ISSN 0289－4130

研究紀要

第33号

大木戸遺跡出土飾弓の装飾部の材料および製作方法について　原　由宇稀
金子　直行
阿部　芳郎
宮腰　哲雄
本多　貴之

加須市長竹遺跡における製塩痕跡の分析　阿部　芳郎
吉田　　稔

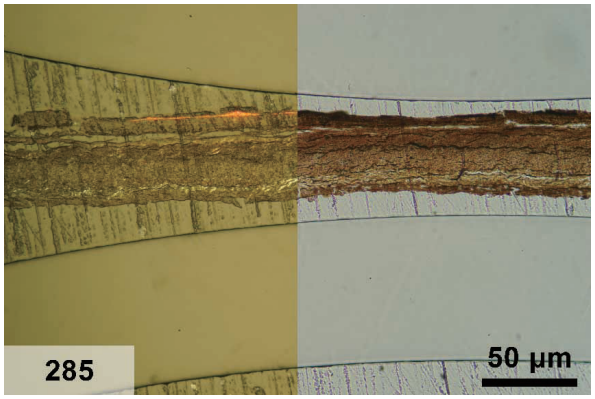
古墳時代前期の比企地域（1）
－東松山市反町遺跡周辺を中心として－　福田　　聖
青木　　弘

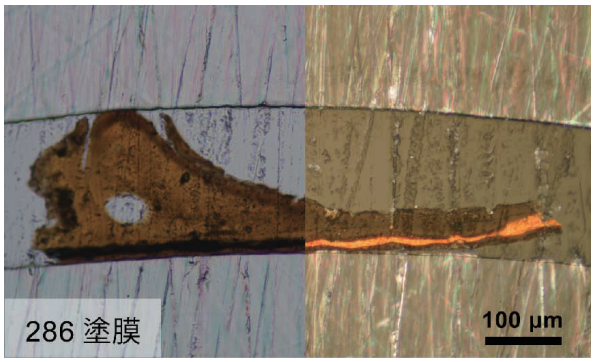
武蔵国からみた黒色土器の消長と展開　渡邊理伊知

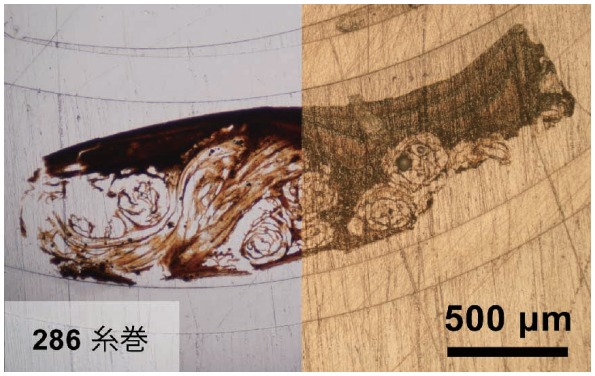
中近世利根川中流域における角閃石安山岩転石の利用に関する基礎的研究（1）
水村　雄功
久永　雅宏

