

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 6月 3日現在

機関番号：84604

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2008～2012

課題番号：20520675

研究課題名（和文） 古代の鉛調整加工技術に関する考古学的研究

研究課題名（英文） An archaeological study on the ancient skill of the lead preparation and processing.

研究代表者 小池 伸彦（KOIKE NOBUHIKO）

独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所・都城発掘調査部・考古第一研究室長

研究者番号：90205302

研究成果の概要（和文）：平城宮跡出土8世紀代冶金関連遺物・遺構を網羅的に分析・検討し、古代の鉛等の冶金関連技術を追究した。その結果、平城宮南東隅の鉛冶金・銅冶金・鉄鍛冶の各工房、内裏・第二次大極殿院東外郭東方の一画での鉛銅冶金・銅冶金・金加工・鉄鍛冶の工房あるいは冶金業種の存在を確認し、飛鳥時代ならびに平安時代の技術との差異あるいは共通性を明らかにした。これにより、古代律令国家中枢部での、鉛を始めとする非鉄金属冶金手工業の様相の一端が判明した。

研究成果の概要（英文）：I analyzed and examined the 8th century metallurgical relics and remains excavated from Heijo palace site exhaustively and investigated into the technology related to the metallurgy such as ancient lead. As that result, it was confirmed that workshops of lead metallurgy, copper metallurgy, iron metallurgy existed on the southeastern corner of Heijo palace site, and that in the eastern stroke of east outer fence of Imperial Domicile/Later Imperial Audience Hall, the workshops or metallurgical types of industry of lead copper metallurgy, copper metallurgy, gold metallurgy and iron metallurgy existed. And the differences or commonness between the technologies of the Asuka age, the Heian Period and Nara period was cleared. And so a taste of the aspect of the nonferrous metallurgical handicrafts including the lead in the central part of the ancient state of Nara period was found out by this study.

交付決定額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|-----------|-----------|
| 2008年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 2009年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 2010年度 | 600,000 | 180,000 | 780,000 |
| 2011年度 | 500,000 | 150,000 | 650,000 |
| 2012年度 | 500,000 | 150,000 | 650,000 |
| 総計 | 3,400,000 | 1,020,000 | 4,420,000 |

研究分野：考古学

科研費の分科・細目：史学・考古学

キーワード：考古学・歴史考古学・冶金考古学・古代・鉛・官営工房

1. 研究開始当初の背景

古代において鉛は主原料の一つとして、銭貨、釉薬、ガラス、顔料、灰吹（銀製錬）など多方面に利用され、銅・鉄に勝るとも劣ら

ない古代の手工業や工芸を支えた重要な金属であった。近年、我が国古代の皇朝十二銭、奈良三彩・緑釉陶器、ガラス、白色顔料といった鉛を含む製品や素材に対する鉛同位体

比分析などによって、原料鉛の産地や原料調達の変遷過程などについて多くのことが明らかとなっている。こうした理化学的研究の一方で、長登銅山跡や平原第Ⅱ遺跡などの発掘調査により産鉛地における古代の鉛生産（製錬）についても考古学的にかなり明らかとなっている。しかし、産鉛地からもたらされた鉛原料が中央の官営工房でどのように調整・加工されていたのかについては、正倉院文書の記載や飛鳥池遺跡出土品などの少数例を除いて、埴塙などの基本的な技術内容についてさえその実態は必ずしも明らかではない。本研究は、古代の手工業や工芸の根幹を支えたと考えられる、中央の官営工房における鉛加工・調整技術の具体的内容を考古学的に解明し、従来、必ずしも具体的様相の明らかでなかった中央官営工房の実態に迫ろうとするものである。

