

# 中世大友府内町跡出土金属加工関連遺物の非破壊分析

杳名貴彦

国立科学博物館理工学研究部 〒305-0005 茨城県つくば市天久保4-1-1

## Non-destructive Analysis of Remains Related to Metalworking Unearthed from the Medieval “Otomo Funai”

Takahiko KUTSUNA

Department of Science and Engineering, National Museum of Nature and Science,  
4-1-1 Amakubo, Tsukuba-shi, Ibaraki 305-0005, Japan  
e-mail: kutsuna@kahaku.go.jp

**Abstract** In the Sengoku era, over 400 years ago, various technologies came in Japan from overseas. Especially, metal production and metalworking technology was one of the most important things in Japan, because warring states daimyo (sengoku-daimyo) needed gold and silver as a source of winning wars. The famous Sengoku-daimyo are Takeda Shingen who developed many gold mines in Kai and Ouchi Yoshitaka who ruled the Iwami silver mine, a world heritage. “Otomo Funai (Bungo Funai)” was a capital city in Bungo. The city was reached at height of glory in the age of Otomo Sorin who is the 21st head of the Otomo family. Many relics used in metalworking were discovered in many ruins of “Otomo Funai”. Especially, many crucibles with small gold and silver particles were found. Detailed examination using XRF and SEM-EDX shows that the specific elements, such as Bi and As, which are related raw materials (ores), do not exist around the gold particles but the silver particles. Brass, pewter and lead are detected in the surfaces of the other sherds.

**Key words:** metalworking, gold, silver, non-destructive analysis, Sengoku era, Otomo Funai

### 1. はじめに

日本は、近年まで世界に金属を輸出した資源国であった。

中世には金の輸出によって「黄金の国ジパング」と中国を通してヨーロッパに紹介され、金を求めて大航海時代のヨーロッパが出会った戦国時代の日本は、石見銀山の銀を供給した。江戸時代になると、金銀以上に銅の輸出で世界に貢献したことは、産業技術史において日本を考える上で重要な点である<sup>1)</sup>。

では、資源国であった日本における金属生産及び加工技術は、どの様であったのか。

江戸時代の技術は、金銀では佐渡金銀山での生産の内容を絵巻にした佐渡金銀山絵巻を中心とす

る鉱山絵巻や技術書に詳細を伺い知ることができ、その検討が行われている<sup>2)</sup>。銅については、別子銅山と住友銅吹所での内容を記した鼓銅図録に詳細が描かれており、当時の生産方法の再現が試みられた<sup>3)</sup>。

金属生産や加工技術の一大転換期である戦国時代には、各地の戦国大名が国力増大のため金銀などの鉱物資源に注目して鉱山開発を盛んに行い、金銀貨幣などを生産した。中でも、甲斐金山の開発を行った武田信玄（晴信）や、世界遺産となった石見銀山を支配した大内義隆は著名である。しかし、当時の金銀の生産は重要機密事項であり、生産場所や生産量、生産加工技術に関する文書などの文献記録はほとんど残っていない。

筆者は、これまで山梨県を中心として戦国時代

の金山遺跡や城館、城下町遺跡から出土した金属生産や加工に関連する遺物に科学調査を行い、金銀を中心とする非鉄金属の生産加工技術の解明を続けてきた<sup>4)6)</sup>。今回、大分県大分市内に残る中世大友府内町跡から出土した金属加工関連遺物について、その使用目的解明のための科学調査を行う機会を得た。

その成果について、今回報告する。

## 2. 大友氏と中世大友府内町跡について

大分県大分市内に残る中世大友府内町跡は、戦国時代に栄えた大友氏の居館である大友館跡を中心に広がる九州最大規模の国際貿易都市「豊後府内」の遺跡である。

大友氏は、鎌倉時代から戦国時代にかけて豊後国の守護職を中心に勢力を誇った一族である。第21代当主である大友宗麟(義鎮)の時期にはその力は最大となり、豊前、豊後、筑前、筑後、肥前、肥後6国の守護職として北部九州を支配した。宗麟は、京都ではなくアジアに目を向け、ヨーロッパ人を受け入れるだけでなくどの戦国大名よりもキリスト教の布教活動を容認した。この地にはルイス・フロイスやフランシスコ・ザビエルが訪れており、ルイス・フロイスは宗麟のことを「日本王侯中もっとも思慮あり、聡明英知の人」と語っている。豊後府内は、街中に南蛮寺やキリシタン墓地が作られ、南蛮船が来航可能な港が設けられて南蛮貿易が活発に行われるなど、南蛮色が強くみられる特異な中世都市であった。

