

# アク・ベシム遺跡出土の金属製品の保存修復

三浦麻衣子<sup>\*1</sup>・藤澤 明<sup>\*2</sup>

<sup>\*1・2</sup> 帝京大学文化財研究所

はじめに

I. 対象資料

II. 処理前記録の作成

III. 科学分析

IV. 保存修復処理

V. 処理後記録の作成

VI. 梱包

おわりに

## はじめに

キルギス共和国国立科学アカデミーと帝京大学文化財研究所は2016年より、アク・ベシム遺跡の共同調査を実施している。この共同調査で発掘された金属製品について、2018年2月にキルギス共和国より2名の専門家が日本に滞在し、帝京大学文化財研究所と共同で分析および保存修復処理を行ったので、分析結果と保存修復について報告する。研究対象となる資料は、キルギス共和国の専門家が日本へ運搬し、分析および保存修復はすべて帝京大学文化財研究所の施設を使用して行った。キルギス共和国の専門家が帰国する際に保存修復を終えた資料を持ち帰る必要があり、保存修復処理は2018年2月6日～15日の10日間で実施した。

## I. 対象資料

アク・ベシム遺跡から出土した金属製品31点である。このうち6点が鉄製品であり、25点は銅合金製品である。鉄製品は6点中5点が釘状製品であり、1点は鉄滓とみられる。銅合金製品については、古銭やコイン、ビーズなどの多様な製品を含んでいる。対象資料のリストを表1に示す。

## II. 処理前記録の作成

資料の現状を記録することは、保存修復を行う上で非常に重要である。それは、資料がどのような材質から構成されていて、劣化の状態が現状でどの程度進んでいるのかなど、保存修復処理を行うにあたり、資料それぞれの保存処理方針を決めるためであ

る。今回は、対象資料に対して、写真撮影、状態調査記録票の作成、目視観察を行った。

### 1. 処理前写真

処理前写真については、2段階で撮影を行った。1段階目では、資料の搬入状況を記録しておく為に、資料を梱包していた袋や資料と同じ袋に入っていた土塊等、資料以外の搬入に関わる資材も含めすべてを記録した。この記録写真は、保存修復や分析の工程で万が一、紛失や番号の入れ違い等が起こった場合の確認に利用するためである。ここでの撮影はあくまでも全体の搬入状況を記録するためのものであり、簡易的な撮影である。

2段階目の撮影は対象資料とともに、スケール、カラーチャート、保存処理番号を画像に写し込んだ。基本的に資料の表面・裏面の2カットを撮影し、立体的な資料については資料の寸法や形状が把握できるように複数カットの撮影を行った。

### 2. 状態調査記録票の作成

状態調査記録票は保存修復前の資料の現状を記録するものである。状態調査記録票については、帝京大学文化財研究所が行っている保存修復内容に合わせて作成した。

状態調査記録票の項目としては、資料名、保存処理番号、処理前後写真撮影の有無、X線透過撮影記録の有無、科学分析の有無と分析結果、保存修復の開始・終了日、処理前写真と状態の記述などがある。状態調査記録票を図1に示す。

### 3. 目視観察

状態調査記録票の「処理前写真と状態の記述」の

表 1. 保存修復処理対象資料一覧

保存処理番号	製品名	調査区	Grit	Context No.	遺構	出土年月日
TK01	不明金属製品		B1	402-1	MS1	20170421
TK02	コイン			B2-402-C	MS1（1号大通り）	
TK03	釘		B2 道路面 表探	B2-402-C	MS1	
TK04	釘		B2	402	MS1	20170423
TK05	コイン		B1	410-3	R2 P16	20170423
TK06	ビーズ		B1	403-4	R2 P16	20170305
TK07	不明金属製品		B2	B2-402-B	MS1	20170424
TK08	コイン		B1	403-1,2	R2 P16	20170421
TK09	コイン		B1	403-1,2	R2 P16	20170421
TK10	不明金属製品		B1	403-1,2	R2 P16	20170421
TK11	不明金属製品		B1	403-1,2	R2 P16	20170421
TK12	コイン	SH1		412-2	R2	20170425
TK13	不明金属製品	SH1			SH1 東壁	2017
TK14	コイン	SH2		R7		20170503
TK15	不明金属製品	SH2	38780 17100	R11		20170503
TK16	コイン	SH2	38800 17100	R13		20170504
TK17	コイン	SH2	38770 17100	R2		20170927
TK18	コイン	SH2	38790 17100	R8		20170503
TK19	環状製品	SH2	38770 17100	R12		20170504
TK20	コイン	SH2	38800 17100	R6		20170502
TK21	コイン	SH1	B1	410-2	R2 P16	20170426
TK22	釘	SH1	B1	430-1	R3 北壁側スーファゴミ穴 A	20170427
TK23	不明銅製品	SH1		459	MS1	20170506
TK24	釘	SH1		457-1	R2-2	20170505
TK25	不明銅製品	SH1	B1	429-1	R3 北壁側スーファゴミ穴 B	20170427
TK26	コイン	SH1	B2	455-1	MS1	20170505
TK27	不明銅製品		B1	460	R2-1	20170506
TK28	不明鉄製品	SH1	B1	461	R2-1	20170506
TK29	不明鉄製品	SH1		477	R1-2	20170511
TK30	コイン（開元通宝）				R2-1(2016 出土)	
TK31	コイン	SH1		484-1	R2-2 内ピット	20170511

SH1：第1シャフリスタン，SH2：第2シャフリスタン，MS：メインストリート（大通り），R：Room（部屋），P：Pit（穴），

欄に目視観察で得られた情報の記入を行った。資料の状態を記録するにあたり、資料全体をスケッチして行う場合もあるが、今回はキルギス共和国の専門家の滞在期間中にできる限り保存修復を終えたいという目標があったため、時間のかかるスケッチをさげ、処理前写真を援用し、目視観察の情報を記録した。処理前写真を状態調査記録票に貼り付け、処理前写真上に特筆すべき情報を記入した。

記入の内容は、欠損、破断、亀裂の箇所のほか、錆や付着物の状況である。全点を通しての特記事項としては、TK19の表面に金属が確認できたことで

ある。

### Ⅲ. 科学分析

目視観察だけでは得られない資料の情報を得るために X 線透過撮影、蛍光 X 線分析、デジタルマイクロスコープによる観察の 3つの方法でより詳細な資料情報を得た。

#### 1. X線透過撮影

X 線透過撮影は資料の内部構造および腐食状態を

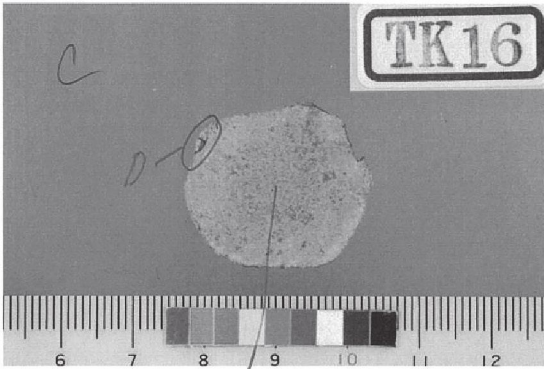
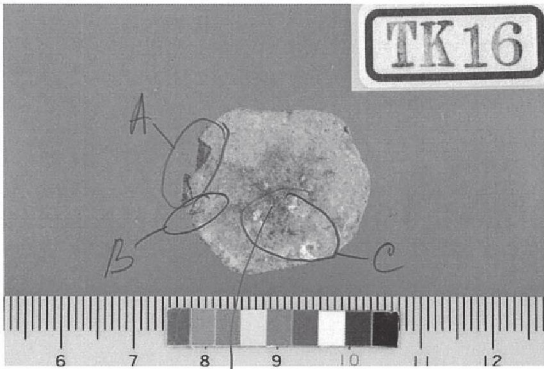
Condition Check Sheet			
Museum No.		Lab. No.	TK016
Object Name	Coin	Provenance	
Conservator		Owner/Contract	
Dimension (mm)	Length 26.3 / Width 1.9 / Height 1.6	Weight	5.3g
Digital Photo	Before, During, <u>After</u>	Purpose	Store, Exhibit, Loan
X-ray	<u>Yes</u> , N/A 03 FE 18 - B	Scientific Analysis	SEM, <u>XRF</u> , XRD, others( )
Date into Cons.	D 7 /M Feb /Y 2018	Date of Return	D 15 /M Feb /Y 2018
Materials and Construction			
Scientific Analysis			
<p>XRF 1 Cu Pb Ca k Fe (02/06/18 #9)</p> <p>XRF 2 Cu Pb Ca k Fe (02/06/18 #10)</p>			
Photos and Descriptions of Condition			
			
