

漢式鏡の化学的研究 (7)

—古墳時代倣製鏡は舶載鏡のスクラップでつくられた—

馬淵 久夫

●キーワード：青銅原料 (bronze materials), 漢式鏡 (Han-style mirrors), 鉛同位体比 (lead isotope ratios), 倣製鏡 (imitative mirrors), 古墳時代 (Kofun period), スクラップ (scrap)

1. はじめに

漢式鏡の化学的研究 (1) 馬淵 (2010b) ~ (6) 馬淵 (2017) において、筆者は弥生~古墳時代に日本列島に流入した中国鏡について、その原材料の産地が時代によってどのように変遷したかを解析した。分析化学・同位体化学・地球化学・地質学などの知識を総合して、大まかにいうと、前漢鏡の原材料は中原地域の近く (秦嶺褶曲帯の鉱床) から、後漢・三国・晋の鏡は江南 (長江の南) 地域からと出所が分別されることを明らかにした。

いわゆる漢式鏡には、中国鏡だけではなく、当時の辺境地域で製作された模倣品も含まれる。なかでも、日本列島で作られた倣製鏡¹⁾は、大量である点で朝鮮半島や中央アジアを凌駕しており、日本古代文化を特色づける独特のものと言える (樋口: 1979, p.277)。このような観点からすると、倣製鏡の原材料は現地、つまり日本列島内で調達されたと想像するのは当然のことである。しかし 1970 年代までは、決定的な科学的証拠がなかった。

現存の科学的方法のなかで最も確実な産地の指標となる鉛同位体比の測定については、1980 年代に山崎一雄が「古墳時代の倣製鏡は舶載の後漢式鏡と同じ領域に入る」と記述している (山崎: 1987, p.328)。筆者らは、1980 年ころから多数の鏡を測定し、高精度のデータによって次のように、舶載鏡とほとんど同じ鉛同位体比領域に入るという結果を得ている (カッコ内は解析し、解釈した論文)。

a) 弥生時代の小形倣製鏡：前漢鏡領域と朝鮮半島遺物ライン (馬淵: 2007)

b) 平原遺跡出土倣製鏡：前漢鏡領域 (馬淵: 2016)

c) 倣製三角縁神獣鏡：特殊な後漢三国鏡の領域 (馬淵: 2010a)

d) 古墳時代の倣製鏡：ほぼ後漢三国鏡の領域 (馬淵: 1996)

ここに挙げた d) の文献は、文部省 (当時) の科学研究費補助金の年次報告であり、いま顧みるとデータの数も少なく、解析と解釈が十分になされていない。本稿の目的は、舶載鏡の解析によって精緻になった化学的・同位体地球化学的視点で古墳時代倣製鏡を見直し、3 世紀~7 世紀に倭国で作られた漢式鏡の原材料がどのようなものであったかを明らかにすることにある。

なお、小論で頻繁に使う二つの用語について、はじめにお断りしておきたい。

①倣製鏡：特に断らない限り古墳時代の倣製鏡を指す。

②スクラップ：おもに鏡の破片であるが、銅鏡鑄造の際の失敗作や廃棄された完形品なども含む。

2. 古墳時代倣製鏡の化学成分と原材料

2.1 化学成分についての一般的な見解

科学的分析が行われる前から、考古学では倣製鏡の材質について共通の認識が存在した。樋口隆康 (1979) は『古鏡』のなか (p.278) で、「鏡質では、中国鏡は白銅質で鑄上りが良いのに対し、倣製鏡は青銅の質が粗で鑄上

りが良くない」と記している。筆者の経験を交えて、樋口の記述を化学の用語で換言すると、古墳時代の倣製鏡について、次のように表現することができる。

倣製鏡のスズ²⁾含有率は中国鏡のように揃っていない。一般的には、スズが20%以下のものが多いが、なかには23%以上のものも存在する。銅の含有率が大きいため、鑄造に高温が必要になって、湯流れが悪くなり、鑄上りが良くない。

2.2 倣製鏡の化学分析値

漢式鏡の化学分析は、小松茂・山内淑人(1937)の先駆的な業績以後、まとまった鏡群について実施されることはほとんどなかった。その理由の一つは、小松・山内の結果を見て導き出した梅原末治の「舶載鏡の銅・錫・鉛の成分重量比は69:24:6である」という定式のためであったように思われる(馬淵:2010b)。大筋が分かった成分比を、これ以上苦労して分析する意義が見つけられなかったのであろう。

言うまでもないが、分析例の少ない理由に、銅鏡の多くが文化財であって、完形品からの試料採取が許されないという事情もあったであろう。小松・山内の後にまとまった分析値が発表されているのは山崎一雄および九州環境管理協会によるものである。山崎は京都大学の考古学研究者からの依頼で椿井大塚山古墳出土の三角縁神獣鏡22面について(山崎ほか:1992)、また九州環境管理協会は原田大六の遺志を実現する形で平原遺跡出土鏡13面について(九州環境管理協会:1991)、それぞれ発掘時からの鏡片を試料として湿式分析による分析値を発表した。三角縁神獣鏡と平原遺跡出土鏡は、それぞれ考古学において注目される銅鏡群なので、貴重な成果であり、小論でも比較のために引用する。

一方、倣製鏡については材質が悪く、成分比が一定でないことから、研究目的が見えないということもあったかもしれない。湿式法の時代(およそ1980年以前)の分析例は舶載鏡よりもはるかに少ない。わずかに数例あるのは、三角縁神獣鏡の倣製とされるもので、これらのデータについては「舶載」三角縁神獣鏡とともに、その原材料について考察した(馬淵:2010a)。

機器分析の時代(およそ1970年以後)になって、蛍光X線分析法が非破壊法として文化財に重用され始めた

が、青銅器については表面の錆のために定量分析は困難とされた。しかし、感度の向上とコンピュータによる解析によって、微小な金属部分を定量的に分析することが可能になった。その一例に、早川泰弘による岡山県鶴山丸山古墳出土鏡の化学組成分析がある(Hirao et al.:2004)。この論文は東京文化財研究所が主催する国際シンポジウム「文化財の非破壊検査－X線分析の最前線－」で発表され、シンポジウム記録として英文でまとめられている。しかし、英文のためと分析法研究者のために書かれていて、考古学関係者の目に留まりにくい。貴重なデータなので、ここでは小論に必要な部分(倣製鏡の銅・スズ・鉛の定量値)を表1に転載した³⁾。

表1 鶴山丸山古墳出土倣製鏡の化学組成(Hirao et al. 2004)
Table 1 Chemical composition of imitative mirrors excavated from the Tsuruyama Maruyama tumulus

No.	鏡式	資料番号	Cu%	Sn%	Pb%	計
1	(倣)内行花文鏡	J-33958	82	15	2.4	99.4
2	(倣)内行花文鏡	J-33959	76	18	5.2	99.2
3	(倣)内行花文鏡	J-33961	63	27	7.8	97.8
4	(倣)内行花文鏡	J-33960	71	22	5.9	98.9
5	(倣)方格規矩鏡	J-33963	64	28	6.7	98.7
6	(倣)方格規矩鏡	J-33962	87	10	2.2	99.2
7	(倣)細線式獣形鏡	J-33964	68	23	7.2	98.2
8	盤龍形鏡	J-33970	85	11	2.9	98.9
9	盤龍形鏡	J-33971	74	19	5.7	98.7
10	(倣)変形四獣鏡	J-33973	77	17	5.2	99.2
11	(倣)変形四獣鏡	J-33972	85	11	3.8	99.8
12	(倣)環状乳神獣鏡	J-33967	85	12	2.0	99.0
13	龍鏡	J-33969	83	13	2.9	98.9
14	(倣)三神三獣鏡	J-33968	86	11	3.1	100.1
15	五獣形鏡	J-33974	85	11	3.5	99.5
16	(倣)内行花文鏡	OM-1	86	11	2.1	99.1
17	龍鏡	OM-3	88	7	3.9	98.9
18	(倣)方格規矩鏡	OM-4	84	14	2.0	100
		平均値	79.4	15.6	4.1	99.08
		標準偏差	8.0	5.9	1.9	0.56

このシンポジウム報告のなかで、平尾・早川らは、岡山県鶴山丸山古墳出土倣製鏡と京都府椿井大塚山古墳出土「舶載」三角縁神獣鏡を比較して、化学組成も鉛同位体比分布も異なることを述べているが、シンポジウムの性格上、考古学の議論はほとんど行っていない。

筆者は、表1を眺めていて、過去に推論した弥生時代青銅器のスクラップ利用説（馬淵：2007）、および、倣製三角縁神獸鏡のスクラップ・銅添加説（馬淵：2010a）と類似の考え方で、すべての主成分データが説明できることを確信した。弥生時代青銅器の場合も、倣製三角縁神獸鏡の場合も、推論の根拠は鉛同位体比分布であった。表1の場合は、化学組成だけから立証が可能のように思われた。次節で検証しよう。

2.3 スクラップ・銅添加説の検証

表1で、18面の倣製鏡のスズ含有率をみると、7%から28%までのさまざまな数値をとり、一定でない。平均値と標準偏差は $15.6 \pm 5.9\%$ で、ばらつきが大きい。このように無秩序ではあるが、全体を大きく見ると一つの傾向が認められる。Sn%が小さいものはPb%も小さいことである。それが一目でわかるように表示したのが表2である。この表は表1のデータからスズと鉛の含有率に注目し、スズ%の高（21%以上）、中（20～16%）、低（15～10%）の3グループに分け直したものである。3グループの鉛%の差異については一目瞭然と思う。

なお、No.17はスズが7%と異常に低いのと同時に、鉛が3.9%と相対的に高い。そこでスズ量を「超低」として別扱いにした。

表2から推測されることは、舶載鏡の白銅質の材料に銅を添加して「水増し」したのではないかということである。それを実証するために、表1の銅含有率から「水増し」した銅の分を差し引く計算を考えてみよう。

表3は計算の過程と結果を示す表である。表4はすでに紹介した過去の分析値を鏡群ごとにまとめたものであり、このデータは表3の計算に必要な因子を提供し、結果を比較するのに役立つ。

添加された銅の部分を除去する計算のキーポイントはSn%である。表4の6種類の鏡群のスズの平均値は 24.0 ± 0.5 と梅原末治の定式と完全に一致した数値を示すので、表1の3金属の数値をSn = 24%に規格化する。つまり各資料のCu%とPb%に $(24 / \text{Sn}\%)$ を乗ずるのである。表3のA, B, C欄はその結果である。

つぎに、鏡は3金属のほかに銀、ヒ素、アンチモンなどの微量元素を含むのでその量を推定する。表4の3金

表2 倣製鏡におけるスズ量と鉛量の相関

Table 2 Relationship between tin and lead contents in imitative mirrors

スズ量	No.	Sn%	Pb%
高	3	27	7.8
	4	22	5.9
	5	28	6.7
	7	23	7.2
中	2	18	5.2
	9	19	5.7
	10	17	5.2
低	1	15	2.4
	6	10	2.2
	8	11	2.9
	11	11	3.8
	12	12	2.0
	13	13	2.9
	14	11	3.1
	15	11	3.5
	16	11	2.1
	18	14	2.0
超低	17	7	3.9

属合計は $96.7 \pm 0.7\%$ なので、微量元素の合計は3.3%となる。この種の計算では小数点以下は無意味なので、微量元素の合計を3%としよう。

以上の因子が揃うと、Sn = 24%の場合の原青銅鏡材料（スクラップ）のCu%（D欄）はつぎのように求められる。

$$D = 100 - (B + C + 3)$$

つまり、銅が添加される前のスクラップはD欄（Cu%）、B欄（Sn%）、C欄（Pb%）の組成だったことになる。

この計算された化学組成は銅と鉛の含有率がよく揃っていて、表4の分析値に近い。これらのなかで、表2で指摘したスズ超低のNo.17（鼉龍鏡）は、他とはまったく成分比が違うので、平均値はNo.17を除く17面で求めるのが合理的である。結果（表3の最下段）を表4の中国鏡の平均値と比べると次のようになる。

	Cu%	Sn%	Pb%
スクラップ推定値	66.9 ± 1.4	24	6.1 ± 1.4
中国鏡測定値	67.4 ± 1.0	24.0 ± 0.5	5.04 ± 0.66
これら二者の銅と鉛の数値はほぼ同程度で、標準偏差			

表3 倣製鏡の銅添加仮説の検証
Table 3 Verification of the copper addition hypothesis for imitative mirrors

No.	鏡 式	A	B	C	D	E
		Cu%	Sn%	Pb%	Cu% 計算値	Cu% 添加量
1	(倣)内行花文鏡	131.2	24	3.8	69.2	62.0
2	(倣)内行花文鏡	101.3	24	6.9	66.1	35.3
3	(倣)内行花文鏡	56.0	24	6.9	66.1	-10.1
4	(倣)内行花文鏡	77.5	24	6.4	66.6	10.9
5	(倣)方格規矩鏡	54.9	24	5.7	67.3	-12.4
6	(倣)方格規矩鏡	208.8	24	5.3	67.7	141.1
7	(倣)細線式獸形鏡	71.0	24	7.5	65.5	5.5
8	盤龍形鏡	185.5	24	6.3	66.7	118.8
9	盤龍形鏡	93.5	24	7.2	65.8	27.7
10	(倣)変形四獸鏡	108.7	24	7.3	65.7	43.0
11	(倣)変形四獸鏡	185.5	24	8.3	64.7	120.7
12	(倣)環状乳神獸鏡	170.0	24	4.0	69.0	101.0
13	龍鏡	153.2	24	5.4	67.6	85.6
14	(倣)三神三獸鏡	187.6	24	6.8	66.2	121.4
15	五獸形鏡	185.5	24	7.6	65.4	120.1
16	(倣)内行花文鏡	187.6	24	4.6	68.4	119.2
17	龍鏡	301.7	24	13.4	59.6	242.1
18	(倣)方格規矩鏡	144.0	24	3.4	69.6	74.4
18面のすべて		平均値	24	6.5	66.5	78.1
		σ	0	± 2.2	± 2.2	
No.17を除く17面		平均値	24	6.1	66.9	68.5
		σ	0	± 1.4	± 1.4	

