



LiDAR 測量による岡山県赤磐市 鳥取上高塚古墳の墳丘の検討

光本 順・山口雄治・ライアン ジョセフ

Analysis of the Tottori-kamitakatsuka mounded tomb through airborne LiDAR survey

MITSUMOTO Jun*, YAMAGUCHI Yuji**, and Joseph RYAN*

*Okayama University, Graduate School of Humanities and Social Sciences, Okayama city, Okayama prefecture, 700-8530, Japan

**Okayama University, Archaeological Research Center, Okayama city, Okayama prefecture, 700-8530, Japan

Abstract This paper presents the results of a drone-based airborne LiDAR survey of the Tottori-kamitakatsuka mounded tomb located in Akaiwa city, Okayama prefecture. Dating to the second half of the Late Kofun period (latter 6th century), this mounded tomb has traditionally been considered either the largest keyhole-shaped mounded tomb in the Bizen area of this period (total length of either 67 m or 75 m) or a round tomb with a diameter of approximately 30 m. Details of the tomb's size and shape have long been uncertain, owing to the lack of detailed survey mapping of the mound and its environs. In this paper, the authors present their findings on the shape and size of the mounded tomb based on high-quality three-dimensional data acquired through airborne LiDAR survey utilizing a drone; they suggest that the tomb is a keyhole-shaped mounded tomb measuring approximately 75 m in length. This mounded tomb is therefore the second largest mounded tomb of the Kibi region during the period, following the Kōmorizuka mounded tomb located in Sōja city. Additionally, the authors discuss the significance such three-dimensional data has for enhancing our understanding of Japanese history on both a local and archipelago-wide scale.

Keywords LiDAR survey, drone, Kofun period, Tottori-kamitakatsuka mounded tomb, keyhole-shaped mounded tomb

はじめに

本稿は、岡山県赤磐市鳥取上高塚古墳の墳丘を対象とする、ドローンを用いた LiDAR 測量の成果について検討することを目的とする。同市西窪田（旧赤坂町）に所在する鳥取上高塚古墳は、砂川左岸にあたり、古墳時代中期後半の両宮山古墳や後の備前国分寺から北へ約 4.5 km に位置する（図 1）。この古墳は、長さ 15m 前後の大型横穴式石室を有する点で注目されつつも、墳形・規模に関して墳丘の詳細な測量図がなく、かつ一部の確認

調査を除き発掘がなされていないため、必ずしも定見を得ていない。すなわち、古墳時代後期後半¹⁾の備前地域最大の前方後円墳（墳長 67m あるいは 75m）か、あるいは直径約 30m の円墳か、いずれかの可能性が指摘されてきた。本古墳についての基礎的理解は、当該期の地域史および列島史にとって重要な意味を持ちうる。それは、備中地域に所在する吉備の古墳時代後期最大（墳長約 100m）の前方後円墳であり、かつ全長 19.4m の巨大横穴式石室を有する総社市こうもり塚古墳（[近藤 1987](#)）に対する位置付けにもかかわるためである。

そうした中、岡山県古代吉備文化財センターを中心に、

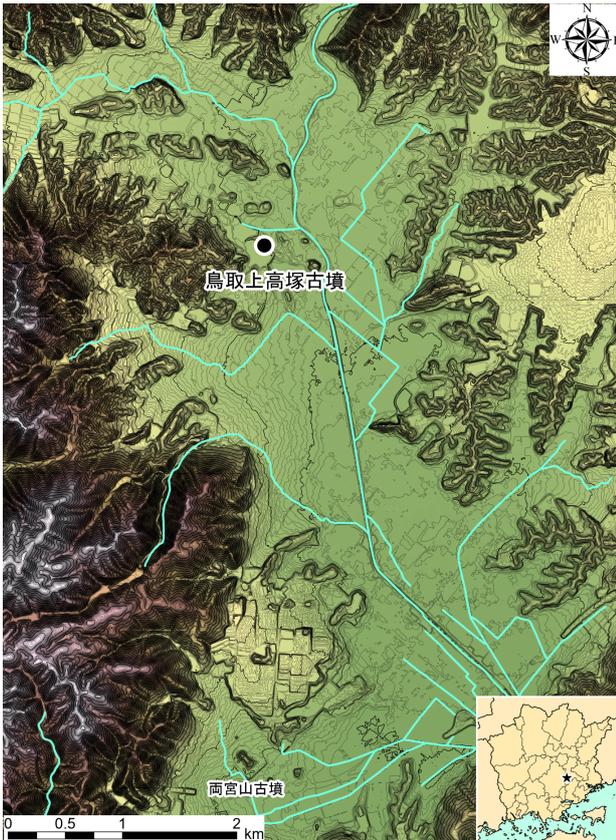


図1 鳥取上高塚古墳の位置

国土地理院基盤地図情報数値標高モデル 5m、国土数値情報河川データを用いて作成

2020年度に鳥取上高塚古墳の測量調査事業が企画された。これは、先のこうもり塚古墳に関する、同センターによる再整理を伴う「『吉備路の歴史遺産』魅力発信事業」に併せたものである。同センターと赤磐市教育委員会、岡山大学考古学研究室は共同研究により、2021年度より鳥取上高塚古墳の研究を開始した。岡山県が横穴式石室の三次元計測、岡山大学が墳丘のLiDAR測量、赤磐市が地元との調整を担った²⁾。

LiDAR (Light Detection and Ranging) とは、「光検出と測距」すなわち光レーザ測量を意味する。計測データの後処理工程を経て、レーザで得た三次元座標を有する点群から地表面データのみを抽出することにより、遺跡とその周辺地形を把握することが可能となる。岡山大学では、科学研究費補助金・新学術領域研究 (MEXT 科研費 JP19H05732) の一環でレーザシステムと産業用ドローンを導入し、これまで上空から岡山市造山古墳、総社市作山古墳の三次元計測を自前で実施してきた (光本 2021)。今回の現地でのLiDAR測量も、同様の機材・ソ

フトウェアを用いて2021年4月に実施した³⁾。

本稿は以下の内容で構成される。まず、鳥取上高塚古墳の墳丘をめぐる学史的理解とその問題について検討する。つぎに、測量調査の実際について示すとともに、成果の精度について検討する。LiDAR測量で得る地表面データは、現地の植生やデータ処理に依存するため、データの実態を認識することが不可欠である。こうした検討を経て、作図した平面図や鳥観図をもとに、同墳の墳丘に関する基礎的考察を行いたい⁴⁾。

1. 鳥取上高塚古墳の墳丘に関する学史と課題

鳥取上高塚古墳の墳丘 (図2) については、先述の通り前方後円墳説と円墳説がある。また特に前者については、その規模をめぐるいくつかの案が示されてきた。本古墳は、本節末尾に記す確認調査を除けば発掘がなされておらず、現在の地形の読み解きが、墳丘に関する諸見解につながってきた。ここでは、学史を整理する中で、本稿で取り組む課題を示したい。

まず墳形を前方後円墳と捉える説をみてみよう。第2次世界大戦以前から戦後にかけて、本古墳を前方後円墳とする認識は早くに形成されていた。岡山県赤磐郡教育会編『改修赤磐郡誌』(1940年)では、鳥取上高塚古墳を「前方部の低き」前方後円墳の例とし、その規模を35.0間(63.7m)とする(岡山県赤磐郡教育会1940、162-164頁)。また、永山卯三郎著『岡山縣通史』(1962年)によると、大正8年以来的実地調査にかかわる古墳一覧表の中で、鳥取上村の天満池の畔に所在する名称「高塚」を前方後円墳とする(永山1962、261頁)。

1980年代半ばには、墳丘規模を75mとする見解が相次いで示された。河本清は、「全長75メートルの前方後円墳とされているが」、円墳の可能性も同時に指摘した(河本1984、65頁)⁵⁾。間壁忠彦・間壁菫子は、全長75mの前方後円墳とした(間壁忠彦・間壁菫子1985、96頁)。『山陽町史』でも、同様である(則武・高畑1986、118頁)。また村上幸雄は、「墳形は全長75メートルの前方後円墳とも、径30メートルの円墳ともいわれているが、前者の可能性が高いようである」(村上1987、316頁)とした。

