

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 23 日現在

機関番号：84604

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23720396

研究課題名(和文)三次元計測による飛鳥時代の石工技術の復元的研究

研究課題名(英文)The reconstruction study of masonry of the Asuka period by the three-dimensional measurement

研究代表者

廣瀬 覚 (HIROSE, Satoru)

独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所・都城発掘調査部・主任研究員

研究者番号：30443576

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では三次元計測の手法を用いて、飛鳥時代の石工技術にかんするマクロ、ミクロなデータを収集し、その実態について検討した。その結果、飛鳥時代後半の二上山凝灰岩の生産・流通では、寺院・宮殿の基壇外装石、古墳の墳丘外装石、石槨石材などの各種製品が同一の技術で加工されており、石切場付近で完成の域にまで仕上げられた上で、消費地各所に一元的に供給されていた状況を明らかにした。また、そうした飛鳥時代後半以降の二上山凝灰岩製品の生産・流通の発達は、飛鳥時代初頭に朝鮮半島から導入された硬質石材(花崗岩類)の加工技術が古墳時代以来の伝統的な軟質石材(二上山凝灰岩)へと応用されることで達成されたものと理解できた。

研究成果の概要(英文)：In this study, I collected the macro and micro data which were masonry of the Asuka period, using the technique of the three-dimensional measurement and examined those facts. As a result, I clarified the situation supplied to each consuming place unitarily after various products such as decorated foundation stone of the temple, the palace, the burial mound, construction stone of the burial facilities were processed in the same technique and were finished in a level of the completion near a quarry by the production and distribution of the Nijosan tuff in the latter half of the Asuka period. In addition, I was able to understand the development of production and distribution of the Nijosan tuff product in the latter half of the Asuka period that the processing technique of hard stones (granite) introduced into the beginning from the Korean Peninsula in the Early Asuka period was accomplished in what was applied to traditional soft stones (Nijozan tufa) since the Burial Mound age.

研究分野：日本考古学

キーワード：石工技術 飛鳥時代 三次元計測 横口式石槨 基壇外装石

1. 研究開始当初の背景

国宝高松塚古墳壁画の劣化が深刻な状態となり、2006年10月から2007年9月にかけて、壁画を古墳から取り出して修理するための石槨の解体事業が実施された。本研究の代表者である廣瀬は、文化庁から委託を受けて奈良文化財研究所が実施したこの事業に伴う発掘調査に担当者の一人として従事した。石槨解体の代償としてではあるが、その調査で得られた考古学的情報は極めて多岐に及び、とりわけ、飛鳥時代の土木技術や終末期古墳の構築技術の理解に再検討を促す重要な知見を数多くもたらした。しかしながら、関連する遺跡や遺構との比較により学術的検討を深め、高松塚古墳の調査成果を歴史的に評価する作業は今後委ねられている部分が少なくない。

そうした残された課題の一つに、石槨石材の加工技術の分析があった。高松塚古墳の埋葬施設は、奈良県と大阪府の境界に位置する二上山で産出する白色角礫凝灰岩（以下、二上山凝灰岩）を16石組み合わせで構築された横口式石槨で、「切石」とよばれる各面を平坦に加工した石材が使用されている。石材表面にはノミやチョウナといった鉄製工具による加工痕跡が無数に残る。石槨解体のために石槨背後の土を取り除いたことにより、通常は土に埋もれていて観察できない部分も含めて、個々の石材の加工状況を詳細かつ網羅的に把握することができた。また加工に先立って赤色顔料で割付線を施すなど、高度な技術の存在も明らかになった。これら一連の成果は、従来の飛鳥時代の石工技術に関する先行研究に再考を迫る内容を有するものであり、他の関連資料との比較を通じてその実態を解明することが喫緊の課題であった。