註：E欄の「Cu%添加量」とは、Sn = 24 %に規格化した鏡の重量100 %に対して添加されたと想定される銅の重量%である。

からみて一致していると判断できる。標準偏差そのものも、二者に大きな違いはないので、これらの結果は銅を

添加したという仮定が誤りでないことを示している。

なお、さらに詳細な事項を三つ付け加えておきたい。

①銅に含まれる鉛

上記の比較で、スクラップ推定値のPbが6.1 %と中国鏡測定値5.04よりも1 %ほど大きくなっている。これは、上述のように誤差の範囲で一致するとも言えるけれども、意味があることかもしれない。当時の銅材は、産地はどこであっても、鉛を0.1~5 %程度含んでいたことは知られている（馬淵：2010b, p.4；馬淵：2013, p.5）。上記の計算は銅だけが加えられたものとして計算した。もし平均して銅に1 %の鉛が含まれていたとすると、Cu添加量は平均して68.5 %（表3の最右欄の最下段）なので、その1 %の約0.7 %の鉛が添加した銅に由来すると言える。その分をPb%から差し引いてCu%に回すと補正結果はつぎのようになって、中国鏡測定値との合致の度合いは増す。標準偏差がCuについてはほぼ同じ（1.4と1.0）であるのに対して、Pbについて約2倍（1.4と0.66）であるのも、スクラップと銅の両方に含まれる鉛（それぞれにばらつきがある）が混合するためと考えられる。

	Cu%	Sn%	Pb%
スクラップ推定値	67.6 $\pm$ 1.4	24	5.4 $\pm$ 1.4
中国鏡測定値	67.4 $\pm$ 1.0	24.0 $\pm$ 0.5	5.04 $\pm$ 0.66

②銅添加マイナスの鏡

表2でスズ量「高」に属するNo.3, 4, 5, 7のSn%は、平均値が25 %で ± 3 %のなかに収まるので、銅の添加はなく、測定のパラツキと解釈できるが、表3の添加量がマイナスになるNo.3, 5については、測定試料の一部

表4 漢式鏡の鏡群別主成分金属平均値
Table 4 Average contents of major metals in different groups of Han style mirrors

鏡 群	面数	Cu%	Sn%	Pb%	合計 (%)	文 献
前漢鏡	9	66.8 $\pm$ 2.9	24.2 $\pm$ 1.1	5.20 $\pm$ 0.80	96.2	小松・山内 1937
後漢鏡	10	68.0 $\pm$ 1.5	24.4 $\pm$ 0.9	5.36 $\pm$ 0.87	97.7	小松・山内 1937
三国・六朝鏡	10	68.4 $\pm$ 2.0	23.8 $\pm$ 1.2	5.23 $\pm$ 1.23	97.4	小松・山内 1937
平原遺跡出土鏡	11	66.1 $\pm$ 4.1	24.1 $\pm$ 1.8	5.91 $\pm$ 0.40	96.1	九州環境管理協会 1991
後漢鏡*	2	67.5 $\pm$ 3.5	24.7 $\pm$ 2.0	4.76 $\pm$ 0.13	97.0	山崎ら 1992
三角縁神獸鏡*	20	69.0 $\pm$ 3.8	23.0 $\pm$ 2.1	3.77 $\pm$ 1.00	95.7	山崎ら 1992
平均		67.4 $\pm$ 1.0	24.0 $\pm$ 0.5	5.04 $\pm$ 0.66	96.7 $\pm$ 0.7	

註1：* 椿井大塚山古墳出土鏡

註2：3成分合計が90%以下の試料は計算から除外した。

分に劣化によって銅が抜け出したところがあったためとも考えられる。

③スズ量が低い No.17 の鉛量

No.17 の Sn 7 % は銅添加量が 242 % という大量の銅で希釈した結果である（表 3）。もしこの大量の銅に 3.3 % の鉛（当時の銅材にありうる数値）が含まれていたとすれば、Pb の 13.4 % のうち 8.0 % が銅に由来することになり、青銅材料推定値はつぎのように平常値になる。

No.17 Cu 67.6 % Sn 24 % Pb 5.4 %

3. 鉛同位体比からみた古墳時代倣製鏡の材料 — 概論 —

本章では、いわゆる舶載鏡で得られた鉛同位体比と比較して倣製鏡の全体像を眺める、次章 4 で、各論として鏡式別のデータを提示し、それらから得られる重要な情報を 5 章にまとめる。

3.1 舶載鏡の鉛同位体比分布図

倣製鏡の鉛同位体比分布の論議には、舶載鏡で得られた区分図を判別の尺度として用いる。過去に発表した舶載鏡に関する内容をまとめてみよう。

漢式鏡の化学的研究（2）（馬淵：2011）および（4）（馬淵：2014）のなかで、筆者は前漢鏡から始まる漢三国晋鏡のほとんどの鏡式について、鉛同位体比分布の変化を解析した。図 1 はその結果を図示する一つの方式で、A 式図（ ^{206}Pb を分母にとる）と呼んでいる。詳細に検討する必要があるときには B 式図（ ^{204}Pb を分母にとる）も併用する。ここでは A 式図について説明し、B 式図は、必要な場合、鏡の議論のなかで随時提示しようと思う。

図 1 の枠で囲まれた部分が舶載鏡の分布範囲である。領域 W と領域 E とに大別される。

領域 W は前漢鏡が分布する範囲で、実際は図の右上方（横軸 0.8900、縦軸 2.1800 くらい）まで延びるが、倣製鏡は図 1 で示した範囲（WL：W の低い部分）に収まるので、上部（WH：W の高い部分）は省いた。

領域 E は後漢中期以降、晋代に至るまでの鏡のほとんどが分布する範囲である。W は Western Han（西漢＝前漢）、E は Eastern Han（東漢＝後漢）にちなんで名付けた。

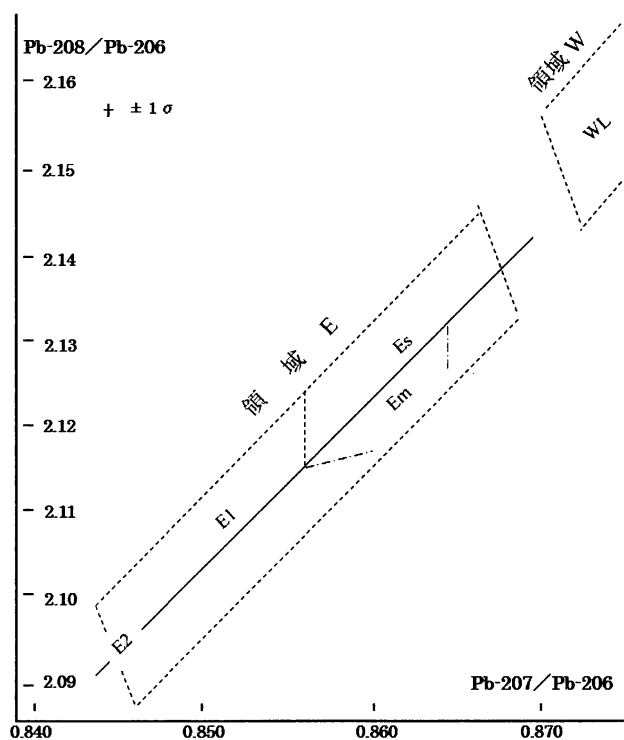


図 1 漢式鏡の鉛同位体比分布の区分図（A 式図）

Figure 1 Different regions of the A-type lead isotope diagram for Han style mirrors

領域 E は Es と E1・E2 に細分される。領域 E のほぼ中央にあたる横軸 0.8560 のところに縦の点線を引いているが、Es と E1・E2 のおよその境界であって、厳密なものではない。

ここで記号について説明しておこう。Es という記号は、「舶載」三角縁神獸鏡が密集する場所として説明の便宜上付けたものである（馬淵：2010a, p.5；2010b, p.10）。E の特別な（special）区間のつもりであった。E1・E2 は前報で初めて提示したものである（馬淵：2017）。Em（mixed の意）は倣製三角縁神獸鏡に現れたもので、のちに説明する（4.2）。本節のまとめとして、W、Es、E1・E2 が具体的に中国のどの地域の鉛と考えられるかを地図で示しておこう。

図 2 は鉱物資源の研究者が使用している中国の地質構造区分図である（神谷ら：2008）。筆者の推定する場所に記号を入れてみると、W、Es、E1・E2 はそれぞれ秦嶺褶曲帯、揚子地塊、華南褶曲帯のなかである。鉛モデル年代の論文で示したように、鉛同位体比は、地塊あるいは褶曲帯とよばれる大きな地質基盤の生成時にある程度定まるので、鉛同位体比分布で 3 者が別グループになるのが理解できる（馬淵：2012）。

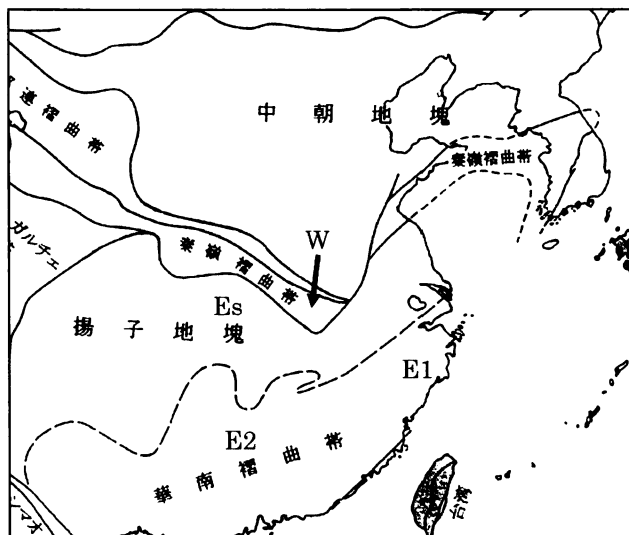


図2 中国の地質構造区分概要図 (神谷ら：2008)
Figure 2 Main geological structure of China
-Cratons and fold belts-

既報の論文では、Es と E1・E2 に入る原材料をそれぞれ武昌系および呉会系と呼んだが (馬淵：2014)、以上の区分けを前提にして、倣製鏡の鉛同位体比を論じることにする。

3.2 倣製鏡の鉛同位体比分布の概観

まず倣製鏡 108 面の分布を図 3 (A 式図) および図 5 (B 式図) に示す。比較のために漢三国晋鏡 (後漢中期以降、三角縁神獣鏡を除く) 140 面の分布を図 4 (A 式図) および図 6 (B 式図) に示す。試料の数が多いために図 4 と図 6 の黒点は小さいものにしてあるため密集度の印象が違うが、概括すると、つぎの 4 点が観察される。

①材料の基本は漢式鏡のスクラップ

図 3・図 5 の鉛同位体比分布は基本的には図 4・図 6 と類似している。化学組成から中国鏡のスクラップを使ったことが証明されているので (2.3 参照)、大部分の鏡は後漢中期以降の漢式鏡 (いわゆる舶載鏡) のスクラップを再利用したものであろう。

②武昌系材料 (Es) の鏡が中心

倣製鏡は Es に密集し E1・E2 には希薄である。この結果は筆者には意外であった。というのは、日本出土の漢三国晋鏡 (三角縁神獣鏡を除く) ではむしろ呉会系原材料の方が多いからである (馬淵：2014, p.16)。この事実は、ほとんどが Es に入る三角縁神獣鏡あるいは倣古鏡のスクラップを使ったと考えれば説明できる。相対的

に面径が大きくて壊れやすいことと、一面あたりのスクラップの量が多いからである。

③領域 E から外れる鏡の存在

図 3 と図 4 を比較すると、漢三国晋鏡のすべてが領域 E 内に収まるのに対して、倣製鏡は右上の領域 W の方

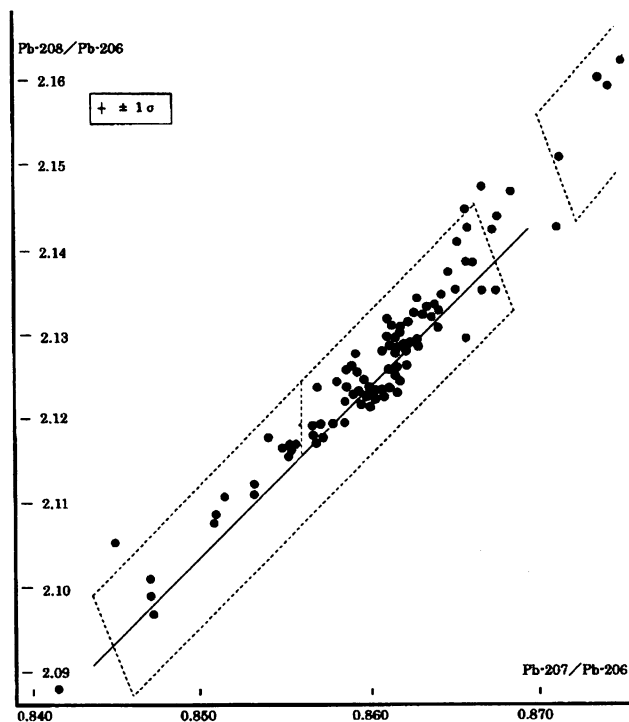


図3 倣製鏡の鉛同位体比分布 (A 式図)
Figure 3 Lead isotope diagram for imitative mirrors (A-type diagram)