(A) Breaks/Separate	( ) Weak	(C) Surface deposits (Salt / Dirt / Dust / Mud / Grease)	
(B) Clacks/Sprits	( ) Loose	( ) Flaking/Lifted surface	( ) Corrosion
( ) Holes	( ) Dent	(D) Delaminated	( ) Tarnished
( ) Parts missing	( ) Warped	( ) Scratched	( ) Other materials
	( ) Distorted	( ) Abraded	( ) Past conservation

図1. 状態調査記録票

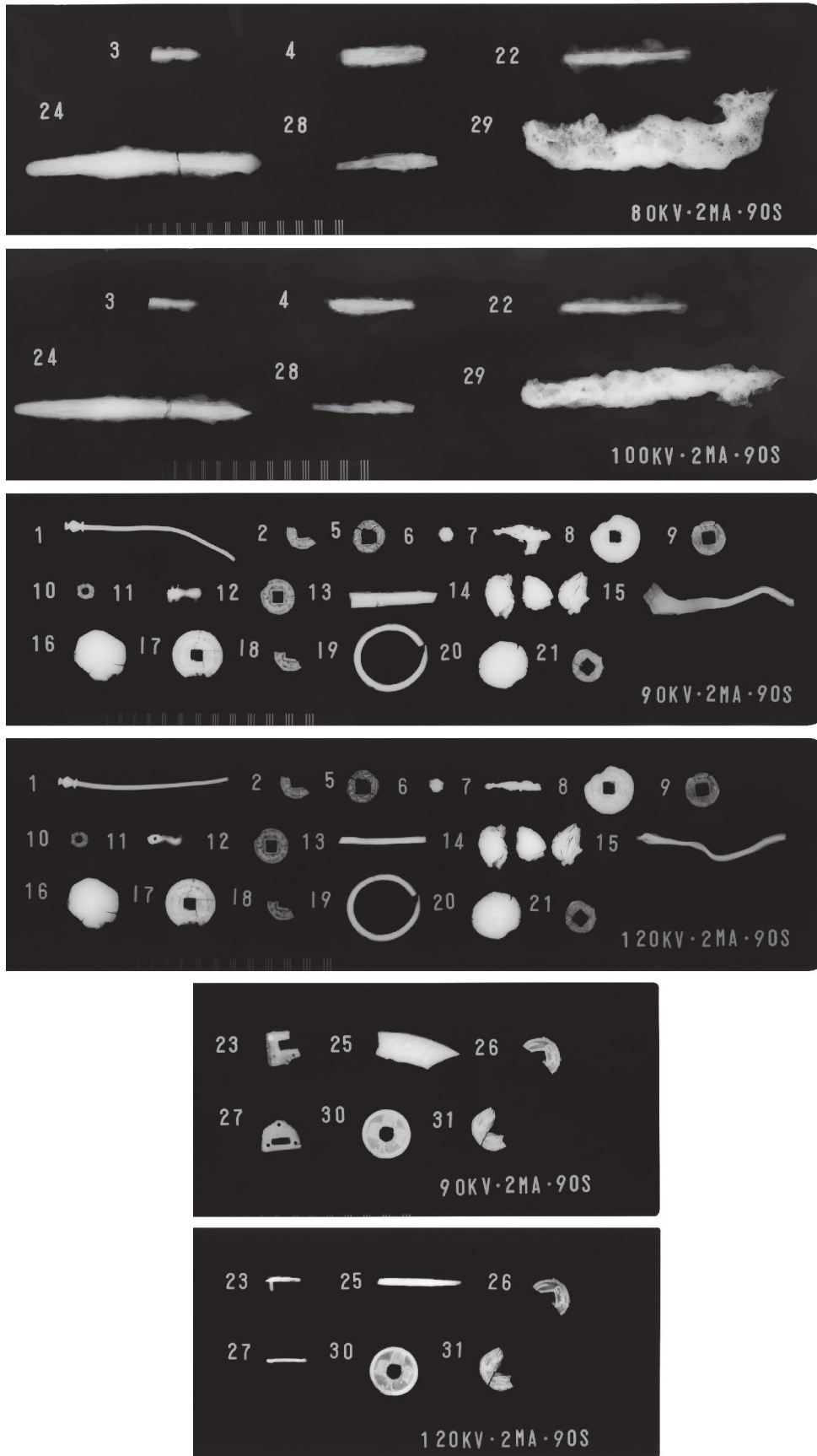


図2. X線透過撮影写真



把握することができる。使用装置は日立製 X 線発生装置 (MBR-1505TV-3L) である。X 線の吸収率は材質によるので、鉄製品と銅合金製品に分けて撮影を行った。撮影条件は鉄製品の場合は①管電圧 80kV・管電流 2mA・時間 90s、②管電圧 100kV・管電流 2mA・時間 90s の 2 条件である。銅合金製品の場合は①管電圧 90kV・管電流 2mA・時間 90秒、②管電圧 120kV・管電流 2mA・時間 90s の 2 条件である。つまり、管電圧を変えて 1 資料に対して、2 カットの撮影を行った。1 カット目は低電圧で資料の平面形状を、2 カット目は 1 カット目の撮影時から資料を 90° 回転させ、資料の厚みを把握することを目的として撮影を行った。2 方向から撮影することで、資料の内部構造を立体的に把握することが可能となる。なお、コインなどの平面形で厚みが目視観察でも十分に確認できる資料については、資料を平面に置いたまま 2 カット撮影した。撮影した X 線透過撮影写真が図 2 である。

X 線透過撮影により得られた写真から資料の状態について記述する。鉄製品については TK03、04、22、24、28 は釘状の製品であり、X 線の透過状況から資料内部の状態も良好であると考えられる。TK24 は破断した状態で搬入されたが、破断箇所以外には亀裂も見られなかった。TK29 は製品と考えられるような X 線透過像が得られなかったことから、鉄滓と推測できる。

次に銅合金製品である。コイン類については、大きく分けて 2 種類あり、中央に四角い穴の開いた円形方孔銭と打刻コインである。円形方孔銭のうち、TK30 の開元通宝を除く全て (TK02、05、08、09、12、17、18、21、26) には欠損、破断、亀裂があり、脆弱な状態である。また、X 線透過撮影により、TK12、17、18、26 にはソグド文字が表記されていることが判明した。打刻コインは TK14、16、20、31 であり、4 点全てにおいて亀裂が見られる。中でも TK14、31 は資料全体に細かく亀裂が入っており、劣化が進行していると考えられる。

コイン類以外では、TK01、06、10、15、19、25、27 は破断や亀裂等がなく健全な資料である。TK19 については、製品の外縁に X 線が透過しにくい薄い一層が確認された。目視観察では金が確認されていることから、薄い一層は金由来であると考えられる。TK19 は鍍と付着物によって資料表面の多くが覆われているため、目視観察では金を一部しか確認でき

なかったが、X 線透過撮影により金属の分布を把握できた。TK11 は資料の半分が X 線の透過しやすい脆い状態であると判断できる。TK13、23 は亀裂があり、脆弱な資料である。TK07 は製品の形状を読み取ることができず、銅滓と推測される。

## 2. 蛍光 X 線分析

蛍光 X 線分析では資料を構成する材質を把握することができ、材質に適した保存修復処置の検討に役立つ。

資料全点を分析に供した。分析には可搬型蛍光 X 線分析装置 (Innov-X Systems DELTA PREMIUM DP-4000) を使用し、非破壊で行った。分析モードは 2 Beam Mining Plus を使用し、タンタル管球の電圧を自動で 40kV と 15kV に切り替えて測定することにより塩素、硫黄、カルシウムなどの軽元素の分析も可能である。また、ファンダメンタルパラメータ法 (以下、FP 法) により簡易的ではあるが、各元素の半定量値を算出することが可能である。分析時間は 90 秒とし、X 線の照射範囲は約 10mm である。分析は保存修復処理前に行い、測定位置に関しては、資料の情報をなるべく正確に得るために、付着物や鍍の影響が少ない箇所を選択した。

定性分析の結果を表 2 に示す。検出元素は FP 法によって計算された半定量値のうち 1% 以上検出した元素について、検出量が多い順に記した。また、表 2 には鉄製品以外の資料については合金種とブロンズ病の有無についても示した。

31 点の分析を通して確認できた元素は Mg (マグネシウム)、Al (アルミニウム)、Si (ケイ素)、P (リン)、S (硫黄)、Cl (塩素)、K (カリウム)、Ca (カルシウム)、Fe (鉄)、Cu (銅)、Zn (亜鉛)、Sn (錫)、Au (金)、Pb (鉛) の 14 元素である。検出した元素のうち、Mg、Al、Si、K、Ca および検出強度の低い Fe は資料表面に付着した土や砂の影響によるものと考えられる。

