

平成 30 年 6 月 22 日現在

機関番号：82617

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26350385

研究課題名(和文)生産関連遺物への科学調査による中世末から近世初頭における非鉄金属製錬技術の解明

研究課題名(英文) Study of non-ferrous metal smelting technology on relics related to the production by using scientific instruments from the end of the middle period to the beginning of the early modern period

研究代表者

姓名 貴彦 (KITSUNA, TAKAHIKO)

独立行政法人国立科学博物館・理工学研究部・研究主幹

研究者番号：20574148

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,800,000円

研究成果の概要(和文)：金銀など非鉄金属の需要増加に伴って鉱山開発が活発となった、戦国期から江戸初頭の国内各地の遺跡から出土した生産関連遺物を調査対象として科学調査を実施し、その用途や生産技術の解明を目的とした。調査の結果、重要な生産技術である製錬で使用した遺物を多数確認し、金や銀、銅の生産における使用が明らかとなった。更にその技術解明のため非破壊による詳細調査を行い、金銀や銅合金などの生産での利用、銀の製錬技術である灰吹で使用したものなど、様々な非鉄金属生産活動が明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：From the Sengoku period to the beginning of Edo period, non-ferrous metals (Especially gold and silver) were demanded increases, and development of mine became active. So, this research's main purpose was to clarify of non-ferrous metal smelting technology in those days. As the results, many relics that were used for smelting and refining were found at almost sites by the domestic fieldwork. And, it became clear that these relics were used for gold and silver producing. Furthermore, detailed investigation was done for the clarification of technology in those days. These relics was found that used for gold and silver alloying, copper alloying, and so on. And, the one cupel was found used for silver producing technique "cupellation". So, various non-ferrous metalworking activity became clear in those days.

研究分野：技術史、保存科学

キーワード：非鉄金属生産 生産関連遺物 科学調査 非破壊分析 技術史

1. 研究開始当初の背景

戦国期の日本では、金銀の需要増加に伴い、鉱山開発が増加した。生産された金銀は、国力の増強以外にも重要交易品として海外へ輸出された。しかし、生産技術には未解明な部分が多く、特に火力を用いる不純物除去や純度向上に必要な“製錬・精錬技術”は、海外からの導入時期や経路を考える上で重要な要素技術であり、その解明が待たれている。

例えば、製錬技術で著名な“灰吹法”は、1533年石見銀山に朝鮮半島からの導入が「銀山日記」に残る鉛を用いた銀製錬技術であり、近世の技術書「佐渡金銀山絵巻」などにも“灰吹”が多数記されている。しかしこの技術の起源は古く、西アジアでは紀元前3000年には既に開始したとみられ、文献記録上日本へ極めて遅く導入したことになる。

山梨県立博物館では、2008年度から2010年度まで共同研究「甲斐金山における自然科学的研究」を実施し、甲斐金山を中心に戦国期の甲斐における金生産技術の解明に向けた取り組みを実施した（『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」』2011年）。

その成果である戦国期の甲斐における金生産技術の状況を端緒として、国内他地域における非鉄金属生産技術の状況について調査を行い、甲斐と他地域間での技術内容を比較する事は、日本国内における生産技術の水準や地域差などを明らかにする可能性が考えられた。更に、戦国から江戸初頭にかけて海外から様々な技術導入があったと考えられているが、文献記録が不十分なため導入時期・経路など、不明の点が打数残されているのが現状であり、その研究の前進は、技術史、対外交渉史などにおける重視されるべき研究と位置づけられよう。

2. 研究の目的

金や銀などの非鉄金属生産の増大は、戦国期における一つの大きな変化として位置づけられる。そのため金や銀などの原材料の入手方法において変化が生じ、それに伴い火力を用いる製錬技術の変革が必要となった。生産された金属を用いて制作される金工品は、用途によって様々な合金化や加工、表面処理などの技術が用いられた。この様な技術変化における要因の一つに、海外からの新技術の導入が挙げられる。“灰吹法”のように中国や朝鮮半島からの技術の流入以外にも、大航海時代におけるヨーロッパの接触が大きかったとみられるが、その詳細は不明であった。

本研究では、戦国期における非鉄金属生産技術の中でも火力を用いる製錬技術の解明を主眼に、戦国期から近世初頭における城館、城下町遺跡から出土した金属製品や金属生産に係る坩堝などの道具類（生産関連遺物）を中心として非破壊分析による調査を行い、その金属や道具類の材質や用途の解明による技術内容の明確化を目的とした。

3. 研究の方法

1. 国内各地の戦国から江戸初頭における城館、城下町遺跡を主な調査対象として、発掘調査報告書などから金属製品や金属生産関連遺物の出土状況を確認する。対象遺跡は、地理的条件や歴史的重要性の観点や現在までの調査実績などを元に予備調査を行い、調査対象遺跡を選定する。