2. 研究の目的

古代国家の確立期にあたる飛鳥時代は、仏教や律令といった外来の宗教や政治制度とともに、それを支えるための手工業や土木、

建築に関する新たな知識や技術が中国や朝鮮半島から受容されたことが知られている。石工技術についても、古墳時代までは人工的な加工が困難であった花崗岩などの硬質石材を精緻に加工するための技術が、飛鳥時代に至って新たに朝鮮半島から受容された可能性が指摘されてきた。高松塚古墳の石槨石材のあり方は、そうした硬質石材を通じて受容された新来の技術が、古墳時代から伝統的に用いられてきた軟質の凝灰岩の加工へも応用されていった様子を強く示唆するものである。

二上山凝灰岩は、古墳のみならず、寺院や宮殿、官衙などで建築部材として大量に消費されており、奈良時代の文献にも「大阪白石」の名称で登場する。二上山凝灰岩を扱う石工集団は、高松塚古墳が築造された飛鳥時代末には一定の専門化を果たしていたものとみられるが、その背景には消費量の増大とともに、石工技術の統合や工人集団の再編成といった政治的・社会的変化が存在した可能性が見込まれる。こうした見通しを考古学的手法により、資料の実態に基づいて究明することが本研究の目的であった。

3. 研究の方法

高松塚古墳の石室解体に伴う発掘調査では、考古学的情報を細大漏らさず収集する上で、通常の考古学的な記録作業を合わせて、三次元レーザー測量を併用した。また、石槨石材については、発掘調査で露出した全ての面を対象に拓本（湿拓）による加工痕跡の収集を実施したが、現地では拓本が採取できなかった面については、石材取り上げ後、壁画および石材への影響を考慮して拓本は実施せず、三次元レーザー測量による加工痕跡の記録を行った。以上で得られた高松塚古墳の石槨の形状、および石材加工痕跡の三次元情報を当該期の石工技術の研究資料として位置づけるには、関連資料の三次元情報の蓄積が不可欠であることは言うまでもない。

そこで本研究では、飛鳥時代の石工技術を復元する上で重要となるマクロ・ミクロ双方の情報を三次元計測の手法で記録し、基礎資料を整えた上で、高松塚古墳の調査で得られた二上山凝灰岩の切石加工にかんする見通しが普遍化できるかどうかを検証するという方法で研究を進めることとした。

石材加工に限らず、考古資料に残された技法や工具痕跡の記録・分析は、これまで、拓本によって陰影を写し取る方法が基本となっており、それを媒介に資料間の比較や照合が進められてきた。近年では、デジタルカメラの普及により、写真測量を用いる方法も主流となりつつあるが、本研究が対象とする石材の加工痕跡は、石材表面に対してあらゆる方向から工具が打ち込まれているため、一定方向からのみの陰影による写真記録では工具痕跡の全てを拾いきることが困難である。

本研究では、加工に関わる工具痕跡が本来有する立体的な情報量を二次元化によって半減させることなく、三次元データ上での比較が可能となるよう、三次元レーザー測量の手法を駆使して調査を遂行した。

4. 研究成果

まず、従来から高松塚古墳石槨との類似性が指摘されてきた香芝市平野塚穴山古墳、羽曳野市ヒチンジョ池西古墳の2基の横口式石槨を対象に三次元レーザー測量を実施し、三次元画像による正確な測量図、立体画像を作成し、両石槨の基本設計や規格（尺度）を明らかにした。また、ヒチンジョ池西古墳石槨では、従来から用途不明とされてきた天井石や壁石に残る小穴をその使用痕とともに三次元計測で記録化し、その小穴が高松塚古