TK03、04、22、24、28、29 は Fe が主として検出し、目視観察においても鉄製品と認識していたが、改めて鉄製品であることが確認された。

鉄製品である 6 点を除いた資料全てから Cu が検出されている。25 点の銅合金製品については、検出元素から大きく分けて 4 系統の種類があることを確認した。

一つ目の系統は合金成分が含まれていない純銅に

表2. 蛍光X線分析の結果

保存処理番号	製品名	検出元素 (FP法1%以上濃度の高い順)	推定される合金種	特徴的な 不純物元素	ブロンズ病
TK01	不明金属製品	Cu,Cl,Si,Ca,Pb,Sn,Fe,K,Al	青銅（鉛含む）		△
TK02	コイン	Pb,C l ,Si,Cu,S,Ca,K,P,Fe,Al,Sn	鉛を多く含む銅		△
TK03	釘	Fe,Si,Mg,Al,Ca	鉄		-
TK04	釘	Fe,Ca,Mg,Si,Al	鉄		-
TK05	コイン	Pb,Cl,Cu,Ca,S,Si,P	鉛を多く含む銅		△
TK06	ピース	Cu,Cl,Si,Ca,Pb	銅	鉛	○
TK07	不明金属製品	Cu,Pb,Ca,Cl,Si,Fe,S	鉛を多く含む銅		△
TK08	コイン	Cl,Pb,Cu,Ca,S,Si	鉛を多く含む銅		○
TK09	コイン	Cl,Cu,Pb,Si,S,P	鉛を多く含む銅		○
TK10	不明金属製品	Cl,Cu,Pb,Ca,S,Si	鉛を多く含む銅		○
TK11	不明金属製品	Cu,Cl,Si,Zn,Pb,Ca	真鍮		○
TK12	コイン	Cu,Ca,Pb,Cl,Si,Fe	鉛を多く含む銅		△
TK13	不明金属製品	Cu,Si,Cl,Al,Fe,Ca,K	銅		△
TK14	コイン	Pb,Cl,Ca,Cu,S,Si	鉛を多く含む銅		△
TK15	不明金属製品	Cu,Cl,Si,Ca,Fe,Al	銅		○
TK16	コイン	Cu,Cl,Pb,P,Ca,Si,S	鉛を多く含む銅		○
TK17	コイン	Cu,Cl,Pb,Ca,Si,S	鉛を多く含む銅		○
TK18	コイン	Cu,Cl,Pb,Si,Ca,P,S	鉛を多く含む銅		○
TK19	環状製品	Cu,Cl,Si,Zn	真鍮		○
		Cu,Cl,Si,Zn,Ca,Au,Fe,Al,K	真鍮（金張り）		○
TK20	コイン	Cu,Cl,Pb,Si,S,Ca,Al	鉛を多く含む銅		○
TK21	コイン	Cu,Cl,Pb,Ca,S,Si,P	鉛を多く含む銅		△
TK22	釘	Fe,Ca,Si,S	鉄		-
TK23	不明銅製品	Cu,Cl,Si	銅		○
TK24	釘	Fe,Mg,Al,Si	鉄		-
TK25	不明銅製品	Cu,Cl,Si,Ca	銅		○
TK26	コイン	Cl,Cu,Pb,Si	銅	鉛	○
TK27	不明銅製品	Cl,Cu,Si,Ca,Fe,P	銅		○
TK28	不明鉄製品	Fe,Mg,Cl,Cu,Al,Si	鉄		-
TK29	不明鉄製品	Fe,Si,Ca,Mg,Al,K	鉄		-
TK30	コイン（開元通宝）	Cl,Ca,Pb,S,P,Ca	鉛を多く含む銅		○
TK31	コイン	Cu,Pb,Ca,Cl,S,Si,P	鉛を多く含む銅		△

近いものである。この系統に属する資料は、TK06、13、15、23、25、26、27の7点である。

二つ目の系統は鉛を多く含む銅である。TK02、05、07、08、09、10、12、14、16、17、18、20、21、30、31がこの系統に属する。TK02については、錫も検出されたが、わずかなため、この系統に含めた。

三つ目の系統は錫と鉛を含む青銅である。該当する資料はTK01の1点である。

四つ目の系統は亜鉛を含む真鍮である。TK11と19がこの系統に当たる。TK19は鍍と付着物に覆わ

れた表面の一部に金色部分が露出している箇所があったため、金色部分についても分析を行った。分析の結果Auが検出され、金色光沢が金由来であることが確認できた。

蛍光X線分析の結果から銅合金製品には4つの系統が確認されたが、資料の形状と元素組成の間に関連が見られる系統もあった。コイン類は13点の全てが鉛を多く含む銅の系統に分類された。一方、コイン類以外の銅製品については、4系統全てに属するが、割合的には純銅製に多く分類された。よって、

本資料群はコイン類については鉛を多く含む銅製、コイン類以外の製品については純銅製であるという傾向が明らかとなった。

検出元素のうち、S、Clは銅製品の腐食促進要因となる元素である。中でもClは資料を粉状に破壊する不安定な錆であるアタカマイト・パラタカマイト(塩基性塩化銅： $\text{CuCl}_2 \cdot 3\text{Cu}(\text{OH})_2$ )やナントカイト(塩化銅： $\text{CuCl}$ )の発生要因となる。蛍光X線分析の結果では、TK06、08、09、10、11、16、17、18、19、20、23、25、26、27、30でClが高く検出(FP法による半定量値が20%以上を基準)された。これら資料はブロンズ病におかされている可能性が高い。銅製品25点中14点でClの濃度が高いことから、資料群全体としてClの濃度が高い傾向があるといえる。これは埋蔵環境下に塩化物イオンが多く存在していた可能性を示唆でき、アク・ベシム遺跡で発掘される銅合金製品の状態や劣化の進行には注意を払う必要があると指摘できる。

### 3. デジタルマイクロ스코プ

10日間という限られた時間で保存修復を行ったことから、デジタルマイクロ스코プでの観察には十分な時間を割くことができなかった。よって、保存修復対象資料全点の劣化状態を目視観察で把握したうえで、今後劣化が著しく進みそうな進行性の錆が発生していると見られた鉄製品のTK04に対して重点的に観察した。デジタルマイクロ스코プはHIROX製RH-2000を使用した。

図3(a)(b)はTK04から得られた画像である。図3(a)は黒色部分が資料表面である。鉄から発生する黒錆はマグネタイト(四酸化三鉄： $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )であり、安定的な錆であり、錆の進行は抑制された状態であると考えられる。一方、図2(b)では黒錆のみ

られるが画像の中央部には赤錆も発生している。観察だけでは錆の種類は難しいが、色および形態から赤錆はアカガネイト( $\beta$ -オキシ水酸化鉄： $\beta\text{-FeOOH}$ )という進行性の腐食生成物とみられる。TK04には同一資料内に複数の種類の錆が混在して発生していることがわかり、一部には進行性の錆がみられるため、安定化処理を十分に行う必要があることが確認できた。

## IV. 保存修復処理

### 1. 保存修復方針

目視観察、X線透過撮影、蛍光X線分析、デジタルマイクロSCOPEを利用した観察を考慮し、保存処理の方針を決定した。保存処理方針については、キルギス共和国の専門家と検討し決定した。今回の保存修復では、今後、研究・展示等に活用できるように資料のオリジナルの形状が把握できる状態にすること、劣化が進行しないように資料の状態を安定化させることを目的とした。

資料には製作技法、使用痕、埋蔵環境など多くの情報が含まれており、保存修復を行うことで多少の情報が失われる。例えば資料表面に形成された錆は資料由来の錆であり、クリーニングすることで、資料の一部が失われるという考え方もある。よって、資料の情報を極力失わないよう、保存処理は資料に対して最小限の介入に抑え、使用する材料も再処理が可能なものを選択した。また、錆のクリーニングを行うことで資料の形状が変わる場合も元の状態が確認できるように写真撮影、X線透過撮影写真、目視観察の記録によって原状をさかのぼって確認できるよう配慮した。