2. 報告書などで調査対象遺物を確認した遺跡について、現地調査を実施する。現地調査は、実体顕微鏡や可搬形蛍光エックス線分析装置を使用し、詳細観察による金属粒子の付着状態の確認や、金属製品の非破壊材質調査を行う。現地調査で確認した遺物で詳細調査が必要な遺物は、借用による詳細調査実施を所蔵先に依頼し、資料の借用を行う。

3. 借用した資料は、非破壊による詳細調査を行う。使用する機器は、エックス線透過装置や蛍光エックス線分析装置、エックス線マイクロアナライザー付走査型電子顕微鏡、エックス線CTなどである。エックス線透過装置は、金属や不純物重元素類の生産関連遺物の付着状況を目視では確認が困難であり、その可視化を目的に使用する。エックス線透過画像で確認された金属や重元素付着部分について、蛍光エックス線分析装置を用いて付着金属や不純物元素について非破壊分析を行う。更に詳細な観察や元素分析については、エックス線マイクロアナライザー付走査型電子顕微鏡を用いてマッピング分析などの可視化を実施する。また、生産関連遺物における金属や重元素の三次元的な付着状況調査には、エックス線CTを使用する事で、多角的な調査を実施する。

4. 研究成果

今回現地調査を行った各遺跡において、金や銀、銅の粒子が付着する坩堝片などの生産関連遺物を確認し、戦国から江戸初頭の各遺跡において非鉄金属生産活動が行われていた事が明らかとなった。坩堝などの金属生産関連遺物による金工品生産の確認は、各地で金工品の現地生産が技術者により行われていたこと、生産技術が各地に存在することが見えることである。金属製品は流通によりものの移動が考えられるが、道具類は人の動きはあるものの、現地での生産が見えることから、各地の技術を考える上で重要である。

これまでの研究では、戦国期に開発された山梨県の黒川金山遺跡や湯之奥金山遺跡では、鉱石由来の不純物が金粒子の付着周辺から強く確認されている。この不純物は、戦国期の甲斐の城館跡である勝沼氏館跡や武田氏館跡で確認され、さらには武田城下町遺跡においても確認された事から、各鉱山由来の金が城館や城下町で利用された痕跡と推定が行われている。今回の調査では、国内各地の同時期の遺跡出土の坩堝やかかわり片といった金属生産関連遺物の表面に金粒子の付着を多数確認したものの、その金粒子周辺

に鉱石由来と考えられる不純物の付着が明確な遺物は、詳細調査においてみられなかった。この点から、各遺跡において金は砂金由来のものを使用して金工品の生産が行われていた事が推定された。また、金粒子付着の遺物類の中には、蛍光エックス線分析によって、金の熔解における使用以外に、銀や銅の強度などから、金合金の生産もしくは熔解に使用したとみられる遺物を確認しており、各遺物の金工品生産工程における使用工程を考慮する必要が生じている。本件については、今後も検討を重ねる必要がある。

銀では、主要な各遺跡において銀粒子の付着を確認している。金属としての銀は、自然銀での入手もあるものの限られるため、鉱石からの生産が中心となる。そのため、鉛を用いる銀製錬技術“灰吹法”が鍵となるものの、今回の調査で確認された遺物の多くは小形の埴塙片やかかわらけ片であり、さらに生じる熔融物の付着が一部のものも多く見られ、銀の熔解などに使用されたものと考えられた。その表面の銀粒子と共に付着する不純物元素では、鉛以外の鉱石由来とみられる元素はほとんどで確認されなかったが、一部にビスマスを詳細調査で確認している。このビスマスは銀鉱石の不純物と考えられ、この付着がみられた遺物で使われた銀は、鉱石から生産された銀でも純度を高める精錬が充分されていない粗銀に考えられたが、付着遺物は小形の土器片のため、製錬ではなくそのまま金工品の生産に用いられたと考えられた。この不純物と鉱石との関係については、今後の調査検討が必要である。

今回、博多遺跡群出土の完形大型埴塙が銀生産において重要な生産技術である灰吹に使用されたものである事が、エックス線 CT やエックス線回折を用いた詳細調査によって明らかとなった。灰吹で使用された埴塙では、これまで石見銀山遺跡出土の鉄鍋が知られるのみであり、今回土製の埴塙から確認された事からも、今後同様形態の埴塙について調査を行う必要といえる。

銅に関しては、銅と亜鉛の合金である真鍮の利用について注視している。近年、平安時代後期や鎌倉時代の経典における金泥の代用品として、真鍮泥の利用の事例報告が行われている。また真鍮製品では、16世紀初頭の遺物が滋賀県の夏見城跡において確認され、その文様から国産品と考えられている。他にも中世大友府内町跡を中心に、16世紀後半では国内数カ所の遺跡で真鍮製品が確認されており、金の代用品である真鍮の導入時期を考える上で、遺物への調査は重要となっている。今回の調査では、土器片に亜鉛の付着を中心に銅の付着などがみられるものを複数の遺跡で確認した。また、亜鉛が含まれる銅製品も複数確認しており、これらも不純物としての亜鉛ではなく、意図的に添加された真鍮製品として考えられた。

その他の非鉄金属で注視すべき材質では、

錫-鉛合金が挙げられる。一般的な名称では、ハンダやピューターと呼ばれる材質であるが、中世大友府内町跡において金属製品や埴塙で複数確認している。今回の調査では、他の遺跡において確認されなかったため、今後の調査が待たれる材料といえる。

研究成果の発表では、学会発表のみならず一般者向け講演会などで広く紹介を行った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 4件)

1. 査名貴彦, 2018, 騎西城武家屋敷跡出土金属粒子付着遺物の分析について, 加須市埋蔵文化財調査報告書第 11 集 騎西城武家屋敷跡第 10 区 -中近世編-, p111-114.
2. 査名貴彦, 2018, 銭貨状金製品の科学調査. 沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書第 98 集 首里城跡 - 東のアザナ北地区発掘調査報告書 -, p166-167.
3. 査名貴彦, 2018, 首里城跡継世門北地区出土の銭貨状金製品の科学調査について, 沖縄県立埋蔵文化財センター調査報告書 97 集 首里城跡 - 継世門北地区発掘調査報告書 -, p129-131.
4. 査名貴彦, 2016, 甲府城下町遺跡出土の金粒子付着遺物の科学調査について. 甲府城下町遺跡 - 甲府駅周辺土地区画整理事業 (甲府市北口二丁目 17・18・21 地点他) に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書 -, p165-169

[学会発表](計 10件)

1. 査名貴彦・比佐陽一郎, 中世末の非鉄金属生産に関する科学調査 - 博多遺跡群からの出土遺物について -, 日本文化財科学会第 34 回大会, 2017.6.10-11. 東北芸術工科大学
2. 査名貴彦・比佐陽一郎, 博多遺跡群出土埴塙の利用方法について, 日本文化財科学会第 34 回大会, 2017.6.10-11. 東北芸術工科大学
3. Kutsuna, Takahiko, The changing of gold production from gold dust to gold ore in the Japan's 16th century. Historical Metallurgy Society 2017 AGM. 2017.6.17. University College London.
4. 査名貴彦, 戦国期の金生産技術の変化を考える, 第 87 回文化財と技術の研究会, 2017.9.9. 工芸文化研究所.
5. 査名貴彦, 首里城金属生産遺物の科学調査から見えてきたこと, 沖縄考古学会定例会, 2017.10.20. 沖縄県立埋蔵文化財センター
6. 査名貴彦, 大航海時代の博多で行き交う金銀 - 出土遺物から読み解く金属生産 -, 平成 29 年度考古学講座 第 5 回, 2017.11.18. 福岡市埋蔵文化財センター.
7. 査名貴彦, 大内氏が誇る金属文化 - 出土遺物から探る金属生産技術 -, 大内氏歴史文化研究会, 2017.2.11. 大殿地域交流センター
8. 査名貴彦, 出土遺物からみた中世大友府

内における金属生産技術,「戦国大名大友氏の館と権力」第2回共同研究会,2017.2.19.大分市歴史資料館

9. 査名貴彦,勝山館跡の生産関連遺物からわかること,上ノ国町第17回連続歴史講座,2017.3.11.上ノ国町総合福祉センター

10. 査名貴彦,出土遺物への科学調査からみた戦国時代の金属生産技術と大内氏,大内氏研究会,2015.5.30.大殿地域交流センター

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0件)

名称:
発明者:0
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

査名 貴彦 (KUTSUNA, Takahiko)
国立科学博物館・理工学研究部・研究主幹
研究者番号:20574148

(2) 研究分担者

該当なし

(3) 連携研究者

該当なし

(4) 研究協力者

新垣 力 (ARAGAKI, Chikara)
井川 祥子 (IKAWA, Sachiko)
川越 光洋 (KAWAGOSHI, Mitsuhiro)
北島 大輔 (KITAJIMA, Daisuke)
久保 智康 (KUBO, Tomoyasu)
熊崎 司 (KUMAZAKI, Tsukasa)
佐々木 満 (SASAKI, Mitsuru)

嶋谷 和彦 (SHIMATANI, Kazuhiko)
嶋村 英之 (SHIMAMURA, Hideyuki)
鈴木 正貴 (SUZUKI, Masataka)
田中 学 (TANAKA Manabu)
塚田 直哉 (TAUKADA, Naoya)
坪根 伸也 (TSUBONE, Shinya)
比佐 陽一郎 (HISA, Yoichiro)
堀木 真美子 (HORIKI, Mamiko)