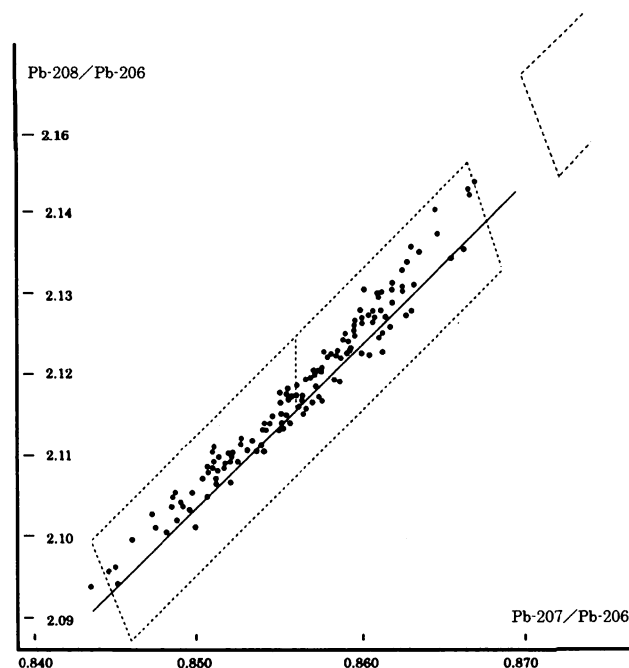


図4 漢三国晋鏡の鉛同位体比分布 (A 式図)
Figure 4 Lead isotope diagram for mirrors in the Han, Three kingdoms and Qin dynasties periods (A-type diagram)

向や左下の枠外と、領域 E をはみ出す鏡が 11 面（約 10 %）存在する。

図 5 と図 6 の B 式図の比較でも、漢三国晋鏡のほとんどが、横軸 18.0 と 18.6 の間で、等時線の 400Ma と 600Ma の間に収まるのに比べて、倣製鏡の方は、横軸 18.0 以下の部分（A 式図の領域 W に相当）および 18.6 以上にも分布し、さらに H13, H22, H44 のように完全にグループから離れた鏡も存在する。

このような状況は 5 章の各論で示すように、後漢三国晋鏡に限定せず、古墳時代に日本列島に存在したはずの弥生時代以降のあらゆる舶載鏡のスクラップが使われたと仮定すると解釈できることで、古墳時代の倣製鏡が中国でも朝鮮半島でもない、日本列島内で作られたことの明確な証である。

④ ミシシippi バレー型 (MVT) 倣製鏡の欠如

過去に鉛同位体比を測定した日本出土の漢三国晋鏡

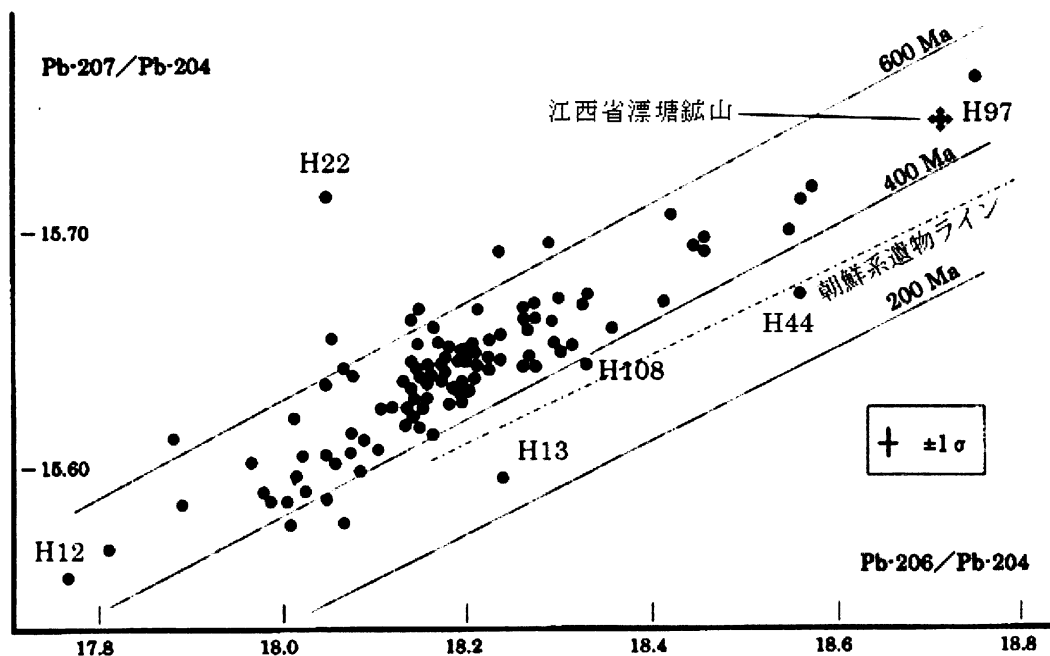


図 5 倣製鏡の鉛同位体比分布 (B 式図)
Figure 5 Lead isotope diagram for imitative mirrors (B-type diagram)

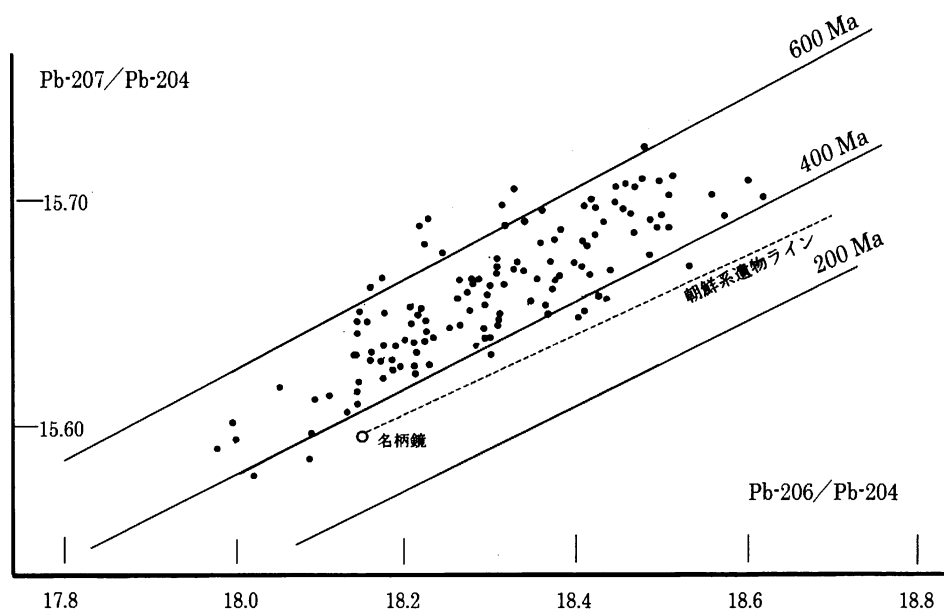


図 6 漢三国晋鏡の鉛同位体比分布 (B 式図)
Figure 6 Lead isotope diagram for mirrors in the Han, Three kingdoms and Qin dynasties periods (B-type diagram)

201 面（前漢鏡 39 面，後漢三国晋鏡 162 面）のなかに 2 面だけ MVT 鉛が存在していた（馬淵：2017）。三角縁神獸鏡 169 面（舶載 138 面，倣製 31 面）には一面も MVT 鉛は検出されていない（馬淵：2010a）。いま議論している倣製鏡 108 面のなかにも MVT 鉛を含むものは認められない。

4. 倣製鏡の分類と鉛同位体比の表示

4.1 分類の方針と鉛同位体比表

筆者がここで取り上げる倣製鏡 108 面の鉛同位体比を，12 グループに分けて，小論末尾の表 7～18 に示した。単なる数字の集積である鉛同位体比を考古資料の属性として意味あるものにするには，資料そのものの分類と編年がキーポイントになる。12 グループに分けた経緯を以下に記す。

①鏡の名称

1980 年から 90 年代初頭にかけて，筆者らが鉛同位体比を測定したときに，西田守夫をはじめ多数の試料提供者から与えられた鏡の名称は，統一されたものではなかった。そこで今回小論を書くにあたり，整理して，すべて，西田も共同研究に参画した白石太郎（編）『国立歴史民俗博物館研究報告』第 56 集（1994）に記載された名称に統一した。以下，当文献を「歴博報告」と呼ぶ。

②鏡式の分類

鏡式別の表を作るために，歴博報告，および樋口隆康（1979）・小林三郎（1982，2010）・森下章司（1991）の論考を参照し，検討したが，最終的に最も単純な樋口『古鏡』（1979）の分類に従うことにした。表の 12 グループの鏡式名は樋口に従って（ただし倣製を倣製とする），倣製内行花文鏡，倣製方格規矩鏡，^{だりゅう}龍鏡，盤龍形鏡，倣製神獸鏡，神像鏡，倣製獸形鏡，掇文鏡，珠文鏡，乳文鏡，鈴鏡，特殊文鏡とした。鏡式の順番は樋口のものと若干違いがあるが，大きな意味はない。

樋口『古鏡』の倣製鏡の部には古式倣製鏡と倣製三角縁神獸鏡が記載されているが，前者は「鉛同位体比による青銅器研究の 30 年－弥生時代後期の青銅原料を再考する－」（馬淵：2007）のなかで，また後者は「鉛同位体比からみた三角縁神獸鏡の舶載鏡と倣製鏡」（馬淵：2010a）のなかで，それぞれデータを示して考察している

ので，ここでは鉛同位体比の表を提示しなかった。ただし，倣製三角縁神獸鏡は古墳時代の倣製鏡として他の鏡式のものと比較する必要があるので，鉛同位体比分布を図示する。

③鏡の編年とサイズ

上記の文献のなかで明確に編年を試みているのは森下章司（1991）であるが，内容が詳細で，筆者の能力では測定された試料をその分類に従って分別することは不可能であった。しかし，何らかの形で時間（時期）の要素を入れることは必要と考えたので，鏡ごとに出土古墳の時期（古墳前期・中期・後期）を「歴博報告」を参照して 12 種類の表に記載した。

倣製鏡の出現時の問題や製作工程の研究のなかで鏡のサイズの変化が議論されているので（新井：1997；辻田：1999），表には参考までに，歴博報告にある径（cm）を記載した。ちなみに，表の順番で，倣製内行花文鏡から倣製獸形鏡までの多くは 10 cm 以上の径をもつが，掇文鏡・珠文鏡・乳文鏡・鈴鏡のほとんどは 10 cm 以下の小型である。

4.2 倣製三角縁神獸鏡の鉛同位体比分布図（領域 Em）

小論で論議する 12 の倣製鏡群を図示する前に，すでに材料について考察した倣製三角縁神獸鏡の鉛同位体比を見ることにする。図 7a は『日本考古学』に発表した倣製三角縁神獸鏡の分布図である（馬淵：2010a）。

図 7a の分布パターンは他の倣製鏡群とはまったく異なる独特の形状をとっている（4.3 の図 8～19 参照）。馬淵（2010a）では，倣製三角縁神獸鏡の分布パターンが中央補助線を挟んで舶載三角縁神獸鏡の分布と対称の位置に三角形状になっていることから，図 7b に示すように，舶載三角縁神獸鏡のスクラップ（分布を細長い楕円形で表示）に銅を混ぜたために，銅に含まれる鉛（◎で表示）との中間値（点線を 2 辺とする三角形のなか）をとるようになった，と解釈した。◎の位置は仮想的なもので，この解釈は仮説であったが，倣製三角縁神獸鏡の化学組成と特異な鉛同位体比分布の両者を整合的に説明でき，8 年経過した現在でも矛盾する新事実が現れないので，正しい解釈と考えている。

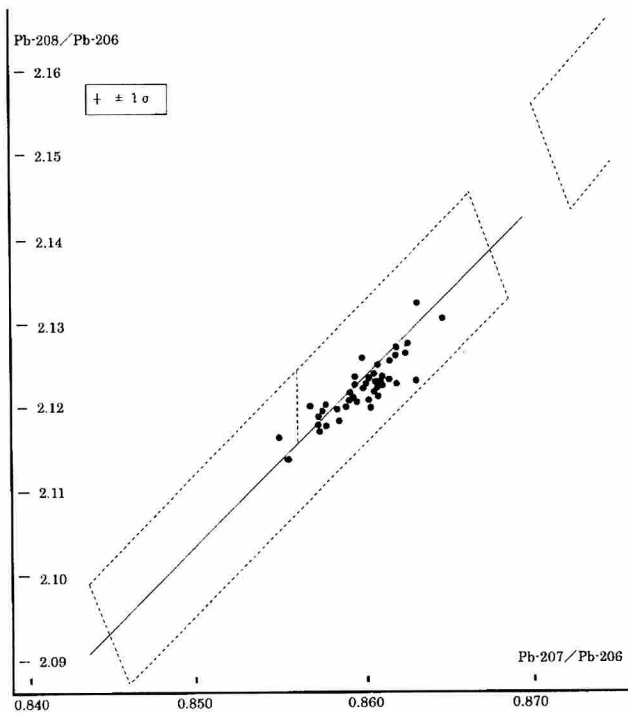


図7a 倣製三角縁神獸鏡の鉛同位体比分布図

Figure 7a Lead isotope diagram for imitative Triangular rimmed mirrors with divinity and animal figures (TRDA mirrors)