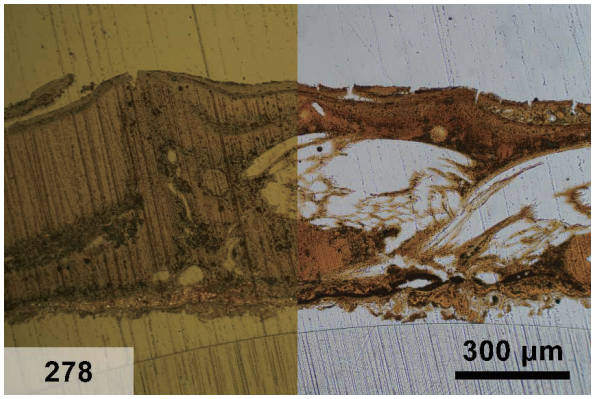
2019

公益財団法人　埼玉県埋蔵文化財調査事業団



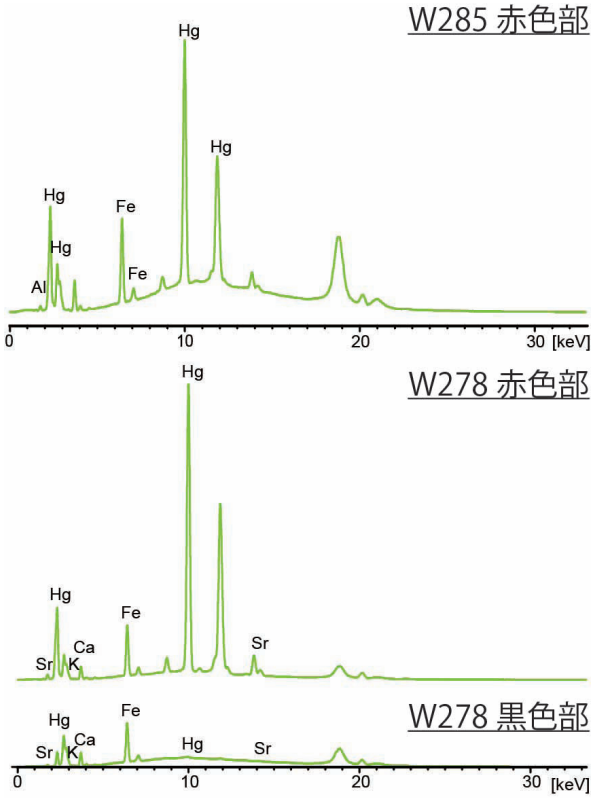




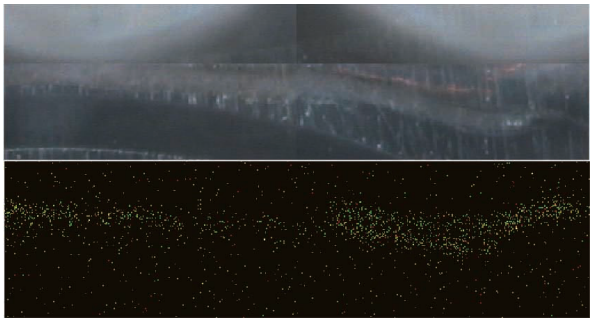


（左：反射光、右：透過光）

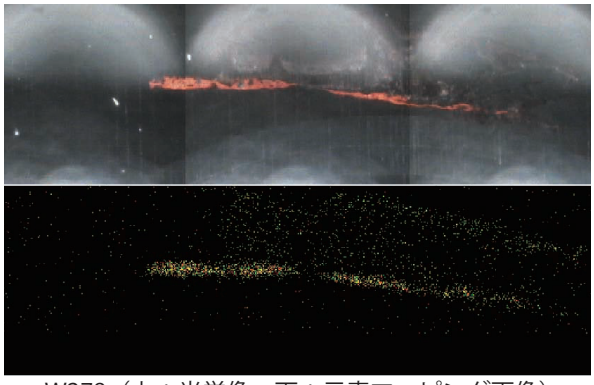
第６図　飾弓のクロスセクション画像



第７図　飾弓の ED-XRF によるスペクトル



W285（上：光学像、下：元素マッピング画像）
赤：水銀、緑：硫黄



W278（上：光学像、下：元素マッピング画像）
赤：水銀、緑：硫黄

第８図　ED-XRF によるマッピング画像

（金子他　大木戸遺跡出土飾弓の装飾部の材料および製作方法について）

目　次

巻頭図版

序

大木戸遺跡出土飾弓の装飾部の材料および製作方法について
……　原　由宇稀・金子直行・阿部芳郎・宮腰哲雄・本多貴之（１）

加須市長竹遺跡における製塩痕跡の分析　……　阿部芳郎・吉田　稔（13）

古墳時代前期の比企地域（1）　……　福田　聖・青木　弘（25）
　－東松山市反町遺跡周辺を中心として－

武蔵国からみた黒色土器の消長と展開　……　渡邊理伊知（51）

中近世利根川中流域における角閃石安山岩転石の利用に関する基礎的研究（1）
……　水村雄功・久永雅宏（79）

大木戸遺跡出土飾弓の装飾部の材料
および製作方法について

原　由宇稀 *　金子直行　阿部芳郎 **　宮腰哲雄 ***　本多貴之 ****

要旨　大木戸遺跡は、さいたま市西区の埼京線西大宮駅北側に広がる広範囲の複合遺跡で、縄文時代後期の集落は北に張り出した舌状台地上に形成されており、その台地下の低地には遺物を包含する泥炭層が発達していた。泥炭層部分は平成 27 年に調査が行われ、平成 29 年度に報告書が刊行された。泥炭層からは台地上と同時期の堀之内式土器や加曽利 B 式土器群及び木製品類が多量に出土し、特に、木器類の赤漆塗り製品が多量に出土して注目された。漆製品や木製品については明治大学資源利用史研究クラスターとの共同研究を行い、各種の科学的分析を実施して一部について報告したが、さらに分析を継続しているところである。

その中で、飾弓の漆塗膜分析を行ったところ、漆塗り技法に下塗としてアスファルトを使用するという新知見が得られた。稀有で貴重な例であることから、本小論において分析結果を報告・周知すると共に、類例の収集を行うものである。

1　はじめに

さいたま市大木戸遺跡の低地部分の調査によって縄文時代後期の堀之内式期から加曽利 B1 式、B2 式を中心とした泥炭層が確認され、良好な木質遺物が発見された（金子ら 2018）。本遺跡の出土遺物については、これまで明治大学資源利用史研究クラスターと埼玉県埋蔵文化財調査事業団の間で共同研究を進めてきた。本論はそのなかで出土時点から注目されていた飾弓の製作技術を解明するために出土試料について報告書作成時にサンプリングをおこない、原が中心となって分析を実施した一部についての論考である。

縄文時代は石鏃が出現し、弓の利用が開始された時代として考えられている。そして低地遺跡から弓や矢柄の付いた石鏃などが出土したり、貝塚出土の獣骨の中に石鏃が貫入したりした事例があることからも弓矢は狩猟具として広く用いられたことがわかる。また弓の中には長弓や短弓などのように射程距離や威力の違いを示唆する利用方法に違いがあることや、長弓の中には桜皮を巻いて漆を塗装したものなどの製作技術の違いがあることがわかっている。後者は「飾弓」と総称され、儀礼用や威信財としての用途が考えられてきた。

現在までの報告では、飾弓の製作技術についての分析は素材の樹種や巻き付けた樹皮の同定などの分析にとどまり、塗料や顔料の種類、製作技術について科学的な分析がされた事例は極めて少ない。報告書でも一部記載を行ったが、大木戸遺跡からは時期が後期に特定できる多様な装飾をもつ飾弓の出土が認められる。そのため、飾弓の製作技術の検討には良好な資料であると考えられる。現在までの分析結果からは多くの試料で漆や水銀朱が利用されていると確認されたが、一部試料では現在までに科学分析が行われていないため製作材料が不明である。そこで本研究では複数の理化学的な手法を併用して飾弓の製作技術について考察することを目的とし、新たに行った飾弓 2 点についての科学分析結果を報告する。

