

古墳の考古学的調査における
地下レーダー探査の役割

軽部文雄・峠 美穂・坂山利彦

Combined Usage of Excavation and
Ground Penetrating Radar Techniques
for the Investigation of Burial Mounds

FUMIO KARUBE, MIHO TOHGE and TOSHIHIKO SAKAYAMA

Abstract

Burial mounds were built in various parts of Japan in the third to seventh centuries and are the tombs of the influential persons at that time. Investigation of burial mounds brings about valuable reference materials for finding out the origin of the ancient Japan.

Excavation surveys which have been carried out in the past, and studies on burial tombs based thereon, have been conducted mainly around the stone chamber, the coffin and the unearthed objects. However, there are not so many opportunities to investigate the structures of the interior of mounds of the burial tombs. In order to protect ancient burial tombs as cultural legacies and to preserve them for posterity, excavation beyond certain depths should be avoided. As a result, in recent years, there are increasing situations where ground penetrating radar exploration has been used, which is a non-destructive burial mound exploration technique.

We executed jointly the trench excavation and the ground penetrating radar exploration at the Ushiro-Futago Tomb in Maebashi City, Gunma Prefecture, Japan in 1991. The Ushiro-Futago Burial Tomb is a "keyhole-shaped" tumulus in the later period of the Kofun Culture Age. Out of various types of burial tombs, the "keyhole-shaped" tumulus is a representative one. As shown in Figure, the mound of the Ushiro-Futago Burial Tomb is built along the slope and consists of upper and lower stages. Since excavation was made only up to a shallow depth, the result of the ground penetrating radar exploration was used as an important information about the interior of the mound. The outline of the results of the investigation is given below.

(1) As shown in Fig. 3 to Fig. 8, a clear reflection plane (a) is visible inside the lower terrace of the mound. Our excavation suggests that this plane was actually the base plane when the mound was built. This shows the ability of ground penetrating radar detecting the base plane of a buried mound. Further, this has made it possible to guess correctly the construction scale for the embankment.

(2) Reflection planes (b) shown in Fig. 3 to Fig. 5 are detected at the upper part of the lower terrace of the tumulus. This is considered to be a result of banking on the upper plane of the lower terrace of the mound; this was added somewhat later, surrounding the upper terrace of the mound.

(3) The interior of the upper terrace of the mound shows the evidence of banking by tamping alternating layers of black soil and loam. This permits increasing the strength of the mound. The reflection events of the ground penetrating radar shown in Figs. 3 to 5 possibly represents this banking.

(4) The concave reflection events (d_1) to (d_6) in Fig. 3 to Fig. 7 illustrates a ditch that surrounds the mound. The ditch on the north side of the burial tomb has a shallow depth of about 1 m (d_4 and d_6), the moat width is as wide as about 10 m and the moat bottom has almost a flat U-shape. On the south side, it can be inferred that the width has been considerably narrowed (d_5 and d_4). On the east side of the circular part of the mound, the moat is dug in a V-shape to a depth of about 1.5 to 2 m.

(5) The event (i) in Fig. 9 is a reflection caused by the ditch in depth of several tens of cm. It has been confirmed that a dug passage intersected the ditch-shaped tomb road extending towards the entrance of the cave-type stone chamber. Event (j) in Fig. 10 is the reflection of the high ground of the shape of bridge over the surrounding ditch which leads to this tomb road.

(6) Strong reflections (events (f) and (g)) in Fig. 5 represent the stone structure of the cave-type stone chamber. Considering its position and depth, reflection event (f) seems to correspond to the upper plane of the ceiling stone. Event (g) shows the upper part of the cavity of the stone chamber. This suggests that the stone chamber is about 8 to 9 m in length.

(7) The strong reflection event (e) of Fig. 5, shows the existence of buried objects at a depth of 1 to 2 m near the top of the tomb. This event also appears in Fig. 3. Its shape is found to be long in the direction of the main axis of the burial tomb and has approximate dimensions of about 5 m in the east-west direction and about 2 m in the north-south direction. There is possibly another burial installation, that has not yet been confirmed, but that can be considered to be a pit-type stone chamber.

As stated above, we have observed the soil boundary surfaces inside the mound through ground penetrating radar exploration conducted simultaneously with direct excavation. Thus we can comment on the construction of the main mound and the process of banking. It will be increasingly necessary in future to understand the ancient technology of civil engineering that were adopted for making burial tombs during 3rd to 7th century A. D. This will also illuminate the ancient culture life.

Investigation involving large-scale excavation will be more frequent in future. So far, the existing notion of underground excavation considers excavation as a destructive operation. But as we have shown in this paper, archaeological excavation can be totally nondestructive if it is backed by recent technological developments. Excavation of buried tombs or mounds is strictly meant for preservation. It is necessary to employ a method that combines direct excavation up to shallow depths and deeper explorations involving ground penetrating radar.

1 まえがき

遺跡探査が文化財科学の一分野として認められるようになってから数年が経過した。遺跡調査に探査が用いられる例は、遺跡の保存整備に伴う調査を中心として、着実に増えつつあるが、その数は今なおごく限られている。

さまざまな遺跡に対して、探査をどのように用いれば

よいか、あるいは、遺跡を探査することが考古学上の学術的問題の解明にどの程度貢献できるのか。このような課題については、今のところ漠然と答えることはできて、全体を見渡せるようななんらかの枠組みがある訳ではない。対象となる遺跡は、国内だけでも、ほとんど無限とも言うべき膨大な数にのぼり、それぞれが、地域や時代によって遺構の形態を異にしているだけでなく、多様な立地条件の下に成立しているからである。現段階で

は、実際の遺跡調査現場で収録した生の探査記録をその都度検討しながら、将来の方向を模索することが課題となっている。多様な地域のさまざまな時代の遺跡に対応した探査例を数多く蓄積し、発掘成果に基づく検証・読み直しを系統的に行なうとともに、その中の一般性を抽出して整理してゆくことが、この分野の発展を保証する基礎となるであろう。

よく言われるように、遺跡調査に探査を用いることの利点は、その非破壊性と経済性にあるが、その前提となるのは、あくまで遺構・遺物を捕捉し識別できる探査能力である。探査の記録を遺構や遺物にどう結び付けて判断するかは常に問われてくる問題といえる。

基礎的な探査例とその整理が必要なことは、古墳の調査においても例外ではない。

探査が古墳調査に適用される機会は他の種類の遺跡に比べると比較的多く、個々の調査でも大きな成果をあげつつある。しかし現在、古墳調査における探査の意義を広く規定できるほどの実例が集積されているとは言えない。その理由の一つは、これまでの古墳の探査が、石室などの埋葬主体部を探し出すことを第一の目的として実施される場合が多く、その他の古墳遺構についての探査は、適切に評価される機会が少なかつたためである。

本報文では、関東地方における古墳時代後期の前方後円墳における地下レーダー探査と発掘との共同調査結果を検討することにより、古墳の調査研究にあたって、地下レーダー探査の果たす役割について考察する。

2 古墳研究の動向と古墳の発掘調査

古墳の発生と変遷ないしその歴史的 성격については、主として戦後、数多くの発掘事例に基づいた実証的な研究によって明らかにされてきた。それによれば、古墳は、3世紀末に畿内および西日本に出現し、7世紀に消滅するまでの約400年間に、日本の各地に築かれた、当時の政治的リーダー達の墳墓である。古墳は、はじめ前方後円墳、前方後方墳として出現し、ややおくれて方墳と円墳が加わり、すでに4世紀には主要な四つの基本型の存在したことが判明している。これらのうち、本報文で調査の対象とした前方後円墳は、日本独特の墳形であるとともに、他の墳丘形式に比べて、規模および技術ともに卓越している最も代表的な古墳である。その数は、北は岩手県から南は鹿児島県までの各地において、確認されているものだけでも、四千基以上にのぼっている。

