

高松塚古墳発掘調査の概要

2005年4月8日

(独)奈良文化財研究所 飛鳥藤原宮跡発掘調査部

奈良県立橿原考古学研究所

明日香村教育委員会

1 発掘調査の目的と調査経過

A 調査目的： 「国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策」検討の一環として、以下の目的で特別史跡高松塚古墳の発掘調査を実施した。

- (1) 墳丘の現況（木根や版築の損傷、墳丘の変形状況）が壁画保存にどう影響を及ぼしているか、それらの相関関係を追求する。
- (2) 築造当初の古墳の規模、形態、構造（周溝の有無など）を明らかにし、古墳の埋没状況が壁画保存に与える影響を究明する。
- (3) 丘陵を開削してどのように古墳が構築されているのか、古墳の築造方法を解明し、築造時の排水処理計画を明らかにする。

B 調査対象地： フェンスに囲まれた史跡指定地内（第3～9図）、及び北・東・西に隣接する未指定地（第10～12図）の計710㎡を発掘調査した。

C 調査期間： 平成16年9月に覆屋の建設と草刈りなどの調査準備をおこない、同年10月1日から発掘調査を開始し、平成17年3月31日に調査を終了した。

D 調査体制： 文化庁の委託を受けた（独）奈良文化財研究所（飛鳥藤原宮跡発掘調査部）が、奈良県立橿原考古学研究所・明日香村教育委員会と共同して発掘調査を実施。

E 調査方法： 石室内の壁画に、雨水や日照による温湿度の急激な変化の影響を与えないように、南北17.7m×東西26.4m、高さ11.8mの仮設覆屋を建設し、その内部で発掘調査をおこなった。（第2図）

F 調査経過：	竹根の除去と表土搬出	平成16年10月1日～10月26日
	墳丘版築土の検出と精査	〃 10月28日～11月16日
	墳丘測量	〃 11月24・25日
	作業部会の現地検討会	〃 11月30日
	墳丘裾回りの調査	〃 11月16日～12月24日
	昭和47年トレンチの再掘	〃 11月16日～12月2日
	指定地外のトレンチ調査	平成17年1月6日～1月14日
	周溝の調査	〃 1月27日～2月24日
	検討会委員・作業部会委員の現地視察	〃 2月7日～2月9日
	報道発表	〃 2月22日

現地説明会の開催	〃	2月27日
墳丘の断ち割り地震痕跡の調査	〃	3月1日～3月18日
報道発表	〃	3月16日
北側隣接地の面的調査	〃	3月2日～3月22日
墳丘部の埋め戻し復旧作業	〃	3月23日～3月28日
(第13～15図)		
西側隣接地の調査	〃	3月23日～3月31日

2 過去の発掘調査

- A 壁画発見時の調査：昭和47年3月におこなわれた明日香村と橿原考古学研究所の発掘調査により、石室内に描かれた男女人物群像、四神、日月、星宿などの壁画が発見。調査は墳頂部にある中世の盗掘坑を再発掘し、石室南側石を壊して侵入した盗掘坑から、石室内に壁画が存在することを確認した。壁画発見は大ニュースとなり、その重要性に鑑み、応急保存対策ならびに恒久保存対策を文化庁が実施することになる。壁画発見後、村と橿研は墳丘の規模や構築法を確認するため、墳丘東側と北東側に2本のトレンチを入れ、断ち割り調査を実施(昭和47年4月～5月)。以上の発掘調査成果は、同年10月25日刊行の『壁画古墳 高松塚 調査中間報告』にまとめられている。
- B 保存施設建設に伴う調査：昭和47年の発掘区を利用する形で保存施設の建設が決まり、保存施設建設に伴う発掘調査を文化庁が主体となり、奈良国立文化財研究所と橿原考古学研究所、明日香村が協力して実施。昭和49年8月に機械室部分、同年11～12月に前室部分の調査をおこなった。また空調用電気ケーブル埋設に伴う事前調査を、昭和50年9月に実施した。

3 発掘調査の成果

今回の調査成果の概要を、調査目的に沿って以下にまとめる。

(1) 墳丘の現況と壁画保存の相関関係の追求

A 整備・埋め戻し状況：

墳丘整備時の盛土を表土下で検出し、昭和49年の整備状況と、埋め戻された昭和47年の発掘区を確認した。整備に伴う墳丘上の盛土厚は30cm前後で、5cm前後の厚さで版築状につき固められている。墳頂部の旧発掘区は、東西2.5m、南北3m以上の規模である。壁画の保存環境に配慮し、今調査では掘り下げなかったが、墳丘上と同様に入念な埋め戻しが推測される。

