異なり、最大幅196cm、最小幅185cmである。

天井石 天井石は接合面に合欠を作って組まれており、その構造から、南から北に向かって組まれたことがわかる。天井石1～3は、幅180cm前後、長さ90cm前後、厚さ60cm前後のほぼ同大の石を使用するのに対し、北端の天井石4のみ規格が異なり、幅155cm前後と幅狭で、厚さ46cmと薄い石材を使用している。この天井石4は、石室北端のわずか14cmの隙間を塞ぐ石であるが、長さ102cmと必要以上に長い石材を用いた結果、北壁石を越えて版築面上に50cm以上突出し、天井石架構時の作業面との間に2～3cmの空隙が生じていた。

天井石1の南端上部は屋根形に面取りされ、南壁と組み合う部分には削り込みが施されている。上端の面取りは、キトラ古墳と同様に、墓道に露出した部分に限られ、側面の面取りは奥に向かって三角形に消失する。これらは、墓道から見える範囲の装飾的な効果を狙った加工と考えられる。

合欠は接合面の中程に3cm前後の段を作り出し、北から被せるように組み合わせる構造になっているが、接合部は上方に向かって逆ハ字状に開くなど、密着性に欠けていた。これは組み合わせ時の石材の損傷を防ぐ工夫とみられ、隙間は漆喰で充填されていた。

壁石 壁石は、壁石相互の接合面にのみ合欠が作られ、天井石や床石との接合面には仕口がみられない。各石材の大きさは表15に示したように、東西の壁石が外面幅75～106cm、厚さ39～53cmと不揃いで、天井石に比べると軽量の石材を使用する。

壁石は床石の段差に密着するように配置され、石室内壁面を平滑に揃えるのに対して、外壁は石材の厚みの差をそのまま残しており、凹凸が著しい。天井石は、西壁石と面を揃えるように架構されるが、東壁石1・3は天井石よりも10～15cm外側に張り出し、逆に東壁石2は1.5cmほど内に入り込む。また、南北の壁石は、幅137～

表15 高松塚古墳石室石材計測表

	幅(EW)cm	長(NS)cm	厚cm	重量kg		幅(NS)cm	高cm	厚cm	重量kg
天井石 1	177.2~179.0	外面 92.7~93.1 内面 95.2~96.0	60.5	1400	東壁石 1	外面 96.4~97.2 内面 86.3~87.7	114.3~115.4	52.5	825
天井石 2	181.0~186.1	外面 93.0~93.8 内面 92.7~94.0	60.0	1530	東壁石 2	外面 90.3~90.5 内面 89.6~89.8	115.1~115.8	43.4	655
天井石 3	179.1~180.5	外面 89.0~90.1 内面 91.0~92.4	59.2	1430	東壁石 3	外面 84.6~84.7 内面 88.5~88.8	115.0~116.2	45.0	685
天井石 4	154.5~157.0	外面 99.5~102.3 内面 96.8~98.2	46.4	1130	西壁石 1	外面 105.3~105.8 内面 95.7~96.6	114.5~115.4	44.7	840
床石 1	158.5~159.4	上面 87.1~87.3 下面 89.5~90.7	56.9	1140	西壁石 2	外面 90.4~90.5 内面 90.7~91.0	114.3~115.4	44.3	750
床石 2	156.1~161.8	上面 88.8~88.9 下面 88.4~89.2	50.4	1100	西壁石 3	外面 74.6~75.7 内面 78.0~78.5	114.3~115.0	39.0	515
床石 3	154.5~165.2	上面 80.4~80.8 下面 80.0~82.0	49.9	1015	南壁石	外面 136.8~137.0 内面 124.5	113.8~114.0	47.4	835
床石 4	154.5~159.1	上面 94.4~95.2 下面 92.1~92.3	39.9	780	北壁石	外面 146.5~147.8 内面 149.0~149.7	114.8~115.6	46.4	1215

※天井石・床石の長さ、壁石の幅は、外・内面の値であり、石材の全長を示すものではない。また厚さは最大値で示している。

150cm、厚さ46~47cmと大きさが近似し、東西の壁石に比べやや重厚な石材が用いられている。

東・西壁石の連結部分の合欠は、3cm前後の段差をもつ鍵の手状に作り出され、この構造から天井石とは逆に、北から南に向かって組まれたことが分かる。なお東・西壁石3の北小口には仕口がなく、北壁石の側縁を幅24cm前後、深さ3cmほど窪めて、東・西壁石3の北小口に嵌め込む構造となっている。また、東・西壁石1の南小口には、南壁石の受け口が作られるが、南壁石の取り外しと閉塞に配慮して、受け口は鈍角に作られ、南壁石の接合部もその形状にあわせて加工されている。壁石の大半は床石からはみ出すように設置され、はみ出した壁石の下端と版築との隙間に、小石を詰めて壁石の安定を図っている(図99)。

