

銅鐸から弥生時代社会を見直す 冶金史学と東奈良遺跡の役割

清水 邦彦*

1. はじめに

青銅器生産の組織は、①技術^{こうじゅん}を保持する工人、②鑄造用具、③原材料、④製作地の有機的結合で構成される。本稿では、これらの諸要素の管理形態について青銅器生産体制という用語を用いて論を進めていくことにしたい。青銅器生産体制は社会構造に応じて異なる。そのため、青銅器生産体制を研究することは、対象とする時期や地域の社会像の復原への大きな貢献が期待される。

本稿でとりあげる銅鐸とは、朝鮮半島から日本列島へ伝わった朝鮮式小銅鐸（銅鈴）^{そけい}を祖型として、弥生時代中期前葉（紀元前4世紀）に近畿地域で創出された青銅器である⁽¹⁾。当時、金属を知らなかった人々にとってその輝きや音は特別なものであったと想像され、銅鐸は祭りに用いる祭器として普及する。一方、銅鐸は日常的に用いられた土器などとは違い、日本列島外から金属原料の入手^{ていしゅ}や鑄造という特殊な技術が必要である点から、限定的な生産とならざるをえない。これらのことから、銅鐸の生産体制、さらには流通を含む管理のあり方に関する議論は、集団統合が進展していく弥生時代社会像の評価に大きな影響を与えてきた。

このような銅鐸の生産組織のうち、本稿では③原材料について材料科学を用いることで、人文科学的問いに対してどのような貢献をできるのかについて先学の研究を紹介するとともに、東奈良遺跡の事例を用いて今後の展望について述べることにしたい。

2. 材料科学からみた弥生時代金属原料の産地について

銅鐸生産体制のなかでも金属原料について議論をおこなう

場合、その産地の所在は重要な問題となる。日本考古学では古くから、日本列島産の自然銅を利用したとする見解と、日本列島外の金属原料を使用していたとする見解が対立していた。どちらの見解を採用するのかによって、弥生時代における金属原料の管理の具体像は大きく異なる。このような状況のなか、金属原料の産地特定の研究に大きな役割を果たしたのが鉛同位体比分析である。

鉛同位体比分析とは、鉛の安定同位体とされる²⁰⁴Pb、²⁰⁶Pb、²⁰⁸Pbの比が原料の産地によって異なることを利用して、出土した文化財の鉛同位体比を測定することで原料の産地を科学的に推定する手法である。馬淵久夫・平尾良光は出土した弥生・古墳時代の青銅器に含まれる鉛の同位体比にもとづき、“朝鮮系遺物タイプ”、“前漢鏡タイプ”、“規格・漢タイプ”、“古墳出土鏡タイプ”に区別した。銅鐸については、生産当初は朝鮮系遺物タイプ（Dライン）であったものの、その後は前漢鏡遺物タイプ（A領域）、さらには規格・漢タイプ（a領域）へと、使用する鉛の産地が変化すること（図1～3）を示した⁽²⁾。

馬淵・平尾の成果は鉛を対象としたものであったが、難波洋三は微量元素であるアンチモンとヒ素に着目して、銅の産地について考察した。具体的には、同じ工人集団が製作したと考えられる荒神谷遺跡（島根県出雲市）出土の中細形銅剣c類のうち実施された37本のICP分析の結果では、銅濃度が高くなるほどヒ素とアンチモンの濃度も高くなる一方、鉛・錫についてはそれらの濃度が高くなるほどヒ素とアンチモンの濃度が低くなることから、当該期のヒ素とアンチモンは銅に最も高濃度^{かいふんつきちゆう}に含まれていたと考えた。そして、Dラインの鉛を含む外縁付鈕1式末以前の銅鐸は以後のA領域の鉛を含む銅鐸と比べ、ヒ素・アンチモン濃度が低いことから

* 島根大学法文学部；講師（〒690-8504 松江市西川津町1060）

Metallurgical Historiography Reviewing Yayoi Period Society from Dotaku and The Role of Higashinara Site; Kunihiko Shimizu (Faculty of Law and Literature, Shimane University, Matsue)

Keywords: Dotaku, Yayoi period, Japanese Islands, archeology, scientific analysis

