

実施報告

伊予市堂ヶ谷経塚出土金銅経筒の保存修理について

亀井英希[※] 初村武寛^{※※}
 山岡奈美恵^{※※} 山口繁生^{※※}

1. はじめにー寄贈・修理の経緯ー

令和3年夏、愛媛県教育委員会の文化財担当者より、県指定有形文化財、金銅経筒付経巻（以下、本資料）の所有者である伊予市在住の児玉博氏から、自宅での本資料の保管が困難なため、愛媛県歴史文化博物館への寄贈申出希望の連絡があった。これを受け、当時愛媛県歴史文化博物館の専門学芸員であった筆者は、同年9月、愛媛県教育委員会の美術工芸品担当者、伊予市教育委員会の文化財担当者とともに、旧所有者宅を訪問し、経筒、経巻のほか、経石、関係書類を含め一括で受け取った（写真1～2）。その後、有識者による本資料の評価や愛媛県知事による愛媛県への寄贈の感謝状贈呈に係る手続き等を行ったのち、愛媛県文化財保護条例に基づき、愛媛県教育委員会に県指定文化財に係る所有者変更届及び所在場所変更届を提出した。そして同年10月18日付けで変更が明記された指定書を受け取り、正式に愛媛県歴史文化博物館に所有者、所在場所が変更となった⁽¹⁾。寄贈を受けた資料のうち経筒と経巻は、今後、末永く保存継承するとともに、公開活用するにあたり修理が必要であったため、文化財に対して高度な専門知識及び技術を有する（公財）元興寺文化財研究所に修理業務の委託を行った。令和3年度は経筒・経巻のX線写真撮影と経筒の三次元計測、令和4年度には経筒の蛍光X線分析と三次元計測に基づく図化、防錆・強化処理、令和5年度には、残りの保存修理と分析・三次元計測の報告書作成の作業を実施し、令和6年3月27日、およそ2年ぶりに愛媛県歴史文化博物館に返却された。（亀井）

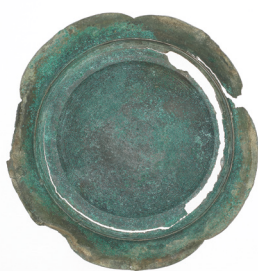
2. 堂ヶ谷経塚概要

修理した資料は、昭和33（1958）年に所有者のご尊父が伊予市大平の松林を開墾中に発見した経筒一口である。経筒は、宝珠型のつまみのついている傘形の蓋を有し、台座を設けた優品である。筒身には久安6（1150）年8月30日に施主である乙氏親遠、藤原氏女、秦氏は延が各々の両親のために如法経を書写供養したことを示す簡潔な銘⁽²⁾が刻まれ、県下最古の紀年銘品として貴重である。保存状態は概ね良好であるが、全体に緑青が発生し、蓋には亀裂が入るなど劣化が進行していた。また、経筒のなかに入っていた経巻は、木製の経軸に紙が巻かれた状態で固着しており開くことは不可能であったが、経筒に刻まれた銘文や残存状態等から、おそらく法華経と推測された⁽³⁾。

経塚とは11世紀の末、末法思想を契機に極楽往生や追善供養を目的とし始められた埋経の塚である。釈迦が入滅してから千年の間は仏法が盛んな「正法」、さらに千年を経ると仏法が衰微する「像法」とよばれ、その後は、人々がどれだけ修行を重ねても効果なく、飢饉や戦争、疫病が流行するなど世の中が乱れ、成仏さえも難しくなる「末法」の世になる。末法の世は、釈迦の功德が無い世界となるが、56億7千万年後には未来の仏である弥勒が、この世界に現れ人々を救済するといわれている。このような仏教思想を、後世に伝えようと経文を経筒に入れて地下に埋納したものである。



蓋表



蓋裏



経巻



金銅経筒

写真 1 保存修理前の金銅経筒付経巻



写真2 旧所有者宅での調査

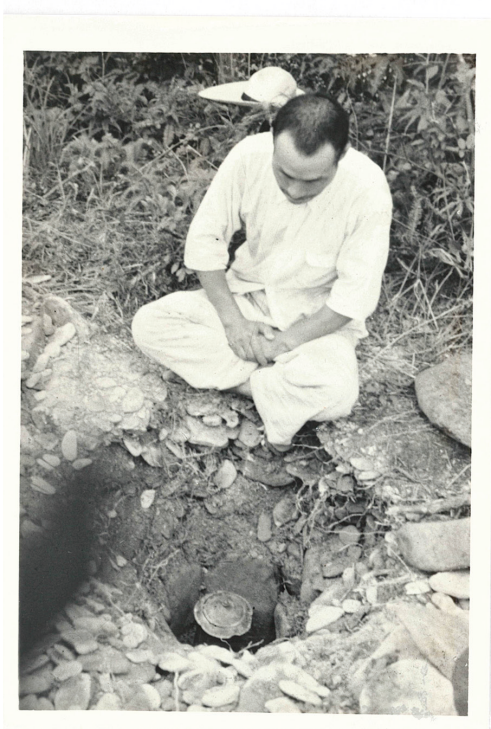


写真3 堂ヶ谷経塚発見時の写真

堂ヶ谷経塚発見の経緯については三宅敏之⁽⁴⁾、島崎達也⁽⁵⁾ 両氏の記載に詳しい。それらによると、発見された経塚は、出土地一帯のホノギ（小字）名から堂ヶ谷経塚と、あるいは集落名から小野経塚と称されていた。松山市の西南、明神山（標高634.7m）の北方尾根の末端にあたる通称堂ヶ谷の丘陵北斜面に営まれたものであり（図1）、昭和33（1958）年3月15日に、小起伏丘陵上の稜線の松林を開墾中に確認された。旧地表を50cm程度掘り下げて、幅約30cm、縦約50cm、厚さ約20cm前後の灰褐色の自然石を数枚立て並べて、約40cm四方の小石室を営み、その中心に庭石を据え、銅経筒を安置した後に蓋石を置き、その上部を長さ10cm前後の扁平な小石で厚く覆っていたらしく、その石材の分布から、径1.5m程度の円形塚と推定されている。また正岡建夫氏によると、これらの被覆石は緑泥片岩の小石で石室内にも充たされており、なかには一石に三字から六字ぐらいの墨書の石経もみとめられていた、とのことである⁽⁶⁾。