大友氏は、宗麟の息子22代当主義統の代になると島津氏の侵攻が激しくなり、最終的には文禄の役での失態が原因となって豊臣秀吉から元々の領国である豊後国を没収され、その時代は終わるのであった。その後秀吉の命により豊後国は分割統治され、新たな城である大分城が大分川河口に築城されることで豊後府内の役目は終わり、田畑へ帰したのである<sup>7)</sup>。

近年、大分駅周辺総合整備事業が本格化し、大規模な土木工事にともなう発掘調査によって大友氏の頃の様子が明らかとなってきている。中でも南蛮との貿易が盛んであった様子は、他の同時期の遺跡では確認されない様々な出土遺物にみることができる。例えば、外国産のガラスや陶磁器といった南蛮貿易に関わる遺物や、クルスやメダイといったキリスト教の布教活動で使用する信仰に

関連する遺物などである。

この大規模遺跡の各所から、金属生産に関連する遺物が多数出土していることが発掘調査報告書から確認できるものの、その使用用途などの詳細に関しては未調査のままであった。

## 3. 現地調査による金属加工関連資料の確認

今回の調査は、中世城下町遺跡での調査であり、金属の生産ではなく金工品を制作する金属加工を行う工房などからの出土遺物を調査対象としているため、金属加工関連資料とする。

調査では、発掘調査報告書に掲載されている遺物情報を元に、現地調査の候補資料を選出した。その後現地で確認調査を行い、詳細調査が必要な資料については、資料を借用して分析機器による詳細調査を実施している。調査対象資料は、発掘調査報告書での確認調査から発掘を担当している大分県埋蔵文化財センターと大分市教育委員会の両機関に、複数含まれている。

現地調査の内容は、実体顕微鏡を用いる金・銀付着粒子の確認と資料撮影である。

表1に、確認した金属加工関連遺物数を示す。現地調査の結果、11カ所の調査地点で合計56点の遺物を確認した。この点数は、山梨県の武田・甲府城下町遺跡での金属粒子付着異物確認点数と並ぶ、非常に多い確認事例である。また、確認遺物の調査次数を中世大友府内町跡の調査地点位置図に当てはめると、出土地点は大友館周辺に集中しているものの、それ以外は一地域に固まること無く遺跡の各箇所にも広がることが明らかとなった。他に特筆すべき点としては、完形の遺物が複数存在する点が挙げられる。生産活動で使用される道具類は、破損するまで使用した後に破棄されることが一般的であるため、未使用品でなく使用済みで破損の無い完形な状態であることは非常に珍しい。これまでの筆者の調査では、遺物の大小や残存率に差はあるものの、ほとんどが破片である。完形のものや接合でほぼ完形となるものが数点確認しているが、ほとんどは微小な破片であった。その点からも、本遺跡で確認された遺物は非常に重要と考えられる。

図1は、金属粒子の付着を確認した遺物のうち、次章の詳細分析で解説する資料の外観写真である。(図中の(a)から(d)は、図番号に関係なく常に同じ遺物の調査結果を示している。)各遺物

表1. 中世大友府内町跡出土の金属生産関連遺物

調査 次数	調査 機関	金属粒子付着確認遺物数*			
		総数	金付着	銀付着	その他
3	市	3	2	1	
7	県	15	2	13	
8	県	7		6	真鍮
16	県	1		1	
17	市	9		9	
18	県	2		2	
36	県	4		4	
49	県	1			(分析不能)
75	県	2		2	
77	県	11	7	1	Pb、ハンダ、銅
84	市	1		1	
合計		56	11	40	