一方、『前方後円墳集成』(1991)以降、本古墳を墳長67mの前方後円墳とする見方が広がった。宇垣匡雅は、同書において集成編年10期における旧国備前地域最大の前方後円墳として本古墳を評価した(宇垣1991a・

b)。さらに小郷利幸と草原孝典は、砂川上流部の前方後円墳の測量調査を実施し、本古墳とその周辺古墳の測量図を公表した（小郷・草原2000）。本古墳に関しては、2500分の1の地域図に、古墳の傾斜変換線や崩落個所の計測結果を記載した簡易的図ではあるものの、図として検討可能な点で、周辺古墳の通常の測量図作成と併せ、画期的な成果であった（図3）。両氏は本古墳に関し、前方後円墳説と円墳説が存在するとしつつも、円丘部西側に「低平ながらも前方部状の地形が認められることや、南側に接する池の岸が前方後円墳形にめぐることから、前方後円墳の可能性が高いように思われる」（同書、160頁）とし、その墳長に関しては67m程度とした。墳長を知る上で重要な、墳端に関する具体的認識は不明であるが、図面に67mの長さを落とすと、前方部前端と後円部後端についての認識を推測することはできる。この点に関し、我々の測量結果との比較において後節で改めて取り上げたい。他、藤田憲司も67mの前方後円墳説をとる（藤田2003、95頁）。

対して、墳形に関し、円墳または先の河本（1984）同様にその可能性があるものとする見解も示されてきた。1975年刊行の西川宏『吉備の国』では、本古墳を円墳とする（西川1975、185-186頁）。また前方後円墳とみなすことに慎重な見解として、新納泉は『岡山県史』（1991年）の中で「墳形は前方後円墳であるともいわれているが、円墳の可能性もある」（新納1991、448頁）とする。そのため、岡山県の主要後期古墳分布図（同書440頁）にも、本古墳は含まれていない。

このように、鳥取上高塚古墳の墳形・規模に関し、近年は墳長67mの前方後円墳とする見方が目立つ一方、異なる見解が併存する状況もある。尾上元規は、「墳丘は、墳長約67メートルの前方後円墳とも、直径約30メートルの円墳ともいわれ、いまだその判別はつけがたい」（尾上2000、50頁）とした。これまで示した学史における最も大きな課題は、墳丘を検討しうる基礎的図面の不足である。この点を本稿は一步前進させることを試みる。

なお、ここまで墳丘形状に基づく議論を概観してきたが、本古墳の調査研究として1992年の溜池改修工事に伴う確認調査に触れておきたい（岡山県教育委員会編1993）。調査の詳細に関する図面は未公表であるが、横穴式石室開口部に連なる石室墓道を検出した。そして墳形に関する見解は両論併記といえるが、「円丘径30m、石室全長15m前後であることが判明した」（74頁）と



図2 鳥取上高塚古墳遠景（南西から）

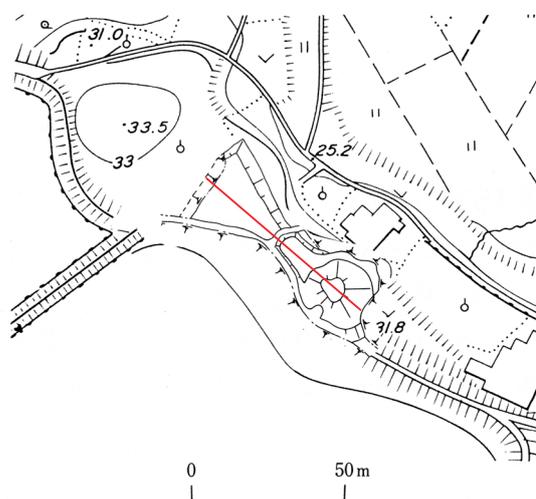


図3 小郷・草原2000の図と推定墳丘長範囲
朱線は墳長67mとされる認識から推定される墳長範囲

した。石室や墓道の床面標高は、墳丘裾の標高を考慮の上で重要であり、詳細は別途議論する予定である。本稿では、我々のLiDAR測量によって得た石室開口部付近の標高データも使用しながら議論を進めたい。

2. LiDAR 測量の経過

(1) 飛行ルート計画

鳥取上高塚古墳は濃い植生に覆われており、レーザが地表面に十分届かず、墳丘の詳細な形状が把握できない部分があることを想定した。複数方向から計測することで、より正確な地表面データが得られるため、ドローンの飛行ルートを南北方向および東西方向に設定した（図4）。すなわち、古墳の真上に南北コースおよび東西コー

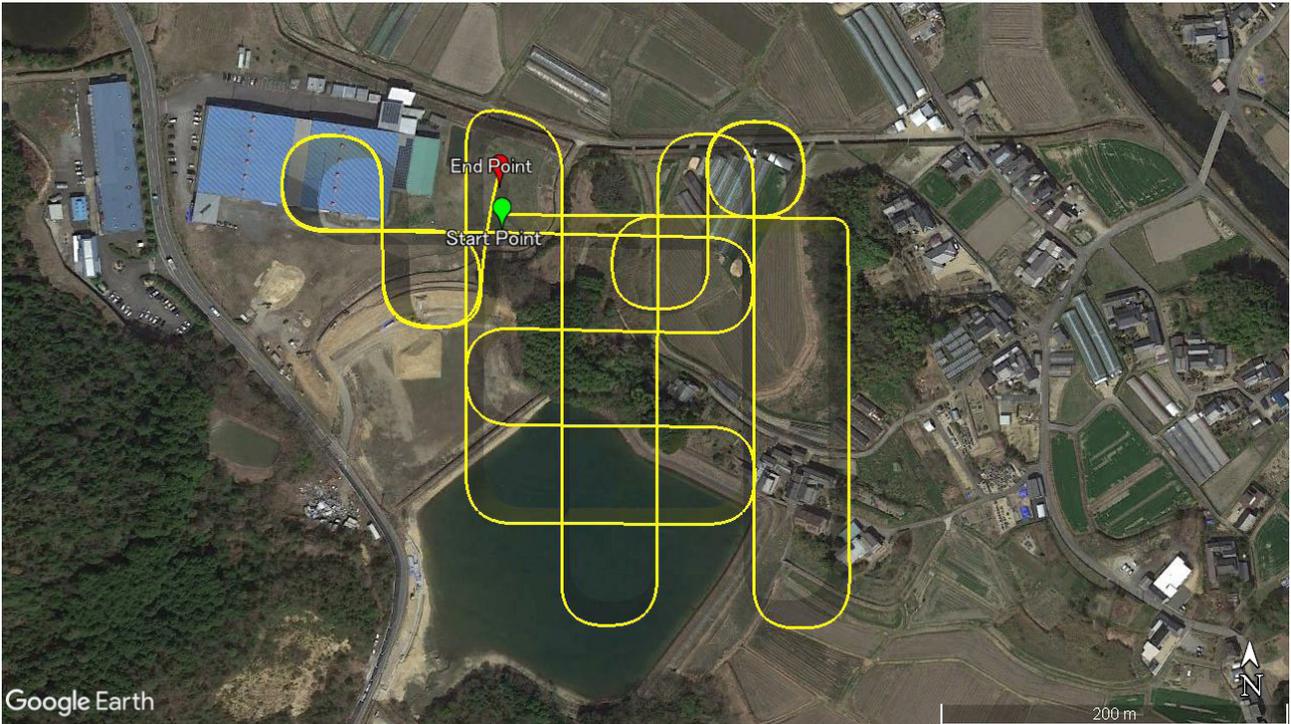


図4 飛行ルート全体図

アプリケーション Litchi (VC Technology Ltd) を用いて作成の飛行ルートを Google Earth で表示



図5 LiDAR 測量風景

- 1: レーザ搭載ドローン (中央) と GNSS 受信機 (左)
- 2: 飛行風景

スが交差し、それぞれの前後のコースが墳丘側面を計測するようにルートを設定した。

ドローンが旋回している間の LiDAR データは精度が

下がるため、基本的に直線飛行時のデータのみ使用の対象となる。誤差を減らすべく、飛行ルートの最初と最後に IMU を搭載したドローンを一定の高度および速度で「8」の字に飛行させるが、そのため、2回分の8の字の間、1回目の8の字を出てから高度および速度が安定するまでの間、そして2回目の8の字に入る前の高度および速度を調整する間のデータも使用対象外となる。

したがって、実際使用可能なデータが得られるコースをみると、南北のコースが5本、東西のコースが3本を数える。南北の5本は、最初と最後の2本がそれぞれ220m前後、残る3本がそれぞれ260m前後を測る。東西の3本は、いずれも150m前後を測る。また各コースの間隔は50mに設定した。

8の字の間は、速度を8m/s (28.8km/h)、高度をスタート地点から65mの高さとしたが、LiDARによる地表面データ取得中は、速度を5m/s (18.0km/h)、高度をその時その時のドローン直下の対象物から65mの高さとした。8の字の飛行時と地表面データ取得時とは、高度および速度が異なるが、前者の間は、より速い速度および一定の高度の保持が誤差抑制に影響を与えるのに対し、後者の間は、速度を減速させ、高度を地形に沿って変更させることにより、高密度そして同様な条件下の