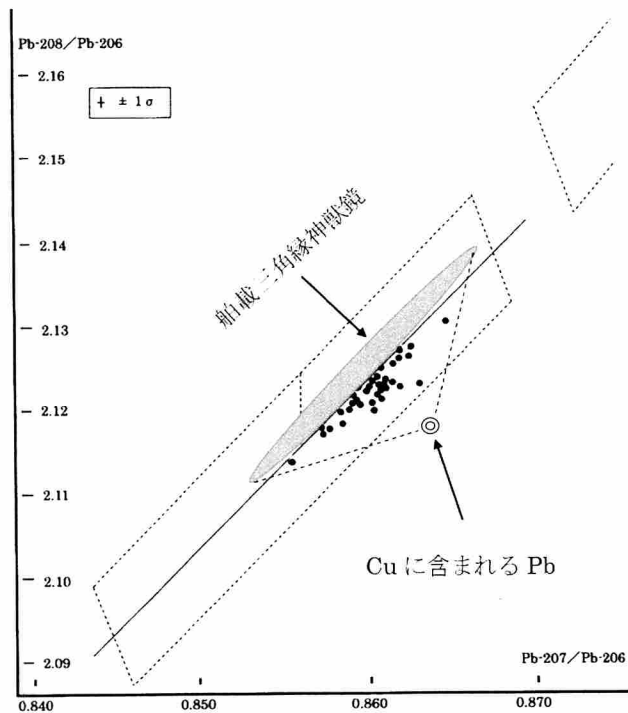


図7b 倣製三角縁神獸鏡の原料成因モデル

Figure 7b A model for explaining how imitative TRDA mirrors were made of mirror scraps

4.3 各種倣製鏡の鉛同位体比分布図

鏡式別の鉛同位体比分布を図8～図19（A式図）に示す。すべての図で、鏡が出土した古墳の時期をつぎの記

号で表した。

○古墳前期 ●古墳中期 △古墳後期

次章の議論でとり上げる鏡には、図中で表7～18の資料番号（記号H）を付けた。

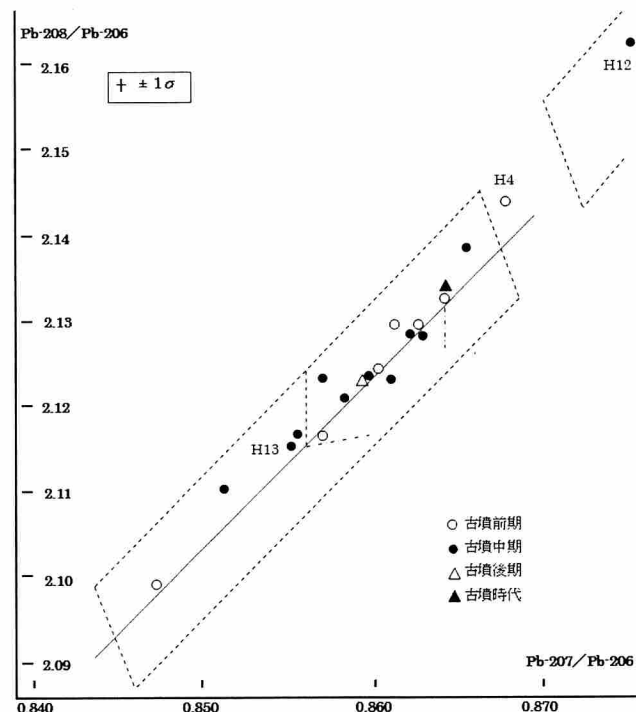


図8 倣製内行花文鏡の鉛同位体比分布

Figure 8 Lead isotope diagram for imitative *Lian-Hu* (inner circle of arcs) mirrors

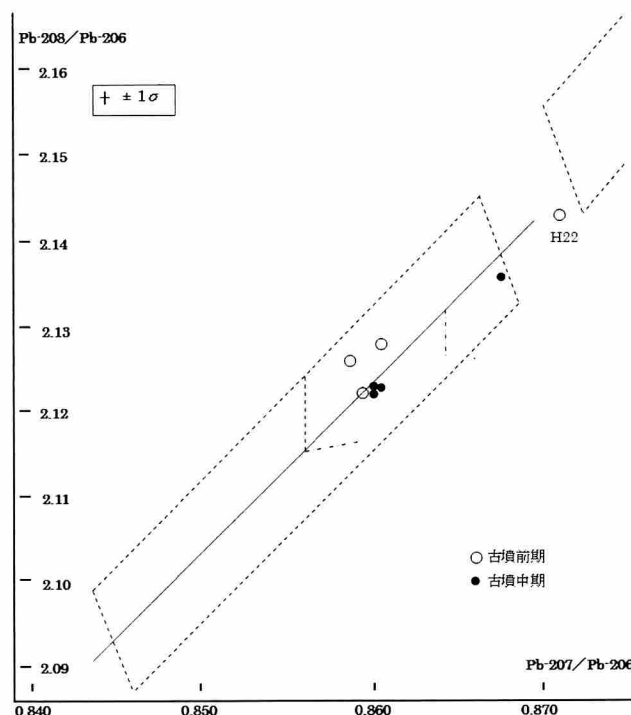


図9 倣製方格規矩鏡の鉛同位体比分布

Figure 9 Lead isotope diagram for imitative TLV mirrors

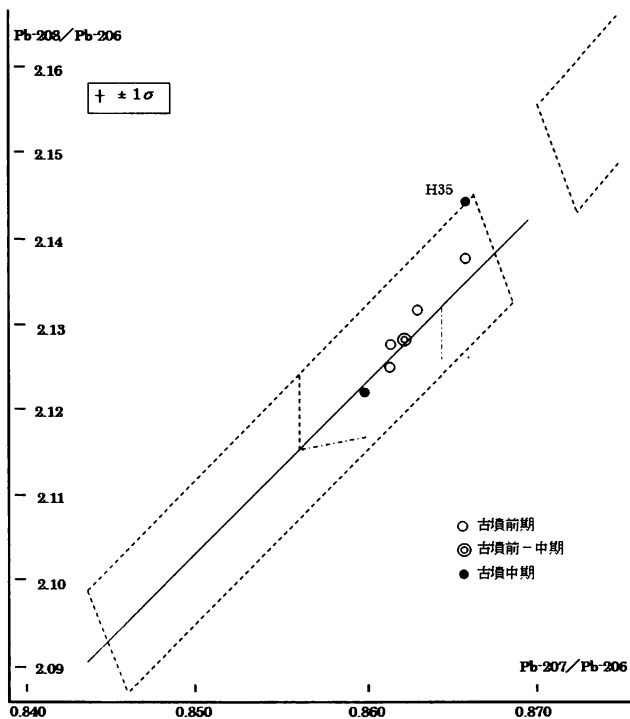


図 10 龍鏡の鉛同位体比分布
Figure 10 Lead isotope diagram for imitative mirrors with dragon figures

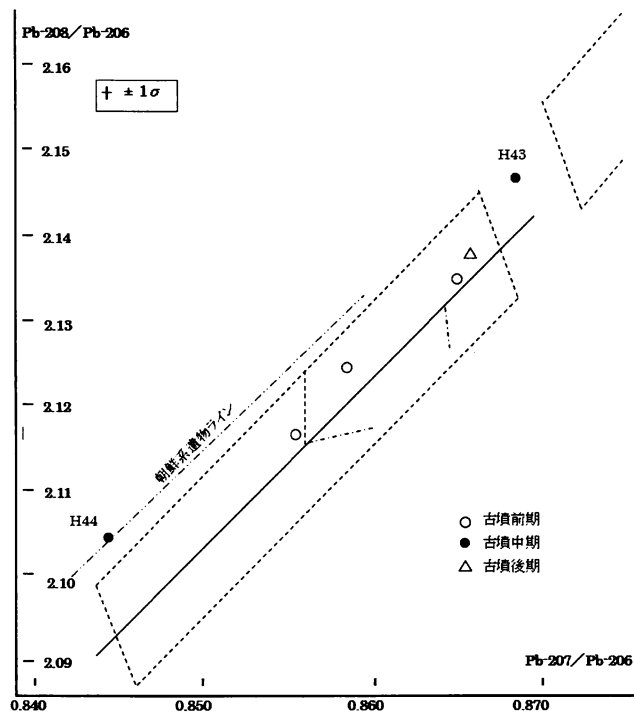


図 12 倣製神獸鏡の鉛同位体比分布
Figure 12 Lead isotope diagram for imitative mirrors with divinity and animal figures

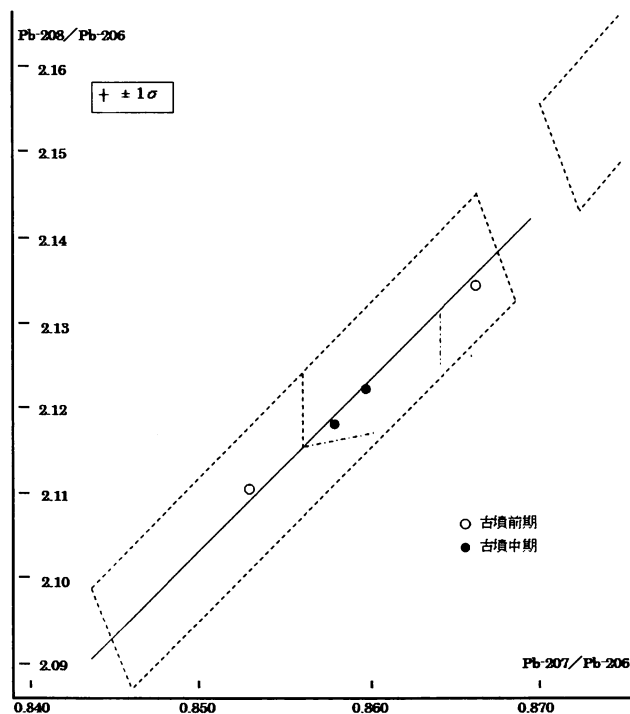


図 11 盤龍形鏡の鉛同位体比分布
Figure 11 Lead isotope diagram for imitative mirrors with coiled dragons and tigers

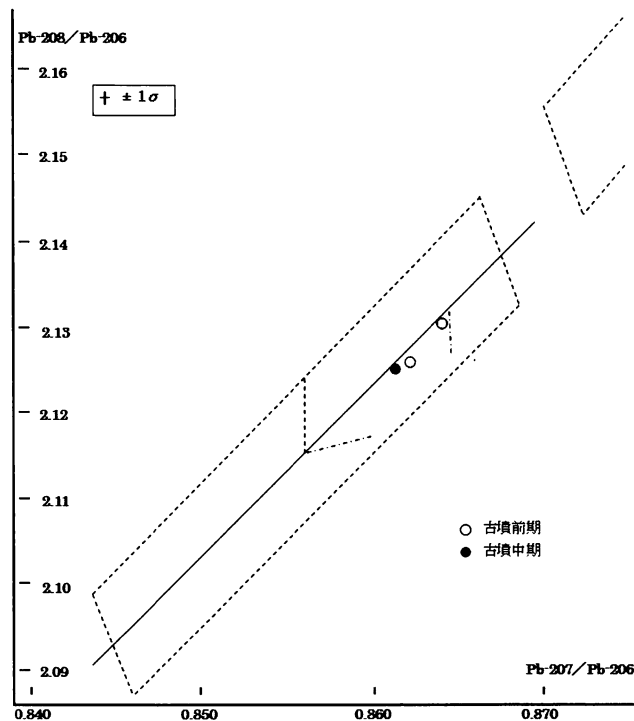


図 13 神像鏡の鉛同位体比分布
Figure 13 Lead isotope diagram for imitative mirrors with divinity figures