なお壁石の接合面には、合欠を削り出す際の割付に用いたと考えられる朱線が残存していた(図101)。

床石 床石の4石は、いずれも南北長90cm前後、東西幅160cm前後の石材を使用し、東辺を直線的に揃えるように設置されている。南端の床石1が50cm前後の厚さをもつものに対して、北端の床石4の厚さは40cm弱しかなく、北に向かって床石の厚さが遞減する(図103)。このため、設置時には、床石の下に土を置いて上面が水平に揃うように高さを調整しており、階段状に造成されていた。また、床石の接合部にも合欠があり、天井石と同様に南から北へ向かって設置されたことが分かる。

床石の上面は、床石の設置後に一体的に加工されており、石室内部の床面に相当する南北265cm、東西103.2cmの周囲を一段低く削って平坦面を作り出し、壁石の設置面とする。その段差は3cmほどで、後述する水準杭を利用して、床石上面を水平加工したものと推測される。

床石の取り上げに先立って、床面を精査した結果、長さ217cm、幅66cmの棺台の設置痕跡を確認することができた。石室に安置されていた木棺は、昭和47年の調査時に、西壁に立て掛けられた状態で漆塗木棺の底部付近が遺存し、昭和52・53年の保存修理によって、長さ199.2cm、幅約57.6cmの棺身が復元されている(文化庁『国宝高松塚古墳壁画—保存と修理—』1987。なお榎原考古学研究所『壁画古墳高松塚古墳調査中間報告』1972では、長さ202cm、幅57cmと報告)。木棺は杉板製で、内外面に麻布を着せ、黒漆を塗り重ねた後に、外面に金箔を押し、内面を朱塗りとしたものである。今回、検出した棺台の痕跡は、復元された木棺よりも一回り大きく、床面に残ったわずかな漆喰の段差によって、その存在を確認できた。また、石室東壁の漆喰面に木棺が接触した傷跡があり、女子群像の北脇には木棺の北東角の圧痕が残されていた。その圧痕は、床面から高さ17cmまでの間と、高さ52cmから上方約20cmの範囲に出っ張りが認められ、前者が棺台、後者が棺蓋と蓋受けの突帯が接触した痕跡と理解できた。この木棺の痕跡は、大阪府阿武山古墳の夾絆棺の形状に近似する。

また、床面の精査により、床石の目地や亀裂からガラス製粟玉2点が出土した。コバルトを着色剤とした紺色の粟玉で、昭和47年出土の936点の粟玉と一連の製品である。さらに、南壁石の取り上げ直後に、南壁石直下の床石1上面の3箇所へ飛散した赤色顔料を発見した(図102)。画工が石室へ入るために身をかがめた際に、手にしたパレットからこぼれ落ちた顔料と想像され、現地で蛍光X線分析等を実施した結果、水銀朱であることが判明した。