点群を作成することが可能となる。

鳥取上高塚古墳の墳丘上の植生が繁茂しており、レーザが地表面まで十分届かない可能性を勘案し、上述のルートを二回飛行させ、計測を実施した（図5）。

（2）後処理

ドローン飛行の実施後、計測データの後処理解析を行う必要がある。まず、飛行時に設置していたGNSS受信機のTrimble社製のTrimble R2に登録されたデータおよび最寄りの電子基準点3基の観測データをTrimble Business Centerに取り込み、GNSS基線解析を行った。補正された高精度の位置情報を次の後処理のステップに使用する。

次は、観測データ、衛星軌道データ、GNSS/IMUデータなどをNovAtel社製のInertial Explorer 8.80に取り込み、高精度の航跡データを出力するため、さらなる後処理解析を行った。そして、この高精度の航跡データをPhoenix LiDAR Systems社製のSpatial Explorer 5.0.3に取り込み、三次元データの創出、写真に基づいた着色、LASデータ（三次元計測データ）の出力（平面直角座標第V系）を実施した。

出力されたLASデータは、レーザ測量の際に計測された全ての物や地形が反映されている三次元の点群であるため、古墳の墳丘上の樹木や下草、空中のノイズ、現代の建物や車などを別のソフトで除去する必要がある。

岡山大学チームが所有していたソフトでは、樹木や下草を除去し、古墳の墳丘表面の抽出が十分詳細にできなかったため、株式会社快適空間FCにTerrasolid社製のTerraScanによる地表面データ作成を委託し、そのLASデータを得た⁶⁾。

（3）DEMの作成

後処理された点群であるLASデータから、ArcGIS Pro 2.8.2を用いて、TIN(Triangulated Irregular Network)を発生させ、それを元にDEM(Digital Elevation Map)を作成した。点群は、墳丘北・東側斜面の一部において樹木の影によってその密度が低いものの、周辺地形の点群密度は非常に高いものとなっている（図6）。こうした粗密はあるが、墳丘の範囲における点群の密度は全体としておよそ15点/1㎡であった。本古墳の形状評価のためには、墳丘と周辺微地形との関連を検討することが有効である。したがって、ここでは墳丘上の点群密度

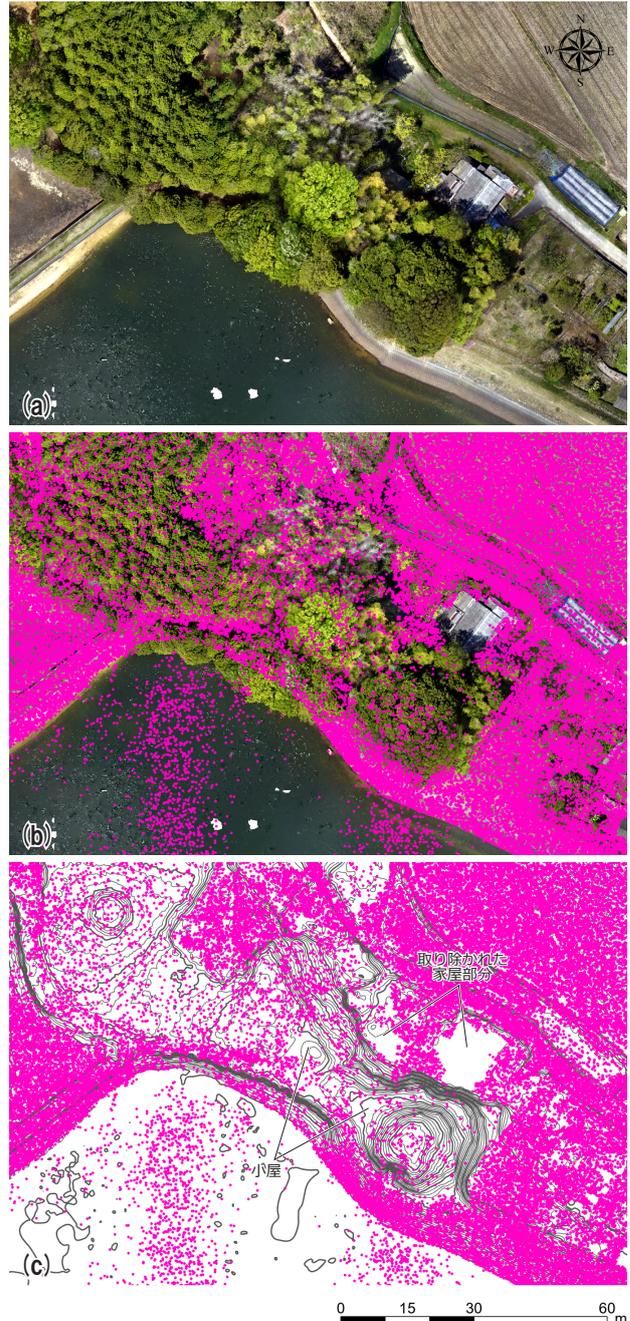


図6 オルソ図・コンター図と取得点群

図下方の池は水面のためレーザによる取得点群が少ない。また(c)の通り、墳丘北側の家屋や、墳丘上の2つの木造小屋（円丘近くのは図11-1の写真参照）の影響で点群の空白が生じる。

も勘案しつつ、周辺地形における点群密度の高いデータをそぎ落とすことなく可視化するため、0.25m解像度のDEMを作成した。その後、このDEMから傾斜や等高線を発生させ、それぞれを組み合わせることで平面図や鳥瞰図を作成した。なお、点群密度が低い部分のコンターはやや直線的になっているなど、墳丘の微細な形状を必ずしも反映できていない点もあるが、本論の目的に