* 明治大学大学院理工学研究科博士課程後期　** 明治大学文学部教授
*** 明治大学研究・知財戦略機構研究推進員　**** 明治大学理工学部准教授

なお、要旨と２は金子が、1、3から６は阿部・宮腰・本多の各先生方と協議の上、原がまとめた。

2　大木戸遺跡の調査の概要

（1）遺跡の概要

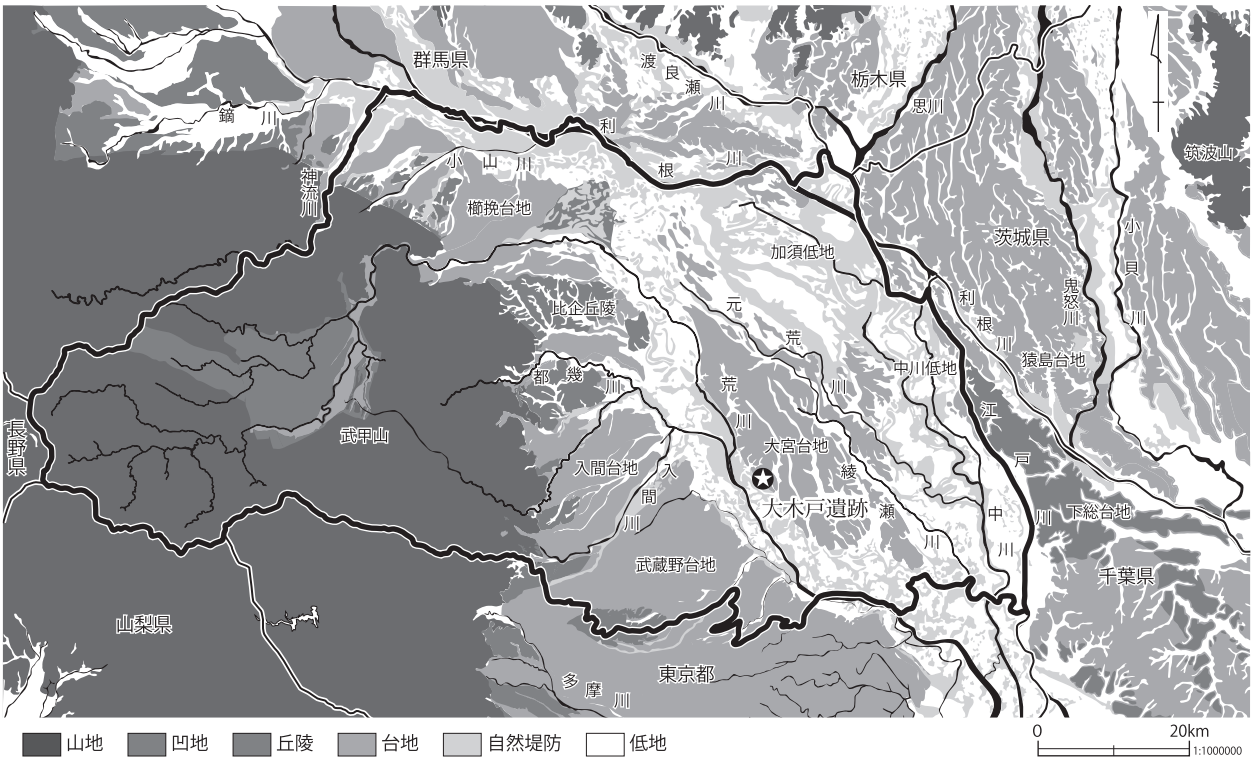
大木戸遺跡はさいたま市西区のJR埼京線西大宮駅の北側に広がる、縄文時代を中心とした広範囲の複合遺跡である。

遺跡は（第１図）大宮台地中央部付近の西縁部にあたり、荒川左岸の標高15m前後の台地上に立地する。特に、4000年から3500年前頃の縄文時代後期の集落は、北に張り出す舌状台地上に形成されており（第２図）、台地下では東西方向に流れる滝沼川との間の低地部に遺物を多量に含む泥炭層が発達している。

大木戸遺跡の泥炭層の発掘調査（第18・20次）は平成27年に行われ、報告書が平成29年度に刊行された（金子ら2018）。調査は滝沼川で浸食された台地西側の裾部から滝沼川にかけての標高10m前後の沖積地が対象となり、台地沿いにおよそ幅20m、長さ80mの範囲で行われた。調査は、諸条件から現沖積面からの深度4mを限度として行なった。従って、調査区東側の台地際は台地から傾斜して続く裾部にあたり、西側は滝沼川の谷部に向かって深度を増しているが、調査区内における谷部の底までを明らかにすることはできなかった。

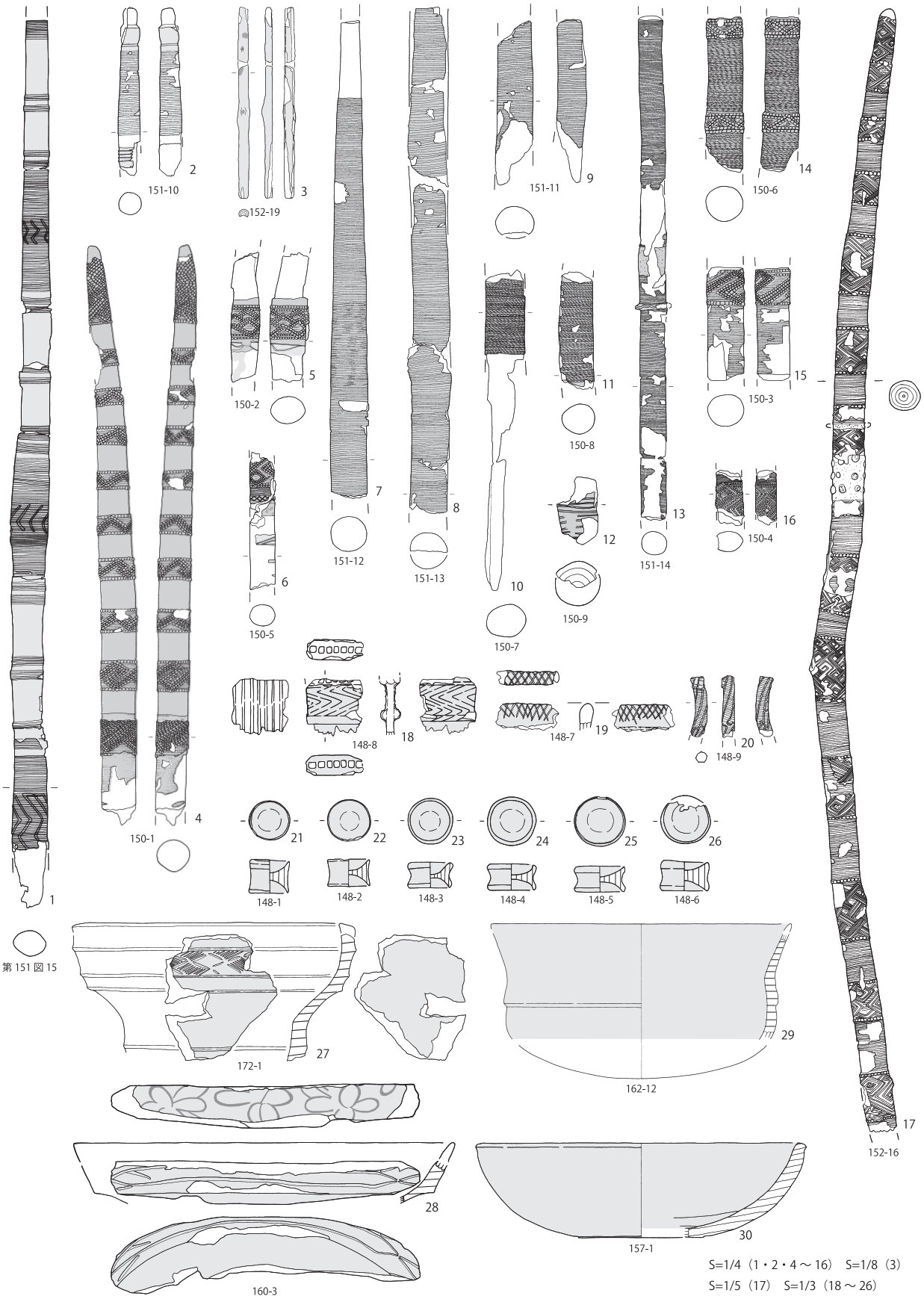
調査区は西側の滝沼川方面に向かって緩く傾斜しており、東側の台地から続く斜面は標高8m前後、西側の調査区際では6m前後を測る。南北に細長い調査区には、中央部と南端において小さな谷が台地方向へ入り込み、遺物はこの谷の入り口部と、台地の張り出し部を中心として出土している。調査区が東西に傾斜しているため、遺物もこの傾斜に沿って標高7m前後を中心に若干の層を成して出土している。

