

古代の金・銀精錬を考える

— 飛鳥池遺跡の事例を中心に —

はじめに 私は、金工技術を、①金属素材(金属、合金)を得る技術、②形を作る技術、③綺麗に見せる技術、④機能を持たせる技術、と定義する¹⁾。古代日本では、①よりも②が先行して始まった。金工そのものが外来の技術である日本独特のスタイルである。①の技術、すなわち、金属を鉱石から抽出し製錬する技術が実際にいつどのようになり、どのように伝わったかについては不明な点が多い。鉄や銅は最近検討がなされているが、金や銀は製品の出土例も少なく、その実態はまったくわかっていない。私は、古代の金や銀の製品を調査し、特に古代の銀が高い品位を誇ることに常々注目してきた。高品位の銀製品を生み出す背景に、銀の純度を高める精錬(refining)の存在を抜きにしては語れないからである。1996年から、鳥根県石見銀山遺跡の総合調査の一環で、私は科学調査を担当している²⁾。16世紀を代表する石見銀山遺跡は、世界遺産登録をめざす本格的な発掘調査により、銀の採掘から製・精錬に関わる貴重な遺構や遺物が出土し、まさに銀に関する①の技術を科学的に調査する実践の場となった。この経験が、古代最大級の生産遺跡である飛鳥池遺跡の科学的調査に大いに役立った。飛鳥池遺跡では、金・銀製品の製作途中で廃棄された切れ端や未成品が数多く出土し、上に挙げた②～④の技術を駆使して、金や銀の製品を実際に製作したことがわかる。しかし、私は、当初から飛鳥池遺跡で、①という素材を得る技術も行なわれていたのではないかと考え、追求を重ねてきた。

銀粒とルツボに再注目 飛鳥池遺跡出土の銀の中で、私が改めて注目したのが直径5mm程度の銀粒である(図42)。当初、この銀粒は熔けた銀が飛んだ熔滴と考えた³⁾が、銀以外に鉛やビスマスを検出する(図43)ことが気になっていた。また、表面の微細な金属組織も、比較的ゆっくりに固まったことを物語る(図42)。次に、ルツボである。銀に関わるルツボには、いくつかのタイプがある。まず、1997年の発掘当初から見つかっている直径約10cm程度のほぼ球形のボール形ルツボがある。厚手のルツボ片の内壁には銀の残留を分析で確認した²⁾。その後、銀熔融に関わる薄手のルツボ片や土器片を認めた。さらに直径1～3cm、深さ1～2cm程度のピットを持つ石製ルツ

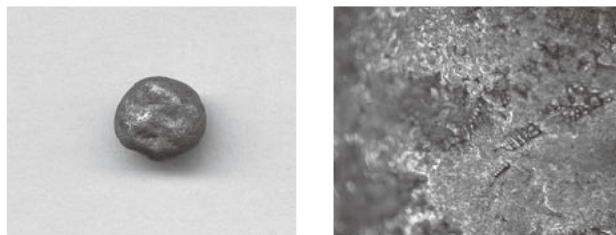


図42 飛鳥池遺跡から出土した銀粒とその表面の拡大

ボも確認し、少なくとも3つのタイプが存在する。特に、薄手のルツボ片や土器片から銀と共に鉛やビスマスなどを検出、ピット状の窪みがある石製ルツボの内壁に残る残滓からも銀と共に鉛を検出したことは重要である。銀を熔解する作業に鉛が関与した痕跡である。銀粒やルツボ類から銀と共に鉛が検出されることから、cupellation(灰吹法)を想起せざるを得ない。

灰吹法とは 灰吹法は、東地中海地域や西アジアでは、金、銀の純度を高める方法の一つとして少なくとも紀元前約1500年から用いられている精錬技術である。金や銀との親和力の高い鉛を、金・銀に対する熔剤として使用し、融点の違いを利用して他の元素から分離濃縮する技術である。日本では1533年に朝鮮半島から石見銀山に伝わり、初めて導入されたとされてきた。Cupellationを「灰吹法」と呼ぶのは、鉛の吸収材として灰を敷き詰めた炉、あるいはルツボを用いたことによる。石見銀山遺跡では、「灰吹法」の生々しい証拠である鉛やビスマスなどが表面から検出される直径約1cmの銀塊、「灰吹銀」が実際に出土した。また、動物の骨を焼いた骨灰の詰まった16世紀の灰吹用の「鉄鍋炉」も出土し、近世の灰吹法の実体に科学的に迫ることができた。

飛鳥池遺跡の銀精錬 銀の鉱石は、自然銀を筆頭に輝銀鉱、方鉛鉱、含銀硫化銅鉱などがある。方鉛鉱(galena)は、一般に0.03～1%の銀を含む。飛鳥池遺跡でも小さいながら方鉛鉱が出土した。方鉛鉱利用の歴史は古く、これから銀を抽出する技術がcupellationの基本である。ルツボ類の中で、もっとも注目したのがピット状の穴を持つ石製ルツボであり、その石質が凝灰岩系である点である。一般的な凝灰岩は、比較的脆く多孔質であることが特徴である。方鉛鉱は、劈開面を持ち、脆く容易に粉碎でき、これを水簸して濃縮したものをルツボ、あるいは土器上で焼く。鉛は酸化され、先に熔け出し多孔質の土器に吸収されるとともに、大気中にも蒸発する。そして、最後に銀が小さな粒として残る。この小さな銀の粒を集め、さらに粉末化した方鉛鉱を再び加え、凝灰岩製のルツボに詰め炉中で熱する。方鉛鉱から熔け出し