B 竹根：

盛土は旧表土上に直接盛られており、伐採された竹の根本が盛土中に埋め込まれたために、後に腐朽して筒状の空洞を数多く生じている。

整備の盛土上にも新たに竹が繁茂し、新旧二時期の竹の繁殖面が一体化し、厚さ35cmの腐植土層を形成する。

竹根が腐朽して生じた空洞は、深いもので40cm、最深で60cm程度であるが、石室は墳頂下2.5mに位置し、石室への直接的な影響は考えられない。

C モチノキの木株：

墳頂部3カ所にモチノキの木株が存在する。特に石室北東隅近くにあるモチノキの木株は、径50～60cmを測り、径15～25cmの太い根が版築土中に深く根をはる。発掘ではその深さや行き先を確認することはできず、石室への影響は不明。

D 墳丘封土の損傷：

昭和47年時点では、墳丘北東部と西部にミカン畑が広がり、墳頂部の北東に1m近い段差（弦長8m、幅1.6mの弓形のテラスを形成）が存在した。この段差は昭和49年の整備時に埋め戻されているが、石室の北東隅から1m強の近距離に位置する（第16・17図）。

墳丘北東部は、さらに昭和47年時点で既に埋没していた段差（中・下段）があり、全体で3段の階段状に削りこまれている（第9・16・18図）。

中・下段の掘削面から中世の土器（瓦器）が出土し、掘削時期は中世に遡る可能性が高い。中世以降の掘削は、墳丘の北から東半部に及び、墳丘を大きく改変している。これは耕地等の拡大に伴い、封土を蚕食した結果とみられる。

また西側は、後世の畑地造成に伴う1m近い地下げによって、封土は完全に失われ、基盤の砂礫層が露出する（第7図）。

墳丘の断ち割り調査により、地震に起因するとみられる地割れや断層などを20カ所で確認した。地割れ痕跡は、墳丘版築層の断面で縦方向の筋状の土層（幅5cm前後の軟質の暗黄褐色土層）として確認できた。この土層は、縞状につき固められた版築土とは明瞭に異なり、地割れで生じた空隙に、版築の崩壊土や流入土が充満したものと考えられる（第19・20図）。

地割れ痕跡をはさんで、左右の版築層が上下に3cmほどずれている箇所があり、地震によって生じた断層の可能性が高い（第19図）。

昭和47・49年の調査時に、石室南閉塞石の南2.9mの地点で発見した版築の断層は、昭和47年段階では版築の堰板痕跡と考えられ、昭和49年には断層風陥没部分として報告されたが、今回の調査成果により、この断層も地震痕跡である可能性が高まった（当時の土層実測図や写真などの調査記録を見ると、土層の陥没範囲は墳丘の表土直下で幅135cm、石室底石底面レベルで幅55cm、深さ2.6mにおよび、20～40cmの版築の陥没が認められる）（第21・22図）。

（2）築造当初の古墳の規模、形態、構造（周溝の有無など）の解明と、古墳の埋没状況が壁画保存に与える影響の究明

A 古墳の規模・形態・構造：（第16～18図）

古墳の規模と形態は、昭和47年の調査成果をもとに、直径16mもしくは18m、高さ5.4mの円墳と考えられてきた（『壁画古墳 高松塚』では、その周囲に径20mの基盤を想定している）。

今回、新たに墳丘裾をめぐる周溝を発見したことにより、直径23mの円墳となることが判明した。また墳丘の削平状況や、版築層の観察から、墳丘が上下二段に分かれ、上段の径は18mになる可能性が高い（現存する墳丘径は、削平により15mに小型化する）。

高さは、北の周溝底面から3.6m、東の周溝底面から4.5m、西の畑地削平面から6.1mである。南は、昭和47年時点には谷水田が広がり、水田面から見上げた高さは8.5mと報告されている。

B 周溝：（第8・9・16・17図）

北から東の墳丘裾部をめぐる周溝を総延長約 16m 確認した。周溝は北東部で、幅 2.5m、深さ 0.7m を測る。溝底は南に向かって下降しており、地形の高い北（北北東）を起点に、墳丘裾にそって東西に溝を巡らせ、尾根筋や墳丘から流下した雨水を丘陵下へ排水した施設と考えられる。西側の周溝は、畑地造成によって完全に削平されている。

周溝から出土した遺物は微量であるが、奈良時代中頃（8 世紀中頃）から後半（8 世紀後半）にかけての土器があり、それ以降に埋没したようである。

（3）丘陵を開削してどのように古墳が構築されているのか、古墳の築造方法と、築造時の排水処理計画の解明

A 背面の丘陵部の調査：（第 10・18 図）

丘陵の開削状況を把握するため、指定地の北方と東方の調査をおこなった。

北側の丘陵は現地地表直下が灰白色の粘土層の地山となる。古墳築造時に、この粘土層を緩傾斜で整形しているが、斜面は中世の掘削により複雑な形状を呈している。

東トレンチの状況も同様で、灰白色の粘土層を緩傾斜に整形している。

B 古墳の築造方法：（第 17・18 図）

古墳は、南東から北西方向に延びる丘陵の南緩斜面中腹に築造されている。東に小さな谷状の窪みをもつ丘陵の小突起を利用して築造されており、背面の丘陵を開削して、傾斜面で囲まれた平坦な古墳の基盤面を造っている。基盤面は、北端部に地山を削り出した高まりが残るものの、他は南に緩く傾斜し、斜面下半に褐色粘土を積み上げ、石室位置を平坦に造成する。墳丘の盛土は、過去の調査で、石室の組み立て工程に応じて第 1 次から第 3 次の版築をおこない、石室を被覆した上で、墳丘土を盛ったことが明らかにされている。