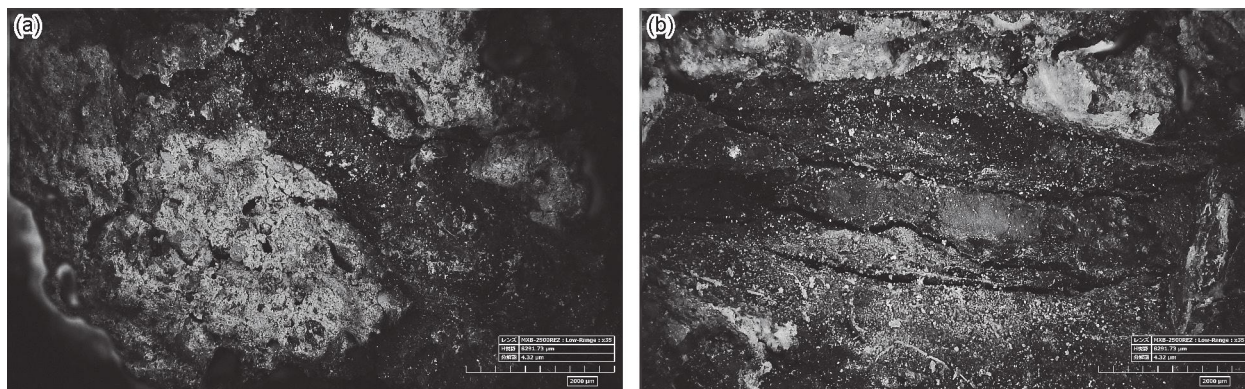


図3. TK04のデジタルマイクロSCOPE画像



## 2. 保存修復処理記録票の作成

保存修復処理記録票は保存処理の内容を記載するもので、使用した道具、樹脂、薬品等の他、作業した日にちを記入するシートである。

このシートは資料1点1点に対して作成し、保存処理作業を行った際に随時記入した。

## 3. クリーニング

### （1）鉄製品

ルーターとエアブレイシブを用いて、X線透過撮影写真に基づき、石や土等の付着物と一部の錆を除去した。脆弱な箇所については、パラロイドB72アセトン溶液（濃度10wt%）を塗布し強化しながら作業を進めた。TK24は破断面同士が密接に接合できる状態であったため、クリーニングの前に接合を行った。接合しないで作業を進めると、ルーターによる振動で脆弱な破断面の崩壊が見込まれる。TK29は鉄滓と考えられるため、表面に付着した石や土などの付着物を除去するのみで処理を終了し、脱塩以降の処理は行わないことにした。

### （2）銅合金製品

実体顕微鏡下でX線透過撮影写真に基づき、石や土等の付着物と錆のクリーニングを行った。資料に傷をつけないよう、使用する道具を段階的にかえ、作業を行った。

第一段階はブラシを用いて表面に付着した土を除去した。第二段階として、エタノールをしみこませた綿棒でブラシでは取り切れなかった土を除去した。第三段階として、竹串を用い、ブラシ・綿棒では除去できなかった錆を含む固い石や土を取り除いた。竹串でも取り切れない、土や石、錆については替え刃式ナイフを用いて、クリーニングを行った。段階的なクリーニング道具の変更は、柔らかい素材の道具をなるべく使用することで、資料に対してのダメージを最小限に抑えるためである。また、脆弱な資料は、パラロイドB72アセトン溶液（濃度10wt%）を塗布し、強化しながらクリーニングを進めた。

TK19は状態調査によって、金層が確認された。搬入時は一部表出していたが、クリーニングにより金張りの部分をできる限り表出させることとした。腐食が進行したことで、金張りの表面は銅錆に覆われていたため、金層を傷つけないように替え刃式ナイフを用いて、銅錆をめくるように除去した。

## 4. 安定化処理

### （1）鉄製品

鉄製品については、資料内部の塩化物イオンを積極的に溶出させる高温高压脱酸素水法で脱塩を行った。脱塩には高压蒸気滅菌器（島津理化学機製KY-23型）を使用した。純水に資料を浸漬し、温度が127℃で圧力が1.6kgf/cm<sup>2</sup>の状態ですべて1時間保持した。浸漬に使用した純水の塩化物イオン濃度を塩素イオン計（笠原理化学工業製CL-10Z）で測定し、測定値が10ppm以下で安定することを確認して脱塩の終了とした。純水を10回交換した時点で、塩化物イオンの測定値は10ppm以下で安定した。

脱塩終了後は恒温槽において105℃で高温乾燥を4日間行った。高温乾燥後は、50℃の乾燥機内で保管しながらさらに十分な乾燥を行った。

乾燥後は、脱塩により資料表面に発生した錆をエアブレイシブで落とし、再度X線透過撮影写真との照合を行い、クリーニングが必要な資料についてはルーターを利用して実施した。

なお、TK28は木質が付着していた。木質部分は脆弱であり、脱塩中に脱落する可能性があったため、脱塩前にパラロイドB72アセトン溶液（濃度10wt%）を塗布し、強化してから脱塩に供した。

### （2）銅合金製品

銅合金製品についてはベンゾトリアゾール（以下、BTA）エタノール溶液（濃度3wt%）に浸漬し、1週間減圧保持することで安定化させた。BTAは銅と反応し、資料表面にBTA第二銅の皮膜を形成することで、腐食要因から資料を保護する効果がある。

## 5. 強化処理

### （1）鉄製品

非水系アクリル樹脂パラロイドNAD-10Vソルベントナフサ溶液（濃度35wt%）を1日間減圧含浸した。1回目の終了後、2回目を実施した。樹脂含浸後、ドラフトチャンバー内で資料を十分に乾燥させた。

### （2）銅合金製品

パラロイドB72・BTAアセトン溶液を1日間減圧含浸した。溶液の濃度はパラロイドB72が5wt%、BTAが1wt%である。樹脂含浸後、ドラフトチャンバー内で資料を十分に乾燥させた。



## 6. 仕上げ処理

樹脂含浸により資料表面に生じた余剰な光沢は、アセトンをしみこませたブラシでこすすることで除去した。ブラシの届かない溝等に生じている光沢についてはパラロイド B72 アセトン溶液で拡散させたマイクロクリスタリンワックスを塗ることで除去した。マイクロクリスタリンワックスは細かな粒子であり、資料に塗布することでつやを消すことができる。

光沢を除去した後、破断がある資料の接合を行った。接合にはエポキシ系接着剤(アラルダイトラピッド)を使用した。

充填は資料の補強と接合箇所の補強を目的として行った。保存処理後、キルギス共和国へ輸送するため、輸送中の振動で破損しないよう、脆弱箇所には全て充填を行った。充填した部分が、オリジナルの資料と区別がつくように充填材の表面は凹凸の無い平面に仕上げた。充填にはエポキシ系充填剤(XNR・XNH6105)を使用した。

充填後、充填箇所について、アクリル絵の具で補彩を行った。補彩についてもオリジナルの表面と区別がつくように、グラデーション等はつけず、充填1か所につき単色で補彩を行った。区別がつくように補彩はしているが、資料を見た際に補彩箇所が目立たないような色で仕上げた。目安として、充填・補彩した部分が1m以上離れた位置から見た場合には気が付かない程度、間近で見た場合には区別がつく程度とした。

## V. 処理後記録の作成

スケール、カラーチャート、保存処理番号を写し込んだ処理後写真を撮影した。処理前と比較できるよう、資料の向き角度を処理前写真とそろえ、撮影を行った。図4に保存処理前後の写真を示す。

また、寸法と重量を計測し、保存修復処理記録票に記入した。さらに保存修復処理記録票の内容について、記入漏れがないか等の確認を行った。

## VI. 梱包

資料を安全に運ぶための梱包を行った。梱包は密閉容器、無架橋発泡ポリエチレン(ミナフォーム)、気泡緩衝材(プチプチ)を使用して作製した。無架

橋発泡ポリエチレンは酸性ガスの発生が少なく緩衝性に優れた材料である。

密閉容器を土台として、密閉容器の大きさに合わせて切断した無架橋発泡ポリエチレンを固定し、その上に同じサイズの無架橋発泡ポリエチレンに資料の大きさに合わせてスチロールカッターで穴を開けたものを固定する。さらにその上に密閉容器の蓋の高さまで気泡緩衝材で満たした。

輸送中の揺れを最小限の抑えられるよう、無架橋発泡ポリエチレンに資料の大きさに合わせた穴を開ける際は大きくなりすぎないようにした。しかし、穴が小さすぎると取り出す際に摩擦によって資料が崩壊する可能性があるため、資料に合わせた的確な大きさになるようにした。

## おわりに

帝京大学文化財研究所において、海外の専門家と共同で外国の文化財を保存修復する機会は今回がはじめてのことであった。共同で作業できる時間が限られていたため、資料の全体像を把握したうえで、保存修復内容を厳選し効率よく作業を進める必要があった。時間が限られた中でも、時間をかけて行わなければならない工程については、慎重に丁寧な作業を作業員全員で心がけ保存修復にあたった。

今後もこのような海外資料の保存修復を現地の専門家と共同で行う機会が増えるであろうと考える。保存修復方針の十分な話し合いによる検討を行った上、双方が納得する保存修復を行っていきたい。

## 謝辞

今回の保存修復にあたってはキルギス共和国国立科学アカデミーのバキット・アマンバエヴァ氏と帝京大学文化財研究所の山内和也教授のご協力の上、実現することができました。このような機会をいただいたことに心より感謝いたします。