\*現地調査での目視、及び詳細分析による

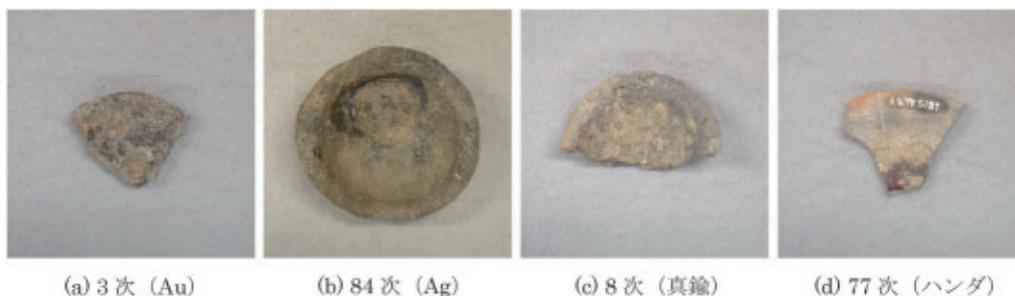


図1. 金属粒子等付着確認資料 (一部)

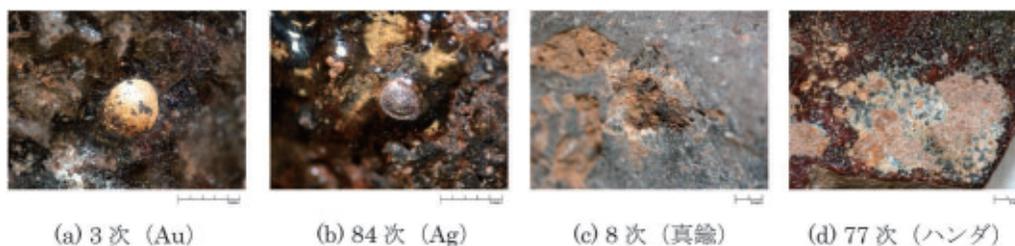


図2. 遺物付着金属粒子等の顕微鏡写真 \*写真右下のスケールバーは1mm

で確認した金属粒子の顕微鏡写真を、図2に示す。これらは特に粒子径が大きいものであり、小さいものでは直径 $10\mu\text{m}$ 以下の金属粒子を目視により確認している。

#### 4. 金属加工関連遺物の非破壊による詳細分析

金属粒子の付着を確認した資料は、詳細な分析により金属粒子やその周辺に付着する物質を明らかにし、その用途解明を行う必要がある。そこで

資料の借用を行い、各種分析機器を用いて非破壊による詳細分析を実施した。分析使用機器・条件も含めた分析結果について、下記に述べる。

(1) エックス線透過撮影による元素類の付着状態の確認

試料表面に付着する金属類の分布状態の確認のため、調査機器にデジタルエックス線透過撮影装置（エクスロン・インターナショナル製）を使用し、管電圧：160kV、管電流：4.0mAの条件でエックス線透過撮影を実施した。図1の遺物を含む各調査結果を、図3に示す。

金や銀をはじめとする重元素と呼ばれる元素はエックス線を透過しにくいいため、エックス線透過撮影では暗い影で確認できる。特に図3で確認されるエックス線透過画像の丸い黒点は、金や銀などの金属粒子の付着、その周辺に広がる陰影部は他の重元素の付着とみられる。重元素の付着状態は目視では判別しにくいいため、エックス線透過撮影で可視化することが重要である。この黒点や陰影部の位置を遺物と照合して、蛍光エックス線分析の分析位置を決定し、元素分析を行った。

(2) 蛍光エックス線分析（XRF）を用いた非破壊定性分析による付着元素の確認

資料表面に付着する金属類の分析には、蛍光エックス線分析装置SEA5230HTW（エスアイアイ・ナノテクノロジー製）を使用した。分析条件は、管電圧：50kV、管電流：自動、分析環境：大気、真空、であり、測定範囲は1:1.8mm $\phi$ と2:0.1mm $\phi$ の2条件で実施している。1.8mm $\phi$ は金属粒子とその周辺に付着する元素全体を分析し、0.1mm $\phi$ では金属粒子を構成する元素を中心に分析を行うためである。

資料全55点（確認遺物56点中1点は、形状の関係で分析不能）のXRFを用いた定性分析による分類を、表1に示す。土器表面に付着する金属粒子は、金と銀を中心として銅などが主成分であり、他に鉍石に含まれる不純物や金属生産過程での添加物とみられる物質が生産過程で分離できなかった場合には、共存する可能性がある。またその不純物や添加物などが加工工程の中で金属粒子から分離し、付着することもある。