古墳が築かれた3～7世紀の時代は、日本歴史上の古代国家形成期にあたる。この時代の文献史料はきわめて

乏しく、そのために、古墳とその被葬者および埋葬施設から出てくる副葬品などは、日本国家の起源と古代天皇制の生成過程をたどるうえで、第一級の史的価値を有している。とりわけ、鏡・武具・馬具・石製品など、被葬者の歴史的な性格を表す副葬品を扱った研究には、まさに古墳研究の圧巻とも言うべきものがあり、さらに、古墳の外形や石室のつくり、出土した埴輪・土器の編年の分野でも、数多くの調査発掘報告に支えられた精緻な検討が展開されてきた。

概して、これまでの古墳研究は、考古学的情報が凝集された埋葬施設とその内部および出土品の編年、さらに、墳丘の測量による古墳の外形と設計企画などの分野を中心として、学術的考察が行われてきた。

これに対して、古墳の墳丘構築技法そのものをテーマにした研究は意外に少ない。古墳の研究が副葬品を中心として進められ、また、墳丘の外形や設計企画についての優れた考察が、一つの到達点に達しているにもかかわらず、墳丘の盛土構造や築造技術、さらには、その背景にある当時の技術文化について、それほど多く論じられる機会がなかったということは、今日の古墳研究の様相を示す大きな特徴の一つである。

古墳の発掘調査は、通常、墳丘とその周辺の測量からはじまり、埋葬施設と外部施設の調査にいたる。近年の発掘調査の特徴としては、墳丘裾部からその周辺にかけての発掘が、特に丹念に行なわれるようになり、そこから多くの問題提起がなされていることである。また、開発のための造成によって失われることの決まった古墳の記録保存調査や、全面的な解体復元整備に伴う調査では、墳丘そのものを大きく断ち割り、あるいは大胆に基底部付近まで深く掘るといふ発掘が行われ、その結果から墳丘の内部構造を知る機会が増えつつある。

現在では、古墳の立地条件や墳丘盛土の構造、墳丘の構築技法の研究のみならず、古墳を取り巻く周辺遺構をも含めた広域的かつ全体的な視点から、古墳を解明していくことの重要性が広く認められるようになってきた。しかし、今後、このような研究分野で新しい展開をみるためには、なお、多くの発掘成果が検討されなくてはならないが、一方では、墳丘を保存し、永く後世に残すという課題も、より切迫したものになってくることが予想される。

学術調査といえども、発掘は一種の遺跡破壊であり、古墳の発掘もかなり制限され、慎重に行われるのが通例である。長い目でみれば、将来は、文化財科学がさらに進歩し、同じ発掘面積から得られる情報量もはるかに多くなり、質も高くなるであろうと言われており、いま、

性急に大がかりな発掘の手を入れることが、多くの古墳にとって必ずしも最良の調査方法とはいえない。

古墳をむやみに掘ることができないという事情は、非破壊的手法としての探査が、古墳調査に適用される潜在的余地が今後ますます大きくなることを示している。それと同時に、石室以外の古墳の遺構、とりわけ、墳丘構造の解明に対する探査の有効性を判断するための調査実例が、切実に求められていることを物語っている。

3 古墳探査の目的

実際の古墳の発掘調査は、いくつかの多角的な視点から行なわれている。基本的な視点のうち、探査の対象に重なると考えられる項目を示すと、下記ようになる。

(1) 埋葬施設の確認

古墳に葬られた棺を安置する場所で、石を組んでつくった竪穴式石室と横穴式石室がその代表的なものであるが、それらを簡略にしたものまで数多くみられる。

前方後円墳では、普通、後円部の墳丘内に造られている例が多いが、必ずしも埋葬施設の位置が決まっているわけではない。また、一つの古墳に複数の埋葬施設がある場合もあり、墳丘を眺めただけで、その位置を特定することはかなり難しい。

(2) 墳形の確認

前方後円墳、前方後方墳、方墳、円墳の他にも、多様な平面形をもつ古墳が多く存在する。築造されてから千数百年も経過しているので、堆積土砂に埋もれ、樹木が繁茂して、本来の姿が判然としないうちが多い。代表的な古墳の多くは、二段ないしは三段の墳丘盛土になっており、いわゆるテラスと呼ばれる平坦面が墳丘斜面上を巡っている。

(3) 周溝・周堤・陪塚の確認

周溝は墳丘を巡る堀のことで、築造時は深かったが、今では、ほとんど土砂で埋められていて、掘り込みの形状などもわからなくなっている。周溝外側の堤も古墳の範囲に含まれ、さらに、二重の周溝が取り巻いている場合もある。巨大な古墳では、すぐ傍らに小さな古墳を伴うこともある。

(4) 葺石の確認

大規模な古墳では、ほとんどの場合、墳丘の斜面部分に葺石がほどこされている。その目的は、風雨に晒されることによる墳丘盛土の流出を防ぐとともに、墳丘に美観を添えるためとみられている。

(5) 埴輪列の確認

埴輪は、円筒形や家・器財・人物・動物などをかたどった粘土を焼いて作ったもので、古墳の墳丘上に列をなして並べ立てられていた。このような埴輪列は、墳丘表面を数10cmほど掘りこんで据え付けられており、発掘調査では密集した破片となって土中から出土してくる。一定の配列傾向がある。

(6) 墳丘構築の基盤面と盛土構造の確認

古墳の墳丘は、丘陵尾根や斜面地形を巧みに利用して、削土したり盛土したりして造営されているものが多く見られる。その様子を知るためには、墳丘基底部の地山と盛土の境界面を確定し、また、墳丘の強度を高めるために採られている構築方法を調べる必要があり、未解明の点が残る領域である。

以上にあげた古墳の形態や構造は、その古墳が営まれた時期あるいは地域によっても、それぞれ差異があり、古墳時代の歴史・文化を考える上で重要な手掛かりを与えている。なお、これらを探査によって把握するためには、各種の探査法の中でも、地盤状況の変化を比較的詳細に識別することができる地下レーダーを中心に据えて考えることが妥当である。ただし、実際には、現地の状況に応じて、他の探査法を併用するというケースもでてくる。

これまでの多くの場合に、探査の目標として掲げられてきたのは埋葬施設の確認である。墳形、周溝、周堤、陪塚、葺石については、いくつかの探査事例が報告されているものの、その数は限られている。埴輪列および墳丘構築の基盤面を含む盛土構造については、これをはっきりと探査の対象に据え、記録上で明確に捕捉した例はこれまで無かった。

発掘調査を行うに当たって、墳形、周溝、周堤、陪塚および葺石については、墳丘表面ないしは周溝底面までの堆積表土や崩落土を除去することでその確認ができるのに対して、埋葬施設や墳丘構築の基底部と盛土構造については、墳丘をある程度の深さまで掘り込まないと一定の所見を得ることは難しい。特に、墳丘盛土構造については、内部全体を調べようとする場合には、墳丘を削ぐか、または断ち割る必要も起こってくるので、墳丘の保護とのかねあいが、当然大きな問題になってくる。

今日の古墳研究が、埋葬施設や被葬者に関心を集中するだけでなく、墳丘とその周囲の遺構についても詳細な調査の眼を向けることによって発展してきたこと、さらに、近年では、墳丘内部の盛土構造の解明がすすめられつつあることなどは前節で述べたとおりである。