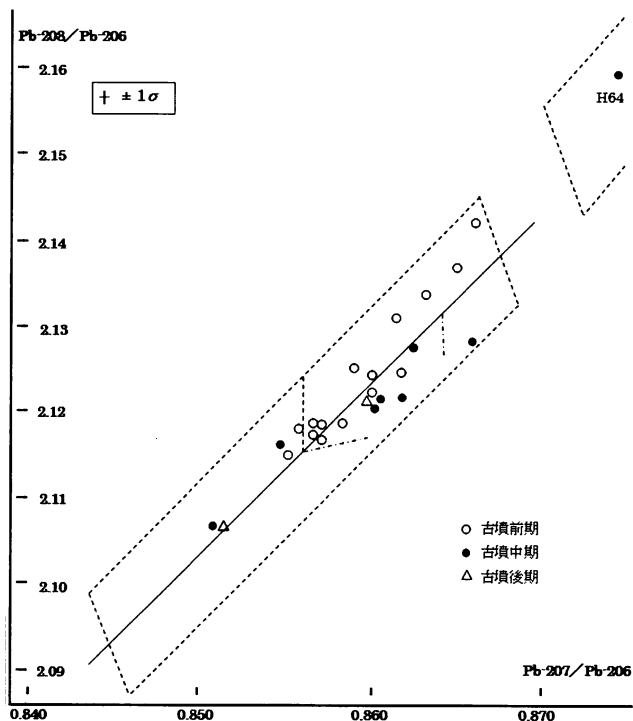


図 14 獣形鏡の鉛同位体比分布

Figure 14 Lead isotope diagram for imitative mirrors with animal figures

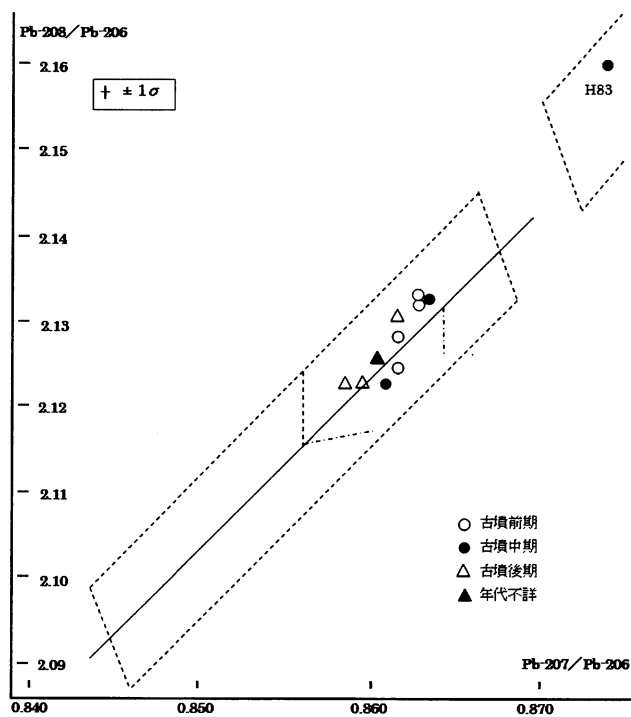


図 16 珠文鏡の鉛同位体比分布

Figure 16 Lead isotope diagram for mirrors with pearl patterns

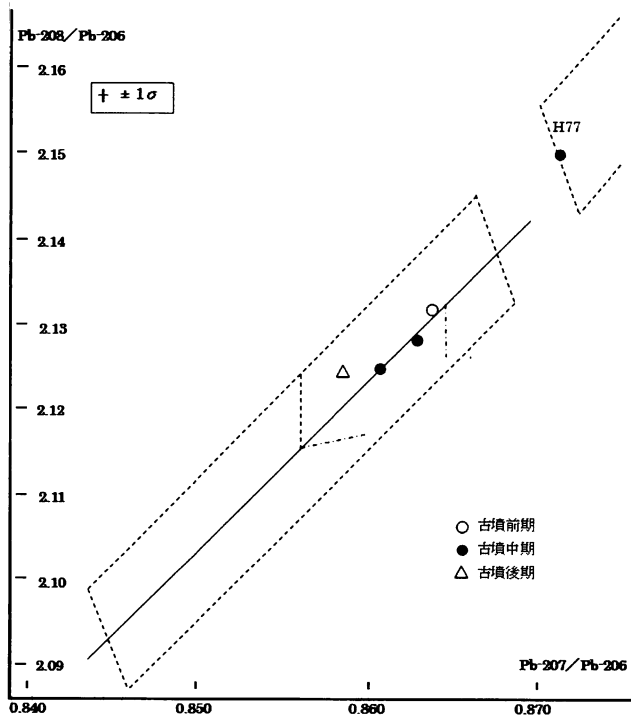


図 15 捩文鏡の鉛同位体比分布

Figure 15 Lead isotope diagram for imitative mirrors with torsion figures

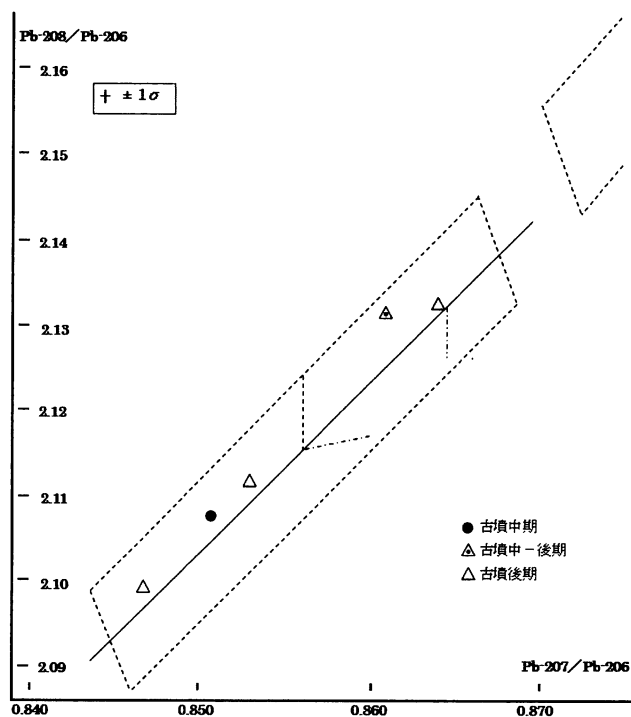


図 17 乳文鏡の鉛同位体比分布

Figure 17 Lead isotope diagram for mirrors with nipple patterns

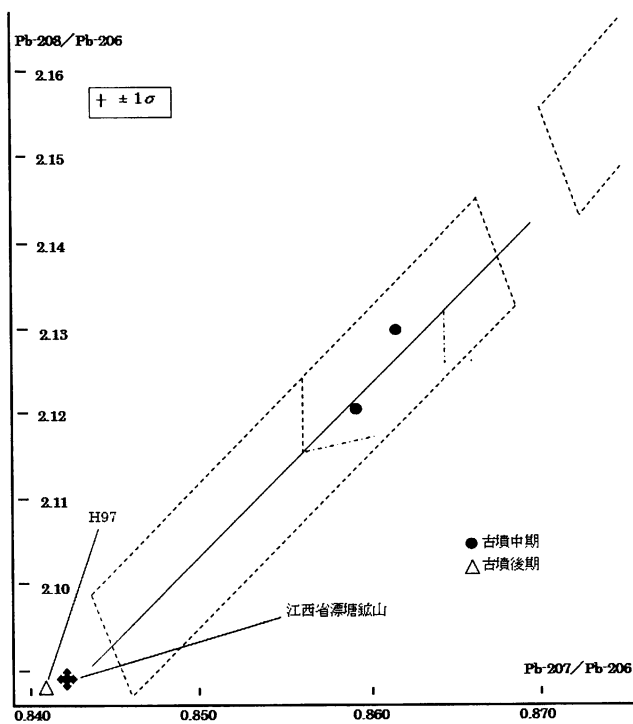


図 18 鈴鏡の鉛同位体比分布

Figure 18 Lead isotope diagram for mirrors with small bell figures

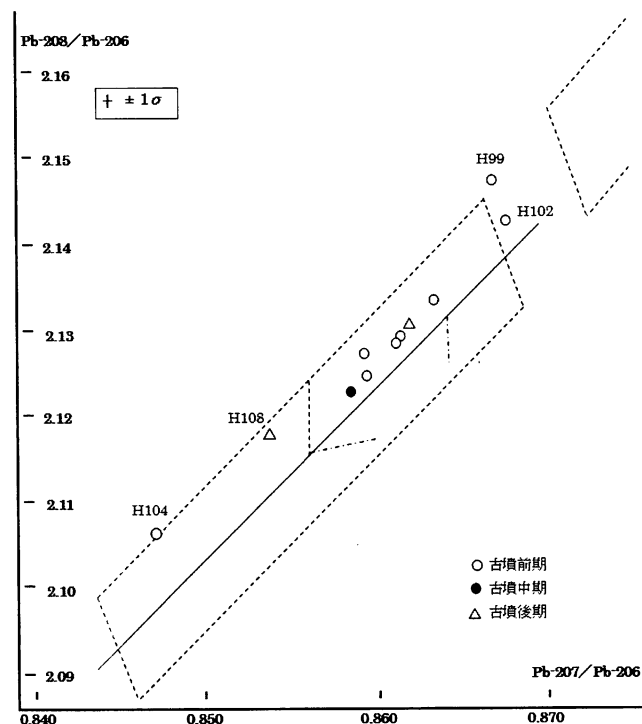


図 19 特殊文鏡の鉛同位体比分布

Figure 19 Lead isotope diagram for imitative mirrors with various specific patterns

5. 鉛同位体比からみた古墳時代倣製鏡の材料 — 各論 —

図 8～図 19 の鉛同位体比分布状況を通覧すると、鏡の原料になったスクラップの原鏡に関する情報が得られ

る。重要と思われるものを七つの節に分けて記す。

5.1 武昌系原料が主流だった

表 5 は図 8～図 19 から読みとった倣製鏡の鉛同位体比領域別の面数である。時期別に分けて示した。

まず、領域 Es に注目しよう。古墳時代の前・中・後期を通じて領域 Es (武昌系原料) に入る数は 50 面で、46.3 % (50/108) である。後述 (5.3) するように領域 Em の鏡 31 面の多くは武昌系原料スクラップに銅を混ぜたものと解釈されるので、それを合わせると約 3/4 の鏡が武昌 (長江中流域) 系原料スクラップを使って作られたことになる。以上は 3.2 の概観②で述べたことを数字で表しただけであるが、時期別にみると、古墳前期 80.4 % (41/51), 古墳中期 71.4 % (30/42), 古墳後期 66.7 % (10/15) と新しい方へ向かって漸次減る傾向がみられる。

表 5 倣製鏡の鉛同位体比領域別の面数

Table 5 Number of mirrors for different regions of lead isotope ratios distribution

古墳 領域	前期	中期	後期	計
WL	0	4	0	4
W と E の中間	4	1	0	5
Es	30	11	9	50
Em	11	19	1	31
E1・E2	5	5	4	14
朝鮮系遺物	1	2	1	4
計	51	42	15	108

註：古墳時代および年代不詳は中期に入れた。

前・中期は中期に入れた。

中・後期は後期に入れた。

朝鮮系遺物は見かけではなく検討結果である。

この減少を補うのが領域 E1・E2 の呉会 (華南) 系原料で、古墳前期 9.8 % (5/51), 古墳中期 11.9 % (5/42), 古墳後期 26.7 % (4/15) と漸次増加している。

5.2 前漢鏡などのスクラップも使われた

表 5 の領域 WL には 4 面、WL と E の中間 (以下、WL-E 間と呼ぶ) には 5 面と、計 9 面の鏡が領域 E の外に存在する (図 3 参照)。このような鉛同位体比をもつ舶載鏡は、漢鏡 2 期～5 期の前漢鏡・連弧文鏡・方格規矩鏡・細線式獣帯鏡であるが (馬淵：2011), 表 6 にまとめ

たように領域 WL と WL-E 間には出土古墳の時期と地域に違いがあるようにみえる。

領域 WL：古墳中期 4 面（福岡 2，長野，宮城）

WL-E 間：古墳前期 4 面（兵庫，京都★，奈良，愛知
犬山）

古墳中期 1 面（岡山備前）

（★ 京都百々池古墳出土の H22 倣製方格規矩鏡は、このカテゴリーに入らない可能性が高い。5.5 参照。）

このような違いは鏡の製作地の差異を指しているようにみえる。

まず、WL-E 間の鏡はすべて近畿地方およびその周辺地域（京都から 130 km 以内）から出土しているが、もしこれらの倣製鏡が近畿地方で作られたとすると、漢鏡 5 期の連弧文鏡・方格規矩鏡・細線式獣帯鏡のスクラップが使われたと考えられる。前漢鏡の出土は希な地域であり、これら 3 種類の鏡は前期古墳から出土していて、辻褄が合うのである。

つぎに、領域 WL に入る 4 面のうち 2 面が福岡県出土である点が注目される。鉛同位体比としては前漢鏡タイプなので、原料は前漢鏡あるいは漢鏡 5 期の連弧文鏡・方格規矩鏡・細線式獣帯鏡のうち WL に入る鏡のスクラップということになる。したがって、少なくとも福岡県出土の 2 面（倣製内行花文鏡と珠文鏡）は福岡を中心とする九州地方で作られたことは確実である。長野県出土の倣製獣形鏡と宮城県出土の掇文鏡は、古墳時代中期にそれらの地域に前漢鏡などが伝播していた可能性が低いので、九州あるいは近畿地方で製作され、製品として伝わったものと推測される。

表 6 の 2 グループには出土時期と面径にも差異がある。領域 WL の 4 面が古墳中期で小型鏡であるのに対して、WL-E 間の方は 4 面（京都出土鏡を除く）のうち 3 面が古墳前期であり、H4 以外は中～大型鏡である。面径については、測定された倣製鏡 108 面について時期別に平均を求めたところ、古墳前期 13.5 cm（52 面）、古墳中期 13.0 cm（41 面）、古墳後期 9.7 cm（15 面）となった。これによると、WL-E 間の 4 面の方はほぼ平均であり、領域 WL の 4 面が小型の方に偏っていることになる。このような差異の原因についてはいろいろな想像ができるが、例数が少ないので、指摘するに留める。

表 6 前漢鏡および後漢初期の鏡を原料にした倣製鏡

Table 6 Imitative mirrors made from scraps of Western Han and early Eastern Han mirrors

領域	No.	鏡式	径 cm	出土古墳	時期
WL	H12	倣製内行花文鏡	6.5	福岡竹並遺跡	中期
	H64	倣製獣形鏡	11.8	長野兼清塚	中期
	H77	掇文鏡	7.5	宮城吉ノ内 1 号	中期
	H83	珠文鏡	5.9	福岡立山山 25 号	中期
WL と E の 中間	H4	倣製内行花文鏡	6.5	兵庫丸山 1 号	前期
	H22	倣製方格規矩鏡★	22.7	京都百々池	前期
	H43	倣製環状乳神獣鏡	14.4	岡山鶴山丸山	中期
	H99	人物禽獸文鏡	14.1	愛知県東之宮	前期
	H102	人物鳥獸文鏡	15.1	奈良天神山	前期