## 文献

- キルギス共和国国立科学アカデミー歴史遺産研究所・帝京大学文化財研究所 2018『キルギス共和国国立科学アカデミーと帝京大学文化財研究所によるキルギス共和国アク・ベシム遺跡の共同調査』
- 独立行政法人国立文化財機構東京文化財研究所・アルメニア共和国文化省 2013『アルメニア歴史博物館所蔵 考古金属資料の保存修復と自然科学的調査 2011・2012年度

（第1次～第4次ミッション）

馬淵久夫・杉下龍一郎・三輪嘉六・沢田正昭・三浦定俊編集  
2003『文化財科学の事典』朝倉書店

京都造形芸術大学編 2002『文化財のための保存科学入門』  
角川学芸出版

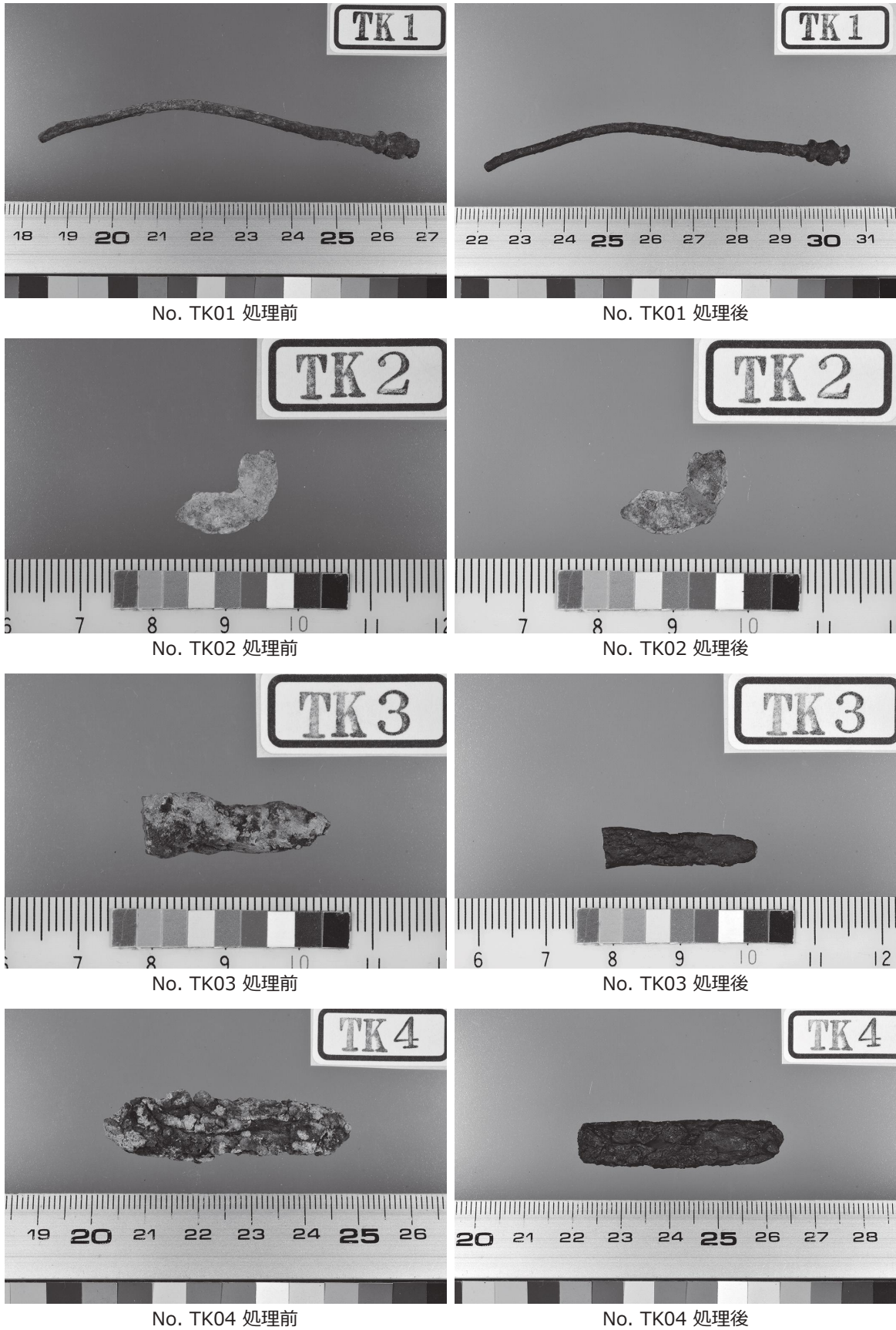
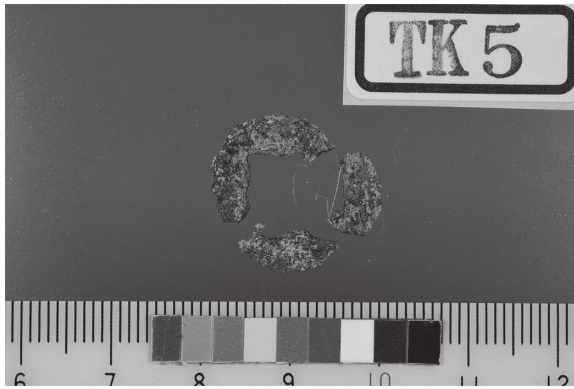
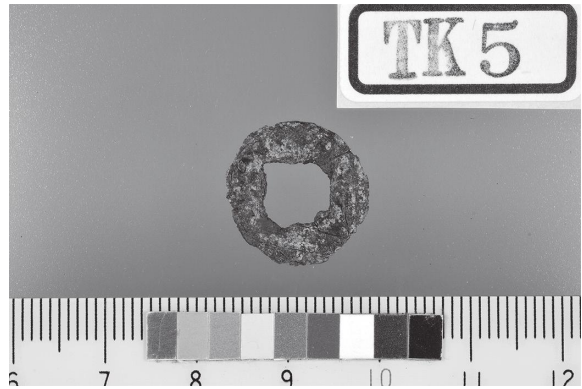