これまで研究代表者は、科学研究費補助金により、「古代における銅生産の考古学的研究」（1994年度）、「古代の非鉄金属生産の考古学的研究」（2000～2003年度）、「古代冶金工房の基礎的構造に関する考古学的研究」（2004～2007年度）を実施してきた。それらの中で、8世紀末の我が国において灰吹炉が存在する可能性、地面に穴を穿って作る火床炉を用いた鉛製錬が奈良時代末まで遡る可能性、奈良時代末に新たな技術（炉）が平城宮にもたらされ、それが灰吹炉あるいは鉛製錬炉などと関わるかも知れないこと、などを検討してきた。特に平城宮の冶金工房を検討する中で新たに鉛関連の鋳滓（鉛を精製した際に排出されたと考えられる滓）を確認し、それが中央官営工房での鉛調整・加工技術に直接結びつく考古学的証左となる可能性に思い至った。平城宮における中央官営工房の鉛調整・加工技術は、産鉛地と奈良三彩や正倉院宝物に代表される消費地の鉛関連製品との間を繋ぐ重要な位置を占めるとする想定が可能で、それを明らかにすることは学術的に極めて重要であると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、従来、製品の分析のみでは明らかでなかった、古代の中央官営工房における鉛調整・加工技術について究明することを目的とする。すなわち（1）奈良時代の平城宮内の工房における鉛の製錬技術、精製技術、熔解技術の有無およびその内容と時期的変遷過程の究明、（2）平城宮内の工房における鉛と銅製品あるいはガラス製品などとの関連性の解明、（3）7世紀後葉の飛鳥池遺跡に見られる鉛関連技術との比較検討を通じた平城宮内工房に見る鉛関連技術の特質と成立過程の解明、さらに可能な限り、（4）平城宮内工房における鉛関連技術と平安時代の鉛関連技術との比較検討を行い古代中

央官営工房における鉛関連技術の地方への拡散の実態を明らかにすること、である。

3. 研究の方法

本研究を進める上で必要な分析・検討作業は、まず、（1）平城宮内の工房に関わる冶金関連遺物から鉛関連遺物を抽出し、考古学的に分類すること、（2）それら遺物を理化学的に分析し、そのデータと考古学的な分類とを併せて総合的に検討して標本化すること、（3）平城宮内の工房出土遺構とそれら遺物との関連性を検討すること、（4）同じく平城宮内の工房出土銅製品あるいはガラス製品などの鉛に関連する遺物を抽出すること、（5）それらを理化学的に分析し、鉛との関連性を調査すること、（6）以上のことから得られるデータを総合的に検討して、平城宮の工房における鉛関連技術の内容を明らかにしていくことである。その上で、（7）史料に記載のある鉛釉（鉛ガラス）の製法や、飛鳥池遺跡で明らかとなった鉛ガラスの製法および「石吹法」などとの比較検討を進める。最後に、（8）平城宮工房の技術と平安時代の鉛関連技術代の比較検討を可能な限り行う。

4. 研究成果

（1）平城宮内工房関連地区のうち、代表的と考えられる平城宮南東隅、平城宮東方基幹排水路SD2700、平城宮第二次大極殿院・内裏東外郭において出土した、冶金関連遺物・遺構について検討・分析した。関連する発掘調査は第32次・32次補足・21次西・33次・40次・70次北・70次南・139次・154次・172次・406次・429次などである。これまで検討した冶金関連遺物の総数は約1000点に及び、うち40点あまりを蛍光X線分析に掛けた。また、関連するガラス玉類や水晶、木製品についても検討を加えた。

冶金関連遺物は、鉛関連品・鉄関連品・銅関連品・金関連品・土製品・石製品などに大別できた。これらは、さらに細かく考古学的な分類を行い、蛍光X線分析の結果もふまえて、鉛関連品は9種の標本を、銅関連品は37種の標本を、鉄関連品は16種の標本を抽出できた。

鉛関連品には、鉛の精製ないし精錬に際して生成したと考えられる鉛滓と熔結鉛、鉛片がある。鉛滓は角礫状を呈するもの、板状を呈するもの、葡萄状あるいは鐘乳状を呈するものの3種類が認められ、鉛の精製ないし精錬工程のある段階を示すものとして注目できる。熔結鉛は薄く広がった熔融鉛が丸まりながら固結したもので、表面に皺がより、鉛溶解工程の存在を示すものである。厚さ0.4mmの鉛片は、鉛板の切れ端と考えられ、鉛素材加工工程の存在が窺える。これらは第32

次補足調査区から多数出土しており、時期は奈良時代末から平安時代初めに比定される。このように、8世紀後葉～末にかけての平城宮南東隅における、鉛精製ないし精錬から鉛素材加工にわたる、鉛冶金技術の様相の一端が初めて明らかとなった。

