

令和三年度 福岡市埋蔵文化財センター — 考古学講座

第一の発掘

※ — 考古学 × 自然科学 II 新発見?! —

13時30分〜15時（13時受付・開場）

第7回 12月11日（土） るつぽからさぐる中世博多の 金属生産

国立科学博物館 沓名 貴彦 氏

福岡市埋蔵文化財センター

〒812-0881 福岡市博多区井相田2-1-94 TEL : 092-571-2921

講座とリンクした企画展

令和3年6月22日〜
令和4年2月末予定

埋蔵文化財センター
ホームページ



「福岡市の文化財」
Facebook



※小畑弘己氏が2016年
発表の著作で使用した用語

令和3年度考古学講座「第二の発掘－考古学×自然科学＝新発見！？」

るつぽからさぐる中世博多の金属生産

杳名 貴彦 (国立科学博物館 理工学研究部)

1. はじめに

近年まで日本は、世界に金属を供給した資源国家でした。マルコ・ポーロが「黄金の国ジパング」とヨーロッパに紹介し、大航海時代のヨーロッパ諸国がスパイスや金を求めて東へ進んだ結果、彼らが出会った戦国日本は、石見銀山をはじめに鉱山開発が盛んなメタルラッシュの時期に当たりました。

生産された金や銀、銅などの非鉄金属は、武具や装飾品など金工品や貨幣に加工されました。金属生産の各工程ではさまざまな材料や技術が必要ですが、当時の生産方法や技術の記録は残されていません。そのため、江戸期の記録や伝存する実物資料、出土遺物を手がかりに探る事となります。

今回、中世博多における金属生産の中でも、銀や真鍮をめぐる動きについて紹介します。

2. 日本における非鉄金属生産の歴史

最初に、日本における金・銀・銅生産の歴史を江戸時代まで大まかに振り返ります。

日本における最初の非鉄金属生産の記録は、奈良時代の674年、対馬で銀がみつかったことです。その後の山口県長登銅山での銅産出は大仏造立の源となり、さらに749年宮城県涌谷での砂金発見は年号を2回改元するなど、聖武天皇を大いに喜ばせました。その後、下野国で砂金を交易雑物として納める記録が『延喜式』にみえるものの、状況はわからなくなります。

平安時代後期に藤原明衡が書いた『新猿楽記』には、輸出品に金、銀、水銀、錫、銅、鉄などがみられます。平安時代末期には、説話集『今昔物語集』に佐渡の砂金が詠まれ、黄金の国ジパングの元となる奥州藤原氏の栄華が東北・平泉の地で花開きますが、文献から実体を探ることは困難です。

鎌倉から室町時代の非鉄金属生産はよく分からない時期となり、暗黒の時代といえます。しかし、室町幕府8代将軍足利義政に仕えた後藤祐乗(1440-1512)は、装剣金工後藤家の初代として素材に金や赤銅を用いた華麗な刀装具を制作し、武士のかざりに一大変革を及ぼしました。その後後藤家は、装剣金工のみならず大判や小判、分銅など、武家社会において重要な役割を持つ一族となります。

戦国時代になると、各地の戦国大名が鉱山開発を活発化させました。著名な事例に、大内氏が支配し世界遺産に指定された石見銀山、武田氏が支配した甲斐金山が挙げられます。日本各地の鉱山には、この時期に開発された伝承の残るものが数多く、鉱山から産出した金属は、武具や装飾品、恩賞などに利用されました。記録の一つである『蔵納目録』には、慶長3年(1598)年時点での国内各地の鉱山から集められた金銀の記録を知る事ができます。

3. 真鍮生産における歴史とその問題

真鍮は銅と亜鉛による合金の総称です。最近まで真鍮の利用は主に江戸以降と考えられてきました

が、近年戦国期に真鍮製品や生産関連遺物が確認されています。そこで銅合金は、真鍮に着目します。

真鍮の歴史は、世界的にみると紀元前 1 世紀頃、南コーカサス周辺で発見され広まったとされています。ローマ帝国のアウグストゥス時代 (B.C.27～A.D.14) には真鍮製の貨幣が流通しました。中国では、晋の王嘉『拾遺記』に「鍮石 (ちゅうじゃく：真鍮のこと)」の記録がみえます。中国では、銅と亜鉛が混在する鍮石を産出する鍮山が山東省付近にあり、1000℃程での還元雰囲気ができる炉があれば、そのまま真鍮の生産が可能となるため、これが当初の鍮石 (真鍮) と考えられています。

次の真鍮生産は、炉甘石 (カラミン) をもちいる方法です。この方法は、宋代の『外丹本草』に「銅二斤と炉甘石一斤を冶煉すると、鍮石一斤半となる。石の中から物質が得られたのではないか。真の鍮石はペルシアで産し、黄金のようである」との記述があります。炉甘石は、炭酸亜鉛を主成分とする鍮物であり、この炉甘石と銅、木炭を用いて加熱すると、生じた亜鉛蒸気が銅に拡散して合金の真鍮 (鍮石) となります。この方法は古代から行われていたものの、炉甘石中の亜鉛含有量は低い上に一定でないため濃度制御が難しかったようです。

このように、真鍮生産で重要なのが銅とともに主要材料の亜鉛です。亜鉛の物性には、融点 419.5℃で沸点 907℃と、融点が低だけでなく沸点が他の金属に比べ特に低いことがあります。そのため、単体 (金属) の亜鉛生産が可能となるのは歴史的に新しく、文献では明末に成立した宋應星『天工開物』に炉甘石を用いた真鍮の生産方法と共に、炉甘石から亜鉛を生産する方法が記述されています。その方法は、密閉した坩堝を用いて製錬する手法でした。

世界をみわたすと、亜鉛生産は 1400 年頃のインド北西部ザワールで確認された生産遺跡の事例が最も古いようで、その後中国へ技術が変化しつつ伝播し、『天工開物』にみられる形となったようです。そのため、銅と亜鉛による真鍮生産の開始時期は、少なくともこれ以降とみられます。また、ヨーロッパで亜鉛の大規模生産は 1739 年のイギリスで、それまではアジアから亜鉛を輸入していたようです。

このように、真鍮の生産段階には、①含亜鉛銅鍮石からの生産、②炉甘石を用いた生産、③金属亜鉛による生産、の三段階が考えられています。しかし、①と②の違いを製品などから区別することは難しく、併存していた可能性も充分考えられます。①と②の共通することは亜鉛濃度のコントロールが難しい点で、③の金属亜鉛を用いるようになり初めて亜鉛濃度の管理が可能となりました。

日本の文献では、南北朝期の『太平記』に鍮石製の花瓶や罐子が記載され、江戸時代の『和漢三才図会』では「鍮石」としてその製法に「銅一斤、亜鉛三分の一、鉛六分の一、以上を一緒に鍛錬して出来上がったものを上とする。」とあり、亜鉛と鉛を加える記述がみられます。亜鉛 (止多牟：トタン) は、「どんなものかよく分からない。甚だ鉛に類似している。それで亜鉛と称する。(中略) 広東より産出するものを上とされる。」と、書かれています。亜鉛の日本における生産開始時期は明治 20 年代と遅く、江戸時代は中国からの輸出品として長崎を通じて輸入されていました。

日本における真鍮製品は、古代では大阪府羽曳野市野中寺遺跡出土の真鍮塊や正倉院御物、法隆寺宝物に真鍮 (黄銅) 製の金工品が知られていました。近年、青森県八戸市の丹後平古墳群から出土した金装獅頭三累環頭大刀柄頭や茨城県稲敷市の柏木古墳群出土指輪、広島県安芸高田市の明官地廢寺出土指輪など、確認事例が増加しています。中世では、平安京左京九条三坊九町跡・烏丸遺跡の十二世

紀の層から真鍮製指輪が出土しており、博多遺跡群では14世紀以降に真鍮製の匙や筭、鍵などが出土しはじめました。更に戦国期以降、清洲城下町遺跡や豊後府内など城下町遺跡や港湾都市遺跡を中心に真鍮製品の出土例が拡大し、江戸時代になるとキセルなどに盛んにもちいられました。

真鍮の主要材料である亜鉛は、平安京左京三条四坊十町跡で17世紀後半に亜鉛インゴットの出土例が知られるのみでしたが、近年1610年に長崎沖で沈没したポルトガル船の引き上げ遺物から亜鉛インゴットが発見されており、今後事例が増えることが期待されます。

4. 非鉄金属生産の工程とその技術

金は主に金属単体で存在するため、最初は河川中に存在する川金（砂金）の入手から始まりました。産出する河川を遡り探ると、水中ではなく護岸など周囲の土中から金が得られる場所が見つかります。付近に鉱脈が露出する場があり、このように得た金を芝金（土金）と呼びます。更に金を得られる場所を探ると地表の露頭を確認し、露頭掘から直接鉱脈を掘り進めて金鉱石（山金）を得るように変化したと考えられています。金は銀との合金（エレクトラム）で存在し、地中での生成条件で割合が異なります。鉱脈の成立条件により、石英中に主に金の場合や銀を多く含む銀黒と呼ばれる状態などで金鉱石は存在するため、多様な鉱石から金を生産する必要が生じました。

銀は自然銀でも存在しますが、金に比べ反応性が高く主に輝銀鉱など鉱物の状態です。また他鉱石の不純物（方鉛鉱・黄銅鉱などに含有）としても存在します。そのため銀の生産には、鉛を用いる製錬技術「灰吹法」が不可欠です。この技術は、1533年に朝鮮半島から石見銀山にもたらされた記録が江戸時代の『石見銀山旧記』に残るものの、実態はよく分かっていません。

銅も自然銅が存在するためその入手から生産が始まりましたが、主要鉱石の一つは酸化銅鉱です。酸化銅鉱を掘り尽くした後、硫化銅鉱の銅生産へ変化したと考えられていますが、硫化銅の銅生産には新たな工程の焙焼が必要のため、その技術開発に時間が必要であったとみられています。

鉱石の入手変化とともに、非鉄金属の生産では鉱石から金属、そして金工品となるまでには数多くの工程と技術が必要です。鉱物（鉱石）は地中に鉱脈で存在するため、鉱脈を掘りすすめて鉱石を得る「採鉱」を行います。鉱石は均一ではなく、岩石と鉱物が不均一に混ざる状態のため、分離工程の「選鉱」で鉱物部分を得るようにします。次に、火を用いて不純物除去とともに酸化還元作用を利用して金属とする「製錬」工程を経て、不純物が混ざった粗金属となり、含有不純物を除去して純度を上げる「精錬」作業を行い、素材の元となる金属を入手します。そして、必要に応じて他の金属と合金化を行い製品の制作に必要な特性を加えて素材となる地金（インゴット）を作り、鋳型に材料を流し込み製品を作る「鋳金（鋳造）」や鍛で製品の形状を作成する「鍛金（鍛造）」、製品表面に模様を描く「彫金」などの加工や鍍金や煮色などの表面処理を行い、金工品を生産します。

各工程を大きく目的で区別すると、材料を得る工程、製品を作る工程、機能性を加える工程に分けられますが、今回は金属生産の中でも各工程において火力を用いる作業を中心にみていきます。

火力を用いる作業の各工程にみると、材料を得る工程では鉱石から金属を得る工程の製錬と純度を上げる精錬が当てはまります。製品を作る工程は火力を伴う作業が主であり、熔けた金属を鋳型に流

し込む鑄造や鑄造した地金から鋳などを用いて成形する鍛造などです。機能性を加える工程では、製品を作る前に行う目的の製品を作るために異なる金属を混合する合金化、製品表面を色調や防蝕性能向上などを意図して水銀を用いた金・銀鍍金や鍍錫、薬剤を用いる表面処理のいずれもが挙げられます。

火力を用いる目的を各作業でみると、材料を得る工程のうち製錬は前段階作業の選鉱で分離できない不純物の分離除去と目的金属への還元、精錬では目的金属の濃縮や不純物の分離除去が重要です。製品を作る工程では、鑄造は地金の熔解や鑄型などの加熱による熔融金属の湯流れ向上、鍛造では加工性向上のため材料金属の加熱軟化が当てはまります。機能性を加える工程をみると、合金化は硬度や粘度、色調といった加工や表現における必要性付与のため熔融金属の混合、表面処理では製品表面の色調や防蝕性能向上のため薬液の加温などが、火力を使用する目的となります。

つまり火を用いる各作業は、非鉄金属生産において重要な工程の多くを占めています。その作業は火を用いる炉の周辺で行われ、用いるものなどを挙げると、道具では鞴や金属を溶かす坩堝、熔融金属を運ぶ容器の取瓶、鑄型や煮色で使う鍋などの土製品や石製品、ヤットコなどの金属製品などがあります。使用材料では、鉱石や地金といった原材料以外に、添加物や薬剤類もあてはまります。さらに各工程の作業では、さまざまな廃棄物が発生します。原材料を得る工程の製錬や精錬では、金属と不純物の分離で生じる滓、炉壁に付着や飛び散る金属粒や塊などです。製品制作の工程をみると、溢出・飛散した金属粒や塊、生じた切削屑や片、制作途中の半製品なども廃棄物となります。機能性の工程でも、合金化では金属粒や塊など、表面処理では半製品以外にも鍍金残渣や煮色などの廃液残渣も当てはまります。前述した各工程で使用した道具類や作業場なども、使用後は廃棄物です。

5. 出土遺物から探る非鉄金属生産

非鉄金属生産では各工程で多様な技術を活用して製品を制作するため、作業場所や道具類、生じた廃棄物、制作途中の半製品や生産された金工品が破棄され、発掘調査で出土します。この出土遺物に着目して、生産技術を調査することが重要と考えられます。金属生産に関連する出土遺物では当然金属製品が注視されますが、その遺物が出土遺跡で生産されたものか、それとも他地域から持ち込まれたものかを判断することは難しく、生産関連遺物がある場での金属生産を考える上で重要となります。

非鉄金属生産の各工程で用いられる道具類は、石製品や土製品、金属製品や木製品など多様です。ここでは火力を用いる生産技術や製品の解明のため、炉の作業で使用される「坩堝」や「取瓶」、「鞴羽口」といった土製品（石製品の場合も）の道具類に着目します。その理由は、下記が挙げられます。

- ①金属の製錬や熔解、合金化などで必要不可欠な道具。
- ②土製品や石製品のため、遺物として残りやすい。
- ③共伴する遺物の形式から、使用時期の明確化する可能性。
- ④遺物表面に目的金属やその酸化物、不純物や添加物が付着し、元素分析可能。
- ⑤不純物や添加物を元に、使用材料や技術解明が期待。

以上の点から「坩堝」「取瓶」「羽口」を中心に半製品や金属塊、滓なども含め、総合的に科学調査を行い、全体評価することが重要となります。

6. 中世博多の非鉄金属生産を生産関連遺物からさぐる

講演者は、戦国期から江戸初頭における金銀生産を知る手がかりとして、金や銀、銅粒子が付着する埴塼類に着目して調査を行ってきました。金銀粒子が付着した遺物の国内の主要な確認遺跡を、図1に示します。各地の城館、城下町遺跡、港湾都市遺跡など、有力戦国大名が支配した土地の遺跡から金銀生産に関連する遺物が確認され、戦国期の活発な非鉄金属生産を裏付けています。

今回は、中世博多をめぐる銀を中心とした金属生産を考えます。銀では世界遺産の石見銀山遺跡が、銀生産の基準となります。石見銀山は山口の守護大名大内氏が支配し、銀生産拡大には、博多商人神屋寿禎が灰吹法を朝鮮から導入など大いに貢献しました。中世の博多は、大内氏と豊後の守護大名大友氏が支配しました。石見銀山の銀に繋がる土地（遺跡）は、博多（博多遺跡群）のほか山口市（大内氏関連町並遺跡：大内氏の本拠地）、大分市（豊後府内：大友氏の本拠地）が考えられます。

石見銀山遺跡では、発掘調査によって埴塼片、灰吹に使われた鉄鍋、灰吹で作られた灰吹銀が出土しています。科学調査で埴塼片には銀粒子が確認され、灰吹で用いた鉛と共に鉱石由来の不純物・ビスマスが検出されました。灰吹銀にも、同様の結果が報告されています。

では、博多遺跡群です。息浜、博多浜からなる中世の博多では、両浜の色々な場所から埴塼が出土していますが、息浜にあたる国体通りと昭和通りが交差する博多小学校周辺南側に位置する42次や60次などの調査地区一帯に着目します。この調査地区では、非鉄金属生産に関連する埴塼片や銅製品などが多数出土しています。埴塼片をみると、金粒子がみられる小型の完形埴塼など金生産に係わるものや、銀や鉛を検出する大型の埴塼類や小型ものなど多彩です。金粒子を確認した遺物には、金とともに白金のイリジウムとオスミウムの合金（オスミリジウム）がみられるものが1点ありましたが、この金属の国内産出地は北海道中央付近の限られた地域で、日本海側沿岸では砂金・砂白金の形で手に入ることが知られています。そのため、北海道と九州との交易を考える上で重要な資料ともいえますが、現状この1点しか確認できていません。銀と鉛を検出した大型の埴塼では、表面の白色物質の調査を行ったところ、リン酸カルシウムと鉛が結合した結晶構造を有する物質と分かりました。そのため、リン酸カルシウムは動物の骨由来と考えられ、骨灰を使用して灰吹にもちいた埴塼と考えられました。似たような形状の埴塼は多数ありますので、ここでは灰吹が盛んに行われたことが推測されます。他では、分析から銀とともにビスマスが確認された埴塼片も複数あります。そのため銀は、石見銀山から持ち込まれた可能性が考えられ、文献だけでなく、物的証拠からも石見銀山と博多の繋がりがみえるようになってきました。

次に、石見銀山を支配した山口市の大内氏関連町並遺跡になります。大内氏関連町並遺跡では、3

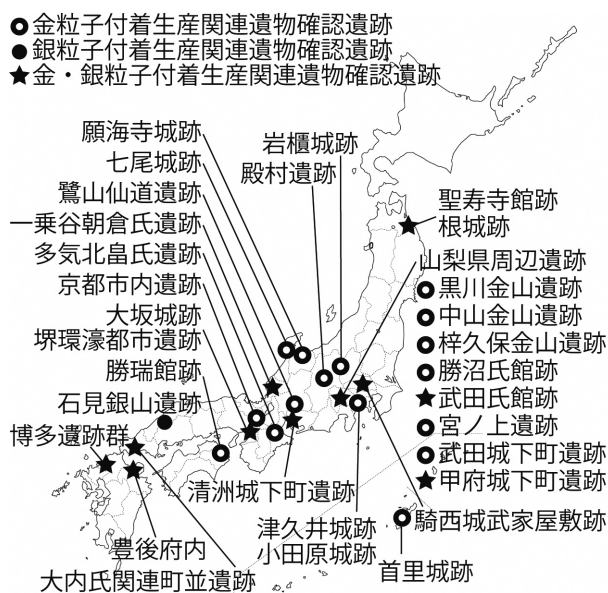


図1. 金銀生産関連遺物確認遺跡

箇所から金属生産に関する遺物が確認されています。そのうち、石州街道沿いの 62 次調査地区では、銀粒子が付着する薄手で在地のかわらけ片や、厚手の坩堝片が複数出土しています。かわらけに付着する銀粒子を分析すると、不純物として鉛とともにビスマスを検出しました。他の 2 地区ではビスマスは確認されませんでした。厚手の大型坩堝片では、内面が玉虫色に輝き全体に鉛酸化物の付着がみられるものの銀粒子は確認できませんでした。この坩堝片の玉虫色部分のマッピング分析を行ったところ、全体の鉛以外に銀やビスマスの付着をわずかですが検出し、灰吹坩堝と確認できました。

