柏原市文化財概報2009－Ⅱ

高井田横穴線刻壁画保存事業報告書Ⅱ
―第３支群５号墳―

平成22（２０１０）年3月
柏原市教育委員会

巻頭写真1　高井田横穴（史跡公園）航空写真

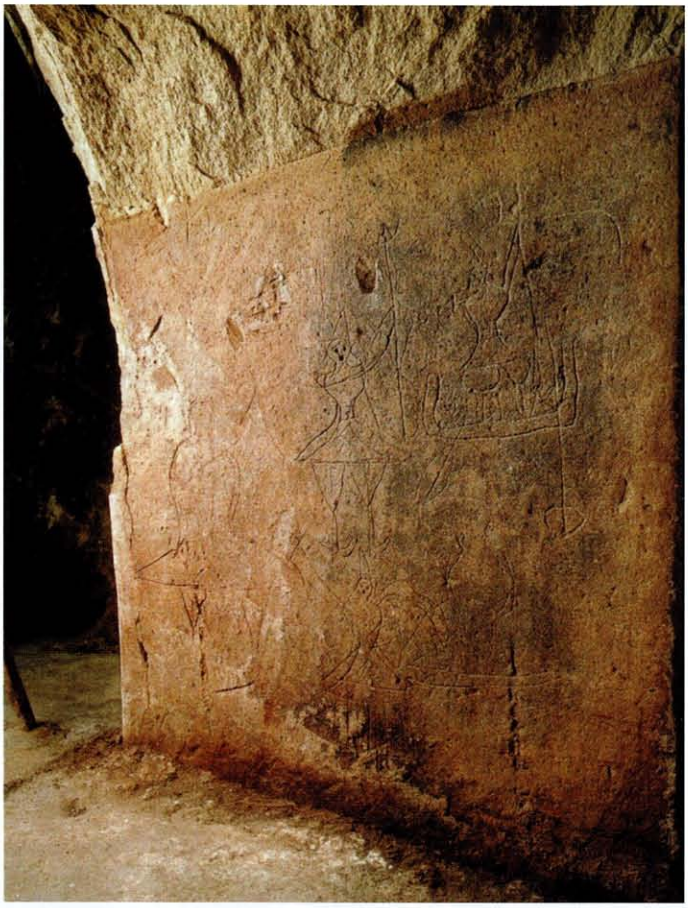
航空写真・1993年（南より）

巻頭写真2　線刻壁画

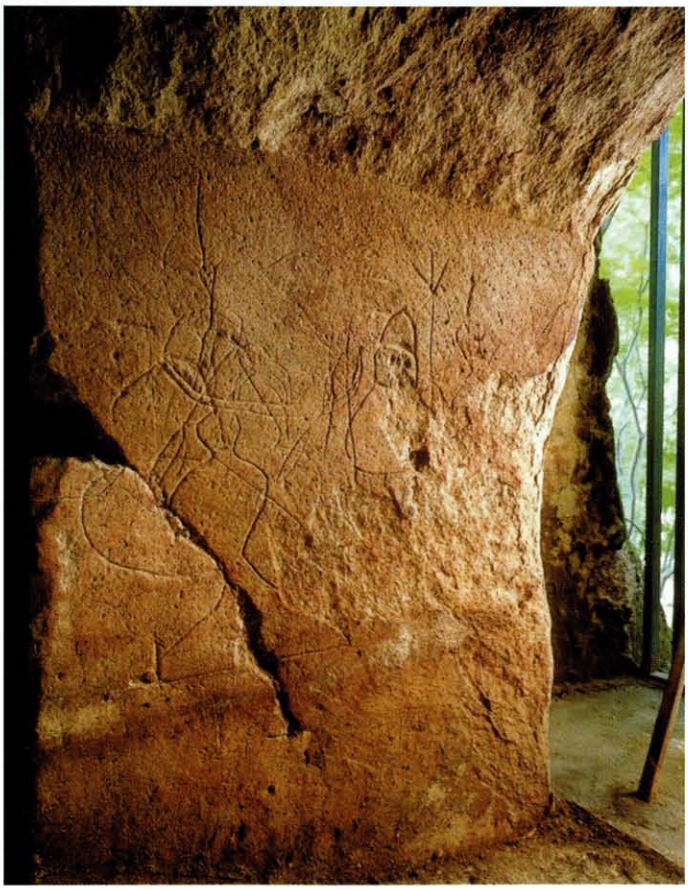
第3支群5号墳線刻壁画

巻頭写真3　羨道部側壁（上は西側壁、下は東側壁）

第3支群5号墳線刻壁画



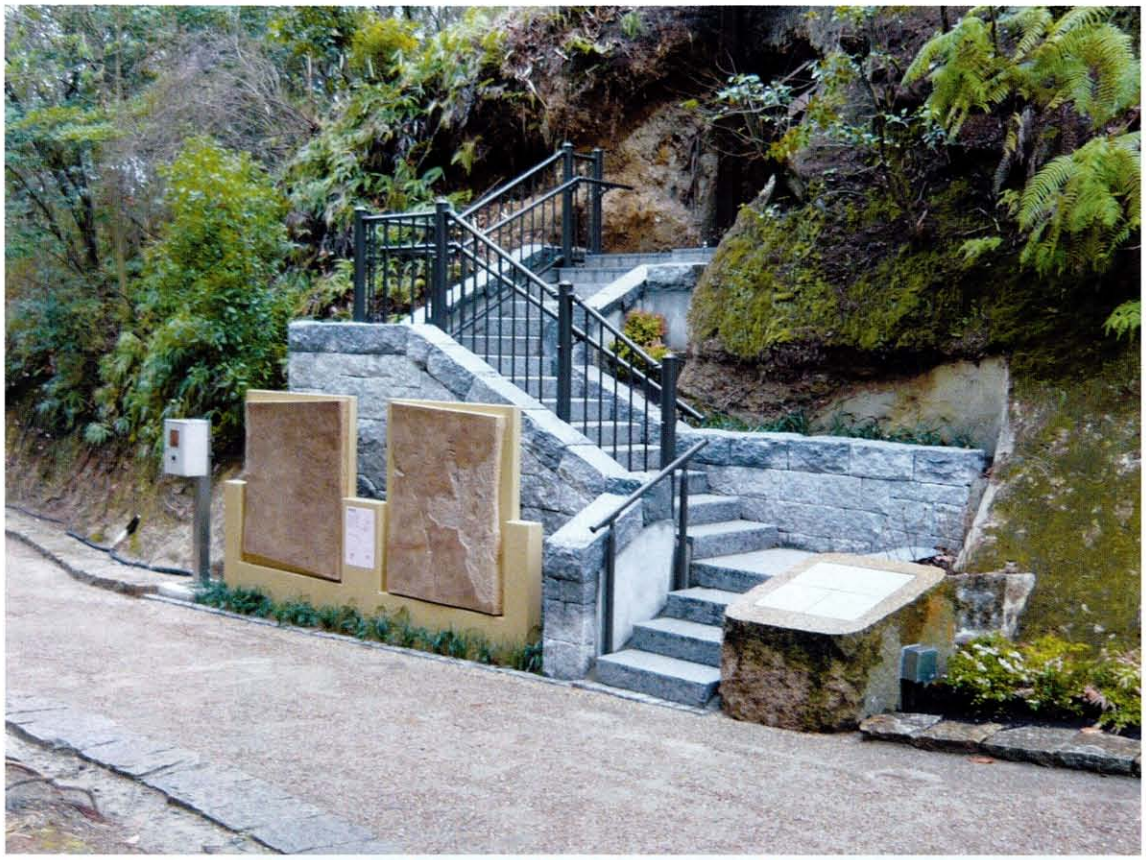
（右側）



（左側）

巻頭写真４　実施工事完了後

第３支群５号墳・入口



はじめに

柏原市は、高井田横穴を市の重要遺跡として史跡追加指定(平成２年)し、市の中心部に約37,000㎡を有する史跡高井田横穴公園を開園しました。また、隣接地に歴史資料館を置き、柏原市域の文化財の中心的な役割を果たす歴史文化ゾーンとして活用を図ることによって、より多くの市民の方々が、自然の林や草木、鳥など四季折々の風景を楽しみながら線刻壁画を持つ横穴等の歴史遺産を見学、学習して頂けるよう整備を致しました。

高井田横穴は、線刻壁画が有名でありますが、『ゴンドラに乗る人物』（第３支群５号墳）は特に柏原市のモニュメントとする線刻壁画であり、市の歴史文化を紐解く象徴であります。しかし、築造後１400年の年月を経て周辺部の開発や自然環境の変化に伴い、横穴壁面の剥離や崩壊が進行してきました。このため、市民や国からも対策を講じるように指摘を受け、保存事業を進めることとなり、平成１３年度から高井田横穴線刻壁画保存検討委員会を設置し、委員各位や大学等専門家の調査や助言を頂き、平成17年度には高井田横穴基本設計書を作成致しました。

その後、国庫補助申請を行い、平成20･21年度実施設計書作成及び実施工事まで辿ることができました。委員各位と多数の調査関係者のご指導の賜物と深く感謝致します。

この高井田横穴は、植物や温湿度、苔・黴、日射、雨水等自然の現象である要因により、凝灰岩に穿たれた横穴の劣化が進行して、崩壊の危機が問われてきました。これらの要因の一つをとっても解決が困難な問題と言えます。今回の保存工事が、短期的な対策として実施したため、今後とも横穴の観察を行いながら子孫へ保存し引き継ぐための責務を果たしていきたいと考えています。

平成22年3月

柏原市教育委員会　教育長　三浦　誠

史跡高井田横穴整備の意義と課題

国指定史跡高井田横穴の線刻壁画保存対策事業は、柏原市にとっては懸案の重要事項であった。史跡高井田横穴は、市の誇れる歴史遺産であることから、また、第３支群５号墳は市のモニュメントとしている線刻画を有する横穴で、早急な対策を講じる必要性が市民はじめ文化庁からも指摘を受けていたが、財政的な事情や保存のための基礎資料作成等が必要不可欠であった。

平成13年度に高井田横穴線刻壁画保存検討委員会を設置し、委員各位の専門分野の先生方、市担当者の基礎的な観察調査が開始され、これら資料の内容について検討委員会で検討が行われてきた。自然の中の一部を改変することは、おのずと予測を超える環境変化が生じるものである。試験管の中での実験とは大きく異なり、樹木１本の剪定さえ日射や温湿度変化、降雨状況等が様相を変え、地中に掘り窪められた横穴の保存に影響を与える。

全国の横穴保存整備や関連分野の学術的基礎資料の成果をふまえつつ慎重に且つ崩壊の各種要因である分野の調査や測定の実施により、その対策が慎重に検討されてきたが、横穴崩壊のメカニズムや風化防止のための適切な対策は現在の保存技術の飛躍的な進化があるものの多くを望めないのが現状である。

現在の最良の方策を模索しながら、検討会の開催と種々検討を重ねてきたが、凝灰岩の風化や含水率、温湿度等最適な環境を調整する方程式は確立されていない。他遺跡の保存状況の経過観察からも、樹脂による強化は容易であるが、長期的な視点から当初の予測を満足させる事例は稀少である。今回の対策は、人為的な工事によって生じるであろう弊害に消極的であって、本格的な保存のための工事とは言い難く、短期的な要観察を必要とする内容と云わざるを得ない。現代科学に裏付けられた保存処理工法は遺跡をないがしろにしてしまうことなどあり得ないわけで、積み重ねられてきた保存処理の対策や効果を如何に持続できるかということの方が重要視点である。よって、保存修理を実施するとしてもそれは最小限のこととし、色調や質感を損なわないできる限り余計なものを投与しないことが文化財修理の基本方針として検討した。

末尾になったが、高井田横穴保存検討委員会の当初からの委員長であられた、堅田　直先生は、今回の基本設計書の作成後、実施工事前に不帰の人となられた。当委員会の委員長として辛辣なご指導の堅田先生の訃報は信じがたい驚惜であった。今回の保存工事をご確認いただくことができなかったことは無念の極みであり、ここにあらためて本工事の結果をご報告申し上げ、ご冥福をお祈りしたい。

平成22年3月

高井田横穴線刻壁画保存検討委員会　委員長　西山要一

例　　言

1．本書は、平成20～21年度に国庫の補助を受け、柏原市教育委員会が実施した国史跡高井田横穴線刻壁画保存事業の報告書である。

2．事業の実施に当たっては、高井田横穴線刻壁画保存検討委員会を設置し、専門的な見地から検討を行った。

3．保存検討委員会の委員各位や専門分野の研究者に調査の依頼を行い、その成果を掲載した。

4．保存検討委員会の構成は、第１章に示す。

5．本書の編集は、生涯学習部文化財課　北野　重が担当した。

6．本書の作成に際しては、次の諸氏・諸機関に指導と助言を賜った。記して厚く御礼申し上げる。（整備事業に携わった方々は第１章に記載）

本中　眞・白崎恵介・市原富士夫（以上文化庁文化財部記念物課）沢田正昭（奈良文化財研究所）
玉井　功・山本　彰・福田英人・森屋直樹・有井宏子・地村邦夫・三次　玄・関　真一・岡田　賢（大阪府教育委員会文化財保護課）・池之上晃敏
文化庁、奈良文化財研究所、大阪教育大学、大阪府立大学、帝塚山大学、奈良大学、
大阪府教育委員会　逗子市教育委員会

目　　次

巻頭写真１　高井田横穴（史跡公園）航空写真
巻頭写真２　線刻壁画
巻頭写真３　羨道部側壁（上は西側壁、下は東側壁）
巻頭写真４　実施工事完了後
はじめに　柏原市教育委員会　教育長　三浦　誠
史跡高井田横穴整備の意義と課題
　高井田横穴線刻壁画保存検討委員会　委員長　西山要一
例　言
目　次
表目次
図版目次
第１章　高井田横穴線刻壁画保存事業の概要…… 1
　１．整備事業に到る経過…… 1
　２．整備事業組織…… 3
　３．保存対策事業の概要…… 5
第２章　崩落対策基礎調査……12
　１．二上層群玉手山凝灰岩の岩石学的特徴と対比……12
　２．史跡高井田横穴壁面に繁殖する糸状菌について……25
　３．凝灰岩強化テスト……34
　４．史跡高井田横穴公園のコケ植物について……35
　５．史跡高井田横穴植生調査結果報告……40
第３章　平成２０年度事業……43
　１．実施設計作成業務……43
　２．発掘調査……48
　３．樹木の伐採・剪定業務 ……51
第４章　平成２１年度事業……53
　１．実施工事……53
　２．壁面修復業務……56
あとがき……57

図　目　次

図－１　柏原市位置図…… 1
図－２　高井田横穴位置図…… 2
図－３　高井田横穴内保存整備位置図…… 4
図－４　国史跡高井田横穴線刻壁画の現状と対策…… 6
図－５　二上山地域の地質図……21
図－６　地質図凡例……22
図－７　露頭写真　玉手山凝灰岩（高井田横穴群内）……23
図－８　露頭写真　寺山火山岩（大阪教育大学内）……23
図－９　顕微鏡写真……24
図－10　二上層群および室生火砕流堆積物の分布……24
図－11　3－5号墳線刻壁画上部に繁殖した微生物……26
図－12　線刻画を覆う微生物……26
図－13　各横穴壁面から分離された糸状菌コロニー……27
図－14　菌株Aの胞子嚢……28
図－15　菌株Aの胞子嚢……28
図－16　菌株Bの胞子嚢……29
図－17　菌株Cの分生子……29
図－18　菌株Cの分生子……30
図－19　糸状菌生育に対する空気循環の影響……31
図－20　高井田公園でコケ植物が多く分布していることが確認されたゾーン……35
図－21　高井田公園でのコケ植物調査での標本採集地点……36
図－22　第3支群5号墳の入り口部分近くの岩肌に分布するコケ植物……37
図－23　ホソバオキナゴケ……38
図－24　第3支群5号墳の入り口周辺で採集した地衣類の仲間……38
図－25　第3支群5号墳の入り口上部の岩場……39
図－26　整備全体図……44
図－27　覆屋根構造図……45
図－28　階段構造図……46
図－29　レプリカと看板設置図……47
図－30　トレンチ位置図……49
図－31　トレンチ実測図……50
図－32　伐採・剪定樹木位置図……51
図－33　看板……55
図－34　凝灰岩強化位置図……56

表　目　次

表－１　苔・黴の分類上の位置表－２……25
表－２　各単離糸状菌の性状……30
表－３　強化テスト結果……34
表－４　高井田公園で採集したコケ植物……36
表－５　史跡高井田横穴第3支群5号墳周辺の樹木……41
表－６　史跡高井田横穴公園内で確認された樹木……42
表－７　伐採・剪定した樹木一覧……52
表－８　平成21年度の実施工事の主な内容……53
表－９　史跡高井田横穴線刻壁画の保存と公開……54

図 版 目 次

図版－１　第３支群５号墳横穴特別公開風景
図版－２　整備前樹木
図版－３　伐採・剪定作業
図版－４　伐採・剪定後とその後
図版－５　発掘調査前
図版－６　発掘調査後
図版－７　発掘調査後の委員視察とその後の対応
図版－８　壁面の現状(根の伸長)
図版－９　壁面の現状(水滴とカビ)
図版－10　壁面の現状(内外根伸長)
図版－11　排水溝設置状況
図版－12　旧階段の解体
図版－13　新規階段基礎部掘削
図版－14　階段の設置工事
図版－15　壁面の修復作業
図版－16　入口部と階段の完成

第１章　高井田横穴線刻壁画保存事業の概要

１．整備事業に到る経過

柏原市教育委員会は、かつてより高井田横穴第３支群５号墳の壁面の劣化が進行し、保存措置を早急に講じる状況にあり、その必要性を市全体で認識することと如何に保存対策を行うか模索し、奈良国立文化財研究所の保存科学沢田室長をはじめとして多くの先生方に依頼しご教授を願った。しかし、これまで保存措置を実施した横穴等にさらなる危機が生じた事例が見受けられ、新たな保存方法が必要な状況であった。

柏原市は、保存科学、考古学、樹木や植物、水圏等の各専門分野の先生方から指導を受けるべき文化庁、大阪府教育委員会文化財保護課の指導と助言により、平成13年度に高井田横穴線刻壁画保存検討委員会を設置した。また、市民や専門家、文化庁からも指摘を受け、柏原市はその保存対策に速やかな対策を講じる必要があった。国からの予算措置の支援、委員からの助言による保存方法を検討する基礎的な調査を開始することから始めた。

横穴の現況や環境の調査である岩石の性質や樹脂施工実験や強度測定、温湿度測定、雨量、樹木の植生調査等を実施しながら保存基本構想を検討した。この時期は、高松塚古墳やキトラ古墳の装飾古墳が複数からなる要因で劣化が進み、剥ぎ取りや移築が行われた時期でもある。線刻と彩色や地質や素地が異なり、参考にすべき課題も多いが同一性でなかったため、大きく分類した項目ごとに長短期対策も考慮して基礎調査と合計13回の委員会開催を重ねた。また、各委員の先生方には、必要に応じて基礎調査にかかわる指導やご意見を頂き、こうして平成18年度基本設計を作成し、文化庁や大阪府教育委員会より、実施設計や実施工事の細部にわたり施工方法等さらなる指導を受けた。保存対策を講じた古墳や遺跡等の報告書や実施された事例の保存対策あるいは経過の見学も参考にした。

平成13年より平成21年度まで13回の委員会を開催し、平成20年度に実施設計と一部樹木の伐採を行い、平成21年度本書に報告する内容の実施工事を終了した。

高井田横穴の調査歴と主な報告書

大阪府教育委員会『平尾山古墳群分布調査概要』1975

大阪文化財センター『大阪府柏原市高井田所在遺跡試掘調査報告書』1974

柏原市教育委員会『高井田横穴古墳群試掘調査概要報告書』1983

同　『鳥坂寺一寺域の調査』1986

同　『高井田横穴群Ⅰ』1986

同　『高井田遺跡Ⅰ』1986

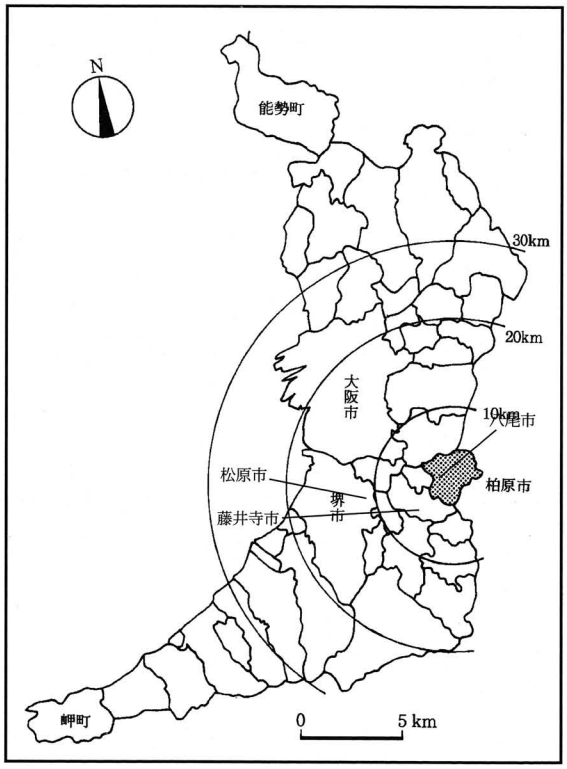
同　『高井田横穴群Ⅱ』1987

同　『高井田遺跡Ⅱ

同　『高井田遺跡Ⅲ』19

同　『高井田横穴群Ⅲ』19

同　『史跡整備報告書』2000



図－１　柏原市位置図

資料1．高井田横穴公園位置図
恩智神社
高安山霊園
信貴山
信貴愛電鉄
柏原聖地霊園
法善寺
平野
高尾山
横尾
大平寺
柏原市
高井田横穴
高井田
国府遺跡
国府
松岳山古墳
国分本町
国分東条町
玉手町
安福寺
田辺廃寺跡
柏原
田辺
西名阪自
0
500m
教育大
中小企業団地
鉢伏山

図－２　高井田横穴位置図

2．整備事業組織

委員長　堅田　直　帝塚山考古学研究所所長（平成13年度～平成18年度）

委員長　西山要一　奈良大学教授（平成13年度～平成21年度、委員長は平成19年度より）

委員　　大阪府教育委員会文化財保護課長（平成13年度～平成15年度）

小林　栄　（平成13年度～平成14年度）

向井正博　大阪府教育委員会文化財保護課長（平成15年度～平成16年度）

肥塚隆保　奈良国立文化財研究所副所長（平成13年度～平成21年度）

小林正雄　大阪教育大学教授（平成13年度～平成21年度）

前中久行　大阪府立大学教授（平成13年度～平成21年度）

和田晴吾　立命館大学教授（平成19年度～平成21年度）

柏原市教育委員会教育部長(平成16年度～平成21年度)

平成 17 年度より大阪府教育委員会文化財保護課長は委員からオブザーバーとして変更し参加した。また、市内部からの委員選出の必要が論じられ、平成 15 年度より教育部長が委員となった。

教育長　　舟橋清光　（平成13年度～平成19年度）

三浦　誠（平成20年度～平成22年度）

教育部長　　古川利章（平成13年度）

山崎裕行（平成14年度～平成18年度）

大森敏文（平成19年度）

前　芳治（平成20年度）

岡本彰司　（平成21年度）

教育次長　　植田芳幸（平成13年度～平成19年度）

駒田修三（平成20年度～平成21年度）

社会教育課長　巽　秀雄（平成13年度）

柳谷好子（平成15年度～平成18年度）

村井義和　（平成19年度～平成20年度）

課長補佐　　山本俊博（平成14年度）

北野公一（平成15年度平成年度～平成18年度）

横尾孝男（平成19年度～平成20年度）

文化財課　　北野　重　（平成13年度～平成21年度）

安村俊史　（平成13年度～平成14年度）

桑野一幸　（平成15年度～平成21年度）

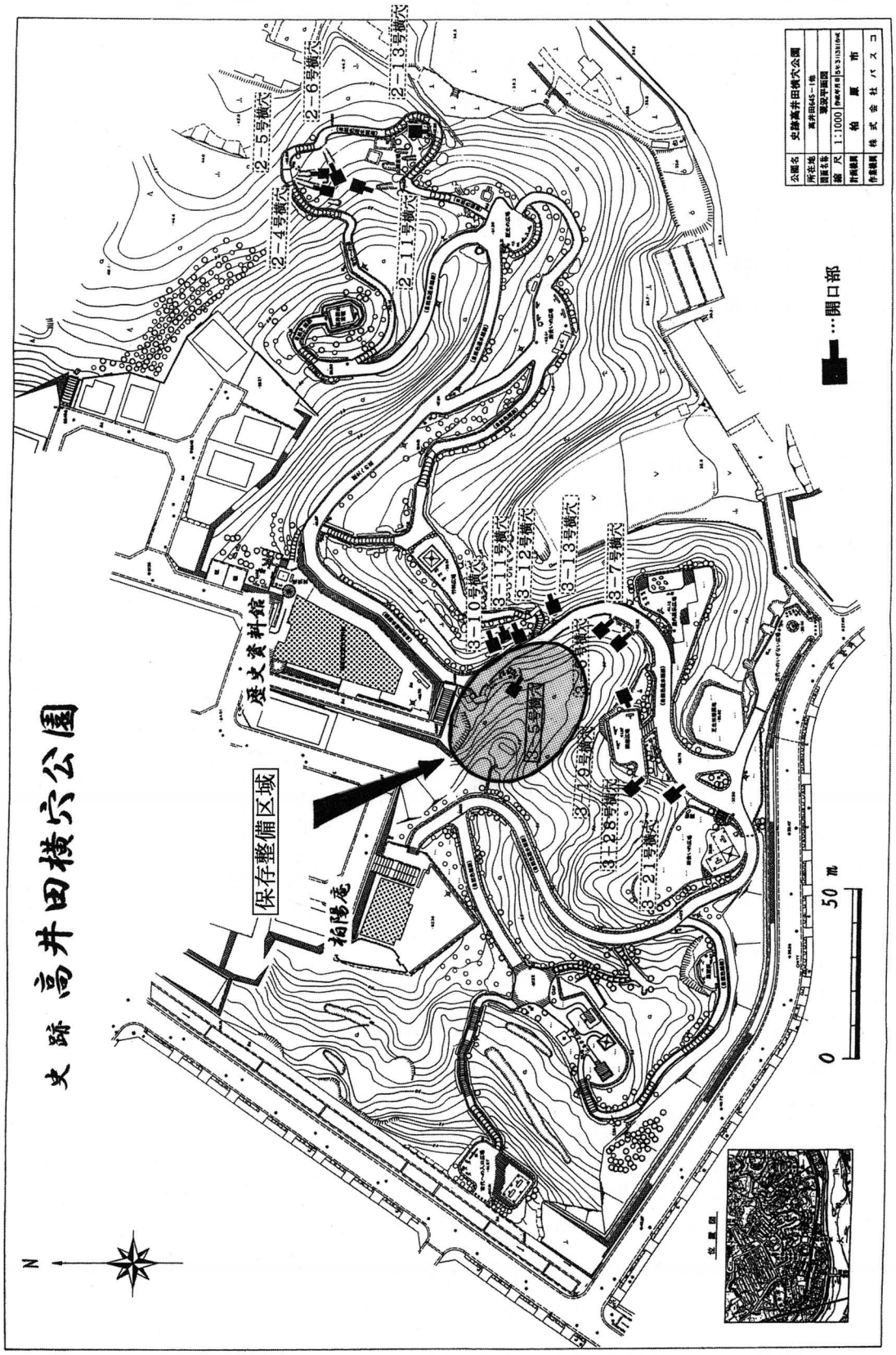
石田成年　（平成13年度～平成21年度）

関係部局　緑地保全課(史跡公園管理部門担当) 都市計画課(平成20年度実施設計の諸手続き担当)

緑地保全課長　　高萩清和　（平成13年度～平成21年度）

重野俊夫　（平成13年度～平成21年度）

同参事　　東　光一　（平成13年度～平成21年度）



図―3　高井田横穴内保存整備位置図

同主査	大久保鉄也（平成20年度～平成21年度）	
都市計画課長	米澤政一（平成20年度～平成21年度）	
係長	木谷敏章（平成20年度～平成21年度）	
主査	増井嘉信（平成20年度～平成21年度）	
平成18・20年度	基本設計・実施設計請負業者	景観設計株式会社
平成20年度	樹木伐採剪定業務請負業者	インテリア国光
平成21年度	壁面修復業者	株式会社　アクト
平成21年度	実施工事請負業者	松本造園株式会社

3．保存対策事業の概要

高井田横穴の保存をどのような対処方法を施工するかの命題は、当初市にとって最大の課題であった。しかし、自然の環境や複数からなる要因が横穴古墳の滅失や崩壊の進展にどのように作用しているのか不明な所があまりにも多かった。

こうした状況の中で、線刻壁画保存検討委員会を設置し、原因の究明が急務で、現在の環境を知るための資料作成や収集から始める必要があった。柏原市域の雨量や風向、公害物質の測定等については、大和川事務所の定点観測した昭和29年からデーターをご教示頂いた。更に、委員である小林教授に横穴の温湿度測定を依頼し、周辺横穴の風向や温湿度変化等を継続調査した。凝灰岩の風化進行に温湿度がどのような影響があるか、適温湿度がどのような水準がいいのか。委員会でどのような基礎的調査が行う必要があるか論議された。このような経過は、保存対策の検討議題を表－１で示すことによってご理解願いたい。更に、議題の基礎的資料作成や調査の項目を表―２に記す。