^{†1} この根拠については後述する。

2024年11月8日受理[doi:10.2320/materia.64.162]

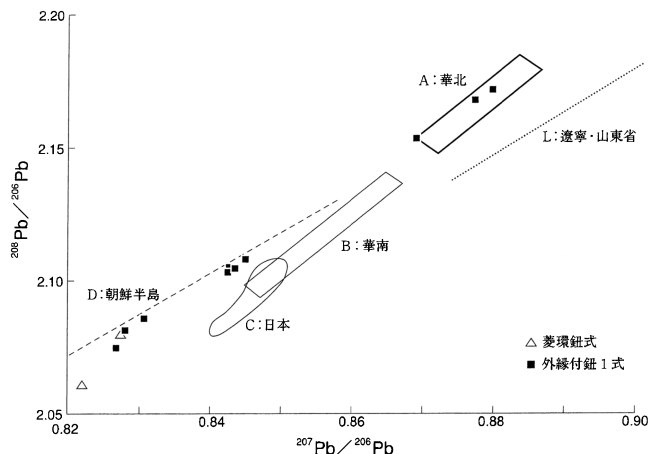


図1 最古段階銅鐸の鉛同位体比分布⁽⁵⁾。

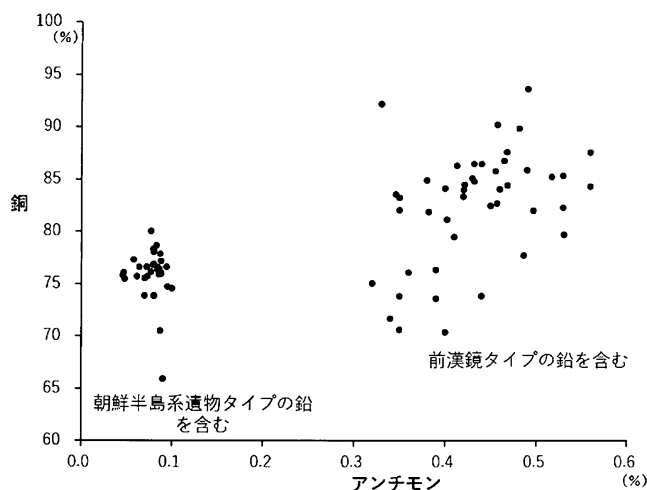


図4 銅鐸の鉛濃度とアンチモン濃度⁽⁶⁾。

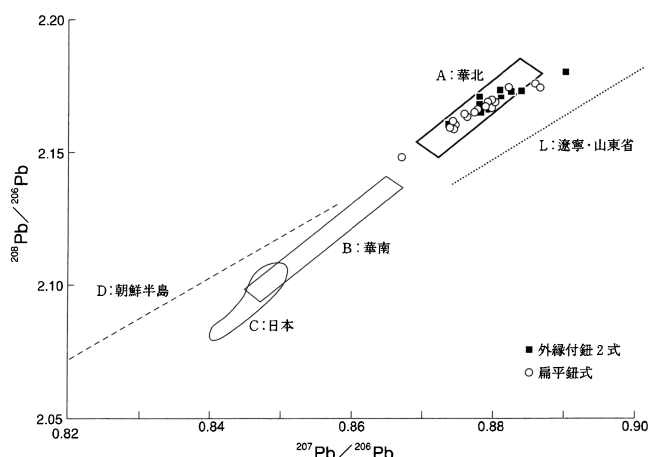


図2 古段階・中段階銅鐸の鉛同位体比分布⁽⁵⁾。

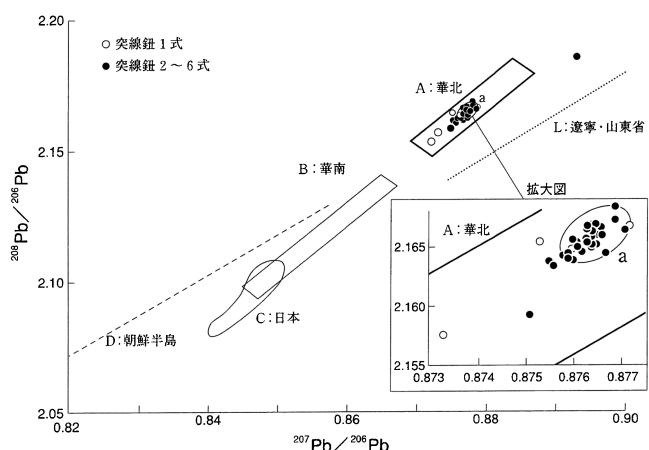


図3 新段階銅鐸の鉛同位体比分布⁽⁵⁾。

(図4), 鉛の産地の変化と連動して銅の産地もまた変化したことを示した⁽³⁾。

さらに、加茂岩倉銅鐸群(島根県雲南市)における ICP 分析の結果を検討した増田浩太は、外縁付鈕2式以降の銅鐸の錫濃度があがるにつれて微量元素であるビスマスとコバル

トの濃度も高くなることに着目して、ビスマスとコバルトは錫にもともと含まれていた不純物であった可能性を指摘した。一方で、それ以前の外縁付鈕1式銅鐸はビスマス濃度が一律に低いことから、この間に青銅素材の変化があったことを指摘した⁽⁴⁾。

紙幅の都合上、主要な研究のみの紹介にはとどまるものの、材料科学による成果を活用した研究によって、金属原料国産説は衰退し、日本列島外からの金属原料が使用されていたことが有力視されるようになったことがうかがえる。また、金属原料の具体的な産地のみならず、産地の変化についても明らかにした一連の研究成果は、銅鐸生産に使用される金属原料の管理のあり方を考えるうえで重要な情報を提供したと言える。

3. 材料科学研究における東奈良遺跡が占める位置

(1) 東奈良遺跡の概要