このような研究と発掘の傾向に対応してゆくためには、従来石室を探し当てることだけに重点が置かれ、墳

丘の表面や内部および外周遺構については、二次的な扱いをするにとどまっていた探査の傾向を一步脱却し、古墳をまるごと探査することの意味を考えなくてはならない。具体的には、まず上記のような、墳形・周溝・周堤・陪塚・葺石・墳丘構築の基盤面および盛土構造といった各遺構を検出することが、果たしてどの程度まで可能なのか、多くの機会をとらえて積極的に検証してゆく必要がある。そのことによって、古墳調査全体における探査の位置付けが自然から決まるであろう、探査を実施する技術者にとって、現段階における古墳探査の目的は、発掘調査と連携しながら、墳丘の全般的構造をめぐる地盤状況を可能なかぎり明らかにすることによって、遺跡探査が古墳の構造の解明に包括的に参加する道を切り開くことである。

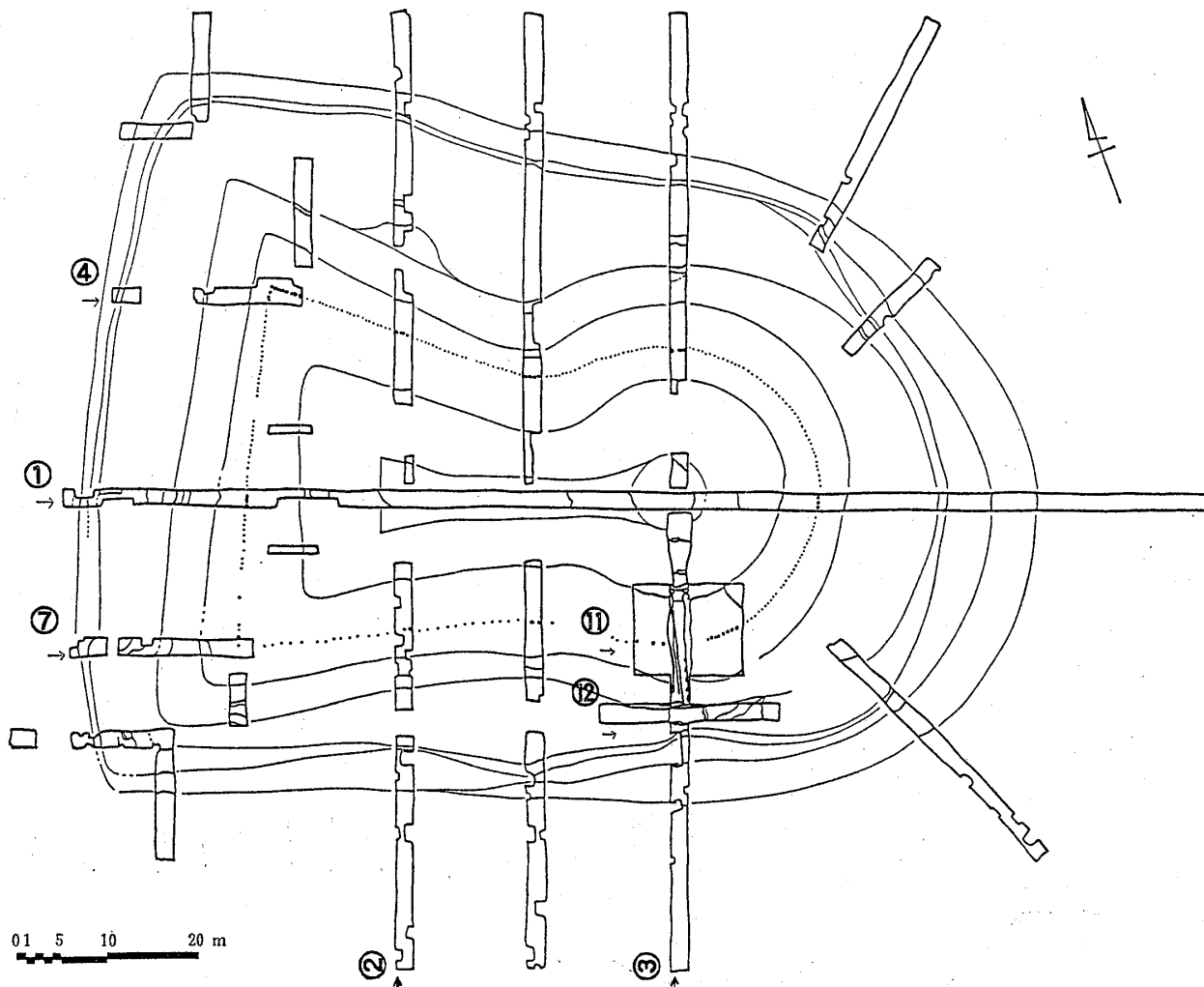
遺跡・遺構に対する地下レーダー探査の有効性は、探査と発掘調査が並行して共同で行われたときに、最も大きく発揮される。すなわち、発掘土層断面とその断面と同じ位置に設けられた測線における地下レーダーの測定記録とを比較することによって、遺構の捉え方を双方の観点から検討することができ、さらには、未発掘の箇所での遺構状況をも比較的容易に推定することが可能となるからである。

今回、群馬県前橋市の後二子古墳において、トレンチ（試掘溝）発掘調査に先だて、墳丘を大きく縦横断する測線にそって、地下レーダーの測定を行なう機会が得られた。この探査事例を用いて、古墳の発掘調査と共同で行われた地下レーダー探査が果たした役割を具体的に検討する。

4 後二子古墳の墳丘調査

4・1 後二子古墳の概要

後二子古墳は、群馬県前橋市の東部にあって、赤城山



図一 後二子古墳トレンチ発掘結果平面図（数字は地下レーダーの測線番号）
 Fig. 1 Plan showing the result of trench excavation at the Ushiro-Futago Burial Mound (numbers designed traverse lines of ground penetrating radar).

の南面に広がる広大な裾野上に位置する、古墳時代後期の前方後円墳である。後二子古墳の南側には、主軸をほぼ同じにして、中二子古墳、前二子古墳という大型の前方後円墳が南北に並んでつくられており、これらはいずれも国指定史跡となっている。

後二子古墳は、明治11(1878)年、村民によって石室が開口された。その際、石室内から大刀4振、耳環11個、土器2個、轡1個などが出土したことが記録に残っている。付近には、当時の首長階級のものと思われる居館跡が発見されており、古墳時代の後期に当る6世紀頃に、豊富な農業生産力に支えられた強力な豪族が、これらの大きな前方後円墳の築造と深くかかわっていたのではないかと指摘されている。

4・2 古墳の範囲確認調査について

前橋市は、平成2年度から、この地域を大規模な公園として整備する事業を進めており、この史跡整備事業に伴って、古墳の範囲確認調査が実施されることになった。範囲確認調査の目的は、古墳の規模・形状を確認するとともに、史跡の保護・活用・研究のための基礎資料を得ることとされている。

この調査を実施するにあたって、前橋市教育委員会では、トレンチ発掘調査に先立って、地下レーダー探査を実施し、その結果を参考にしながら、トレンチ発掘調査を実施することを計画した。