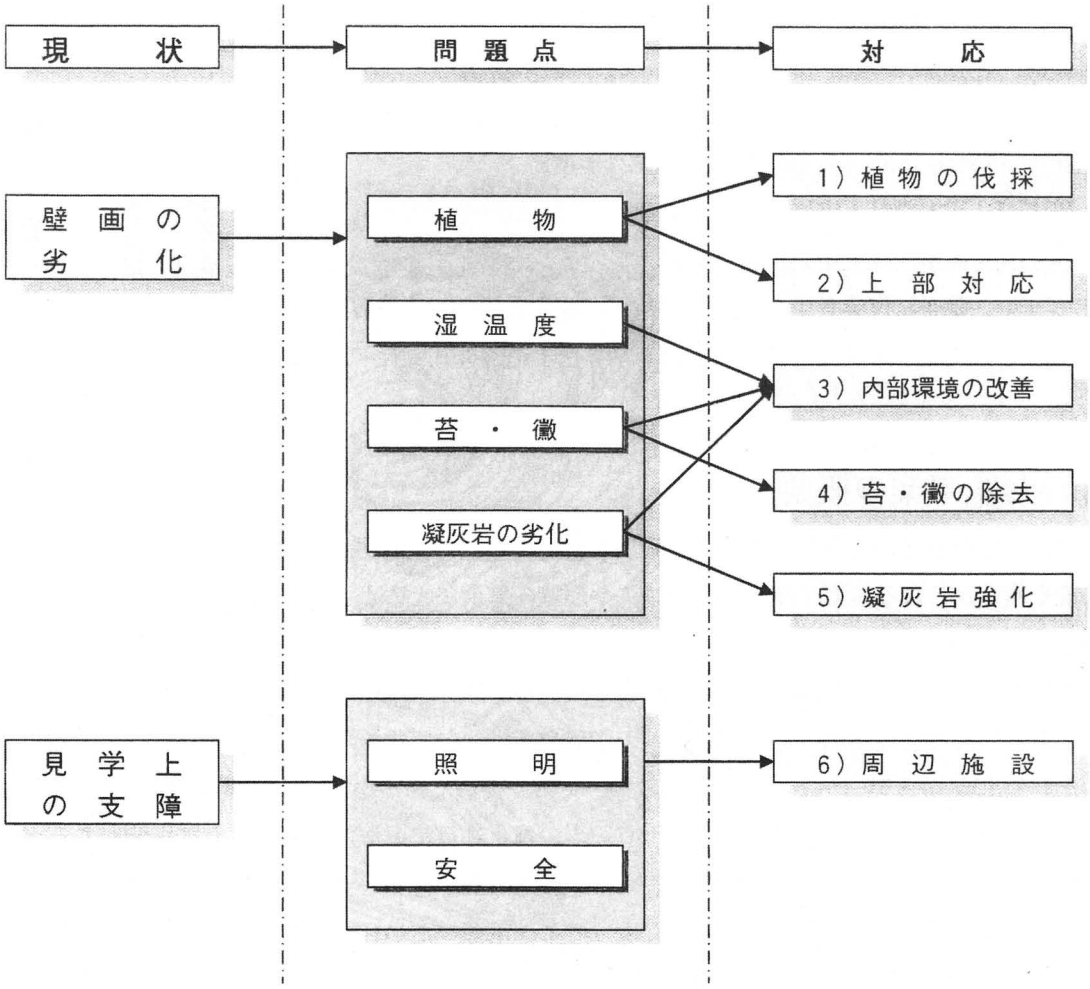
平成18年度は、こうした基礎的資料や調査等結果を基に長短期的な対策を委員会で検討され、対応方法が試行錯誤する中で、堅田委員長や西山委員長もそのまとめに苦慮されながら対応(1)～(6)分野からなる基本設計書を作成した。その基本設計書を文化庁に提出し、概ねの了解を頂き、実施設計書及び実施工事まで進展した。対応した6分野の検討過程と内容及び実施の方法を記す。

(1). 横穴に影響を与える樹木の伐採剪定について

(イ)必要とする理由と検討過程

史跡高井田横穴第３支群５号墳は、凝灰岩の劣化が進み、線刻壁画が崩壊・滅失の危機にある。横穴開口部の周囲並びに直上の尾根には多くの樹木が繁茂しているが、横穴内にも根が伸びており、凝灰岩の劣化の大きな要因であると考えられている。さらに風雨による倒木によって影響を受ける懸念も指摘されていることから、適切な伐採剪定を行う必要があった。

樹木の伐採・剪定の実施により、当横穴の保存や環境変化が及ぼす影響について、検討委員会の委員である前中久行先生（大阪府立大学大学院教授・植物学）に調査を依頼し、報告書を得た。委員会では、平成１３年度以降、この調査報告書と新たな対応策を加えた調査結果を基礎に検討し、基本設計書及び実施設計書に反映している。この調査結果に基づき平成２０年度に前中委員の指導により伐採剪定を実施した。



図－4　国史跡高井田横穴線刻壁画の現状と対策

《周辺植生に関する検討過程》

1．5号墳の保存に影響している樹木の根を特定することは困難。

2．5号墳周辺部の植生調査の実施。

3．史跡公園内の植生調査の実施。

4．平成20年度実施設計で横穴に影響を与える樹木やその可能性がある樹木の位置や樹高、幹周り、枝張りの調査実施。

5．雨水の水流調査の実施。

6．伐採剪定を予定する樹木の枝張り範囲の測定。

7．伐採剪定を予定する樹木の根張り方向の測定。

8．5号墳周辺部の凝灰岩までの深度調査を実施。

(ロ)現状変更の内容及び実施の方法

樹木の成長により、その根が横穴内部まで伸び、水道を造ることや高湿度化を招き、風化の進行や壁面のひ

び割れ、剥離の原因となっている。且つ、巨木化しつつある樹木が強風による倒木（平成10年度横穴直上のコナラの大木が倒木した）等の危惧を排除するため、樹木の伐採剪定を実施し、成長を抑制する。

平成21年度、伐採剪定を実施する樹木は、当初計画した35本の内、平成20年度実施した32本（前中委員の指導で伐採剪定を実施し、立根ネズミモチ１本の伐採以外は剪定を行った。その樹木は枯渇に至らず萌芽している。）の残り３本と新たに覆屋を建設する場所に生育する樹木（草木等を含む17本）、枯渇した樹木等を加え、22本を計画した。

また、剪定後の温度上昇や降雨による土砂流出についての対応は、下草等を自生させ、排水溝、覆屋を設置し対応する。事業後は経過観察と横穴に影響を与える樹木の剪定を２、３年後毎に実施する。

Ⅰ　業務実施時期について

現状変更許可後に実施する。覆屋の設置予定箇所の樹木17本及び枯渇したコナラ１本以外は、伐採を行うため、実施時期については限定しない。他の高木は、枯渇しない時期を前中委員の指導で行う。

Ⅱ　伐採剪定方法について

①　中低木は、17本を伐採する。

②　高木は、樹木４本を剪定する。根元から伐採するのではなく、地際から１m程度残した剪定とする。根茎の成長をおさえ、一方では萌芽更新が可能な状態として低林化を維持し、周辺環境や景観を保全するものとする。

Ⅲ　横穴の保存について

横穴の保存整備の一環として実施する事業であるため、伐採にあたっては柏原市教育委員会文化財課の担当職員の立会いの下、慎重に実施する。切断した枝や幹が直接的に表土に落下しないよう重機等で吊り上げて実施する。

Ⅳ　安全管理

史跡公園であるため、市民や全国から見学者が来園する。また、住宅地の人たちの日常生活等にも使用されており、安全に十分留意する。

（ハ）植生調査について（前中委員報告）

１．経緯

史跡高井田横穴は、史跡公園として整備し、市民の憩いの場として、また文化財学習の場として活用されている。しかし、高井田横穴の特徴である線刻壁画が、長年の風化等によって滅失する危険性が指摘されている。とりわけ有名な「ゴンドラ形の船に乗る人物」の壁画の保存状態は危機的な状況にある。柏原市は、史跡高井田横穴線刻壁画保存検討委員会を設置し、同古墳の線刻壁画の保存を円滑に行うため委員会を開催して検討を実施している。今回、柏原市教育委員会より横穴保存策作成に伴う実施設計作成及び伐採及び剪定業務に伴う基礎資料とするため、植生調査の依頼を受けたので報告を行う。

２．調査方法

史跡高井田横穴第３支群５号墳周辺（約500㎡）において踏査調査を行った。横穴に影響を与えていると考えられる植物、また、将来影響を与える可能性がある植物について平成15年に実態調査を行った。今回は、その報告に伐採及び剪定を実施するに当っての方法と検討を行った。

３．結果および考察

樹木は、その根が横穴の各所へ伸びて成長し、崩落の直接の原因となり、強風による転倒（倒木）や根が起き

上がるなど間接的な危険性が高い。地上の樹木が横穴内部に伸びた根との照合（特定）は困難であるが、中高木や高木に属する樹木が成長すれば、表土厚さが薄い（柏原市文化財係提供資料）当該地の樹木群は、経年毎に直接的・間接的な影響が増すことが考えられる。横穴の保存を考える上で、こうした樹木を剪定によって成長を抑えること或いは影響を軽減させることが必要である。

また、根が成長して壁面等の亀裂を発生させ、或いは崩壊させる直接的要因と、強風や枯木による樹木の転倒などによる間接的要因も視野にいれる必要がある。

しかし、当墳周辺のすべての樹木を伐採することは、表土の流出や温湿度の変化、苔黴の発生、凝灰岩の風化が進行するなどを含む環境変化が新たな影響も予想される。よって、環境保全を維持し、伐採や剪定する樹種を適宜選定して継続的に行うことが好ましい。期間については、２～３年毎に経過観察による剪定を行う必要がある。ササ類は剪定すると再び生育し、草高が低く抑えられるので新たに芝生等を植栽するよりも現状の植生を維持することが好ましいと考えられる。

斜面の樹木は、イチョウなどがあり、根が次第に成長し、表土流出や凝灰岩の崩壊する原因となっていることが観察される。よって、剪定し、樹木を成長させないように管理すべきである。シダ類については、現状を維持し、環境の大きな変化がないように留意する。樹木の伐採・剪定等を行う範囲については、５号墳や隣接する横穴（3.４号墳）も視野に入れて、樹木の成長と倒木による影響を勘案して、横穴の周辺及び尾根筋を境に以東部分を範囲とした方が望ましい。

伐採剪定の方法は、横穴を中心として、東側の園路に近い樹木群と西側の丘陵尾根部の樹木群に区分し、横穴の上部への落下や転倒、或いは運搬しない方法で、樹木の先端枝から順次段階的に荷重を軽減しながら伐採作業を実施する。

また、切断した枝や幹が直接的に表土に落下しないよう重機等で慎重に吊り上げて、上から順に段切りし搬出する。対象とする樹木の根が、横穴に影響を与えている可能性が考えられるため、当該樹根が伸張して横穴に影響しないよう対策を考慮すること。伐採樹木については、萌芽更新をはかり、景観を維持していく必要がある。

公園利用者の安全対策については、当該地は、歴史資料館に通ずる主要園路であることから、利用者の通行量や時間帯等を考慮し、重機等の使用や枝幹等の剪定作業中或いは搬出時の事故等を生じないよう安全管理計画を立て、十分公園を利用する利用者の安全を第一に事業を実施する必要がある。

⑵横穴内の苔・黴の除去

(イ)必要とする理由と検討過程

史跡高井田横穴第３支群５号墳は、横穴内部及び入口等の凝灰岩表面に各種苔黴が繁殖している。これらの苔黴が凝灰岩の劣化に直接どのような影響を与えているか原因をつきとめるため、大阪教育大学広谷教授に実態調査を依頼した。また、堅田直帝塚山大学教授（当時委員会会長）の提示したクロレラ菌について高井田横穴で採取した菌を培養してクロレラ菌の効果等調査を依頼した。また、苔等の調査を大阪教育大学　岡崎純子准教授に依頼し、調査報告を基礎資料に委員会で検討した。

検討の中で、保存科学を専門とする奈文研肥塚隆保委員、奈良大学西山要一委員から自然大気や岩層からの供給によって完全除去は困難であるとの意見があった。しかし、苔黴は保水性を持ち、擬根から凝灰岩の劣化に稀少ではあるが影響することから除去することが適切であるとの結論に至った。

１．苔黴についての実態調査を、大阪教育大学広谷博史教授に依頼した。

２．クロレラ菌を使用した菌類の除去方法の効果及び除去方法について、広谷教授に調査を依頼した。

3．大阪教育大学　岡崎純子准教授の苔等調査を依頼した。

(ロ)現状変更の内容及び実施の方法

苔黴は、小型送風機を使用して、凝灰岩に影響しない風力を調整して除去する。しかし、完全除去は、困難であり、僅かな光と湿度があれば繁殖するため、業者は、保存に経験と知識を持つ専門業者を選定し、西山委員長の指導と教育委員会担当職員が立会い実施する。

Ⅰ　業務実施時期

現状変更許可後に実施する。

Ⅱ　苔黴除去方法について

①　小型送風機を使用して、凝灰岩に影響しない風力を調整して除去する。

②　風圧で飛散した苔黴は出来る限り掃除機等を使用して集塵する。

③　苔類は、人手で除去し、細部は菌類の除去と同様に小型送風機を使用する。

Ⅲ　横穴の保存について

横穴内が狭小なため、小型送風機等が壁面に接触等で損傷しないよう少人数で実施する。作業に際しては、検討委員会の西山委員長（保存科学）に指導をあおぎながら慎重に実施する。

(3)崩落の恐れがある凝灰岩の強化

(イ)必要とする理由と検討過程

史跡高井田横穴第３支群５号墳は、横穴内部及び入口等の凝灰岩表面にひび割れや剥離が複合的な要因で表面部分から劣化と崩壊が進行している。その原因は、複合的な樹木の根や雨水、温湿度、苔黴の繁殖に起因していると考えられるが、その拡大を防ぐことが急務である。樹脂施工によって樹木の根の伸張や苔黴の繁殖は抑制され、短期的な対策として有効である。

大阪教育大学赤石和幸准教授に凝灰岩の組成や分析や高井田の凝灰岩と近似した安福寺横穴群の落石した岩石資料に樹脂強化実験や池之上晃敏氏に樹脂強化後の強度試験や重量変化の測定調査を依頼した。これら調査結果を基礎資料に委員会で検討した。凝灰岩の樹脂強化後強度は飛躍的に増した反面重量の増加が観察され、功罪両面があった。また、他の樹脂施工遺跡等の経過は、長期的な対策として危惧が指摘されている。更に、樹脂の変色や耐久性が長期的な視野から疑問の意見があった。しかし、日々進行する剥離や崩壊を放置することは、保存対策を検討する立場から困惑の限りである。現状を観察すると、線刻壁画が描かれた壁面は相対的に遺存状況が比較的良好であり、入口から羨道部にかけての壁面が剥離や崩壊している。そのため、遺存している部分は現状を維持し、剥離や崩壊が進行している部分に崩壊の進行速度を鈍化させるために、樹脂施工することになった。樹種は、西山委員長が新規に使用されている樹種より、これまで保存に使用されてきたOH100やOM50は、実績やデータが蓄積されているとの意見から決定した。今後、剥離部分への樹脂施行前後及び経過を継続して記録や観察を行う。

1．大阪教育大学赤石和幸准教授に凝灰岩の組成や分析を依頼した。

2．池之上晃敏氏に凝灰岩の樹脂施行後の強度や重量測定を依頼。

(ロ)現状変更の内容及び実施の方法

横穴の入口部（墓道）の側壁、羨道部の側壁や天井部、玄室内部のひび割れ部の表面の割れ目が次第に拡大し、微少な割片の剥落が進行しており、これまで保存対策で主体的に活用され蓄積データーがあるOH100、OM50の珪素系樹脂を使用して補強を実施する。割れ目への注入と吹付けによる施行で短期的な対策として部

分補強を実施する。

Ⅰ　業務実施時期について

現状変更許可後に実施する。

Ⅱ　壁面強化方法について

①　剥離部分へのOH100、OM50の珪素系樹脂を吹き付け、施行しない部分に付着しないようにビニール等で保護して施行する。

②　OH100、OM50の珪素系樹脂を割れ目等に注入する。

③　被雨する可能性がある部分については、撥水剤を吹付ける。

Ⅲ　横穴の保存について

横穴内からドリルで穴を空けて樹脂施工による重量増すの対応策を検討したが、凝灰岩が全体に軟弱であり、振動や加圧等によって崩壊する可能性が高いため実施を見送った。

(４)横穴内の環境改善について

(イ)必要とする理由と検討過程

入口には鉄製扉と簡易密閉施設があり、奈文研沢田保存室長の指導で横穴内における草木類の根の成長や苔黴の繁殖を防ぐため、内部に日射を入れない簡易密閉施設を平成７年に設置し、温湿度計を設置して保存と現状データの測定を開始した。しかし、横穴内部の温湿度が大気より高湿度を維持し、苔黴の増加や樹木の根が張っている状況、および梅雨時期等に内部壁面に水滴が散見される状態が見られることについて、検討委員会で現在の高湿度を維持するより通気性を持たせた環境改善が必要であるとの指摘があり、この施設の撤去が決定された。

高湿度が樹木の根を成長させて壁面の剥離が進行している原因との委員会での指摘を受け、そのため撤去して、通気性を持たせ、苔黴の増加や根が生育し難い環境へ改善にするため、光が入らない扉に改修する。更に、線刻画を常時公開するため、強化ガラスを取付け、見学可能な状態に改修する。

横穴入口上部を風雨から保護する覆屋を設ける。階段は、急傾斜の階段で手摺も老朽化が進んでいるため、下段の園路との安全や調和、掘削を最小限に留めた緩やかな階段に整備する。年２回の公開に限定しているため、線刻画の実大レプリカと説明板を設置して見学者への学習意欲を駆り立てるものとする。

(ロ)現状変更の内容及び実施の方法

入口の鉄製扉と簡易密閉施設は撤去し、横穴内部の根の生育や苔黴の繁殖、凝灰岩の劣化の原因となっている高湿度を改善して、大気との均衡を図る。また、扉から横穴内部へ光が入らないように工夫し、内部に苔黴の生え難い環境整備を行う。

Ⅰ　業務実施時期について

現状変更許可後に実施する。苔黴の除去及び壁面の強化を行った後から開始する。

Ⅱ　横穴内の環境改善方法について

①　扉の構造は、横穴入り口全面に光が入らないように工夫しながら、約30cmの隙間を空け通風が可能な扉とする。

②　強化ガラス窓は、開閉が容易にできるブラインドを設置し、普段は閉める構造にする。

③　強風対策を行うため、入口のコンクリート地盤に補強を補う。

Ⅲ　横穴の保存について

横穴上部に覆屋を固定する基礎の掘削を慎重に実施する。発掘調査結果から表土内に基礎深度（約40cm）が収まると考えられる。

（５）階段等周辺施設の改善

（イ）必要とする理由と検討過程

入口には鉄製扉と簡易密閉施設があり、**柏原市教育委員会が保存策の一環として**、内部に日射を入れない簡易密閉施設を平成7年に設置し、温湿度計を設置し保存と現状データの測定を開始した。これまでの保存環境を再度変更し、樹木根の成長や苔黴の繁殖を防ぐため、簡易密閉施設を撤去する。扉は、光が入らない工夫を凝らし、通気性を持たせた横穴の線刻画を常時公開可能なガラス窓と横穴入口上部の雨水や日射を軽減する屋根を設け、上部丘陵から流入する水対策を兼ねた屋根とする。

階段は、急傾斜の階段で手摺も老朽化しており、下段の園路から常時公開と安全性が高い施設に改修する。

また、当横穴の線刻画を啓発するため、線刻画のレプリカ（２面の羨道部側壁の線刻画）と説明板を設置する。階段と丘陵との盛土部分に植樹を行い、自然景観の保持に努める。

（ロ）現状変更の内容及び実施の方法

階段を取去り、緩やかな階段へ改修し、横穴入口部の扉の覆屋を設置し、雨水の流入を防ぎ、凝灰岩の風化進行を抑制する。階段は、急傾斜をもち手摺も老朽化が進んでいるため、安全や調和、掘削を最小限に留めた緩やかな階段に改修する。

入口の鉄製扉と簡易密閉施設は撤去し、新たな柱と門扉を設置する。支柱上部に人感センサーを取付け、横穴内部が見学可能なＬＥＤ照明装置を設置し、常時公開可能な施設とする。覆屋は、丘陵の方向に傾斜した屋根を付け、雨水を先端の樋から横穴に影響が少ない外部へ流すように配置し、入口部へ雨水の流入がない構造を考慮した。

園路沿いに線刻画の実大レプリカと説明板を設置して見学者へ啓発する。

Ⅰ　業務実施時期について

現状変更許可後に実施する。苔黴の除去及び壁面の強化を行った後に実施する。

Ⅱ　階段等周辺施設の改善方法について

①　扉の構造は、横穴入り口全面に光が入らないように工夫しながら、約30cmの隙間を空け通風が可能な扉とする。

②　強化ガラス窓は、開閉が容易にできるブラインドを設置し、普段は閉める構造にする。

③　強風対策として、入口のコンクリート地盤に補強を補う。

④　レプリカ２面と説明板を公園見学者や利用者が一番多い園路添いに設置し、線刻画を啓発する展示。

⑤　横穴上部に2本の排水溝を設置する。凝灰岩層までの深度は、発掘調査で確認済である。

Ⅲ　横穴の保存について

横穴上部に覆屋を固定する基礎の掘削を慎重に実施する。発掘調査結果から表土内に基礎深度（約40cm）が収まると考えられる。

第２章　崩落対策基礎調査

本書に掲載する調査報告は、高井田横穴線刻壁画保存検討のための基礎調査として実施した各専門分野の先生方に依頼し報告を頂いた報告（論文）である。今回保存事業のため平成13年度からそれぞれ保存対策として重要な項目を課題に実施した調査の中で、頁数の制限があるため、保存事業に関わる重要な内容の報告（一部）を下記に掲載したことをお断りしておきたい。

史跡高井田横穴内の岩石分析と強度調査資料

１．二上層群玉手山凝灰岩の岩石学的特徴と対比

赤石和幸＊

大阪教育大学教育学部自然研究講座

Division of Natural Science, Osaka Kyoiku University, Osaka, 582-8582 Japan

はじめに

大阪府と奈良県の境界付近の二上山地域は瀬戸内火山岩石区の代表的地域のひとつとして知られ，新第三紀中新世に活動した瀬戸内火山岩類を含む二上層群（森本ほか，1953；宮地ほか，1998）が広く分布する（図－10）．二上層群のうち，大阪府柏原市高井田および玉手山付近に分布する石英・黒雲母を含む白色凝灰岩層を玉手山凝灰岩と呼ぶ（森本ほか，1953）．玉手山凝灰岩は，塊状無層理の火山灰を主体とする非溶結火砕流堆積物であり，比較的加工しやすいため，その分布域には古墳時代に掘られたとされる横穴群が多数みられ，そのうちのひとつに史跡高井田横穴群がある．これまで，玉手山凝灰岩は，二上層群の火山活動最末期に隣接する寺山付近で噴出した寺山火山岩の活動に伴って堆積した可能性が高い（二上山地学研究会，1986）と考えられてきた．しかし，その層序については不明な点が多く，紀伊半島北部に散在するいくつかの火砕流堆積物との対比および噴出源の問題について多くの議論がなされている（横田ほか，1978；赤石，1995；星ほか，2002；三輪・星，2002）．

本研究では，玉手山凝灰岩の岩石学的特徴を明らかにすることを目的として岩石記載および全岩化学組成分析を行った．それらの結果を報告し，それに基づき紀伊半島北部に散在するいくつかの火砕流堆積物との対比を行う．

地質概略

二上層群は領家花崗岩類と領家変成岩類を基盤とし，それらとは不整合または断層関係で接している．また，鮮新統・更新統の大阪層群に不整合に被われる．二上層群の地質と岩石については，森本ほか(1953)，山崎・大貫(1969)，Kato et al.（1971)，Yamazaki et al.（1973)，佐藤（1985)，二上山地学研究会(1986)，佐藤・茅原(1990)，宮地ほか(1998)，中村ほか(1998)により詳しく報告されている．岩石の放射年代については，河野・植田(1964)，巽ほか(1980)，横山ほか(1984)，吉川(1997)，Tatsumi et al.（2001)，星ほか（2002）により報告されている．古地磁気について

は，Kato et al.（1971），Yamazaki et al.（1973），中村ほか(1998)，Hoshi et al.（2000)により報告されている．これらの研究を踏まえ，玉手山凝灰岩を含む定ヶ城累層に注目して二上層群の地質概略を述べる．なお，本研究における層序区分は，基本的に森本ほか（1953）に従うが，簡略化のために従来の部層区分に代わる宮地ほか（1998）による岩相区分も適宜用いることにする．

二上層群は放射年代から中期中新世の地層であるとされ，下位よりドンズルボー累層，原川累層，定ヶ城累層に区分される．海成の証拠は見つかっておらず，陸成層で一部は河湖成堆積物と考えられる．表１に二上層群の層序対比表を，図－５に二上層群の地質図を示す．

ドンズルボー累層：本層は二上山周辺の山地および丘陵地に分布し，層厚は最大で750m以上である（宮地ほか，1998）．岩相から下部，中部，上部に大別される（宮地ほか，1998）．下部はザクロ石黒雲母流紋岩火山礫凝灰岩からなり，大部分が溶結している．中部はザクロ石黒雲母安山岩溶岩および火砕岩と，変質の進んだザクロ石含有角閃石斜方輝石安山岩溶岩からなる．これらは泥質変成岩捕獲岩片を多く含み，また同源捕獲岩もまれに認められる．上部はザクロ石黒雲母流紋岩火砕岩，溶岩および貫入岩からなる．中部のザクロ石黒雲母安山岩溶岩およびザクロ石含有角閃石斜方輝石安山岩溶岩はそれぞれ石切場安山岩および畑火山岩と呼ばれ，上部のザクロ石黒雲母流紋岩溶岩・貫入岩は雌岳火山岩と呼ばれている（森本ほか，1953）．

本層の火山岩の放射年代については，下部のザクロ石黒雲母流紋岩火山礫凝灰岩から 15.5±0.4Ma(tatsumi et al，2001）の全岩K－Ar年代，15.2±0.8Ma(4試料の平均；星ほか，2002）のジルコンフィッショントラック年代が報告されており，中部の石切場火山岩から16Ma（河野・植田，1964）の黒雲母K－Ar年代，14.2±1.2Ma(星ほか，2002）のジルコンフィッショントラック年代，畑火山岩から15.4±0.3Ma（吉川，1997)の全岩K－Ar年代，13.6±1.4Ma（星ほか，2002）のジルコンフィッショントラック年代が報告されている．

磁化極性については，中部の火砕岩について不明である以外，すべて正帯磁を示すことが判明している（Kato et al. 1971；Yamazaki et al. 1973；中村ほか，1998；Hoshi et al. 2000）．

原川累層：本層は香芝市田尻から穴虫にかけての丘陵地，二上山雄岳周辺，羽曳野市から太子町の山地および丘陵地，明神山周辺の山地および丘陵地，柏原市国分周辺に点在して分布し，層厚は最大で200m以上である（宮地ほか，1998）．最下部の淡水成堆積物がドンズルボー累層を整合に覆うほか，無斑晶安山岩がドンズルボー累層を貫いている(二上山地学研究会，1986；宮地ほか，1998)．岩相により礫岩・砂岩・シルト岩，無斑晶安山岩溶岩および貫入岩，カンラン石斜方輝石単斜輝石安山岩溶岩，カンラン石単斜輝石玄武岩溶岩および貫入岩に区分される．各岩相は基本的に互層関係にあり，その組み合わせは点在する分布域毎に異なる．礫岩・砂岩・シルト岩は各所に分布し，淡水棲の珪藻化石を産する（二上山地学研究会，1986）．無斑晶安山岩溶岩および貫入岩はいわゆるサヌキトイドで，わずかに角閃石，斜方輝石，単斜輝石を含むが斑晶に極めて乏しい安山岩である．斑晶量は岩体毎に差があり，また角閃石を含まない岩体もある．カンラン石斜方輝石単斜輝石安山岩溶岩は亀の瀬地すべり地域に分布し，礫岩・砂岩・シルト岩と互層する．カンラン石単斜輝石玄武岩溶岩および貫入岩は小岩体として二上層群分布域に点在している．溶岩および貫入岩の相

互の活動順序は不明である．サヌキトイドは分布域ごとに春日山火山岩，石まくり火山岩，柏峰火山岩，雄岳火山，明神山火山岩，カンラン石斜方輝石単斜輝石安山岩はドロコロ火山岩，カンラン石単斜輝石玄武岩は分布域ごとに芝山火山岩，東条火山岩，雁多尾畑火山岩，藤井火山岩と呼ばれる（森本ほか，1953；二上山地学研究会，1986）．なお，森本ほか(1953）では芝山火山岩を定ヶ城累層に含めている．