なお、写真3は、元県立高校の教員であった長井數秋氏から平成24年に愛媛県歴史文化博物館に一括で寄贈された写真資料に入っていたもので、堂ヶ谷経塚発見時に撮影されたものである。筆者が旧所蔵者の児玉博氏に確認したところ、写っているのは児玉氏のご尊父秀男氏が当時48才、とのことであった⁽⁷⁾。

また、島崎氏によると平成27年4月10日の調査にて、川原石による石積塚であること、経筒の埋納部分以外は開墾による破損を免れたこと、土を埋め戻した後に目印をつけたこと、現場が手付かずで保存されていることが報告されている⁽⁸⁾。（亀井）

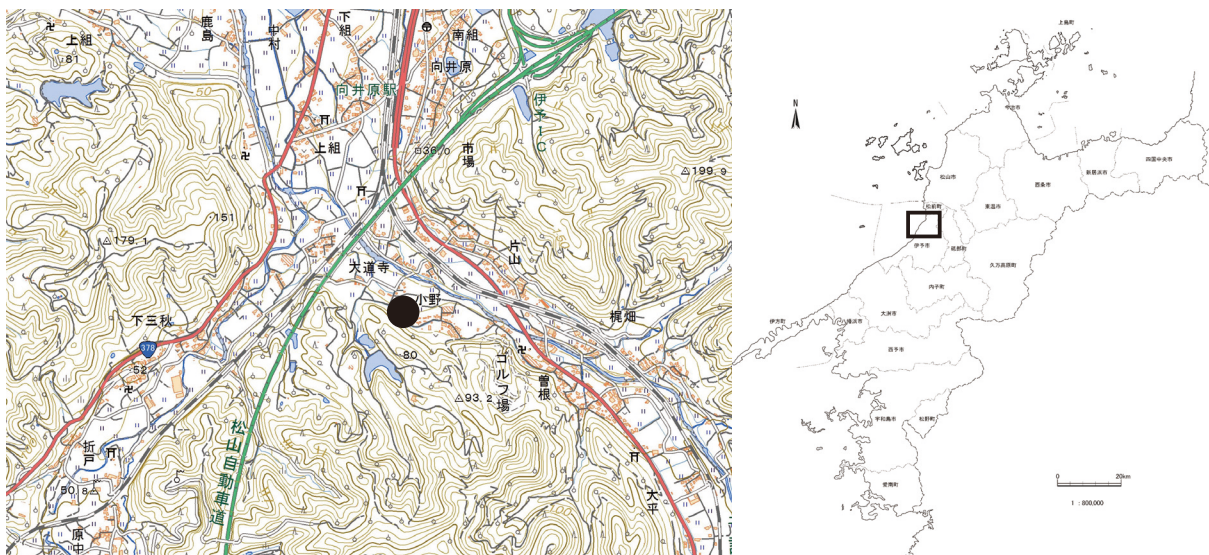


図1 堂ヶ谷経塚位置図

3. 資料の状況

伊予市堂ヶ谷経塚出土愛媛県指定有形文化財金銅経筒は、総高30cm、筒身高25.6cm、筒口径12cmで、宝珠型のつまみのついた傘形の蓋があり、筒身には円形の台座が設けられている。また、筒身には毛彫りによって下記のように刻銘されている。

各爲二親

奉入如法経筒

久安六年八月州日

乙氏親遠

藤原氏女

泰氏は延

搬入時、銘文表面には白色付着物があり、文字が白く浮き上がって見える状態であった。また、蓋には大きな欠損部があり、そこからの亀裂の広がりも確認された。

発掘時に納入されていた8巻の経巻は取り出され別置されていたが、筒身内面の底には経巻が納入されていた痕跡が遺存し、筒身内面の側面には経巻の和紙が付着していた(写真4)。なお、経巻は固化して開くことはできない状態であった。(山岡)



4. 保存修理の方法

写真4 筒身内面の経巻の和紙と痕跡

4-1. 修理前調査

修理前の状態を記録するため写真撮影を行った。この写真をもとに台帳を作成して修理工程やその過程で得られた知見などを記入した。また、メタル(サビていない金属)の残存を調査するためメタルチェックを行ったところ、筒身部・蓋ともにメタルが良好に遺存していることを確認した。(山岡)

4-2. 三次元計測

三次元計測(3Dスキャン)は、調査対象の立体形状を読み取り、デジタルデータに変換する方法である。調査対象に触れることなく立体形状を得ることができることから、近年では文化財の調査研究に用いられることも多い。

今回の計測では、下記の機器を用い、データの取得から出力を行った(写真5)。

- ・三次元計測機: SHINING3D Tech Co., Ltd. Einscan Pro
- ・制御ソフト: SHINING3D Tech Co., Ltd. Einscan Pro series
- ・位置合わせ: Volumegraphics GmbH VGstudio 3.5
- ・出力: Innovmetric software Polyworks Reviewer2021
- ・画像合成: Adobe Inc. PhotoshopCS5



写真5 経筒の三次元計測

①計測(データ取得)

経筒を緩衝材の上に設置し、Einscan Proを用いて計測を行った。Einscan Proは計測対象に照射した光のパターンを左右2台のカメラで捉えて立体視する方法を採用した三次元計測機である。この機器は手持ちでの計測と三脚に固定しての計測が可能であるが、今回の計測に際しては計測精度・解像度の高い三脚に固定して計測を行った。この際の計測精度は0.05mm、計測点間距離は0.16mmである(いずれもカタログ値)。

計測とデータの合成を繰り返し行いながら得られた点群データをコンピュータ上で確認を行った。計測時に取れた資料以外の点群データについてはその都度削除を行い、対象の形状のみが得られるようにした。

②位置合わせ

計測したデータは、XYZ軸に対して位置合わせがなされていない状態である。この状態では正投影画像が得られないため、VGstudio3.5を用いて各データに対して天地・水平方向の情報を与えた。また、経筒の身には銘文が刻まれているため、これを正面の中心軸とした。蓋については、破損により形状が一部歪んでいる箇所があるが、遺存状況の良好な面がみえるように据えた。