図4. 保存処理前後の写真

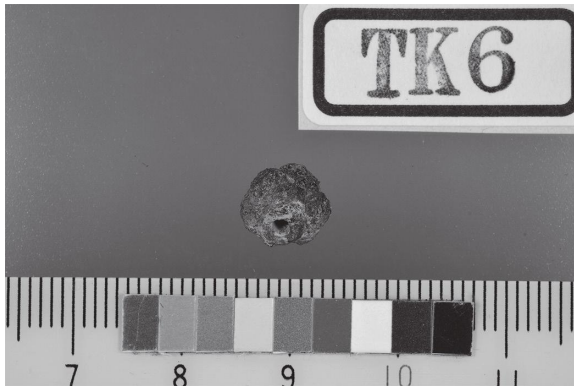




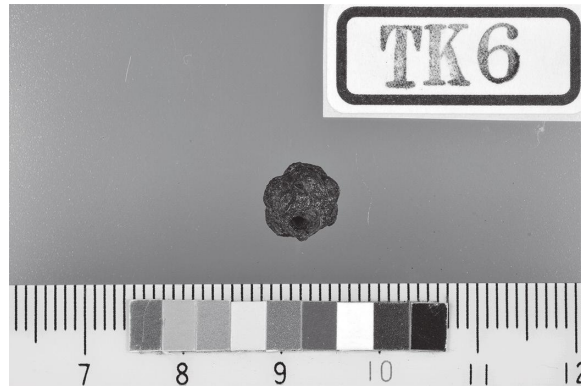
No. TK05 処理前



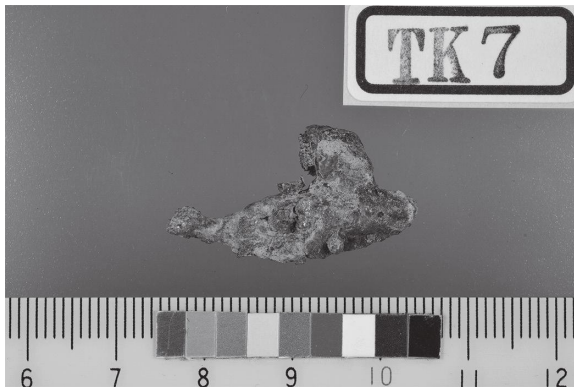
No. TK05 処理後



No. TK06 処理前



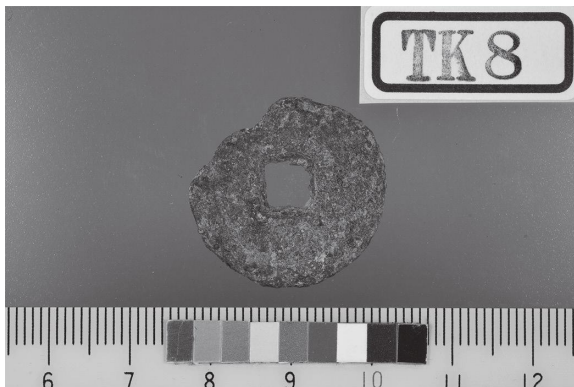
No. TK06 処理後



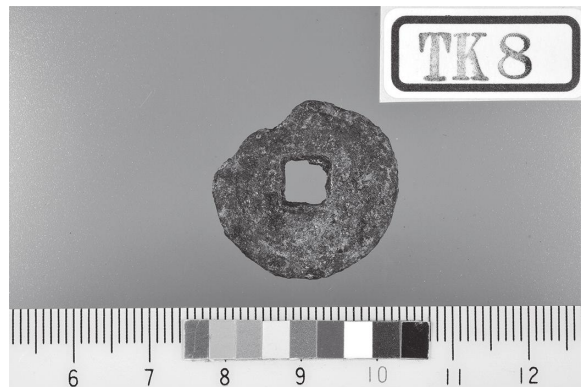
No. TK07 処理前



No. TK07 処理後

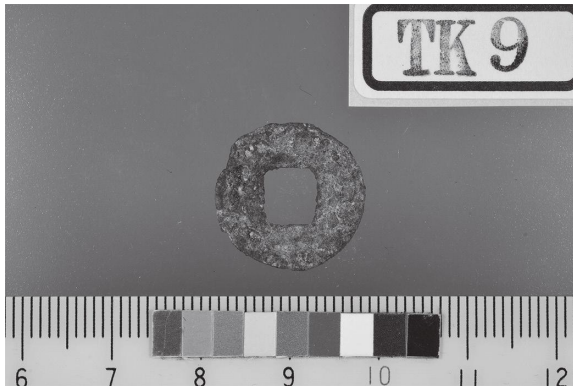


No. TK08 処理前

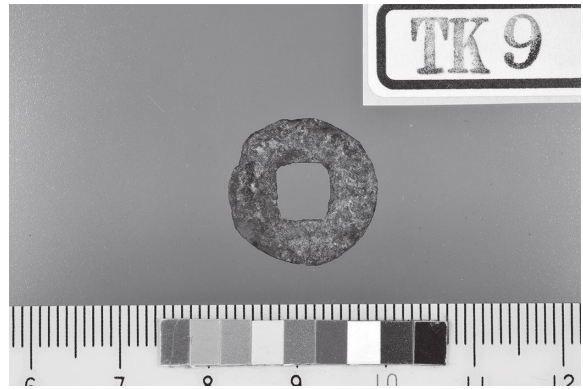


No. TK08 処理後

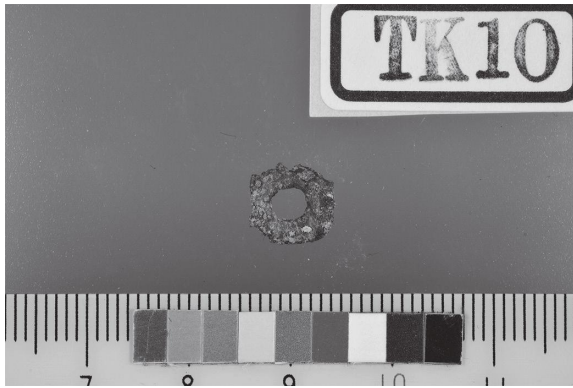




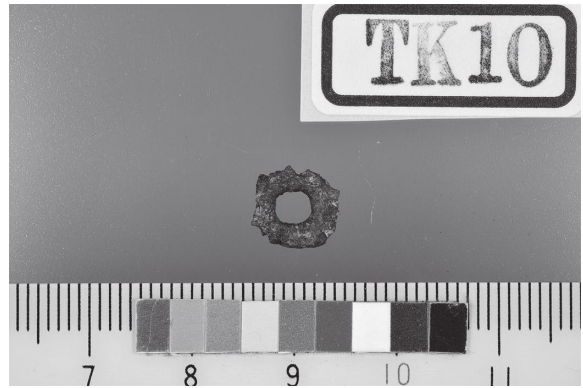
No. TK09 処理前



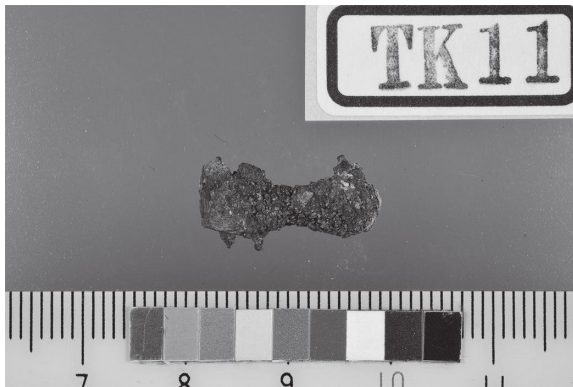
No. TK09 処理後



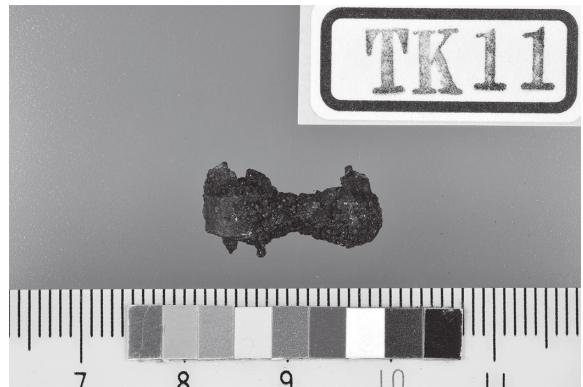
No. TK10 処理前



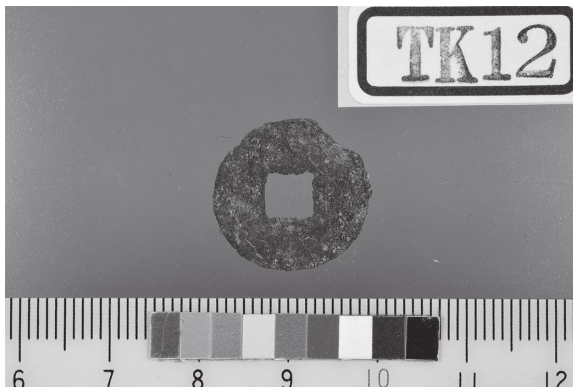
No. TK10 処理後



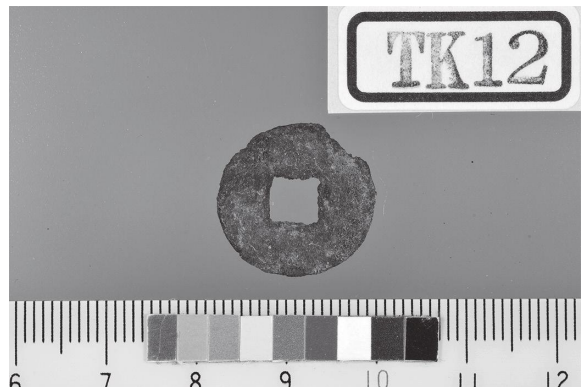
No. TK11 処理前



No. TK11 処理後



No. TK12 処理前