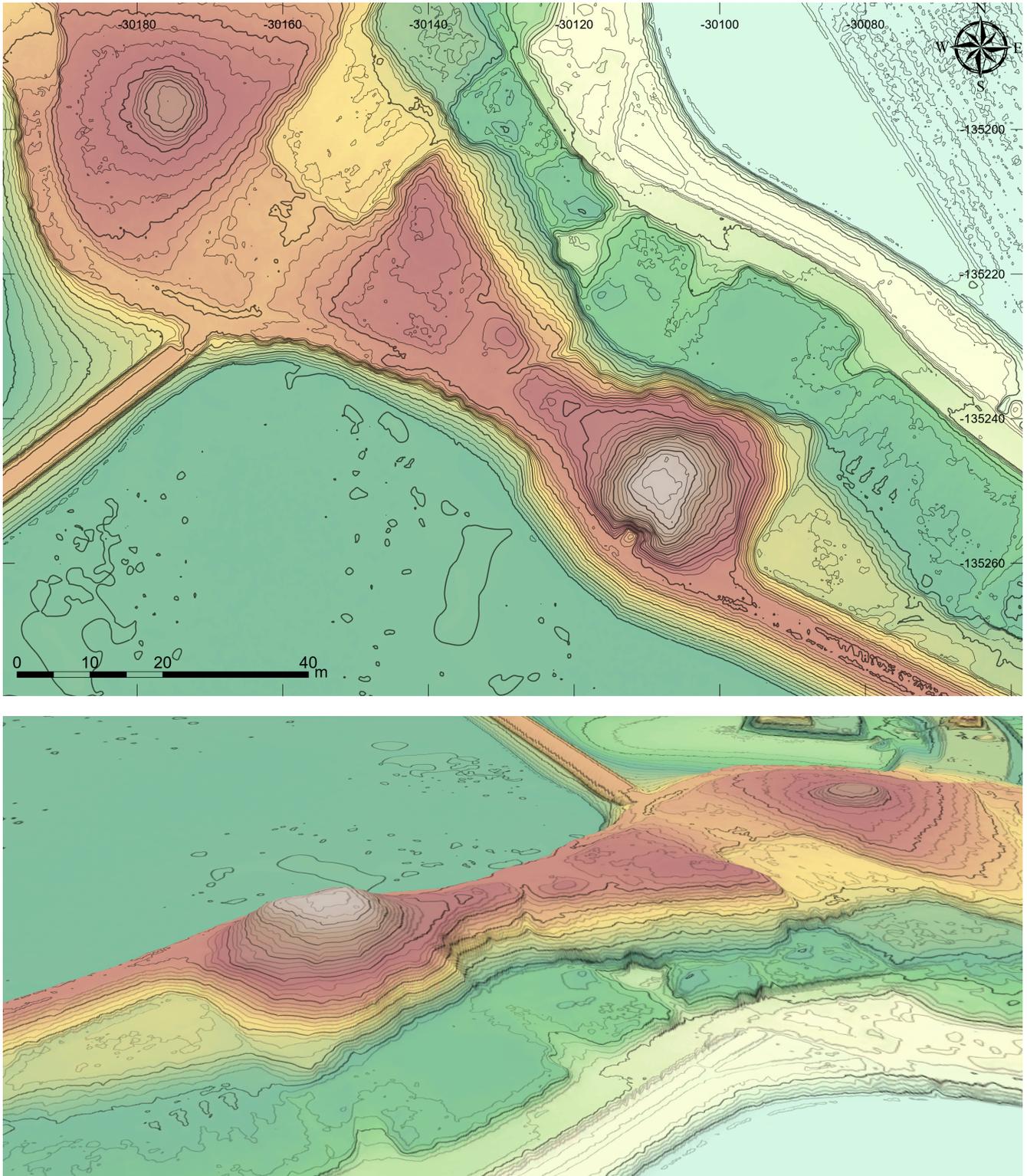


図7 標高図（縮尺 1/800）とその鳥瞰図

鳥取上高塚古墳北西側の丘陵上には小天満1号墳（上段図左上に位置する現状において円形状の高まり）がみられる。

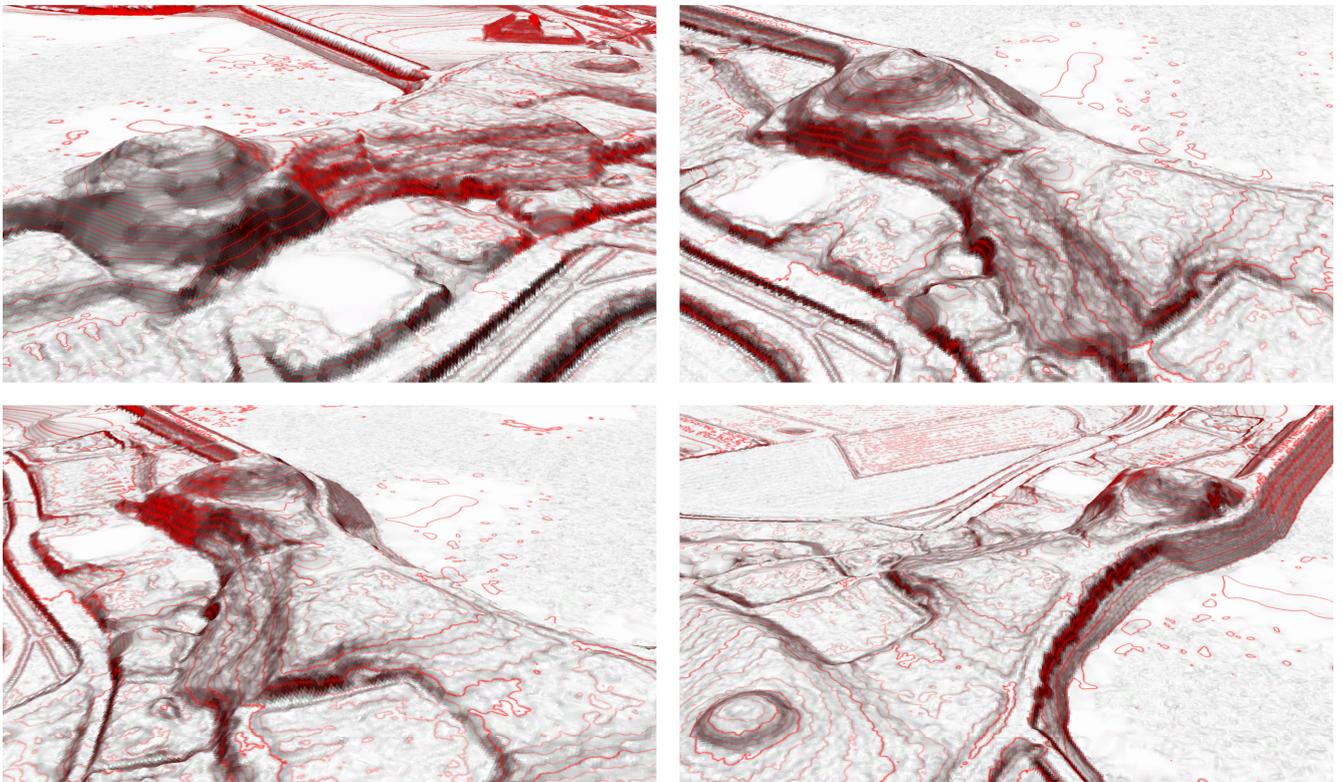
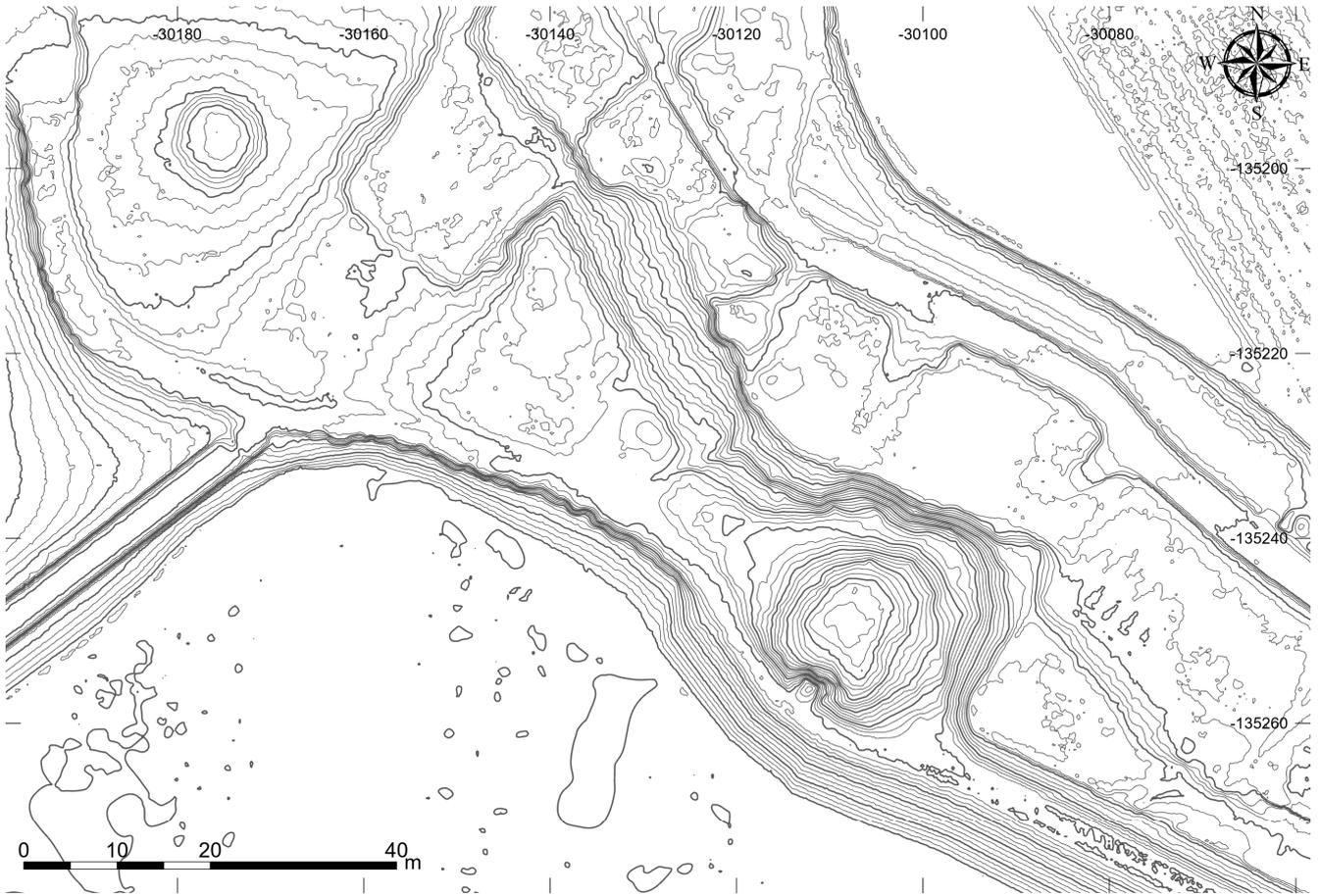