本層の火山岩の放射年代については，春日山火山から9.8±0.2Ma（吉川，1997）の全岩K－Ar年代，13.8±1.6Ma（星ほか，2002）のジルコンフィッショントラック年代が報告されており，石まくり火山岩から13.0±0.7Ma（巽ほか，1980），12.9±0.3Ma（tatsumi et al，2001）の全岩K－Ar年代，15.8±1.4Ma（星ほか，2002）のジルコンフィッショントラック年代，柏峰火山岩雄岳火山から14.1±1.6Ma(星ほか，2002）のジルコンフィッショントラック年代，11.9±0.2Ma(吉川，1997）の全岩K－Ar年代，明神山火山岩から14.2±0.3Ma（tatsumi et al，2001）の全岩K－Ar年代，トメショ山部層(二上山地学研究会，1986）から13.5±0.3Ma（2試料の平均；tatsumi et al，2001)の全岩K－Ar年代，芝山火山岩から14.8±0.3Ma(吉川，1997)，14.0±0.3Ma(tatsumi et al，2001)の全岩K－Ar年代が報告されている．サヌキトイドの全岩K－Ar年代がすべて層序的に上位の定ヶ城累層よりも若い年代値を示す原因として，ガラスからの^{40}Arの散逸による影響が考えられる(吉川，1997)．

磁化極性については，最下部の淡水成堆積物とドロコロ火山岩について不明である以外，サヌキトイドのすべての岩体と柴山火山岩は正帯磁を示すことが判明している（Hoshi et al. 2000)．

定ヶ城累層：本層は柏原市田辺南東方および香芝市穴虫－関屋付近，羽曳野市寺山および鉢伏山の山地および丘陵地，柏原市玉手山の丘陵および高井田付近に分布し，層厚は最大で200m以上である（宮地ほか，1998)．黒雲母斜方輝石デイサイト溶岩，黒雲母流紋岩－デイサイト凝灰岩，礫岩からなり，各岩相はいずれも原川累層を整合に覆うが，各岩相間の関係は不明である．黒雲母斜方輝石デイサイト溶岩は寺山火山岩と呼ばれ（森本ほか，1953)，寺山を中心とした山体をなして分布している．層厚は200m以上におよぶ．寺山火山岩の最下部は溶岩堆積時に未固結の水を含んだ原川累層の砂礫層と反応して水冷破砕し，フレーム構造とペペライトを生じている．不定形の同源捕獲岩を多数含む．黒雲母流紋岩－デイサイト凝灰岩は玉手山凝灰岩と呼ばれ（森本ほか，1953)，柏原市玉手山および高井田周辺に分布している．一般に原川類層の砂礫層を整合に覆うが，高井田東方では領家花崗岩類を直接覆う．層厚は高井田付近で30m以上である．ほぼ塊状無層理の非溶結凝灰岩で，主に軽石片および火山ガラスからなるが，まれに流走中に取り込んだと考えられる炭化木，シルト礫，花崗岩礫片麻岩礫を含む．堆積時に高温であったことを示す脱ガスパイプ（gas segregation pipe）が認められることがあり，本凝灰岩は火砕流堆積物だと考えられる（宮地ほか，1998)．礫岩は関屋部層および田辺部層と呼ばれ(二上山地学研究会，1986)，柏原市田辺南東方および香芝市穴虫－関屋付近に分布する．層厚は最大40mである．

淘汰が悪く，花崗岩，無斑晶安山岩，黒雲母斜方輝石デイサイトの巨礫を含む．なお，森本ほか(1953)では玉手山凝灰岩を定ヶ城累層に含めている．図3に寺山火山岩と玉手山凝灰岩の露頭写真を示す．

定ヶ城累層の火山岩の放射年代については，寺山火山岩から15.1±0.3Ma（吉川，1997）の全岩K－Ar年代，15.4±1.0Ma（星ほか，2002）のジルコンフィッショントラック年代，玉手山凝灰岩から14.0±0.6Ma（横山ほか，1984），14.9±0.4Ma（3試料の平均；星ほか，2002）のジルコンフィッショントラック年代が報告されている．横山ほか（1984）による年代値はIUGS地質年代小委員会によるFT年代の標準化に関する勧告（Hurford，1990a，b）よりも前に出されたものなので参考値とみなすべきであり，星ほか（2002）が同一試料について再測定した値は14.8±1.0Ma（2試料の平均）となっている．

磁化極性については，寺山火山岩と玉手山凝灰岩は逆帯磁を示すことが判明している（Hoshi et al. 2000；星ほか，2002）．

分析試料

玉手山凝灰岩について，二上山地学研究会（1986）は寺山火山岩に対比し，一方，横田(1978)，赤石（1995），星ほか（2002）は室生火砕流堆積物（西岡ほか，1998；志井田ほか，1960の「室生火山岩」に相当）に対比できるとした．そこで，玉手山凝灰岩１試料の他，比較のため寺山火山岩３試料と室生火砕流堆積物２試料の計６試料について全岩主成分化学組成分析を行った．試料はできるだけ風化・変質していないものを採取し，異質岩片を取り除いて分析を行った．試料採取地点の位置については平成14年４月１日施行の測量法改正による世界測地系に基づく値を用いた．図－９に寺山火山岩と玉手山凝灰岩，室生火砕流堆積物の顕微鏡写真を示し，結晶のモード組成を表２に示す．以下には分析試料の岩石記載を述べる．

玉手山凝灰岩（95061702C）：柏原市高井田にある高井田横穴公園内の展望台脇の露頭から採取した（北緯34度34分20秒，東経135度38分18秒）．黒雲母流紋岩質凝灰岩で，火山灰と少量の軽石からなる塊状無層理の非溶結火砕流堆積物である．数m程度の間隔で弱い節理がみられる．軽石は最大５cmで１cm以下のものが多い．まばらに異質岩片を含み，まれに炭化木，泥・シルト礫，花崗岩礫，片麻岩礫の濃集した部分がみられる．結晶として，長径４mm以下の粒状の融蝕形を示す石英を9%程度，長径３mm以下の半自形を示す斜長石を４％程度，径2mm以下の板状の自形－半自形を示す黒雲母を３％程度含む．基質は径５mm以下の軽石片と長径１mm以下のバブル壁型火山ガラスからなる．一般に火山ガラスは新鮮であるが，露頭表面と地表付近では著しく風化し，粘土化している．

寺山火山岩(94111001A，94111001Bi，94111001Ei)：3試料とも柏原市旭ヶ丘にある大阪教育大学内の露頭から採取した（北緯34度32分55秒，東経135度39分4秒）．粗粒の斑晶が目立つ暗灰色の黒雲母斜方輝石デイサイト質溶岩で，柱状節理がみられる．二上層群の他の珪長質火山岩がザクロ石斑晶を特徴的に含むのに対して，寺山火山岩はザクロ石斑晶を含まない(山崎・大貫，1969)．黄灰色を呈する直径数cm程度の不定形の同源捕獲岩を多く包有する．94111001Aが母岩で，94111001Biと94111001Eiが同源捕獲岩である．

母岩は斑晶として，長径５mm以下の丸みをおびて周辺部に汚濁帯を持つ長柱状一粒状の半自形を示す斜長石を11％程度，長径３mm以下の粒状の融蝕形を示す石英を4%程度，長径１mm以下の

柱状の自形一半自形を示す普通角閃石を２％程度，径２mm以下の板状の自形一半自形を示す黒雲母を２％程度，長径１mm以下の柱状の自形一半自形を示す斜方輝石を２％程度含む．石基はハイアロオフイティツク組織を示し，ガラス，長柱状の斜長石，粒状の斜方輝石からなる・同源捕獲岩には無斑品質なもの（94111001Bi）と斑晶を少量含むもの（94111001Ei）があり，斑晶を含む岩石は斑晶として，長径１mm以下の柱状の自形一半自形を示す斜長石，長径0・5mm以下の柱状の自形一半自形を示す斜方輝石，長径0．5mm以下の柱状の自形一半自形を示す普通角閃石を含む・石基は完品質なインターグラニュラー組織を示し，繊維状～羽毛状の斜方輝石と斜長石からなる・山崎・大貫（1969）は寺山付近でシソ輝石角閃石安山岩と黒雲母デイサイトという2種類の溶岩の産出を報告したが，佐藤・茅原（1993）はシソ輝石角閃石安山岩の存在を否定している．ここでの岩石記載から，山崎・大貫（1969）は同源捕獲岩をシソ輝石角閃石安山岩溶岩と誤認した可能性が考えられる．寺山火山岩と、同源捕獲岩は共に一般に新鮮であるが，風化しやすく露頭表面と地表付近では粘土化が進んでいる．

室生火砕流堆積物（94050704D，94050703B）：94050704Dは榛原町室生寺北西方の室生川沿いの露頭（北緯34度33分23秒，東経136度０分22秒）から，94050703Bは榛原町室生ダム沿いの露頭（北緯34度33分31秒，東経136度１分12秒）から採取した．黒雲母流紋岩質の凝灰角礫岩で，主に溶結した火山灰と軽石からなる塊状無層理の火砕流堆積物であり，柱状節理がよく発達する．層厚は最大で400m以上あり，現存する体積だけでも100km^3を超える大規模な噴出物である．軽石は溶結作用により扁平した黒色本質レンズとなり，長径10cm以下のものが多い．まばらに異質岩片を含む．結晶として，長径４mm以下の粒状の融蝕形を示す石英を14－16％程度，長径３mm以下の半白形を示す斜長石を12－14％程度，径２mm以下の板状の自形一半自形を示す黒雲母を２％程度，長径１mm以下の柱状の自形一半自形を示す斜方輝石をわずかに含む．基質はユータキシティツク組織を示し，著しく溶結した火山ガラスからなる．強溶結した撤密な部分は非常に新鮮である．

分析方法と分析結果

全岩主成分化学組成の分析は，東北大学理学部地球物質科学科の理学電機社製蛍光Ｘ線分析装置システム3080で行った．表３に分析値を示す．玉手山凝灰岩はSiO_2を74％程度含み，全岩化学組成に基づく分類（都・久城，1975）では流紋岩に区分できる．寺山火山岩はSiO_2を68％程度含み，二上層群の他の珪長質火山岩に比べＭgＯに富むデイサイトである（山崎・大貫，1969）．同源捕獲岩はSiO_2を62－63％程度含み，サヌカイト類似のＭgＯに富む安山岩である．室生火砕流堆積物はSiO_2を74－76％程度含み，流紋岩に区分できる．図５に横軸にSiO_2，縦軸に各元素をとるハーカー図を示す．玉手山凝灰岩はすべての主成分元素において室生火砕流堆積物とほぼ同じ領域にプロットされ，一方，寺山火山岩はすべての元素において，その同源捕獲岩と玉手山凝灰岩・室生火砕流堆積物の領域を結んだ線上にほぼプロットされる．

考察一

玉手山凝灰岩の起源に関して，現在までに基本的に２つの見解が提出されている．一つめは玉手

山凝灰岩が二上層群定ケ城累層寺山火山岩に対比されるという考えである．二上山地学研究会（1986）は，玉手山凝灰岩直下の砂層中に寺山火山岩に類似した石英・黒雲母斑晶を含む白色多孔質な軽石が含まれこの軽石の火山ガラスの特徴が玉手山凝灰岩のものと一致すると考え，玉手山凝灰岩が寺山火山岩の活動に伴って堆積した可能性が高いと述べた．ただし，この軽石が寺山火山岩に類似するという根拠およびこの軽石の火山ガラスの特徴が玉手山凝灰岩のものと一致するという根拠は示されていない．

二つめは玉手山凝灰岩が室生火砕流堆積物に対比されるという考えである．横田はか（1978）は玉手山凝灰岩が奈良県春日山に分布する地獄谷層石仏凝灰岩（嶋倉，1963）に対比できること，石仏凝灰岩が奈良一三重県境付近に広く分布する室生火砕流堆積物に対比でき，その非溶結相であることを指摘した．その後，西田（1992）はガラスの化学組成に基づき石仏凝灰岩と室生火砕流堆積物の対比を支持し，赤石（1995）はガラスの化学組成と鉱物化学組成に基づき玉手山凝灰岩と室生火砕流堆積物の対比を支持し，星（2002）は含まれる2色のジルコンの比率から玉手山凝灰岩と石仏凝灰岩，室生火砕流堆積物の対比を支持した．玉手山凝灰岩と室生火砕流堆積物が対比できるというこれらの指摘は，中期中新世に大規模珪長質火砕流が紀伊半島北部の広い地域を流走して覆い尽くしたことを示唆する．

以上の議論を踏まえ，以下に今回新たに得られた全岩化学組成に基づき玉手山凝灰岩の対比について考察を行う．玉手山凝灰岩は火砕流堆積物であるため，噴出漉からかなり遠方まで流下した後に堆積した可能性がある．したがって，玉手山凝灰岩と対比される可能性のある岩体として，中新世に紀伊半島で活動した火山岩を考える必要がある．それらのうち，珪長質マグマが活動した二上層群の火山岩および室生火砕流堆積物（石仏凝灰岩などの非溶結周辺相を含む）が対比の候補として挙げられる．二上層群の珪長質火山岩のうち寺山火山岩以外はザクロ石斑晶を含み，正帯磁を示すが（Hoshiet al. 2000），玉手山凝灰岩はザクロ石を含まず，逆帯磁を示すことから（星ほか，2002），寺山火山岩以外は候補から除外される．室生火砕流堆積物はザクロ石を含まず，逆帯磁を示す（Torii，1983；三輪はか・2001）ことから候補から除外されない．室生火砕流堆積物については数多くの放射年代が報告されている（HiookaandKawai，1967；Matsudaetai. ，1986；宇都ほか，1996；Utoetal･，1997；岩野・檀原，1999；Tatsumietal.，2001）．最近測定された比較的精度がよいと考えられる年代値として，14.7±1.0Ma（同位体希釈法）と14.44±0.32Ma（感度法）（宇都ほか・1996）の黒雲母K－Ar年代，14.31±0.08Ma（Utoetal.，1997）の黒雲母^{40}Ar／^{39}Ar年代，14.9±1.0Ma（降下テフラ）と15.0±1.2Ma（火砕流本体）（岩野・壇原，1999）．14月±0.3Ma（４試料の平均；Tatsumietalり2001）の黒雲母K－Ar年代が報告されている．これらの放射年代値は，玉手山凝灰岩（14.9±0.4Ma：星ほか，2002）および寺山火山岩（15.1±0.3Ma‥吉川，1997；15.4±1.0Ma‥星ほか，2002）の年代測定誤差の範囲内にあり，ほぼ同時期に活動したと考えられる．したがって，放射年代値に基づいて玉手山凝灰岩と，寺山火山岩・室生火砕流堆積物の三者を互いに区別できない．

そこで，今回の全岩化学組成の分析結果を参照すると，玉手山凝灰岩と室生火砕流堆積物の主成

分化学組成がはぼ一致することが判明した．一方，寺山火山岩の組成は玉手山凝灰岩および室生火砕流堆積物とは異なっている．ただし，寺山火山岩はマグマ混合を示唆する特徴を持つため，混合における珪長質端成分マグマが玉手山凝灰岩として噴出した可能性がある．寺山火山岩に認められるマグマ混合を示唆する特徴とは，斜長石斑晶のリムに汚濁帯がみられ逆累帯構造を示すなどの鉱物化学組成の特徴（佐藤・茅原，1993），捕獲時に高温の液体であり急冷されたことを示す繊維状一羽毛状結晶からなる不定形のサヌカイト質同源捕獲岩を多数含むことから同源捕獲岩がマグマ混合における苦鉄質端成分マグマであると考えられること，全岩化学組成が同源捕獲岩と玉手山凝灰岩の中間組成を示すことである．そこで，マグマ混合における珪長質単成分マグマが玉手山凝灰岩である可能性を検討する必要がある．そのため，図６に横軸にSiO_2，縦軸にFe0*／MgOを取った図を示す．この図から，玉手山凝灰岩と室生火砕流堆積物はFe0*／MgO比が高く，寺山火山岩とその同源捕獲岩はFe0*／MgO比が低い領域にプロットされ，寺山火山岩はその同源捕獲岩と玉手山凝灰岩の混合トレンド上にはないことが判明した．この結果は玉手山凝灰岩が寺山火山岩を形成したマグマ混合における珪長質端成分マグマではなく，玉手山凝灰岩と寺山火山岩は成因上無関係であり，対比されないことを示す．

以上の考察は玉手山凝灰岩と室生火砕流堆積物の対比を強く支持し，玉手山凝灰岩が室生火砕流堆積物の非溶結な遠方相であることを示唆する．また，今回の結果から，約15Maに紀伊半島北部の広い範囲を大規模珪長質火砕流堆積物が流下し，覆い尽くしたことがより確からしくなった．この噴火は，現存する体積だけでも100km^3を超える大規模なものであり，噴出口付近には直径５kmを超えるカルデラが形成されたはずである．しかし，この火砕流を噴出した火口の位置はいまだ不明なままである．最近，放射年代，鉱物組み合わせ，古地磁気方位の類似から紀伊半島南部に広く分布する熊野酸性岩類（Aramakietal.，1977）の噴出相が室生火砕流堆積物であるとする見解が示されている（星，2002）．今後，岩石化学組成の面から，室生火砕流堆積物と熊野酸性岩類の同源性を検討する必要がある．

まとめ

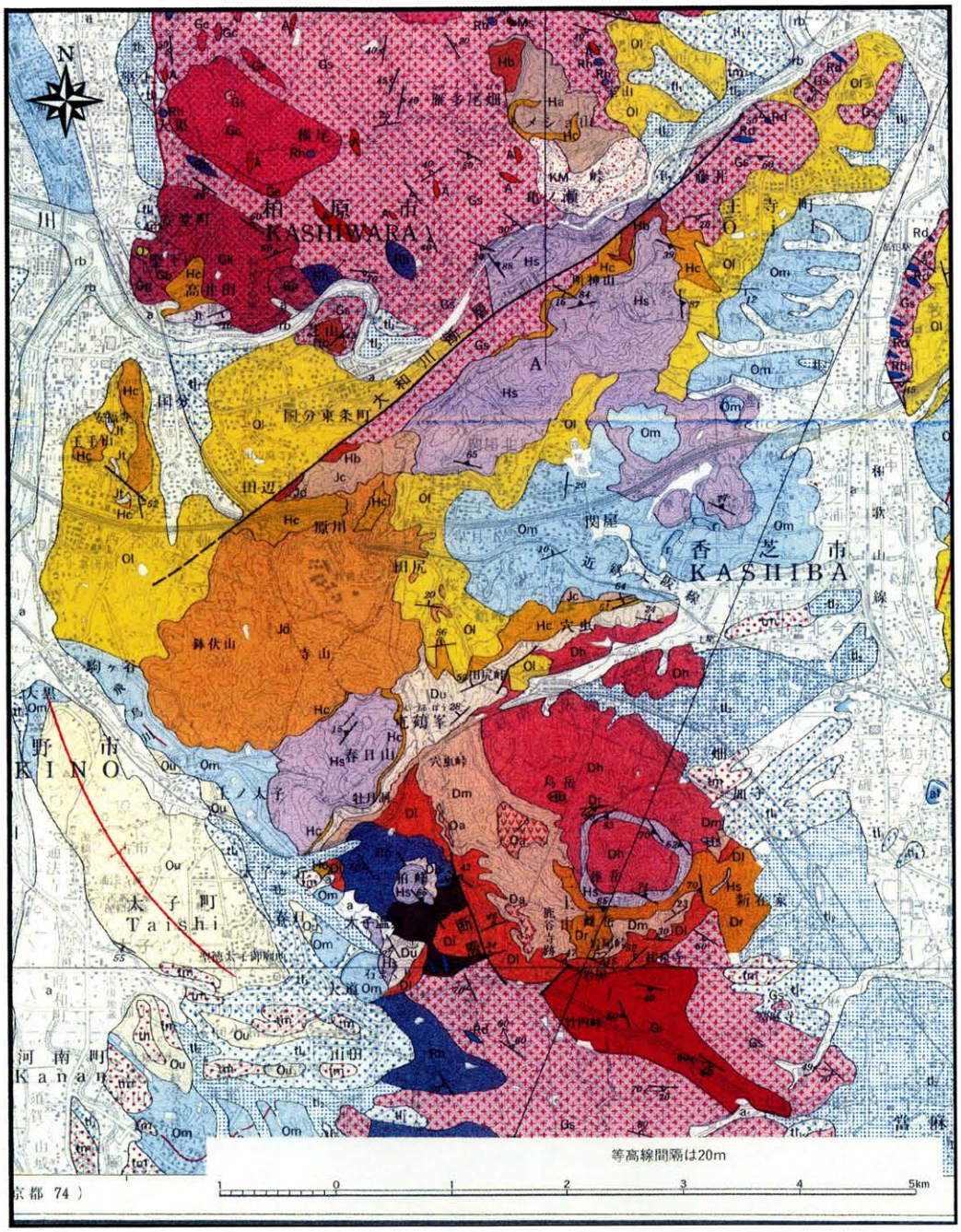
全岩主成分化学組成分析を行った結果，玉手山凝灰岩は室生火砕流堆積物と類似の特徴を持つことがわかった．今回の結果は，玉手山凝灰岩と室生火砕流堆積物（石仏凝灰岩などの非溶結周辺相を含む）が対比されるという見解（横田はか，1978）を，岩石化学組成の見地から強く支持する．

引用文献

赤石和幸，1995，「二上層群玉手山凝灰岩」の起源．火山学会1995年度秋季大会演旨，94. Aramaki, S.，Takahashi, M. andNozawa, T.，Kumanoacidic rocks andOkueyamacomplex：Two examples of the granitic rocksin the outer zone of soulhwestern Japan. InYm ada, N.，ed.，Plutonism in relation to voIcanism and melamorphism（Proceedings of the 7th CPPP meeting, IGCP），127-147, Toyama.

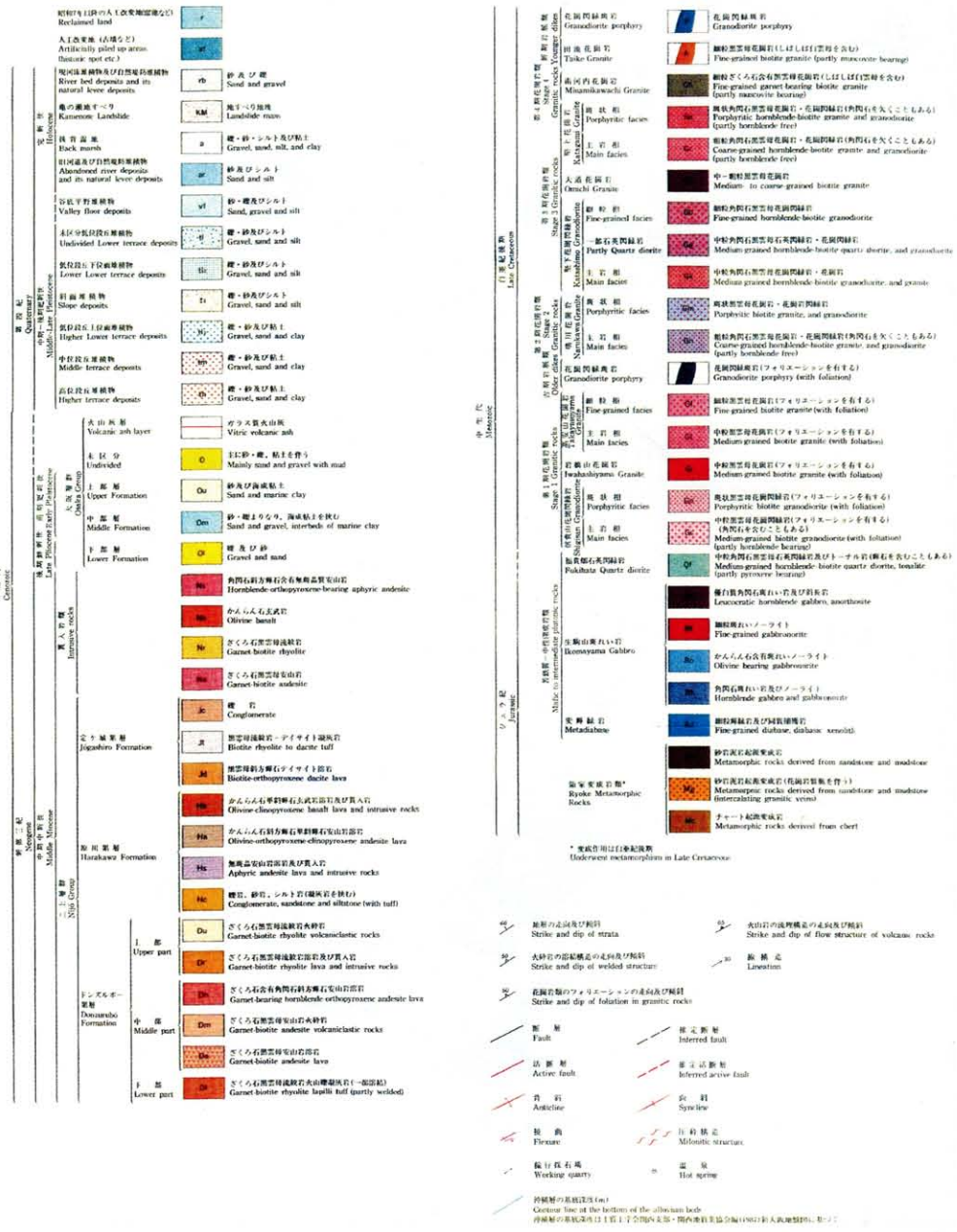
星　博幸・岩野英樹・檀原　徹，2002，瀬戸内火山岩類のフィツション・トラック年代測定：近畿地方，二上層群の例．地質雑，108，353－365.
Hirooka, K. and Kawai, N. , 1967, Results of age determination of some Late Cenozoicrocksin southwestern Japan. 1967 Ann. Progr. Rep. Paleogeophys. Res. Japan, 69－73.
Hoshi, H., Tanaka, D., Takahashi, M. and Yoshikawa, T., 2000. Paleomagnetism of the Nijo Group and its implication for the timing of clockwise rotation of Southwest Japan. J. Minera. Petr. Sci. , 95, 203－215.
Hurford, A. J., 1990a, Standardization of fission track dating calibration：Recommendation by the Fission Track W or king Group of the I. U. G. S. Subcommission of Geochronology. Chem. Geol. , 80, 171-178.
Hurhrd, A. J., 1990b, International Union of Geological Sciences Subcommissionon Geochronology recommendation for the Standardization of fission track datingCalibrati on and data reporting. Nucl. Tracks Radiat. Meas., 17, 233－236.
岩野英樹・檀原　徹，1999，二上層群玉手山凝灰岩と室生火山岩のジルコンの特徴とFT年代．地質学会第106年大会演旨，320.
Kato, I., Muroi, I., Yamazaki, T. and Abe, M., 1971, Subaqueous Pyroclastic Flow Deposits in the Upper Donzurubo Formation, Nijo－Sandistrict, Osaka, Japan. our. Geol. Soc. Japan, 77, 193－206.
河野義礼・植田良夫，1964，本邦産火山岩のK－Ar dating（I）．岩鉱，51，127－148.
Matsuda, T., Torii, M., Tatsumi, Y., Ishizaka, K. and Yokoyama, T. , 1986, Fission－traCk and K－Ar ages of the Muroo VoIcanic Rocks, Southwest Japan. Jour. Geomag. Geoelectr. , 38, 529－535.
宮地良典・田結庄良昭・吉川敏之・寒川　旭，1998，大阪東南部地域の地質．地域地質研究報告（5万分の1地質図幅），地質調査所，113p.
三輪哲生・星　博幸，2001，室生火砕流堆積物の古地磁気．地質学会第108年大会演旨，59.
森本良平・藤田和夫・吉田博直・松本　隆・市原　実・笠間太郎，1953，二上山の地質．地球科学，11，1－12.
都城秋穂・久城育夫，1975，岩石学Ⅱ．岩石の性質と分類．共立出版，171p.
中村芳貴・鎌田桂子・井口博夫，1998，二上層群ドンズルポ一層の火砕物の残留磁化と堆積様式．火山，43，423－432.
二上山地学研究会，1986，二上層群の原川累層・定ヶ城累層の層序とサヌキトイドの活動時期．地球科学，40，89－101.
西田史朗，1992，奈良盆地とその周辺の火山灰層序と年代層序．奈良教育大紀要（自然），41，ト22.
西岡芳晴・尾崎正紀・山元孝広・川辺孝幸，1998，名張地域の地質．地域地質研究報告（5万分の

１地質図幅），地質調査所，72p.
佐藤隆春，1985，大阪周辺から和歌山市東方に分布する新第三紀火山岩類．地団研専報，29, 143－151.
佐藤隆春・茅原芳正，1990，上部ドンズルポ一層にみられる流紋岩質火砕流堆積物の産状と岩相．地球科学，44，337－344.
佐藤隆春・茅原芳正，1993, 酸化変質した黒雲母と新鮮な黒雲母を含むデイサイト溶岩一二上層群寺山デイサイトマグマの酸素フユガシティー．岩鉱，88，339－351.
志井田功・荒木慶雄・藤田和夫・市原　実・笠間太郎・粉川昭平・梅田甲子朗・山田　純・山本　威，室生火山岩区の研究一特にその南部地域についてー．地質雑，66，１－17.
嶋倉巳三郎，1963，本邦新生代層の花粉層序学的研究Ⅶ　地獄谷累層. 奈良学芸大紀要(自然科学)，11，13－24.
巽好幸・横山卓雄・鳥居雅之・石坂恭一，1980, 大阪周辺及び山口県東部に分布する瀬戸内火山岩類のK－Ar年代．岩鉱，75，102－104.
Tatsumi，Y.，Ishikawa，N.，Anno，K.，Ishizaka，k. andItaya，T.，2001，Tectonic Settingof high－Mg andesite magmatism in the SW Japan arc：K－Ar chronology of the SetouchivoIcanic belt. Geophys. Jour. Int.，144，625－631.
Torii，M.，1983，Paleomagmetism of Miocene rocks in the Setouchi Province：Evidence for′ raPid clockwis erotation of South, west Japan atmiddle Miocene time．Doctoral Dissertation，Kyoto Univ.，126p.
宇都浩三・阿武　賢・周藤正史・内海　茂，1996，西南日本，中期中新世室生火山岩のK－Ａｒ年代．火山，41，257－261.
Uto，K.，Ishizuka，0.，Matsumolo，A.，Kamioka，H. andTogashi，S.，1997，Laser－heating^{40}Ar／^{39}Ar dating system of the GeologicalSurvey ofJapan：System outline andPreliminary results・Bull・Geol. Surv. Japan，48，23－46.
山崎貞治・大貫仁，1969，大阪府二上山地域におけるカルク・アルカリ岩系マグマの分化岩鉱，62，249－263.
Yamazaki，T.，Kato，Ｉ.，Muroi，Ｉ. and Abe，M.，1973，Textural analysis and flow mechanism of the Donzurubo Subaqueous Pyroclastic Flow Deposits. Bull. VoIcanol.，37，231－244.
横田修一郎・松岡数充・屋舗増弘，1978，信楽・大和高原の新生代層とそれにまつわる諸問題一信楽・大和高原のネオテクトニクス研究　その1－．地球科学，32，133－150.
横山卓雄・檀原　徹・中川要之助，1984，大阪府南部地域の第四系・第三系中の火山灰層のフィッション・トラック年代．地質雑．90，781－798.
吉川敏之，1997，大阪東南部，二上層群の中新世火山岩の放射年代．地質学雑誌，103，998－1001.