そこで、金属粒子やその周辺に付着する元素に着目すると、金粒子を確認した資料ではすべてで鉍石由来とみられる元素の付着はなかった。一方

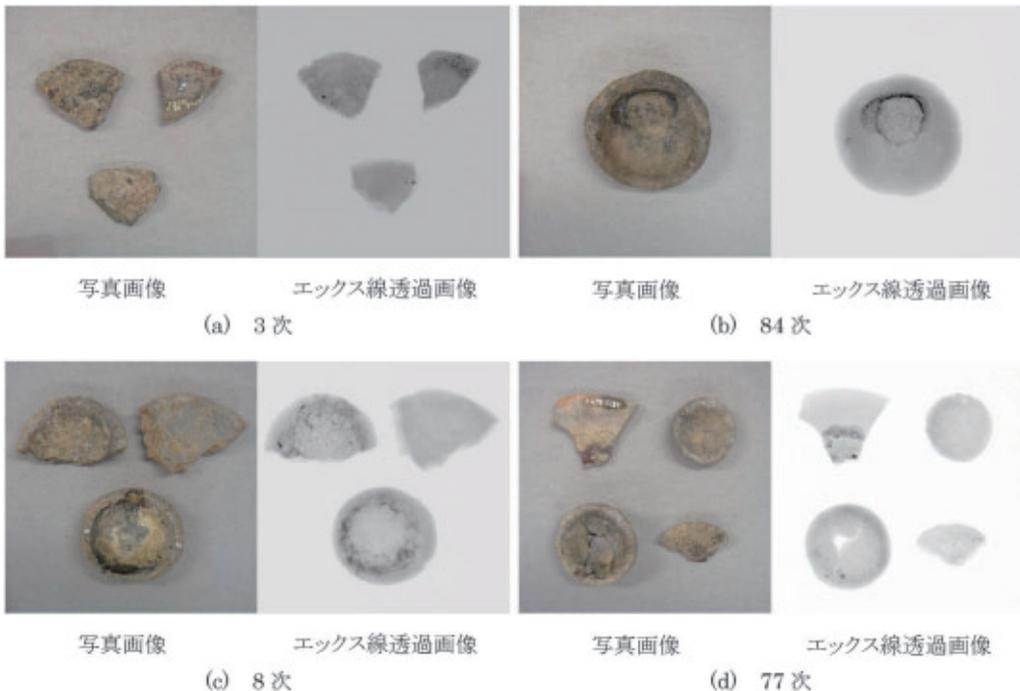
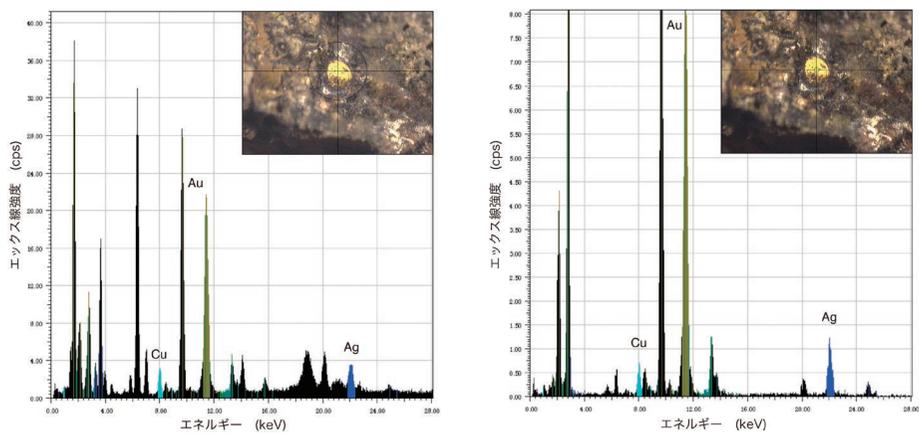