今回確認した版築は、墳丘下半部では土を 3～5 cm 前後の厚さで入念につき固めている。

調査区の南東部で、近現代溝に削られた墳丘土を精査した結果、版築の工程や積み方の一端を明らかにすることができた。

調査区東半部の谷状の窪みに、7 世紀中頃から後半期にかけての遺物包含層が存在し、この包含層の上面を削って版築がおこなわれている。

版築面の下には、古墳の基盤面成形時に削平された下層遺構が存在し、掘立柱建物の柱穴の一部を確認した。

C 排水処理計画：

墳丘裾をめぐる周溝以外に、終末期古墳に特有の礫を充填した暗渠施設（キトラ古墳、マルコ山古墳、中尾山古墳、石のカラト古墳などで確認）は、調査区内では確認できなかった。

（4）出土遺物

土器が少量出土したが、中世の土器（瓦器）が大半を占め、古代の土器は僅少。古墳の下に広がる遺物包含層から 7 世紀中頃～7 世紀後半の土器が、版築の最下層から藤原宮期（694～710 年）の須恵器が出土し、古墳の築造時期を推定する有力な手がかりが得られた。

4 発掘調査成果のまとめ

調査によって墳丘の規模や形態をはじめ、古墳の築造方法や壁画の保存環境の一端が明らかになった。以下に得られた成果を要約する。

墳丘裾をめぐる周溝を発見したことにより、従来不確定であった古墳の規模と形態が明らかになった。古墳は下段が直径 23m、上段が直径 18mの二段築成の円墳となる可能性が高い。判明した墳丘規模は、昨年、墳形が六角形であることが明らかになったマルコ山古墳の規模（下段の対角長 23.6m、上段 18m前後）に近い点が注目される。

墳丘の築造時期は、版築最下層から出土した土器から、藤原宮期（7世紀末～8世紀初頭）を中心とした時期と推定される。

墳丘は中世以降に大きく削られており、築造当初の姿を失っている。この改変は、出土土器から、12世紀の後半を中心に、13世紀代にかけておこなわれたと推定できる。

過去の緊急保存対策に伴う調査によって、墳丘北東部の土中水分が他の箇所よりも多く、含水率の高い土壌分布が指摘されてきたが、今回の発掘調査により、その原因を具体的に解明することができた。

墳丘北東部の土中水分の多い理由は、古墳が築造された丘陵地山の土層構造に起因すると推測される。すなわち古墳の背面に、透水性の低い灰白色粘土地山が存在し、この粘土層にそって雨水が南方に流下し、粘土層を切って据えられた石室に水分を供給している可能性が高い（旧トレンチの南北断ち割り部において、墳丘下の地山粘土と砂層が青灰色に酸化変色しており、この部分の滞水性の高さを肉眼でも観察できる）。

さらに、古墳の西半部は、後世の畑地造成に伴う地下げによって、下段の墳丘封土や粘土層が失われ、削平面に透水性の高い砂礫層が露出する。しかも削平面は石室底石よりも低位にあるため、北の丘陵側から流下した雨水は、版築盛土に浸透することなく、丘陵下に排水される。これに対して古墳の東半部は、古墳の周溝が埋没した後に、墳丘の崩壊土や腐植土が 1m以上堆積して平坦化し、水はけの悪い環境を生じている。このため墳丘や北・東方の丘陵斜面から流下した雨水が滞留し、版築盛土に浸透する結果となっている。

また、地震に伴う墳丘の亀裂や断層が多数発見され、これまで版築の堰板痕跡と想定されてきた昭和 47・49 年発見の墓道部の溝状遺構（土層陥没）も、地震による断層と推定できるようになった。これらの地震痕跡は、過去に周期的に発生した南海地震の痕跡とみられ、地震に伴う亀裂や断層が墳丘の各所に存在する可能性が高い。

墳丘に損傷を与えた地震に関しては、現地を視察した「国宝高松塚古墳壁画恒久保存対策検討会」委員の京都大学防災研究所三村衛助教授と、地震考古学の専門家である産業技術総合研究所寒川旭主任研究員の所見（別添資料）を参照のこと。