泥炭層の堆積状態は、浸食されたローム面直上に砂層が堆積し、その上に砂層と真菰などの植物

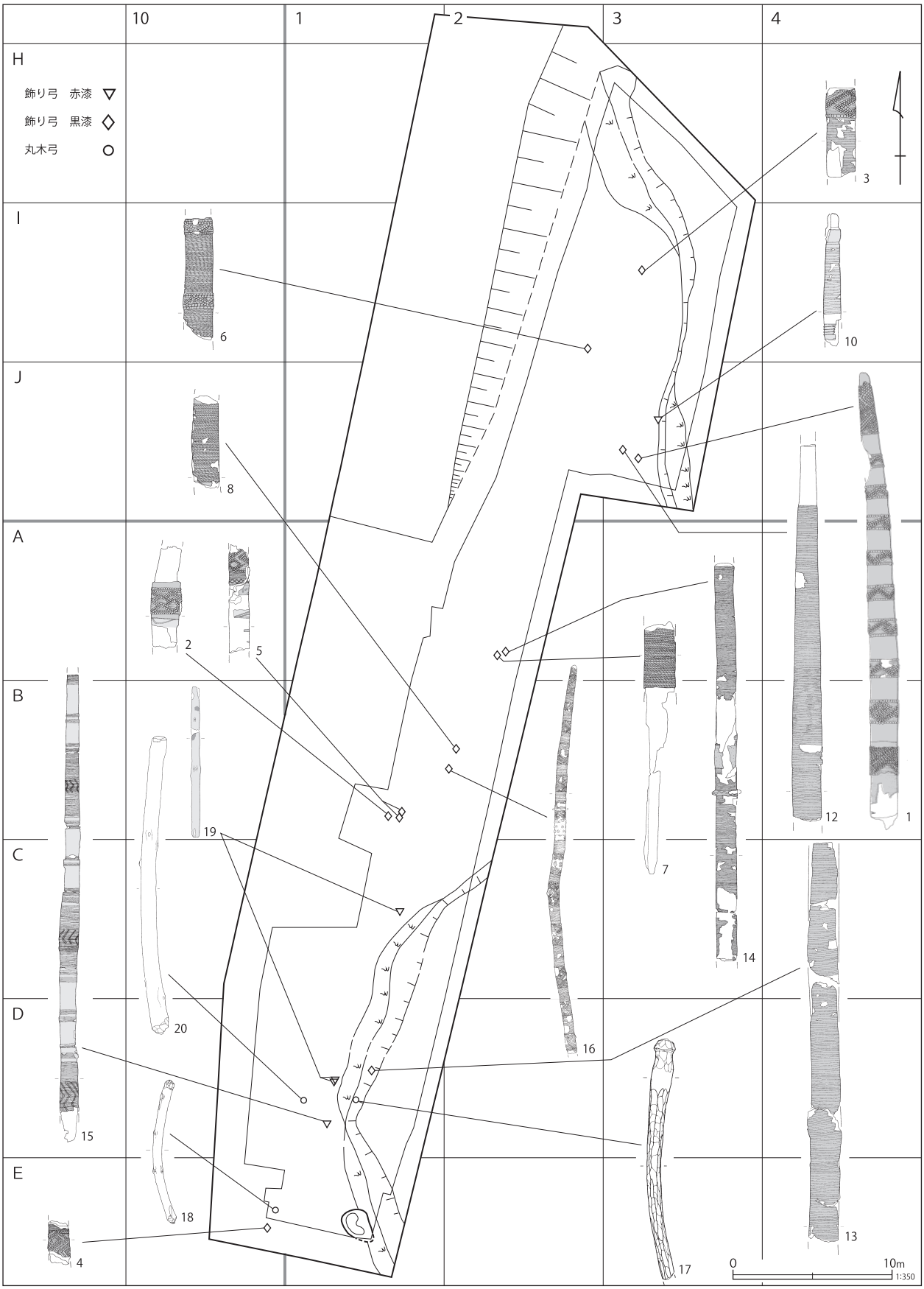


第１図　大木戸遺跡の位置図（金子ら2018）

第２図　大木戸遺跡の全体図（金子ら 2018）



第３図　大木戸遺跡木製品の集成図（金子ら 2018）



第 4 図　飾弓出土状況図（金子ら 2018）

を含むシルト層が細かく交互に堆積して、さらにその上層を厚く真菰層が覆うものであった。遺物は、砂層の直上からとシルト層に挟まれるように出土しており、最上層の真菰層下にパックされた状態であった。この真菰層より上層には、縄文時代の遺物は出土していない。

この泥炭層について珪藻分析や花粉分析などの古環境分析を行ったところ、当初遺跡周辺は流水のある状況で砂層が堆積し、その後流水と止水を繰り返す環境にあり、最後には止水状況となって、真菰が繁茂したという変遷が明らかにされた。周辺が浅い湖沼状の止水環境へと変化するに従って、真菰が繁茂し、集落は終焉を迎えていった。

砂層やシルト層は調査区西側に傾斜して堆積し、流木と思われる自然木や、堅果類などは傾斜する汀線状の砂層上に打ち寄せられたような状態で検出された。また、これらの流木に挟まれるように多量の土器や木製品が出土した。調査区南端の台地から続く部分では木組状遺構が構築されており、この遺構の杭に絡まるようにして多量の自然木や堅果類、木器類や未製品が多量の土器とともに集積していた。