地下レーダー探査は、発掘が予定されていたトレンチ(図-1参照)と重なるように、測線を設定して実施した。測線の配置を図-2に示す。

トレンチ発掘調査は、レーダー探査終了直後から約4ヶ月にわたって行われた。トレンチの幅は、原則として

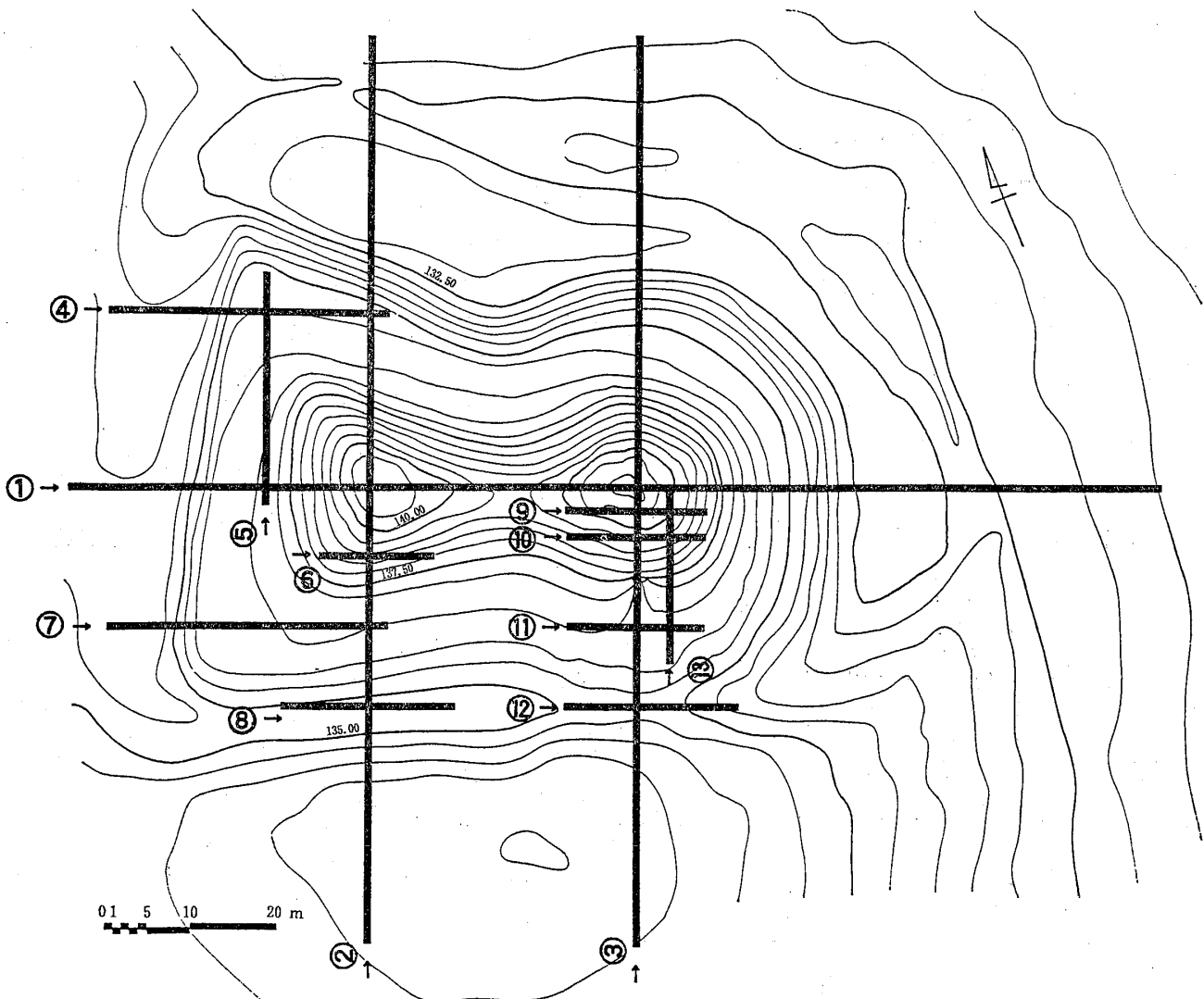
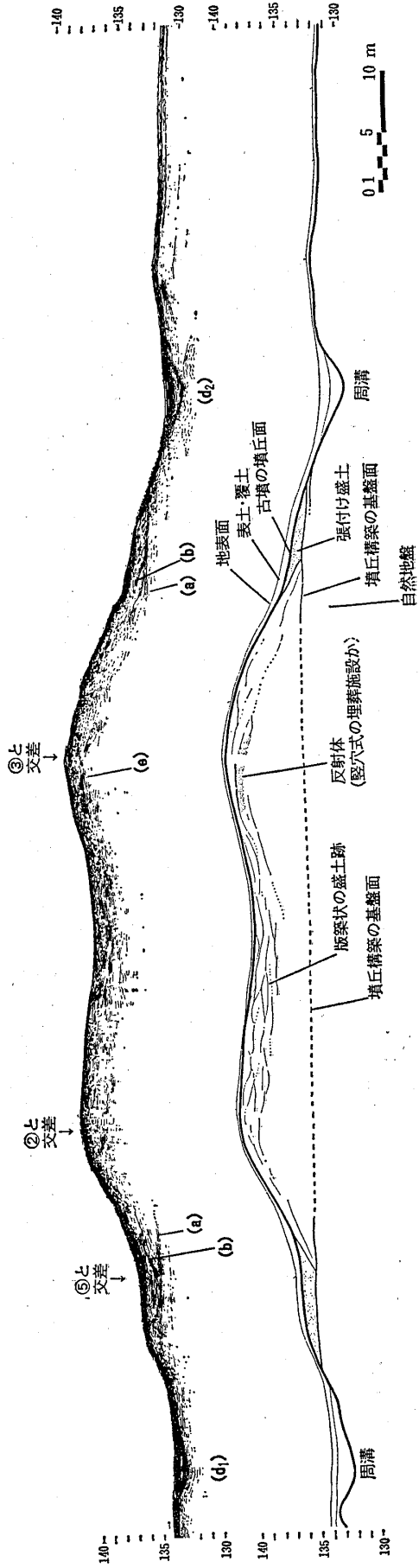
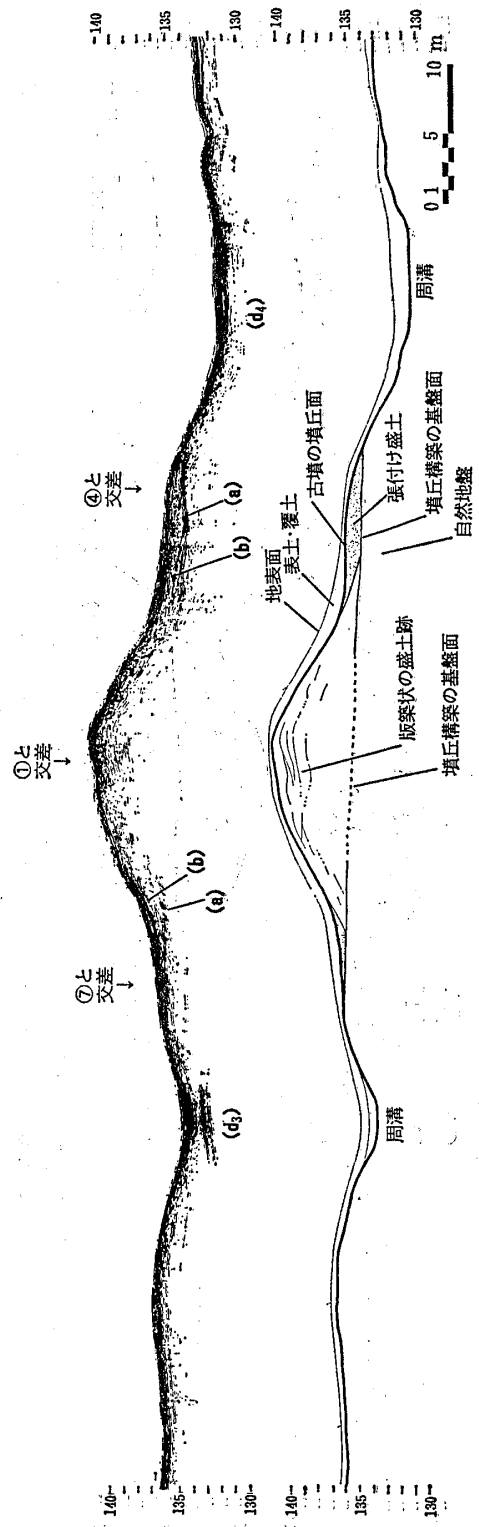