ここでとりあげる東奈良遺跡(大阪府茨木市)はほぼ完全な形を保った石製銅鐸鋳型(東奈良1号銅鐸鋳型)が出土したことで知られ、36点の石製銅鐸鋳型、3点の土製銅戈鋳型、4点の土製ガラス勾玉鋳型、3種以上の埴塼(高坏形土製品)、160点以上の送風管が見つかった弥生時代の大規模集落遺跡である。代表的な鋳造用具を(図5)に示した。ほぼ完全な形を保った1号銅鐸鋳型で高さが43.5 cm, 幅29.0 cm, 厚み14.5 cmである。この鋳型で高さ34 cm前後の銅鐸を製作することができる。

銅鐸鋳型に彫り込まれた文様などから、外縁付鈕2式の縦型流水文銅鐸を製作していたことが知られ⁽⁷⁾、多くの類似した特徴をもつ三対耳四区袈裟襴文銅鐸も製作されていた可能性が高い。東奈良遺跡のように、製品である銅鐸の検討から導かれた銅鐸群の製作地が明らかとなっている事例は非常に少ない。これは彫り込まれた銅鐸型式を判別できる石製鋳型の出土事例が少ないこと、鋳型素材が石製から土製へ変化して以降は銅鐸鋳型の出土事例が唐古・鍵遺跡(奈良県磯



図5 東奈良遺跡出土の鑄造用具⁽¹¹⁾。

城郡田原本町)例を除いて未発見であることに起因する。このような資料状況であるため、東奈良遺跡の事例は非常に貴重であり、銅鐸の工人系統を考えるうえで定点となりうる。さらに、製品である銅鐸そのものや鑄型の検討だけでなく⁽⁸⁾、生産に用いられた送風管や坩堝(高坏形土製品)などにも工人系統の基層的な差異が見出されており、工人系統間の関係性についての議論が進められている⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾。

また、東奈良遺跡では銅鐸生産がおこなわれた時期より遡る製作時期の小銅鐸が出土している点も注目される。

(2) 東奈良遺跡で作られた銅鐸の鉛同位体比

東奈良遺跡で製作された銅鐸群の金属原料について、同時期におけるほかの工人系統の銅鐸群の金属原料と比較することで、多元的な生産体制であった銅鐸生産における金属原料の実態を探ることができる。そのため、銅鐸工人系統間における金属原料の異同について材料科学からアプローチすることにした。