図－5　二上山地域の地質図

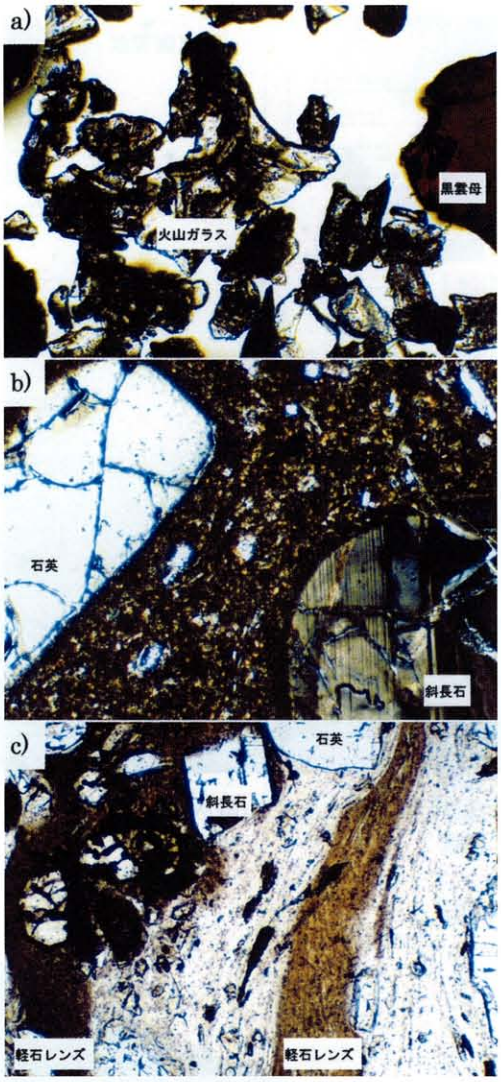
地質図凡例



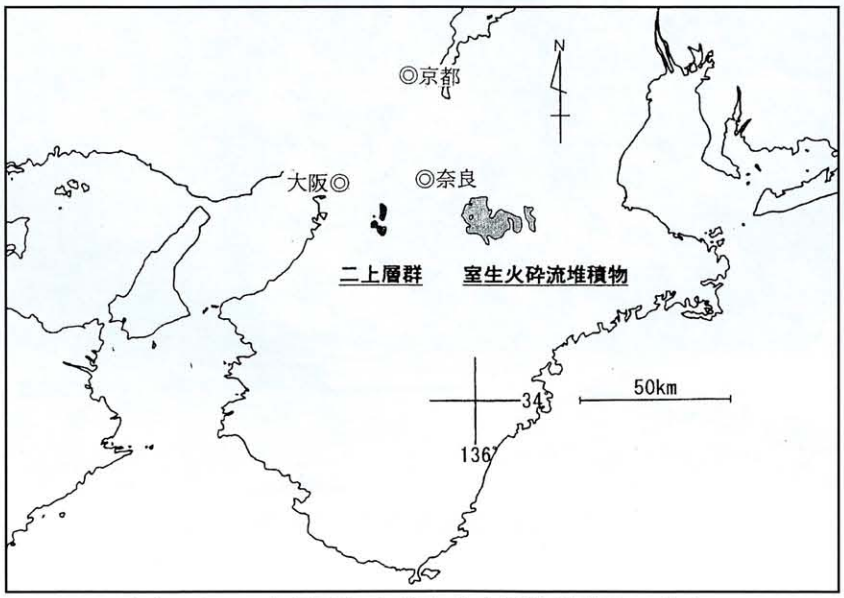
図－6　地質図凡例

図－7　露頭写真　玉手山凝灰岩（高井田横穴群内）

図－8　露頭写真 寺山火山岩（大阪教育大学内）



図－9　顕微鏡写真（横幅が約1.2mm）．a）玉手山凝灰岩の火山ガラス（オープンニコル）
b）寺山火山岩の薄片（クロスニコル）．c）室生火砕流堆積物の薄片（オープンニコル）



図－10　二上層群および室生火砕流堆積物の分布

2．史跡高井田横穴壁面に繁殖する糸状菌について

広谷博史

大阪教育大学教育学部自然研究講座

一般に「苔」と呼ばれる生物は，センタイ（蘚苔）類と地衣（ちい）類を集合的に総称したものである。センタイ類は葉緑体を持ち光合成を行う緑色植物であり，生育基物に体を固定するための仮根を持つ。湿潤な環境で生育することが多く，一面を覆いつくすこともある。わが国では約2000種が知られる。地衣類は菌類界の一群に分類される微生物で，菌類と藻類が共生した共生体をいう。裏側に偽根を持ち，基物に張り付き生育する。わが国では約2000種が知られる。黴は酵母とともに真核微生物の菌類に分類され，酵母と異なり菌糸を有するため，糸状菌と呼ばれる。いわゆるキノコは子実体を形成する糸状菌で担子菌類という。黴，キノコというのは通称である。（表－１）

史跡高井田横穴3-5号墳で苔・黴様の微生物の成育が認められた。その影響を予測し，対策を対案するためには，生育する微生物種を明らかにする必要がある。そこで，3-５号墳内の線刻画上部壁面の微生物の実態を調査し，生育微生物の分離，同定を行った。また，糸状菌繁殖への対策を検討した。

1．材料と方法

2003年１月14日に高井田３-５号墳及び３-６号墳内部の調査を行った。生育している微生物の種類を観察の後，生育している微生物を，滅菌スパチュラを用いて直接ローズベンガル寒天培地平板上に掻き取った。ローズベンガル寒天培地の組成は，$KH_2PO_4$1.0g/l，$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 0.5g/ℓ，ペプトン5.0g/ℓ，グルコース10.0g/ℓ，ローズベンガル0.066g/ℓ，寒天20g/ℓ（pH 6.8）であった。

<table>
<tr><td rowspan="8">真核生物</td><td colspan="4">動物界</td></tr>
<tr><td rowspan="2">植物界</td><td colspan="3">種子植物，シダ植物</td></tr>
<tr><td colspan="2">センタイ類</td><td rowspan="2">苔</td></tr>
<tr><td rowspan="5">菌類界</td><td colspan="2">地衣類</td></tr>
<tr><td rowspan="3">菌類</td><td rowspan="2">糸状菌</td><td>黴</td></tr>
<tr><td>キノコ</td></tr>
<tr><td colspan="2">酵母</td></tr>
<tr><td colspan="3">藻類，原生植物</td></tr>
<tr><td>原核生物</td><td colspan="3">細菌，藍藻</td></tr>
</table>

表－１　苔・黴の分類上の位置

図－11　3-5号墳線刻画壁面上部に繁殖した微生物

図－12　線刻画を覆う微生物

持ち帰った平板は25℃で培養した。ローズベンガル寒天培地平板上に生育した糸状菌のコロニーを釣菌し，新たなローズベンガル寒天平板に移植を繰り返して純化，単離した。

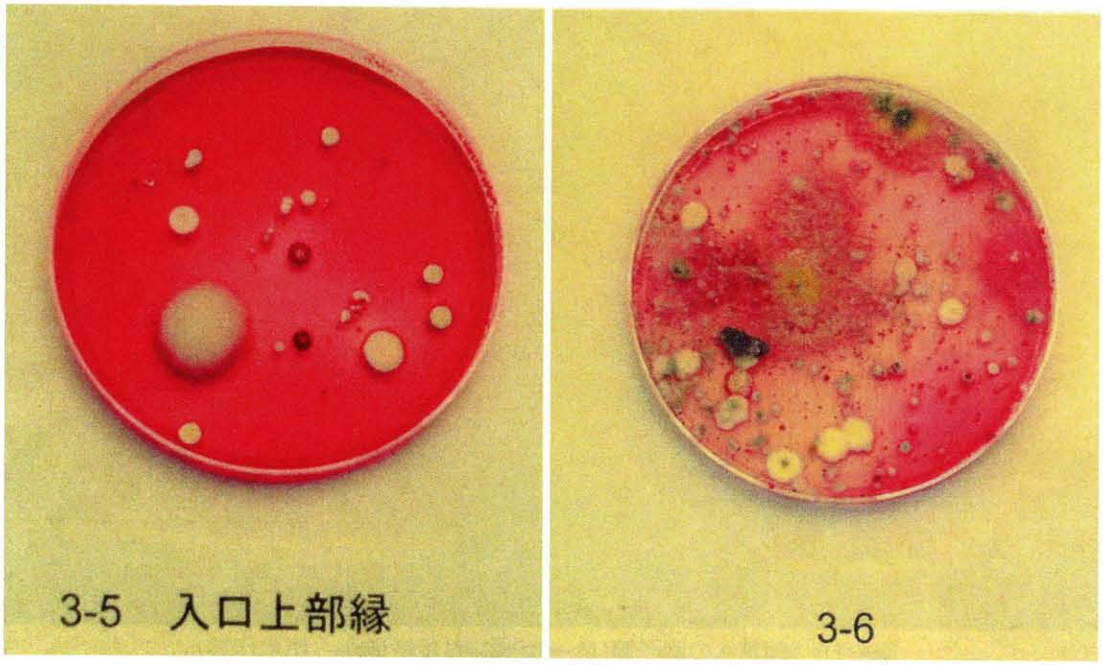
ローズベンガル寒天培地において胞子形成または分生芽胞形成を行わない単離株については，ジャガイモ・ニンジン培地に移植して胞子形成を促進し，形成した胞子嚢を観察した。ジャガイモ・ニンジン培地は，ジャガイモ20.0gとニンジン20.0gの煮汁を20.0gの寒天と合わせ，1000ml (pH 7.5)とした。光学顕微鏡（Nikon ALPHAPHOT2 YS-2，×400倍）を用いて観察した形態をもとに属レベルまで分類を行った。

糸状菌の生育に対する空気の循環の影響を調べるため，内径5.5cm，高さ6cmのガラス容器にローズベンガル寒天培地を入れ，3-5号墳内線刻画壁面から単離した糸状菌3株同一平面に重なり合わないように接種した。直径4cmの角形ファンを寒天につかないようにぶら下げ，密閉後，通電した状態で25℃に保ち培養した。対照として，ファンを入れていないものを作製し，同様に培養した。

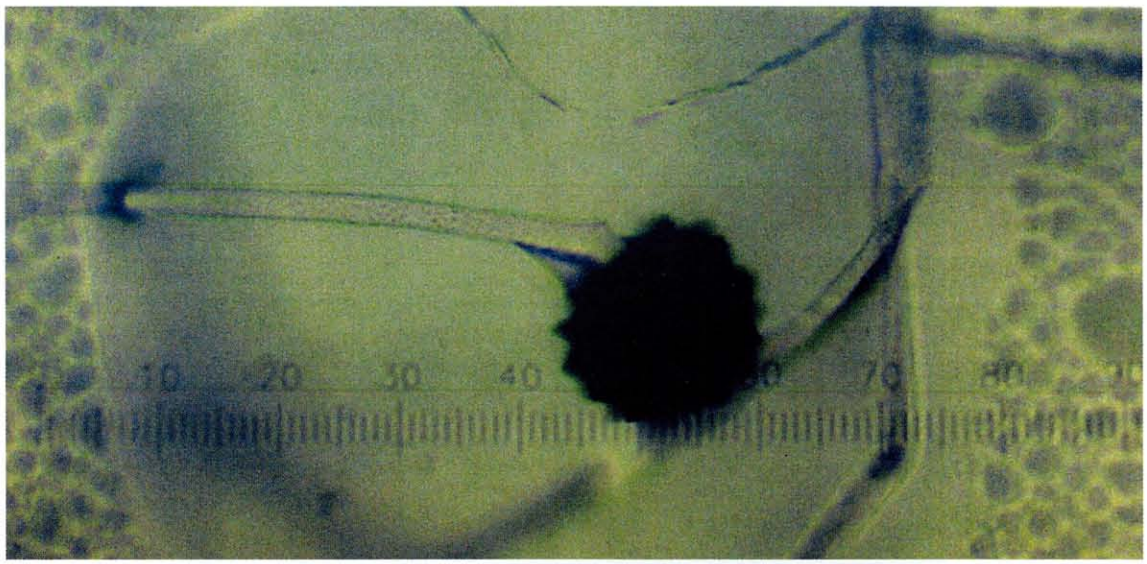
3. 結果

3.1 壁面に生育する微生物

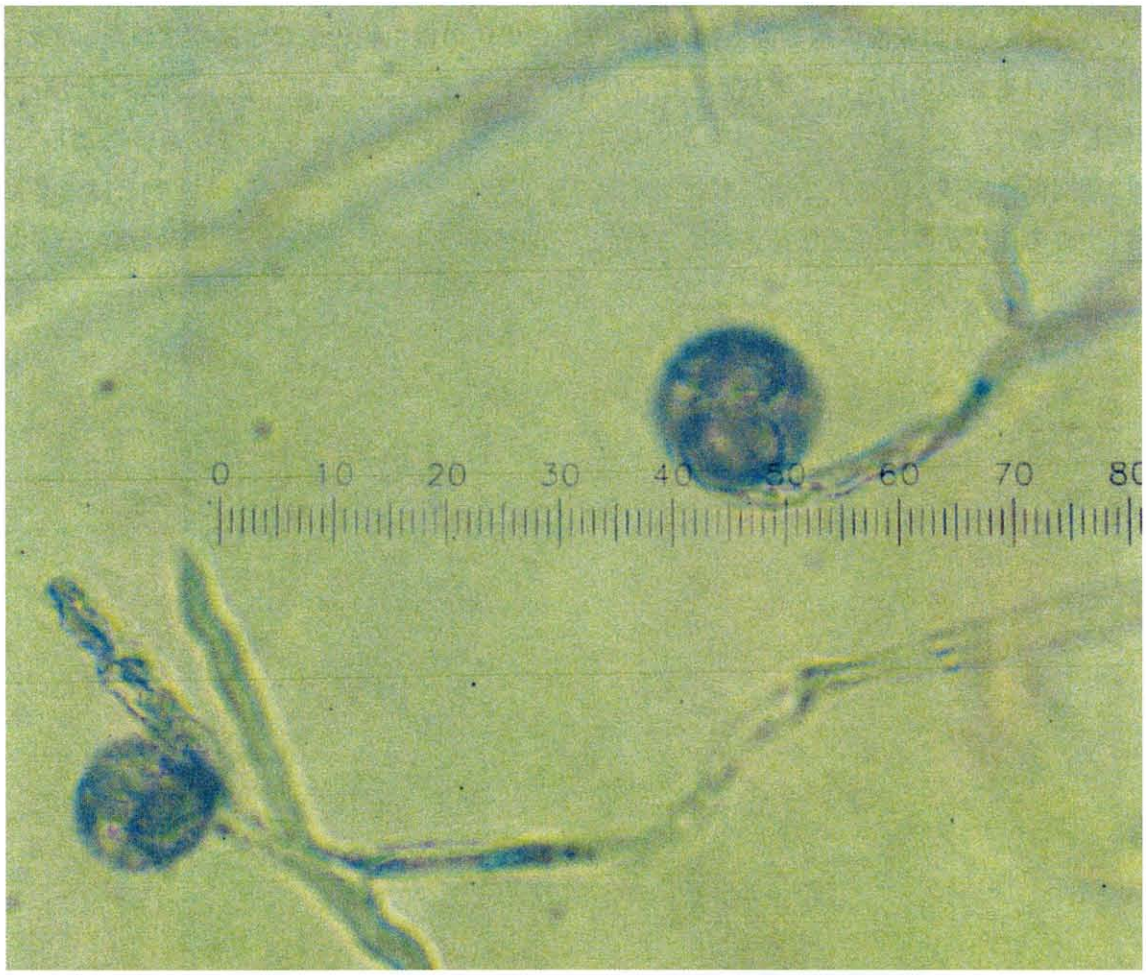
3-5号墳内部入り口壁面の線刻画上部（図－11）に黒色の微生物の成育が観察された。これと同じものと見られるものの生育は，線刻画表面全体（図－12）を薄く覆っていた。この3-5号墳は入り口を閉鎖しており，光がほとんど入ってこず，また隙間から光が差し込むことがあったとしても，それとは無関係に繁殖していたため，センタイ類，地衣類といった光合成を行う生物とは考えにくい。また，生育の性状からは，糸状菌と考えられた。線刻画壁面はしっとりと濡れていた。そのため，



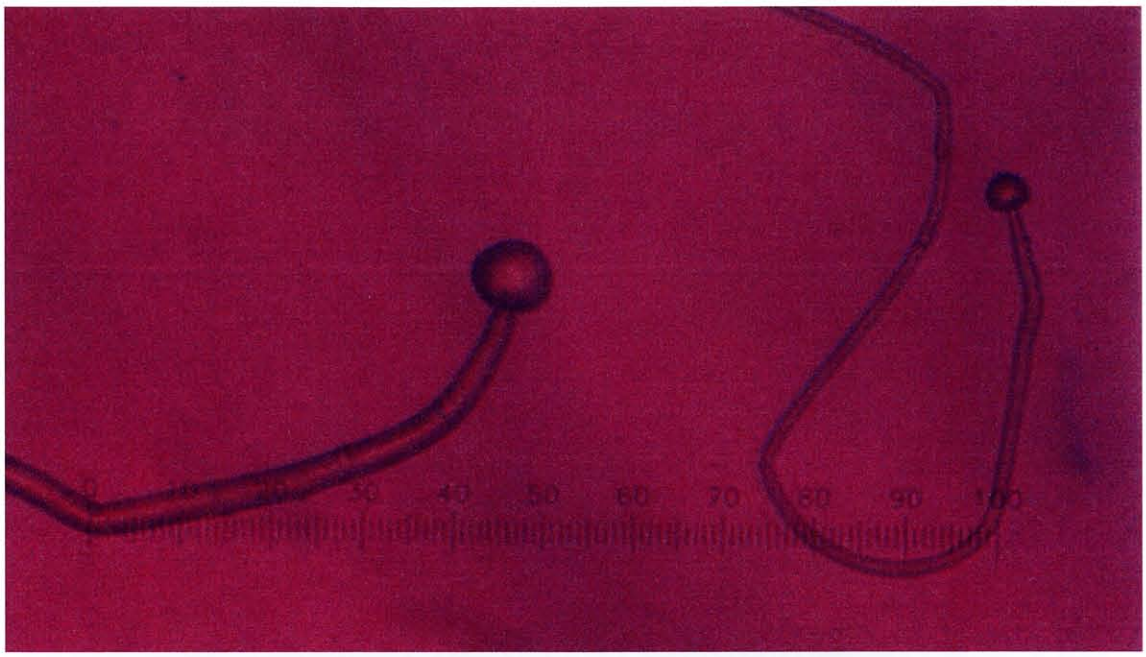
図－13　各横穴壁面から分離された糸状菌コロニー



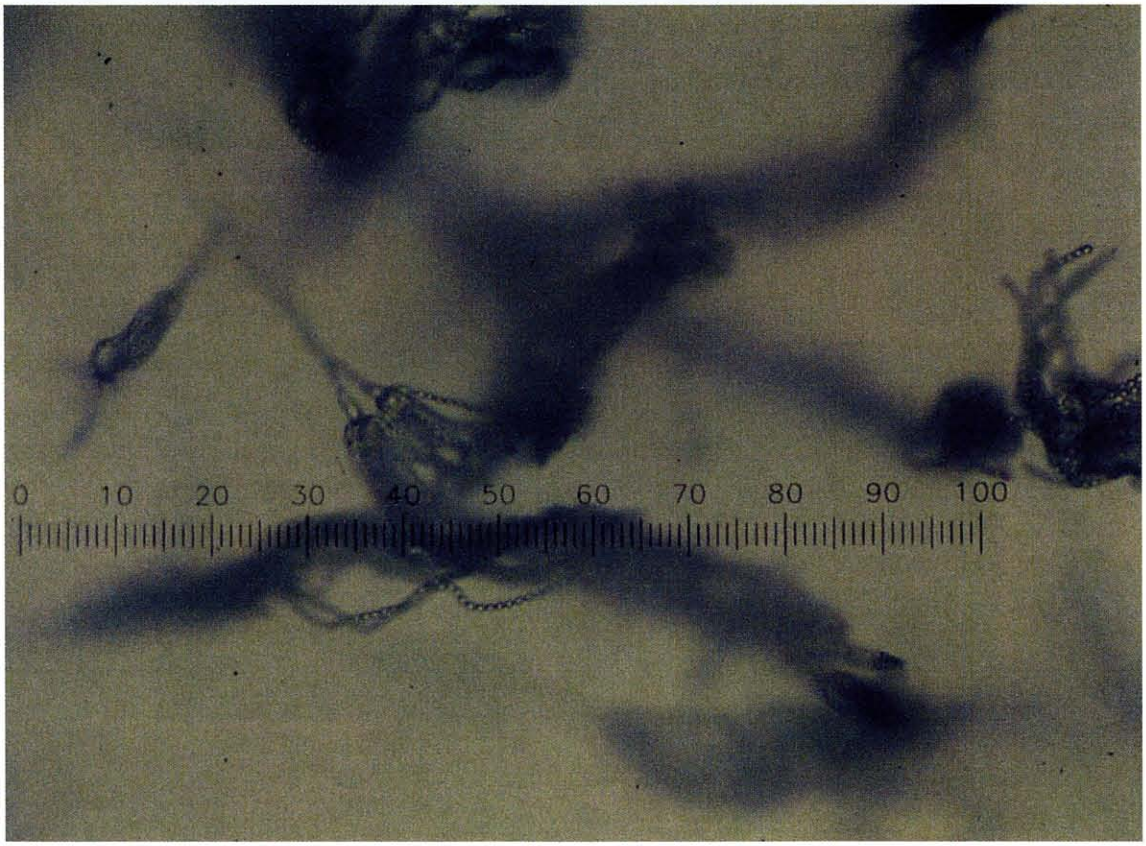
図－14　菌株Aの胞子嚢(ジャガイモ・ニンジン寒天培地)



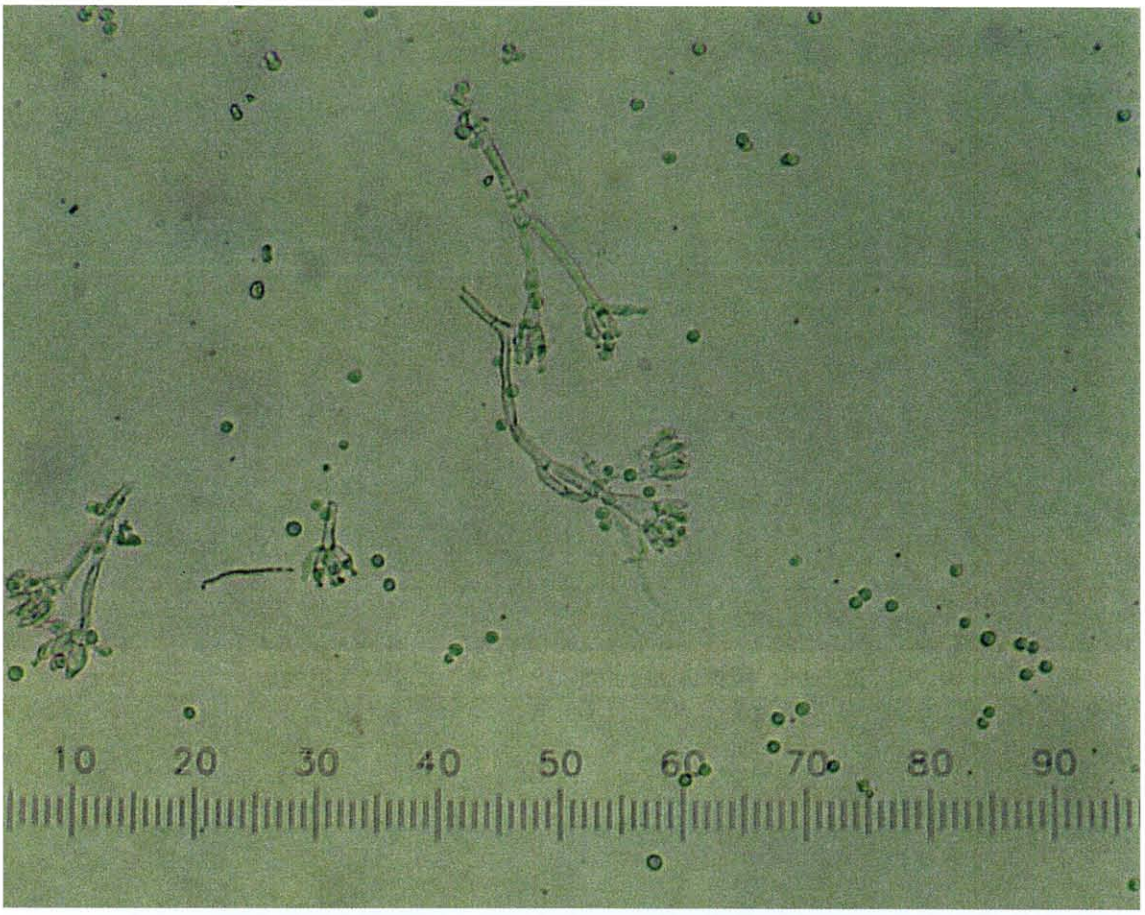
図－15　菌株Aの胞子嚢(ロールベンガル培地から標本作製)



図－16　菌株Bの胞子嚢(ロールベンガル寒天培地)



図－17　菌株Cの分生子(ジャガイモ・ニンジン寒天培地)



図－18　菌株Cの分生子(ロールベンガル培地から標本作製)

各単離糸状菌の性状

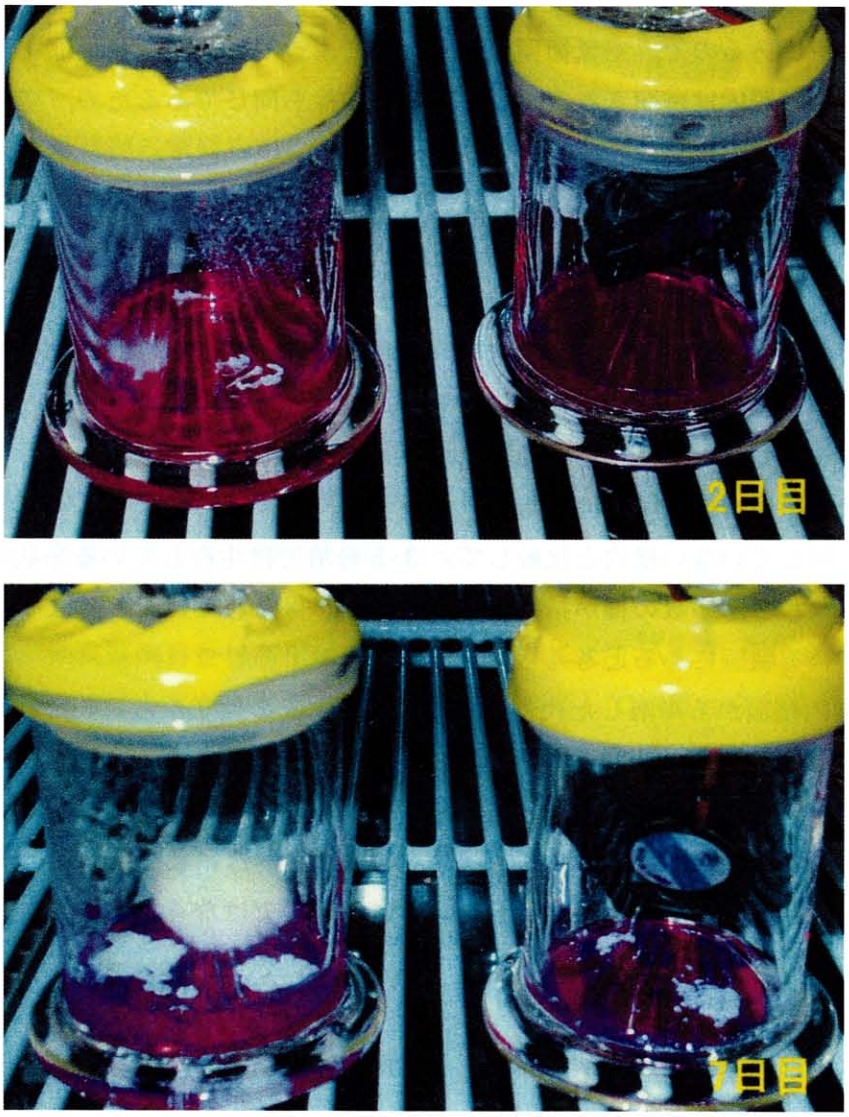
菌株	菌糸幅	隔壁	気菌糸	推定された属名
A	6.5 μm	有	有	*Choanephora*
B	11　μm	有	有	*Backusella*
C	3　μm	有	無	*Penicillium*