台地上の集落は縄文時代後期の堀之内式期から加曽利B式期を中心とするものである。また、台地下の泥炭層からも堀之内2式～加曽利B2式を主体とした土器群が出土していることから、泥炭層はほぼこの時期に発達したものと判断される。泥炭層をパックする真菰層の年代測定では、縄文時代晩期に相当する年代が測定されており、泥炭層出土遺物の年代と整合する。

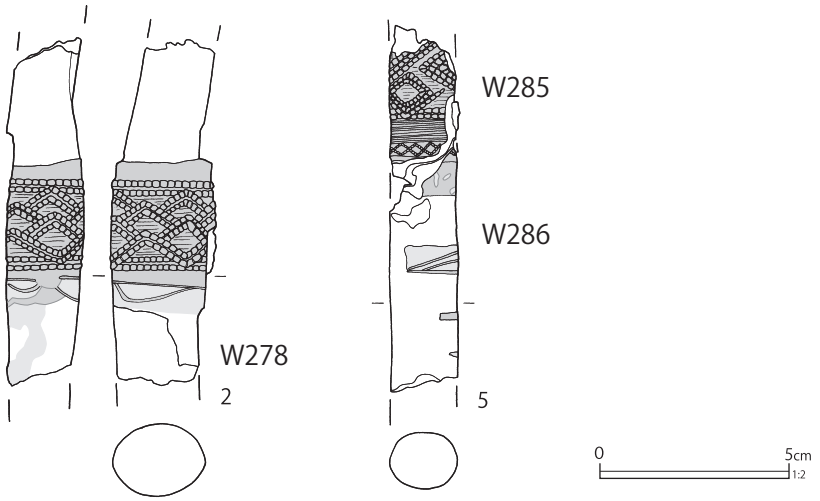
(2) 出土飾弓について

泥炭層からは、多量の土器群と共に、多種多様な木製品及びその未製品が出土した。詳細は報告書に譲るとして、木製品は赤漆塗りの装飾品、狩猟具、漁労具、容器、食事具、工具、建築材、加工材に大きく分類される。特に、櫛、耳栓、腕輪状木製品などの赤漆塗り装飾品や、刻線文様や二色の赤漆で赤漆絵文を描いた赤漆塗り漆器が多く出土しており、注目された（第3図）。

それらの中でも、狩猟具とした撚り紐の刺繍状の装飾を施した飾弓は破片を含めて17点出土しており（第4図）、繊細・緻密で精巧な装飾文様

表1　試料リスト

試料	グリッド	器種	サンプリング位置	色	備考
W285	L5-B1	飾弓	糸巻部分	黒色	同一個体
W286	L5-B1	飾弓	塗膜	黒色	
W288	L5-B1	飾弓	塗膜	黒色	大木戸遺跡Ⅲで報告済



第5図　漆塗膜分析飾弓（金子ら2018を改変）

には目を瞠るものがある。飾弓は赤漆塗りが3点、他は黒色漆塗りであった。

飾弓は調査区全域に分布しており（第4図）、今回分析の対象となった報告番号2、5（第5図）とした飾弓は、調査区中央部やや南寄りの谷入り口部付近から出土している。

2は資料番号W278で、報告時においても漆塗膜の分析を行い、結果を報告している。2は細糸を幅約25㎜の環状に巻き付け、その上に太い撚り紐2本を単位として上下重畳の入組状鋸歯文を施して横位連結する菱形文を構成するものである。

5は資料番号W285、W286で、接合する同一個体である。細糸で下巻きした上を太糸でリング状に区画し、斜めに連結する規矩形の文様を施している。この文様の下部に幅約6㎜の下巻きを施し、さらにその下部に幅約4㎜のリング状に、下巻きよりやや太い糸による入り組み鋸歯状文を構成している。この部分での下巻きは不明瞭であるが、幅狭のリング状の入り組み鋸歯状文が太紐による装飾帯の下端を区画しているようである。

3　分析試料について

試料リストを表1に、実測図を第5図に示す。

今回は、飾弓であるW285、W286についての分析を行った（第5図）。W285とW286は同一個体である。平成29年度の報告（金子ら2018）から、材質はニシキギ属であり、木取りは芯持丸太である。文様は方形であり、黒色の飾弓である。サンプリングの箇所として、塗膜部分と糸巻部分を選定した。この理由については、糸巻部分の色が漆黒であったのに対し、塗膜部分では鈍色の光沢が見られたためである。

4　分析手法

（1）クロスセクション分析

試料の塗膜断面を確認するために試料薄片の作製を行った。まず、試料を塗膜層に垂直になるようプラスチックサンプルクリップで挟んだ。そののちに53型埋込用エポキシ樹脂（Plenox）で包埋した。次にスライドガラスに接着し、粒度の異なる耐水性サンドペーパー（Buehler, #400, 600, 800）とダイヤモンドパウダー、アルミナパウダー MasterPrep Polishing Suspension 0.05 μm（Buehler）を用いて自動研磨機 AutoMet 250（Buehler）で塗膜層の層構造が観察できるまで研磨を行った。

作製した試料薄片を偏光顕微鏡 Eclipse LV 100 POL（Nikon）により観察を行った。透過光、反射光、偏光下での断面の光学像は顕微鏡に接続されたデジタルカメラα 7（SONY）を使用した。倍率は50-500倍まで変更した。偏光像を得る際には、波長530 nmの偏光板（Nikon）を顕微鏡に挿入し像を得た。

（2）エネルギー分散型蛍光X線分析（ED-XRF）

試料に用いられている材料や顔料を特定するために元素分析を行った。測定はX線分析顕微鏡 XGT-5200（Horiba）を用いて行った。測定は、定性分析の際にはX線導管径を100 μm とし、測定時間は1000秒とした。マッピング分析においては、X線導管径を10 μm とし、測定時間は1200秒とした。

（3）Py-GC/MS（熱分解ガスクロマトグラフ質量分析）

漆塗膜は耐薬品性に優れるため、溶媒に溶かして分析することは困難であるが、気化させることで詳細な成分の分析が可能となる。そこで熱分解ガスクロマトグラフィーを用いた。試料に含まれる材料及び漆の詳細な成分分析を行うためにPy-GC/MS分析を行った。測定機器として、熱分解装置 PY-3030D（株式会社フロンティアラボ）を接続したガスクロマトグラフ質量分析計 6890N/5875 GC/MS system（Agilent Technologies）を使用した。カラムは30 m ×