墳頂部にはモチノキの木株が 3カ所に存在し、現在も墳丘内に深く根を張る。また記録によると、江戸時代に高い松の木が存在し、昭和 10 年代には藤の木が存在したが、今回の発掘調査ではその痕跡を確認できなかった。植物は、軟質土が充満する地震痕跡の亀裂にそって、根をはる状況が確認されており、こうした亀裂が雨水の浸透や、石室内への虫の進入経路となっている恐れがある。

以上、今回の発掘調査により、高松塚の築造時の規模や形態、構造などが明らかになるとともに、後世の墳丘の改変や地震による墳丘の損傷状況が明らかになり、古墳の埋没環境や古墳が築造された丘陵の土層構造などが、複合的に壁画保存環境へ影響を及ぼしている可能性が明らかになった。



第1図 発掘調査前の高松塚



第2図 調査用覆屋の建設風景



第3図 シート下の土囊の積み上げ状態



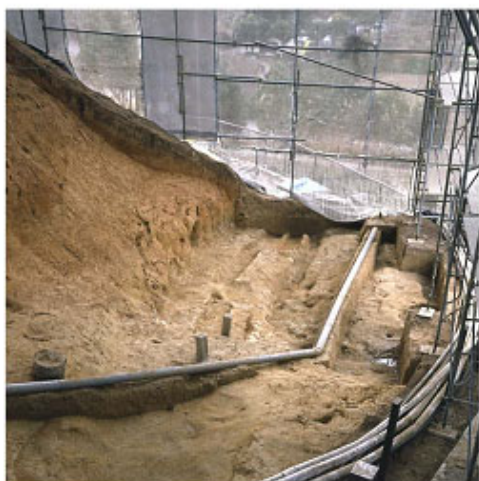
第4図 墳頂部（昭和47年発掘区の埋め戻し状況）



第5図 調査区全景（墳丘北半部）



第6図 調査区全景（墳丘東半部）



第7図 調査区全景（墳丘西半部）



第8図 墳丘の東～北裾をめぐる周溝



第9図 周溝から墳丘1段目の立ち上がり



第10図 北側調査区全景



第11図 西側調査区全景



第12図 西側調査区南半の掘立柱建物