表－2　各単離糸状菌の性状

3.2　壁面に生育する糸状菌の同定

3 - 5 号墳の線刻画上部壁面に生育した糸状菌を培養した。同様に 3 - 6 号墳の入り口壁面についても糸状菌を培養した。 3 - 6 号墳は，入り口に柵が設けてあるだけで密閉されておらず，目視上では単一の糸状菌が壁面を覆うことはなかった。

3 - 5 号墳と 3 - 6 号墳の壁面から分離，培養された糸状菌は，そのコロニーの性状からすると，3-6 号墳にはより多くの種類が認められ，多様性が高いと考えられた（図－13）。出現したコロニー数そのものについては，3 - 5 号墳のほうが少ないものの，厳密に定量的な採取を行っていないため，比較はできない。



図－19　糸状菌生育に対する空気循環の影響。
右は培養ガラス器具内部の空気を循環させたもの。
左は対照。

3-5号墳から分離，培養した糸状菌から，代表的な３種類のコロニーを選び，同定を行った。400倍で顕微鏡観察を行い，胞子嚢または分生芽胞が形成されない株はジャガイモ・ニンジン寒天培地に移植し，25℃で培養し，胞子嚢の形成を促進し顕微鏡観察した（図14～17)。また，各糸状菌の性状を表－２にまとめた。それぞれ，主に形態をもとに表中に記した属と推定した。

3.3　空気循環による糸状菌生育の抑制

空気を循環していた場合に，そのことが糸状菌の生育を抑制する効果を持つか否か検討した。培養開始後２日目で，対照区では3-5号墳内から単離された全て糸状菌に生育が認められたが，内部の空気を循環させているものについては，生育は認められなかった。７日目には糸状菌の生育が認められたが，対照区での生育量とには明らかな差が認められた(図－19)。７日後に生育をみたのは菌体を接種した場所であるので，空気循環の効果は風によって菌体が吹き飛ばされたからではないと思われた。ガラス容器内は密閉されており，湿度の条件も同じであるため，空気の循環は糸状菌の生育抑制対策として期待できる。

４．所見

本調査結果から，次のことが考えられた。

①史跡高井田横穴の入り口を封鎖した3-5号墳では，線刻画の表面に糸状菌が繁殖していた。他の入り口を封鎖していない横穴と比較して，3-5号墳の湿度が特に高いということはないので，境内の湿度のみが影響を持つことは無いと考えられた。しかし，壁面表面は湿っており，そのことが糸状菌の繁殖，拡大に影響を持つ可能性がある。

②他の入り口を封鎖していない横穴と比較して，3-5号墳では生存している糸状菌の種類が少ないと考えられた。すなわち，多数の種が拮抗した平衡状態が保たれているのではなく，限られた種が際だって繁殖している状態にあると考えられた。

③3-5号墳の線刻画壁面から単離した代表的な糸状菌は，その性状から，Choanephora属，Backusella属，Ｐenicillium属と推定された。Choanephora属は植物病原菌として知られるもので，横穴内への侵入経路は不明であるが，根が横穴内へ貫入していることとの関係も考えられる。Backusella属，Penicillium属はどこにでも認められる一般的な糸状菌である。すなわち，この横穴内に生育した糸状菌は特殊環境下で生育が認められるものではなく，一般的に生存する菌種が優占し繁殖したものであると考えられた。

次に，史跡横穴内部の糸状菌の繁殖を防除する方策を検討する。考えられる防黴対策を列挙する。

①ふき取り

各種洗浄剤，防黴剤が市販されており，また，エチルアルコールを始めとした溶剤でも生育した糸状菌を除去する効果はあると思われるが，横穴内の環境が糸状菌の拮抗を阻害し限られた種の繁殖を助長するものである限り，再び繁殖してくる糸状菌が現れるだけであると考えられる。すなわち，中長期的に見ると，効果は低いと考えられる。

②防黴ガスの充満

横穴内に防黴効果のある薬剤を充満すれば糸状菌の繁殖抑制に一定の効果は認められると考えられる。しかし，横穴を完全に密閉するのでない限り，薬剤が飛散して環境に影響を与えることが懸念される。また，調査や学習のために横穴内に人が入る場合は，人に対する影響があることも考慮しておく必要がある。すなわち，薬剤を充満させる方法は適していないと考えられる。

③無菌空気の充満

本横穴で繁殖が認められた糸状菌は土壌を始め普遍的に存在するものであるので，横穴内の空気を無菌状態に保ったとしても，周囲の土壌や間隙水から同じような糸状菌が侵入し増殖すると思われる。さらに，無菌状態であれば拮抗する微生物が存在しないため，繁殖の速度は増大する可能性も考えられる。

④空気循環

実験室レベルでは糸状菌の繁殖抑制に一定の効果が認められた。横穴内の空気循環は，簡便な装置でも行うことが可能であり，当座の対策としても有効であろう。しかし，対策に必要な風量や循環の速度は今後検討が必要である。本法は周辺の環境や人に対する影響もなく，現実的な対策の候補のひとつであると考えられる。もっとも，本対策単独では完全な効果は期待できない場合があるので，他の対策との併用が望ましいと思われる。

⑤除菌イオン等

空気清浄機，エアコンなどの家庭電化製品で除菌を謳うものが市販されている。これらの製品の効果は不明であるが，いずれも空気を循環される機能を併せ持つため，効果を評価する際には，空気循環の効果を考慮する必要があると思われる。

本調査期間中に，奈良県明日香村高松塚古墳壁画で黒カビ（注:Aspergillus属のクロカビではなく，単に黒色胞子を生産する糸状菌の意と思われる）が繁殖しているとの報道がなされた。史跡高井田横穴に限らず，糸状菌は多くの史跡や古墳の壁面に繁殖していると考えられるが，糸状菌が繁殖した影響や繁殖する条件についての科学的基礎データは全く不足しているのが現状である。今後とも貴重な文化遺産を保全していくためには，壁面に繁殖する微生物の科学的な検討が必要であると思われる。

3．横穴壁面の強化について

アクト　池之上 晃敏

凝灰岩の補強を実施する樹脂選定にあたり、従来の薬剤(OH100 、OM25)と基本設計で検討した劣化防止、保護防水材である水系浸透性給水防止剤、或いは高性能浸透性給水防止剤について、施工実例の史跡の見学報告や整備報告書、その長短所や特徴を委員会で報告し、検討した。しかし、新規に開発された樹種は、効果の耐久年数やその後の環境変化にどのような影響を与えるのか、当横穴の凝灰岩に対する効果が不明な面があり、決定まで至らなかった。それよりも多くの施工実施実績、或いは短所である未施工部分の崩壊の進行が顕著であるなどの経年経過データが積み重ねられてきている樹種を効果的に使用することが適当ではないかとの意見があった。既往の溶剤の再検討するため、専門とするアクトの池之上氏へ当横穴と同種凝灰岩（安福寺横穴群)の崩落した資料により試験を依頼し、下記結果(表－3)を得た。強度の増進を図ることができるが、重量の増加が著しいことが分かる。施工実験は、大阪教育大学赤石準教授にも同様な実験と経過観察を依頼し、同様な結果を得た。柏原市でも強化剤の購入により溶剤の浸透厚さなど測定し、ドブ漬け実験で表面から厚さ約2cm位に留まり、深く浸透しないことが分かった。しかし、樹脂加工は、奈良文化財研究所肥塚委員と奈良大学西山委員長の指導により線刻画の遺存する場所や造墓時の壁面が遺存する場所については、未施工とした。剥離や崩落した或いは崩落する可能性が高い部分の表面にのみ施工する方向性に至った。

凝灰岩強化テスト

	強化剤	施工前重量（g）	施工前強度(kN/㎠)	1回目含浸後重量（g）	1回目反応後重量（g）	1回目施工後強度(kN/㎠)	2回目含浸後重量（g）	2回目反応後重量（g）	2回目施工後強度(kN/㎠)
A	OH100	852	6 5.5	1044	937	120 120	—	—	—
B	OH100 ＋ OM25	574	5.5 6	706	632	120 120	735	689	250 250
C	OM25	739	5.5 5.5	913	835	100 150	—	—	—
D	未処理	360	6 6	—	—	—	—	—	—

←　3 週 間　→←　2 週 間　→

表－3　強化テスト結果

4．史跡高井田横穴公園のコケ植物について

岡崎純子

大阪教育大学教員養成課程理科教育講座

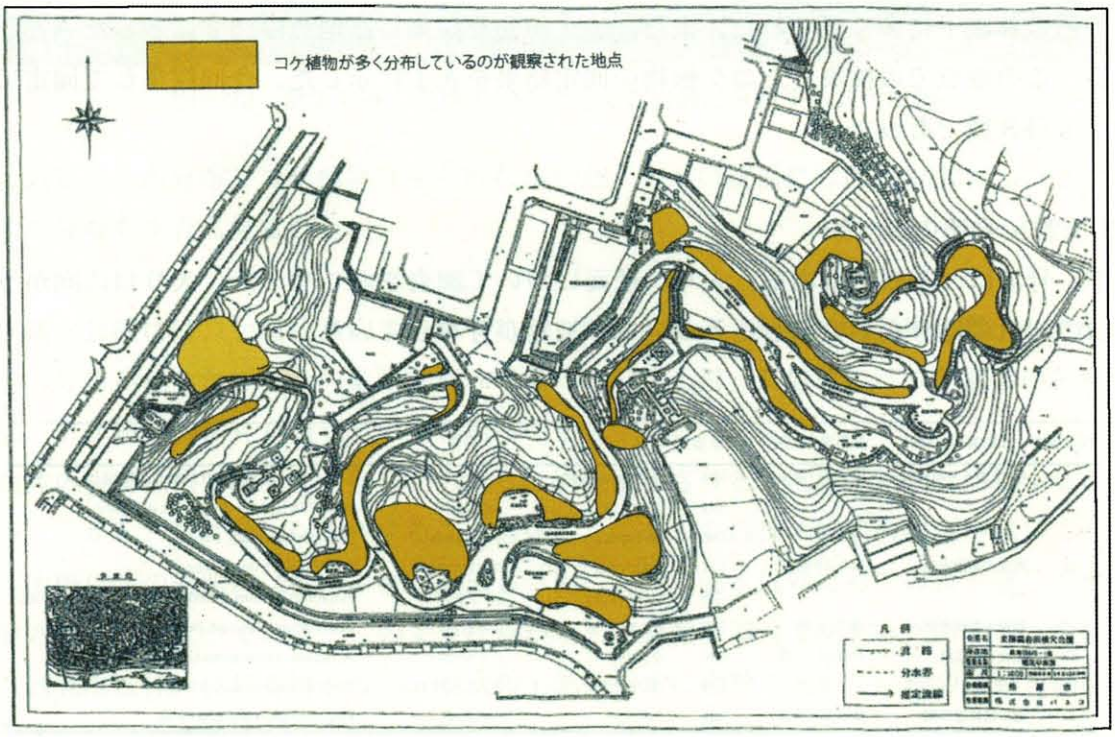
1. はじめに

コケ植物はコケ植物門とよばれ、分類学的には、セン類、タイ類、ツノゴケ類の３分類群からなる。日本には約1800 種が分布し、シダ植物よりもはるかに多い種群の分布が認められる。コケ植物は一般に湿った場所に生育することが多く、また生態学的にはコケ層とよばれる地表面を覆う場所に生育する種類と、樹上着生という特殊な生育場所を持った種類がある。

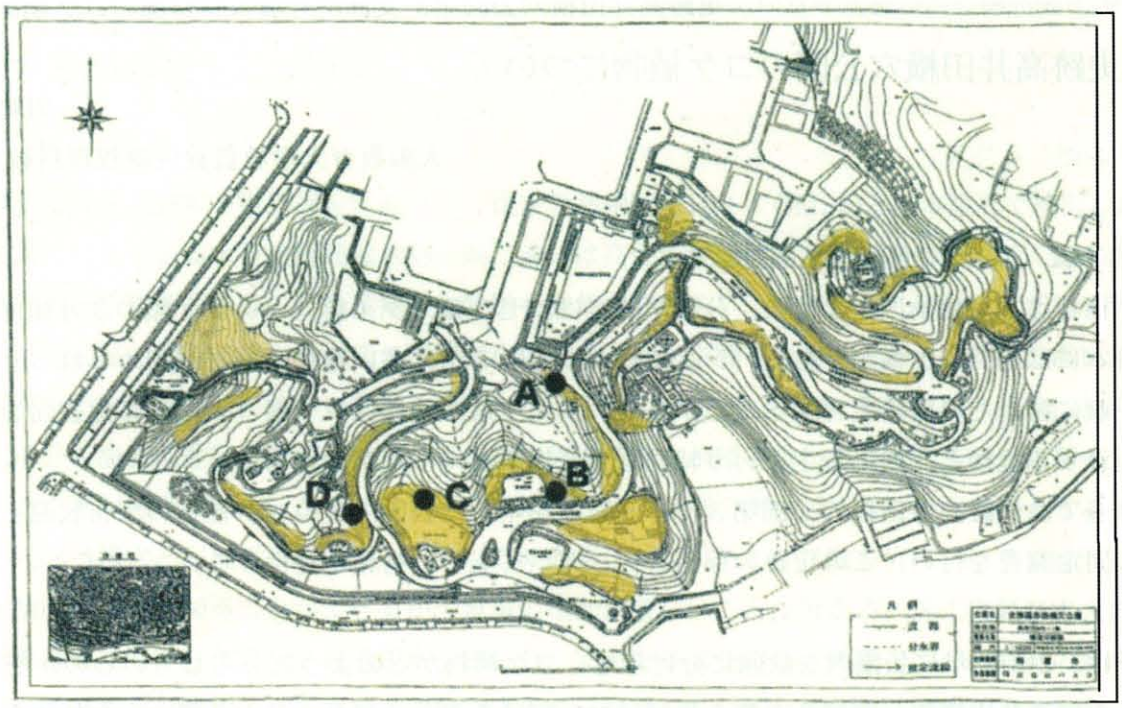
本調査では史跡高井田横穴公園第３支群５号墳を中心に公園内でのコケ植物の分布状況と、コケ植物の同定調査を行い、この史跡の保護を行っていく上での情報を提供する。

2. 材料と方法

調査は、2008 年に公園内を数回に分け歩き、コケ植物がどのように分布しているのかを調べた。また、史跡高井田横穴公園第３支群５号墳についてはその入り口および内部でのコケ植物の分布を調べ、採集を行った。採集はこの地点以外に３地点でもおこない、調査により採集したコケ植物はサク葉標本を作成し、大阪教育大学教員養成課程理科教育講座生物学実験室内の植物標本庫に保管した。



図―20　高井田公園でコケ植物が多く分布していることが確認されたゾーン



図—21　高井田公園での植物調査での標本採集地点(A-D)

3. 結果

3.1 公園内のコケ植物

公園内のコケ植物の分布状況を図１に示した。公園内では、遊歩道脇の道路壁面の母岩の露出面や湿った沢筋の林床下に多く見られた。また、コケ植物を採集した地点は図２に示したＡ~Ｄの４地点である。この地点での採集したコケ植物の同定結果を表１に示した。今回採集して同定できたコケ植物は７科８種であった。

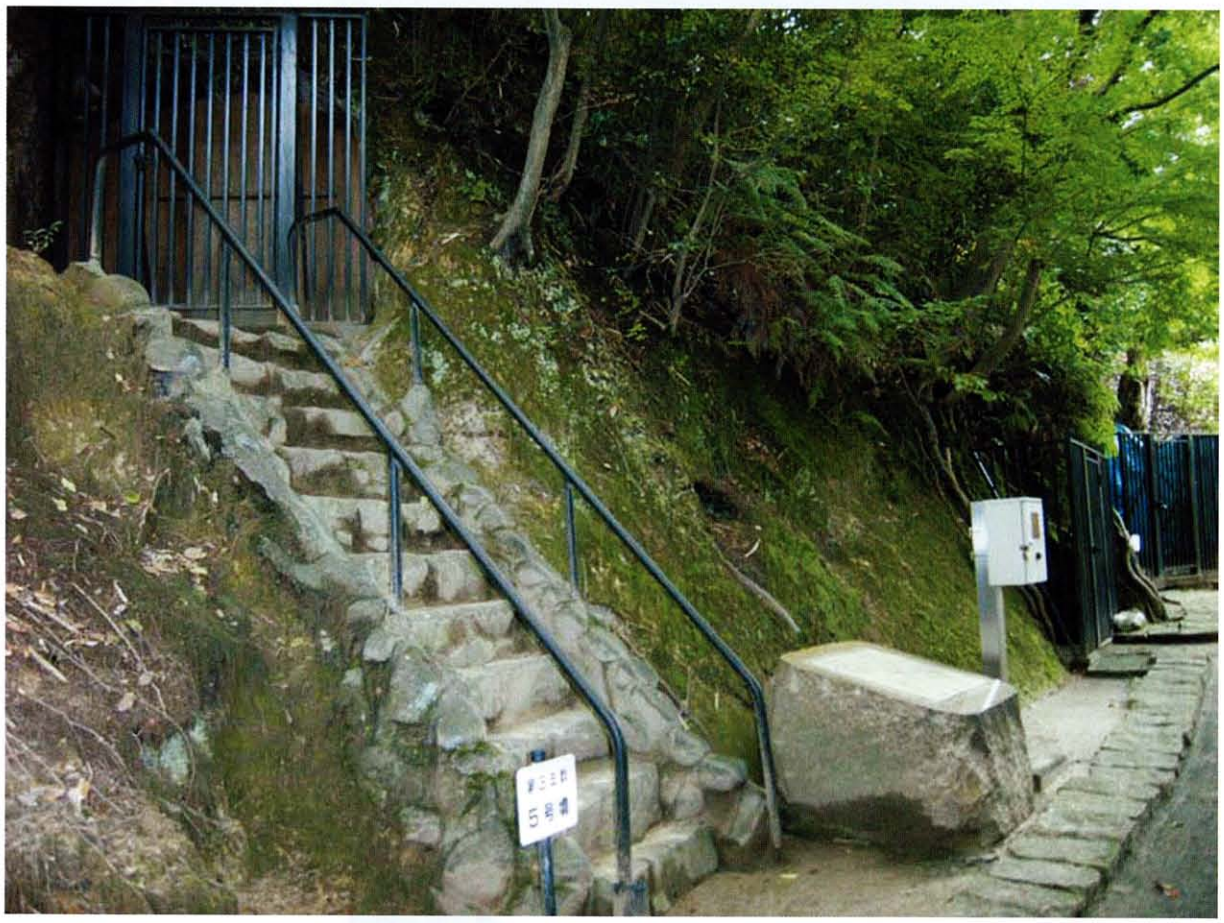
3.2 第3 支群5 号墳のコケ類

第3 支群5 号墳は、その古墳内部、入り口壁面について調査をおこなった。入り口に向かう階段から入り口の岩肌には写真1 に示したようにコケ植物が分布していた。

採集場所	採集場所(詳細)	採集場の状況	標本番号	和名	科名	学名
A	第3支群５号墳周辺	凝灰岩(斜面)	571	ホソバオキナゴケ	シラガゴケ科	Leucobryum ncilgherrense C.Muell.
			572	コムチゴケ	ムチゴケ科	Bazzania tridens (Reinw. et al.) Trev.
			590	ヒメトサカゴケ	ウロコゴケ科	Lophocolea minor Nees
B	瞑想広場南東側	カキノキ樹皮	577	ヒメトサカゴケ	ウロコゴケ科	Lophocolea minor Nees
			578	コバノイトゴケ	シノブゴケ科	Haplohymenium pseudotriste(C . Muell .) Broth.
B	瞑想広場南東側	裸地 土壌	576	ヒメスギゴケ	スギゴケ科	Pogonatum akitense Besch.
C	出会いの広場	林縁部 土壌	580	タチゴケ	スギゴケ科	Atrichum undulatum (Hedw.) P. Beauv
			579	ネジクチゴケ	センボンゴケ科	Barbula unguiculata Hedw
D	透水舗装道西側	凝灰岩(斜面)	594	ハイゴケ	ハイゴケ科	Hypnum plumaeforme Wils.

表—4　高井田横穴公園で採集したコケ植物

表—4に示したようにここで採集されたコケ植物は、シラガゴケ科ホソバオキナゴケ（図—23）、ムチゴケ科コムチゴケ、ウロコゴケ科ヒメトサカゴケの3 種であった。



図—22　第3 支群5 号墳の入り口近くの岩肌に分布するコケ植物

内部には菌類のみが分布しコケ植物はみられなかった。入り口壁面には図—24に示したような地衣類の仲間の分布も生育も見られた。

4. 所見

高井田横穴公園にはコケ植物が広く分布するが、特に林縁部の路側の凝灰岩の露出した面には量的に多くの分布が見られている。第３支群５号墳においても湿った岩肌にはコケ植物の分布が多くみられた。コケ植物の多くが湿り気の多い場所に生育する。

コケ植物体の根部は根ではなく、仮根からなり、岩を風化させる力は種子植物と比較すると弱いものである。しかし、コケ植物が生育すること自体は、この入り口部の岩肌の湿度が高いことを示しており、実際にこの岩肌には樹木の根が裸出し（図—25）、雨水以外にもこの根を通して水分が岩肌に供給されているようである。このような点からも、急激な環境変化をもたらすことを極力避けながら、適宜な伐採、枝打ち等を行い、現状の上部の樹木の樹勢を弱めて、根の活動を弱め、この古墳を保護していく必要性がある。

図—23　ホソバオキナゴケ

図—24　第3 支群5 号墳入り口周辺で採集した地衣類の仲間

図―25　第３支群５号墳入り口上部の岩場．上部に生育している樹木の根が発達して岩肌に露出している状況を見ることができる

５．高井田横穴第３支群５号墳周辺の植生調査

前中久行

大阪府立大学大学院生命環境科学研究科緑地保全学研究室

１．経緯

史跡高井田横穴は、史跡公園として整備し、市民の憩いの場として、また文化財学習の場として活用されている。しかし、高井田横穴の特徴である線刻壁画が、長年の風化等によって減失する危険性が指摘されている。とりわけ有名な「ゴンドラ形の船に乗る人物」の壁画の保存状態は危機的な状況にある。柏原市は、史跡高井田横穴線刻壁画保存検討委員会を設置し、同古墳の線刻壁画の保存を円滑に行うため委員会を開催している。

横穴公園内の植物は、公園整備に植栽した植物と自生する植物がある。前者は、史跡公園の基本設計や実施設計で検討した植栽であるが、後者は樹木の種類を２回の調査を実施しており、植物の実態を知り今後の管理に活かしていく必要がある。

史跡高井田横穴線刻壁画保存検討委員会での検討で、横穴の保存に最も大きな影響を与えている原因が植物であるとの意見が大勢であり、植生についての基礎的な調査を行うことにより、如何なる対策が必要であるか検討資料とするものである。

今回、柏原市教育委員会より横穴保存策作成に伴う基本設計の基礎資料とするため植生調査の依頼を受けたので報告を行う。

３．調査方法

史跡高井田横穴第３支群５号墳周辺（約１,000㎡）において実態調査を行った。横穴に影響を与えていると考えられる植物、また、将来影響を与える可能性がある植物についての概要は次のとおりである。高井田横穴の第３支群５号墳の周辺で確認された植物を別表で報告する。

４．結果および考察

樹木は、横穴の保存に直接的や間接的な影響を与える要因が顕著である。直接的に影響を与えている要因は、その根が横穴の上部や横穴内部壁面や天井部に張り出した根の成長である。横穴の各部位に伸張する根が岩層のひび割れや表面剥離を齎している。或いは、根が水道になり岩層の粘土化を進行させ、横穴内部の高湿度化の一因である。間接的には強風（台風）による樹木の転倒した場合、樹幹の重圧や根の伸長によって横穴への如何なる被害を及ぼすか想像に難くない。横穴周辺の樹木は、密集して樹高が細長く成長し、且つ市教委が計測した今回の事業を行う丘陵の凝灰岩層までの表土厚さが10～50cmと浅く、樹木の不安定要因になっている。平成10年9月の台風によって、5号墳直上のコナラの転倒はこのような要因によって引き起こされた可能性がある。更に高木化が進めば、強風に対する耐久力は減少する可能性が高い。

転倒（倒木）や根が起き上がるなど間接的な影響を及ぼして危険性が高い。横穴の保存を考える上で、こうした樹木は伐採剪定によって成長を抑えることが必要である。地上の樹木が横穴内部に

伸びた根との照合（特定）は困難である。

また、根が成長して壁面等を崩壊させる直接的要因と、強風や枯渇による樹木の転倒などによる間接的要因も視野にいれる必要がある。しかし、当墳周辺のすべての樹木を伐採することは、表土の流出や温湿度の変化、苔黴の発生、凝灰岩の風化が進行するなどの他に環境変化に伴う新たな影響も予想される。よって、環境保全を維持し、伐採と剪定する樹種を適宜選定して行うことが好ましい。さらに、２，３年毎に経過観察による剪定を行う必要がある。ササ類は剪定すると再び生え、草高が低く抑えられるので新たに芝等を植栽するよりも現状の植生を維持することが好ましいと考えられる。

斜面の樹木は、イチョウなどがあり、根が次第に成長し表土や凝灰岩が崩壊し流出する原因となっていることが観察されることから、伐採し、樹木を成長させないように管理すべきである。シダ類については、現状を維持し、環境の大きな変化がないように留意する。樹木の伐採等を行う範囲については、横穴の周辺及び尾根筋を境に以東部分を範囲とした方が望ましい。

種　名	学　　名	科	生活型	備　考
アカメガシワ	Mallotus japonicus	トウダイグサ	落葉広葉樹	高木
アベマキ	Quercus variabilis	ブナ	落葉広葉樹	高木
アラカシ	Quercus glauca	ブナ	常緑広葉樹	高木
イチョウ	Ginkgo biloba	イチョウ	落葉針葉樹	高木
クスノキ	Cinnamomum camphora	クスノキ	常緑広葉樹	高木
クヌギ	Quercus acutissima	ブナ	落葉広葉樹	高木
クリ	Castanea crenata	ブナ	落葉広葉樹	高木
クロガネモチ	Ilex rotunda	モチノキ	常緑広葉樹	高木
コナラ	Quercus serrata	ブナ	落葉広葉樹	高木
ヤマザクラ	Cerasus jamasakura	バラ	落葉広葉樹	高木
ナナメノキ	Ilex chinensis	モチノキ	常緑広葉樹	高木
イロハモミジ	Acer palmatum	カエデ	落葉広葉樹	高木
カナメモチ	Photinia glabra	バラ	常緑広葉樹	小高木
クロバイ	Symplocos prunifolia	ハイノキ	常緑広葉樹	小高木
ネズミサシ	Juniperus rigida	ヒノキ	常緑針葉樹	小高木
ネズミモチ	Ligustrum japonicum	モクセイ	常緑広葉樹	小高木
ビワ	Eriobotrya japonica	バラ	常緑広葉樹	小高木
ヤマハゼ	Rhus sylvestris	ウルシ	落葉広葉樹	小高木
シャシャンボ	Vaccinium bracteatum	ツツジ	常緑広葉樹	低木
ネジキ	Lyonia ovalifolia	ツツジ	落葉広葉樹	低木
ヒサカキ	Eurya japonica	ツバキ	常緑広葉樹	低木
モチツツジ	Rhododendron macrosepalu	ツツジ	半落葉広葉樹	低木