③正投影画像の出力

天地・水平方向の情報を与えられた3Dデータは、各種ソフトを用いて正投影画像を得ることができる。ここでは、3DデータのビューワーソフトであるPolyworks Reviewer 2021を用い、方眼目の有無にわけて2種類の画像を出力した。断面図については、先のVGstudio3.5を用いて出力した。

④出力画像の合成

Adobe PhotoshopCS5に出力した画像を読み込み、展開した画像を作成した(図2)。
倍率や位置情報については方眼目を手掛かりとした。画像は600dpi、スケールは1/1とした。(初村)

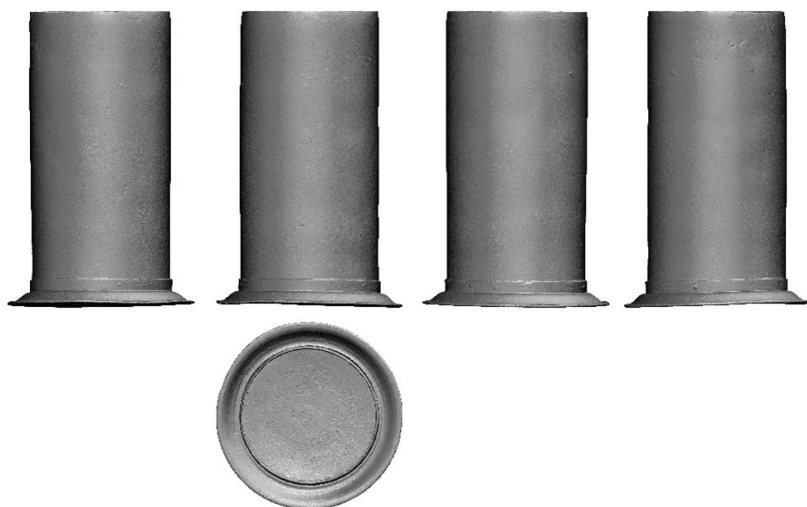


図2 経筒 筒身部の三次元画像展開図

4-3. X線透過撮影

修理前の経筒の劣化状態および構造・製作技法等を確認するため、X線透過撮影を実施した(写真6・7)。

X線透過撮影に用いた機器等は下記の通り。

装置：フィリップス社製X線透過試験装置MG225型

画像読取装置：富士フィルム株式会社製 FCR AC-7 HR

画像表示ファイル装置：富士フィルム株式会社製 VF-C1

X線二次元分布計測器：富士フィルム株式会社製 イメージングプレートUR-1型

ここで得られた知見については実測図作成の項目で述べるため、ここでは省略する。(初村)



写真6 経筒のX線透過撮影

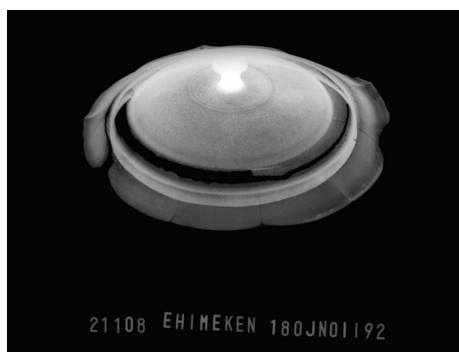


写真7 経筒蓋のX線画像

4-4. 自然科学分析

①分析対象

伊予市堂ヶ谷経塚出土経筒1点 (図3)

目視確認において、経筒は蓋、筒身、台座、底板の4つの部材からなる。蓋は笠形の被せ蓋で縁は五花形である。裏面には筒身口縁部にはめ込むための造り出しが観察される。筒身と台座の接合については、3つの鉾が用いられていることが観察できる。また、筒身口縁部付近には6つの鑄掛が観察される。



図3 経筒 (上段左から：蓋表、蓋裏、筒身底板、下段：筒身・台座側面)

②分析内容

蛍光X線分析による経筒の蓋、筒身、台座、底板の材質分析を行った。分析は、肉眼観察において析出物が少なく明らかな劣化が見られない箇所を選んで行った。分析箇所を図3に示す(図3-1～図3-20)。なお、資料形状、及び大きさの制限により、底板の分析のみ可搬型の分析装置を用い、その他の分析には据置型の分析装置を用いた。可搬型の分析装置は照射位置を精密に決定できず、またX線のビーム径も大きいという特徴がある。

③分析方法及び分析装置

蛍光X線分析は試料にX線を照射し、その際に試料から放出される各元素固有の蛍光X線を観測することにより、試料の構成元素を同定する分析方法である。分析には据置型の「EA6000VX」(日立ハイテクサイエンス)、及び可搬型の「100FA」(アワーズテック)を用いた。EA6000VXでの分析は大気雰囲気下、管電圧50kV、コリメータ0.2×0.2、0.5×0.5、1.2×1.2mmのいずれか、照射時間120または300sec/pointの条件で行った。X線管球のターゲットはロジウム(Rh)である。一方、100FAでの分析では大気雰囲気下、管電圧40kV、コリメータφ6mm、照射時間100sec/pointの条件で行った。X線管球のターゲットはパラジウム(Pd)である。

④結果

蓋

蓋の宝珠、及び表面、裏面、造り出し部、外縁部の計5点の測定を行った(図3-1～図3-5)。分析の結果、銅(Cu)を主として検出し、その他にヒ素(As)、スズ(Sn)、鉛(Pb)を検出した(図4)。よって、銅合金と考えられた。また、測定箇所による各元素のピーク強度に大きな違いは確認されなかった。

筒身

筒身(図3-6、図3-7)、及び鑄掛(図3-8～図3-13)の測定を行った。筒身からは蓋と同様に銅、ヒ素、スズ、鉛を検出し、銅合金と考えられた(図5)。なお、スズのピーク強度が蓋に比べて若干強かった。一方鑄掛では、銅を主として検出した(図6)。その他にヒ素、鉛を検出し、スズは検出されなかった。また、鉛のピーク強度は筒身に比べ低かった。

台座

台座(図3-14、図3-15)、及び台座と筒身を留める鉾(図3-16～図3-18)の測定を行った。台座からは蓋・筒身と同様に、主として銅、ヒ素、スズ、鉛を検出し、銅合金と考えられた(図7)。また、筒身と同じく蓋に比べてスズのピークが強かった。一方鉾では、筒身の鑄掛と同じく、銅、ヒ素、鉛を検出し、スズは検出されなかった(図8)。