目地留めの漆喰 各石材の接合部外面には、目地を覆い隠すように漆喰が厚く塗られている。漆喰の塗布は、天

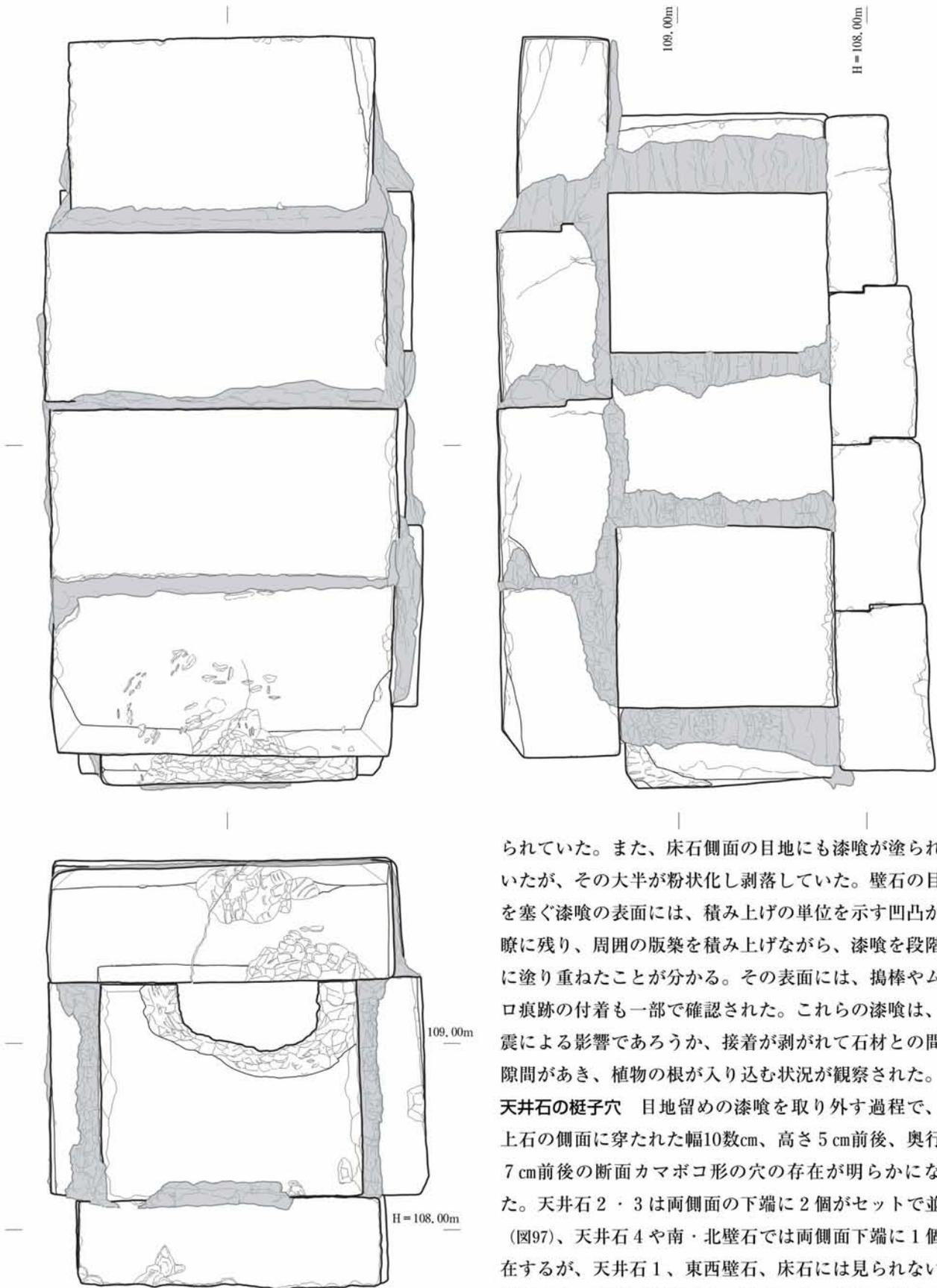


図96 石室平面・立面図 1:30

天井石上面から側面、壁石側面の目地、天井石と壁石の接合部に及ぶ。なかでも、南壁石の目地を塞ぐ漆喰は、閉塞後に特に入念に塗られており、床石との境にも厚く塗

られていた。また、床石側面の目地にも漆喰が塗られていたが、その大半が粉状化し剥落していた。壁石の目地を塞ぐ漆喰の表面には、積み上げの単位を示す凹凸が明瞭に残り、周囲の版築を積み上げながら、漆喰を段階的に塗り重ねたことが分かる。その表面には、搗棒やムシロ痕跡の付着も一部で確認された。これらの漆喰は、地震による影響であろうか、接着が剥がれて石材との間に隙間があき、植物の根が入り込む状況が観察された。

天井石の梃子穴 目地留めの漆喰を取り外す過程で、天上石の側面に穿たれた幅10数cm、高さ5cm前後、奥行き7cm前後の断面カマボコ形の穴の存在が明らかになった。天井石2・3は両側面の下端に2個がセットで並び(図97)、天井石4や南・北壁石では両側面下端に1個存在するが、天井石1、東西壁石、床石には見られない。当初は穴の性格が不明であったが、穴の上縁の磨滅や破損状況(図98)から、この穴に梃子棒を差し込み、石材位置を微調整した梃子穴と推測できるようになった。

同様の梃子穴は、キトラ古墳の南端天井石の側面や、マルコ山古墳でも認められ、飛鳥地域の終末期古墳の石



図97 天井石側面の加工痕跡と梃子穴(天井石2西側面)