表－5　史跡高井田横穴第3支群5号墳周辺の樹木

種　名	学　　名	科	生 活 型	備　　考
ガマズミ	Vivurnum dilatatum	スイカズラ	落葉広葉樹	低木
キリ	Paulownia tomentosa	ゴマノハグサ	落葉広葉樹	高木
ネズミモチ	Ligustrum japonicum	モクセイ	常緑広葉樹	小高木
コムラサキ	Callicarpa dichotoma	クマツヅラ	落葉広葉樹	低木
ヤブムラサキ	Callicarpa mollis	クマツヅラ	落葉広葉樹	低木
クサギ	Clerodendrum trichotomum	クマツヅラ	落葉広葉樹	小高木
タラノキ	Aralia elata	ウコギ	落葉広葉樹	高木　　実生
ヤツデ	Fatsia japonica	ウコギ	常緑広葉樹	低木
センダン	Melia azedarach var.subtripinnata	センダン	落葉広葉樹	高木
ヌルデ	Rhus javanica	ウルシ	落葉広葉樹	高木
ヤマウルシ	Rhus sylvestris	ウルシ	落葉広葉樹	低木
ヤマハゼ	Rhus sylvestris	ウルシ	落葉広葉樹	小高木
イロハモミジ	Acer palmatum	カエデ	落葉広葉樹	高木
ゴンズイ	Euscaphis japonica	ミツバウツギ	落葉広葉樹	高木
アカメガシワ	Mallotus japonicus	トウダイグサ	落葉広葉樹	高木
ナナメノキ	Ilex chinensis	モチノキ	常緑広葉樹	高木
モチノキ	Ilex integra	モチノキ	常緑広葉樹	小高木
クロガネモチ	Ilex rotunda	モチノキ	常緑広葉樹	高木
ウメモドキ	Ilex serrata	モチノキ	落葉広葉樹	低木
ナワシログミ	Elaeagnus pungens	グミ	常緑広葉樹	低木
アオキ	Aucuba japonica	ミズキ	常緑広葉樹	低木
ハリエンジュ	Robinia pseudoacasia	マメ	落葉広葉樹	高木
ウラジロノキ	Aria japonica	バラ	落葉広葉樹	高木
ヤマザクラ	Cerasus jamasakura	バラ	落葉広葉樹	高木
ビワ	Eriobotrya japonica	バラ	常緑広葉樹	小高木
カナメモチ	Photinia glabra	バラ	常緑広葉樹	小高木
クロバイ	Symplocos prunifolia	ハイノキ	常緑広葉樹	小高木
カキノキ	Diospyros kaki	カキノキ	落葉広葉樹	高木
ネジキ	Lyonia ovalifolia	ツツジ	落葉広葉樹	低木
モチツツジ	Rhododendron macrosepalum	ツツジ	半落葉広葉樹	低木
シャシャンボ	Vaccinium bracteatum	ツツジ	常緑広葉樹	低木
ツバキ	Camellia japonica	ツバキ	常緑広葉樹	小高木
チャノキ	Camellia sinensis	ツバキ	常緑広葉樹	低木　　実生
サカキ	Cleyera japonica	ツバキ	常緑広葉樹	小高木
ヒサカキ	Eurya japonica	ツバキ	常緑広葉樹	低木
クリ	Castanea crenata	ブナ	落葉広葉樹	高木
クヌギ	Quercus acutissima	ブナ	落葉広葉樹	高木
ナラガシワ	Quercus aliena	ブナ	落葉広葉樹	高木
アラカシ	Quercus glauca	ブナ	常緑広葉樹	高木
シラカシ	Quercus myrsiniefolia	ブナ	常緑広葉樹	高木　　植栽
ウバメガシ	Quercus phillyraeoides	ブナ	常緑広葉樹	小高木
コナラ	Quercus serrata	ブナ	落葉広葉樹	高木
アベマキ	Quercus variabilis	ブナ	落葉広葉樹	高木
イヌビワ	Ficus erecta	クワ	落葉広葉樹	低木
ムクノキ	Aphananthe aspera	ニレ	落葉広葉樹	高木
エノキ	Celtis sinensis	ニレ	落葉広葉樹	高木
アキニレ	Ulmus parvifolia	ニレ	落葉広葉樹	高木
ケヤキ	Zelkova serrata	ニレ	落葉広葉樹	高木　　植栽
クスノキ	Cinnamomum camphora	クスノキ	常緑広葉樹	高木
ヤブニッケイ	Cinnamomum japonicum	クスノキ	常緑広葉樹	高木
アオモジ	Litsea citriodora	クスノキ	落葉広葉樹	小高木
モウソウチク	Phyllostachys pubescens	イネ		
ヒノキ	Chamaecyparis obtusa	ヒノキ	常緑針葉樹	高木
カイズカイブキ	Juniperus cv. pyramidalis	ヒノキ	常緑針葉樹	高木　　植栽
ネズミサシ	Juniperus rigida	ヒノキ	常緑針葉樹	小高木
スギ	Cryptomeria japonica	スギ	常緑針葉樹	高木
モミ	Abies firma	マツ	常緑針葉樹	高木
アカマツ	Pinus densiflora	マツ	常緑針葉樹	高木
シュロ	Trachycarpus fortunei	ヤシ	常緑	高木
イチョウ	Ginkgo biloba	イチョウ	落葉針葉樹	高木　　植栽

表－6　史跡高井田横穴内の樹木一覧

第３章　平成20年度事業

高井田横穴の線刻壁画が崩壊・滅失の危機にあり、その対策を市として文化庁担当官が現地視察のおり、ご相談し、文化庁が十分な支援を行うので早急な対策を講じるようにと指導を受けた。
市は、委員会の設置(平成13年)と委員会の開催(平成13年)、各種調査(委員各位や専門分野の個人、市担当者)、平成18年基本計画作成を実施した。国庫補助による実施設計と実施工事を平成20、21年度に実施する予定で進めた。

平成20年度は、一部工事の実施が必要であるとの文化庁の指導により、実施工事の植物伐採・剪定業務と実施設計の作成を行った。更に、横穴上部の排水施設の設置案を検討した段階で、文化庁及び大阪府教育委員会に現状変更届を提出し、許可後樹木の伐採・剪定業務と事前の発掘調査を実施した。

１．　実施設計

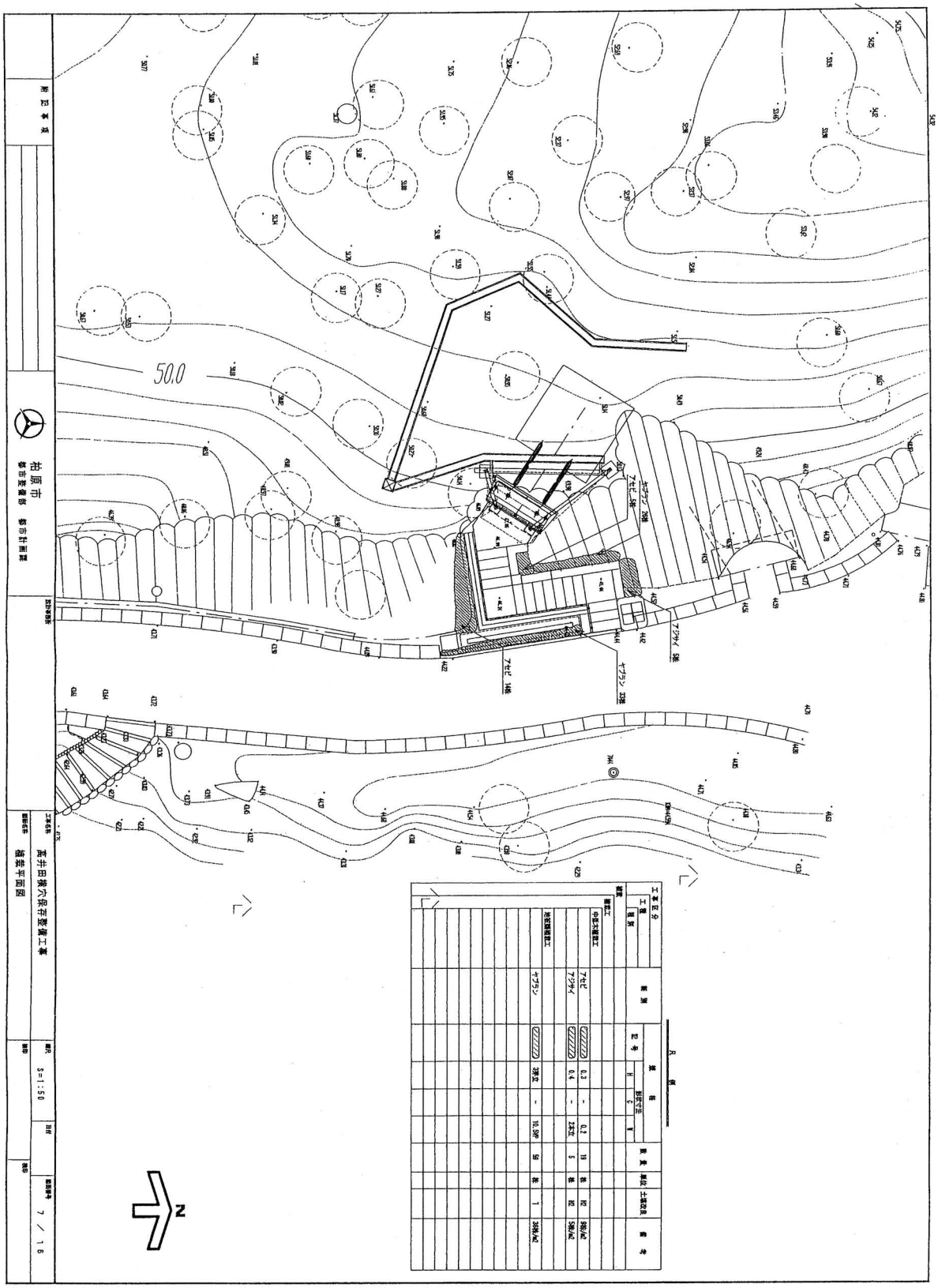
実施設計は、検討委員会の開催によって６つに分類した対策を検討し、その内容に沿う実務的内容を柏原市教育委員会との協議を重ね、㈱景観設計研究所が実施設計を丁寧に作成した。

検討委員会の指導と方針を基本に方策を実施内容に組み込み、文化庁、大阪府教育委員会、柏原市教育委員会の基本方針の基づき、検討して実施設計作成を行った。内容については、第１章で詳細したとおりであり、ここでは対策概要と設計図の一部を掲載しておきたい。

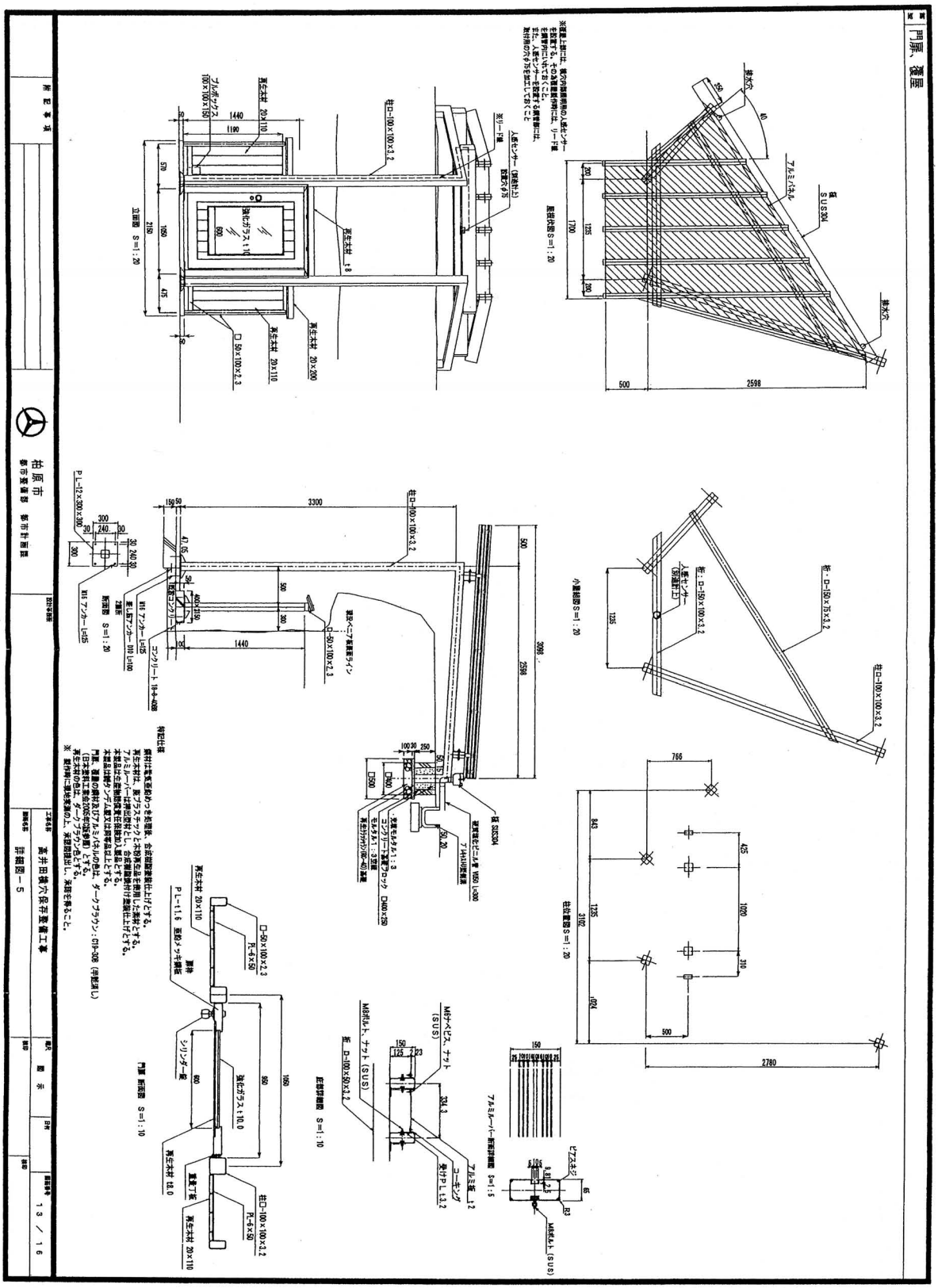
今回の整備基本は、検討委員会の名称に冠したように、横穴全体が保存対象として考慮し、柏原市のモニュメントとして啓発する線刻画を最重要の保存対策課題とした。さらに、史跡公園を散策及び学習する見学者の安全を確保するため、施設(階段等)の改修を実施した。さらに、保存対策が史跡公園の景観や自然に配慮するよう心掛けた。

線刻壁画への対応は、外部的要因の軽減を主体に横穴内に認められる植物の根の除去、横穴上部の植物の幹や枝等剪定の実施により、根の成長を抑える。また、雨水対策には、横穴の入口上部に屋根で覆い、表土から凝灰岩層への雨水の浸透を防ぎ、風化が進行した凝灰岩の剥落を最小限にとどめ、上部に流れ込む表面の雨水を排水するU字溝を設置する。U字溝は、雨水が丘陵上部から流れ込みが可能な片側通水性のものを使用する。U字溝の設置にあたっては、発掘調査で確認した凝灰岩までの深さを参考に設置を調整する。

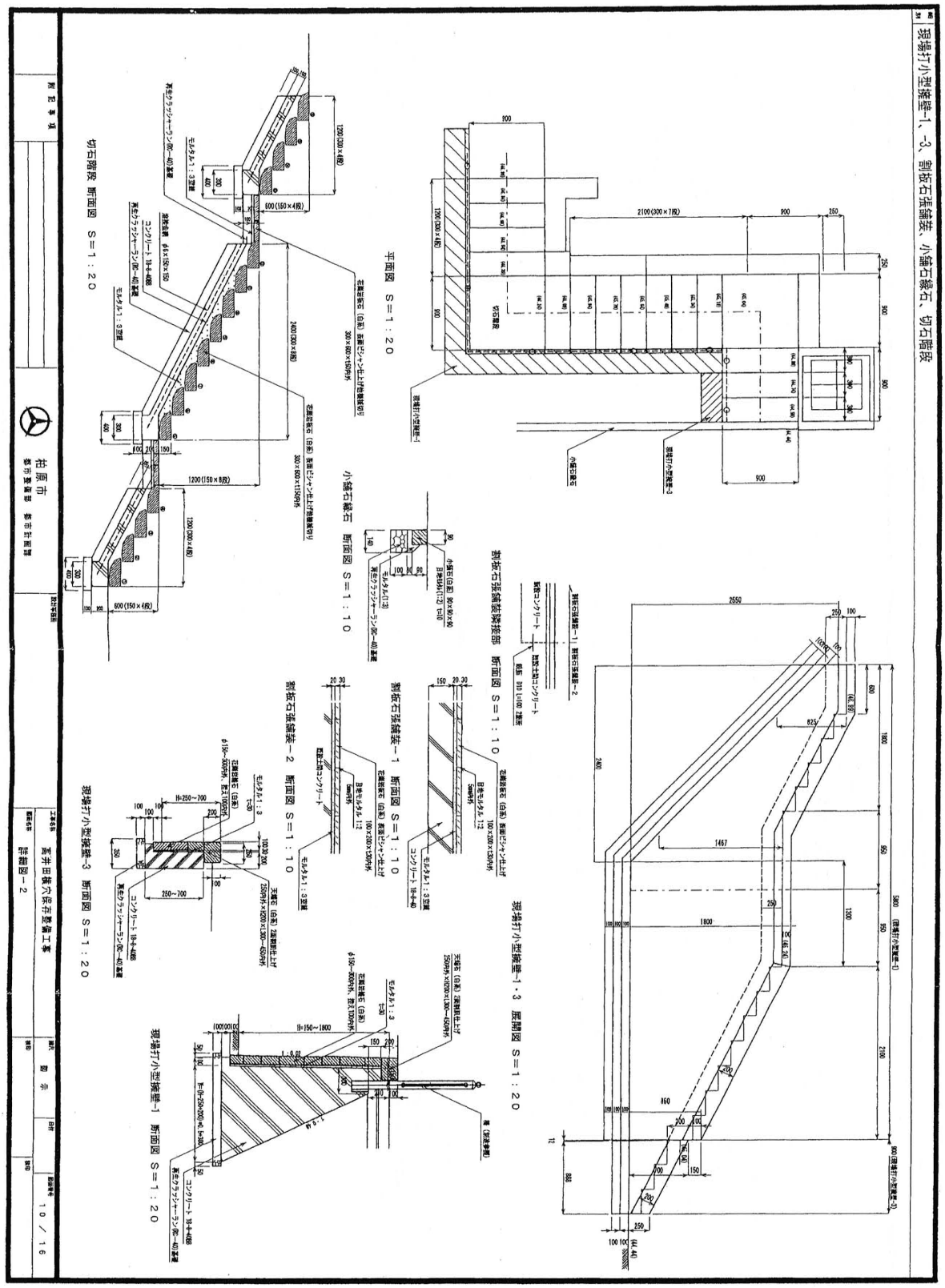
苔・黴の繁殖要因を日射や高湿度による原因として対策を採るため、通風として環境改善を行い、扉を改修する。さらに、見学者の安全と常時公開ができる施設に改修する。壁面の常時公開(外部から観察)出来るよう扉に強化ガラスを設置し、温度変化が少ないLED照明を人感センサーで照明する。


相原市
都市整備部 都市計画課
高井田横穴保存整備工事
植栽平面図
S=1:50
7 / 16
50.0
アセビ 58株
ヤブラン 208株
アジサイ 56株
アセビ 146株
ヤブラン 323株
N

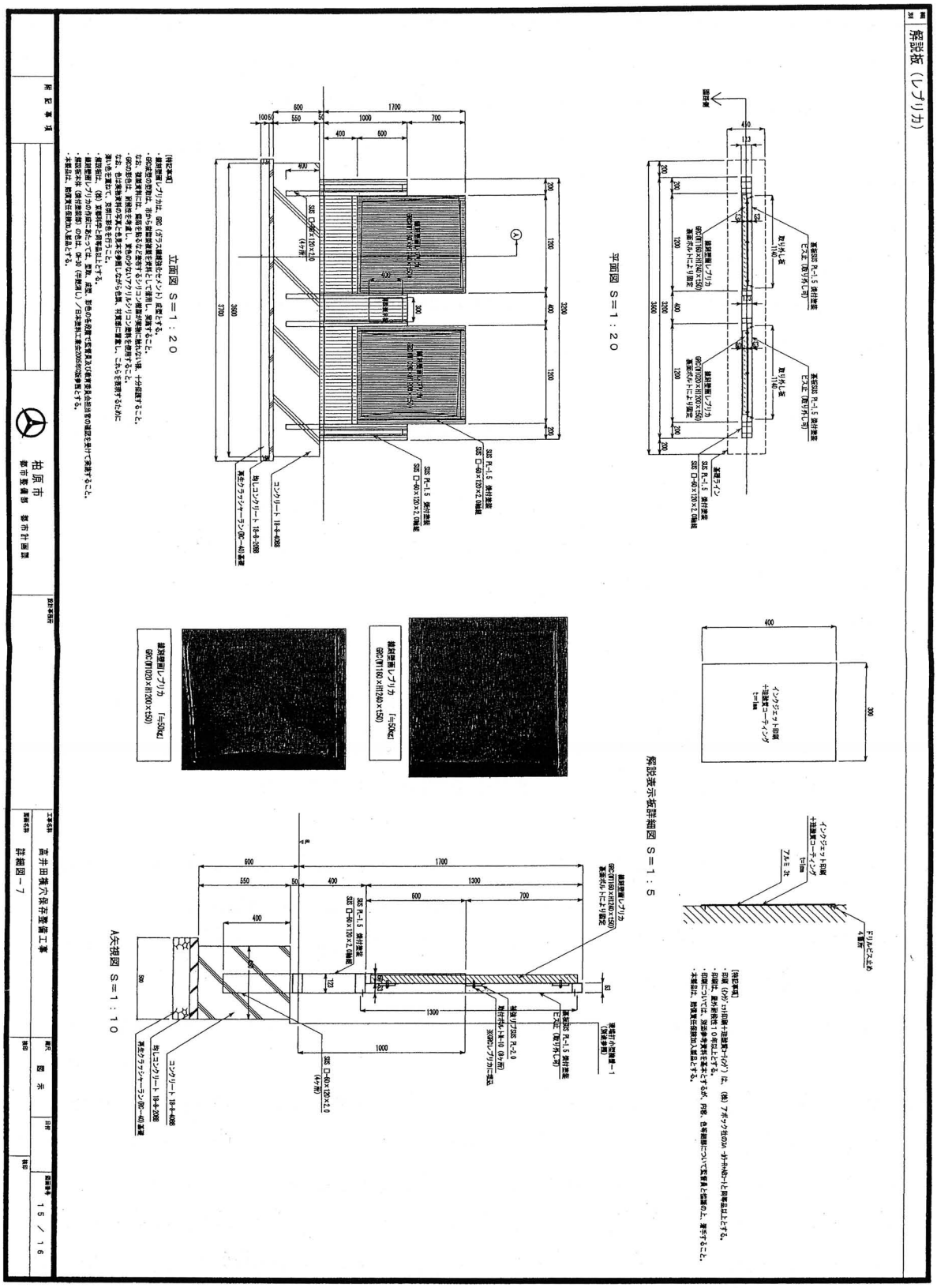
図－26　整備全体図


門扉、覆屋
柏原市
都市整備部 都市計画課
工事名称
真井田横穴保存整備工事
詳細図－5
縮尺 図示
日付
図面番号 13 / 16
立面図 S=1:20
屋根伏図 S=1:20
小屋組図 S=1:20
柱位置図 S=1:20
断面図 S=1:20
基礎伏図 S=1:10
門扉 断面図 S=1:10
特記仕様

図－27　覆屋根構造図


現場打小型擁壁-1、-3、割板石張舗装、小舗石縁石、切石階段
平面図 S=1:20
切石階段 断面図 S=1:20
小舗石縁石 断面図 S=1:10
割板石張舗装接続部 断面図 S=1:10
割板石張舗装-1 断面図 S=1:10
割板石張舗装-2 断面図 S=1:10
現場打小型擁壁-3 断面図 S=1:20
現場打小型擁壁-1 断面図 S=1:20
現場打小型擁壁-1・3 展開図 S=1:20
高井田橋八尾方歩道工事
詳細図-2
10 / 16

図－28　階段構造図



図－29　レプリカと看板設置図

2．発掘調査

発掘調査は、横穴上部の小さな墳丘状の高まりと周溝状の窪みにトレンチを２本と会談設置予定の横穴入口南側へ１本のトレンチを調査予定に設定した。結果は、下記に報告するように自然地形の起伏であって、凝灰岩層が表土下０～30cm下層に確認した。遺構遺物は検出されなかった。

高井田横穴第３支群５号墳墳丘状隆起及び窪地（周溝）と名称し、柏原市教育委員会生涯学習部文化財課北野　重が担当した。

１．経　緯

高井田横穴線刻壁画保存検討委員会において、第３支群５号墳墳丘状隆起及び窪地（周溝）に排水溝を設置する保存整備案が検討され、墳丘や周溝が検出される可能性があるため、現状変更届を提出し、許可後発掘調査を実施した。

２．方　法

第３支群５号墳の上部に第1,2トレンチ、階段横に第３トレンチを設定し、遺構の存在確認を実施した。

第1トレンチ　長さ4m　幅0.5m　墳丘状を呈する隆起及び周溝状窪地に設定

第2トレンチ　長さ4m　幅0.5m　墳丘状を呈する隆起及び周溝状窪地に設定

第1トレンチ　長さ3m　幅0.3m　墓道に設定

３．調査の結果

第1トレンチ

横穴主軸方向の上部に設定し、墳丘状を呈する隆起及び周溝状窪地と想定される場所に設定。長さ４m、幅0.5mで掘削した。表土を除去後凝灰岩の風化土及び凝灰岩層をその下層約10cm～40cmで硬い凝灰岩層を確認した。遺構と遺物は確認しなかった。

第2トレンチ

横穴主軸に直行する墳丘状を呈する隆起及び周溝状窪地に設定。長さ４m、幅０.５mの範囲で掘削した。表土下約１０～２０cmで凝灰岩の比較的堅い岩層（凹凸がある岩層）を確認した。割れ目には根が入り込んでいる。トレンチ西端部で土坑を確認した。植物が生育した後粘土化したものと考えられる。遺構と遺物は確認しなかった。

第1トレンチと同様に墳丘及び周溝の様に呈していた形状が自然の地形であると確認した。

第3トレンチ

階段南側の急斜面地で、掘削予定であったが、上層の落葉を除去した段階で凝灰岩層（凝灰岩の風化土）が確認されたので、和田委員に相談したところ、一度掘削すれば、埋め戻し後土砂の流出する可能性が高いので、風化の進んでいない凝灰岩層までの深さを測量するに留め、当位置は墓道等の遺構が既に削平されていると考えられるので階段の改修工事で確認を行えば十分ではないかとの意見があり、大阪府教育委員会とも相談して掘削を中止した。凝灰岩まで深さはピンポールで測定し、ほぼ斜面に平滑で墓道の溝状の落ち込みが確認されなかった。

階段除去時に下層を精査し遺構や遺物がないことを確認した。

4．調査の考察

当初墳丘や周溝と考えた高まりや窪地は、表土（約10cm）を掘削した面で凝灰岩の風化土層を確認し、自然地形の凹凸である。風化土は、約10～50cm（Ⅰ～Ⅲ形態）の厚さがあり、根が割れ目、砂粒状やスポンジ状の極めて軟弱な土層に入り込んでいる。凝灰岩の風化が進行した土層を3段階（強度、保水性等の状態により）に区分した。

Ⅰ層……凝灰岩の最も風化が進行して粘土化となり微砂粒状の粒子が軟弱に堆積した土層

Ⅱ層……拳大以下の凝灰岩塊で縞状の土層。間隙に粘土層が入り込んでいる。岩塊は人指で砕ける程度の堅さである。

Ⅲ層……凝灰岩層に大きな割れ目が生じ、やや大きめ（50cm大）の凝灰岩が重なる土層。

凝灰岩がⅢ層からⅡ層、Ⅰ層へと次第に風化した状態である。Ⅰ～Ⅲ層の下層から比較的堅い凝灰岩の岩層を確認した。この岩層には根が入り込んでいない状態である。

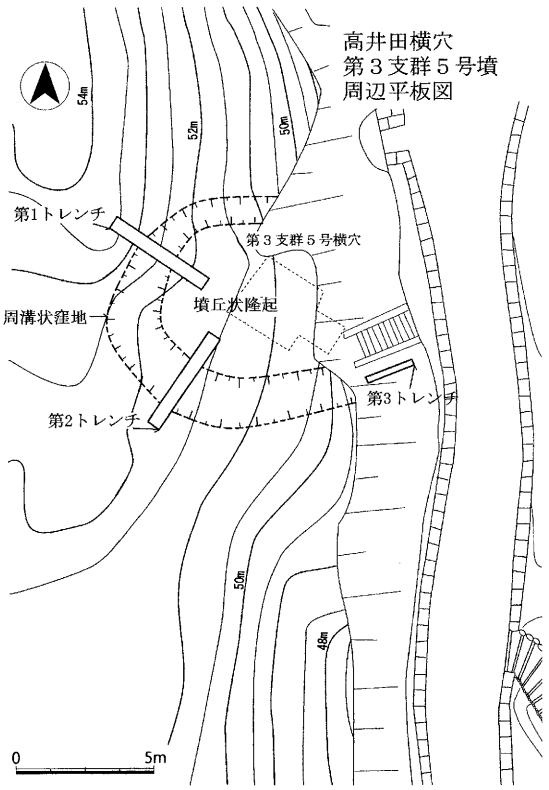
風化土の下層から比較的堅い凝灰岩層は表面が平滑か割れ目を持つ凹凸がある岩層を確認した。直接岩層には根の入り込みはないが、後者の岩層の割れ目に根が入り込んでいる状態である。割れ目の深さや方向は明確でなく、今回第2トレンチで確認した凝灰岩割れ目と横穴内部の割れ目との関係は、距離を隔てており特定するものでない。

