

1. 研究の目的と経過

研究の目的 この研究は、これまで十分な検討が行われてこなかった岡山市造山古墳群について、デジタル計測などの新しい手法を駆使して、総合的に解明しようとするものである。

この研究に先立って、2005～2007年度に「空間情報科学を用いた吉備中枢地域の考古学的研究」(科学研究費補助金基盤研究(B))によって造山古墳の測量を実施し、墳丘のデジタル測量の有効性を確認していた。それを受けて、本研究では造山古墳群全体に検討の対象を広げるとともに、造山古墳の正確な規模や周濠の有無などを確認するために、外周部の発掘調査を実施することにした。また、造山古墳の測量成果と比較検討するために、吉備中枢地域で第2位の規模をもつ総社市作山古墳のデジタル測量を計画した。

4年間にわたる研究の過程で、造山古墳群をとりまく環境は大きく変化した。第1は、造山古墳に周濠と周堤が伴っていることが初めて明らかになったことであり、遺跡の範囲の拡大や、史跡指定範囲の拡大の必要性が議論された。第2は、陪塚である千足古墳の石室の三次元計測に際して石障の劣化が明らかになり、保存のための岡山市教育委員会による発掘調査や、石障の伴出などが実施されたことである。地域では、造山古墳蘇生会という組織が生まれ、造山古墳などを対象とするボランティアガイドも活発な活動を行うようになり、地域の活性化にも貢献することができた。

このような研究を実施しようとした背景には、これまで個別に行われてきた、遺物、遺構、遺跡、および周辺環境の三次元計測と解析・研究を、造山古墳群をモデルケースとして統合し、デジタル・アーカイブを構築しながら、データの取得・解析・研究の新たな方法を確立しようという目的があった。急速な進展をみせるデジタル計測技術を活用し、新しい研究方法の可能性を追究しようとするものである。

そこで、具体的には、以下のような目標を設定した。

1. 造山古墳のデジタル測量の成果をふまえ、他の巨大古墳との比較研究を、築造規格などを中心に進める。
2. 岡山県総社市作山古墳のデジタル測量を実施し、造山古墳との比較を、デジタル測量の特性をいかす形で実施する。
3. 造山古墳の陪塚群のデジタル測量を実施し、古墳群全体のデジタル測量を完結させる。
4. 造山古墳の周辺部を、周濠の有無の確認を中心に発掘し、その過程を三次元計測の手法を駆使して記録する。
5. 造山古墳前方部上の割り抜き式石棺や、形象埴輪片などの表面採集遺物の三次元計測を実施し、計測手法の確立をはかるとともに、比較研究を進める。
6. 陪塚である千足古墳の石室の三次元計測について、可能性を追求する。直弧文のある石障を伴う特徴的な石室であり、計測の意義は大きい。浸水状態にあることと、水分がレーザーによる計測を妨げる可能性があり、実現が困難であるかもしれない。
7. 周辺地形について、簡易な方法で航空写真を利用して標高をデジタル化し、ミクロな立地研究を進める。
8. 以上の作業を通じて、吉備中枢地域の古墳およびその環境をひとつのケースとして、デジタル・アーカイブ化の方法を確立する。
9. デジタル・アーカイブのデータをもとに、造山古墳や作山古墳と、畿内の巨大古墳との編年的

関係を整理する。

以上の目標は、若干の変更はあったものの、幸いにして地元自治体や地域の理解を得ることができ、千足古墳石室の三次元計測も含めて、ほぼすべて達成されることとなった。ただ、作山古墳のデジタル測量については、新しい技術の開発をふまえ、航空レーザー計測に切り替えた。結果として、航空レーザー計測の可能性や問題点を検証することが可能となり、測量成果も造山古墳に比べて著しい遜色を示すものではないと思われる。また、千足古墳の石障の劣化が判明したために、急きょ石障のレプリカを三次元計測することとなった。