★ H22 はこのカテゴリーに入らない可能性が高い（本文 5.5 参照）。

5.3 倣製三角縁神獣鏡と同じ技法で作られた倣製鏡

表 5 の領域 Em には計 31 面の倣製鏡が数えられる。図 3 で見ると、中央補助線を境に領域 Es の下側に三角形形状に分布して図 7a の倣製三角縁神獣鏡に類似している。前期 11 面、中期 19 面、後期 1 面と、古墳前期から中期にかけて作られた鏡群である。倣製三角縁神獣鏡は舶載三角縁神獣鏡の後継として、前期古墳から多く出土するが、いま問題にしている倣製鏡はその技法、すなわち武昌系原料でできた舶載鏡のスクラップに銅を混ぜるという技法によって、古墳中期から後期まで作られ続けたのであろう。

領域 Em の 31 面が鏡式ごとにどのように分布するかを図 8～図 19 で見ると、倣製神獣鏡・乳文鏡・特殊文鏡を除く 9 種の鏡式で少なくとも 1, 2 面は存在することがわかる。これらのなかで、図 14（獣形鏡）は資料数が 25 点と多く、全体像に近いいくつかの分布パターンを示している。なかでも顕著なのは、領域 Em の三角形形状の分布である。このなかの 4 資料は化学成分データのある岡山鶴山丸山古墳出土鏡なので、銅添加と鉛同位体比の関係を見ることができる。図 20 にその部分の拡大図を示すが、●印に Sn% を付けた 4 資料が上記古墳の出土である。図 7b を参照しながら、以下説明しよう。

まず、一番上の● H68 (Sn 23 %) は中央補助線に接している。銅の添加が少量（表 3 では鏡本体の 5.5 %）だったため、鉛同位体比の移動が僅かで、Es 内から中央補助

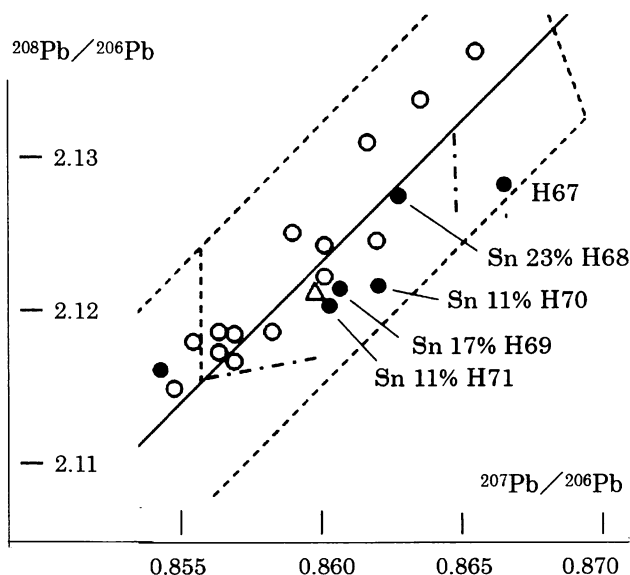


図20 獣形鏡の鉛同位体比分布拡大図
Figure 20 Enlarged lead isotope diagram for imitative mirrors with animal figures

線を跨ぐ程度だったと解釈できる。2番目の● H70 (Sn 11%) は、銅の添加量が大きかったため (鏡本体の 120%), 最も中央補助線から離れている。3番目の● H69 (Sn 17%) は銅添加が中程度で (鏡本体の 43%) で、中央補助線からの離れも中程度である。これらは図 7b の銅添加仮説と完全に一致している。4番目左端の● H71 (Sn 11%) は添加量が大きいけれども (鏡本体の 120%), 中央補助線からの離れは中程度である。この理由は、二つ考えられる。一つは、スクラップも添加銅も鉛含有率が一定でないことである。したがって、鉛同位体比はスクラップと添加銅との混合ライン上で、スクラップに近かったり、添加銅に近かったり、ある程度の任意性があることになる。もう一つは、H71 の位置が左寄り、混合ラインが中央補助線と斜交し、領域 Es 内のスクラップからかなり離れるということもある。

以上の例のほかに、鶴丸丸山古墳出土鏡のうち H14, H18, H26, H28, H34, H38, H39 の 7 資料が領域 Em に入るが、スズ含有率が高い H26 (Sn 28%) と H39 (Sn 19%) は、ともに中央補助線に近接していて、筆者が想定する理論と整合する。他の 5 資料は、本節のカテゴリーに入らない可能性がある。

5.4 異例な鉛同位体比をもつ倣製鏡 (1)

いま検討している 108 面の倣製鏡のなかに、過去の鉛

同位体比測定値には存在しなかった異例のデータが 3 点存在する。その一つが図 20 の H67 で、図 1 で定義した領域 Em の右上方の一隅に収まる。むかし倣製鏡の鉛同位体比分布図をつくったときには、日本列島で製作したために何か異物が混入したのだらうと軽く考えていたが、今回詳細に考察するうちに、これら 3 面もスクラップに銅を添加した結果であることに気が付いた。その説明を図 21 に示す。

図 21 は図 3 の倣製鏡 A 式図の右上方部を拡大したものである。問題の 3 面はつぎのものである。

H27 倣製方格矩鏡 (岡山鶴山丸山, ●中期)

H37 盤龍形鏡 (奈良古市方形墳, ○前期)

H67 倣製四獣鏡 (京都産土山古墳, ●中期)

図 21 の◎ (Cu に含まれる Pb) から上記 3 面に直線 (鎖線) を引くと、その延長線上に 5.2 で議論した WL-E 間と領域 WL が存在する。つまり、古墳前期から中期にかけて前漢鏡・方格矩鏡・連弧文鏡・細線式獣帯鏡のスクラップも鏡製作に使われていたので、◎の鉛を含む銅を添加して「水増し」することもあったであろう。その結果、当の 3 面のように鎖線上に載ることになったと解

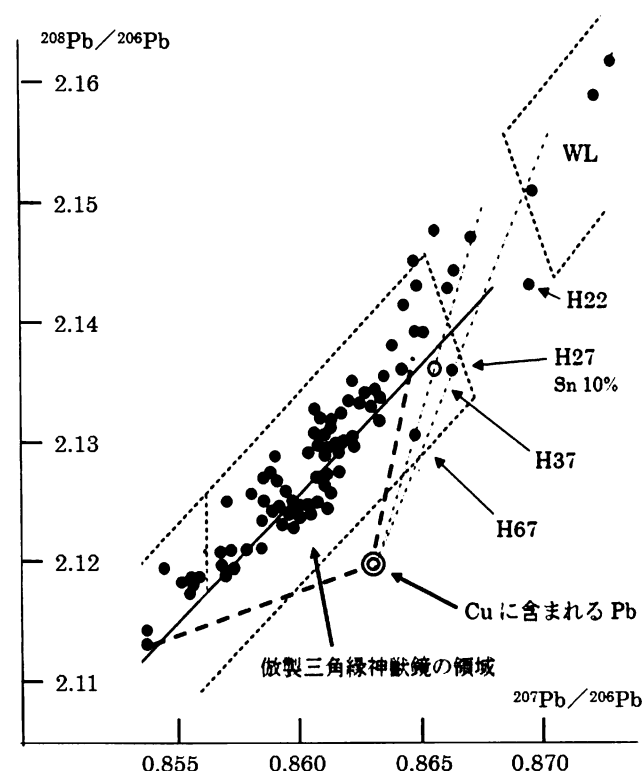


図21 異例な鉛同位体比をもつ倣製鏡3面の生成モデル
Figure 21 A model for explaining how three imitative mirrors with rare lead isotope ratios were made

積できるのである。

H27 については 2.2 で検討した分析値が存在するので、図 21 で、使用したスクラップの領域 WL 内での位置を決めれば、「H27 と◎」および「H27 とスクラップ」の距離の比を測って、添加銅◎の鉛含有量を計算することができる。計算結果は、スクラップが WL の範囲にあるとすると 1.9~2.3 % となり、およそ 2 % の鉛を含む銅という、ほぼ妥当な数値となった。ただし、鉛は偏析しやすく、含有率は変動するので、これはあくまでも参考値である。

H27, H37, H67 の 3 面の出土地は岡山・奈良・京都と前漢鏡がほとんど出土しない場所なので、原料は方格規矩鏡・連弧文鏡・細線式獣帯鏡のいずれかのスクラップであろう。

5.5 異例な鉛同位体比をもつ倣製鏡 (2)

前節の異例な鉛同位体比は A 式図によるものだった。図 5 の倣製鏡 B 式図にも一面だけふつうの鏡群から大きくかけ離れた鏡がある。H22 京都百々池古墳出土の倣製方格規矩鏡であるが、このような異例の鉛同位体比をもつ鉱石の産地を探すときに役立つのがモデル年代である (馬淵: 2012, p.16)。

H22 についてはモデル年代~900 Ma, $\mu_2 = 12.2$, と算出できたので、これを基に考える。

まず、 μ_2 (鉛同位体比進化の過程に関与した地層基盤物質内の Pb/U 比を表す因子) が重要な指標になる。中国の場合、北から南に向かって、中朝地塊 7~10, 秦嶺褶曲帯 9~11, 揚子地塊 10~11 (MVT を除く), 華南褶曲帯 11~14, と規則的に変化しているので、H22 の可能性は華南褶曲帯だけということになる。朝鮮半島の場合は、地層が入り組んでいて、単純ではないが、 $\mu_2 \geq 12$ は現在の韓国の鉱石に多い。

中国南部か韓国南部かを A 式図 (つまり ^{208}Pb) も考慮に入れて検討した結果、H22 に最も類似するのは韓国全羅南道徳陰鉱山の鉱石であることが分かった (馬淵: 2012, p.14・p.25)。H22 は化学成分が測定されていないので、それ以上の推論はできない。朝鮮半島南部由来の青銅器が原料だった可能性の高いことを指摘するに留め、将来の研究に期待したい。

5.6 多鈕細文鏡を原料とした倣製鏡

図 12 の倣製神獸鏡のなかに、弥生時代の朝鮮系遺物ラインに載る鏡がある。H44 岡山鶴山丸山古墳出土の倣製三神三獣鏡である。図 5 の B 式図でみても等時線の 260 Ma あたりにあり、朝鮮系遺物ラインに載る。この鏡はスズ含有率 11 % で、銅が添加されたものであるが (表 1), Sn を 24 % に規格化すると、Cu 66.2 %, Pb 6.8 % となって、白銅質の化学組成である。そのような朝鮮系遺物は多鈕細文鏡に限定される (梅原末治: 1934)。多鈕細文鏡は、破片の場合も含めて福岡、佐賀、長崎、山口、大阪、奈良、長野の各県で計 12 面が発見されている。岡山の古墳に副葬された鏡に多鈕細文鏡を原料にした鏡が存在しても何ら不思議なことではない。

筆者は最近、舶載三角縁神獸鏡のなかに多鈕細文鏡を原料としたものが存在することを発見し、それらが近畿地方で作られたことを示す根拠になるという論文をまとめた (馬淵: 2018)。本節の結果は、その強力な傍証となる事実である。

H44 は A 式図と B 式図の両方が朝鮮系遺物ラインに載り、明確であったが、そのほかにも朝鮮系遺物を匂わせるデータがある。

① A 式図と B 式図で朝鮮系遺物ラインに近いもの

H108 素文鏡 (長野爾ノ神古墳, 図 19, 後期)

② A 式図で朝鮮系遺物ラインに近いもの

H104 素文鏡 (静岡新豊院山 D2 号, 図 19, 前期)

③ B 式図で朝鮮系遺物ラインに近いもの

H13 倣製内行花文鏡 (熊本辻 1 号, 図 8, 中期)

これらはおそらく、添加した銅に含まれる鉛によって鉛同位体比が変動した結果と思われるが、化学成分のデータがないので断言はできない。H44 は銅の純度が高かったために変動がほとんどなかったと考えられる。

H104 と H108 は測定した 108 面のなかの素文鏡 2 面であるが、静岡県磐田市と長野県塩尻市という近い場所の古墳から出土している。塩尻市から 50 km ほど東にある長野県佐久市からは多鈕細文鏡を加工した破片が発見されている (永峯: 1966; 馬淵: 1988)。H13 は多鈕細文鏡が多く出ている九州からの出土である。以上のように、3 面は古墳前・中・後期と時期はまちまちであるが、多鈕細文鏡が原料だった可能性が高い。

5.7 添加された銅に含まれる鉛

ここで今までの考察でたびたび出現した添加のために使われた銅とそこに含まれる微量の鉛の問題をまとめておこう。主として関西以西の複数の地で、数百年にわたって、倣製鏡が製作されたときに使われた銅材は、含まれる鉛の同位体比からある程度の推論が可能になる。いまのところ少なくとも3種類を挙げることができる。

①弥生時代の銅

弥生時代の青銅器が、銅鐸や銅利器に現れているように、中期から後期にかけて錫の含有量が徐々に少なくなり、終末期にはほとんど錫を含まない銅器になるという事実は古くからよく知られていた（馬淵・平尾：1982）。筆者はその原因が銅添加による青銅の希釈（錫濃度についてのこと）であることを鉛同位体比によって証明した（馬淵：2007）。添加された銅に含まれる鉛の同位体比は一定で、 2.1653 ($^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$)、 0.8763 ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$)、 17.747 ($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$)（岡山高塚遺跡の棒状銅製品）であった。この鉛はのちに、長江より北の地域（秦嶺褶曲帯）の産と推定された。