図8 傾斜図（縮尺 1/800）とその鳥瞰図

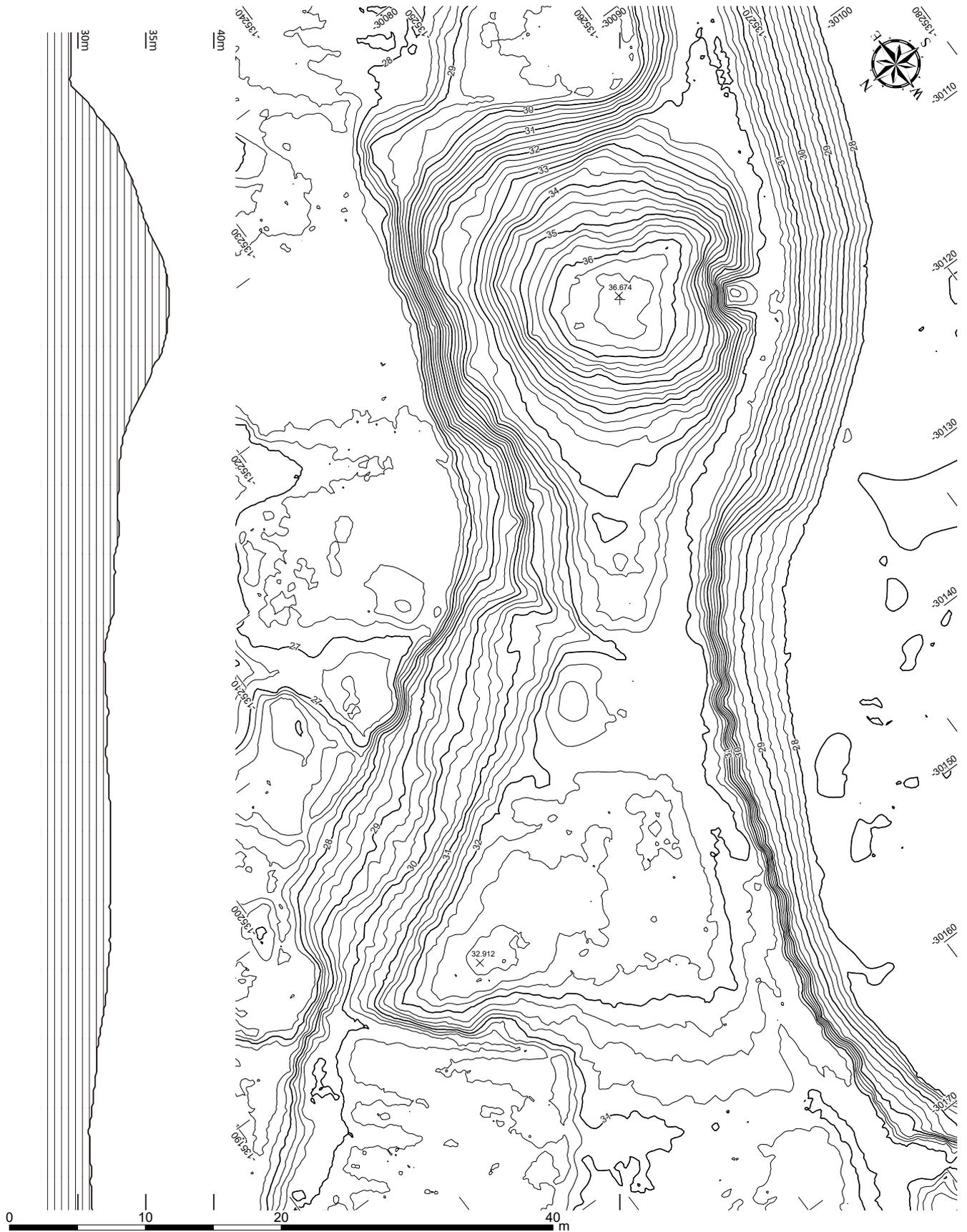


図9 鳥取上高塚古墳等高線図 (縮尺 1/400)

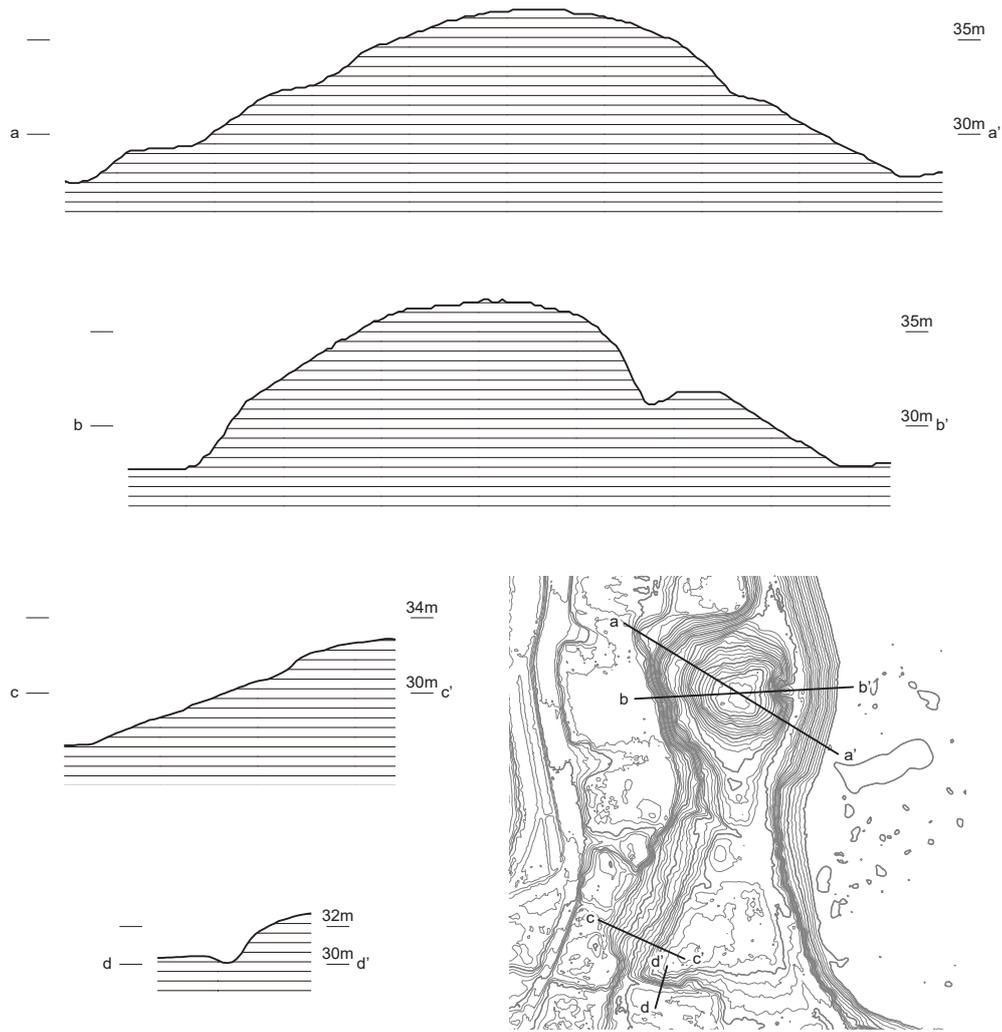


図 10 鳥取上高塚古墳墳丘断面図 断面 a・b の池の上面は水面の標高を示す

は十分適うと判断した。また、作図後の現地観察結果との比較から、作成された DEM、等高線図、傾斜図についてほぼ違和感なく形状が再現されていることを確認している。

3. 墳丘の検討

(1) 墳丘形状の検討

ここからは、鳥取上高塚古墳の墳丘に関し、LiDAR 測量で取得した地表面データに基づく図面（図 7～10）および 2021 年 9 月 4 日に光本と山口が改めて現地観察を行った結果（図 11）をもとに、まず墳丘形態を推定してみたい²¹。

まず、墳形を前方後円墳か円墳かのいずれとみるにせよ、基本的認識として挙げられるのは、平面的形状に関

する次の特徴である。池に面した墳丘南側の土手部分と反対の北側を比べてみよう。円丘部を例にすると、前者の土手上面のラインが後者に比べて円弧が緩くなる。すなわち、南側は土手の構築によって墳丘の輪郭を損ない、北側の方が遺存状況はよいものと判断できる。一方、池の土手ラインが、墳丘北側ラインと対称性をもって展開することから、土手ラインについても本来の墳丘形状の名残を反映したものと考えられる。

こうした認識のもとに墳形について概略的に捉えるならば、横穴式石室が築かれた円丘の北西部分に前方部状の構造が連なる前方後円墳となる可能性が指摘できる。前方部とみなしうるか否かが議論の焦点となるが、前方後円墳と推定する根拠は以下である。第一に、先の平面的特徴として、墳丘北側と南側（土手側）とが対をなして前方後円墳状となる点は、前方後円墳とみなす上で矛