図-2 後二子古墳地下レーダー探査測線位置図(矢印は測定方向)

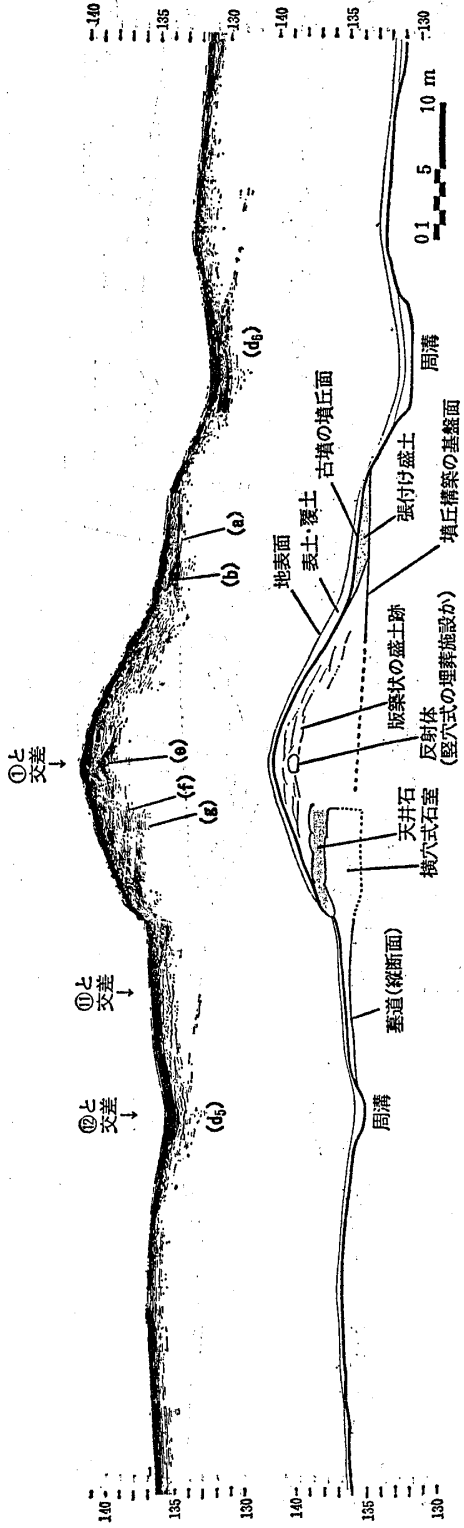
Fig. 2 Location map of traverse lines for ground penetrating radar at the Ushiro-Futago Burial Mound (arrows indicate measuring directions).



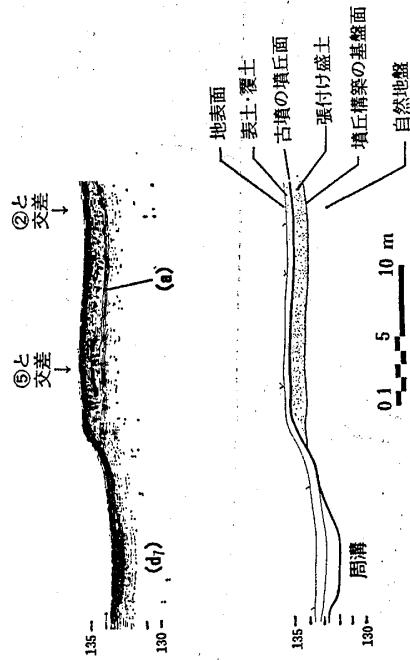
図一3 ①測線の測定記録(上図)および墳丘の推定断面図(下図)
 Fig. 3 Measured records (upper section) and interpreted cross-sectional view of the mound (lower section) for traverse line ①.



図一4 ②測線の測定記録(上図)および墳丘の推定断面図(下図)
 Fig. 4 Measured records (upper section) and interpreted cross-sectional view of the mound (lower section) for traverse line ②.

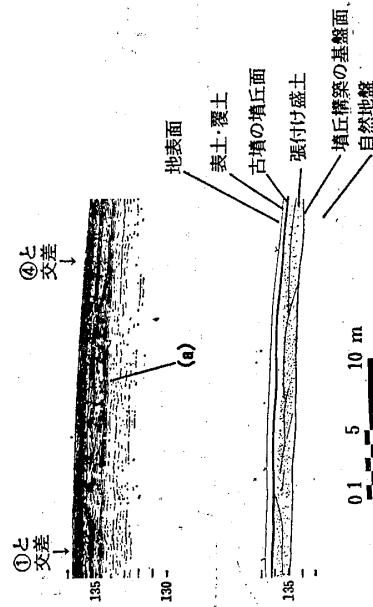


図一5 ③測線の測定記録(上図)および墳丘の推定断面図(下図)
 Fig. 5 Measured records (upper section) and interpreted cross-sectional view of the mound (lower section) for traverse line ③.



図一6 ④測線の測定記録(上図)および墳丘の推定断面図(下図)

Fig. 6 Measured records (upper section) and interpreted cross-sectional view of the mound (lower section) for traverse line ④.



図一7 ⑤測線の測定記録(上図)および墳丘の推定断面図(下図)

Fig. 7 Measured records (upper section) and interpreted cross-sectional view of the mound (lower section) for traverse line ⑤.

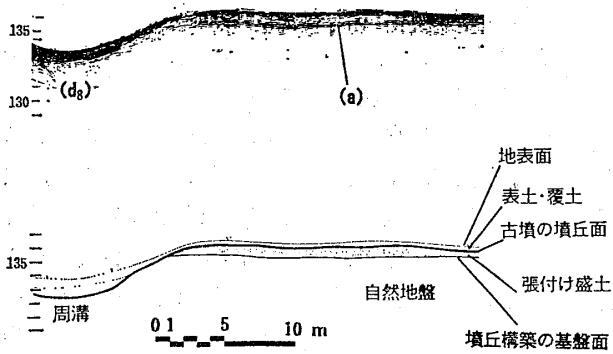


図-8 ⑦測線の測定記録(上図)および墳丘の推定断面図(下図)
 Fig. 8 Measured records (upper section) and interpreted cross-sectional view of the mound (lower section) for traverse line ⑦.

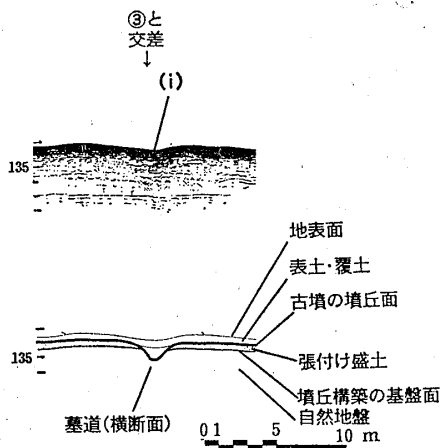


図-9 ⑩測線の測定記録(上図)および墳丘の推定断面図(下図)
 Fig. 9 Measured records (upper section) and interpreted cross-sectional view of the mound (lower section) for traverse line ⑩.