0.25 mm × 0.25 mm の Ultra ALLOY-1（MS/HT）（株式会社フロンティアラボ）を使用した。イオン化方法は EI である。測定はスプリットモードで行い、スプリット比は 20:1 とした。試料の熱分解温度は 500° C で維持した。インジェクション温度とインターフェース温度は共に 280 ° C で維持した。キャリアガスとしてヘリウムを用い、流量は 1.0 mL/min で一定になるように保った。得られたデータは解析ソフト MSD ChemStaition で解析した。

5　結果と考察

（1）クロスセクション

W285 については塗膜、W286 については塗膜と糸巻部についての分析を行った。いずれの試料も目視では黒色であったが、一部の試料ではひび割れた塗装に加え赤色部分が確認できた。

全ての試料断面の観察結果を第 6 図（巻頭図版）に示す。W285、W286 の塗膜については反射光で観察した結果、塗料層において光を反射したため顔料を用いていると推察された。W286 の塗膜部では目視で黒色であったことや、赤色顔料層の上に黒色塗料層が存在することから赤色塗料の上に黒色塗料を塗り装飾を施していたと考えられる。一方で W285 の塗膜構造は、塗料層上に赤色顔料層がある二層構造である。塗料層部分では通常漆が塗られたとされる黒色塗料層は確認できず、褐色塗料層に加え黒色の線が多く見られた。

同様に赤色顔料が使われたとされる W278 のクロスセクション画像を巻頭図版に示す。W278 では黒色粉末を混ぜた塗料層一層に加え、赤色塗料層一層が確認された。また繊維痕があったため、黒色部の凹凸は糸由来であると確認された。作製方法としては、木胎部に糸を巻き塗料で糸を接着した後に、その上から塗装を施したと考えられる。W278 において塗装は二回である。

W286 の糸巻部分でも W278 と同様に繊維痕が観察された。そのため、この飾弓についても W278 と同様に木胎部に糸を巻き、その上から塗装を行ったと考えられる。しかしながら、糸巻部分の塗膜断面を反射光で観察した結果、塗料層における光の反射は確認できなかった。そのため、糸巻部分の塗装には赤色顔料は使用されていないと確認された。

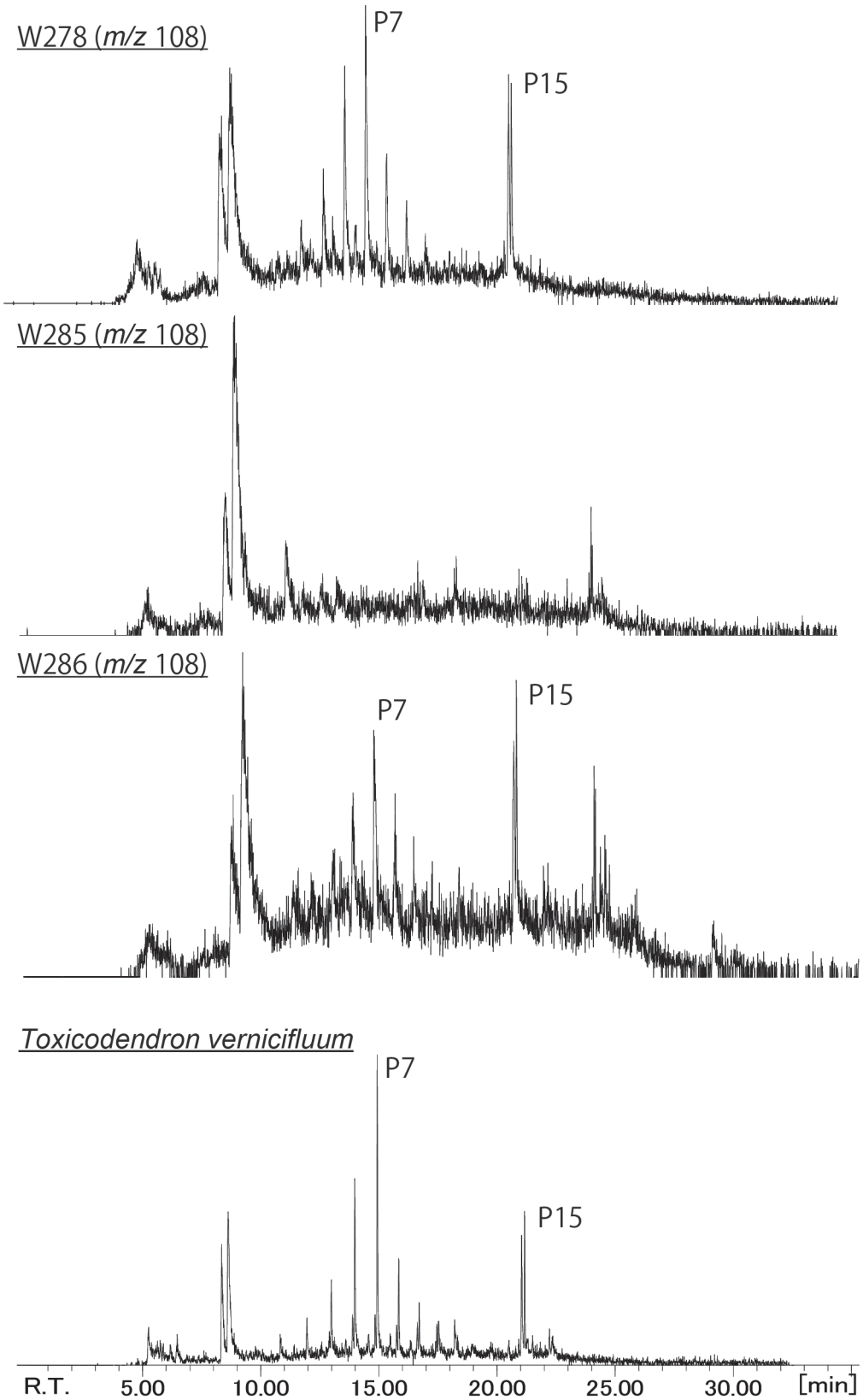
W286 の塗膜・糸巻部それぞれの塗膜断面はクロスセクションにより以前報告を行った W278 のような飾弓と同様の塗膜断面を持つと確認された。しかしながら、同一個体と考えられる W285 では通常見られる漆の塗料層の断面は見られなかった。この要因については Py-GC/MS の項で考察を行う。