研究の経過 4か年のうち、はじめの3か年に造山古墳外周部の発掘調査を実施した。以下、年度ごとに主要な研究の内容を記したい。

〔2008年度〕

1. 造山古墳の陪塚のうち、2号墳、5号墳（千足古墳）、6号墳のデジタル測量を実施した。9月20日（土）～25日（木）の6日間で岡山大学考古学研究室の学生・院生約15人が参加した。
2. 造山古墳前方部所在の石棺について、蓋も含めて三次元計測を実施した。西部技術コンサルタント株式会社に委託し、現地の計測は10月1日に実施した。コニカ・ミノルタ製の Vivid9i を使用している。
3. 造山古墳外周部の第1次発掘調査を実施した。前方部西側側面（前方部第1トレンチ）と後円部主軸上（後円部第1トレンチ）の2か所のトレンチを対象に、2009年3月1日から3月31日までの1カ月にわたって調査を行った。第1次調査の段階では、周濠は確認できなかったと考えた。
4. 造山古墳群の周辺部の地形を検討するため、航空写真をステレオ視する原理のソフトウェアを用いてコンピュータ上でデジタル地形データ（DEM）を作成した。

〔2009年度〕

1. 造山古墳の陪塚のうち、1号墳（榊山古墳）、3号墳、4号墳のデジタル測量を実施した。9月22日（火）～27日（日）の6日間で岡山大学考古学研究室の学生・院生約20人が参加した。
2. 千足古墳石室の三次元計測を実施した。文化庁に現状変更の届け出を行い、9月28日から準備に着手。10月5日から三次元計測を実施するために、午前11時から報道発表を計画し、早朝から最後の洗浄を行おうとしたところ石障の劣化を発見、岡山市教育委員会を通じて岡山県および文化庁と協議、報道発表は実施したが、午後の作業は見送ることとした。文化庁から三次元計測の実施については承諾が得られたため、翌日から西部技術コンサルタント株式会社に委託し Vivid による計測を実施した。なお、10月10日（土）および11日（日）に現地説明会を行った。三次元計測作業が終了した後、岡山市教育委員会に保存のための作業を引き継ぐこととなった。
3. 千足古墳の石障が劣化していることが判明したため、岡山県立吉備路郷土館（当時）展示の石障レプリカの三次元計測を実施することとした。西部技術コンサルタント株式会社に委託し、12月14日に Vivid による計測を実施した。
4. 造山古墳外周部の第2次発掘調査を実施した。後円部東側の田の畔が円弧を描いている部分（後円部第2トレンチ）と前方部主軸上（前方部第2・第3トレンチ）を対象に、2010年3月6日から3月31日まで調査を行った。この調査では、後円部第2トレンチで周濠と周堤と考えられる部分が出土し、マスコミ等で大きく取り上げられることとなった。

〔2010年度〕

1. 造山古墳で昨年度に周濠と周堤が確認された部分の外側に二重目の周濠が存在する可能性もあ

るとも考えられたため、当該部分のボーリング調査を実施した。西部技術コンサルタント株式会社に委託し、12月16日に実施、径8.6cmのボーリングデータを10地点、深さ2 mまで採取した。水田の天地返しなどが行われている可能性があり、ボーリングの結果からすぐに結論を得ることはできなかった。

2. 作山古墳の航空レーザー計測を、アジア航測株式会社に委託し実施した。実際にヘリコプターによる計測が実施されたのは、2011年2月16日である。
3. 造山古墳外周部の第3次発掘調査を実施した。前方部東側（前方部第4トレンチ）と後円部主軸上の後円部第1トレンチより外側の部分（後円部第3トレンチ）の2か所を対象に、2011年3月5日～31日まで調査を行った。前方部第3トレンチでは、去年の後円部第2トレンチとほぼ同じ状況が確認され、周濠と周堤の存在が確定した。
4. 造山古墳の発掘調査成果について、『考古学研究』第57巻第1号の「日本の遺跡」に、岡山大学考古学研究室「岡山県岡山市造山古墳」（2010年6月）との表題で掲載された。