図 11 墳丘各所の状況

1: 前方部から後円部（西から）、2: 後円部後端（南東から）、3: 石室開口部（南西から）、4: 前方部前面北半（北東から）

盾するものではない。ただしこの点だけでは、円墳説も否定はできない。第二に、前方部前端にあたる箇所について、丘陵切断による掘り割り状をなすものと解釈する点である。すなわち、前方部状の高まりから北西側の小天満1号墳（図7参照）の位置する丘陵側にかけて落ち込むライン（標高 31.25m ライン）が、前方後円墳とみなした場合の墳丘主軸に直交する形で形成される。加えて、丘陵もまたそのラインと平行して墳丘側に落ち込む形状をなす。第三に、前方部状部分の頂部平坦面の立体形状である。すなわち、一つには前方部状部分前端の北側コーナー付近において、標高が最も高くなる等高線（標高 32.50m ライン）が認められることから推定すると、本来的には平坦面の標高が前端にいくに従い高くなるものと考えられる。また、円丘部と前方部状部分の頂部平坦面とがスロープをなして接続する（図 11- 1）。これらは一般的な前方後円墳の形状と合致する。

上記から、本古墳を前方後円墳と認識した上で、その形状を次に記述しよう。

後円部 墳丘北半を中心に、本来の墳丘の平面的円弧および傾斜変換と推定される部分の残存を確認できる。一つは、後円部北東部の標高 29.75m ラインである（図 10- a 断面）。この北東部には、同ラインより北側に、元の地形と思われる箇所が部分的に残存する。また 29.75m ラインは、後円部後端にいくに従い等高線が直線的となる。これは、現在の土地区画の影響があるものと考えられる（図 11- 2）。このように、後端において一定の改変が窺えるものの、後円部後端にまで 29.75m ラインが連なるため、この標高付近が後円部裾部を示す可能性が高い。

一方、後円部裾部の評価にあたっては、横穴式石室床面の標高との関係も考慮する必要がある。石室開口部の標高は 31.25m であるが、一般的な横穴式石室同様に、本古墳の開口部も、それを覆う土と閉塞施設の影響で標高が高くなる（図 10- b 断面）。現在露出している羨道前面の天井石に着目すると、その下端から約 80cm 下が開口部の地表面となり、土砂が堆積した状況である（図

11- 3)。さらに 15m 前後の大型石室であることを考慮すると、本来の石室開口部の床面標高が下がることは確実である。このように、標高 29.75m ラインを後円部裾部と捉えることと石室の標高は、大枠において矛盾するものではない。

墳丘形状を留めるであろうもう一つの箇所は、北東部の標高 32.25 ~ 32.75m にみられる平坦面である。この平坦面は後端側で削平を受けるものの、南東側で再び現れ、現在の土手の標高に連続するものと考えられる。32.25m ラインは後円部 1 段目テラスから 1 段目斜面の間の傾斜変換線、32.75m ライン付近が後円部 2 段目に至る傾斜変換線と推定される。以上の理解により、後円部は 2 段築成と考えられる。

前方部 前方部の平面的形状を留めると考えられる箇所として、前方部頂平坦面の北コーナー付近を挙げたい。前方部頂平坦面の前方部前面側の稜線は、前方部北コーナーの 32.50m ラインとして認識可能である。また、前方部北コーナーに連なる前方部北半の側面部についても、直線的ラインをなすことにより、元の形状を留めるものと判断される。

一方、前方部頂平坦面前面も前方部北側面も、北コーナーから離れるに従い、元の形状を留めていない。前者については、前方部頂平坦面南半の等高線が墳丘側に入り込む、すなわち稜線が失われている。また、後者に関し、くびれ部付近に近づくにつれ等高線が墳丘内側に寄ることから、本来の稜線を反映しているものとはみせない。

次に、前方部前端をみてみよう。墳端を示唆する傾斜変換線として二者が存在する。すなわち前方部南半における、墳丘側から緩やかに傾斜して標高 31.25m ラインとなる先述の傾斜変換線の箇所である。もう一つは前方部北半であり、南半より土地区画が一段下がる標高 30.25m 付近(北コーナーの 30.00m から 30.50m まで)のラインである。両者が平面・標高ともに一致しない点は、前方部前端を考える際の大きな問題となる。一方、両者に共通するのは、前方部前面の斜面が残存しないという点である。前者については、前方部頂平坦面が崩れている結果、極めて緩やかな傾斜が形成されている。後者については、前方部頂平坦面北コーナー付近の稜線が本来の形を反映するものと仮定すると、そこから標高 30.25m まで急角度で前方部頂から落ち込む(図 10- d 断面、図 11- 4)。そのため、こうした傾斜が元の斜面

を反映するものとみなすことは難しく、現在の土地区画との関連による改変の結果と考えられる。このように、前方部前面において確実な斜面が認められないことは、前端の位置の推定を難しくさせる要因となる。

翻って、前方部前端と後円部後端との関係性について着目したい。後円部後端については、その標高を 29.75m ラインと考えた。その数値に近い前方部端の傾斜変換線は、前方部前端北半の標高 30.25m ラインである。では前方部北半の側面部分において、後円部と前方部を結ぶ墳丘裾部が認められるのであろうか。この点に関し、墳丘残存状況を考慮すると明確に現状から読み取することは難しいものの、くびれ部と前方部北コーナー付近では標高 30.25m 前後に傾斜変換が確認される。

前方部前端の平面的位置に関しては、どのように捉えようのだろうか。標高に基づく前端の候補とした前方部前面北半については、前面斜面が急角度であることから、本来的には現在の平面的位置より北側に前端が存在したものと考えられる。しかし、それがどこまで北側に伸びるかは定かでない。

一方、前端の平面的位置を考える際に注目できるのは、前方部南半にみられる標高 31.25m ラインの傾斜変換線である。それは、北半の 30.25m の傾斜変換線より北側に位置するとともに、墳丘主軸に直交するものと捉えることができる。そのため、前方部南半の 31.25m ラインについては、次の二通りの解釈が挙げられる。一つは、本来の前方部前端の改変による土地のかさ上げ等を想定するものである。その場合、このラインは、前端の平面的位置に関し、一定程度反映する可能性が生じる。こうした想定における前面の傾斜角は、後述のように約 19 度である。

もう一つは、本ラインが前面斜面の途上を示すとする解釈である。この場合、前端は本ラインよりも丘陵側に伸びることとなるが、その位置に関しては前面の傾斜面が認められないため判然としない。あくまで機械的に、例えば 31.25m ラインと、北半の前方部頂平坦面にみられる 32.50m ラインを結び、その延長線と標高 30.25m が交差する点を求めることもできる。ただしその場合、丘陵切断箇所より墳丘側に前端が収まるものの、傾斜角度としては約 10.97 度(10° 58' 37.55") となるため、前面の傾斜角としては極めて緩くなる。

試みに、こうもり塚古墳を比較対象としてみよう。同古墳では、後円部の傾斜が約 30 度に対し、前方部前面

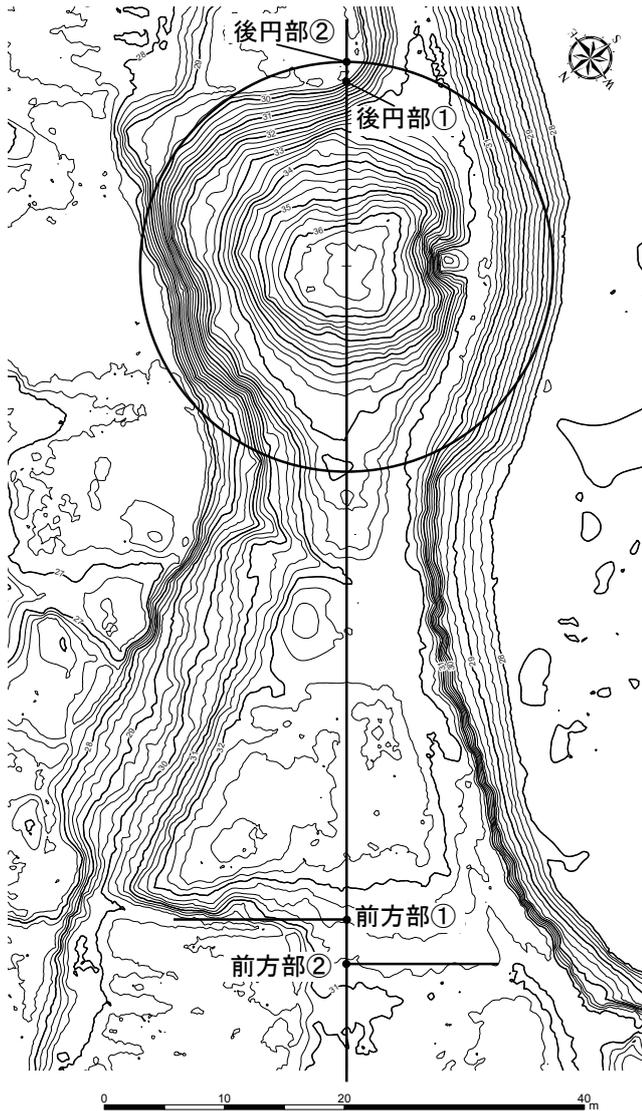


図 12 墳長の計測点 (縮尺 1/600)