底板

底板(図2-19)、及び底板と筒身の接合部(図2-20)の測定を行った。底板、接合部ともに銅、スズ、鉛を検出した(図9、図10)。2つのデータに有意な差は見られず、ろう付けは確認できなかった。(山口)

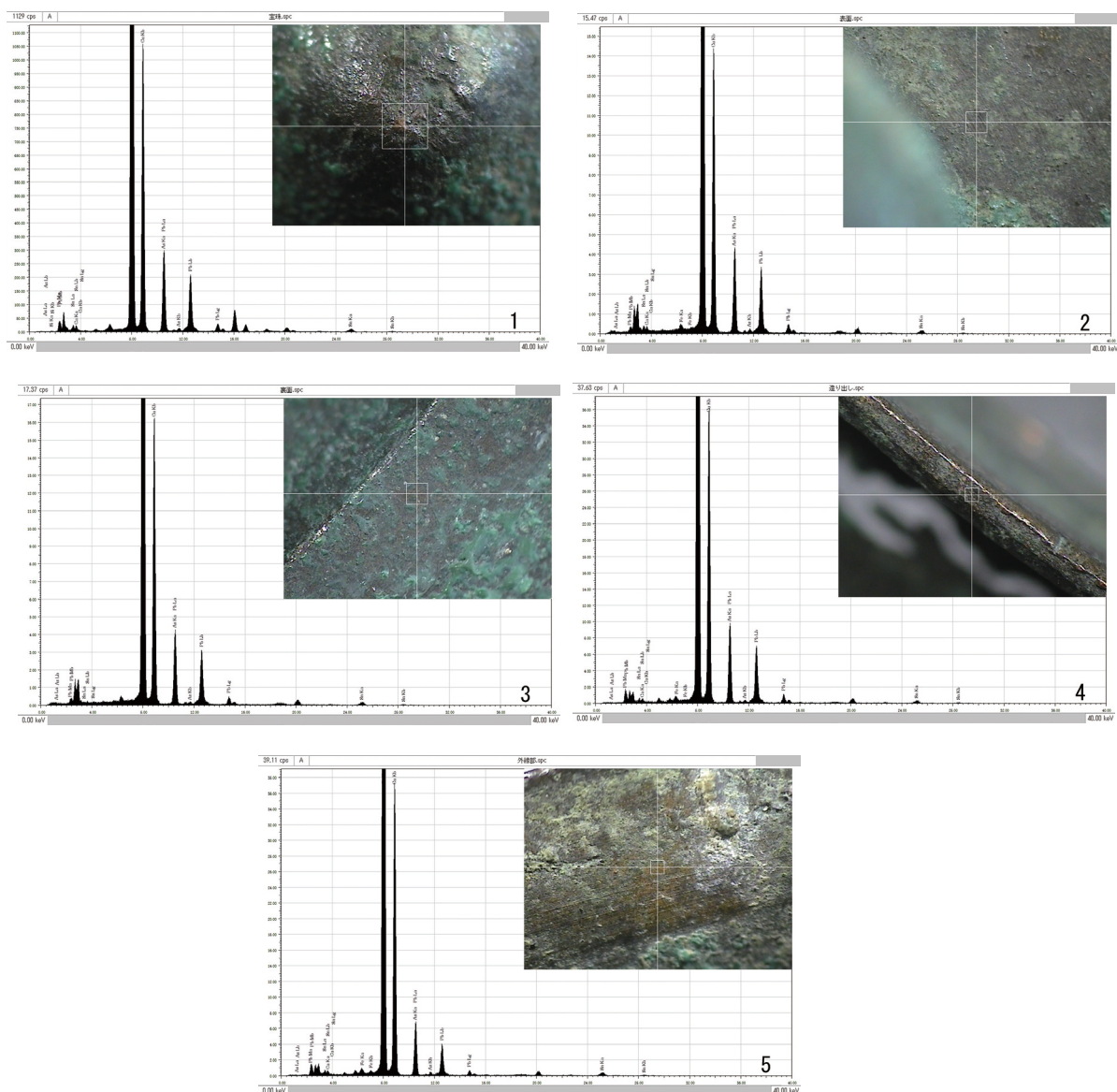


図4 蛍光X線スペクトル(1:宝珠、2:表面、3:裏面、4:造り出し部、5:外縁部)