図98 上辺が磨滅した梃子穴(天井石3東側面)



図99 壁石下端に詰められた小石(西壁石2側面北側)



図100 南壁石南面下端の梃子穴



図101 壁石接合面の朱線(東壁石3北小口)

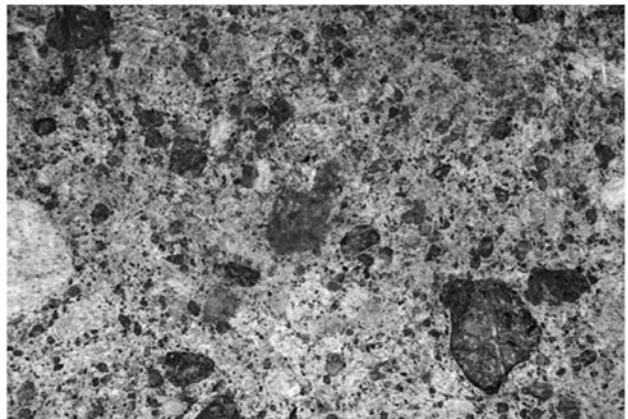


図102 南壁石下で検出した水銀朱



図103 厚さが不揃いの床石(南東から)



図104 床石周囲の作業面と掲棒痕跡(床石2東側)

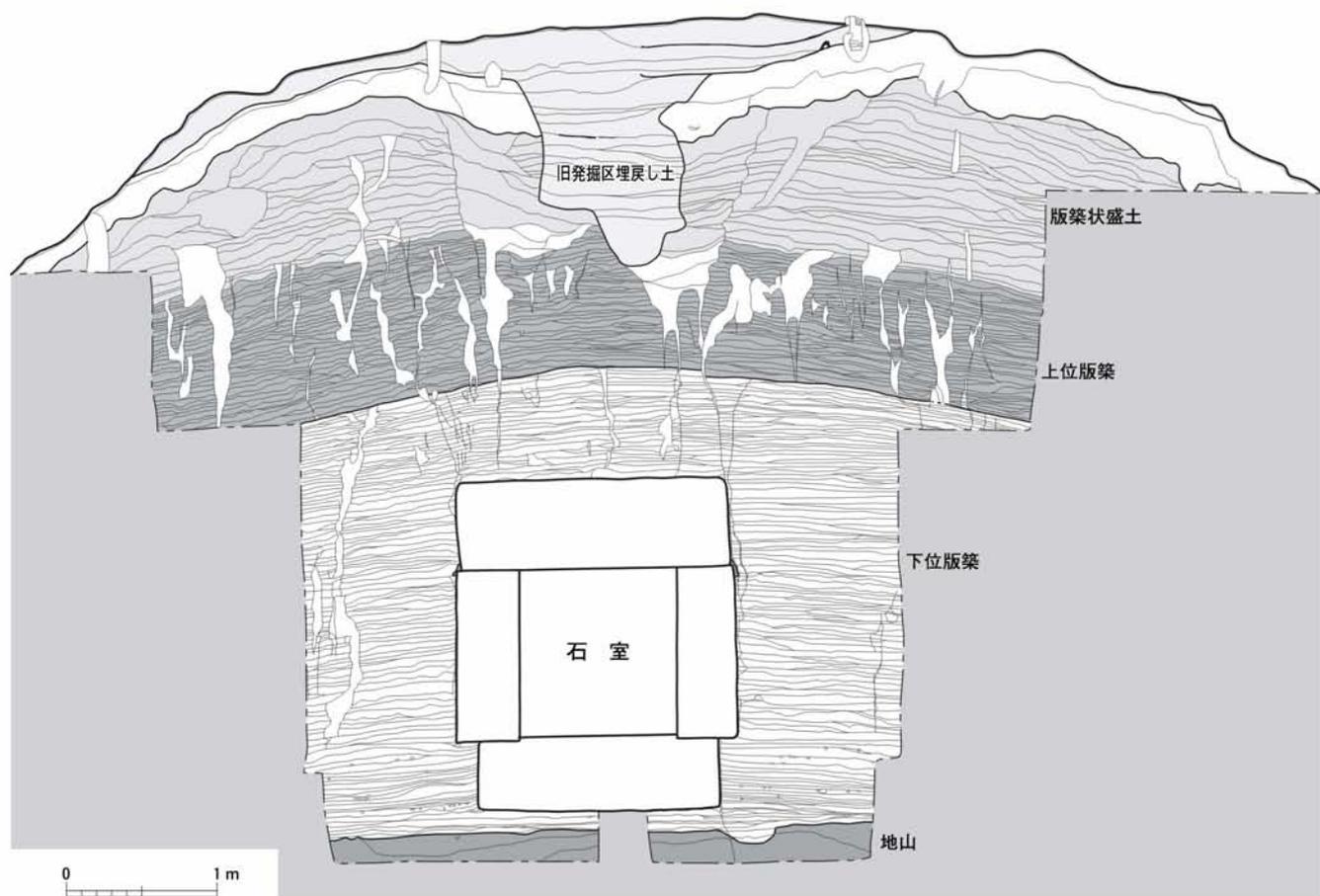


図105 東西畦土層断面図 1:50

室構築に広く採用された工法と考えられる。梘子穴の内部には、団子状に丸めた漆喰が詰められ、さらに目地を塞ぐための漆喰で覆い隠されていた。

南壁石の梘子穴 南壁石の南面下端、すなわち床石1との目地部分には、厚く入念に漆喰が塗られていた。これを取り除いたところ、鋸歯状に連続して並ぶ5個の梘子穴が発見された(図100)。これらの穴を穿った際の工具痕が、直下の床石上面にも認められ、南壁石と床石1が組み合った状態で梘子穴が穿たれたことが分かる。

南壁石には、両側面下端にも2個の梘子穴が存在し、全部で7個の梘子穴が存在するが、側面の梘子穴は、墓道壁が間近に迫り、墓道内では側面の梘子穴を使用することができない。したがって、北壁石と同様に、石室の組み立て時に使用した梘子穴と考えられる。