が約 15 度と緩やかになるとされる (岡山県古代吉備文化財センター編 2021, 40 頁)。言い換えれば、傾斜角の点では、鳥取上高塚古墳の前方部前端に関する 2 つの想定位置の間にこうもり塚古墳が位置することとなる。測量結果から読み解く本稿の性格上、前者の可能性を軸とする方が、後者のような極端に緩やかな傾斜を想定するよりも穏当なものと思われる。

以上の検討より、前方部前端については、それを直接示す土地形状は残存しない。そのため、前端の標高としては北半の 30.25m、平面的位置については南半の 31.25m ライン付近 (本ラインより丘陵側に前端が幾分ずれる可能性も含む) が、そのおよその位置となるものとする。なお前方部前端の標高を 30.25m 付近とみなした場合、後円部後端とした 29.75m とは約 0.50m の

差が生じる。しかし、発掘調査を経た後期中頃の前方後円墳である真備町二万大塚古墳 (新納・三浦編 2018) の墳丘裾部が、後円部後端 14.3m、くびれ部 14.8m、前方部前端 14.0m を測るように、その標高は必ずしも水平とはならない。

さて、ここまで前方部の形状について考えてきたが、北半側面において、前端とみなした標高よりも低い 27.75m ライン付近に、墳頂平坦面のラインと平行する地形が遺る点は注意される。しかし、それを前方部側面の墳丘裾部とみなすには、後円部後端との整合性の点で問題が生じるものである。なお、27.75m ライン付近を墳丘外とみなした場合でも、古墳にかかわる基壇部分等の何らかの施設の一部である可能性はあるが、現状の遺存状況が部分的であるため、本稿での評価は困難である。

(2) 墳丘規模の検討

前節の検討をもとに、本古墳の規模について考えたい。墳長については、主軸上において以下のように、推定も含め、いくつかの墳端箇所を挙げてみたい (図 12)。

後円部①: 墳丘主軸上における現存の後端。

後円部②: 図 10- 断面 a において後円部径を 34.4m とした場合の円と主軸との交点 (推定される後端)

前方部①: 前方部北半の標高 30.25m ラインを主軸上に延長した現存の墳丘端部。

前方部②: 前方部前方部南半の標高 31.25m ラインに基づく推定の前端。

前方部前端に関しては、本稿では前方部②付近と推定したが、墳丘残存長の最小値を知るために前方部①を参考として設定した。上記の組み合わせにより、主軸上の数値を測ると以下となる。

後円部①—前方部① 70.3m

後円部①—前方部② 74.0m

後円部②—前方部① 72.0m

後円部②—前方部② 75.7m

本稿においては、「後円部①—前方部②」である 74.0m が墳長の候補となる。同時に、後円部径を復元した「後円部②—前方部②」の値を考慮すると、墳長は 74.0 ~ 75.7m と推定される。後円部後端と前方部前端の残存状況を考慮すると、墳長は約 75m、ないしは 75m 前後と捉えることが妥当であろう。

従来の数値と比較しよう。最小値として挙げた「後円部①—前方部①」においても、近年の 67m 説よりも大

きくなる。67m 説においては、先の図 3 の測量図を見ると本稿と後円部後端の認識に違いが生じている可能性もあるが、具体的には定かではない。一方、墳長約 75m という理解は、80 年代後半の 75m 説と、その根拠に関し不明であったが、結果的に同じものとなった。

以上の理解に基づけば、鳥取上高塚古墳の墳長は、100m クラスとされるこうもり塚古墳に近づくものである。また、古墳時代後期後半の備後最大の前方後円墳とされる広島県福山市二子塚古墳の墳長（68m、[畑・高田編 2007](#)）よりも、本古墳の規模は大きくなる。したがって、当該期の吉備において、本古墳は備中のこうもり塚古墳に次ぐ、第 2 位の規模の古墳として位置づけられる。

墳丘高については、後円部の場合、29.75m ラインから頂部最大高までで約 6.9m を測る⁸⁾。また、後円部 1 段目を 32.25m ライン付近とすると、1 段目の高さは約 2.5m、2 段目は約 4.4m となる。後円部 1 段目よりも 2 段目の方が 1.7 ～ 1.8 倍近く小高くなる。一方、前方部高については、30.25m ラインから頂部までで約 2.7m となる。したがって、後円部が前方部高の 2.5 倍程度高いものであり、全体として後円部 1 段目から前方部にかけて低い様相が窺える。

傾斜に関しては、図 10- a 断面の後円部 1 段目において底辺：高さで 3.6m：2.5m、約 35 度となる。前方部コーナー付近の前方部側面である図 10- c 断面の傾斜は、墳丘裾を標高 30.00m ライン、前方部頂側を 32.50m ラインで仮に測ると、5.8m：2.5m、約 23 度なる。また前方部前面の斜面は残存しないものの北半の標高 32.50m ラインから前方部②の平面的位置においてその標高が 30.25m となとした場合、6.5m：2.25m、約 19 度となる。

(3) 今後の課題

ここまで、鳥取上高塚古墳の墳形・規模に関する基礎的検討を行ってきた。こうした作業および解釈の妥当性についても議論の余地はあろう。一方、今後の検討課題の一つに、吉備における当該期最大規模のこうもり塚古墳との比較研究が挙げられる。これは、地域史としての重要性と同時に、列島規模の古墳の在り方を再認識する契機となるためである。すなわち、こうもり塚古墳に関しては、後期後半における列島最大の奈良県橿原市の五条野丸山古墳（見瀬丸山古墳または橿原丸山古墳）との類似性が、横穴式石室のみならず墳丘形態についても注

目されてきた（[岡山県古代吉備文化財センター編 2021](#)）⁹⁾。五条野丸山古墳は、横穴式石室と家形石棺の型式学的検討を経て（[新納 1995](#)）、欽明陵に比定されるものと考えられ、近年の研究では墳長は 330m に達するとされる（[一瀬・荒木 2013](#)）。一方、同時期に墳長 100m クラスの古墳が各地に点在する中で、こうもり塚古墳についても改めてその重要性が議論されつつある（[岡山県古代吉備文化財センター編 2021](#)）。

したがって議論の焦点となるのは、こうもり塚古墳と本古墳とが同一系列の範疇として理解しうるか否かとなる。両古墳については、その編年上の対応関係ないしは先後関係に関しても、いまだ詳細な検討が必要な段階にある。三次元的比較を含む墳丘のより詳細な検討は、横穴式石室をはじめとする他の構成要素とともに総合的に吟味する必要がある。

両古墳の墳丘に関し、概略的に述べれば、こうもり塚古墳の墳丘については、「ドーム状に小高い後円部に低くて長い前方部が取り付く形状」が先の五条野丸山古墳と類似することが指摘されている（[岡山県古代吉備文化財センター編 2021](#)、45 頁）。この在り方が本古墳においてより顕著であることは注目されよう。

他方、両古墳については、立地面での類似性も指摘しうる。すなわち、丘陵頂部を平坦化するのではなく、丘陵を切断することで築造された点である。これは結果として、平野に面した立地となる。この点については、鳥取上高塚古墳周辺丘陵の古墳についても、今回の測量において同時に計測しているため、具体的な検討のためのデータは整っている。

おわりに

本稿では、墳形・規模において諸説みられた鳥取上高塚古墳を対象に、その LiDAR 測量の成果に関し議論してきた。LiDAR 測量は、その現地調査の方法および後処理の過程、さらには対象地の環境が精度を左右する。論の前半では、基礎となるデータの提示を試みた。また、上空から任意に得た三次元データである性質上、墳形・規模についてはデータをどのように読み解くかが鍵となる。この点は、後半において議論してきた通りである。本古墳が古墳時代後期後半の地域史・列島史において重要な位置を占める可能性について最後に触れてきたが、その前提としても本古墳の形状に関する認識の深化が不