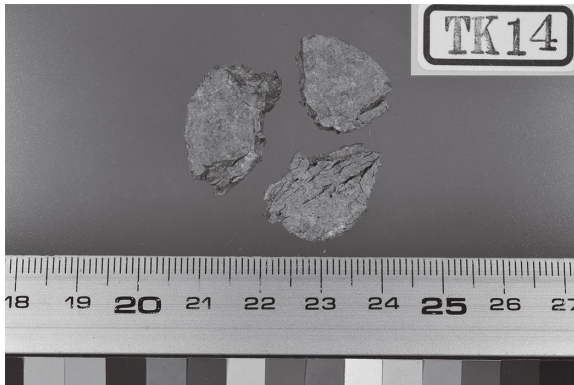
No. TK12 処理後



No. TK13 処理前



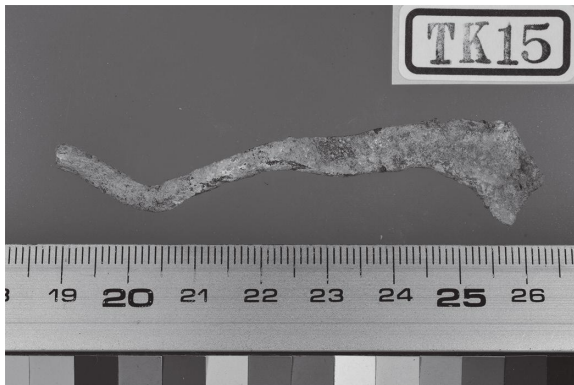
No. TK13 処理後



No. TK14 処理前



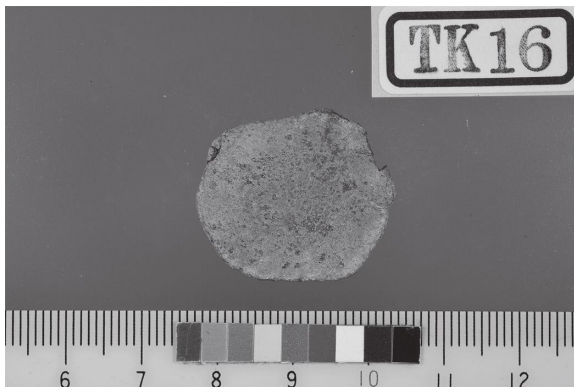
No. TK14 処理後



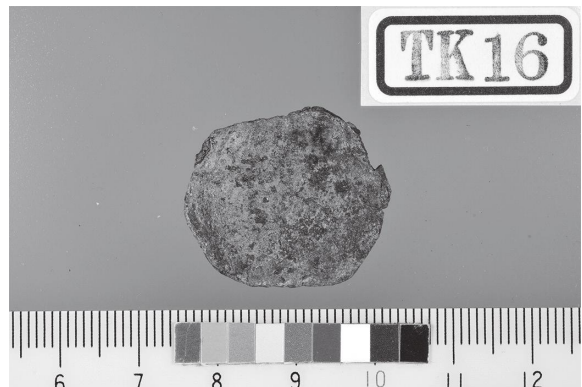
No. TK15 処理前



No. TK15 処理後

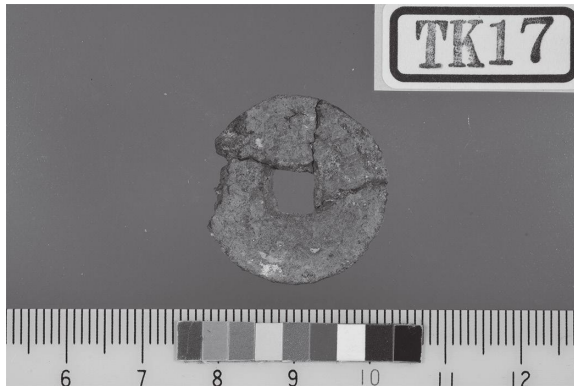


No. TK16 処理前

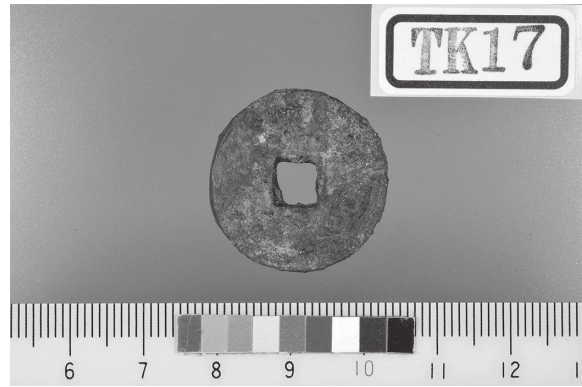


No. TK16 処理後

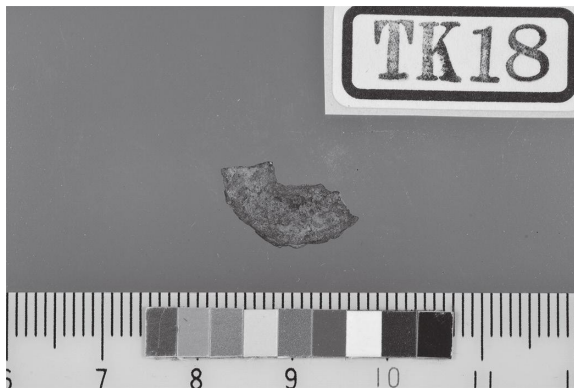




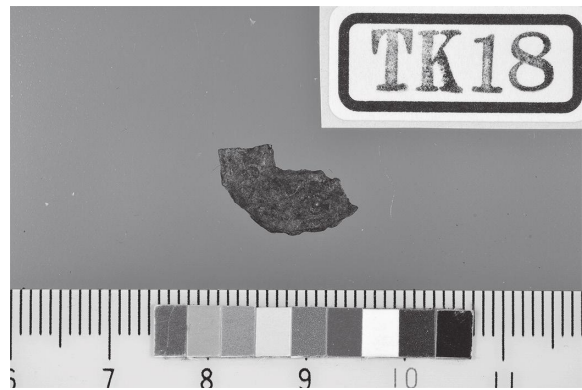
No. TK17 処理前



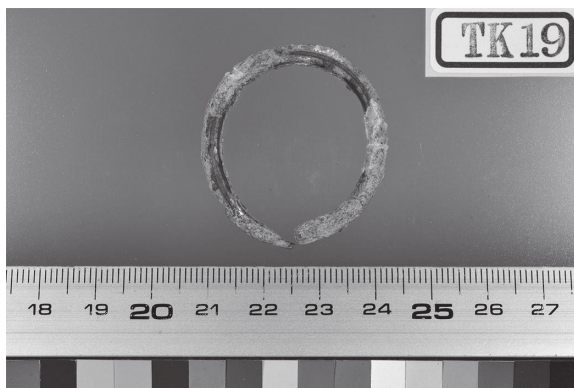
No. TK17 処理後



No. TK18 処理前



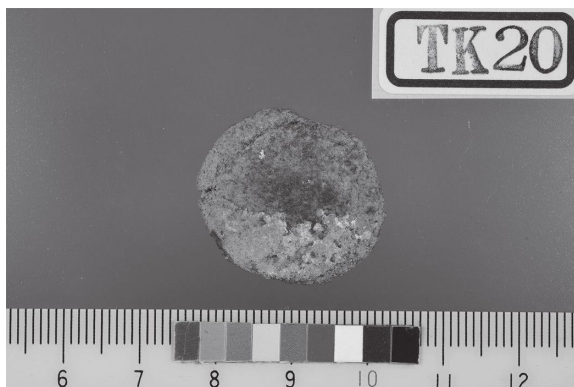
No. TK18 処理後



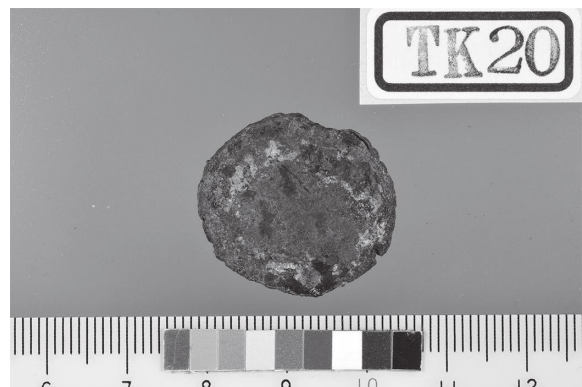
No. TK19 処理前



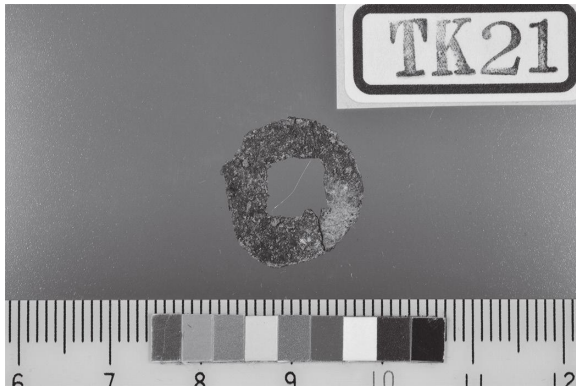
No. TK19 処理後



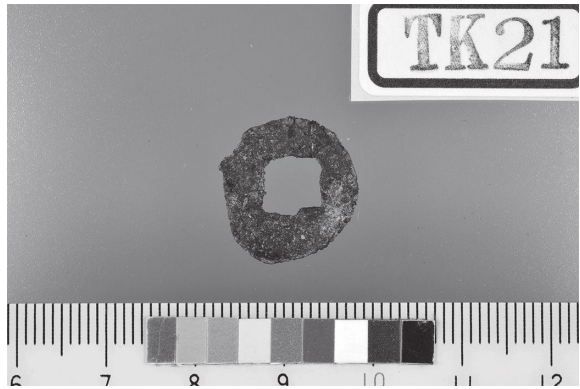
No. TK20 処理前



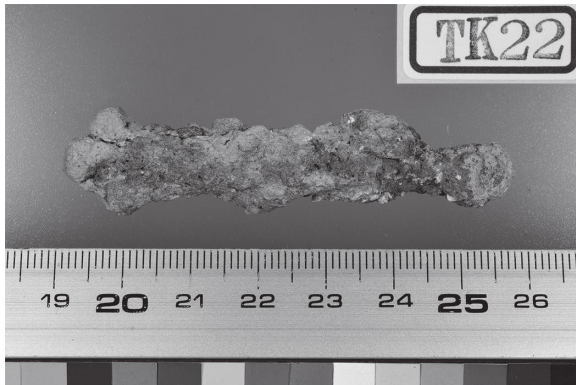