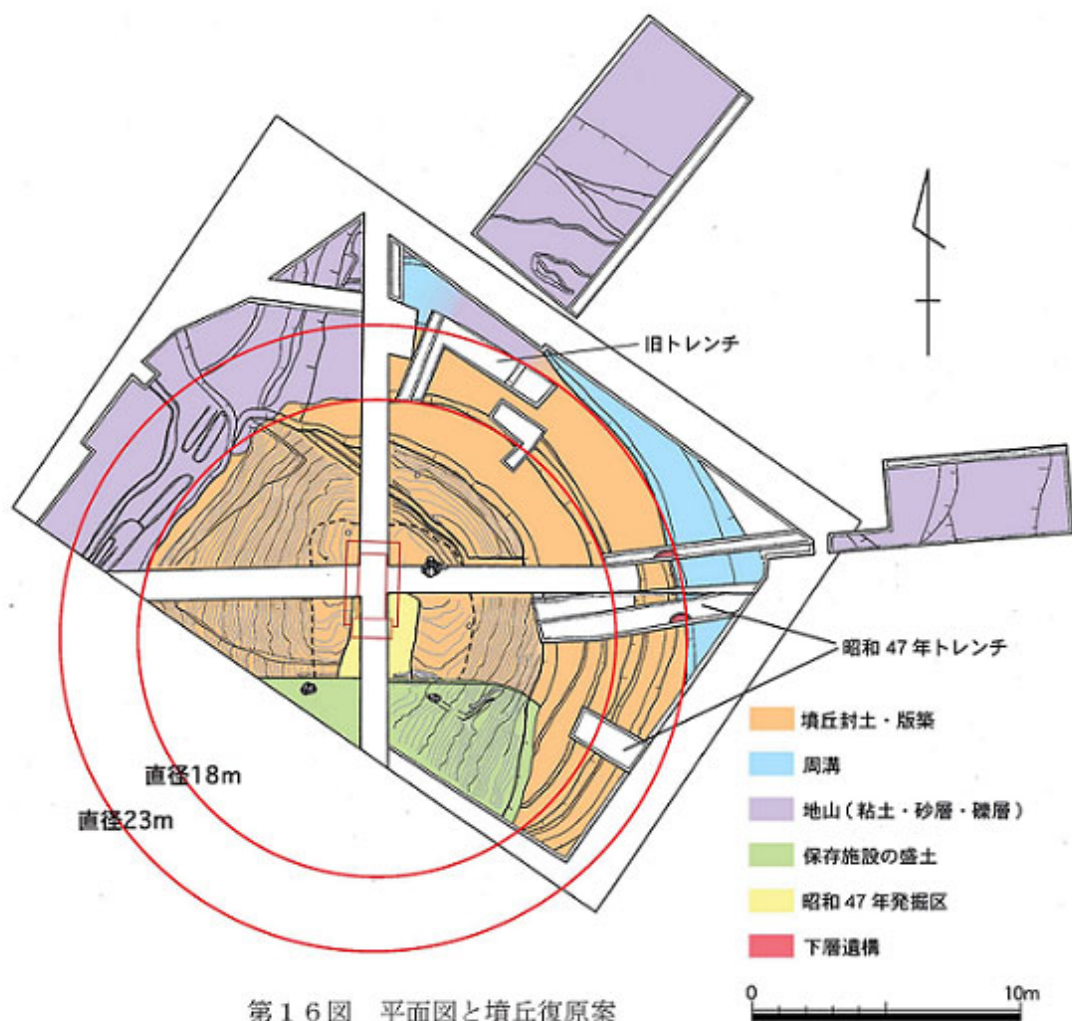
第13図 旧ミカン畑の段差の埋め戻し状況



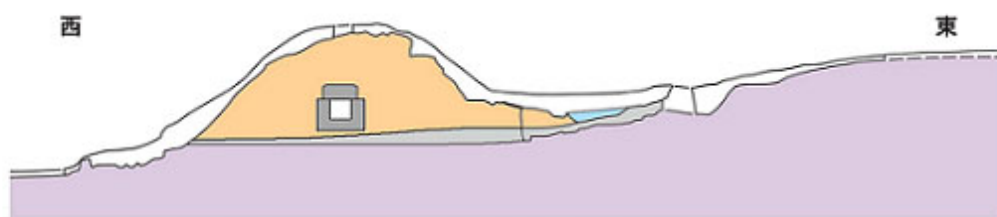
第14図 墳頂部の埋め戻し状況



第15図 墳丘保護用土嚢の積み上げ状態



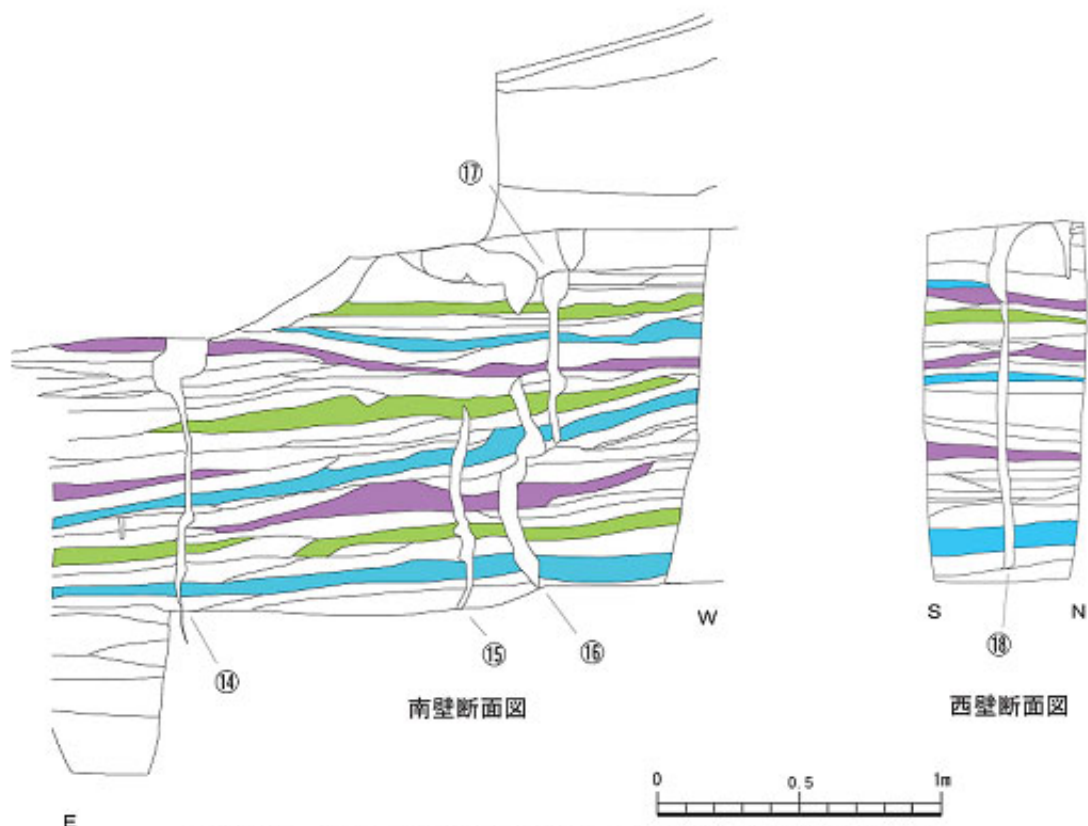
第16図 平面図と墳丘復原案



第17図 東西断面図



第18図 南北断面概念図



第19図 墳丘版築層と地震痕跡（番号は下の写真に対応）



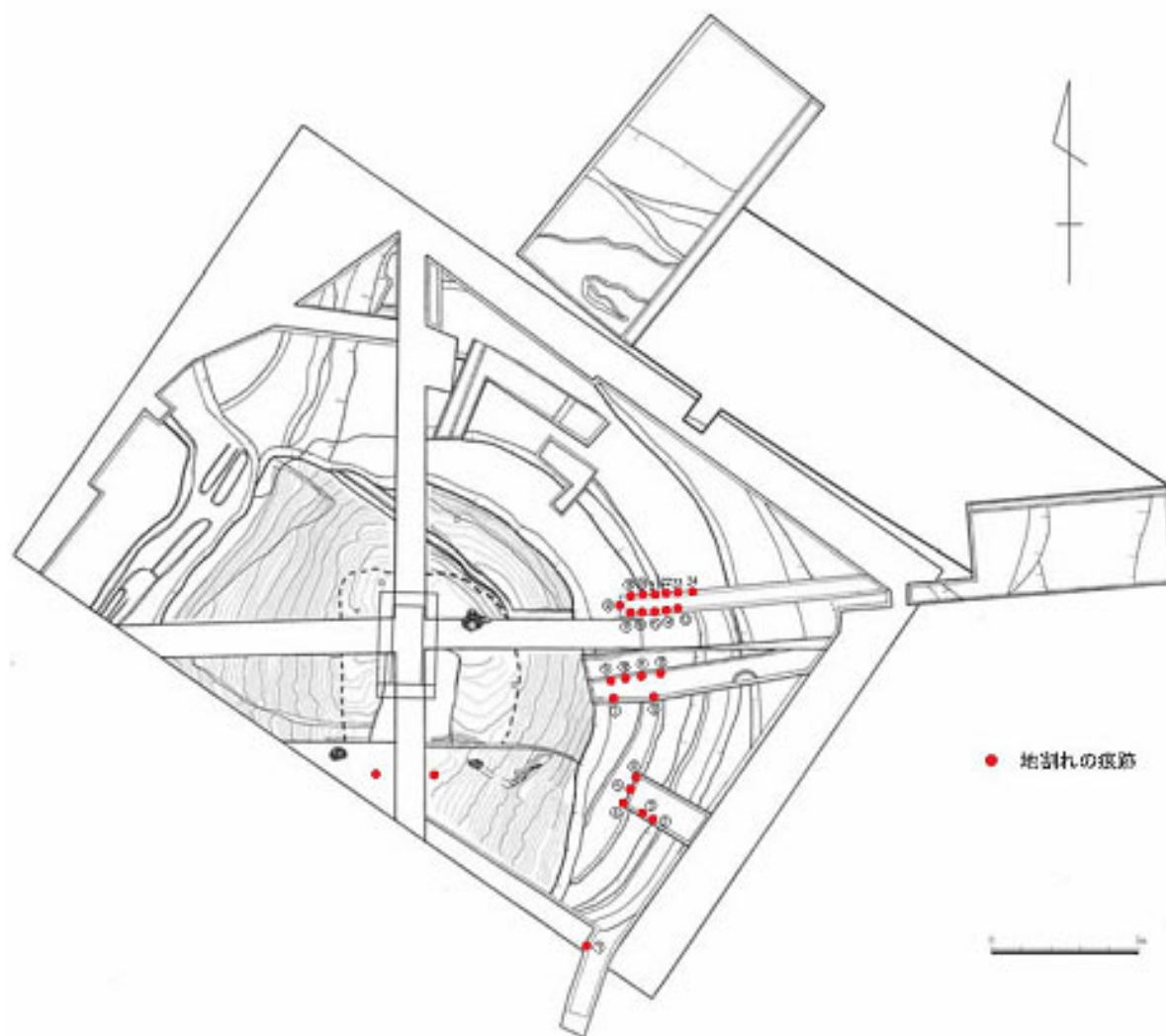
亀裂⑭



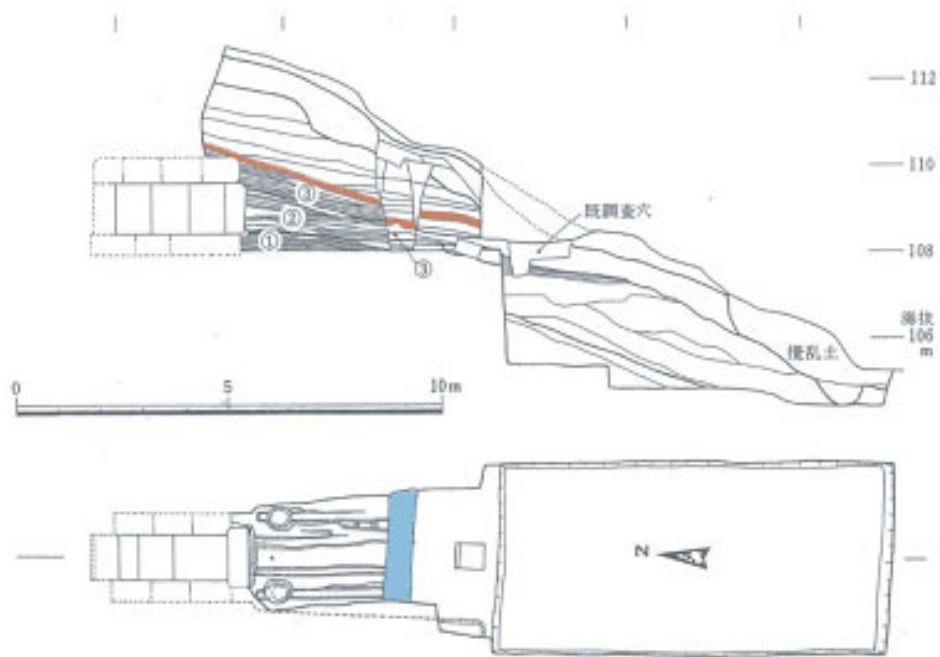
手前から 亀裂⑮、⑯、⑰



亀裂⑱



第20図 高松塚古墳発見の地震痕跡確認箇所



第 2 1 図 昭和49年調査 墓道部東壁土層断面図（上）と平面図（下）



第 2 2 図 墓道部東壁にみられる断層

高松塚古墳の墳丘に見られる亀裂

産業技術総合研究所 主任研究員 寒川 旭

1) 観察結果

墳丘盛土に掘削したトレンチ内で地層を観察した。この結果、最大幅 5cm で東西方向にのびる亀裂が 2 本認められた。亀裂は、墳丘盛土を引き裂きながら、少なくとも 1.3m 以上の深さに達していた。