〔2011年度〕

1. 作山古墳のレーザー計測データに基づき、作山古墳の墳丘測量図を作成し、設計原理について検討した。
2. 千足古墳の石室について、三次元計測にもとづいて図化を行った。その結果、千足古墳の石室が一定の尺度によって設計されていることが推定された。
3. 造山古墳のデジタル測量に基づいて、造山古墳および関連の古墳の設計原理を検討した結果が、新納泉「前方後円墳の設計原理試論」『考古学研究』第58巻第1号（2011年6月）として掲載された。

研究成果の概要 先に記した当初の研究目標に対する成果の概要について、それぞれの項目に従って記しておきたい。

第1の「造山古墳のデジタル測量の成果をふまえ、他の巨大古墳との比較研究を、築造規格などを中心に進める」という目標については、最も成果が上がったのではないと思われる部分である。デジタル測量の方法がほぼ確立されたことや、デジタル測量の先進性が広く認められるところとなり、さらに「前方後円墳の設計原理試論」によって、前方後円墳を立体的に捉えて設計原理を検討するという手法が、古墳の築造企画の研究に一定の影響を与えたものと思われる。しかし、造山古墳のデジタル測量は、機器の価格や投入される労力の大きさから、そのままの形で広く普及していくとは考えにくいものであった。

第2の「岡山県総社市作山古墳のデジタル測量を実施し、造山古墳との比較を、デジタル測量の特性をいかす形で実施する」という目標は、当初は造山古墳と同じ手法で実施することを想定していた。しかし、地元の総社市教育委員会がすでに等高線測量を進めていることに配慮し、さらに、檀原考古学研究所がアジア航測株式会社と共同で前方後円墳の航空レーザー計測を実施していることが2010年6月の日本文化財科学会第27回大会で「古墳測量における航空レーザー計測の適用に関する研究」として発表され、その精度や問題点を検証してみたいと考えたため、航空レーザー計測に切り替えることとなった。作山古墳は比較的樹木がまばらであることと、冬場に下草が刈られることから、レーザー計測に適していると考えたのである。樹木等を取り除き墳丘の表面を抽出する技術はすでに開発されているが、そのプロセスにどの程度の恣意性が含まれているのかがわからず、しかも提示されている等高線図が必ずしも考古学研究者の満足がいくもののように思えなかったため、レーザー計測の生データを入手し、自らの手で処理を行ってみることにした。その際に、研究に加わっていただいている

庄政典さんが、本書で記すように一定の手法を提案したおかげで、そこから墳丘の表面を抽出する作業が大きく進んだ。用いられている手法は既存のものと大きく違わないようであるが、既存の商業用プログラムは処理の過程がブラックボックスとなりがちであるため、すべてを自らの手で処理することにより、学術的信頼性は大きく高まったものと思われる。結果として得られたデータは、十分に墳形の研究に活用できるものであり、今後の展開が期待されることとなった。

第3の「造山古墳の陪塚群のデジタル測量を実施し、古墳群全体のデジタル測量を完結させる」という目標は、すべて達成された。しかし、小規模な古墳の場合には、いっそう細かく計測を行う必要があり、結果として得られたデータは、やや精細さに問題を含むものとなった。

第4の「造山古墳の周辺部を、周濠の有無の確認を中心に発掘し、その過程を三次元計測の手法を駆使して記録する」という目標は、周濠および周堤の存在が確認され、大きなインパクトを与えることができた。国指定史跡の拡大などに向かって、今後の調査・研究に大きなはずみをつけることになったであろう。発掘調査において三次元計測の手法を駆使するという試みは、参加している学生が多数で機器の取り扱いの技術にも差が大きいことから、必ずしも十分な成果を上げたとはいえない部分があるかもしれない。

第5の「造山古墳前方部上の刳り抜き式石棺や、形象埴輪片などの表面採集遺物などの三次元計測を実施し、計測手法の確立をはかるとともに、比較研究を進める」という目標は、石棺の計測で十分な成果を上げることができた。斜めに置かれている石棺の身や蓋を手測りで正確に実測することは容易ではなく、その点で精度の高い計測を行うことができたものと思われる。しかし、遺物については、依然としてレーザー計測の精度が必ずしも満足のいくレベルに達していないのではないかと感じられるところがあり、一定の資料の計測にとどまった。