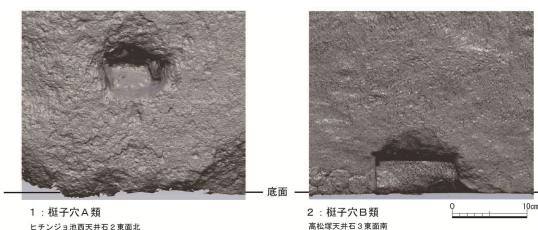


図1 ヒチンジョ池西古墳と高松塚古墳の榧子穴

墳と、同様石材設置位置を調整するための榧子穴であることを明らかにした（図1）。

つづいて、横口式石槨以外の製品の加工技術との比較をおこなう目的で、飛鳥藤原地域出土の二上山凝灰岩製基壇外装石の三次元レーザー計測を行い、基本的な形状の記録とともに、加工痕跡の細部計測も実施した。また、二上山凝灰岩と他の石材の加工技術の比較のため、明日香村牽牛子塚古墳石槨周囲の石英安山岩（寺山石）製方形切石、同飛鳥寺出土流紋岩質凝灰岩（竜山石製）不明石造物の計測もあわせて実施した。そこで得られた石材加工痕跡の三次元画像を標準化し、それに基づいて二上山凝灰岩を中心とする飛鳥時代の石工技術を復元した（図2）。

その結果、飛鳥時代後半の二上山凝灰岩製品では、寺院・宮殿の基壇外装石、古墳の墳丘外装石、石槨石材などの各種製品が同一の技術で加工されている状況を明らかにできた。その二上山凝灰岩における切石加工の本質とは、線引きとチョウナ叩き技法の駆使にあり、それは、当初、硬質石材を中心としていた敲打技法による新来の「切石」技術が、飛鳥時代後半以降に、軟質石材へと応用され



図2 飛鳥時代の石材加工痕跡の三次元画像

ていった姿として捉えることができた。

さらに、本研究では、高松塚古墳石槨に代表される二上山凝灰岩を用いた横口式石槨の変遷過程を再検討し、同一の石工集団が技術改良や創意工夫を加えながら連続的に石槨の構築にあたっていた様子を明らかにすることができた。高松塚古墳では、天井石の一石に、本来は別部位での使用を念頭に加工された石材が何らかの理由で転用されたことが判明しているが、そうした転用が可能となる前提として、当該期の二上山凝灰岩の加工では、部材種別ごとの分業加工がおこなわれており、ほぼ完成の域にまで仕上げられた石材が場合によっては生産地から出荷されずストックされるような状況があった状況を読み取ることができる。こうした二上山凝灰岩製の石槨の変遷過程、および加工・消費のあり方は、上述のように各種製品で同一の加工技術が用いられていることから、二上山凝灰岩製品全般の様相を示しているものと理解できよう。

このように、本研究では、飛鳥時代後半の二上山凝灰岩の生産・流通過程を取り上げ、同一の石工集団が消費地からの受注に基づいて、各種製品を石切場付近で完成の域にまで仕上げた上で、消費地各所に一元的に製品を供給していた状況を解明することができた。この点は、律令国家完成期における手工業の実態、発達過程を理解する上で重要な所見となるものと考えらる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計3件)

(1) 廣瀬 覚、飛鳥藤原地域出土基壇外装石の三次元計測、奈良文化財研究所紀要 2013、査読無、2013年、pp.56 - 57。

(2) 廣瀬 覚、構築技術からみた高松塚古墳の横口式石槨、文化財論叢、奈良文化財

研究所学報第 92 冊、査読無、2012 年、pp. 443 - 460。

(3) 廣瀬 覚、香芝市平野塚穴山古墳石槨の3次元レーザー測量調査、奈良文化財研究所紀要 2012、査読無、2012年、pp.50 - 51。

〔学会発表〕(計1件)

(1) 廣瀬 覚、飛鳥時代の石工技術と高松塚古墳、第 236 回「あすか塾」セミナー、2014年2月。

〔図書〕(計1件)

(1) 廣瀬 覚、三次元計測による飛鳥時代の石工技術の復元的研究、奈良文化財研究所、2015年、p35。

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

廣瀬 覚 (HIROSE Satoru)

独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所 都城発掘調査部 主任研究員

研究者番号：30443576

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし