

藤原京出土ガラス罏埴の化学的特徴

1 はじめに

藤原京右京一条二坊東北坪（飛鳥藤原第64次）から出土した罏埴片に、ガラス質が残存していたため、罏埴胎土とあわせて分析をおこなった。その結果、罏埴に付着したガラス質は鉛ガラスであり、鉛同位体比分析によって国産鉛を原料としていたことがあきらかとなった。またそれらの値は、奈良時代の緑釉や青銅製品の集中領域と重なることから、所謂「奈良時代の鉛」を使用したガラス生産が、7世紀後半から8世紀初頭にまで遡る一例となる。

2 分析資料

今回分析をおこなった資料は、1990年におこなわれた飛鳥藤原第64次調査（『藤原概報 22』）で出土した3点のガラス罏埴片である（図32）。

資料1 罏埴の胴部片である。胎土は2mm以下の砂粒を多く含み、器壁・外面は灰白色を呈する。内面には灰白色の銀化したガラス質が付着している。釉層は3点のなかではもっとも厚く残存している。残存長5.5cm、残存幅4.9cm、厚さ1.1cm、重さは26.0gである。土坑SK7186から出土し、飛鳥Vの土器と共伴する。

資料2 罏埴の胴部片である。胎土は2mm以下の砂粒をまばらに含み、器壁・外面は灰白色を呈する。内面に緑黄色の失透したガラス質が付着し、釉層は中央部で帯状に厚く残存する。罏埴外面に格子文叩きがかすかに残る。残存長4.4cm、残存幅3.7cm、厚さ1.1cm、重さ17.8gである。資料1と同じく土坑SK7186から出土した。

資料3 罏埴の胴部片である。胎土は2mm以下の砂粒を多く含み、器壁・外面は灰白色を呈する。内面に緑色のガラス質が付着している。残存長5.3cm、残存幅3.8cm、厚さ1.2cm、重さ23.2gである。井戸SE7165から出土し、飛鳥IVの土器と共伴する。 **（諫早直人）**

これらの資料は、透過X線撮影、顕微鏡観察をおこなった後に、釉薬は蛍光X線分析および鉛同位体比分析、胎土は蛍光X線分析およびX線回折分析を実施した。

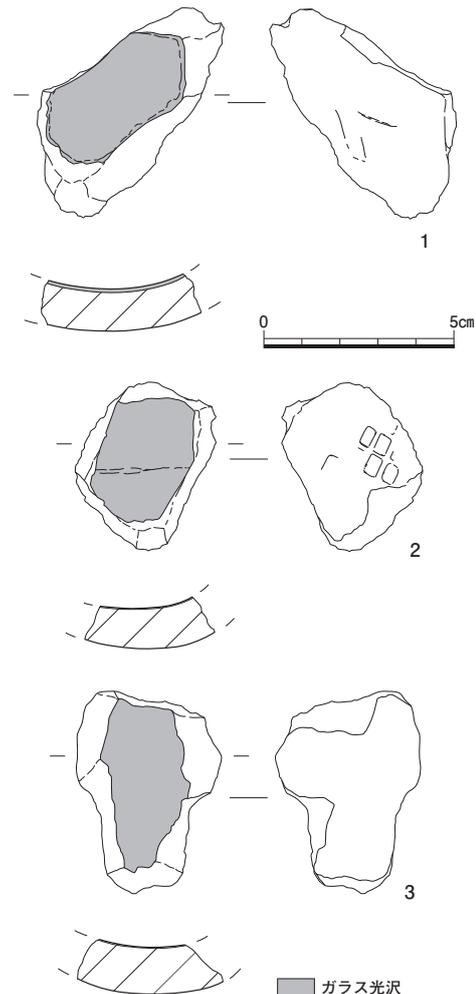


図32 第64次調査出土ガラス罏埴 1：2

3 分析方法

蛍光X線分析は、EAGLE III（EDAX製）を使用し、測定条件は管電圧20kV、管電流200 μ A、X線照射径50 μ m、測定時間300秒、真空雰囲気中である。定量分析は標準試料10点を使用し、検出元素の各酸化物の合計が100wt%になるよう規格化しFP法により定量値を求めた。表面風化層を含んだ測定のため風化の影響による組成の変動は大きいものとする。鉛同位体比分析は、釉層を約1mm \times 1mm採取し分析に供した。鉛の分離は高周波加熱分離法によりおこなった¹⁾。分析装置は表面電離型質量分析装置Finnigan MAT-262を使用し、同一条件で測定した標準試料（NIST SRM-981）のデータを用いて質量分別効果の補正をおこなった。C領域などの範囲は、あくまで数値を読み取る際の目安であり、すべてがこの範囲に存在することを意味するものではない。X線回折分析は、MiniFlex II（リガク製）を使用し、測定条件は管電圧30kV、管電流15mA、Cuターゲット、走査速