亀裂の両側の盛土層に、上下方向で最大約 3cm の食い違いが生じており、西側が東側に対して相対的に低下していた。また、亀裂内部はシルト～極細粒砂で満たされていたが、これらは、引き裂かれた墳丘盛土から流れ込んだと考えて矛盾はない。

このような亀裂を生じさせる原因として、最も可能性が高いのが地震である。古墳のような高まりに垂直および水平方向の激しい揺れが加わった場合、墳丘盛土が引っ張りの力を受けて引き裂かれ、亀裂が生じることが多い。また、震動を受けて盛土の一部が収縮し、これが原因となって地層に食い違いが起きることもある。さらに進むと、墳丘の一部が地滑りで滑り落ちる。

2) 奈良県南部と南海地震・東南海地震

高松塚古墳が位置する奈良盆地南部は、この古墳が築かれてから現在にいたるまでの期間にも、数多くの地震の揺れを蒙っている。特に、日本列島の南側で、太平洋海底のプレート境界で発生する巨大地震である南海地震・東南海地震(ともにM:マグニチュード8クラス,最大規模が8.6,最小規模が8.0,ちなみに10年前の兵庫県南部地震はM7.3だった)によって、震度5強から6弱程度の揺れが奈良県南部を繰り返し襲っている。記録からわかる南海地震の発生年代は、1946(昭和21)年・1854(嘉永7・安政元)年・1707(宝永4)年・1605(慶長9)年・1361(正平16)年・1099(承德3・康和元)年・887(仁和3)年,そして、『日本書紀』に書かれた684(天武13)年である。