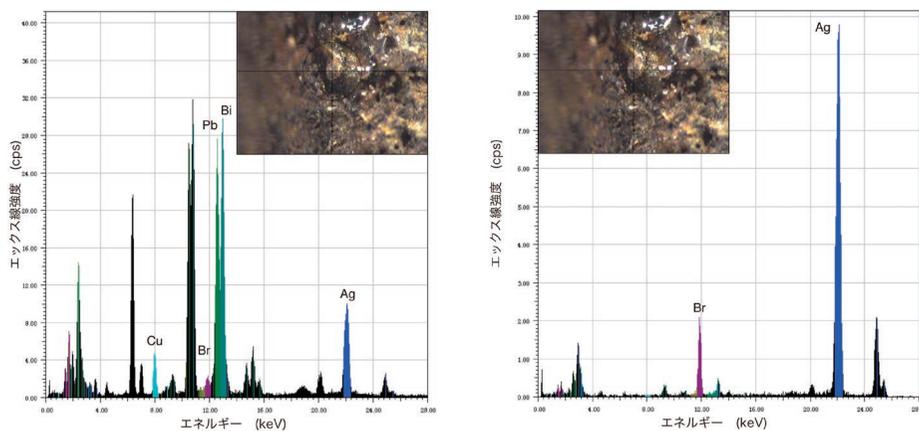
図3. エックス線透過撮影による重元素の付着状態



1. 測定範囲 1.8mm

2. 測定範囲 0.1mm

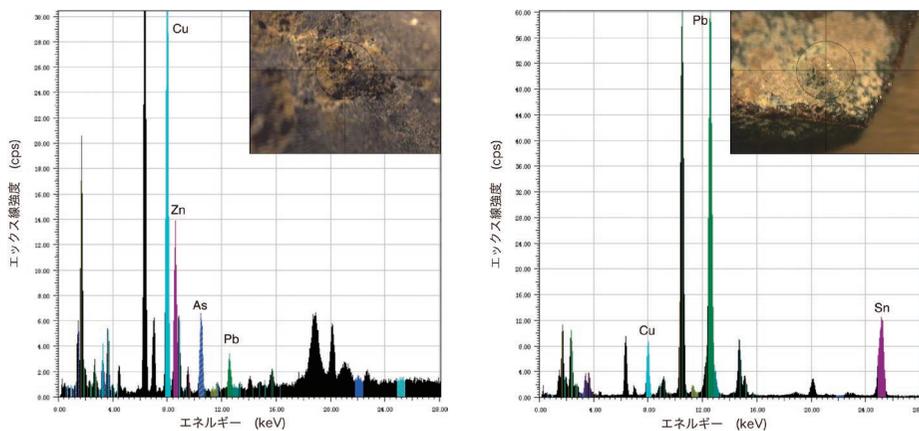
(a) 3 次



1. 測定範囲 1.8mm

2. 測定範囲 0.1mm

(b) 84 次



1. 測定範囲 1.8mm

1. 測定範囲 1.8mm

(c) 8 次

(d) 77 次

図4. XRFによる定性分析結果

銀では、鉛をほとんどの資料で確認し、一部ではビスマスや亜鉛、スズなどの元素を確認している。鉛は、銀生産技術「灰吹法」において不純物分離に添加する材料である。ビスマスは銀鉱石の不純物と考えられ、他の亜鉛などは銀鉱石からの不純物、もしくは銅などに含まれる不純物の可能性も考えられた。

図4にはXRF 詳細分析の事例として、図1各遺物の非破壊分析結果を示す。

図4(a) は、第3次調査出土の坩堝片である。1.8mmφの分析結果では、金や銀、銅の金粒子の構成元素以外に粒子周辺のガラス化部では、他に重元素を確認しない。0.1mmφの分析結果では、金が主であり銀と銅が多少含まれる。そのため、この資料は砂金由来の金を原料に熔解や加工を

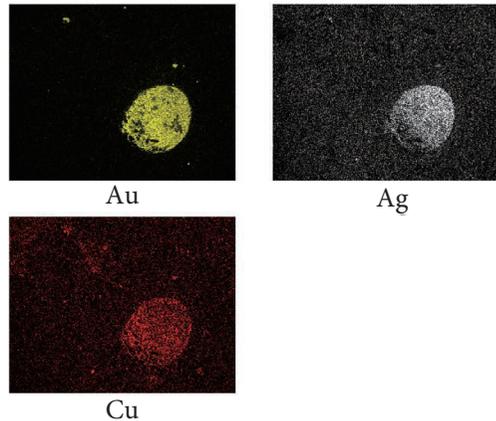
行ったと考えられる。

図4(b) は、銀粒子が付着する第84次調査により出土した完形の坩堝である。分析の結果、1.8mmφは銀や銅以外に鉛とビスマスが非常に強く確認され、特にビスマスは鉱物の由来とみられる。0.1mmφでは銀が強く確認され、それ以外は臭素が確認される程度であり、他に特徴的な元素は確認しない。そのため、鉛や銅、ビスマスは、粒子の周囲に付着すると考えられる。また臭素は銀と相性が良いため、埋蔵中に銀粒子表面に付着したと考えられる。以上からこの遺物は銀の加工に用いられたと考えられるが、素材は鉱物由来の不純物が含まれることから、リサイクルではない銀と考えられた。