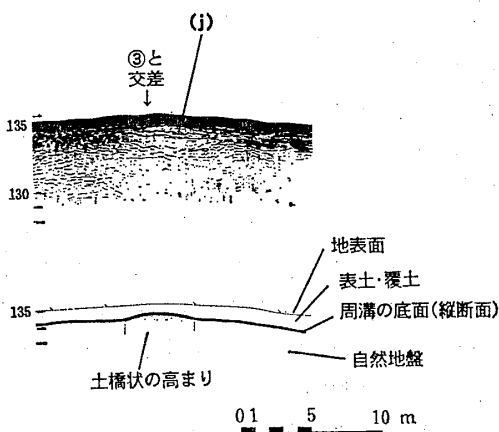


図-10 ⑫測線の測定記録(上図)および墳丘の推定断面図(下図)
 Fig. 10 Measured records (upper section) and interpreted cross-sectional view of the mound (lower section) for traverse line ⑫.

2 mで、合計18本掘られた。発掘は、史跡保護の観点から、必要最低限にとどめるということで、古墳の表面までとされ、それより下層、すなわち、墳丘の内部に立ち入るような発掘は、原則的には行わないことになっていた。したがって、墳丘表面までという限定された範囲内については、発掘結果と探査結果を逐次比較することが可能となったが、ほとんど掘られていない墳丘内部については、レーダー探査の所見が遺構推定の重要な根拠として取り上げられた。

4・3 レーダー探査と発掘による調査の結果

レーダー探査は、図-1に示すように、予定されていた発掘トレンチに対応する計13本の測線にそって実施した。これらのうち、測線長が長い①測線、②測線および③測線が主要な測線で、古墳の外周領域をも含み、墳丘を縦断あるいは横断するものである。その他の補助的な測線も、周溝から墳丘裾部にわたる区域および墳丘下段丘内部を探ることを主眼として配置したものである。長大な発掘トレンチにそって、前方後円墳を大きく覆うようにレーダー測線を設定したことは、わが国では、これをはじめでの試みであった。

使用した地下レーダーは、応用地質株式会社製ジオレーダーIで、アンテナ周波数は350 MHzである。また、調査地における電磁波伝播速度は6.5cm/nsecであった。記録は、最も深いところで深度約3 m付近からの反射波をも捉えており、周溝から墳頂までの最大比高差が約8 mとされる当該古墳において、その内部構造を探るためには、おおむね十分な探査深度を確保できたものと考えられる。

代表的な測線の記録と、その解析結果に発掘調査から得られた情報を加味して作成した古墳の推定断面図を、図-3～図-10に示す。なお、各測線の位置は、古墳におけるつぎの箇所該当している。

- ①測線：古墳の主軸方向の縦断
- ②測線：前方部の横断
- ③測線：後円部の横断
- ④測線：前方部北西側の周溝を横断し、墳丘下段丘上面にかかる箇所
- ⑤測線：前方部北西側の墳丘下段丘上面にかかる箇所
- ⑦測線：前方部南西側の周溝を横断し、墳丘下段丘上面にかかる箇所
- ⑩測線：横穴式石室手前の前庭部付近の横断
- ⑫測線：同じく石室前の周溝を縦断する箇所

4・4 後二子古墳の構造の特徴

トレンチ発掘およびレーダー探査の双方の調査結果から明らかにされた後二子古墳の構造の特徴は、つぎのとおりである。

(1) 墳丘構築の基盤面

図一3～図一8 (①測線～⑤測線, ⑦測線) の(a)に示すように、墳丘の下段丘内部の標高134～135m付近に、明瞭な反射像が認められる。この反射像は各測線において同じような深度に検出されていることから、墳丘の下段丘内部全体にわたって連続していると推定され、土層の境界面を示すものと考えられた。

発掘後の土層観察結果によれば、墳丘下段丘内に、6世紀中葉ころに降下したといわれる榛名一二ツ岳テフラ Hr-FP 層の堆積が確認され、この Hr-FP 層の上面が古墳構築の際の基盤面、すなわち、自然地盤(地山)面であり、その上部の墳丘盛土との境界面であることがわかった。

このことによって、記録中の(a)に示す反射像は、この Hr-FP 層上面からの反射によるものと判定され、墳丘構築の基盤面の形態の概略を捉えることができた。なお、後二子古墳の造営年代が Hr-FP 層の生成以降であることがわかり、6世紀中～後期頃と判定された。

墳丘構築の基盤面とした反射像(a)に基づいて、古墳の盛土施工規模を推定すると、図一11に示すように、墳丘最大長約75m、前方部最大幅50～55m、後円部最大径約43m、高さ7～8mと見積ることができた。これは、発掘の結果と比べても大きな違いはなかった。

図一4 (②測線) および図一5 (③測線) において、(a)で示される墳丘構築の基盤面からの反射像は、図の左側の南西から右側の北東に向かって傾斜した様相を示しており、傾斜した地山の上に盛土を積み上げていることがわかる。

発掘結果からも、墳丘は南西から北東に傾斜している地形を利用して築かれていることが確認され、探査結果を裏付けている。したがって、墳丘の上段丘は、すべて盛土であるが、墳丘下段丘の盛土の厚さは、斜面を利用していることによって、必然的に斜面の下方にあたる北東側で厚く、逆に上方にあたる南西側で薄くなっている。発掘調査報告書によると、下段丘盛土の厚さは、墳丘の北側で1.0～1.3m、東側で0.7～1.2m、南側で0.2～0.5m、西側で0.5～1.0mと記されている。また、墳丘下段丘の盛土は、周溝を掘りこんだ土を用いて築かれていることが判明している。

(2) 墳丘下段丘の張り付け盛土跡

上下二段築成となっている墳丘の内部において、図一3～図一5 (①測線～③測線) の(b)に示すように、こ

の反射像は、墳丘上段丘の斜面が上段丘の裾からそのまま墳丘下段丘内部に食い込んで、墳丘構築の基盤面に接続しているような形態を示している。

このような反射像が墳丘側面にあたるいずれの箇所においても、同じように検出されたことから考えると、墳丘のほぼ全周にわたって、墳丘下段丘上面のテラス面を造作している部分の盛土は、後に、側面から張(貼)り付けるような形に地山の上に盛土されたものと推定することができる(図一11参照)。したがって、これは、当時の段築のつくり方を示唆する特徴的な反射像ということができる。この点については、発掘の深さが墳丘表面までと限られていたため、明確な確認はされていないが、これを肯定するような発掘資料が発見されることが期待される場所である。

(3) 墳丘上段丘の版築状盛土跡

図一3～図一5 (①測線～③測線) に示すように、墳丘上段丘全体にわたって、その内部には、レーダーの探査深度(約3m)までの間に、レンズ状ないしは平行に走る多くの反射像がみられる。一方、周溝の外側部のように、人手が加わっていないと考えられる部分においては、反射像がみられるのは、表土に当る浅い部分(深度1m程度)のみである。これらの状況を比較するとき、墳丘上段丘における反射像は、人為的なもので、重層的な土層境界面であることが考えられ、これは、異なった土質を交互に重ねるように盛土を積み上げた結果か、あるいは土を断続的につき固めながら強固な墳丘を構築しようとした跡であるとみられる。

発掘調査に際し、墳丘崩落部分の観察から、墳丘上段丘は、黒色土やローム土を互層にして、墳丘強度を高めるような施工をしていることが確認されていることから、そのような墳丘構築状況を映し出したものと解釈するのが妥当であろう。