これに対して正面に並ぶ梘子穴は、南壁石の取り外しと閉塞に使用された可能性が高い。石室を一端組み立ててから、墓道を掘って南壁石を取り外し、埋葬後に再び閉塞をおこなう工程は、昭和49年の発掘調査によって復元されていたが(猪熊兼勝「特別史跡高松塚古墳保存施設建設に伴う発掘調査概要」『月刊文化財』143、1975)、それを具体的に裏付ける発見となった。

このように今回の調査では、石室の構築と埋葬、描画の先後関係に関する手掛かりを得ることができた。描画の時期に関しては、壁画の下地となる漆喰層が壁石1の南小口に連続することや、先述した南壁下にこぼれ落ちた赤色顔料の存在などから、南壁石を取り外してから石室内に漆喰を塗布し、壁画を描いたことが分かる。その後、棺を納めて葬儀を執りおこない、再び正面の梘子穴を使用して南壁石を閉塞し、墓道を入念に埋め戻した後に墳丘を築成したことが明らかになった。

3 墳丘の調査

墳丘の築成 墳丘封土は上から、①赤褐色・橙色砂質土を厚さ5~10cm単位で積み上げた版築状盛土(総厚1m前後)、②黄褐色粘質土を厚さ5cm単位で積み上げた上位版築層(総厚0.8m前後)、③白・褐色・淡黄色土を厚さ3~5cm単位で積み上げた下位版築層(総厚3m前後)に大別される。

墳丘を掘り下げる過程では、版築の層理面からムシロ目状の圧痕と搗棒の痕跡を多数発見した。ともに上位版築から下位版築に至る版築の全体にわたって認められたが、ムシロ目は粘質土を使用した上位版築で、搗棒痕跡