恐らく、周辺部の同様の割れ目が多数あり、その幾つかが横穴へ延長し、また、根がその割れ目を通じて伸びている可能性がある。

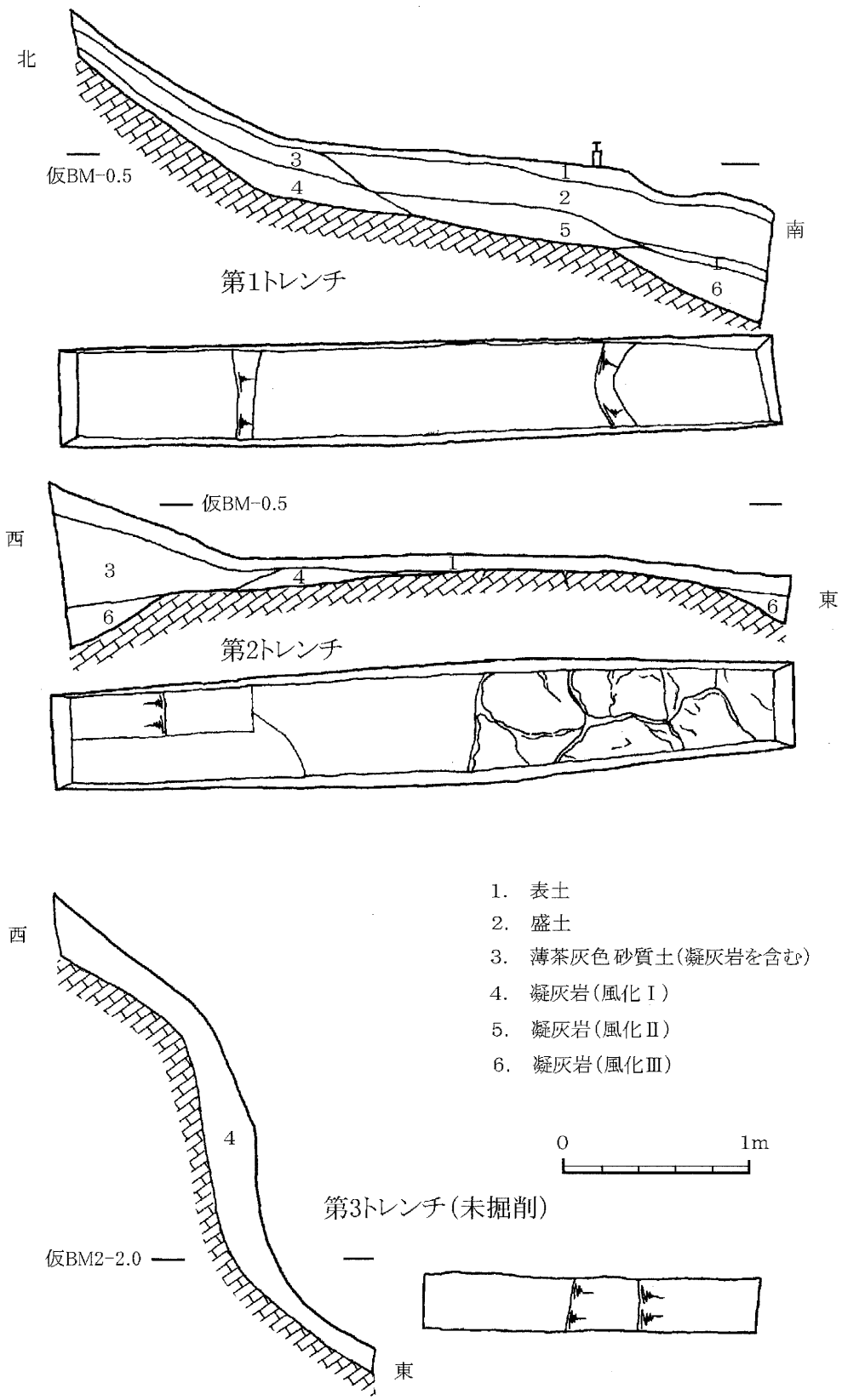
発掘調査現場は、検討委員会の和田晴吾委員（考古学）、西山要一委員長（保存）、小林正雄委員（水圏）前中久行委員（植生）、大阪府教育委員会文化財保護課地村邦夫技師に発掘現場の確認を依頼した。

今回の調査の意義について

1．横穴の墳丘や周溝が確認されなかった。
2．凝灰岩の風化が粘土化していく段階の土層が確認された。
3．凝灰岩岩層までの深さが浅く、保存工事の対応深さが確認された。
4．周辺の樹木の根が風化土層内及び岩層の割れ目に張り、長く伸びており、高木或いは巨木化すれば倒木する可能性が高い。
5．凝灰岩の割れ目が、岩層上層から存在していることが確認された。



図－30　トレンチ位置図


北
仮BM-0.5
3
4
1
2
5
6
南
第1トレンチ
西
仮BM-0.5
3
4
1
6
6
東
第2トレンチ
1. 表土
2. 盛土
3. 薄茶灰色砂質土(凝灰岩を含む)
4. 凝灰岩(風化Ⅰ)
5. 凝灰岩(風化Ⅱ)
6. 凝灰岩(風化Ⅲ)
0
1m
西
4
第3トレンチ(未掘削)
仮BM2-2.0
東

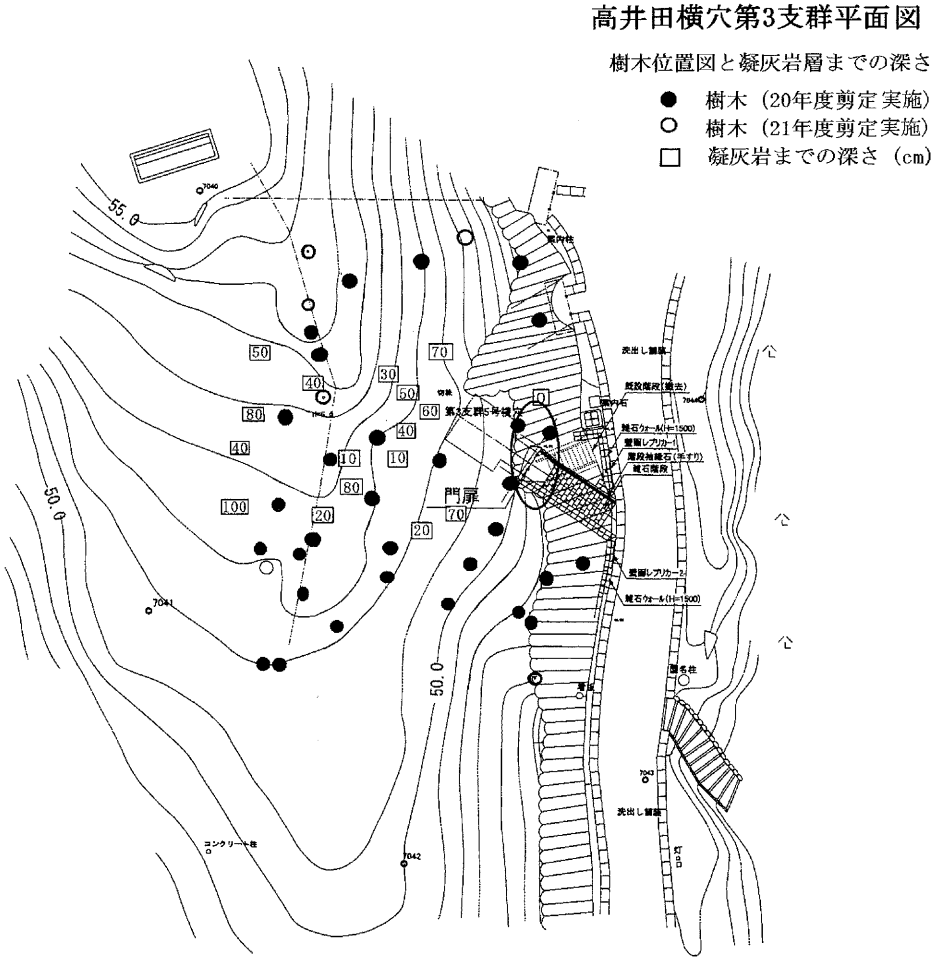
図－31　トレンチ実測図

3．　樹木の伐採・剪定業務

樹木は、日陰による温湿度調整や直接降雨による表土流出を防ぐ重要な役割を果たしている。横穴の保存にこれらの環境の保持が重要であることは、高松塚古墳例でも明らかであり、樹木の伐採剪定は、当然慎重な対応で経過した。これまで当横穴の植生調査はなく、また、凝灰岩についての調査は行われなかったため、委員会が最も多くの時間を費やし検討した主要テーマである。

樹木の植生調査は、大阪府立大学前中委員を中心に現地踏査や基礎調査を実施し、３つの報告を頂いている。前中委員の報告は、当横穴が位置する丘陵や史跡公園全体の植生調査から樹木管理の方向性まで幅広い報告がある。更に委員会での指摘を受け、柏原市教育委員会が補足的な基礎調査(樹木の高さや傾き、枝張り、主要根張りの方向調査)等を実施した。また、ピンポールによる硬い岩層までの深さ調査や発掘調査結果から、非常に表土層厚さが浅いことが分かり、倒木の危険性が指摘された。

樹木の根が横穴の壁面等の剥離や崩落に大きな原因となっているため、その成長を抑制し、大木が強風による倒木、或いは根起き、地下凝灰岩層の震動などを引き起こして、横穴に何らかの被害を及ぼす可能性を考慮したものである。伐採・剪定する樹木は、これら基礎資料を参考に決定した。



図－32　伐採・剪定樹木位置図

これらの基礎資料から剪定する樹木を極力限定した。時期や方法については、前中委員の指導を得て、伐採・剪定する樹木が枯れないように地上約１m位の高さまで切り落とし、芽が吹くよう慎重に平成20、21年度それぞれ伐採剪定を行った。

平成20年度伐採剪定を実施した樹木32本

現場名　　史跡高井田横穴公園

番号	樹　種　名	H	C	本立	W	本数	単位	備　考（東西南北枝張り単位m）
3	アラカシ	8	0.46		5	1	本	E 0.5 W 2.5 S 2.0 N 1.5
4	アラカシ	10	0.66		5	1	本	E 2.0 W 3.0 S 3.5 N 0.0
5	アラカシ	11	1.14		6	1	本	E 3.0 W 4.0 S 4.0 N 2.0
6	アラカシ	8	0.4		5	1	本	E 0.5 W 3.0 S 0.5 N 3.0
7	クスノキ	12	0.78		7	1	本	E 2.0 W 2.0 S 2.0 N 1.0
8	クスノキ	11	1.03		7	1	本	E 3.0 W 1.0 S 2.0 N 2.5
9	シャシャンボ	6.5	0.49		5	1	本	E 2.0 W 0.5 S 1.5 N 1.5
10	シャシャンボ	5.5	0.35		4	1	本	E 1.0 W 1.0 S 0.5 N 2.0
11	アラカシ	5	0.28		4.5	1	本	E 2.0 W 0.5 S 1.5 N 1.5
12	アラカシ	5	0.32		4	1	本	E 2.0 W 0.0 S 1.0 N 2.0
13	イロハモミジ	5.5	0.28		5	1	本	E 1.0 W 1.5 S 1.5 N 0.5
14	ネズミモチ	3.5	0.42	4	3	1	本	E 1.0 W 1.0 S 0.5 N 1.5
15	シャシャンボ	5.5	0.38		4	1	本	E 2.0 W 1.0 S 1.0 N 2.0
29	クスノキ	12	0.52		7	1	本	E 1.5 W 1.0 S 1.5 N 1.0
40	アラカシ	7	0.55		5.5	1	本	E 1.0 W 1.0 S 0.5 N 2.0
49	ナナミノキ	6	0.34		3	1	本	E 1.0 W 0.5 S 1.0 N 1.0
50	クスノキ	11	1.12		8	1	本	E 2.0 W 4.0 S 3.0 N 2.0
54	シャシャンボ	6.5	0.58		5	1	本	E 2.5 W 0.5 S 2.5 N 1.0
55	シャシャンボ	5	0.63	5	4	1	本	E 1.0 W 0.5 S 1.5 N 0.0
69	ナナミノキ	8	0.85		5	1	本	E 3.0 W 2.0 S 3.0 N 2.0
72	ヤマザクラ	8.5	0.57		5	1	本	E 1.5 W 0.0 S 1.5 N 0.0
73	アラカシ	6	0.66		4	1	本	E 2.5 W 1.0 S 2.0 N 0.5
74	シャシャンボ	4	0.7	5	3	1	本	E 1.0 W 1.5 S 2.5 N 1.5
75	ネジキ	4.5	0.77	3	3.5	1	本	E W S N 半枯れ
76	ネジキ	5	0.56	3	3.5	1	本	E 3.0 W 0.5 S 1.0 N 1.0
77	コナラ	8.5	1.05		6	1	本	E 2.0 W 2.0 S 1.5 N 2.0
78	ネズミモチ	4	0.25		2.5	1	本	E 1.5 W 0.5 S 0.5 N 1.5
79	ネズミサシ	5.5	0.28		1	1	本	E 0.2 W 0.2 S 0.2 N 0.2
81	クスノキ	10	0.72		5	1	本	E 1.5 W 1.0 S 2.0 N 0.5
87	イロハモミジ	5.5	0.35		4	1	本	E 2.0 W - 0.5 S 2.0 N 0.0
88	イロハモミジ	3	0.41		3	1	本	E 1.3 W 0.0 S 1.5 N 2.0
89	イロハモミジ	7	0.97		6.5	1	本	E 4.0 W 1.5 S 3.0 N 2.5
40	シャシャンボ	5.5	0.35		7	1	本	E 1.0 W 1.0 S 0.5 N 2.0

平成21年度伐採剪定した樹木21本

番号	樹　種　名	H	C	本立	W	本数	単位	備　考
51	コナラ	10	0.73		7	1	本	E 3.0 W 1.0 S 1.5 N 1.0
53	コナラ	10	1.05		6	1	本	E 2.0 W 5.5 S 3.0 N 2.0
71	クスノキ	11	1.29		6	1	本	E 4.0 W 2.0 S 2.5 N 2.5
①	ネズミモチ	2	0.1			1		E W S N
②	コナラ	3	0.2			1		E W S N
③	ネズミモチ	2.5	0.2			1		E W S N
④	シャシャンボ	3	0.3			4		E W S N
⑤	ネズミモチ	1	0.3			1		E W S N
⑥	モチツツジ	1	0.1			6		E W S N
⑦	ネズミモチ	3	0.2			1		E W S N
⑧	モチツツジ	1	0.1			6		E W S N
⑨	ネズミモチ	5	0.3			1		E W S N
⑩	イロハモミジ	3	0.1			1		E W S N
⑪	ネズミモチ	1	0.1			1		E W S N
⑫	イロハモミジ	1	0.1			1		E W S N
⑬	モチツツジ	1	0.1			6		E W S N
⑭	ネズミモチ	1.5	0.1			1		E W S N
⑮	ネズミモチ	1.5	0.1			1		E W S N
⑯	モチツツジ	1	0.1			6		E W S N
⑰	モチツツジ	1	0.1			8		E W S N
⑱	コナラ？	1.5	1.2			1		枯れ

表－7　伐採剪定した樹木

第４章　平成21年度事業

平成21年度は、実施設計に基づく実施工事を文化庁や大阪府教育委員会文化財保護課の指導を受けて都市計画課の協力により実施設計書を作成した。

文化庁への国庫申請書を提出し、交付決定を受けた後、工事請負費で一括発注するより、横穴の保存に直接関わる専門的分野の苔黴の除去や壁面強化の業務を保存方法の取扱いの経験と岩種の扱いを熟知した業者へ委託する方が保存整備事業の趣旨として適当であるとの委員会の意見と指導を戴いた。壁面強化及び苔黴の除去業務を工事請負費から切り離し、工事請負費と委託業務へ変更し、減額となった額を需用費へ組み込むよう再度計画変更申請を文化庁に提出した。
その後、承認を受け、工事請負費と壁面強化及び苔黴の除去業務を工事とは別途の業者選定を行った。業者決定後、それぞれ工事及び業務を実施した。

１．　実施工事

実施工事は、平成２１年変更承認申請が確定した後実施した。当初土木工事の分野の業者選定を実施予定であったが、委員会で樹木伐採・剪定等の業務内容が造園業者に属する内容ではないかとの意見に基づき業種変更して入札を行った。実施工事に際し、設計を担当した都市計画課及び教育委員会生涯学習部文化財課が当初より立会、適宜横穴の保存に影響が少ない実施工事を行うよう指導した。特に、階段設置に当たっては、横穴の近隣した凝灰岩層を掘削するため、慎重な施工を心がけ、埴栽等場所の移動等を行い、保存を優先的に執るよう指導を徹底した。

実施工事の主な内容は、下記表に示した。また、実施工事の直前まで横穴上部の直接降雨による土砂流出や横穴内部の高湿度化を招かないようシートを張る対策を講じた。排水溝設置は、実施設計の報告のとおりであり、その概要を述べる。

高井田横穴保存整備

実施内容＼説明	伐採剪定後にシートを張る	横穴内の樹脂塗布及び苔黴の除去	覆屋・階段等設置	樹木伐採・剪定
内　容	横穴内への雨水の浸透を防ぐ	樹脂で壁面強化と横穴内部の苔黴の除去	覆屋・階段を設置・改修	樹木22本を伐採剪定
実施時期	①現状変更許可後	②現状変更申請後 工事Ⅰ／Ⅲ期	③現状変更申請 工事Ⅱ／Ⅲ期	④現状変更申請後 工事Ⅲ／Ⅲ期
方　法	・横穴上部の雨水を排水	・OH100、OM50を使用	・階段傾斜を緩やかに改修	・平成21年度計画の樹木3本
		・剥離崩落部分に限定	・覆屋は入口上部に設定	・覆屋部分の樹木（草木含む）17本
		・壁面空洞化部分	・横穴上部に排水溝設置	・新たに追加のクスノキ1本
		・横穴内部の苔黴を除去	・横穴上部に盛土	・腐朽（平成13年度倒木）コナラ1本
図　面	横穴上部	No　１８／１８	No　９／１７	No　４／１７
手続き	現状変更申請（市の日常管理）	現状変更申請	現状変更申請	現状変更申請（市の日常管理）

表－８　平成21年度の実施工事の主な内容

史跡高井田横穴線刻壁画の保存と公開

Ⅰ 現状

壁面等劣化の要因
（1）植物
（2）温湿度
（3）苔・黴
（4）凝灰岩の劣化

見学上の支障
（5）照明
（6）安全

Ⅱ 問題点

（Ⅱ-1） 植物
イ）樹木の根が成長し凝灰岩の風化や剥離を助長
ロ）巨木化が倒木等の崩壊の危険性を増大
ハ）根の生育が水を供給する水道を造る要因
ニ）伐採後の環境変化（流土、雨水、高温化等）

（Ⅱ-2） 温湿度
イ）凝灰岩の保存に適した温湿度データが不明確
ロ）横穴内部の高湿度が根を成長させる要因

（Ⅱ-3） 苔・黴
イ）苔黴が凝灰岩壁面に繁殖し、保水性を高める
ロ）完全遮断が困難（大気や岩層内から供給）
ハ）自然環境によって各種類の苔黴が発生する
ニ）線刻壁面への影響は現状では微少

（Ⅱ-4） 凝灰岩の劣化
イ）複合的な要因で表面部分から劣化と崩壊が進行
ロ）風化の複合的な要因
（樹木・雨水・温湿度・苔黴等の複合要因）

（Ⅱ-5） 照明
イ）見学者への配慮（線刻壁画と玄室の観察）
ロ）LED照明で温度上昇を抑制
ハ）羨道部照明で玄室内部が見えるか

（Ⅱ-6） 安全
イ）見学者の安全確保（転落等事故防止）
ロ）見学者のニーズに対応（常時見学可能）

Ⅲ 対応

（Ⅲ-1） 樹木の伐採・剪定
イ）成長を抑制し低木化を図り、根による影響を軽減
ロ）重量を軽減化し、強風による倒木の危険性が減少
ハ）根による水道の成長を鈍化

（Ⅲ-2） 上部の対応
イ）直射や降雨の直接影響を軽減のため下草を生やす
ロ）雨水の影響を盛土と排水溝、覆屋の設置で縮小

（Ⅲ-3） 苔・黴の除去
イ）苔黴を風圧で吹き飛ばし集塵し、影響を軽減する。
ロ）空気媒体や土中から表出し、完全遮断が困難
ハ）苔黴除去後の経過観察（苔黴の変化）

（Ⅲ-4） 凝灰岩の強化
イ）樹脂強化は短期的対策
ロ）樹脂施工は重量が増し、崩壊の一因となる
ハ）入口、羨道、玄室の壁面剥離や崩壊部分（限定施行）
ニ）崩壊の進行速度を鈍化（短期的対策）

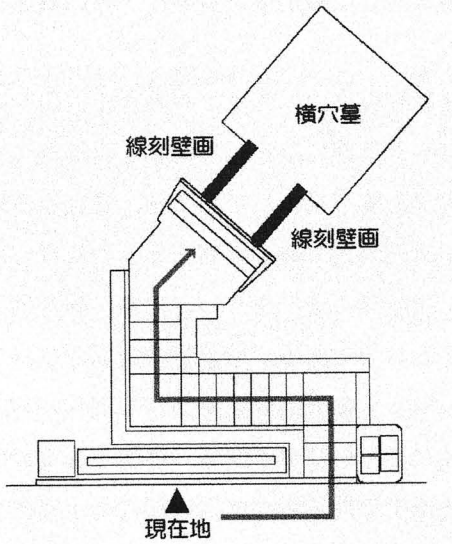
（Ⅲ-5） 内部環境の改善
イ）仮密閉を改善、通気性で平衡状態を保持
ロ）人感センサーによる自動照明装置を設置
ハ）日射を遮断し、苔黴を抑制する扉の設置

（Ⅲ-6） 周辺施設
イ）階段の傾斜を緩やかに改修
ロ）常時見学可能な透明ガラスを扉に設置
ハ）苔黴の繁殖を招く日射を遮断する扉の設置
ニ）覆屋、排水溝、盛土で雨水の影響を軽減
ホ）線刻壁画のレプリカと説明板を設置

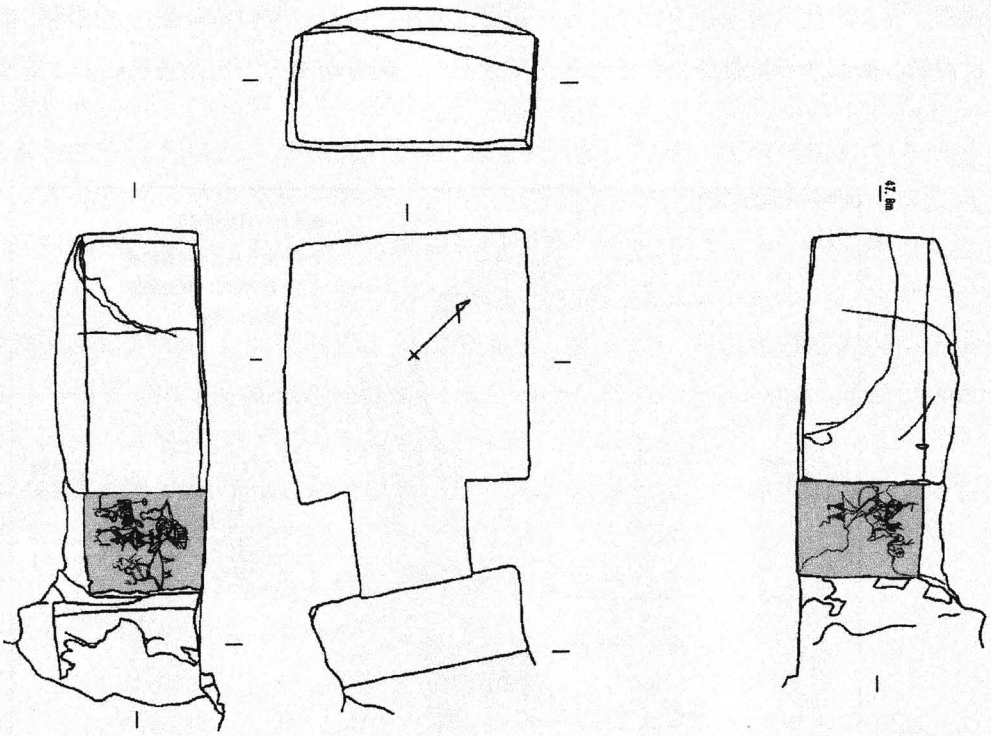
表－9 史跡高井田横穴線刻壁画の保存と公開

線刻壁画

この左右のレプリカは、横穴墓内の羨道（せんどう）部壁面に遺存する線刻壁画をＧＲ（Ｃガラス繊維強化セメント）で成型したものです。
線刻壁画には、「ゴンドラの船に乗る人物」等が描かれているのがわかります。
右横の階段を上がると、実物を観賞できるようになっていますので見学して下さい。



［横穴墓・線刻壁画現況図］



横穴墓左側面　横穴墓平面　横穴墓右側面

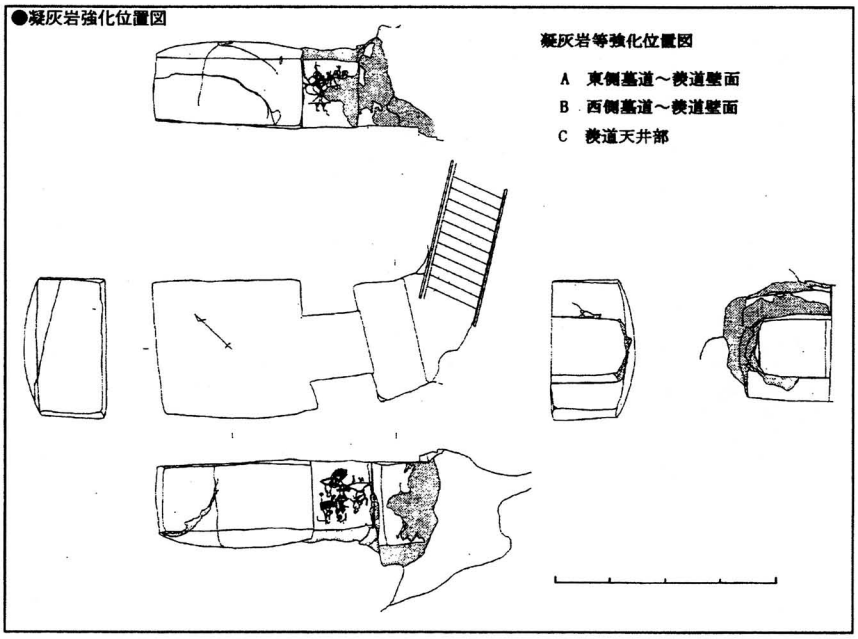
図－33　看板

2．壁面修復業務

当初申請時、工事に壁面修復業務を含めていたが、委員会で今回の整備で最も重要な慎重に行う業務であるとの指摘を受け、工事請負から独立した業務として変更承認申請を提出し、承認を受けた。

壁面修復については、奈良文化財研究所の肥塚委員と奈良大学西山委員長からの指導を基本的に崩落や剥落部に限定して樹脂を浸透施工する方針が決定した。崩落や剥落部は、次第に風化や樹木の根が影響し進行しているが、遺存する壁面に波及する状況でないため、短期的な対策として施工せず原則現状で経過観察することになった。羨道の天井部や東側壁面の一部が根の伸長によって受けた剥離等の進行をくいとめる。線刻壁画は、現状を維持して経過観察によって、今後の対応を検討するものである。造墓時の壁面が依存する部分は除外し、樹脂についても従来の樹脂強化剤を使用して多くのデータを持つOH,OMの樹脂で対応することになった。当初、新規に開発がなされた通気性があるヘリテイジ等の樹脂を基本設計で提示したが、樹脂に通水性はなく、内部から壁面表面へ表出する地下水が壁面内部に雨水に含まれる化学物質等が凝固することが考えられ、剥離の原因になる可能性が指摘された。

壁面の樹脂による強化以外に、割れ目から流入した土砂や根の腐葉土化した堆積土が床面にあり、根の生育或いは保湿を助長させる原因になっているため、壁面等に伸長している根毛等と合わせて慎重に除去した。除去した土砂等は、精査し遺物等がなかった。床面は、横穴の掘削時の荒い掘削痕が残り、壁面と比べ雑な仕上げである。更に、壁面に付着している苔黴を送風等によって除去した。目視的な観察から比較的落とすことができたが、限界がある。自然通風によって増減を今後観察していきたい。



図－34　凝灰岩強化位置図

あとがき

史跡高井田横穴の第３支群５号墳の保存実施工事が終了し、その経過や実施内容をまとめ本書に掲載しました。

高井田横穴公園は、ＪＲ大和路線高井田駅から徒歩２分、近鉄大阪線河内国分駅から徒歩10分、国道25号線や国道165号線が隣接した交通アクセスが良好な環境にあります。実施工事に際して、多忙な各委員や関連調査を実施していただいた先生方にはご無理な依頼に快諾して貴重な指導や調査報告を頂いたことにお礼を申し上げます。また、事業の途上で逝去された初代委員長の堅田　直先生は、当該事業にとどまらず市文化財行政全般にわたり指導を頂きました。筆者は特にカタタ研究会に参加し、お世話頂きました。あらためてご冥福をお祈りいたします。さらに、事業推進に参加いただいた個人や大学、法人等の多数の方々に厚くお礼を申し上げます。

平成13年度高井田横穴線刻壁画保存検討委員会を設置して以来、当初の検討課題は、高井田横穴の実情や横穴崩壊のメカニズム、現環境の把握等あまりにも資料不足がありました。そのため、過去の経緯、委員会の目的、過去の航空写真、降雨統計、風向、浮遊粉塵、二酸化窒素、光化学オキシダント等の基礎的資料を提示し、さらに現状把握資料として、どのような調査が必要であるのか、それぞれ専門分野の委員等から求められた課題を整理し、各委員への調査依頼や各種関連資料を得るため、植生、苔黴、凝灰岩、降雨、温湿度等各分野の補足的調査を実施しました。これら資料内容は、基礎的資料枠内で横穴保存のための基準や対策を決定するものではなく、調査の内容をさらに詳細化、二次、三次的な幅広い方面からの対応や検討が必要でありました。委員の自主的な調査や検討資料を作成し、本書に報告した対策方法を選択することに至りました。