現状では ICP 分析の事例数はまだ限られることから、筆者によって東奈良遺跡で製作を想定できる縦型流水文銅鐸と三対耳四区袈裟禪文銅鐸、および大阪平野中部での製作が推測されている横型流水文銅鐸の鉛同位体比についての検討がまず進められている⁽¹²⁾。鉛同位体比分析については、 $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ を縦軸、 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ を横軸とした A 式図、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ を縦軸、 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ を横軸とした B 式図がある。 ^{204}Pb は存在量が小さく誤差が比較的大きくなる。そのため、類似原料のグルーピングと原料の異同を細かく検討したい場合には、 ^{204}Pb を使わない比を優先した方がよいことが馬淵・平尾によって指摘されている⁽³⁾。以下、この指摘を踏まえ、A 式図を用いた検討を紹介することにした。

縦型流水文銅鐸については東奈良 3 号銅鐸鑄型で製作された気比 3 号鐸(兵庫県豊岡市)、恩智垣内鐸(大阪府八尾

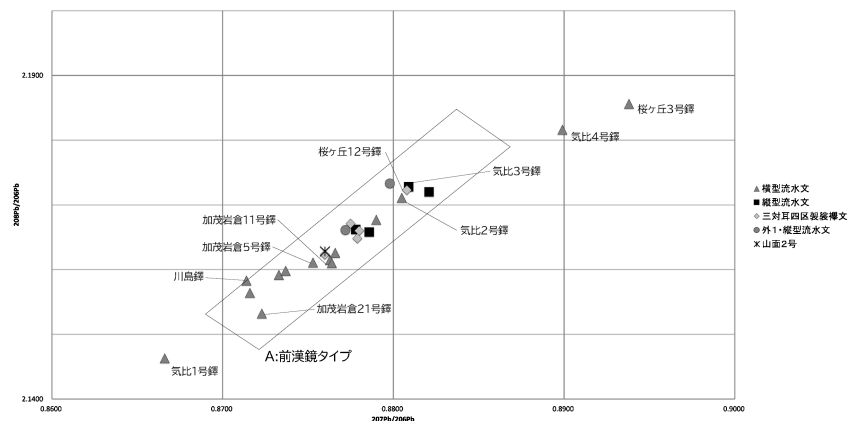


図6 外縁付鈕 2 式を中心とした銅鐸群の鉛同位体比分布⁽¹²⁾。

市)とその同範鐸である倭文鐸(兵庫県南あわじ市)、神戸鐸(三重県津市)を、三対耳四区袈裟禪文銅鐸については磯山鐸(三重県鈴鹿市)とその同範鐸である出土地不明の辰馬432号鐸、森鐸(兵庫県神戸市)、出土地不明の辰馬418号鐸、桜ヶ丘12号鐸(兵庫県神戸市)¹²⁾を、横型流水文銅鐸については加茂岩倉 2 号・5 号・11 号鐸・21 号・31 号・32 号・34 号鐸、川島鐸(徳島県吉野川市)、気比 1 号・2 号・4 号鐸、桜ヶ丘 3 号鐸、伝徳島県榎瀬鐸、古川鐸(香川県観音寺市)を対象として実施された鉛同位体比分析のデータを参照した。縦型流水文銅鐸、三対耳四区袈裟禪文銅鐸、横型流水文銅鐸について作成した A 式図を図 6 に示した。図 6 より、いずれの銅鐸の鉛同位体比も A 領域内、もしくはその周辺に位置していることがわかる。より詳細にこれらの銅鐸群の鉛同位体比についてみていくと、縦型流水文銅鐸と三対耳四区袈裟禪文銅鐸は A 領域のなかでも比較的狭い範囲に分布が重なる傾向を読み取れる。一方で、横型流水文銅鐸は広く A 領域に分布し、一部は A 領域外にも分布が認められる。縦型流水文銅鐸と三対耳四区袈裟禪文銅鐸が同じ東奈良遺跡で製作されていた可能性が高いことを踏まえると、製作地が異なる銅鐸工人系統の違いと鉛同位体比に相関が認められることになる。