このほか、鉄関連品には鉄片類、鉄滓類があり、銅関連品には銅片・銅塊類、銅滓類、炉壁類がある。鉄滓類では小礫を噛み込む椀形鉄滓が、炉壁類では白色砂粒胎炉壁があり、類例は飛鳥池遺跡から出土している。これらは鉛関連品の抽出過程で副次的に確認されたものであるが、飛鳥池遺跡の冶金関連技術との関係を考察する上で極めて重要な資料と言える。

(2) 冶金関連遺物を検討する過程で、平城宮における湾曲羽口と金加工坩堝(取瓶)の存在が確認できた。

湾曲羽口は、平城宮東方基幹排水路 SD2700 の8世紀後半以降の堆積層から出土したもので、全体が緩く弧状に湾曲し、成形痕が横断面に多角形状に残るがナデにより比較的滑らかに整形されており、上湾部側の被熱痕が先端方向へ傾斜するという特徴を備える。これらの特徴から、飛鳥池遺跡出土湾曲羽口との関連性が注目される。これまで平城宮内では湾曲羽口は使用されていなかったと考えられてきたが、本研究により、遅くとも8世紀後半代には使用されていたことが明らかとなった。さらに、飛鳥池遺跡からの技術的系譜を引く可能性が認められた点は、官営工房の技術系譜を考える上で非常に重要な成果と言える。

金加工坩堝(取瓶)は小型で丸底の椀形を呈し、直径9.0 cm、高さ4.3 cmあり、器壁は厚く、底部から胴部にかけて緩やかに立ち上がり、口縁から口唇部に向かって丸く収まる。手捏ね成形品で、外面には指頭圧痕が顕著に認められる。内面には直径約0.5 mmの球形金粒が食い込むように付着する。第二次大極殿院東外郭北半部で出土し、時期は8世紀後半以降に比定される。飛鳥池遺跡出土金加工坩堝とは形状などの点でやや差異が認められるが、銅熔解坩堝などに比較して小型であるという共通点を備える。

このように、湾曲羽口や金加工坩堝(取瓶)は、飛鳥池遺跡(7世紀後葉)に認められる技術が奈良時代にも長く継承されている可能性があることが判明した。しかし、鉛関連技術については、平城宮南東隅では鉛ガラス製造坩堝が全く認められず、飛鳥池遺跡の様なガラス製造坩堝による方鉛鉱の直接熔解、ならびに鉛ガラス製造と副産物としての金属鉛の生成は行われていないことが判明した。すなわち、平城宮の鉛関連技術は7世紀後葉の技術様相とは異なるものであることが想定されるという重要な成果が得られた。

(3) 鉛関連品を抽出する過程で確認した、小型椀形の金加工坩堝(取瓶)は、平城宮においては新発見として特筆される。坩堝内面の金粒と周囲の付着物を詳細に分析した結果、金・銀・銅・亜鉛・鉛・鉄などが検出され、主として金と銅の加工に用いられたものと判明した。このことから、この坩堝(取瓶)の用途は①金の熔解、②銅と金の合金熔解、③金の熔解と銅の熔解の個別併用、④金の精製の四つの可能性が考えられた。今回の分析結果からだけでは、その何れとも決しかねるが、金加工に強く関わる坩堝(取瓶)であることは確実である。

この坩堝(取瓶)は8世紀後半以降(天平宝字年間以降)に比定され、平城宮の内裏東外郭から第二次大極殿院東外郭にかけての地区に設置された官営工房で用いられていたものである。鉛を用いて銀を精製する灰吹法については山田慶児氏が8世紀末に日本に伝来したと指摘しており、それはおそらく灰吹炉を伴う技術であったと考えられる。本坩堝(取瓶)が金の精製に関わるものであるとするならば、灰吹炉以前の精製技術として坩堝が用いられていたこととなり、我が国における灰吹法の起源・系譜・変遷を考える上で極めて重要な資料といえる。

(4) 平城宮内各地区出土遺構を検討した結果、鉛冶金関連品は、平城宮南東隅の第32次補足調査区内出土の工房ともっとも関係が深いことが判明した。また、平城宮東方基幹排水路 SD2700 出土板状熔結鉛銅合金は、平城宮第二次大極殿院・内裏東外郭の第70次調査出土工房ないしその付近から廃棄されたと考えられ、この地区も鉛関連品に関与する可能性が認められた。