(4) 周溝跡の規模と形状

図一3～図一6 および図一8 (①測線～④測線および⑦測線) に示されている(d₁)～(d₈)の箇所において、周溝跡とみられる明瞭な凹み状の反射像が検出された。これは、現地形からほぼ予想されていた位置である。この反射像の形から見ると、周溝の幅や深さ、掘込みの形状は一律ではなく、場所によって差異が認められる。

発掘調査の結果においても、周溝の幅や形が古墳の主軸線に対して対称になっていないことが本古墳の特徴として確認されており、土層断面図と対比するとき、レーダー探査の結果と発掘調査の結果との対応関係が良好であることがわかる。

図一4 および図一5 に示したように、古墳北側の周溝

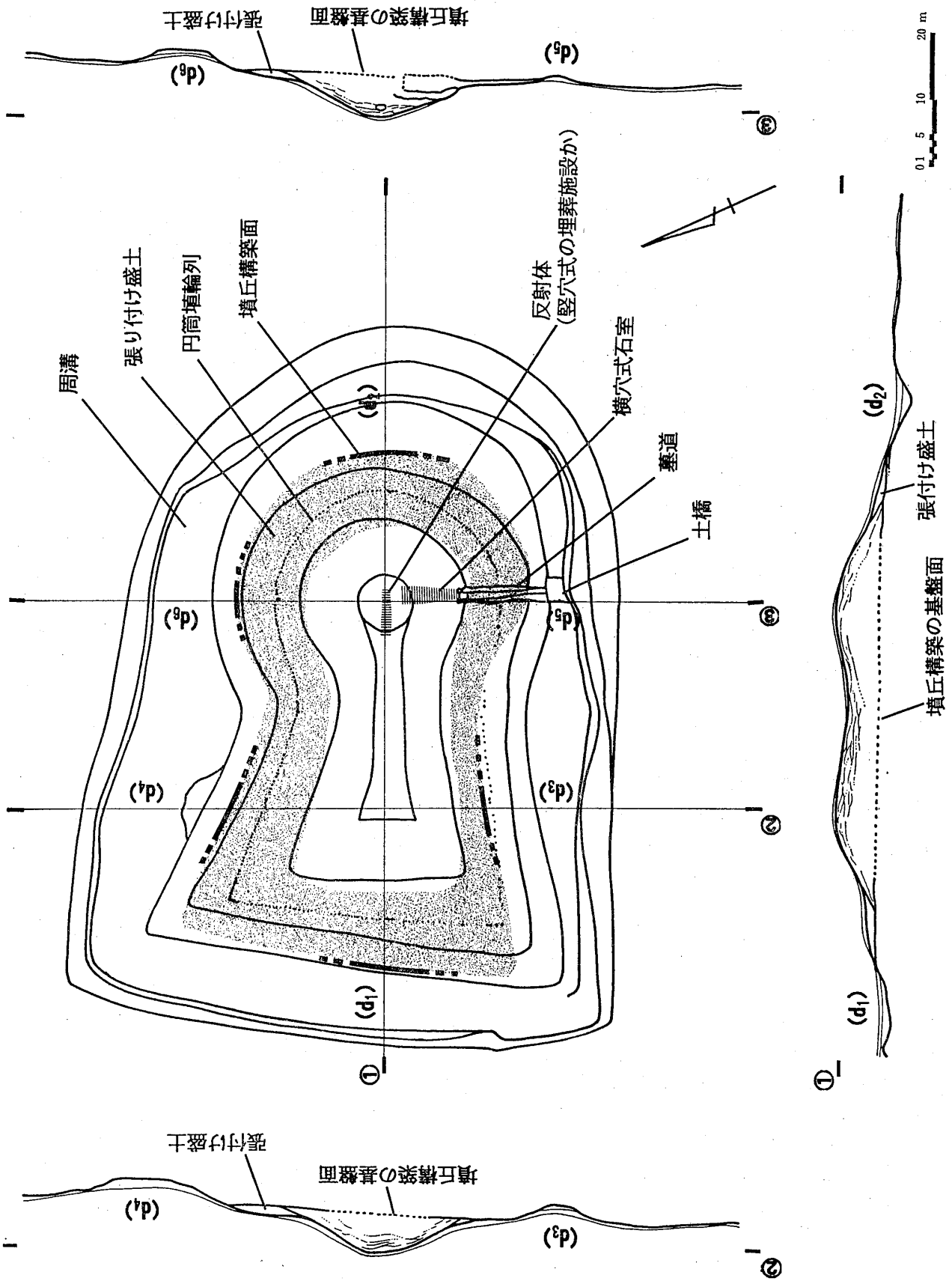


図-11 発掘調査とレーダー探査による墳丘構造推定図
 Fig.11 The structure of the mound estimated by excavation and ground penetrating radar exploration.

(d₄) および (d₆) は、深さが1 m前後と浅く、掘幅は約10 mと広く、掘底はほぼ平坦なU字形になっている。これらに対し、南側の周溝(d₂) および (d₃) は、掘幅がかなり狭く(5 m弱) になっていることがうかがえる。後円部東側の周溝(d₂) (図-3) では、掘底までの深さが出検された周溝の中では最大で、V字状に掘りこまれた溝の最深部は、レーダーの記録では約1.5~2 mに及ぶものと判読でき、発掘によってもそれが裏付けられている。

また、レーダー探査の結果からは、周堤の外側を画するような遺構の跡を見つけたことはできなかったが、発掘の結果も同様であった。

なお、周溝内の覆土としては、1108年降下した浅間B軽石 AS-B を含む暗褐色ないしは黒褐色の土が、墳丘から崩落したと思われる土とともに、数10cmの厚さに堆積していることが明らかになっている。

(5) 横穴式石室

図-5に示す③測線上の(f) および(g) の箇所に見られる強い反射像は、横穴式石室の位置するところに当り、この石室の石組を捕捉したものと考えられる。これらの反射像の深度からみて、(f) は石室の天井石上面からの反射に相当すると考えられ、(g) は石室の天井下面からの反射に相当すると考えられる。さらに、この記録から判読される横穴式石室の長さは、約8~9 mと推定された。

4・1において述べたように、この石室は1878年に開口され、その存在はわかっていたものであるが、この横穴式石室は、巨大な安山岩を用いて構築され、内部の長さ8.5 m、奥壁内部の高さは約2.3 m、幅は約2.6 mであること、また、石室の床面が地山をやや掘り込んで造られていることが、今回の発掘調査によって明らかになった。

上記のレーダー探査および発掘調査の結果に基づいて石室の断面を描くと、図-5の下段の図に示すようになる。

レーダー探査による記録からは、石室の床面や石室周囲の地山の面は不明であるが、図-5に示す(a) (地山上面からの反射像) を石室の方へ延長すると、石室の奥壁面にぶつかることが推定される。これは、石室が地山を掘り込んで造られていることを示していることになり、発掘調査の結果と合致し、この古墳築造の特徴の1つと考えられる。

(6) 墓道と土橋の存在

図-9 (⑩測線) の(i) 箇所および図-10 (⑫測線) の(j) 箇所に示すように、周囲とは異なる反射像が検出されている。この二つの箇所を平面図上で結ぶと、横穴

式石室の入口方向に向かって延びていることになる。

また、図-9の下段は墓道の断面である。上段の記録の上ではあまり明瞭とは言えないが、(i) の箇所に、この溝状の遺構の凹みを捉えている。発掘調査が実施される前において、この記録のみによる解釈の段階では、後世に多くの人々が歩いて地盤が固くなった道の跡ではないかと予想していたが、発掘調査の結果は、この箇所から石室の入口に通じる溝状に地面を掘り込んで造られた墓道と考えられる遺構であることが判明した、墓道底面の深さは0.8~0.9 mである。