今回の保存対策の主目的が、何処を保存対象にするかの方針は、大きな命題でありました。将来の起こりうる気象現象や変化は、人的保護対策には限界があります。横穴の複合する崩壊要因に対する対策は、賛否両論があって中々統一することが困難な状況で経過しました。当事業は、こうした現状に短期的な対策や長期的な対策を分け検討した結果、線刻壁画を主に短期的な対策として実施することにしました。特に、植物の影響が最も大きいとの認識があるものの、樹木の伐採剪定は、雨水による土砂流失、日射増による高温化、温湿度変化、さらに、高松塚古墳の保存問題が表面化したことから周辺部環境の大きな変化が生じる経過を知ることになり、事後の対策が課題でした。こうした状況から、もっとも時間と精力を費やした分野でありました。

凝灰岩強化は、他遺跡等多数の施工事例があって、経過観察から、その後の劣化や変色、新たな対応も迫られている事例も多く、長期的な対策として施工するには、新しい樹種の開発、耐久年数や変色等科学の進展を待つ必要があるため短期的な対応を実施しました。

市として保存と公開に努めてまいる所存です。今後とも関係各位のご指導をお願いいたします。

柏原市教育委員会

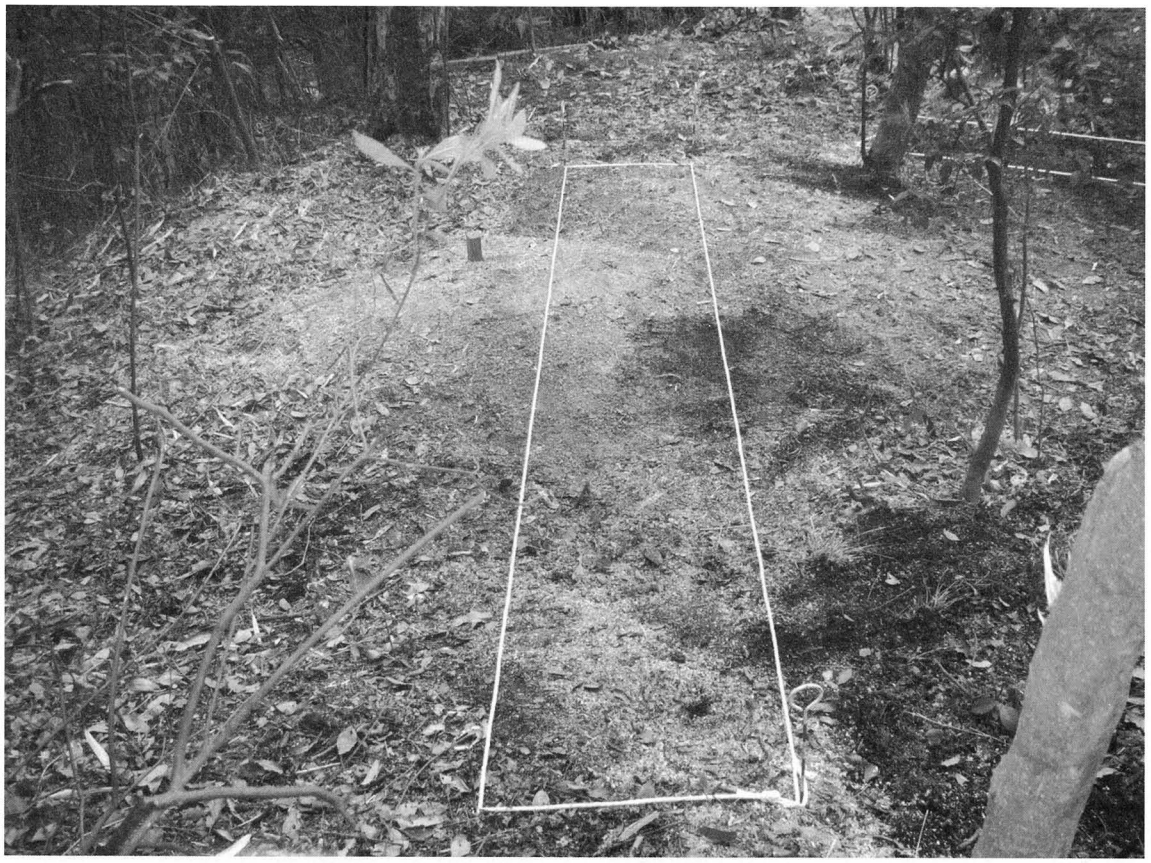
図版一　第3支群5号墳横穴特別公開風景（整備以前）

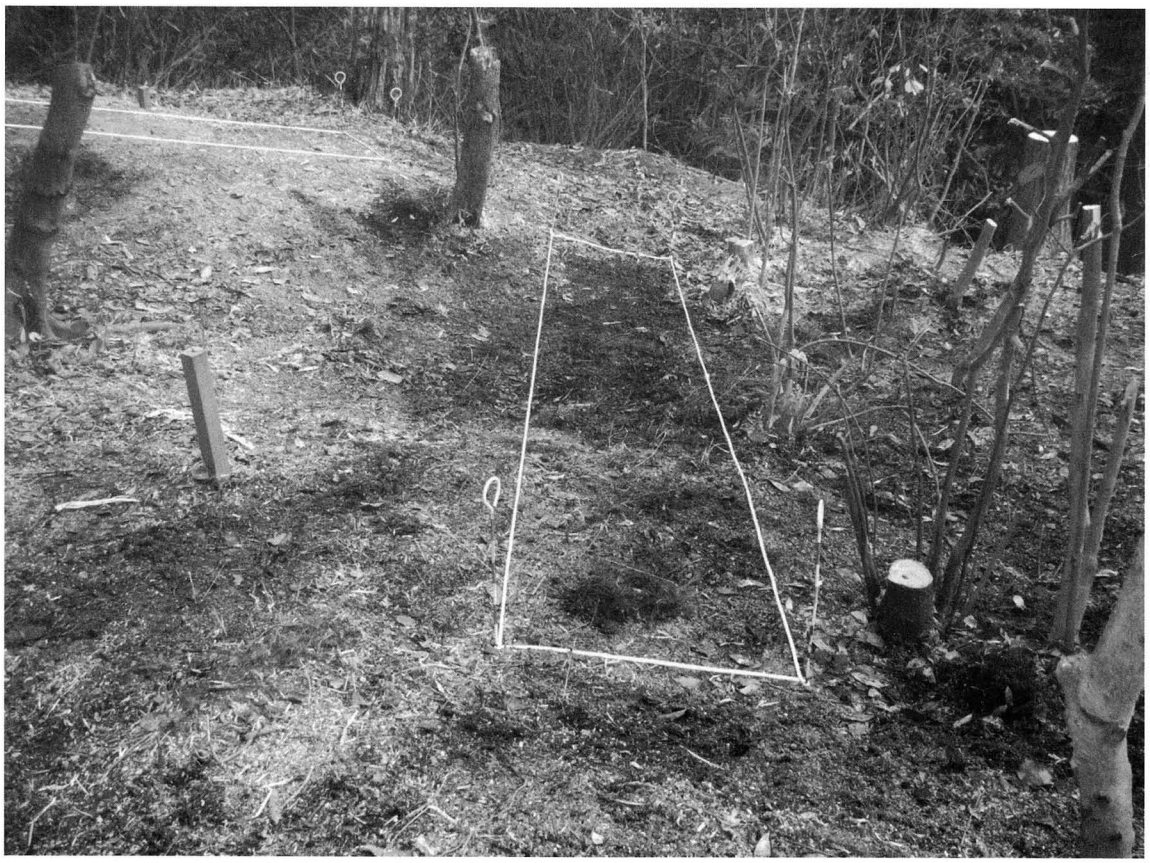
図版二　整備前樹木

図版三　伐採・剪定作業

図版四　伐採・剪定後とその後

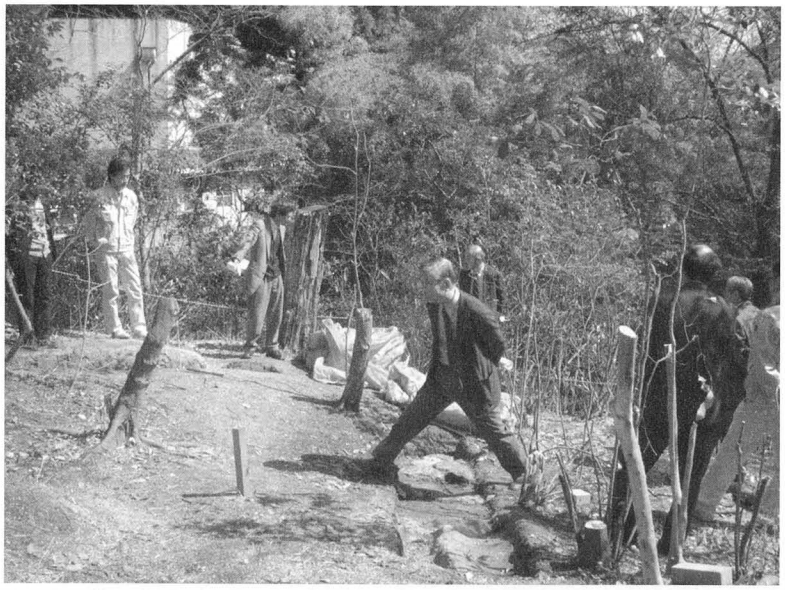
図版五　発掘調査前（第一トレンチ・第二トレンチ）



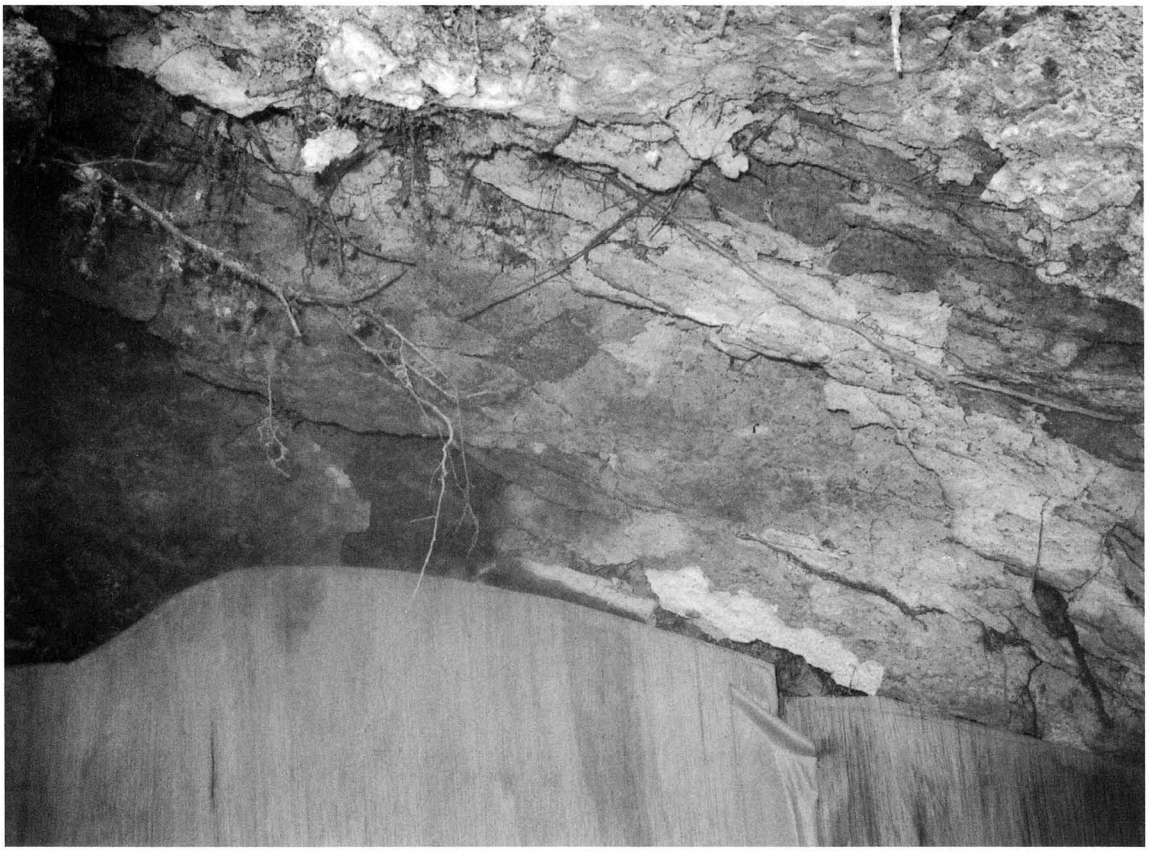


図版六　発掘調査後

図版七　発掘調査後の委員視察とその後の対応

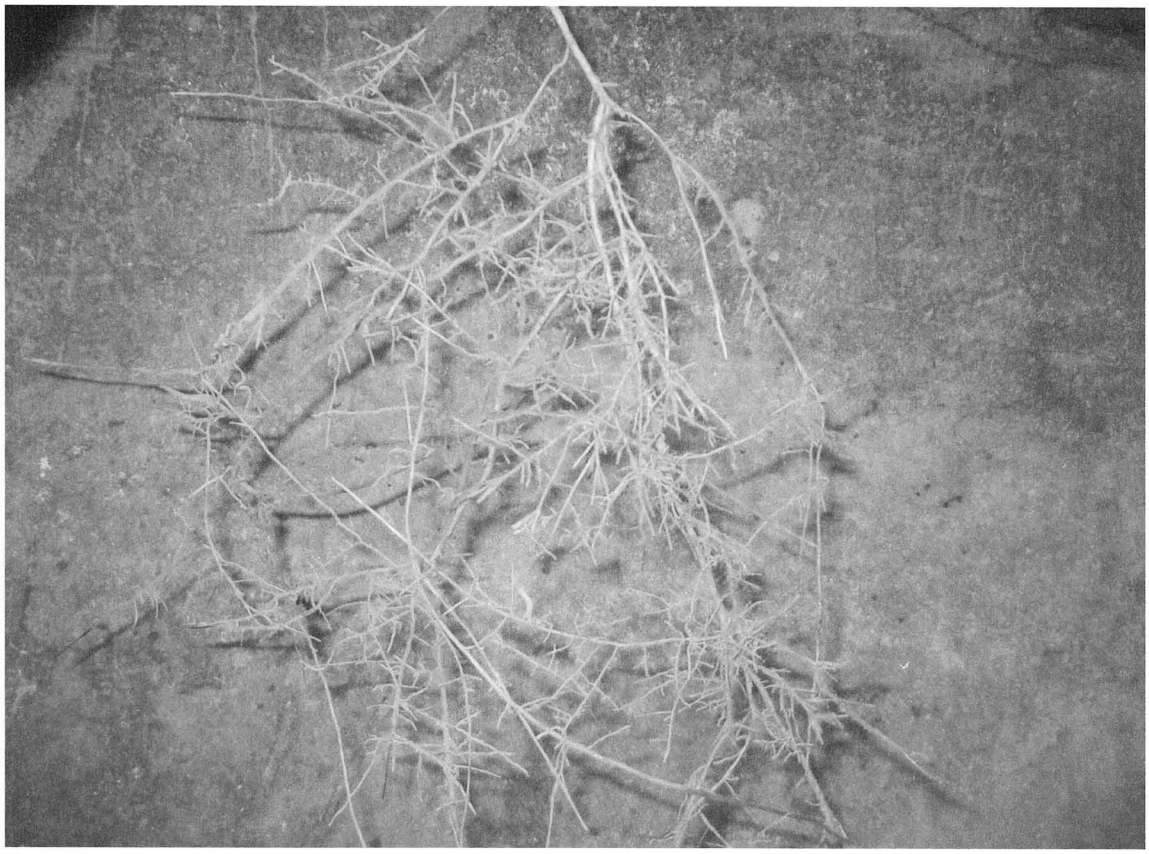


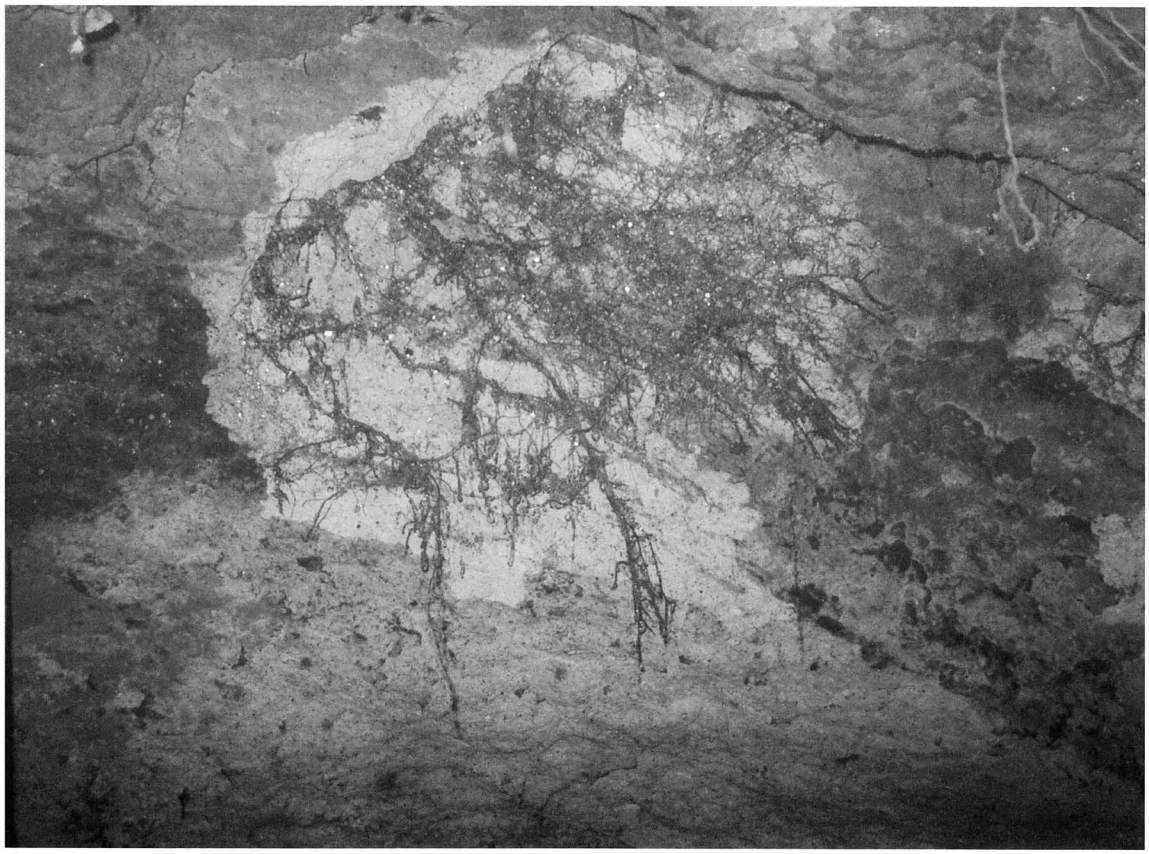
図版八　壁面の現状（根の伸長）



図版九　壁面の現状（水滴とカビ）

図版十　壁面の現状（内外根伸長）



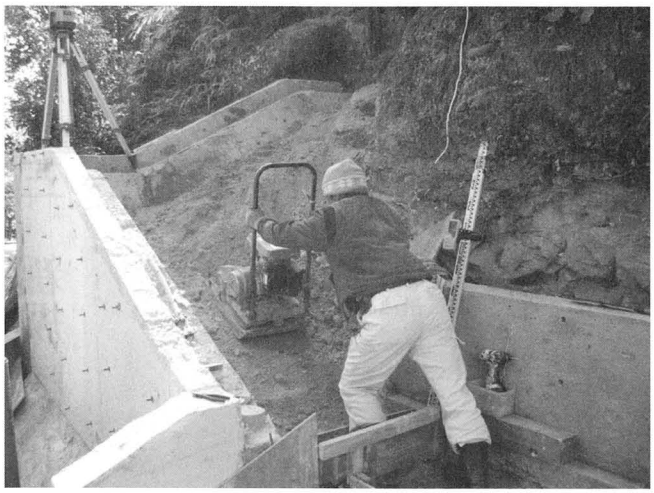


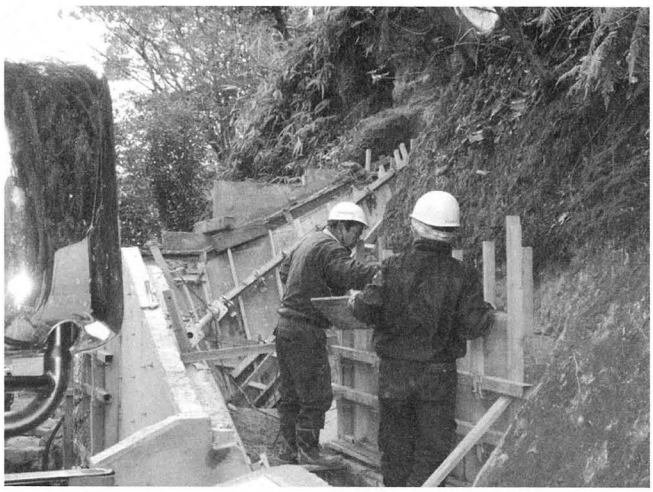
図版十一　排水溝設置状況

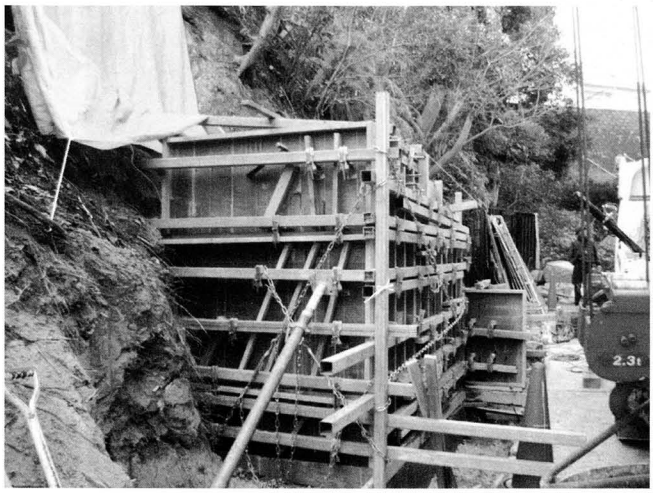
図版十二　旧階段の解体

図版十三　新規階段基礎部掘削

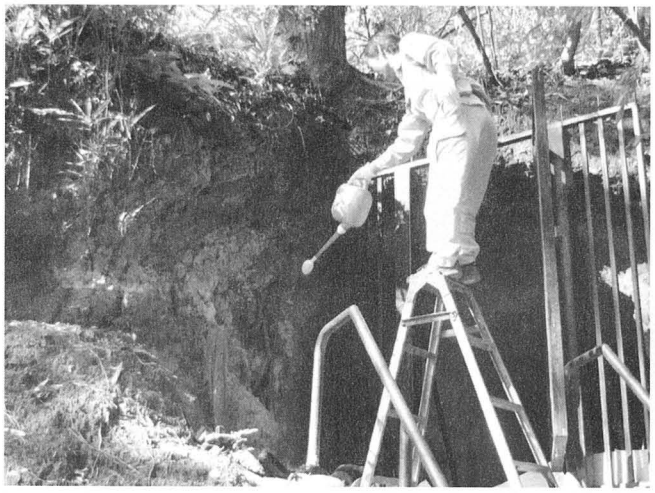
図版十四　階段の設置工事

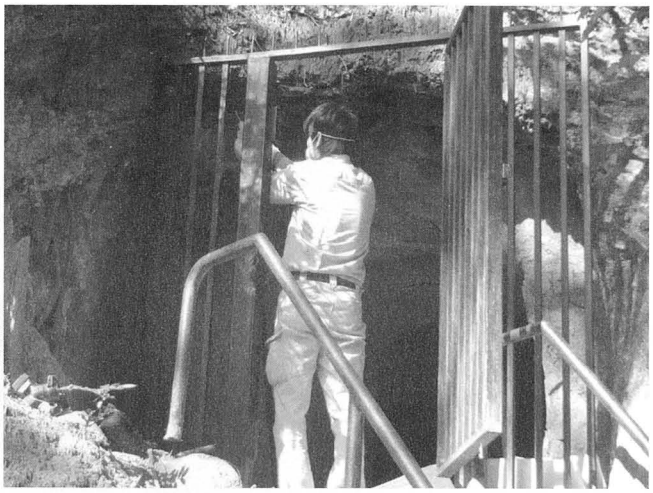


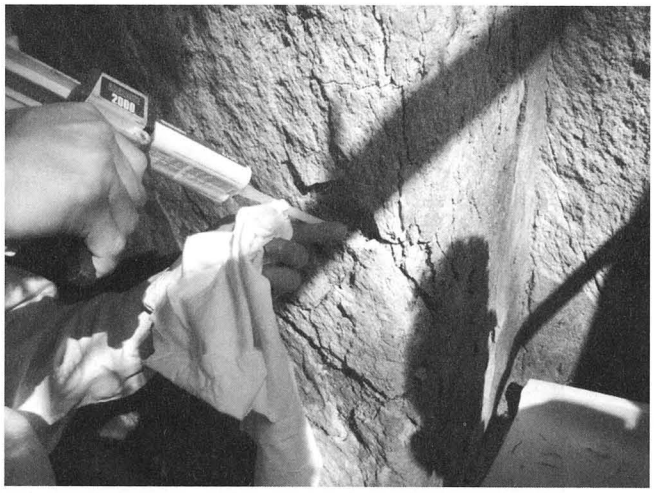


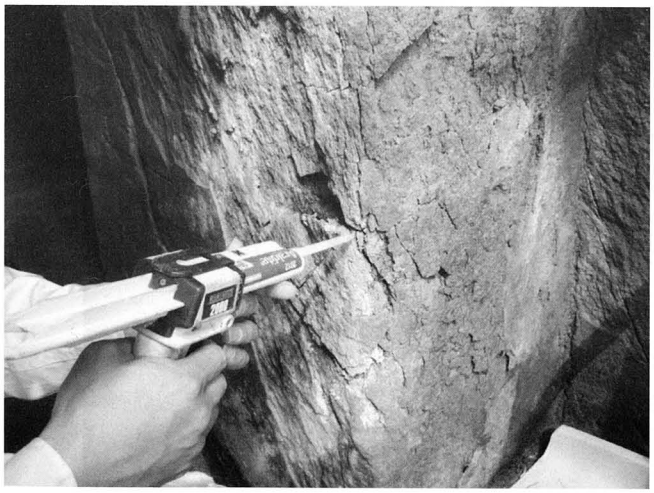


図版十五　壁面の修復作業

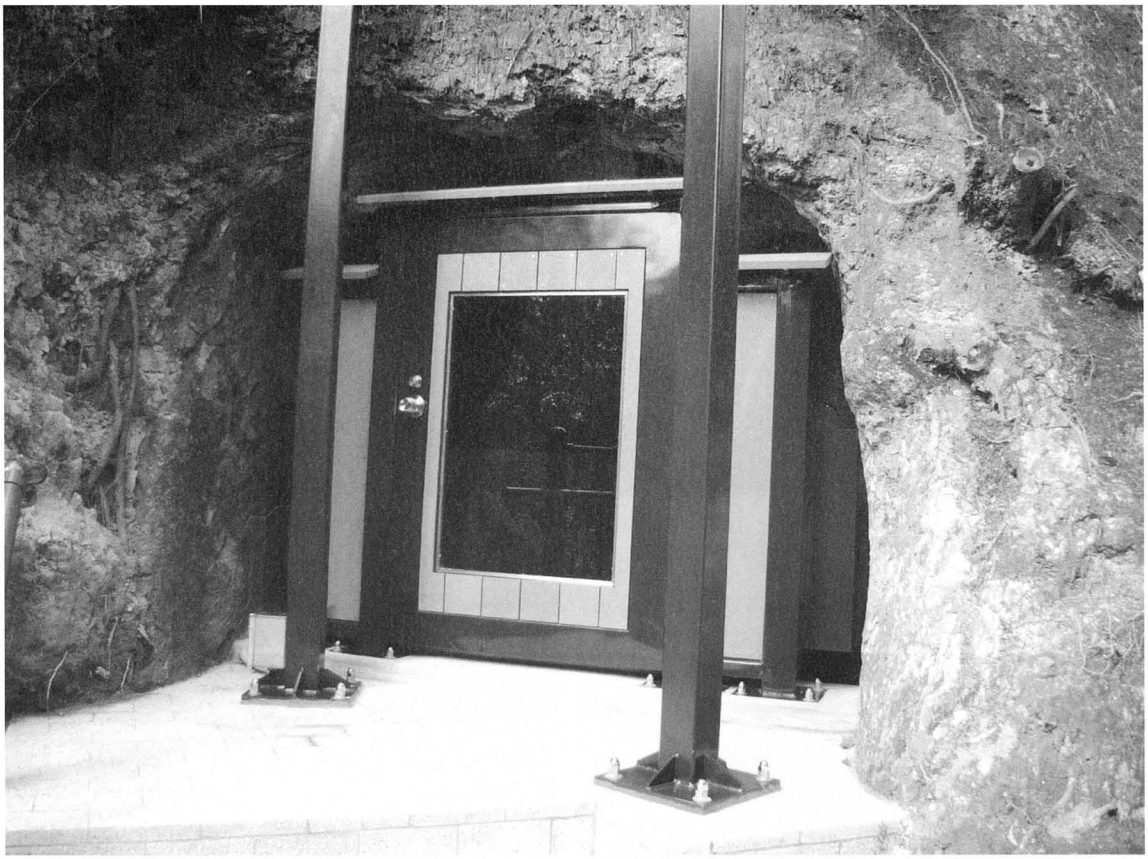








図版十六　入口部と階段の完成



高井田横穴線刻壁画保存事業報告書Ⅱ
－第３支群５号墳－

編集・発行　柏原市教育委員会
〒582-0015　大阪府柏原市安堂町１－43
電　　話　072－975－2508
発行年月日　平成22年３月31日
印　　刷　斉　博　社