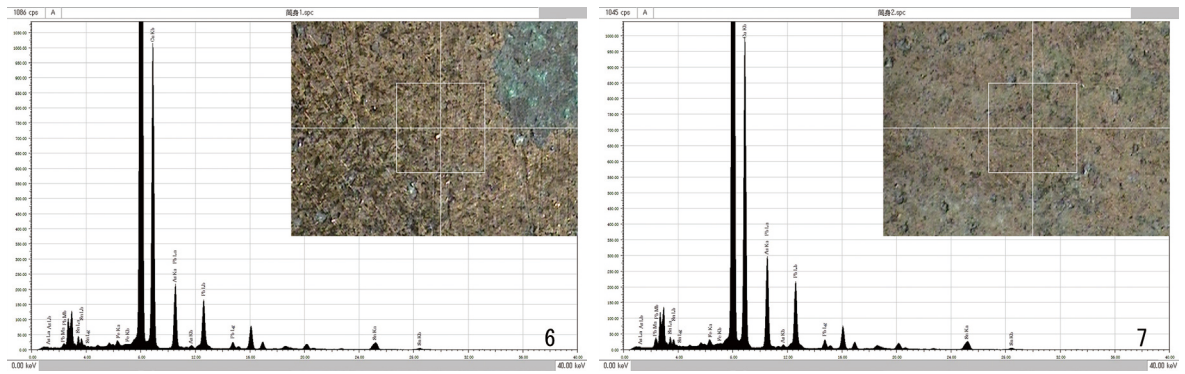


図5 蛍光X線スペクトル

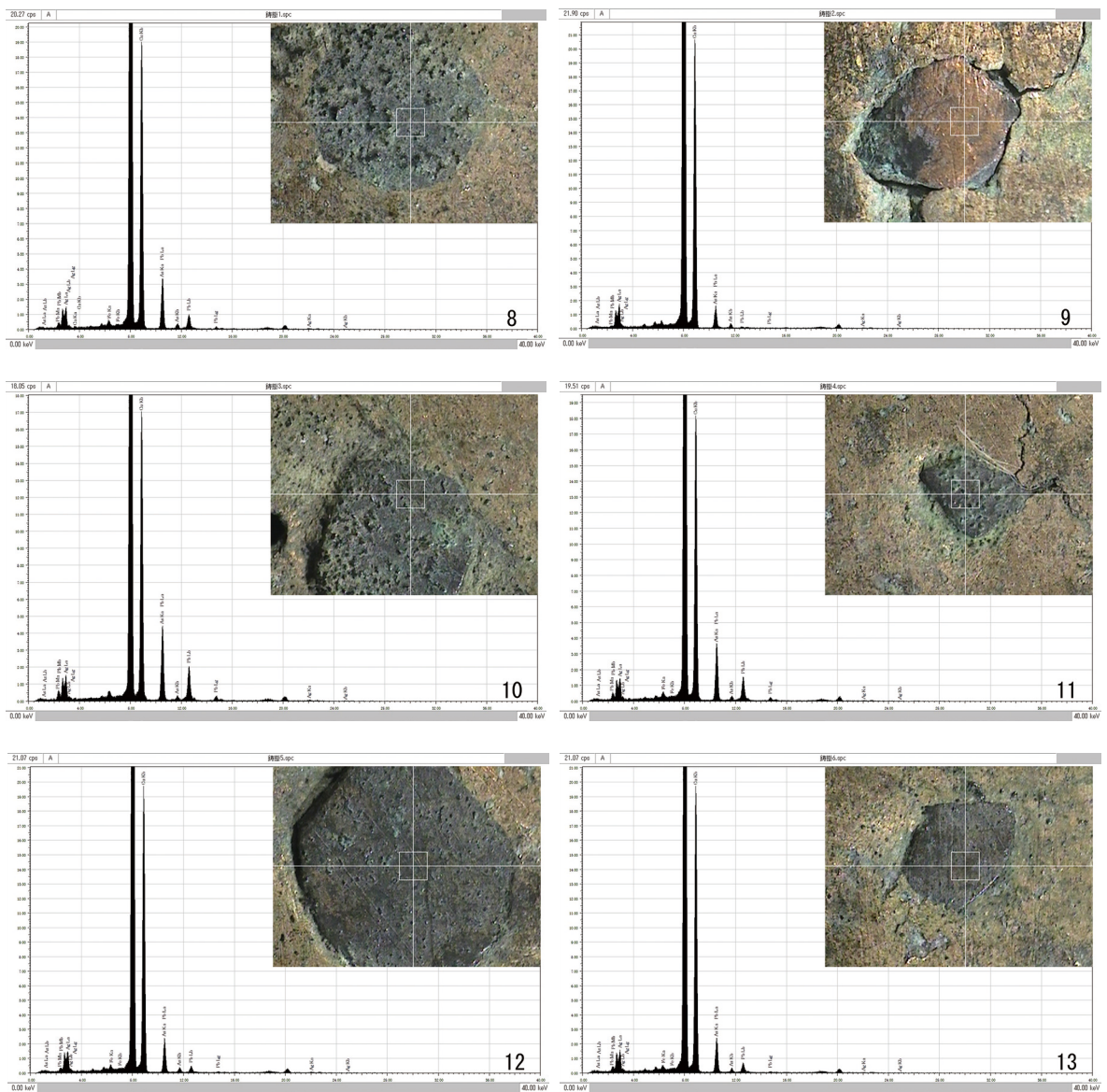


図6 蛍光X線スペクトル

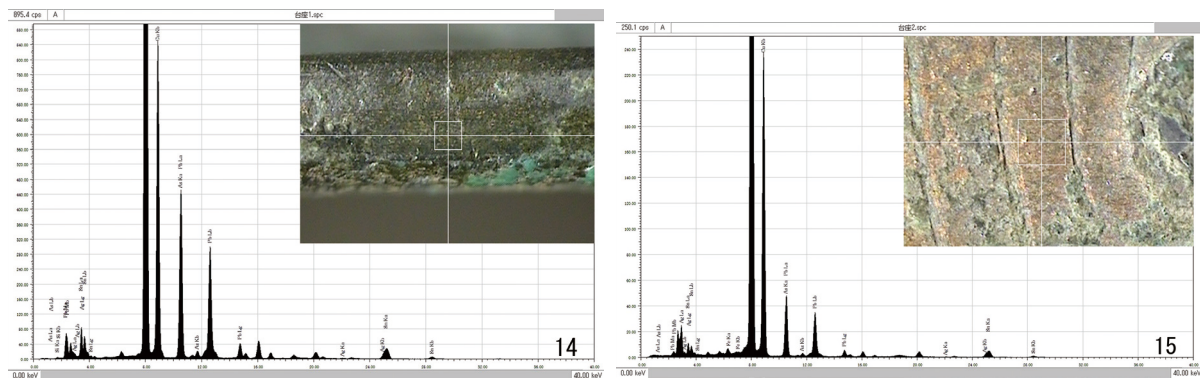


図7 蛍光X線スペクトル

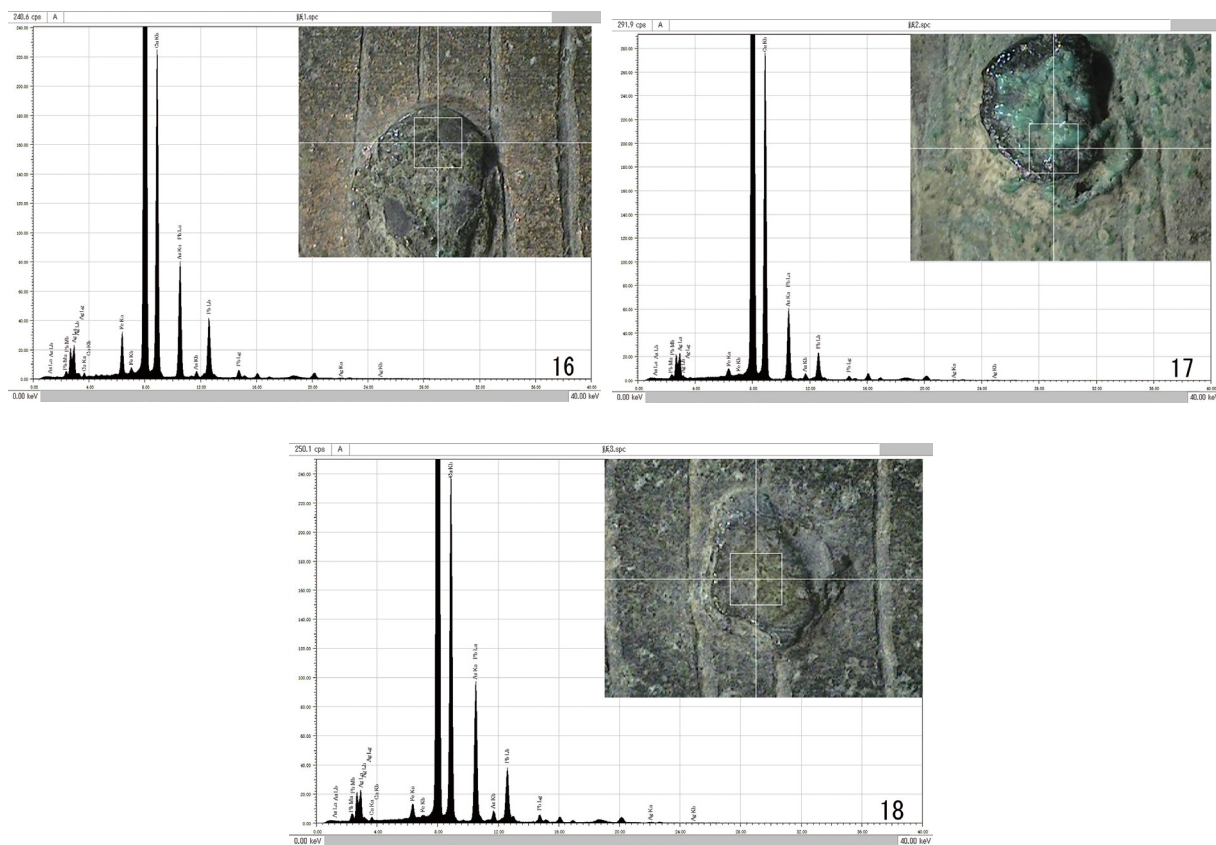


図8 蛍光X線スペクトル

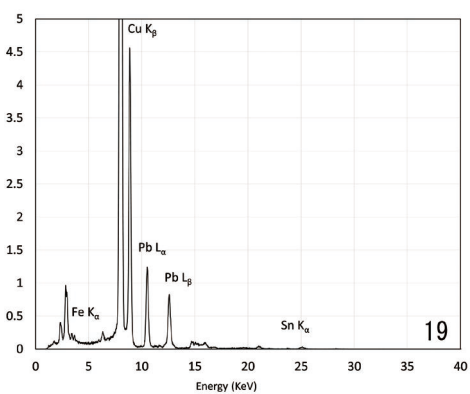


図9 蛍光X線スペクトル (19: 底板)

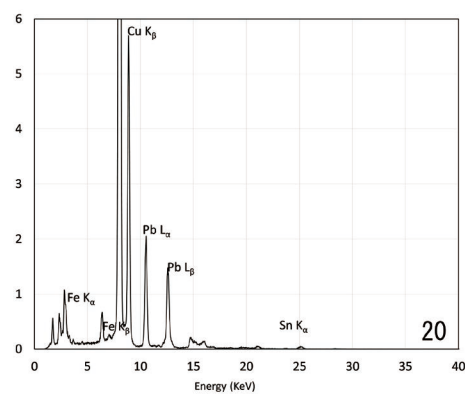


図10 蛍光X線スペクトル (20: 複合部)

4-5. 実測図作成

資料の観察と三次元画像・X線画像をもとに、実測図作成を行った。

実測図の展開については、蓋を上面・下面・側面・断面の4面とし、筒身部では正面・右側面・左側面・背面・底面・断面の計6面の展開とした(図11・12)。

また、X線透過撮影を観察したところ、蓋は各部位に接合の痕跡や鉚などといった固定材も確認できなかったため、一体で成形されているものと考えられた。筒身部については筒状となる側板は合わせ目がなく一体であるが、底面および台座については別造りとなっている。

筒状の側板は、口縁側に向かってわずかに窄まる形状を呈するので、底板は側板の底部側から挿入され、側板の下端部をわずかに内側に曲げることで固定されたものと思われる。また台座については、経筒の側板に鉚留されたものであることがわかる。

このほか、筒身部の側板は、口縁を窄まる形状にするために意図的に口縁に切れ目をいれ、その部分を寄せた後に鉚留している箇所が認められるほか、鉚留が集中する箇所がある。この鉚留が集中する箇所については、側板が薄くなっていることから鋳潰れを埋めるため、もしくは何かを固定するためなどが考えられるが、現状でその明確な答えは出せていない。(初村)