図4(c) は第8次調査で出土した坩堝片である。

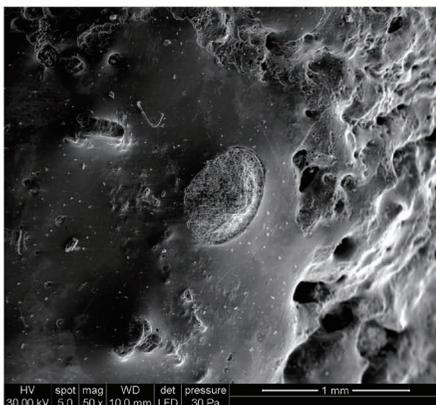


1. 2次電子像

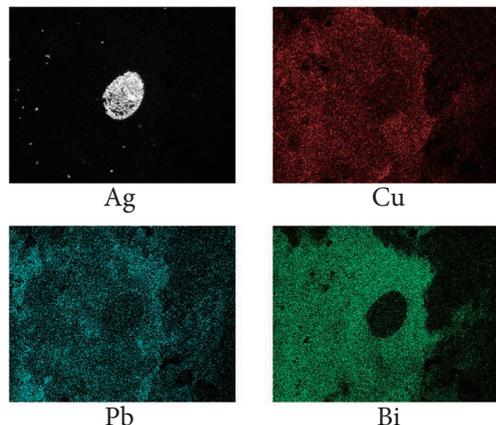


2. EDX マッピング

(a) 3次



1. 2次電子像



2. EDX マッピング

(b) 84次

図5. SEM画像とEDXマッピングデータ

1.8mmφでの分析により銅と亜鉛を強く確認し、ヒ素や鉛が若干含まれる。銅と亜鉛の合金は真鍮であり、真鍮を素材として製品を作るために使用されたと考えられる。

図4(d)は、第77次調査において出土したかわらけの破片である。分析では鉛と錫を強く検出し、他には銅と鉄を確認している。この素材は、ハンダやピューターと呼ばれるものとみられる。

(3) エックス線マイクロアナライザー付走査型電子顕微鏡 (SEM-EDX) を用いたマッピング分析による付着元素の分布状態の調査

金属粒子の付着状況やその周辺に付着する元素の分布状態をより詳細に確認するため、SEM-EDXを用いてマッピング分析を行った。使用機器はSEM: Quanta600 (日本FEI製)、EDX: EDAX Genesis2000 (アメテック製) であり、分析条件は加速電圧: 30keV、分析環境: 30Paである。その結果を、図5に示す。

図5(a)はXRF分析と同一箇所(図4(a))のSEM観察及びEDXによるマッピング分析であり、その画像を1に分析結果を2に示す。分析の結果、金が中心で銀や銅はあまり含まれていない。また、鉍石由来とみられる不純物の付着が周囲にみられないため、純度の高い砂金を加工した際に付着した粒子とみられる。

図5(b)は同様に図4(b)の部位における分析結果であるが、SEM画像中央に銀粒子が位置しており、その周囲である埴塙表面左部分には熔融物の付着がみられる。その部分には、鉛やビスマスの付着がマッピング分析で明らかであり、溶解時に銀から酸化・分離し付着したと考えられる。また銅は銀粒子の周囲に存在することが分析から明らかとなった。

## 5. 考 察

結果得られた内容について、以下に考察する。

中世大友府内町跡の複数地点で、金や銀の加工関連遺物を確認した。その内訳は金より銀が多く、銀の生産が盛んであった西日本らしい傾向がみられた。遺物の器種は、小型埴塙や大型埴塙、京都系土師器等様々である。埴塙では完形のものも多数存在しており、大きさは博多遺跡群や同志社大学寒梅館地点出土の金銀粒子付着の加工関連遺物と似た傾向が見られ、大きさに規格があるように感じられる<sup>5),8),9)</sup>。しかし、一方にはかわらけ

を埴塙代わりに使用している事例も有り、これは山梨県内の遺跡や大内氏関連町並遺跡などと同様である<sup>4),6)</sup>。その器種の違いによる目的については、今後検討が必要である。