可欠である。本稿の提示するデータが、今後の研究のステップとなれば幸いである。

謝辞

本稿は MEXT 科研費 JP19H05732 ならびに JSPS 科研費 JP20H00027 の助成を受けた。現地調査に際し、岡山県古代吉備文化財センターの金田善敬氏、赤磐市教育委員会の有賀祐史氏をはじめとする両機関諸氏にお世話になった。測量にあたり、アジルジオデザイン株式会社の上遠野輝義氏および株式会社快適空間 FC の鶴飼尚弘氏にご教示いただいた。清家章・岡山大学教授には、同じ研究グループとして本稿をなす際にも適宜有益な助言を得た。鳥取上高塚古墳の現地測量においては、同大学考古学研究所所属の、王 芝鶴氏（大学院博士後期課程）、平野友梨氏（同博士前期課程）、井上翔太郎氏（文学部）、鄭姿筠氏（同左）の助力を得た。記して感謝申しあげる。

注

- 1) 鳥取上高塚古墳の時期的位置づけについては、必ずしも明確とは言えないものの、古相の部類の陶棺片が宇垣匡雅氏により表採されており、その供給源として同古墳から東へ約 2.6km の土井遺跡（埴輪窯）が想定されている（[重根 2005](#)、135 頁）。また内容は不明であるが、1992 年の溜池改修工事に伴う確認調査でも土師質の陶棺片の出土が知られる（[岡山県教育委員会編 1993](#)）。陶棺の編年観からみると（[横田 1995](#)）、土井遺跡出土陶棺と同様の文様であれば岡山県下で最古相のこうもり塚古墳よりも一段階後出する可能性はあるが、後に触れる前方後円墳集成編年 10 期の範疇には収まるものと考えられる。
- 2) 岡山大学が実施した測量では、2021 年 4 月 18・19 日にかけて、鳥取上高塚を中心に、北方の丘陵に位置する後期の二塚 1・2 号墳から、南の前期前方後円墳である吉原 6 号墳を含む南北約 800m の範囲を計測した。これは、鳥取上高塚古墳の前史および周辺景観を検討するためのものである。周辺古墳の測量成果に関しては、別稿を予定することとし、本稿では鳥取上高塚古墳について焦点を当てる。
- 3) 主な使用機材等は以下である。
 - ・レーザー：Phoenix LiDAR Systems miniRANGER
 - ・ドローン：DJI Matrice 600 Pro (LiDAR 搭載用)、DJI Phantom 4 Pro (試験飛行用)
 - ・GNSS 受信機：Trimble R2
 - ・ドローン飛行設定：Litchi
 - ・測量時およびデータ出力ソフト：Spatial Explorer
 - ・後処理 IMU/GNSS 解析ソフト：Inertial Explorer
 - ・GNSS 基線解析：Trimble Business Center

- 4) 執筆分担について、2 (1)(2) をライアン・ジョセフ、2(3) を山口雄治、他を光本が担当した。
- 5) 岡山県古代吉備文化財センターの金田善敬氏のご教示による。
- 6) TerraScan による点群の自動クリーニングのアルゴリズムについては、下記 HP を参照されたい。https://terrasolid.com/guides/tscan/_hm_print_window.htm?crground.html
- 7) 等高線図（図 9）について、後円部の中心点は、以下の手続きによって求めた。DEM から発生させた 34.0m、35.0m、36.0m、そして最も標高の高い 36.5m 等高線をポリゴンデータに変換し、それぞれ重心の座標を求めた。この 4 点の座標値は、最大で東西方向に約 0.92m、南北方向に約 0.1m のズレをもつものの、本稿ではこれらの平均値 (X=-135249.245m、Y=-30107.55036m) を墳丘の中心点として採用した。こうした手法を用いたのは、後円部の遺りが必ずしも良好でない現状において、後円部中心点を推定することが困難なためである。原型を留める可能性のある後円部北東部の等高線が描く円弧では、後円部径を復元するには心許ない。LiDAR 測量の結果として得た等高線図の見た目により、任意の設定を行うことも可能かもしれない。こうした中、本稿では、横穴式石室開口部付近が露出する現状地形の影響を免れるものではないことは予想されるものの、再現性のある基準をもとに議論することとした。
- 8) 後円部・前方部における最も高い標高とその地点については図 9 に記している（後円部：36.674m、前方部：34.912m）。これは、本稿の基礎となる点群同様に、あくまで得られた点群の範疇によるものである。
- 9) 澤田 1999 の第 1 表（76 頁）では、こうもり塚古墳を「見瀬丸山類型」の 1/3 規模に位置づけた記載がみられる。

引用文献

- 一瀬和夫・荒木瀬奈 2013 「檀原丸山古墳測量調査」『京都橘大学文化財調査報告 2012』京都橘大学文学部、6-15 頁 <http://doi.org/10.24484/sitereports.21288>
- 宇垣匡雅 1991a 「備前」近藤義郎編『前方後円墳集成』中国・四国編、山川出版社、61-67 頁
- 宇垣匡雅 1991b 「鳥取上高塚古墳」近藤義郎編『前方後円墳集成』中国・四国編、山川出版社、268 頁
- 岡山県赤磐郡教育会編 1940 『改修赤磐郡誌』岡山県赤磐郡教育会
- 岡山県教育委員会編 1993 『岡山県埋蔵文化財報告』23、岡山県教育委員会
- 岡山県古代吉備文化財センター編 2021 『史跡こうもり塚古墳保存活用計画書』岡山県教育委員会 <https://digioka.libnet.pref.okayama.jp/cont/01/G0000002kyoudo/000/035/000035590.pdf>

- 小郷利幸・草原孝典 2000 「吉井川、砂川流域の古墳の測量調査 (4) 一古墳時代中・後期の首長墳の動向一」『古代吉備』22、160-173 頁
- 尾上元規 2000 「鳥取上高塚古墳」乗岡実・行田裕美編『吉備の古墳』上、吉備人出版、50-51 頁
- 河本 清 1984 「吉備の巨石墳」『えとのす』25、新日本教育図書、61-68 頁
- 近藤義郎 1987 「こうもり塚古墳」『総社市史』考古資料編、総社市、250-271 頁
- 澤田秀実 1999 「前方後円墳築造企画の型式学的研究一類型的研究法による一」『第 4 回東北・関東前方後円墳研究会大会 前方後円墳の築造企画』東北・関東前方後円墳研究会、71-81 頁
- 重根弘和 2005 「1. 調査成果の概要」「2. 埴輪について」山磨康平編『土井遺跡・谷の前遺跡・慶運寺跡 4』岡山県埋蔵文化財発掘調査報告 191、岡山県教育委員会、123-125 頁、126-137 頁 <http://doi.org/10.24484/sitereports.12842>
- 永山卯三郎 1962 『岡山縣通史』上編、岡山県通史刊行会
- 西川 宏 1975 『吉備の国』学生社
- 新納 泉 1991 「巨石墳の分布と系列」岡山県史編集委員会編『岡山県史』第 2 巻、原始・古代 I、438-452 頁
- 新納 泉 1995 「巨石墳と終末型古墳の編年」『展望考古学』考古学研究会、132-138 頁
- 新納 泉・三浦孝章編 2018 『二万大塚古墳』二万大塚古墳発掘調査団 <http://doi.org/10.24484/sitereports.35948>
- 則武忠直・高畑富子 1986 「第 3 章 古代の繁栄」『山陽町史』、山陽町、79-170 頁
- 畑信次・高田莊爾編 2007 『広島県史跡二子塚古墳発掘調査報告書』2002 年度（平成 14 年度）～2005 年度（平成 17 年度）、福山市教育委員会
- 藤田憲司 2003 『こうもり塚古墳と江崎古墳』吉備人出版
- 間壁忠彦・間壁菫子 1985 『日本の古代遺跡 23 岡山』保育社
- 光本 順 2021 「ドローンを用いた LiDAR 測量の経過と展望」稲村哲也・中尾 央編『出ユーラシアの統合的人類史学—文明創出メカニズムの解明—2020 年度 研究活動報告書』岡山大学文明動態研究所、11-13 頁 <http://www.out-of-eurasia.jp/images/2020reports.pdf>
- 村上幸雄 1987 「古墳時代後期」近藤義郎編『岡山県の考古学』吉川弘文館、293-350 頁
- 横田美香 1995 「定北古墳出土陶棺の系列と編年」新納泉・尾上元規編『定北古墳』岡山大学考古学研究室、101-107 頁

図出典

図 3 小郷・草原 2000 に加筆

図作成担当

図 1・6～10：山口、図 2・3・5・11・12：光本、図 4：ライアン

(Received September 22, 2021; accepted December 21, 2021)