東奈良遺跡での製作を想定できるほかの銅鐸についても、みておこう。外縁付鈕 1 式末の伝滋賀県辰馬407号とその同範鐸である出土地不明の辰馬414号鐸についても、縦型流水文銅鐸と三対耳四区袈裟禪文銅鐸と類似した鉛同位体比を示す。また、次の扁平鈕式古段階であるものの、三対耳四区袈裟禪文銅鐸の影響を受けた山面 2 号鐸(滋賀県蒲生郡竜王町)も類似した鉛同位体比を示す。

このように、外縁付鈕 2 式の銅鐸群における鉛同位体比分析の結果をみるならば、縦型流水文銅鐸や三対耳四区袈裟

¹²⁾ 桜ヶ丘12号鐸については、三対の飾耳をもたないものの、それ以外の特徴は三対耳四区袈裟禪文銅鐸と一致することから、本稿では三対耳四区袈裟禪文銅鐸に含めて、鉛同位体比の検討をおこなうことにする。

禪文銅鐸など東奈良遺跡で製作された銅鐸、大阪平野中部での製作が想定される横型流水文銅鐸の大きく2つに分けることができる。すなわち、製作地が異なる銅鐸工人系統の違いと相関して、鉛同位体比に違いが認められることになる。そして、この点は工人系統によって使用する鉛原料の入手状況が異なっていた可能性などを示唆する。

(3) 試料の汚染についての検討

日本列島出土の青銅器について鉛同位体比分析が広く実施されるようになった理由の一つに、試料として微量の鍍で十分であることから、ほぼ非破壊分析といって差し支えないとされたことによる⁽³⁾。しかし、鍍を試料として鉛同位体比分析の測定結果⁽¹³⁾については、隣接した青銅器から溶け出した鉛で鍍が汚染された事例が指摘されている⁽¹⁴⁾。実際に、前原Ⅷ遺跡(静岡県浜松市)では、銅鐸本体からの距離と土壌内の銅・鉛・リン濃度の関係が検討されており、銅鐸近くでは鉛の濃度が高いことを確認されている⁽¹⁵⁾。そのため、上述した、製作地が異なる工人系統によって認められる鉛同位体比の違いについて、そのまま信用してよいのかについては、慎重に判断をおこなう必要がある。

検討の組上に載せた銅鐸のうち、加茂岩倉2号・5号・11号鐸・21号・31号・32号・34号鐸、気比1~4号鐸、桜ヶ丘3・12号鐸については複数埋納であることから、鍍による鉛同位体比分析がおこなわれていた場合は汚染の可能性について考慮する必要がある。このうち、加茂岩倉遺跡出土銅鐸については、腐食していない金属部分を試料としているため、複数埋納による汚染の可能性を考える必要はない⁽¹⁶⁾。また、気比3号鐸と桜ヶ丘12号鐸については、ほかの外縁付鈕1・2式の縦型流水文銅鐸と類似した鉛同位体比を示しており、汚染による大きな影響を受けた可能性は考えなくてよいと考える。これらを除く横型流水文銅鐸である気比1・2・4号鐸および桜ヶ丘3号鐸については、A領域外となるものもあり、判断が難しい。しかし、この4点の事例を除いても横型流水文銅鐸には10点の分析結果があり、かつ腐食していない金属部分を試料とした分析事例数が多いことを踏まえると、横型流水文銅鐸の鉛同位体比が縦型流水文銅鐸や三対耳四区袈裟禪文銅鐸の鉛同位体比と異なる傾向をもつと判断することは問題がないだろう。

(4) 同範銅鐸における鉛同位体比の検討

同じ鋳型で製作された銅鐸を同範銅鐸という。同範銅鐸は土製鋳型に比べ破損しにくい石製鋳型によって製作された事例が圧倒的に多い。

ほぼ完全な形を保った銅鐸鋳型は高さ30cm台の銅鐸を製作できるが、片面の鋳型のみで約28kgの重量がある。そのため、両面では50kg以上となり、さらに高さ40cm台の銅鐸の鋳型であれば、それ以上の重量となる。鋳型素材となる石材などとは異なり、鋳型面に傷がつかないように管理しながら持ち運ばなければならないことを考えると、容易に運搬できる重量ではないだろう。そのため、同範銅鐸は同一工