その他、最近では、遺跡に刻まれた地震痕跡を用いた「地震考古学」の成果から、これまで南海地震の記録が無かった1498(明応7)年頃や西暦1200年前後にも南海地震が存在したこと示されている。古墳・弥生時代にも南海地震・東南海地震・東海地震の可能性のある地震痕跡が認められている。

さらに、これまで、南海地震は東南海地震(東海地震)と連動して(ほぼ同時,または,2年以内)に発生してきたことが知られている。(注:南海地震が小さいときには東南海地震と連動,大きいときには東南海地震・東海地震と連動する。ちなみに,最近では,1946年の南海地震は小さく,1854年・1707年の南海地震は大きかった。とりわけ,1707年は東海地震・東南海地震・南海地震が同時に発生し,1854年は東海地震・東南海地震が12月23日,南海地震が12月24日に発生した)。

3) 地震で変形を受けた古墳

奈良県内でも、古墳などに地震の痕跡が検出された事例がある。天理市の黒塚古墳については、石室を構成する石材の一部が放物線を描くような形で石室の空間に崩れ落ちており、水平方向の大きな揺れが加わったことが考えられる。原因として、南海地震・東南海地震が考えられる。天理市の赤土山古墳の場合、墳丘が複数の地滑りによって崩れ落ちており本来の形状が大きく変