た鉛は小さな銀の粒を凝集した後、多孔質の凝灰岩に吸収され、銀だけが濃縮して残る。こうして直径5mm程度の銀粒ができたと思われる。この銀粒が、いわゆる「灰吹銀」に相当する。銀の濃度を上げるために、この作業は、何度か繰り返されたことが想定できる。方鉛鉱中の銀を抽出する製錬（smelting）から、それを集めて再び方鉛鉱を加えて銀を濃縮し、純度を上げる作業（refining）に至る一連の作業がcupellationであり、これが飛鳥池遺跡で実施されていたと想定できる。

「石吹法」…「灰吹法」の原型として… ここでは、凝灰岩製の多孔質な石製ルツボ自体が直接鉛の吸収材の役目を担う。基本原理は同じであるが、これを単純に「灰吹法」と呼ぶと、16世紀に導入された骨灰を用いた灰吹法と混同するため、ルツボの材質を冠して、改めて「石吹法」（あるいは、「皿吹法」か）と呼ぶことにする。石吹法は、骨灰を用いる灰吹法の原型と位置づけてよいだろう。石吹法で得た銀粒は、実際の製品を作るには小さすぎるため、これを多数集めてボール形の大型のルツボで熔解して、銀のインゴットを作ったとみる。そして、このインゴットをもとに銀製品が作られたとすると、飛鳥池遺跡から出土した銀に関わる一連の遺物の相互関係が理解できる。このように、飛鳥池遺跡では銀の材料を得る作業（製錬から精錬まで）から製品を作る銀細工の作業まで、一貫して行っていた可能性を指摘することができる。

混汞法（アマルガム法）の可能性 銀粒の中に、鉛ではなく水銀を伴うものが存在した（図44）。分析で確認したのは一点だが、この銀粒は色も少し黄色味を帯びる。水銀は、常温にて唯一液体である金属で、金や銀を容易に熔かして合金（アマルガム）を作る。当時の工人たちは、鍍金や鍍銀に不可欠である水銀を十分認識しており、これを使って鉱石中の微細な銀を集めて大きな塊を作ったとしても不思議はない。水銀を用いて金や銀をアマルガム化して凝集後、加熱して水銀を飛ばし純度の高い銀を得る方法（混汞法（アマルガム法））は、ローマなどでは紀元前から実用化されていたが、日本では17世紀に佐渡金鉱山で試されたのが初めてとされてきた。しかし、飛鳥池遺跡の調査から、すでに7世紀後半には実際に応用されていた可能性があることがわかる。

金について 金製品は、古代の日本ではそのほとんどは朝鮮半島を中心にもたらされたと考えてよい。しかし、

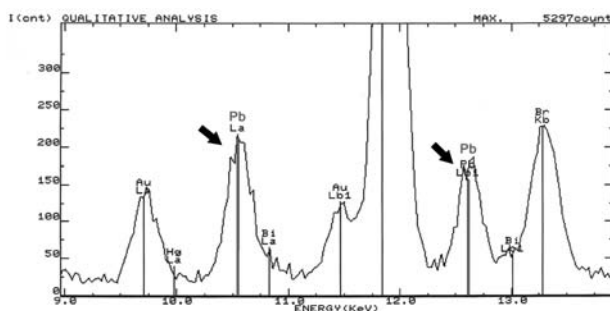


図43 銀粒に認められた鉛（Pb）とビスマス（Bi）

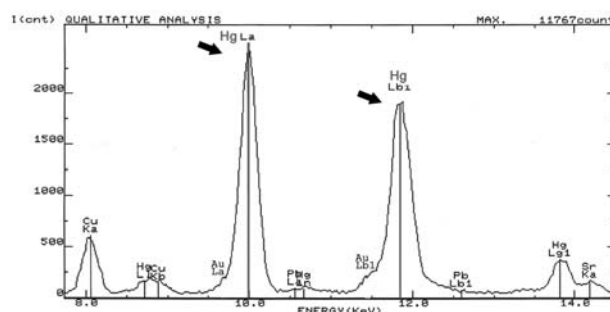


図44 銀粒に認められた水銀（Hg）

飛鳥池遺跡から出土した金に関わる遺物を改めて概観すると、金の製・精錬から、製品の製作加工まで実際に行なっていたことが窺える。出土した金の小さな塊にも鉛を伴うものがあり、上で述べた「石吹法」（cupellation）の可能性が想定できる。鉛を伴う金粒の表裏を詳細に観察すると、金がゆっくり凝固した痕跡を認められる。この表面の様子を、熔けた金が散った熔滴の表面と比較するとその違いが歴然である。金製品は、実際には銀との配合比を用途によって使い分けている。従って、飛鳥池遺跡では金の純度を調整する作業をおこなっていた可能性が想定できる。

まとめ 鉱石から銀を抽出し、銀の純度を上げる方法として、鉛を使う灰吹法と水銀を使う混汞法（アマルガム法）は、日本ではいずれも近世以降に導入されたとされてきた。しかし、飛鳥池遺跡の出土遺物に対する科学調査は、どちらの技術に関しても、7世紀後半に日本でもその基本はすでに導入されていたことを教えてくれた。この成果は、日本はもとより東アジアの金工技術の水準を考える上で極めて重要である。また、日本の科学技術の歴史を見直す材料を提供したことにもなる。

（村上 隆）

注

- 1) 村上隆：「金工技術」（日本の美術 433）至文堂 2003。
- 2) 村上隆：「石見銀山」（石見銀山遺跡科学調査報告書平成10年度～12年度）島根県教育委員会／島根県大田市教育委員会2002。
- 3) 村上隆：「第87次調査出土の金・銀の材質とルツボ」（奈良文化財研究所年報 1999-II）1999。