②古墳時代の銅（その一、Cu-1）

古墳時代になると、長江以南の原材料で作られた銅鏡が流入する。鏡式として最も多いのは三角縁神獣鏡で、はじめは魏で作られ持ち込まれたが、かなり早い段階で倭国内（たぶん畿内）で作られるようになる（筆者の見解）。そして表現⑪⑫⑬（舶載三角縁神獣鏡の編年の最も新しい段階）から従来の原材料（鏡の成分）に銅を添加して錫を希釈するようになる。この手法は表現⑪⑫⑬に続く倣製三角縁神獣鏡のほとんどすべてに及ぶので、それらが含む鉛の同位体比の規則的な変動を利用して、添加銅に含まれる鉛の同位体比を、 2.116 ($^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$)、 0.863 ($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$)と推定した（馬淵：2010a）。この鉛同位体比は、あくまでも倣製三角縁神獣鏡の化学成分と鉛同位体比の変動を数学的に満足させるための仮想的な数値であったが、小論の5.4で示したように、従来説明できなかった3面の倣製鏡の同位体比がこれを適用することで明確に説明されることが分かり、実在が証明された。

③古墳時代の銅（その二、Cu-2）

古墳時代に添加用として使われた銅は上記のものだけではない。小論で扱っている倣製鏡108面のうち約70

面は漢三国晋鏡の鉛同位体比区分領域に収まっている（表5）。分析値はないが、それら70面余の鏡は、2.1で紹介した考古学における化学成分についての一般的な見解にあるように、多かれ少なかれ銅で希釈されてスズ含有率が10～20%になっているものが多いと思われる。つまり、銅添加によって鉛同位体比が大きく動かされることはなかったことになる。それは鉛が1%以下という純銅に近い場合にありうることである。中国出土のインゴットの分析により、そのような銅の存在は確認されている（馬淵：2013, p.5）。

6. まとめ

古墳時代倣製鏡の化学成分および鉛同位体比の解析によって、下記のことが明らかになった。

(1) 倣製鏡の製作法（一般論）

鶴山丸山古墳（岡山県備前市、古墳中期）出土の倣製鏡18面の化学分析値を解析することにより、それらの鏡が素材（銅・錫・鉛）の調合ではなく、白銅質の舶載鏡（破片あるいは使用済みの品）に銅材を加えて作られたことが確実にになった。加えた銅の量比は一定していない。18面が多種類の鏡式を含むことから、この製作法は古墳時代を通じて一般的だったと推測される。

(2) 銅材 Cu-1 を添加した倣製鏡（馬淵：2010a）

倣製三角縁神獣鏡は舶載三角縁神獣鏡のスクラップに銅（Cu-1と定義する）を加えて作られた（添加の比率は不定）。Cu-1には特定の同位体比をもつ鉛が数%含まれていて、舶載三角縁神獣鏡の鉛と混合することにより、鉛同位体比分布図のなかで固有の領域（図1のEm）を形成する。このことから、この鏡式の製作工人（群）は、他の工人から独立した独自の技術で製作を続けたと考えられる。

Cu-1と武昌系原料でできた舶載鏡スクラップの混合による鉛同位体比の変動は、三角縁神獣鏡以外の倣製鏡の約三分の一にも認められた。三角縁神獣鏡製作工人の技術と材料が、他の工人（群）に伝わったと考えられる。

Cu-1と前漢鏡タイプの鉛を含む鏡（前漢鏡・方格規矩鏡・連弧文鏡・細線式獣帯鏡）のスクラップとの混合も、108面のうちの3面で認められた。これら3面の鉛同位体比は、舶載鏡の解析結果では説明できない異例のもの

だったが、上記2者の混合で解釈できるようになり、倣製三角縁神獣鏡の論文で仮説として設定されたCu-1の存在を裏付けるものとなった。

(3) 純銅 Cu-2 を添加した倣製鏡

今回解析した倣製鏡108面のうち70数面も、スクラップに銅(Cu-2と定義)を多少なりとも加えて作られたと考えられる(添加比率は不定)。Cu-2は純銅に近かったため、スクラップの鉛同位体比を大きく変えることはなかった。そのため、下記のような舶載鏡の分布パターンをそのまま示し、原スクラップの身元解明に繋がった。

① 弥生時代朝鮮系遺物ラインに載るもの

多鈕細文鏡から作られた鏡1面(ほか3面に可能性あり)

② 領域 WL および WL と E の間に分布するもの

前漢鏡・方格規矩鏡・連弧文鏡・細線式獣帯鏡から作られた鏡9面

③ 領域 Es に収まるもの

三角縁神獣鏡・倣古鏡など、武昌系原料で作られた鏡50面

④ 領域 E1・E2 に収まるもの

華南産の神獣鏡などから作られた鏡14面

(4) 原鏡が不明の倣製鏡

鉛同位体比が測定された108面のなかの1面、H22京都百々池古墳出土の倣製方格規矩鏡に含まれる鉛は、モデル年代約900 Maと非常に古く、産地が不明である。可能性としては朝鮮半島南部を挙げることができるが、今後の研究を待ちたい。

以上のように、古墳時代に日本列島に存在していたほぼすべての種類の舶載鏡のスクラップが倣製鏡製作に使われたが、それらのなかでも③武昌系原材料(領域Es、長江中流域)の鏡が最も多く、約75%を占める。弥生時代から古墳時代を通じて、いわゆる舶載鏡も倣製鏡も、添加用の銅材を含めて原料はすべて舶載であったことが明確になった。

シリーズを閉じるにあたり

いまから8年前に始めた「漢式鏡の化学的研究」シリーズは本論文(7)をもって終了としたい。

筆者が復古的データを使って鉛同位体比の詳細な解析に取り組むようになった動機は、測定した考古資料の重要性にあった。貴重な鏡の鍍試料は東京国立博物館・西田守夫の緻密な構想の下で1978~1990年の期間に蒐集された(馬淵:2013, p.1)。目標は三角縁神獣鏡のアイデンティティの解明であり、測定試料はその目標に沿って、当鏡式だけでなく、関係の深い漢三国晋鏡および古墳時代倣製鏡に及んだ。

測定データを積み重ねていた1980年代に得られた結論は、前漢鏡と後漢三国晋鏡の間に鉛同位体比の断層があること、および三角縁神獣鏡は後者に属することであった。この結論は言外に三角縁神獣鏡の原料が日本産ではないことを意味し、一部の考古学関係者の関心(賛否両論)を引いたが、それ以上の研究の深化をはかることはできなかった。

研究の新しい展開の芽は1990年前後から、第一に考古学の分野、そして第二に地質・鉱物学の分野で出始めていた。考古学では漢鏡および三角縁神獣鏡の編年であり(馬淵:2010a, p.3; 2011, p.44)、地質・鉱物学では金属鉱業事業団(現・独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構)による東アジア鉱物資源の学術報告書類の発刊であった(馬淵:2013, p.41)。

第一の漢鏡の編年(岡村:1984; 1993)は、鏡式を横断した時間軸ができたことで複雑な紋様による分類が単純化され、自然科学からの接近を容易にするという役割があった。本シリーズの(2)「前漢鏡から後漢鏡」(馬淵:2011)、(4)「後漢三国晋鏡」(馬淵:2014)、(5)「平原鏡」(馬淵:2015)がその恩恵を受けた論文である。

第二の東アジア鉱物資源の学術報告書類は、中国の地質構造と金属鉱床の関係を具体的な地名・鉱山名を伴って詳述したもので、1990年代後半からのインターネットの実用化と相俟って、1980年代に筆者らが測定した東アジアの鉛鉱石の鉛同位体比(馬淵・平尾:1987)を有機的に蘇生させる役割を果たした。本シリーズ(3)「鉛モデル年代」(馬淵:2012)は、1970年代にStacey and Kramer(1975)によって提案され、その後進展がなかった理論(兼岡:1998, p.77)を、当報告書類の情報を使って東アジアの鉱床に応用したものである。この論文の役割は、単なる数字に過ぎない2種類の鉛同位体比

($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ と $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$) を、モデル年代と μ_2 という 2 因子に変換することで、地質学・地球化学的意味を付加することであった。モデル年代の概念は、本シリーズの (4) ~ (7) に通底してしばしば引用したが、筆者の頭の中ではつねに、産地を考えるときのバックグラウンドになっていた。

錫は中国でも産出が西南地域に偏るため、漢式鏡の製作に影響を与えたと想像されるが、科学的な産地推定の手段がないために、銅と比べて考古学や考古科学の分野で取り上げられる頻度は少ない (岡村:2008; 金:2008)。東アジア鉱物資源の近年の開発状況を採り入れて本誌の「研究ノート」として「漢式鏡に含まれる錫の産地について」(馬淵:2015) をまとめたのは、学問上の空隙を多少なりとも埋めたいという思いからであった。

最後に、西田守夫が研究目標として設定した三角縁神獣鏡問題に関する論文について一言触れておこう。

『日本考古学』に発表した「鉛同位体比からみた三角縁神獣鏡の舶載鏡と仿製鏡」(馬淵:2010a) は、岸本直文 (1989) による「表現」が鉛同位体比と明瞭に相関することを報告したもので、本シリーズを書く出発点になった。その後、三角縁神獣鏡問題を原材料産地 (馬淵:2013) と製作地 (馬淵:2018) に分けてまとめたが、考古学の内容が多いことと、論争の歴史的経過を踏まえて『考古学雑誌』に投稿した。本シリーズ (1) ~ (7) が、これら三角縁神獣鏡論文の自然科学的バックグラウンドになっていることはいうまでもない。

謝辞

倣製鏡の化学組成に関するデータをご教示くださった早川泰弘・平尾良光両博士に心から感謝いたします。

本シリーズ執筆の基になった考古学資料は西田守夫先生によって 30 余年前に三角縁神獣鏡問題解明の布石として打たれました。西田先生および、先生の呼びかけに

応じて試料を提供して下さった、全国の自治体文化課・美術館・博物館・資料館の関係者の方々に厚くお礼申し上げます。当時、ご提供いただいた機関には報告書の提出に努めましたが、それが叶わなかった場合もありました。お詫び申し上げるとともに、本シリーズの論文をもって報告書に代えさせて頂ければ幸いです。

註

- 1) 最近では倣鏡という用語も使われるが、ここではむかしからの仿製鏡に代わって常用漢字の「倣製鏡」を使う。
- 2) ここで小論で頻繁に使う用語の「錫」と「スズ」についてお断りしておきたい。日本化学会は元素名を「スズ」とし高校の教科書を含めて化学分野ではこれを用いている。しかし、金属材として取り上げる時には「錫」の方が実感が伝わる。以後、化学分析および化学成分に関する文章では「スズ」とし、材料として扱うとき、および古文文献を引用するときには「錫」とする。化学哲学 (シェリー:2009, p.320) では、“element”には抽象元素と単体という二つの概念があるとしている。英語で両者を表現するときには“abstract element and simple element”とするが、ここでは漢字と仮名をもつ日本語の長所を生かして、「スズと錫」としたい。
- 3) 元素の定量分析において、湿式分析と機器分析にはそれぞれ長所と短所がある。湿式時代に教育を受け、研究者になってつぎつぎと新型機器の出現を経験した筆者は、データを使って考察する前に必ずその質を吟味する習慣がついた。平尾・早川の分析値は、過去の湿式分析と比較して十分に質の高いものであることが確かめられたので、考察に使わせていただいた。

引用文献

- 新井悟 1997「古墳時代倣製鏡の出現と大型鏡の意義」考古学ジャーナル 421 号 pp.8-13
梅原末治 1934「河内大県発見多鈕細紋鏡の化学成分」考古学 第 5 巻 第 5 号 pp.128-129
岡村秀典 1984「前漢鏡の編年と様式」史林 第 67 巻 第 5 号 pp. 1-42
岡村秀典 1993「後漢鏡の編年」国立歴史民俗博物館研究報告 第 55 集 pp.39-83

- 岡村秀典 2008「中国古代の青銅器生産」國學院雜誌 第 109 卷 第 11 号 pp.152-164
- 兼岡一郎 1998『年代測定概論』東京大学出版会 315p
- 神谷雅晴・奥村公男・寺岡易司・宮野素美子・渡辺寧 2008「東アジア鉱物資源図の出版」地質ニュース 645 号 pp.20-25
- 岸本直文 1989「三角縁神獸鏡製作の工人群」史林 第 72 卷 第 5 号 pp.1-43
- 金正耀 2008『中国鉛同位素考古』中国科学技術大学出版社 313p
- 九州環境管理協会 1991「鏡片の定量分析」『平原弥生古墳 大日靈貴の墓』上巻 平原弥生古墳調査報告書編集委員会 pp.203-205
- 小林三郎 1982「古墳時代倣製鏡の鏡式について」明治大学人文科学研究所紀要 第 21 冊 pp.89-168
- 小林三郎 2010『古墳時代倣製鏡の研究』六一書房 306p
- 小松茂・山内淑人 1937「古鏡の化学的研究」東方学報・京都 第 8 冊 東方文化学院京都研究所 pp.11-55
- シェリー・E. 2009『周期表』馬淵久夫・富田功・古川路明・菅野等（共訳）朝倉書店 338p
- 白石太一郎（編）1994『国立歴史民俗博物館研究報告』第 56 集 共同研究「日本出土鏡データ集成 2」858p
- 辻田淳一郎 1999「古墳時代前期倣製鏡の多様化とその志向性－製作工程の視点から－」九州考古学 第 74 号 pp.1-17
- 永峯光一 1966「鏡片の再加工と考えられる白銅版について」信濃 第 18 卷 第 4 号 pp.29-32
- 西田守夫 1986『三角縁神獸鏡の製作地の研究』文部省科学研究費補助金一般研究 B, 課題番号 (59450045) 42p
- 樋口隆康 1979『古鏡』新潮社 377p
- 馬淵久夫・平尾良光 1982「鉛同位体比からみた銅鐸の原料」考古学雑誌 第 68 卷 第 1 号 pp.42-62
- 馬淵久夫・平尾良光 1987「東アジア鉛鉱石の鉛同位体比」考古学雑誌 第 73 卷 第 2 号 pp.71-82
- 馬淵久夫 1988「長野県出土青銅鏡の鉛同位体比測定」『長野県史』資料編全 1 卷 (4) 遺構・遺物 pp.1072-1075
- 馬淵久夫・平尾良光 1990「福岡県出土青銅器の鉛同位体比」考古学雑誌 第 75 卷 第 4 号 pp.1-20
- 馬淵久夫 1996『弥生・古墳時代倣製鏡の鉛同位体比の研究』文部省科学研究費補助金一般研究 C, 課題番号 (05835017) 35p
- 馬淵久夫 2007「鉛同位体比による青銅器研究の 30 年－弥生時代後期の青銅原料を再考する－」考古学と自然科学 55 号 pp.1-29
- 馬淵久夫 2010a「鉛同位体比からみた三角縁神獸鏡の舶載鏡と倣製鏡」日本考古学 第 29 号 pp.1-18
- 馬淵久夫 2010b「漢式鏡の化学的研究 (1)－鏡鑄造時に鉛は加えられたか－」考古学と自然科学 61 号 pp.1-16
- 馬淵久夫 2011「漢式鏡の化学的研究 (2)－鉛同位体比の「前漢鏡タイプ」から「後漢鏡タイプ」への移行について－」考古学と自然科学 62 号 pp.43-63
- 馬淵久夫 2012「漢式鏡の化学的研究 (3)－鉛同位体比法に鉛モデル年代の導入を提案する－」考古学と自然科学 63 号 pp.1-27
- 馬淵久夫 2013「三角縁神獸鏡の原材料産地に関する考察」考古学雑誌 第 98 卷 第 1 号 pp.1-49
- 馬淵久夫 2014「漢式鏡の化学的研究 (4)－後漢中期以降の漢三国晋鏡の原材料産地－」考古学と自然科学 66 号 pp.1-24
- 馬淵久夫 2015「漢式鏡に含まれる錫の産地について」考古学と自然科学 68 号 pp.47-59