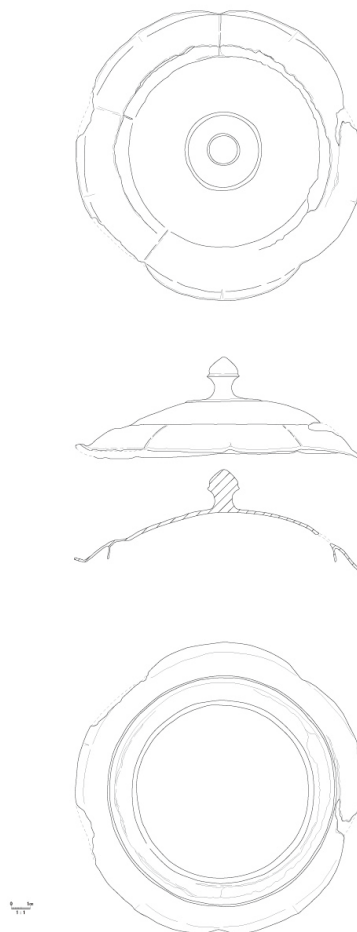


図 11 経筒 蓋部実測図

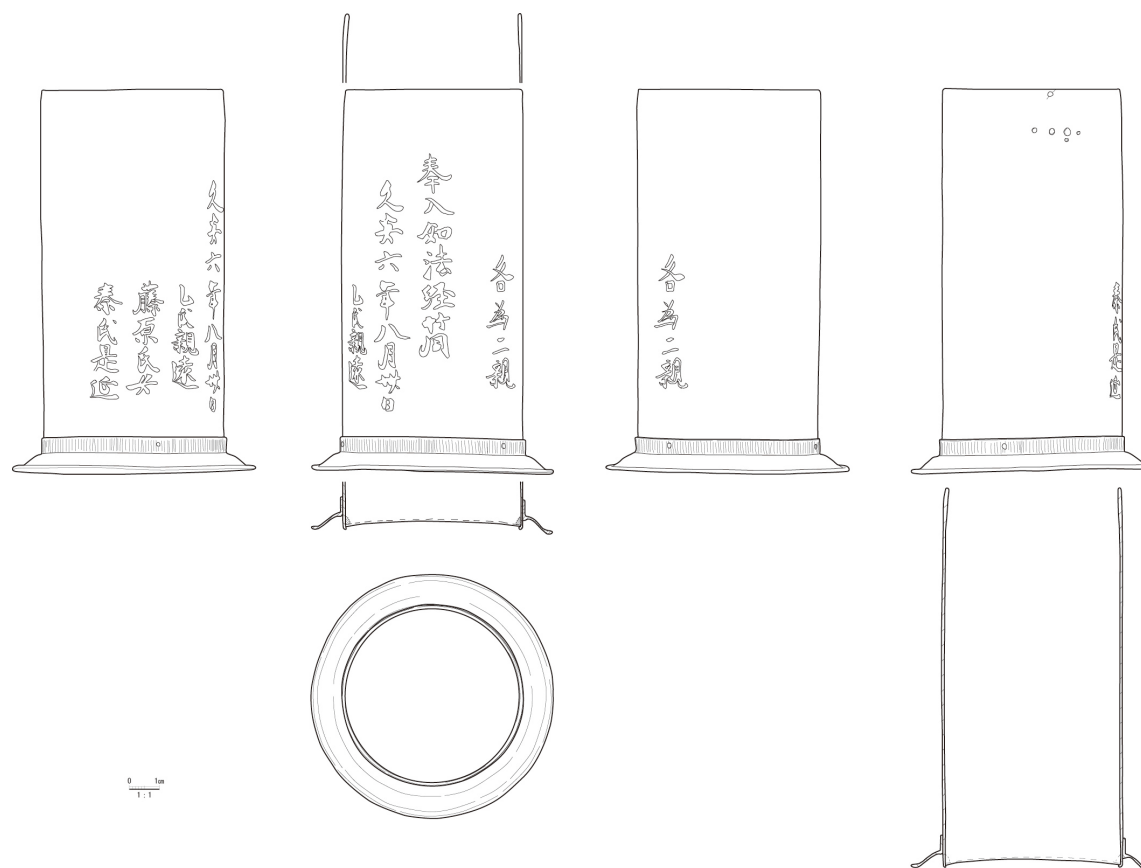


図 12 経筒 筒身部実測図

4-6. 修理方針検討

修理前調査・X線画像・自然科学分析結果を基に考古学的・科学的見地から修理方針の検討を行った。

筒身銘文表面の白色付着物は、出土後に銘文が見えやすくするために塗られたチョークとのことだったので、愛媛県教育委員会及び愛媛県歴史文化博物館担当者と協議の上、出来る限り除去することとした。また、蓋には大きな欠損部があり、そこから亀裂が広がっていたため、作業時の安全面を考慮して亀裂部に和紙裏打ちをしたうえで作業を行うこととした。なお、経巻についてはX線画像から金字等が確認されなかったので修理は行わず、現状維持とすることとなった。(山岡)

4-7. クリーニング

クリーニングを始める前に、蓋の欠損部分や亀裂の内面に、アクリル樹脂（パラロイドB72）6%酢酸エチル溶液を用いて和紙（RK-02）による裏打ちをして養生した。また、筒身内面に付着する経巻の和紙に、アクリル樹脂6%・13%酢酸エチル溶液を用いて強化を行ったのちクリーニングを行った。

蓋・筒身部ともに写真、X線画像などで資料の形態を確認しつつ、実体顕微鏡で観察しながらメス・竹串・刷毛・綿棒・エタノールなどを用いて表面の土や砂、身部に付着するチョークなどを除去した（写真8）。(山岡)

4-8. 養生・洗浄

蓋は形状に合わせてポリエチレン製のネット（ダイオスクリーン／ダイオ化成株式会社）で養生し（写真9）、有機溶剤（エタノール・酢酸エチル・ナフサの混合液）に潜らせて、表面に付着する油脂分や土などの不純物を除去した。(山岡)

4-9. BTA処理

蓋は、BTA（1, 2, 3-ベンゾトリアゾール）3%エタノール溶液に浸漬した状態で減圧含浸を実施した（写真10）。

筒身部は、内面に経巻の和紙が遺存し、底面にも経巻の痕跡が遺存していることから、通常の方法（減圧含浸）を行うと和紙の剥離等の恐れがあるため、和紙の安全性を最優先して噴霧による方法で行った。BTA処理終了後、筒身部を形状に合わせてポリエチレン製ネットで養生した。（山岡）

4-10. 樹脂含浸

蓋、筒身部ともに、強化と防錆のため、フッ素系アクリル樹脂（アクアトップFクリヤー／大同塗料株式会社）20%ナフサ溶液による減圧含浸を、乾燥を挟んで3回行った（写真11）。（山岡）

4-11. 樹脂塗布

外気との接触を限りなく少なくし、防錆効果を上げるために、フッ素系アクリル樹脂10%ナフサ溶液（樹脂含浸時の2倍希釈）を、乾燥を挟んで3回塗布した（写真12）。（山岡）

4-12. 復元

蓋の欠損部について愛媛県教育委員会及び愛媛県歴史文化博物館担当者と協議の結果、亀裂や欠損部4ヶ所に、アクリル樹脂（パラロイドB72）6%酢酸エチル溶液を用いて和紙（RK-0）による裏打ちを行うこととした（写真13）。また、裏打ちの面積が広い箇所については、和紙上にアクリル樹脂40%酢酸エチル溶液を充填して補強を行った（写真14）。（山岡）