第32次補足調査で出土した冶金遺構については、これまで漠然と銅器生産に関連すると考えられてきた。しかし、その構造や出土遺物などを詳細に検討した結果、8世紀後葉～末に比定される、3種の冶金遺構の存在が明らかとなった。すなわち、鉛関連冶金遺構、銅関連冶金遺構、および鉄鍛冶遺構である。

このうち火床炉 SL4162 は、従来まったく検討対象とされてこなかったが、実は特徴的な構造を有し、注目に値するものであることが判明した。それは、炉の南端から南へ、長さ約70 cmの舌状の溝が延びていることにある。これに類する構造は、平城宮第222次調査で出土した銅冶金遺構 SX14761 にも認められ、この遺構の炉は熔解用ではなく精製ないし精錬用と考えられている。

また、SL4162の南東約10mの地点で、東西溝 SD4100 から鉛滓の付着した火床炉壁が出土していたことが判明した。この炉壁片は、炉の上端付近の破片とみられ、熔結した鉛滓が炉壁から内側に向かって鏝状に張り出している。出土位置から見て SL4162 に最も関

連が深いと認められる。

以上のように、炉構造、周辺出土遺物からみて、SL4162は鉛精製工程に関わる可能性の高い炉と考えられる。これまで我が国での鉛冶金火床炉は、9世紀後半代のものが最古であったが、それをおよそ半世紀も遡ることが判明した。これは、我が国の冶金技術史・産業技術史上極めて重要な知見であると言える。

(5) 我が国の8世紀代鉛冶金関連遺構・遺物について、考古学的に明らかにした研究はこれまでほとんどなかった。製品そのものに含まれる鉛については、例えば古代銭貨の鉛同位体比分析・研究、三彩・緑釉陶器の鉛同位体比分析・研究などの分析・研究はあるが、これらは、製品を構成する一つの成分として鉛をとらえ、その分析結果から製品の流通などを考究するものであり、鉛そのものがどのように調整・加工されていたかについてはほとんど不明であった。特に8世紀代の律令国家の中央官営工房における技術内容についての考古学的研究は他になく、本研究が唯一と言える。これまで、古代冶金考古学の分野では鉄・銅・金・銀が主たる対象金属であったが、本研究により、特に8世紀代の鉛冶金技術に関する研究領域を拡大することができたと考える。

また、本研究により、古代律令国家の中樞部において、鉄と非鉄金属双方の冶金関連業種が、平城宮の同一地区で時期を異にしながら重層的に経営されていたことが判明した。このことは、古代の冶金関連官営工房について、その具体的な組織形態を考察する上で、重要な基礎的資料を提示したといえ、産業・技術史研究上、重要な意義をもつものと考えられる。

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5件)

- ① 小池伸彦、平城宮東南隅第32次・32次補足調査出土冶金関連遺物の再検討、奈良文化財研究所紀要2009、査読無、2009、pp. 36-37
- ② 小池伸彦、平城宮東方基幹排水路 SD2700出土冶金関連遺物の再検討、奈良文化財研究所紀要2010、査読無、2010、pp62-63.
- ③ 小池伸彦、平城宮第33・70次調査(推定宮内省)出土冶金関連遺構・遺物の再検討、奈良文化財研究所紀要2011、査読無、2011、pp.56-57
- ④ 小池伸彦、平城宮第70次調査出土金加工埴塼(取瓶)について、奈良文化財研究所紀要2012、査読無、2012、pp.60-61
- ⑤ 小池伸彦、平城宮南東隅(第32次補足調

査)出土の鉛等非鉄金属冶金遺構について、奈良文化財研究所紀要2013、査読無、2013、pp.60-61

[その他]

新聞報道

産経新聞(朝刊23面)、2009年9月2日(水)掲載、「複数業種の官営冶金工房か」

ホームページ等

<http://www.nabunken.go.jp>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小池伸彦 (KOIKE NOBUHIKO)

独立行政法人国立文化財機構 奈良文化財研究所・都城発掘調査部・考古第一研究室
長 研究者番号：90205302

(2) 研究分担者

()

研究者番号：

(3) 連携研究者

()

研究者番号：