（2）ED-XRF

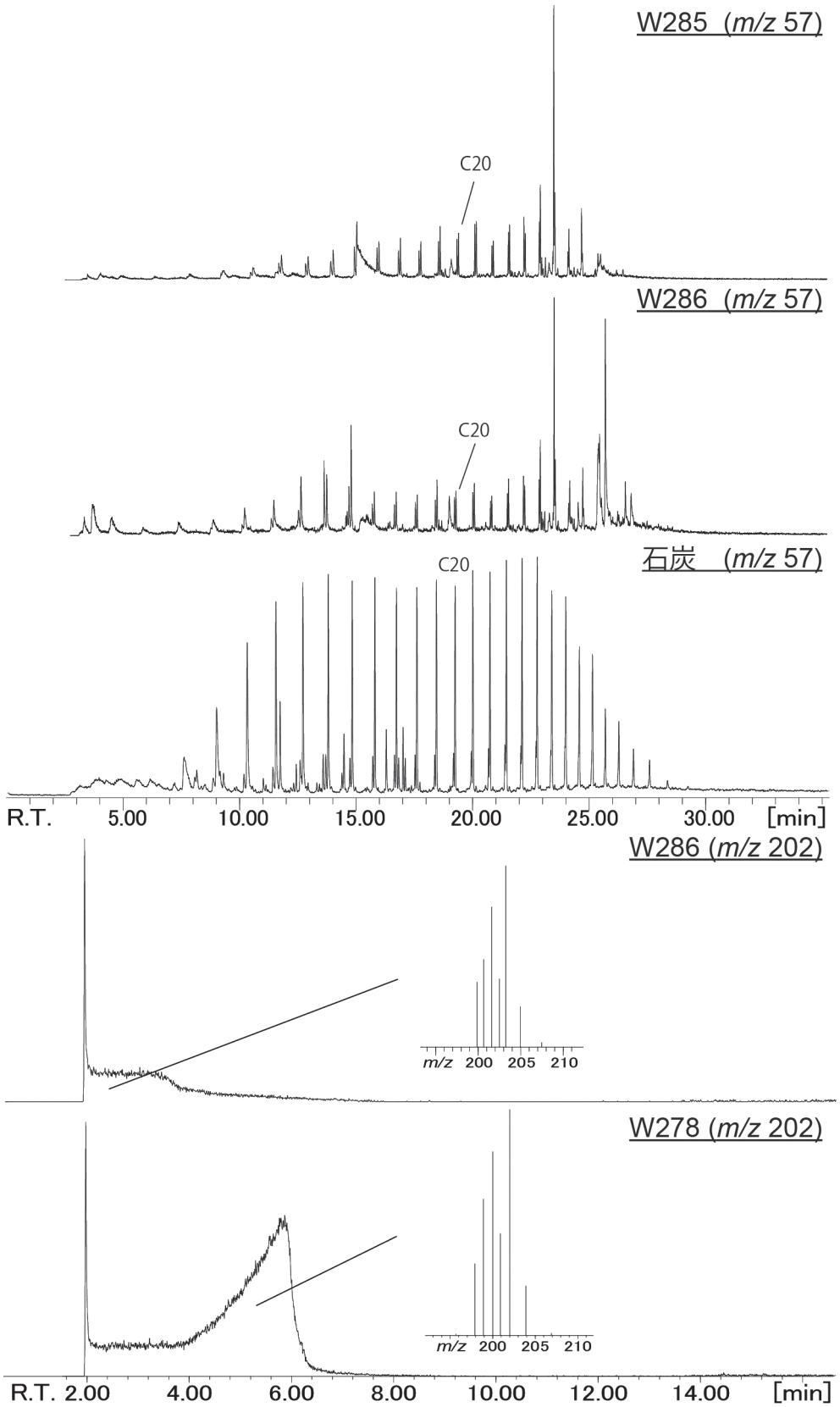
ED-XRF 分析の結果を第 7 図（巻頭図版）に示す。W285、W278 のいずれにおいても、赤色部において水銀と硫黄、鉄が検出された。一方で、黒色部では水銀は検出されなかった。鉄が含まれるため、赤色顔料としてベンガラの使用も考えられるが、黒色部でも鉄が検出されていることから、これは土や下地由来の鉄であると考えられる。マッピング画像からも、光学像で赤色顔料層が確認できている部分から水銀と硫黄が検出されていることが分かる（第 8 図巻頭図版）。そのため、W285、W278 の赤色部においては水銀朱の使用が示唆された。ED-XRF の結果から以前報告を行った飾弓と本報告の試料では使用されている顔料に差異はないと考えられる。一方で、クロスセクションで赤色塗料層が確認できなかった W286 糸巻部では他の試料の黒色部と同様に水銀、硫黄の目立ったピークは得られなかった。

（3）Py-GC/MS

試料に用いられた材料を分析するため、各試料に対して熱分解温度 500 ° C で Py-GC/MS を行った（第 9 図？）。漆種の識別は漆を熱分解して得られるアルキルフェノール *m/z* 108 のクロ



第９図　飾弓と漆の Py-GCMS によるマスクロマトグラム



第 10 図　飾弓と石炭の Py-GCMS によるマスクロマトグラム

マトグラムによって行うことができ、日本・中国・韓国産漆の *Toxicodendron vernicifluun* は 3- ヘプチルフェノール（P7）を中心とした山型ピークと 3- ペンタデシルフェノール（P15）が特徴的に見えると知られている（本多ら 2012）。

以前報告を行った W278 などの飾弓でも Py-GC/MS により、漆の使用や使用した漆種が日本・中国・韓国産である *Toxicodendron vernicifluum* と確認している（金子ら 2018b ）。W286 の糸巻部については *m/z* 108 のイオンクロマトグラムを抽出した結果、P7 を中心とした山型のピークが確認された（第 9 図）。そのため、これらの飾弓に用いられた漆の種類は日本・中国・韓国産である *Toxicodendron vernicifluum* であると示唆された。

一方で、W285 塗膜部では漆に特徴的なピークが見られなかった。W285 塗膜部のスペクトルを解析した結果、多くのピークがアルカンやアルケンであり、短鎖のものだけではなく $C_{20}H_{42}$ のエイコサン （C_{20}）など長鎖のものも多く存在すると確認できた。そこで、長鎖のアルカンを含む縄文時代に利用されていた材料として天然アスファルトに着目した。縄文時代に使用されていたとされている天然アスファルトは地表付近に漏れ出した原油中の揮発性成分が失われて残った不揮発性の物質であるとされている（小笠原 1999）。