最後は大分市の豊後府内です。豊後府内では、遺跡範囲内の色々な場所で坩堝が出土しています。金や銀の他、鉛と亜鉛の合金に用いた坩堝など、さまざまな材料による生産が確認できました。ここでも、銀粒子が付着する坩堝でビスマスを検出するものもあります。九州島内では、大分と宮崎の県境付近の山奥に鉾山地帯があり、中世まで遡る鉾山で金や銀を産出したことが伝わります。しかし、鉾山と大友氏との繋がりには伝承以外なく、不純物と鉾山の繋がりをみつけることはできないままです。

7. 中世博多における真鍮

ここでは、銅合金の中でも近年注目されている真鍮と博多の繋がりを考えます。中世における真鍮製品の出土をみると、前述の 12 世紀の京における真鍮製指輪が古い事例ですが、その後は 14 世紀以降博多遺跡群の真鍮製の匙や筭、鍵などです。他の遺跡では戦国期にならないと確認できておらず、古い事例として重要です。真鍮生産関連遺物は、図 2 に示す遺跡で生産に関する遺物が出土しています。ここで真鍮生産に関連する特殊なものは、主に片側に把手が付く球形状の坩堝（以降、把手付坩堝と呼称）と坩堝の蓋になります。（図 2 中の特殊形状坩堝は、把手付坩堝から変化したものと考えられます。）把手付坩堝は、大坂城跡や堺環濠都市遺跡、九州では黒崎城跡など、16 世紀末から 17 世紀にかけて西日本を中心に確認されていましたが、本年青森県の聖寿寺館跡で確認されました。現時点で最古の把手付坩堝は岐阜県の鷲山仙道遺跡の事例で、両側に把手が付くなど他と異なります。坩堝の蓋は西日本を中心に出土していますが、そのほとんどは 5cm 程度の小型で上に把手が付いています。博多遺跡群では把手付坩堝は現在確認されていませんが、一般的な形状の坩堝と坩堝の蓋がみついています。マッピング分析の結果、坩堝の蓋は他の坩堝の蓋と似た結果が出ています。一方、坩堝本体の分析では把手付坩堝と異なる結果が得られています。そのため、蓋は亜鉛の蒸発防止が目的のため分析結果も共通しているものの、把手付坩堝と普通の坩堝とは用途が異なると考えられました。つまり、真鍮の生産が目的の把手付坩堝に対し、一般的な形状の坩堝は真鍮インゴットの熔解が目的とされていますが、今後も更なる検討が必要です。