わっている(後円部が四角く見えるほど形が変わっている)。また、地滑りで滑り落ちた側に位置する朝顔形および円筒埴輪列も、本来の位置よりはるかに低い位置で検出されている。発掘調査の結果、鮮明な滑り面(そこを境にして滑り動いた境界線)が見られ、墳丘には多くの亀裂が生じていた。地滑りは複数回生じているが、最初の大きな地滑り古墳が築かれた古墳時代前期末なので、当時の南海地震(東南海地震)による可能性が高い。

その他、明日香村の酒船石遺跡では、斉明天皇が築いた石垣が、達磨落としのように崩れ落ちた状態で検出された。滑り落ちた石垣の背後には花崗岩の地山に達する地割れ(最大幅 7cm、深さ 3m 以上)が検出された。崩れ落ちた年代から、『日本書紀』に書かれた 683 年の南海地震による可能性が高い。

最近では、活断層から発生した有史以降最大規模の内陸地震である 1596 年の伏見地震で、今城塚古墳(高槻市)・西求女塚古墳(神戸市)の墳丘が大きく崩れ落ちたことが発掘調査から明らかにされた。

現代の地震については、1927 年に丹後半島を襲った北丹後地震で、震源となった活断層(郷村断層)周辺の丘陵上に築かれた、スガ町古墳群や通り古墳群の墳丘が、地滑りや地割れ(亀裂の規模の大きいもの)で変形したことが、発掘調査で明らかになっている。

4) これから起きる大型地震

南海地震は今後 50 年間に 80%、東南海地震は今後 50 年間に 80~90%の発生確率とされており(政府:地震調査研究推進本部が平成 13 年 9 月 27 日に発表)、いずれも 21 世紀前半に発生する可能性が極めて高い。また、次回は東海地震・東南海地震・南海地震が連動する可能性が高く、地震規模が比較的小さかった昭和南海地震(M8.0)をはるかに上回ると考えられている。つまり、1854 年の安政南海地震・1707 年の宝永地震のように地震の規模が M8.4~8.6 となり、高松塚古墳の周辺地域も最大で震度 6 弱程度の揺れを蒙る可能性がある。

また、南海地震・東南海地震が発生する前の 40 年程度の期間は、様々なタイプの地震(兵庫県南部地震のように活断層から発生する地震など)が多く発生する「地震の活動期」と言われている。近畿地域も兵庫県南部地震を皮切りに、この時代に入っており、すでに 10 年が経過している。このため、南海地震が発生するまでも、高松塚古墳の近隣で比較的小さな内陸地震(M6 クラス以下)が起きる可能性も否定できない。

日本の誇る大切な文化遺産である高松塚古墳の保存を考えるにあたって、これから地震が多くなり、南海地震などの巨大地震の発生が確実視されているので、地震への備えを十分に考える必要がある。次の大きな地震によって、今回見つかったような亀裂が拡大することや、新に亀裂が加わる可能性も大である。また、石室内部の壁面が、南海地震の揺れ(人の立っておれないような大きな横揺れが 2~3 分も続く)で破損することも考慮する必要がある。

3月13日記

高松塚墳丘トレンチに見られる地震の痕跡に関する所見

京都大学防災研究所

三村 衛

発掘トレンチ断面に水平に層をなしている版築を垂直に割るように縦の地層が認められる。雨水の浸透や木の根の貫入によってこのような割れ目が地中深くにまでできることは考えられず、地震による揺れによってクラックが生じ、そこに周囲の土が落ち込んだものとするのが妥当である。割れ目の左右で版築が上下にずれているのが確認できる。突き固められている版築に比べて割れ目に落ち込んだだけの土は軟らかく、緩い状態で存在するため、透水性が周囲よりも高くなり、水みちとなる可能性がある。木の根がこうした柔らかい箇所を狙って張っており、注意しないと根による割れ目と見てしまうこともある。こうした割れ目は現在トレンチ部で複数見つかっており、墳丘全体でみるとさらに多くの同種の現象が起こっていると考えるのが自然である。割れの時期については、墳丘が建設されて以降としか言えず、特定はむつかしいが、プレート境界地震（南海・東南海地震）は90～150年間隔で、飛鳥周辺でも震度5～6クラスの揺れを何度も経験していると考えられる。これらのいずれか、またはいくつかによって亀裂が発生、拡大した可能性が考えられる。これが原因となって墳丘に変状をきたすといったことはなく、墳丘全体の安定性という点では問題はない。しかし、長期的に見れば、南海・東南海地震が30年後以降に起こることが予想されており、これによる新たなクラックの発生や場合によっては墳丘の一部損壊といったことも考えられるので、そうした視点での恒久保存対策が望まれる。