本報告では、天然アスファルトに近い成分をもつと考えられる石炭に対して Py-GC/MS を用いて分析を行った。*m/z* 57 のイオンクロマトグラムを抽出した結果、W285 と同様に $C_{20}H_{42}$ のエイコサンなど長鎖のアルカンが確認された。そのため W285 の塗膜部分には天然アスファルトなどと同様な原油由来物が用いられていると考えられる。同様に W286 の糸巻部についても解析した結果、長鎖のアルカンが確認された。そのため、こちらの部分についても原油由来物（アスファルト）が用いられていると考えられる。

現在までにアスファルトが利用された例としては、石鏃や石槍などの尖頭器類の基部において接着剤としての利用等が挙げられる（阿部 1999 ）。しかしながら、このような飾弓の装飾部分においてアスファルトが使用されたたとされる例はない。大木戸遺跡で出土した他の飾弓においても W285、W286 以外の試料においては Py-GC/MS の結果からアスファルト由来と考えられる長鎖のアルカンやアルケンは見られず、塗料として用いられたのは漆だけであった。そのため、このような方法で飾弓が作製された例は少ないと考えられる。

W285、W286 および、以前報告をした赤色顔料が含まれていると考えられる W278 において *m/z* 202 のイオンクロマトグラムを抽出した結果、W278 の赤色部から水銀の安定同位体由来のピンクが検出された（第 10 図）。そのため、クロスセクション分析と ED-XRF 分析と併せて、水銀朱の使用が示唆された。

以上の結果とクロスセクションの結果と併せて、この飾弓の装飾方法を考える。W285 塗膜部の構造は、塗料層上に赤色顔料層がある二層構造である。そのため、アスファルトを塗った後に赤色顔料を付着させたと考えられる。さらに W286 塗膜部では赤色顔料層の上から黒色塗料層が確認できる。以上より、「飾弓の装飾は装飾部分によって塗装を変えていた」か、元々「黒色塗料層、赤色塗料層、原油由来物の三層構造」であったものが赤色塗料層を境に黒色塗料部分や原油由来物が剥離してしまった可能性が挙げられる。クロスセクションではそのような構造が確認できないが、Py-GC/MS の糸巻部のスペクトルからは漆由来とアスファルトの両方のスペクトルが得られているため後者の可能性が強いと考えている。しかしながら、なぜ塗料として漆ではなくアスファルトを使用したかについては不明である。

6　まとめ

本報告では漆だけではなく他の塗料を用いて塗装を行ったと考えられる飾弓 1 点の異なる二ヶ所に対し、各種分析を行った。その結果、ED-XRF からは他の飾弓と同様に水銀朱の使用が示唆された。一方で、塗装断面からは漆と考えられる塗料層に加え、漆塗膜では見られない褐色層に加え黒色の線が多く見られた。Py-GC/MS の結果からは漆由来のスペクトルの他にも長鎖アルカンが多く見られ、原油由来物が用いられていると示唆された。そのため、この飾弓は塗装をする際に漆と原油由来物（アスファルト）を用いていたと考えられる。

縄文時代におけるアスファルトの利用例は、東北地方の日本海側の油田地帯を中心に東北・北海道に比較的多くの事例があり、すでに明治時代に佐藤傳蔵の指摘がある（佐藤 1897）。アスファルトの利用例の多くは石鏃の矢柄への着柄例であり、破損した土器の接合剤として利用された事例もある。またアスファルトを土器の内部に貯蔵した事例や土器片の上で加熱した事例もあるが、貯蔵例はいずれも東北地方や北海道に限られる。

関東地方では現時点では後期に事例が認められるようになる。埼玉県内ではさいたま市寿能遺跡の後期の土器にアスファルトを用いた補修事例があり、さらに南鴻沼遺跡では石鏃の着柄にアスファルトと漆を利用した事例が知られている（高橋ら 2017）。こうした事例は後期以降に認められるため、東北地方からの流通が後期になって始まったことが推測できる。

今回の事例は飾弓の塗装にアスファルトが利用された事例として注目される。また分析した資料の全点に認められるわけではないので、飾弓の中でも製作技術に違いがあることを示唆する事例としても重要である。今後も同様な分析手法を用いることによって類例が増加することが考えられるが、飾弓の製作技法の多様性を考える上で注目すべき成果である。また、今回の科学分析の結果のみではアスファルトの産地等や塗装方法などを推定することは困難であったため、今後類例が増加した際に同様の分析に加え、アスファルトについてもより詳細な分析を行う必要があると考えられる。

参考文献

阿部千春　1999「北海道におけるアスファルト利用」『月刊考古学ジャーナル』452 pp6 ～ 9
ニューサイエンス社

小笠原正明　1999「アスファルトの科学分析と原産地」『月刊考古学ジャーナル』452 pp2 ～ 5
ニューサイエンス社

金子直行、大谷徹、矢部瞳　2018a「Ⅴ グリッド出土遺物」『埼玉県埋蔵文化財調査事業団報告書 第 444 集
大木戸遺跡（第 1 分冊）』pp35 ～ 240　公益財団法人 埼玉県埋蔵文化財調査事業団

金子直行、大谷徹、矢部瞳　2018b「Ⅵ 自然科学分析」『埼玉県埋蔵文化財調査事業団報告書 第 444 集
大木戸遺跡（第 2 分冊）』pp241 ～ 261　公益財団法人 埼玉県埋蔵文化財調査事業団

佐藤傳蔵　1897「本邦石器時代における膠着的遺物について」『東京人類学雑誌』138 pp471-474
東京人類学会事務所

高橋槙一、本多貴之、宮腰哲雄　2017「第 7 節　南鴻沼遺跡から出土した漆に関わる考古遺物の科学分析」
『さいたま市遺跡調査会報告書 第 177 集 埼玉県さいたま市 南鴻沼遺跡（第 3 分冊）』
pp308 ～ 335　さいたま市遺跡調査会

本多貴之、宮腰哲雄、吉田邦夫編　2012「第Ⅴ章 漆製品の科学分析」アルケオメリアー考古遺物と
美術工芸品を科学の眼で透かしみるー pp232 ～ 248　東京大学総合博物館発行

研究紀要 第３３号

２０１９

平成３１年３月１５日　印刷
平成３１年３月２０日　発行

発　行　公益財団法人 埼玉県埋蔵文化財調査事業団
〒 369 － 0108　熊谷市船木台４丁目４番地１
http://www.saimaibun.or.jp
電　話　0493 － 39 － 3955
印　刷　関東図書株式会社