No. TK20 処理後



No. TK21 処理前



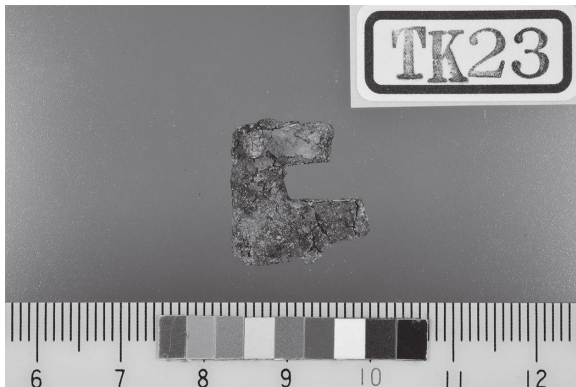
No. TK21 処理後



No. TK22 処理前



No. TK22 処理後



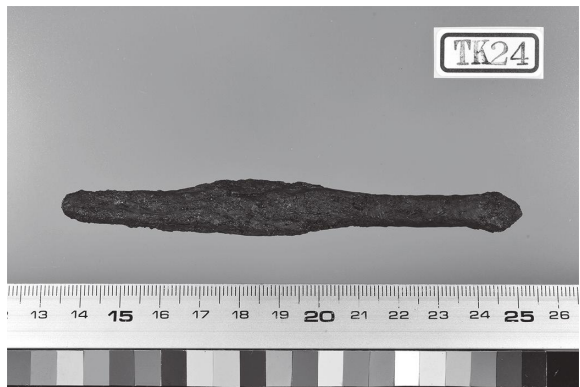
No. TK23 処理前



No. TK23 処理後



No. TK24 処理前



No. TK24 処理後

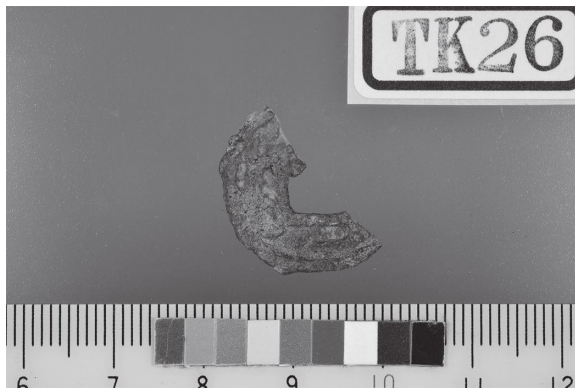




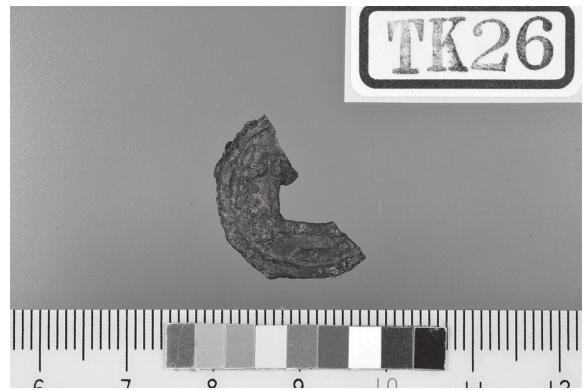
No. TK25 処理前



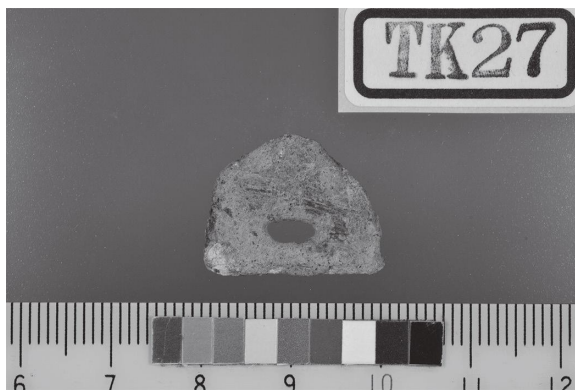
No. TK25 処理後



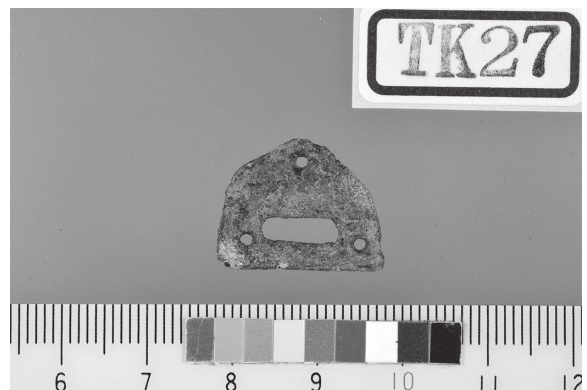
No. TK26 処理前



No. TK26 処理後



No. TK27 処理前



No. TK27 処理後



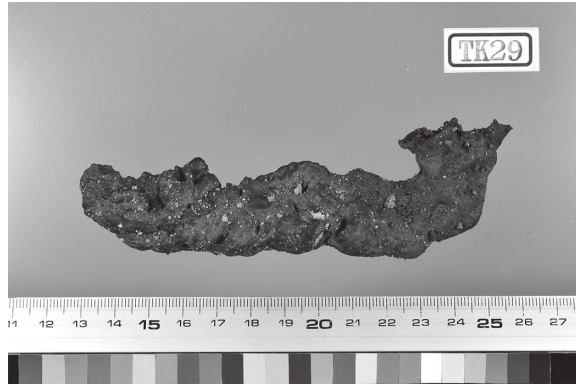
No. TK28 処理前



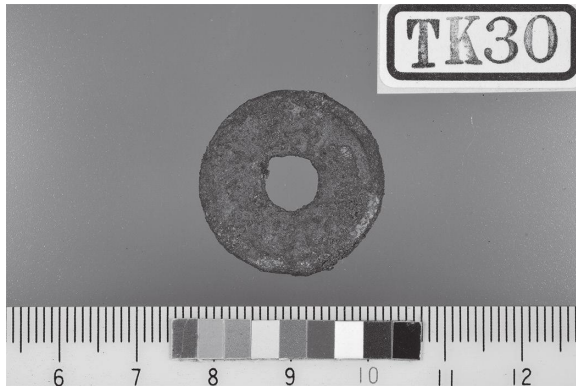
No. TK28 処理後



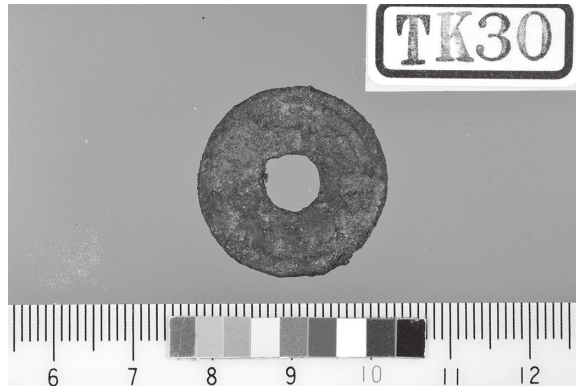
No. TK29 処理前



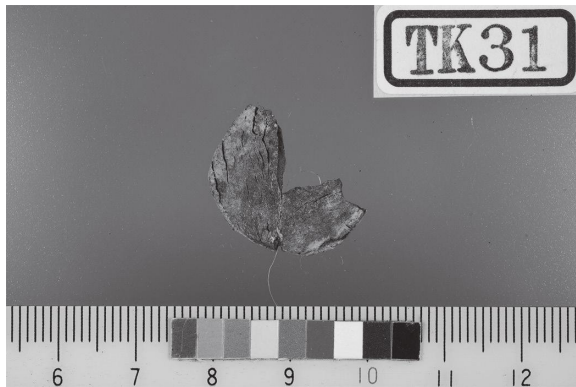
No. TK29 処理後



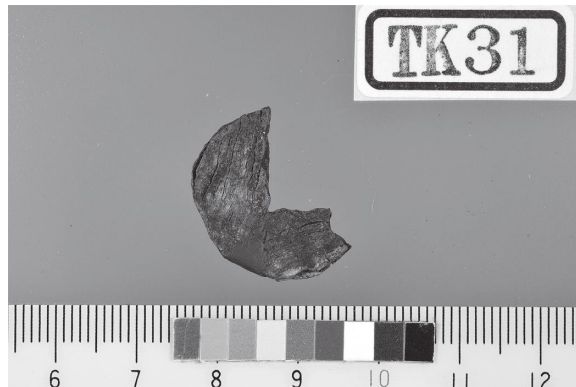
No. TK30 処理前



No. TK30 処理後



No. TK31 処理前



No. TK31 処理後