さらに、図-9に示す(j) 箇所は、上記の墓道の延長上にある周溝部にあたり、掘の底部が浅く、その周辺に比べると高まりとなっていて、発掘調査の結果、土橋になっていることが判明した。

発掘調査によって判明した石室の実態や周溝部に土橋の存在などと併せてみると、被葬者を埋葬するときの儀式に関連する遺構と考えることの妥当性は明らかである。

この部分は、現地形や測量図をみると、周溝の中でもっとも高く、盛り上がりを見せている箇所である。したがって、この土橋の部分に見られるやや凹み状の反射像(j) は、土橋の内部に存在することになり、解釈に苦しむところである。この反射像の解釈については、土橋築造となんらかの関わりがあるものと考えられるが、後日の発掘調査の結果を待つことにする。

(7) 葺石の有無

葺石が斜面全体に葺かれていたことを示すような反射像は認められなかった。発掘調査によっても、葺石はみつかっていない。

(8) 埴輪列

発掘調査によって、円筒埴輪列の破片が、特に密集していた箇所には、地下レーダーの記録にも凹みや地盤の乱れる示す反射がかすかに判読できる。おそらく、これらの反射像は、埴輪の破片あるいは埴輪を据え付ける際の掘り込みを反映したものであると思われるが、レーダーの記録だけからの判読はむづかしいであろう。

(9) もう一つの石室の存在の可能性

図-5 (③測線) の(e) に示すように、後円部墳頂付近において、深度1~2 mのところ埋蔵物が存在することを示す極めて強い反射像が認められる。この反射の強さは、さきに述べた石室の天井石上面からの反射よりも強いものである。一方、図-3に示す①測線においても同一埋蔵物からの反射と思われる像が現れている。

この両測線における記録によれば、埋蔵物と考えられる物体の領域は古墳の主軸方向に長い。すなわち、東西

約5m、南北約2m程度の広がりをもつことが判読できる。この反射像は、開口している横穴式石室の反射像とは明確に独立しているため、もう一つ別の埋葬施設、たとえば、竪穴式石室が存在する可能性を考慮することができる。しかしながら、発掘調査はこの深さまで及んでいないため、いまのところ、その実態を確認することはできない。

4・5 要約

以上の共同調査の結果を踏まえ、後二子古墳の墳丘構造の特徴を要約すれば、この古墳が古墳時代後期の前方後円墳であることを色濃く反映しているという点が挙げられる。一言で言えば、節約されて造られた墳丘であるといえる。

図一11は、前橋市教育委員会の発掘調査結果とレーダー探査の結果を総合して、墳丘遺構の構造の概要を推定したものである。後二子古墳の墳丘の上段丘は、全て盛土から成っているのに対して、下段丘は自然の地山を整形し、張り付け盛土を施すことによって造成している。前期から中期の一般的な前方後円墳に比べて、上段丘の大きさの割には下段丘上面のいわゆるテラスの部分が極めて広がっている。ここを埴輪列が一行で巡っており、墳丘の斜面に葺き石は施工されていない。

古墳の平面形はシンメトリーではなく、周溝のつくりも一様ではない。横穴式石室は地山の斜面を掘り下げて造られていて、石室石組の上面を下げることによって、墳丘上段丘の盛土土量を減らすことを意図したことがうかがえる。また、南から北へ傾斜している斜面を利用していることから、南側から眺めるよりも、北側あるいは北東側から眺めた方が雄大に見えるように意図的に製作されたことが予想される。

埴輪の設置状態においても、墳丘の東から北側で間隔が狭く密に据えられているのに対し、西から南側では疎になっていることも発掘によって報告されており、上記のことを裏付けている。

横穴式石室の入口に接続する墓道が溝状に掘り込まれていることは、横穴式石室が墳丘上段丘のテラス面より一段掘り下げて造られていることと関連しているものと思われるが、このような墓道は、同じ群馬県内においても、他に4例ほど確認されているということである。

一方、レーダー探査によって後円部墳頂付近に検出された強い反射像が、この古墳のもう一つの埋葬施設であるかどうかについては、確認されていないのでなんとも言えないが、記録自体はこれが竪穴式石室であると言っても全く問題がないほど鮮明である。一つの古墳に複数

の埋葬施設が発見される例は多い。もしも、これが竪穴式の埋葬施設であれば、後二子古墳の築造時期や追葬など、この墳丘のたどってきた過程にもかかわってくる問題であり、その実態について、できるだけ早い時期に確認されることを期待する。

5 あとがき

墳丘とその周辺部を、発掘調査と対応してレーダー探査を実施するという今回の試みは、地下レーダー探査が石室などの埋葬施設の存否の調査のためだけでなく、古墳の他の遺構に対しても広く適用性を有していることを明らかにした。

とりわけ、墳丘構築の基盤面と盛土内部の土質境界面を捕捉し、墳丘の造成についての提言ができたことは重要である。古墳築造に際して、たとえば、丘陵脊梁部や斜面がどのように削りだされて成形され、どのような段取りで盛土がほどこされたかというようなことについて、必要な探査深度が確保できれば、その様子を推定できる糸口が掴めたことになる。

これまで、発掘調査が墳丘の築造過程を詳細に復元するためのほとんど唯一の方法になっていた。しかしながら、今回の調査で示したように、最小限のトレンチ発掘と地下レーダー探査の結果を比較対照して、その関連を明らかにし、そこから全体にわたって得られている地下レーダー記録を判読することによって、直接発掘されていない墳丘内部の状態や周辺部の土質境界面の大略を把握できることを実証することができたことは、これからの古墳調査のあり方を考える上で大きな意味をもっている。

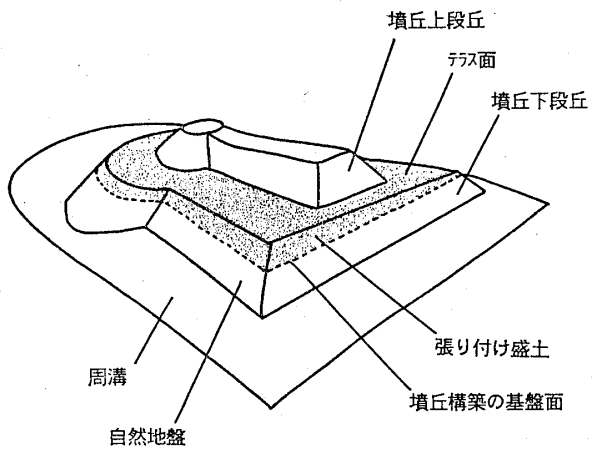
限定的発掘と地下レーダー探査を並用する手法は、単に石室のある場所などを捜し出すための先導役としてだけでなく、特に、墳丘の保護を優先的にし、限定された発掘資料を最大限に有効に活用しようとする場合には、多くの古墳調査において、発掘のパートナーとしての役割を担うことが可能になるであろう。

参考文献

- 早田 勉(1991):内堀遺跡群下縄引遺跡のテフラと地割れ,前橋市教育委員会『内堀遺跡群発掘調査報告書』付編)
- 前橋市埋蔵文化財発掘調査団(1991):内堀遺跡群IV大室公園整備事業に伴う埋蔵文化財発掘調査概報
- 前橋市教育委員会(1992):大室公園史跡整備事業に伴な

う 範囲確認調査概報 I 後二子古墳 小二子古墳

付 図



後二子古墳概念図
 Outline view of the Ushiro-Futago Burial Mound
 (Keyhole-shaped mound constructed in two stages).