表9 ガラス質部分の蛍光X線分析結果 (wt%, nd; 検出限界以下)

| 資料 | ID 番号 | SiO ₂ | PbO | Al ₂ O ₃ | Na ₂ O | K ₂ O | MgO | CaO | TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | CuO |
|----|-------|------------------|------|--------------------------------|-------------------|------------------|------|------|------------------|--------------------------------|------|
| 1 | 25947 | 48.2 | 49.5 | 1.1 | 0.33 | 0.06 | 0.11 | 0.21 | tr | 0.29 | 0.27 |
| 2 | 25948 | 50.4 | 44.1 | 3.3 | 0.29 | 0.10 | 0.27 | 0.99 | 0.06 | 0.39 | 0.13 |
| 3 | 25949 | 45.9 | 49.5 | 2.9 | 0.34 | 0.13 | 0.30 | 0.27 | 0.05 | 0.47 | 0.25 |

度は毎分0.6°、ステップ幅0.01°、モノクロメータ使用である。測定は坩堝器壁の内面と外面の2ヵ所から胎土資料を採取して実施した。

4 分析結果

蛍光X線分析結果を表9に示す。資料はすべて鉛ガラスといえ、PbOは44~50wt%であり飛鳥池遺跡出坩堝²⁾の67~74wt%と比較するとやや少ない傾向を示した。色調はCuOを0.1~0.3wt%、Fe₂O₃を0.3~0.5wt%検出しているため、淡緑色もしくは淡黄緑色と想定される。各坩堝の化学組成には顕著な差異は認められない。坩堝胎土のX線回折測定から推定される焼成温度は、器壁外面ではすべての資料から石英・ムライト・長石類を検出したため、約1,000~1,100℃と考えられる。しかし坩堝自体の焼成時と坩堝として使用した時の焼成温度の区別はできず、より高いほうの温度履歴が残るため、この温度がガラス溶融時のものかはあきらかではない。鉛同位体比分析結果を表10に、さらにa式図を図33に示す。すべてC領域内に分布し、国産鉛と推定される鉛原料が使用されているといえる。参考に飛鳥池遺跡出土坩堝の値³⁾もプロットした。今回は、奈良時代の緑釉や青銅製品の値が集中する領域I(点線)内に分布し、値も比較的同時な傾向を示した。

5 まとめ

藤原京右京一条二坊東北坪出土坩堝破片は、鉛ガラス生産に用いられた坩堝と考えられる。風化によりガラス光沢を有する部分は少ないが、化学組成や鉛同位体比が近似することから、同じ地域から産出された鉛原料を用いて、同じ種類のガラスを溶融した可能性がある。また胎土分析からは、坩堝自体の焼成温度ないし坩堝の使用時の温度が、約1,000~1,100℃であったことを推定した。飛鳥池遺跡出土坩堝から検出されているクリストバライト³⁾が、今回は器壁外面・内面ともに検出されなかったことから、飛鳥池遺跡出土坩堝ほどの高温には達しな

表10 鉛同位体比分析結果

| 資料 | ID 番号 | ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁶ Pb | ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁶ Pb | ²⁰⁶ Pb/ ²⁰⁴ Pb | ²⁰⁷ Pb/ ²⁰⁴ Pb | ²⁰⁸ Pb/ ²⁰⁴ Pb |
|----|-------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1 | 25947 | 0.8475 | 2.0909 | 18.412 | 15.603 | 38.498 |
| 2 | 25948 | 0.8472 | 2.0901 | 18.406 | 15.594 | 38.468 |
| 3 | 25949 | 0.8474 | 2.0907 | 18.411 | 15.602 | 38.493 |

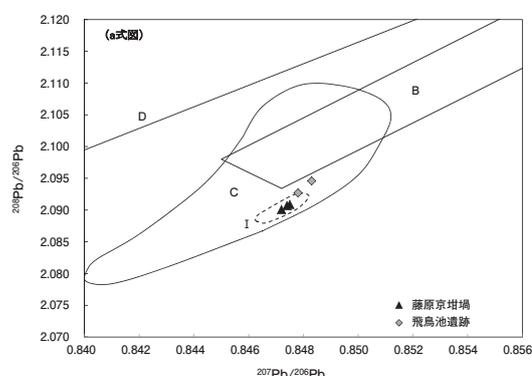


図33 鉛同位体比分析結果 (a式図)

かったといえる²⁾。このため飛鳥池遺跡のように鉱石から直接ガラスを生産していたかどうかはあきらかではない。調査区周辺ではガラス坩堝のほかに鞆羽口や砥石、鉄滓などが出土し、付近に工房関係の施設の存在が想定されている。共伴土器からみて、「奈良時代の鉛」といわれる国産鉛原料による鉛ガラス生産の開始時期は7世紀後半~8世紀初頭にまで遡るのであろう。本稿がガラス溶融技術、および鉛ガラス原材料をあきらかにしていく一助になれば幸いである。(降幡順子)

謝辞

鉛同位体比分析に際しては国立歴史民俗博物館齋藤努教授にご協力を頂きました。心より感謝致します。

註

- 1) 齋藤努「日本の銭貨の鉛同位体比分析」『国立歴史民俗博物館研究報告第86集』65-129頁、1991。
- 2) 肥塚隆保「古代珪酸塩ガラスの研究—弥生~奈良時代のガラス材質の変遷—」『文化財論叢 II』同朋社、929-967頁、1995。
- 3) 肥塚隆保・平尾良光・川越俊一・西口寿生「鉛ガラスの研究—飛鳥池遺跡出土遺物からの検討—」『日本文化財科学会第10回大会研究発表要旨集』、100-101頁、1993。