4-13. 仕上げ

樹脂含浸や樹脂塗布によるつやを、つや消し剤（NEWワイドスプレーつやなしクリヤー／ニッペホームプロダクツ株式会社）を用いて抑えた。アクリル樹脂充填箇所については、愛媛県教育委員会及び愛媛県歴史文化博物館担当者と協議の上、1ヶ所をアクリル絵の具（アクリリックカラー／ホルベイン工業株式会社）を用いて周囲と違和感のない程度に補彩した（写真15）。（山岡）

4-14. 修理後調査

保存修理後、考古学的・科学的見地から資料の状態をチェックした後、写真撮影を行い経過観察を行った。（山岡）

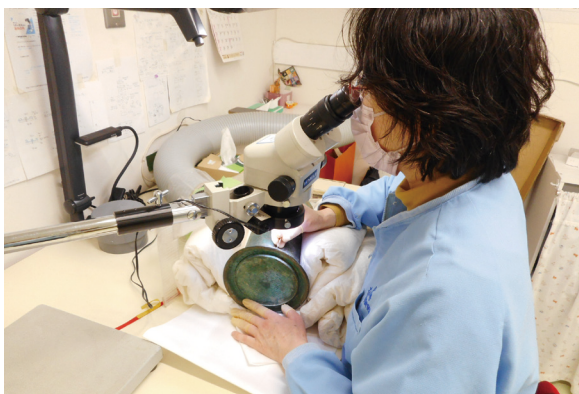


写真8 クリーニング



写真9 蓋の養生



写真 10 BTA 処理



写真 11 樹脂含浸



写真 12 樹脂塗布

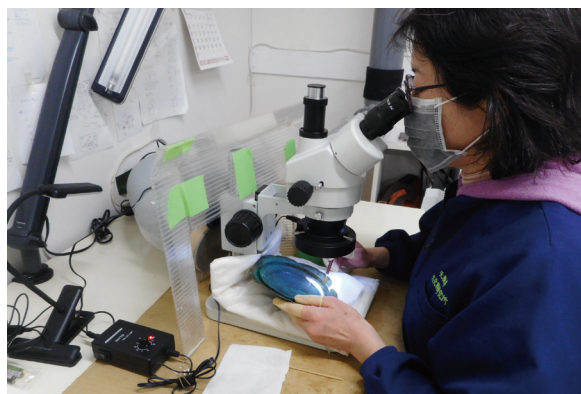


写真 13 和紙裏打ち



写真 14 アクリル樹脂の充填



写真 15 補彩



写真 16 保存修理後の金銅経筒・蓋

5. おわりに

令和6年3月末、約2年の保存修理期間を経て、愛媛県内最古の記年銘の入った経筒が愛媛県歴史文化博物館に返却された。経巻は資料保存の観点から現時点では埃払いにとどめた。『愛媛県史』では、末法思想等に起因する埋経行為を行ったと考えられる平安時代後期から鎌倉時代後期の経筒が出土した経塚として、村山神社（四国中央市土居町）・古宮（新居浜市）・実報寺（西条市）・奈良原山（今治市玉川町）・五本松（松山市中島）・興居島（松山市泊）・伊豫神社（伊予郡松前町）・堂ヶ谷（伊予市）・慶雲寺（大洲市）・三島神社（西予市宇和町）・松溪（西予市野村町）の以上11箇所の経塚について解説されている⁹⁾。

これらのうち、村山神社の経筒以外は現存しており、記年銘の入った経筒は、古い順から①堂ヶ谷（久安6（1150）年）、②三島神社（建久5（1194）年）、③松溪（徳治3（1308）年）の3点である。昭和9年に発見され、昭和31年に出土品が一括で国宝指定を受けている奈良原山経塚をはじめとし、その他の出土経筒もまさに逸品ぞろいである。

今後は、適切な保存環境で永く保存継承していくとともに、さらに調査研究を進め、その重要性を明らかにしていきたい。いかに活用をはかっていくかが課題である。（亀井）

※ 愛媛県教育委員会文化財保護課 専門学芸員・担当係長

※※（公財）元興寺文化財研究所

謝 辞

長年、ご自宅で保管されていた資料を博物館に寄贈いただきました児玉博氏、資料の価値を鑑定いただきました時枝務氏（立正大学教授）、吉田広氏（愛媛大学ミュージアム教授）、修理指導いただいた文化庁文化財第一課考古資料部門の原田昌幸氏、横須賀倫達氏、多段にわたりご協力いただきました石岡ひとみ氏（愛媛県教育委員会文化財保護課）、島崎達也氏（伊予市教育委員会）、その他関係諸氏にこの場をお借りして深謝申し上げます。

註

- (1) 指定書記号番号 工第28号 名称 金銅経筒付経卷
- (2) 「各為二親 奉入如法経筒 久安六年八月卅日 乙氏親遠 藤原氏女 秦氏は延」
埋納する目的、埋納した年月日、願主3名の氏名が記されている。
- (3) 当時、天台教学をはじめ多くの宗派の信仰上の所依として流行した鳩摩羅什訳の『妙法蓮華経』は8巻28品で構成される。
- (4) 三宅敏之1963「伊予市堂ヶ谷経塚」『日本仏教』18号 日本仏教研究会
- (5) 島崎達也2020「伊予市内遺跡詳細分布調査報告書Ⅳ 平成27・28年度伊予市内遺跡発掘調査等 事業報告書」伊予市教育委員会
- (6) 正岡建夫1965『愛媛県金石史』愛媛県文化財保護協会
- (7) 愛媛県歴史文化博物館所蔵の長井數秋氏写真資料の中に入っていたプリント、撮影者は不明である。
- (8) (5) に同じ。
- (9) 『愛媛県史 資料編 考古』1986 愛媛県

挿図出典

- 写真1、4、8～16 山岡奈美恵（（公財）元興寺文化財研究所）撮影
写真2 島崎達也氏（伊予市教育委員会）撮影
写真3 長井數秋氏写真資料（愛媛県歴史文化博物館蔵）
写真5～7 初村武寛（（公財）元興寺文化財研究所）撮影
図1 国土地理院地図を元に三浦彩（愛媛県歴史文化博物館学芸員）作成
図2 初村武寛 作成
図3～10 山口繁生（（公財）元興寺文化財研究所）作成
図11・12 初村武寛 作図 三浦彩 トレース