第6の「陪塚である千足古墳の石室の三次元計測について、可能性を追求する。直弧文のある石障を伴う特徴的な石室であり、計測の意義は大きい、浸水状態にあることと、水分がレーザーによる計測を妨げる可能性があり、実現が困難であるかもしれない」という目標については、計測を実現することができ、三次元計測も一定の満足のいくものとなった。しかし、制約の多い計測であったために、石障の直弧文の計測は必ずしも十分なレベルに達していないところがある。その後、石障は石室からの持ち出しが行われたので、条件のよい環境での再計測が望まれるところである。

第7の「周辺地形について、簡易な方法で航空写真を利用して標高をデジタル化し、ミクロな立地研究を進める」という作業は達成されたが、さまざまなノイズを効率的に除去する方法は未確立である。

第8の「以上の作業を通じて、吉備中枢地域の古墳およびその環境をひとつのケースとして、デジタル・アーカイブ化の方法を確立する」という点については、データは蓄積できたものの、それをどのように公開していくかという方法はまだ十分に検討できていない。

第9の「デジタル・アーカイブのデータをもとに、造山古墳や作山古墳と、畿内の巨大古墳との編年的関係を整理する」という目標は、年代の根拠となる埴輪の出土が十分ではなかったため、今後の課題を残している。

お世話になった方々 この研究は、さまざまな機関や多くの方々のご厚意やご協力によって進められている。

造山古墳群周辺の現地では、高松地区連合町内会、造山地区町内会、千足地区町内会、造山古墳蘇生会、造山古墳ボランティアガイドや、定廣好和、西田佳昭、小野恭平の各氏のほか、地権者の小野

一成、小野隆男、小野武彦、定廣桂裕、定廣始生、三垣昌弘、若林美佐子の各氏をはじめとする多くの方々にたいへんにお世話になった。

また、発掘等にかかわる手続きなどにおいて、文化庁、岡山県教育委員会、岡山市教育委員会、総社市教育委員会、岡山県立吉備路郷土館（当時）や、宇垣匡雅、扇崎 由、金田善敬、神谷正義、草原孝典、出宮徳尚、乗岡 実、平井典子、平井泰男、松本和男、光永真一、安川 満の各氏をはじめとする多くの方々にご尽力いただいている。

三次元計測の実務や、発掘調査にかかわる作業では、西部技術コンサルタント株式会社、株式会社アイテック、アジア航測株式会社、株式会社田之村組や、清水英二、中島直樹、福田史士、田子寿文、藤井紀綱の各氏にお世話になった。

本研究は、以下に記す研究者の協力を支えられたものである。この中には科学研究費補助金の研究分担者および連携研究者としてご協力をお願いしていたが、墳丘の平板測量の実施を見送ったことや、諸般の事情により年代決定の根拠となる埴輪の出土を期待した発掘区の調査ができなかったことから、十分にご活躍をいただけなかった方々もおられる。ここに改めてお詫び申し上げたい。

今津勝紀、岩崎志保、岸本直文、澤田秀実、寺村裕史、野崎貴博、松木武彦、松本直子、光本 順、山本悦世

発掘調査や測量調査などの現場を支えたのは、岡山大学考古学研究室の院生・学生やボランティアの方々である。ここにお名前を記し、感謝の意を表したい。

荒田敬介、石原直美、井田 智、井上真一郎、井上 涼、上杉紗織、圓藤倫久、岡 秀悟、奥原このみ、景山佐保子、景山詩織、加藤豊大、川合 縁、黒田祐介、瀨瀨文佳、才川哲司、重見理奈、庄 政典、下川翔平、陶澤真梨子、須田康友、武田有加、檀野理沙、徳富孔一、中谷祐実、中原香織、延原彩乃、幡中光輔、服部瑞輝、樋口 碧、一ツ屋朋子、廣田あずさ、藤井裕也、藤原摩耶、藤原佳美、松尾沙矢香、水野 蛍、水船由貴、宮崎絢子、村岡 駿、森 実季、守屋 亮、安原貴之、山川美蘭、山崎優衣、山田侑生、吉田佳澄、米村悟史、渡瀬健太