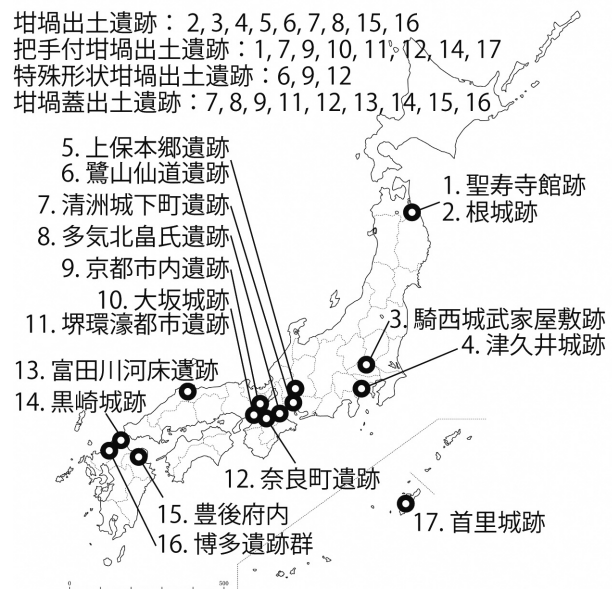


図 2. 真鍮生産関連遺物確認遺跡

8. おわりに

今回、博多における金属生産の事例として、銀や真鍮を中心に紹介しました。博多の金属生産関連遺物は、中世日本の金属生産をさぐる上で重要な資料です。大航海時代のキリスト教やスパイスとともに世界を動かす原動力であった銀の解明はまだ半ばですが、金とともに今後も続けます。真鍮生産は、日本全国で遺物が確認されるようになりましたが、博多遺跡群で把手付埴塼が確認されないのは、単にみつかっていないのか、ないことに意味があるのか、悩み続けています。

今回紹介した資料は、壊れて廃棄したもののためほとんどが破片で、報告書に一言書かれていても、実測図や写真の掲載は限られます。展示で紹介される機会はなく、収蔵庫の片隅で保管されたままです。しかし、私にとって資料に対する一番重要なものは用途であり、そこからみえる技術です。科学調査による“第二の発掘”によって新たな光を当てることで、資料の価値や活用が大きく変わります。

私は“第二の発掘”専門家のように各地で調査をしていますが、基本的に現地調査の後に資料を借用して詳細調査を自館や外部で行っています。博多遺跡群の資料は、福岡市埋蔵文化財センターで詳細調査を共同研究者と行っています。それが可能な理由に、埋文センターが国内指折りの専門施設である点を強調しなければなりません。博多遺跡群をはじめ福岡市内の発掘に伴う報告書はすみやかに刊行され、リポジトリで公開されます。膨大な出土遺物は安全に保管され、適切な申請で調査できます。保存科学室の調査機器は、目的に応じた科学調査が可能です。さながら、豊かな土地とともに総合市場とさまざまな調理設備を持つ厨房・料理人を有する複合施設が、このセンターです。

このような施設が九州島内には複数存在し、我々“第二の発掘”専門家は恩恵にあずかりながら、調査を行っています。私の場合、東アジアと日本をめぐる非鉄金属生産技術の解明に活用しています。

末筆になりますが、このような機会を与えて下さった福岡市埋蔵文化財センターのみなさま、調査でお世話になっている関係者のみなさま、この文章を読んで下さったみなさまに感謝致します。

参考文献

- ・ 杵名貴彦 (2021) 「戦国から江戸初頭の非鉄金属生産について -生産関連遺物からその実態を探る-」『関西近世考古学研究』 27, p1-12
- ・ 杵名貴彦・沖田絵麻・北島大輔 (2019) 「大内文化を科学する」『室町戦国日本の覇者 大内氏の世界を探る』(大内氏歴史文化研究会編) 勉誠出版
- ・ 杵名貴彦 (2018) 「豊後府内における非鉄金属生産」『戦国大名大友氏の館と権力』(鹿毛敏夫・坪根伸也編) 吉川弘文館
- ・ 杵名貴彦 (2013) 「博多遺跡群出土の金銀生産関連遺物の科学調査について」福岡市埋蔵文化財センター年報, 31, p31-34
- ・ 大庭康時・佐伯弘次・菅波正人・田上勇一郎編 (2008) 『中世都市・博多を掘る』海鳥社
- ・ 村上隆 (2007) 『金・銀・銅の日本史』岩波新書
- ・ 神崎勝 (2006) 『冶金考古学概論』雄山閣
- ・ 島尾永康 (1995) 『中国化学史』朝倉書店
- ・ 寺島良安 (1987) 『和漢三才図会 8』東洋文庫 476
- ・ 宋應星 (1969) 『天工開物』東洋文庫 130
- ・ 小葉田淳 (1968) 『日本鉱山史の研究』岩波書店

* 本研究は、JSPS 科研費 JP20K01111・JP26350385、財団法人福武学術文化振興財団(現福武財団)歴史学・地理学助成の各助成を受けて実施されました。各助成にお礼申し上げます。