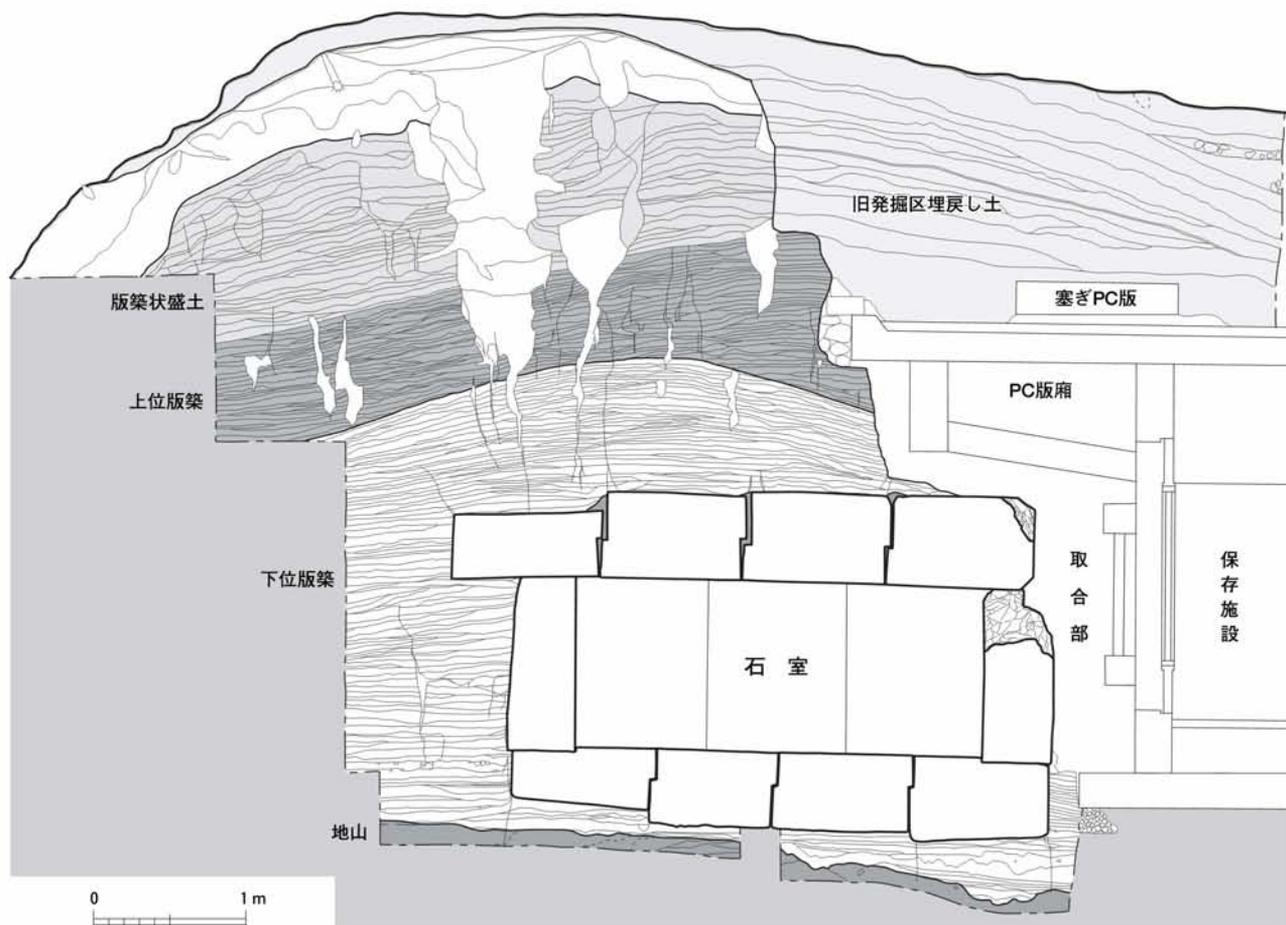


図106 南北畦土層断面図 1:50

は下位版築で最も顕著に認められた。搗棒痕跡は径4cm前後の円形で、ムシロ目の上にも認められ、ムシロ状の編み物を敷きながら版築を施工したことが分かる。斜面に版築を施す際に、ムシロと土の摩擦力や噛み合わせを利用して土の移動を止め、版築の層厚を均一にするための工法と考えられる。下位版築の調査では調査区全面にわたって搗棒痕跡の平面検出をおこない、作業単位や作業手順の解明に努めた。

なお、下位版築土中には土師器、須恵器片が少量含まれていた。

基盤面の造成 古墳は北西方向に延びる丘陵の南斜面に立地しており、丘陵斜面を大きく開削して築造されている。開削された基盤面は、墳頂下5.4mに位置し、調査区内では4°前後の傾きで南に向かって緩やかに下がり、調査区南端近くで10°近くに傾斜を増していた。床石の周囲に排水施設などの設置はなく、自然排水を意図して傾斜面を造成したものと考えられる。地山の開削が透水性の高い粗砂層や砂礫層を底面とすることも、排水を考慮してのことであろう。

地山直上の版築は、傾斜を解消するように、南方から順次施され、水平に近い面を造成して床石の設置面とす

る。床石下の版築層は、床石1の直下で8層前後、厚さ約35cmを測る。傾斜の下方に厚めに積まれた褐色粘土の上面には、搗棒の深い窪みが複雑に重複しており、滞水により泥質化した様子が窺えた。また、地山直上の版築からもムシロ目を確認され、ムシロ敷きが積み土の湿気抜き効果を果たしたことが推測される。