房で使用された可能性が高いと推測される。

この点を踏まえ、同範銅鐸における鉛同位体比の異同についてみておきたい。上記で鉛同位体比を検討した銅鐸のうち、同範銅鐸は加茂岩倉5号鐸と気比2号鐸、加茂岩倉21号鐸と気比4号鐸、加茂岩倉11号鐸と川島鐸が該当する。これらはいずれも外縁付鈕2式の横型流水文銅鐸であり、石製鋳型で製作されたものである。図6で3組の鉛同位体比を確認すると、いずれも近似していない¹³。

同じ鋳型を用いて銅鐸を製作するタイムラグをどれほど見込む必要があるのかは課題であるものの、製作した鋳型を長い期間使用せずにおいておくとは考えにくい。そのため、横型流水文銅鐸の製作地では、ほぼ同時期にA領域内の様々な鉛原料を入手していたと推測できる。

(5) 鉛同位体比からみた工人系統間の金属原料

本稿で見出した銅鐸工人系統の違いに対応して認められる鉛同位体比の差異、そして横型流水文銅鐸の同範銅鐸における鉛同位体比のばらつきからは、工人系統によって使用する鉛の入手状況が異なっていた可能性を想定することができる。ただし、鉛同位体比の測定値については、銅に不純物として含まれる鉛の影響も考慮する必要がある。そのため、結論の確定には鉛同位体比のみの分析ではなく、今後のICP分析の結果を待って、多角的に検討を進めていく必要があるだろう。

また、ここまでは外縁付鈕2式銅鐸に限定した議論であるが、ほかの時期についても同様の検討を進めていくことで、ほかの要素で認められる銅鐸生産体制の時期的変化との相関などの検討も進めていく必要があるだろう。

(6) 東奈良小銅鐸の検討

さいごに、東奈良遺跡で製作されたわけではないが、東奈良小銅鐸もまた材料科学研究において重要な資料である。東奈良小銅鐸はその形態的特徴から銅鐸の最古型式である菱環鈕1式よりは後出するものの、菱環鈕2式から外縁付鈕1

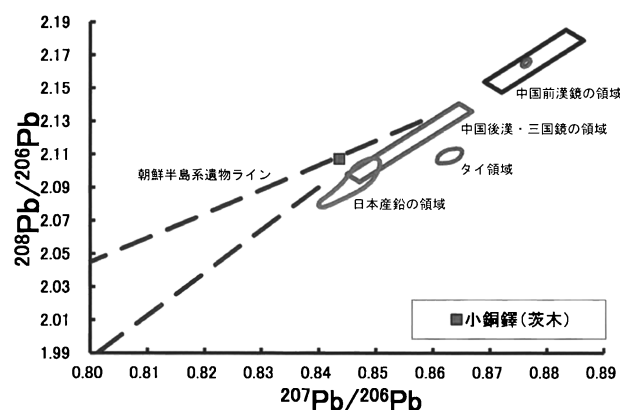


図7 東奈良小銅鐸の鉛同位体比(A式図)⁽⁶⁾。

¹³ 気比2・4号鐸は複数埋納であり、鍍による汚染の可能性も考慮しておく必要がある。

表1 ICP分析による東奈良小銅鐸の定量分析結果⁽⁶⁾。

酸可溶分

試料名	小銅鐸		
n数	n=1	n=2	平均
Cu	90.46	91.37	90.915
Sn	7.27	7.29	7.280
Pb	0.792	0.775	0.784
As	0.184	0.184	0.184
Bi	0.004	0.004	0.004
Ni	0.011	0.011	0.011
Zn	0.008	0.007	0.008
Fe	0.010	0.016	0.013
Mn	<0.001	0.001	<0.001
Ag	0.090	0.089	0.090
Sb	0.426	0.434	0.430
Co	0.001	0.001	0.001
Au	0.001	0.001	0.001
Mo	0.028	0.016	0.022
Mg	0.001	0.001	0.001
Ca	0.019	0.015	0.017
Si	0.009	0.008	0.009

※ Bi,Zn,Mn,Co,Au,Mq は ICP-MS による (単位: mass%)