分析機器を用いた非破壊詳細分析の結果、金では山梨県内の遺跡のように鉍石由来とみられる不純物を確認した資料は存在しなかった。よって、砂金由来の金を使用していると考えられた。銀では、ほとんどで鉛を不純物として確認し、一部にはビスマスやヒ素などを確認した。ビスマスやヒ素は鉍石に含まれる不純物と考えられ、これらが含まれる銀は鉍石から生産された銀もしくはその状態に近い銀であり、その銀が素材として大友に持ち込まれ金工品などへの加工途中に含まれる不純物であるビスマスやヒ素などが銀から分離し、埴塙内面に付着したと考えられる。一方鉛は灰吹法で用いる添加物であるが、銀粒子が付着する完形の大型埴塙を第36次から1点確認しており、非常に似た資料が博多遺跡群で1点確認しているため、灰吹に使用した埴塙の可能性がある<sup>9)</sup>。同じ遺跡から似た銀粒子が付着する埴塙片を確認しており、銀の生産が行われた可能性が考えられる。

また、1点真鍮とみられる金属の付着が確認された。豊後府内では真鍮製品の出土が確認されているが、その製品が輸入品か国内生産であるかはわかっていない<sup>10)</sup>。他にも、一乗谷朝倉氏遺跡ではこれまでに出土した遺物への非破壊分析により多数の真鍮製品を確認しており、大内氏関連町並遺跡では真鍮素材が確認されるなど、近年戦国時代における真鍮に関する情報が散見されるようになってきた<sup>6)</sup>。埴塙などの生産加工関連遺物では初期のものと考えられ、当時すでに真鍮製品の製造あるいは真鍮素材の生産が行われていた可能性を示唆している。

他にも鉛-錫合金であるハンダ(もしくはピューター)は融点が低く、中世大友府内町跡や一乗谷朝倉氏遺跡では製品としてこの材質で制作された指輪が出土しており、キリスト教関連遺物とみられている<sup>7),11)</sup>。他にも鉛の付着が確認された遺物もあり、様々な金工品生産活動の一端が明らかとなってきたことは、豊後府内の豊かさを裏付けているといえよう。

## 6. おわりに

今回、中世大友府内町跡出土の金属加工関連遺

物に対する科学調査を実施した。

その結果から、遺跡の各地点で金工品の生産が行われていたことが明らかとなり、その技術水準として灰吹法の可能性や、真鍮製品の生産などを指摘した。資料は限られているため、今後も出土遺物の調査が重要となるであろう。

本研究は、筆者が山梨県立博物館に学芸員として所属した時期に研究した内容であり、分析機器はすべて山梨県立博物館設置の機器類を使用した。また本研究は、平成22年度福武学術文化振興財団歴史学助成の支援を受けて行われた。

最後に、詳細調査を行う機会を与えて頂いた大分県教育庁埋蔵文化財センター、大分市教育委員会の関係各位に感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 村上隆, 2007. 『金・銀・銅の日本史』岩波書店.
- 2) 佐渡市・新潟県教育委員会, 2013. 『佐渡金銀山絵巻 一絵巻が語る鉱山史一』同成社.
- 3) 大阪歴史博物館, 2003. 『よみがえる銅 南蛮吹きと住友銅吹所』.
- 4) 山梨県立博物館, 2011. 『山梨県立博物館調査・研究報告5 甲斐金山における金生産に関する自然科学的研究』.
- 5) 沓名貴彦, 2013. 「博多遺跡群出土の金銀生産関連遺物の科学調査」平成23年度福岡市埋蔵文化財センター年報, 31, 31-34.
- 6) 山口市教育委員会, 2014. 『山口市埋蔵文化財調査報告第112集 大内氏関連町並遺跡8 第11・15・19・24次調査と金属生産関連遺物の自然科学的調査』.
- 7) 玉永光洋・坂本嘉弘, 2009. 『大友宗麟の戦国都市・豊後府内』新泉社.
- 8) 同志社大学歴史資料館, 2005. 『学生会館・寒梅館地点発掘調査報告書』.
- 9) 「黄金の国々」展実行委員会, 2012. 『黄金の国々—甲斐の金山と越後・佐渡の金銀山—』.
- 10) 人間文化研究機構国立歴史民俗博物館, 2013. 『時代を作った技 中世の生産革命』.
- 11) 福井県立一乗谷朝倉氏遺跡資料館, 2014. 『戦国時代の金とガラス ～きらめく一乗谷の文化と技術～』.