基盤面を面的に検出した調査区北半では、幅15cmほどの鋤(鋤)先状の掘削痕が多数認められた(図107)。また調査区北東では径70cm、深さ35cmの円形の土坑1基を検出したが、遺物の出土がなく性格は不明であった。

作業面 下位版築の調査では、天井石および壁石を検出する過程において、層理面に凝灰岩の粉末が散布する作業面を6面検出した。最上位の作業面が石室壁石の上端と、また最下位の作業面が床石上面と同レベルにあることから、前者が天井石架構時の作業面、後者が壁石設置時の作業面と考えられた。

さらに床石周囲の版築を掘り下げていく過程で、14面の凝灰岩散布面を確認した。凝灰岩の粉末は新鮮な青灰色を呈し、床石の周囲に濃密に分布し、周縁に向かって希薄となる。いずれも細かい粉末の凝灰岩で、破片や塊をほとんど含まないことや、版築の層ごとに存在するこ



図107 地山上面の鋤先痕跡（南から）



図108 墓道壁面の鋤先痕跡（東から）

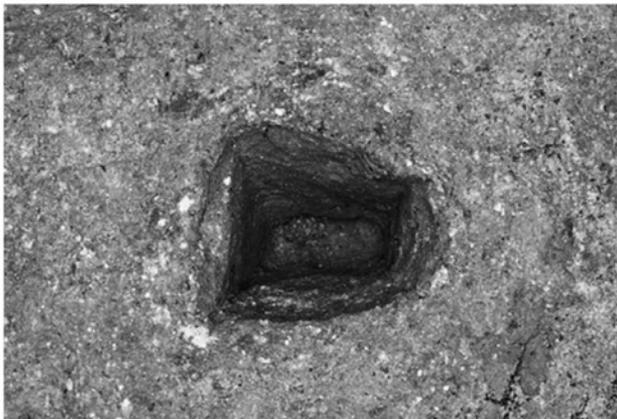


図109 水準杭痕跡先端の空洞



図110 水準杭痕跡先端の形状（シリコン型取り時）

とから、これらの凝灰岩粉末は石材加工に伴って飛散したのではなく、ムシロと同様に湿気抜きの目的で撒かれた可能性が高い。各凝灰岩散布面からは、搗棒痕跡も多数確認された（図104）。

水準杭 床石上面の作業面で、径8 cm前後の小穴を8基検出した。木質部が腐朽して空洞化したものが大半を占める（図109）。内部に凝灰岩粉末が混入する状況から、床石上面を加工した後に杭が抜かれたり、切断されたことが分かるが、各床石をはさんで東西対称位置に配置されるものの、南北方向には柱筋が通らず、その性格は不明であった。そこで、空洞にシリコン樹脂を流し込んで型取りをおこなったところ、鋭利な刃物で先端を尖らせた杭の腐朽痕跡であることが判明した（図110）。

今回の調査では、この杭跡が鎌倉末期の絵巻物『春日権現霊験記』に描かれた準繩の杭に太さや配置が近似することから、水縄を張るための杭の腐朽痕跡と判断し、水準杭と名付けた。「水ばかり」に用いた杭を意味する造語である。

水ばかりを用いて水平を求める方法は、建築用語ではみずばかり準繩と記し、また単に「水盛り」「じょうへい定平」とも呼ばれる。

『春日権現霊験記』の竹林殿造営図には、童が浅い水箱に水を注ぎ入れている傍らで、工匠が水の水平面を利用して、細杭に張った縄の水平（陸）を検している光景が描

かれている。石室を組み立てる際には、石室の土台となる床石の上面、特に壁石との接地面の水平加工が不可欠である。このため床石設置後に、水準杭を打ち、水ばかりを使用して水平に水縄を張り、それを基準に壁石接地面や床面を水平に加工したのだろう。水ばかりは、簡便な水準測量ではあるが精度が高く、古くから建築や造営に普及していたと想像されるものの、通常の遺跡では地表近くに打たれた杭の痕跡が残ることはまずない。高松塚の場合は、根元で切断された水準杭の上に版築層が積まれ、版築内にバックされたために、後世の攪乱を受けることもなく、杭の先端部分が腐朽、空洞化して現在に残った稀有な事例といえよう。