酸不溶分

試料名	小銅鐸		
n数	n=1	n=2	平均
Cu	0.166	0.157	0.162
Sn	0.069	0.013	0.041
Pb	0.001	<0.001	0.001
As	<0.001	<0.001	<0.001
Ni	<0.001	<0.001	<0.001
Zn	0.050	0.014	0.032
Fe	<0.001	<0.001	<0.001
Mn	<0.001	<0.001	<0.001
Sb	<0.001	<0.001	<0.001
Si	<0.001	0.002	0.001

(単位: mass%)

式末に並行する。Dラインの鉛を含む菱環鈕1式から外縁付鈕1式末より古い段階の銅鐸の鉛濃度はほぼ7~9%であるのに対して、東奈良小銅鐸は銅90.915%、錫7.280%であるのに対して、鉛が0.784%と著しく少ないことが判明している(表1)。一方で、鉛同位体比はDライン上にある値(図7)を示している⁽⁶⁾。東奈良小銅鐸の場合、鉛が著しく少ないことから、たとえ鉛を添加していたとしても、上述のように鉛を多く含む銅鐸とは異なり、主成分である銅に不純物とし

て含まれていた鉛の影響を受けることを想定できる。それにもかかわらず、鉛同位体比がDライン上に位置していることは、鉛の産地の変化と連動して銅の産地も変化したとする難波の指摘⁽³⁾からさらに踏み込んで、少なくともDラインの鉛を使用していた時期においては、銅と鉛は同一産地のものが使用されていたと考える証拠となろう。

4. おわりに

本稿は銅鐸生産体制から弥生時代社会を考えるにあたり、材料科学が果たしてきた成果について紹介するとともに、東奈良遺跡の事例検討を踏まえつつ、今後の展望について述べたものである。銅鐸生産に用いられた金属原料の通史的な検討のみならず、同時期における工人系統間における金属原料の異同についても研究を進めていくことで、銅鐸生産体制ひいては弥生時代社会構造の研究の深化へとつながっていくだろう。

文 献

- (1) 九州地域で形成されたと考える説もある。石川日出志：交響する古代，**XII**(2021)，1-10。
- (2) 馬淵久夫，平尾良光：考古学雑誌，**68**(1982)，42-62。
- (3) 難波洋三：山を越え川に沿う，長野県立歴史館，(2009)，66-79。
- (4) 増田浩太：青銅器の考古学と自然科学，朝倉書店，(2018)，41-75。
- (5) 平尾良光：考古学資料大観6，小学館，(2003)，346-368。
- (6) 難波洋三：茨木市立文化財資料館館報，**6**(2021)，5-14。
- (7) 難波洋三：辰馬考古資料館考古学研究紀要，**2**(1991)，57-109。
- (8) 難波洋三：豊饒をもたらす響き銅鐸，大阪府立弥生文化博物館，(2011)，80-109など。
- (9) 清水邦彦：日本考古学，**44**(2017)，27-25。
- (10) 清水邦彦：考古学研究，**66**(2019)，59-70。
- (11) 奈良県立橿原考古学研究所附属博物館：銅鐸，(2009)。
- (12) 清水邦彦：考古学と文化史2，同志社大学考古学研究室，(2025予定)。
- (13) 馬淵久夫，江本義理，門倉武夫，平尾良光，青木繁夫，三輪嘉六：出雲神庭荒神谷遺跡第一冊，島根県古代文化センター，171-186など。
- (14) 難波洋三：埋蔵文化財ニュース，**174**(2019)，16-25。
- (15) 青木繁夫：浜松市博物館館報，**3**(1991)，1-10。
- (16) 齊藤 努，肥塚隆保，高妻洋成，澤田正明，中川 寧，増田浩太：古代文化研究，**24**(2016)，1-17。



清水邦彦

★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★
 2008年 同志社大学大学院文学研究科文化史学専攻
 博士前期課程修了
 主な略歴
 2011年 茨木市立文化財資料館 学芸員
 2023年 博士(文化史学)学位取得(同志社大学)
 2024年4月-現職
 専門分野：考古学
 ◎研究テーマは弥生時代における青銅器製造技術と生産体制。とりわけ、生産遺跡に遺された鋳造用具の考古学的検討や出土資料に基づく実験考古学の成果を踏まえた研究を中心に活動。
 ★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★★