4 壁画の保存環境

地震痕跡 既に『紀要2007』で報告したように、墳丘を掘り下げる過程で、版築層を突き破る多数の地割れ（亀裂）を検出した。地割れは、表土層直下から墳頂下6 mの地山まで連続する。地割れには、粘性のない軟質土が充填し、植物の根が伸長していた。これらの地割れは、奈良盆地を90～150年周期で襲う巨大地震、南海地震の痕跡と考えられ、壁画発見時から確認されていた天井石1・2を南北に縦断する亀裂や、床石2にみられる亀裂も、地震による損傷と理解できるようになった。



図111 石室に沿って版築層を突き破る地割れ（東西畦・南西から）



図112 接合面のカビと侵入した根（北壁石上面）



図113 壁石と版築の隙間から現れたムカデ（北壁石北面）

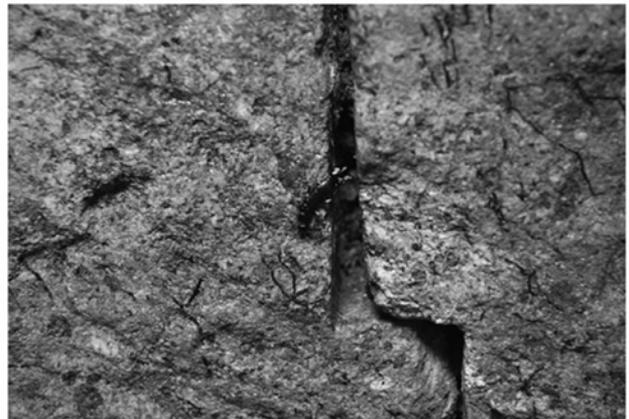


図114 床石合欠内から現れたハサミムシ（床石3-4間東側）

地割れは石室の背面に回って空隙をつくり、石室へ雨水が浸透する水みちや、根や虫の石室への侵入経路になるなど、壁画劣化の遠因となった可能性が高い(図111)。
植物の根 石室とそれを固定する版築層の間に生じた亀裂に沿って植物の根が伸長し、蔦が絡むように石室外面を覆っていた。また解体作業の過程で、天井石や壁石の接合面にも軟質土とともに根が侵入し、その多くが自然炭化していた(図112)。植物の根は深さ6m近い床石下にも及んでおり、床石接合面や床石下の版築上面でも大量の根が確認された。

石室周囲の虫 石室内では過去の点検時に多くの虫が発見されており、虫が外部からカビの菌を運び、さらに死んだ虫を栄養源にカビが繁殖する、といった負の食物連鎖が指摘されてきた。今回の発掘調査では114匹にのぼる虫を発見し、虫の棲息状況の一端を明らかにすることができた(図113・114)。

捕捉した虫は、ムカデ、クモ、ゴミムシ、ワラジムシ、ヤスデ、ハサミムシ、トビムシ、ダンゴムシ、アリなどであり、発掘調査前に石室内で確認された虫類とほぼ一致する。墳丘版築内を走る亀裂内からは虫の発見はなく、植物の根と同様に石室の外面に生じた版築の亀裂や、石材の接合部の隙間に棲息し、石材と版築の隙間を自由に移動し、地震で緩んだ石材の目地の隙間から石室

への出入りを繰り返していたとみられる。特に床石接合部の目地からは数多くの虫が発見され、目地を出入りする様子も観察できた。また、天井石1と西壁石1、南壁石が組み合わせる部分の間隙には、クモが網を張っており、虫が石室内へ侵入した経路を推測することができた。
石室外面のカビ 石室の外表面は、暗褐色や黒色のカビに広範囲に覆われていた。暗褐色のカビは、石材の目地留め漆喰の周囲から石材の外表面に及ぶ。また黒色のカビは、取合部の周囲と北壁石の背面、石材の接合面で顕著に確認された。

先述したように天井石4は、不安定な状態で架構されていたために、北壁を支点にした天秤状態にあり、西壁石3との間に石室内内部に通じる空隙が生じていた。その空隙を中心に、天井石4と北壁石・天井石3の接合面に黒色のカビが密生する状況が観察された。このカビは北壁石背面の地割れを通じて、北壁石の外表面を黒色に汚損していた。また、取合部では、盗掘口を保護する樹脂製のプロテクターの下面や、天井崩落土に埋もれた部分、墓道部の版築の層理面、南壁石と東・西壁石1の目地を塞ぐ漆喰の周囲などに広がる黒色のカビを確認した。カビは、石材の接合面や版築の層理面のわずかな隙間を通じて拡散しており、見えない部分で微生物が繁殖していた状況が明らかになった。(松村恵司・廣瀬 寛)