- 馬淵久夫 2016「漢式鏡の化学的研究 (5) - 平原遺跡出土銅鏡の製作地について -」考古学と自然科学 70 号 pp.29-48
- 馬淵久夫 2017「漢式鏡の化学的研究 (6) - ミシシッピバレー型鉍床鉛の産地 -」考古学と自然科学 73 号 pp.29-46
- 馬淵久夫 2018「三角縁神獸鏡の製作地について」考古学雑誌 第 100 巻 第 1 号 pp.1-49
- 森下章司 1991「古墳時代仿製鏡の変遷とその特質」史林 第 74 巻 第 6 号 pp.1-43
- 山崎一雄 1987『古文化財の科学』思文閣出版 352p
- 山崎一雄・室住正世・馬淵久夫 1992「椿井大塚山出土鏡の化学成分と鉛同位体比」『樋口隆康・三角縁神獸鏡綜鑑』（付篇）新潮社 pp.239-252
- Hirao, Y., Hayakawa, Y., Enomoto, J., 2004 "Chemical Composition of Cultural Objects and their Technique - Application of X-Ray Fluorescence Method -" in Non-destructive Examination of Cultural Objects - Recent Advances in X-Ray Analysis -, Proceedings of the 28th Intl. Symposium on the Conservation and Restoration of Cultural Property, National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo pp.37-44
- Stacey, J. and Kramer, J., 1975 "Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model" Earth and Planetary Science Letter 26 pp.207-221

(2017 年 9 月 28 日受付, 2017 年 11 月 21 日受理)

表7 倣製内行花文鏡の鉛同位体比

Table 7 Lead isotope ratios for imitative *Lian-Hu* (inner circle of arcs) mirrors

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H1	(倣)内行花文鏡	9.3	福岡満吉第3号遺跡	弥古	18.189	15.646	38.641	0.8602	2.1244	馬淵・平尾 1990
H2	(倣)内行花文鏡	9.0	福岡油田1号	前期	18.150	15.654	38.625	0.8625	2.1281	馬淵・平尾 1990
H3	(倣)内行花文鏡	28.9	静岡松林山	前期	18.149	15.628	38.656	0.8611	2.1299	西田 1986
H4	(倣)内行花文鏡	6.5	兵庫丸山1号	前期	18.048	15.655	38.699	0.8674	2.1442	馬淵・平尾 1982
H5	(倣)内行花文鏡	11.1	広島宮の谷8号	前期	18.069	15.612	38.543	0.8640	2.1331	馬淵・平尾 1983
H6	(倣)内行花文鏡	18.2	岐阜長塚	前期	18.282	15.664	38.707	0.8568	2.1172	西田 1986
H7	(倣)内行花文鏡	11.4	山口宮ノ洲	前期	18.566	15.720	38.972	0.8467	2.0991	西田 1986
H8	(倣)内行花文鏡	11.2	栃木助戸十二天	中期	18.256	15.642	38.772	0.8568	2.1238	西田 1986
H9	(倣)内行花文鏡	17.0	福井泰遠寺山	中期	18.325	15.675	38.800	0.8554	2.1173	西田 1986
H10	(倣)内行花文鏡	9.0	福井鼓山2号	中期	18.016	15.587	38.540	0.8652	2.1392	西田 1986
H11	(倣)内行花文鏡	9.1	長野兼清塚	中期	18.204	15.650	38.656	0.8597	2.1235	西田 1986
H12	(倣)内行花文鏡	6.5	福岡竹並遺跡 A-13 号	中期	17.768	15.549	38.427	0.8751	2.1627	西田 1986
H13	(倣)内行花文鏡	9.7	熊本辻1号	中期	18.236	15.595	38.591	0.8552	2.1162	宇土市教委
H14	(倣)内行花文鏡	27.0	岡山鶴山丸山 J-33958	中期	18.173	15.647	38.594	0.8610	2.1237	Hirao et al.2006
H15	(倣)内行花文鏡	20.6	岡山鶴山丸山 J-33959	中期	18.220	15.656	38.683	0.8593	2.1231	Hirao et al.2006
H16	(倣)内行花文鏡	14.85	岡山鶴山丸山 J-33961	中期	18.143	15.639	38.623	0.8620	2.1288	Hirao et al.2006
H17	(倣)内行花文鏡	17.3	岡山鶴山丸山 J-33960	中期	18.411	15.670	38.858	0.8511	2.1106	Hirao et al.2006
H18	(倣)内行花文鏡	20.6	岡山鶴山丸山 OM-1	中期	18.127	15.636	38.589	0.8626	2.1288	Hirao et al.2006
H19	(倣)内行花文鏡	11.7	滋賀石淵山	後期	18.257	15.668	38.734	0.8582	2.1216	馬淵 1996
H20	(倣)内行花文鏡	7.7	熊本高橋稲荷石棺群	古墳	18.051	15.600	38.537	0.8642	2.1349	馬淵・平尾 1983

「年代」弥古（弥生時代～古墳時代）、前期（古墳前記）、中期（古墳中期）、後期（古墳後記）、古墳（古墳時代）

「文献」宇土市教委→宇土市教育委員会からの委託資料

表8 倣製方格規矩鏡の鉛同位体比

Table 8 Lead isotope ratios for imitative TLV mirrors

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H21	(倣)方格規矩四神鏡	21.9	愛知東之宮	前期	18.221	15.648	38.747	0.8588	2.1265	西田 1986
H22	(倣)方格規矩八獣鏡	22.7	京都百々池	前期	18.043	15.715	38.672	0.8710	2.1433	西田 1986
H23	(倣)方格規矩鏡	15.4	兵庫城の山 6号鏡	前期	18.169	15.638	38.664	0.8607	2.1280	馬淵・平尾 1982
H24	(倣)方格規矩鏡	13.5	岡山吉原6号	前期	18.205	15.640	38.646	0.8591	2.1228	馬淵・平尾 1982
H25	(倣)方格規矩獣文鏡	22.0	京都今里車塚	中期	18.194	15.649	38.611	0.8601	2.1222	奈文研
H26	(倣)方格規矩鏡	16.9	岡山鶴山丸山 J-33963	中期	18.185	15.648	38.598	0.8605	2.1225	Hirao et al.2006
H27	(倣)方格規矩鏡	16.7	岡山鶴山丸山 J-33962	中期	18.009	15.621	38.451	0.8674	2.1351	Hirao et al.2006
H28	(倣)方格規矩鏡	12.7	岡山鶴山丸山 OM-4	中期	18.193	15.651	38.618	0.8603	2.1227	Hirao et al.2006

「文献」奈文研→奈良国立文化財研究所からの委託資料

表 9 龍鏡の鉛同位体比

Table 9 Lead isotope ratios for imitative mirrors with dragon patterns

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H29	龍鏡	12.6	島根山地	前期	18.107	15.626	38.608	0.8630	2.1322	出雲市教委
H30	龍鏡	24.3	伝北和 城南	前期	18.133	15.623	38.554	0.8616	2.1262	西田 1986
H31	龍鏡	11.4	愛媛相の谷 1 号	前期	18.127	15.616	38.583	0.8615	2.1285	馬淵・平尾 1983
H32	龍鏡	10.8	広島掛迫 6 号	前期	18.065	15.641	38.641	0.8658	2.1390	馬淵 1996
H33	龍鏡	23.8	新潟菟浦塚古墳	前-中期	18.063	15.576	38.453	0.8623	2.1288	東博
H34	龍鏡	17.3	岡山鶴山丸山 J-33969	中期	18.194	15.647	38.624	0.8600	2.1229	Hirao et al.2006
H35	龍鏡	17.3	岡山鶴山丸山 OM-3	中期	18.011	15.594	38.639	0.8658	2.1453	Hirao et al.2006

「文献」 出雲市教委→出雲市教育委員会からの委託資料 東博→東京国立博物館からの委託資料

表 10 盤龍形鏡の鉛同位体比

Table 10 Lead isotope ratios for imitative mirrors with coiled dragons and tigers

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H36	(倣)盤龍鏡	10.3	京都西車塚	前期	18.418	15.709	38.884	0.8529	2.1112	西田 1986
H37	盤龍形鏡	18.3	奈良古市方形墳	前期	18.043	15.636	38.524	0.8666	2.1351	西田 1986
H38	盤龍形鏡	16.5	岡山鶴山丸山	中期	18.182	15.635	38.599	0.8599	2.1229	西田 1986
H38a	盤龍形鏡	16.5	岡山鶴山丸山 J-33970	中期	18.186	15.638	38.605	0.8599	2.1228	Hirao et al.2006
H39	盤龍形鏡	16.7	岡山鶴山丸山 J-33971	中期	18.256	15.660	38.683	0.8578	2.1189	Hirao et al.2006

註：H38 と H38a は同一試料を別の時期に別の機器で測定したもの。

表 11 倣製神獸鏡の鉛同位体比

Table 11 Lead isotope ratios for imitative mirrors with divinity and animal figures

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H40	(倣)三角縁変形神獸鏡	17.2	奈良天神山 5 号鏡	前期	18.261	15.668	38.801	0.8580	2.1248	馬淵・平尾 1982
H41	(倣)三角縁変形神獸鏡	17.4	奈良天神山 15 号鏡	前期	18.004	15.572	38.442	0.8649	2.1352	馬淵・平尾 1982
H42	(倣)神獸鏡	15.2	熊本宇土城跡 SD01	前期	18.322	15.671	38.799	0.8553	2.1176	宇土市教委
H43	(倣)環状乳神獸鏡	14.4	岡山鶴山丸山 J-33967	中期	17.963	15.599	38.561	0.8684	2.1467	Hirao et al. 2006
H44	(倣)三神三獸鏡	14.8	岡山鶴山丸山 J-33968	中期	18.556	15.672	39.062	0.8446	2.1051	Hirao et al. 2006
H45	(倣)二神六獸鏡	12.2	群馬綿貫観音山	後期	18.022	15.603	38.535	0.8658	2.1382	西田 1986

「文献」 宇土市教委→宇土市教育委員会からの委託資料

表 12 神像鏡の鉛同位体比

Table 12 Lead isotope ratios for imitative mirrors with divinity figures

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H46	(倣)変形方格四神鏡	21.8	京都西車塚	前期	18.162	15.661	38.611	0.8623	2.1259	西田 1986
H47	(倣)九神鏡	11.6	熊本秋只	前期	18.041	15.586	38.444	0.8639	2.1309	宇土市教委
H48	(倣)五神鏡	9.8	和歌山尾ノ崎遺跡	前期	18.170	15.648	38.626	0.8612	2.1258	馬淵 1996

「文献」 宇土市教委→宇土市教育委員会からの委託資料

表 13 倣製獸形鏡の鉛同位体比
Table 13 Lead isotope ratios for imitative mirrors with animal figures

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H49	(倣)変形四獣鏡	13.5	茨城桜塚	前期	17.999	15.584	38.570	0.8658	2.1429	筑波大
H50	(倣)四獣形鏡	6.6	神奈川大源太	前期	18.164	15.645	38.720	0.8613	2.1317	西田 1986
H51	(倣)変形四獣鏡	12.1	静岡松林山	前期	18.263	15.644	38.681	0.8566	2.1180	西田 1986
H52	(倣)四獣形鏡	11.2	愛知東之宮 No.35 (7)	前期	18.296	15.674	38.778	0.8567	2.1195	西田 1986
H53	(倣)四獣形鏡	12.8	愛知東之宮 No.35 (8)	前期	18.228	15.658	38.755	0.8590	2.1261	西田 1986
H54	(倣)六獣形鏡	24.5	京都西車塚	前期	18.167	15.653	38.605	0.8616	2.1250	西田 1986
H55	(倣)浮彫式獣形鏡	13.6	京都百々池	前期	18.230	15.647	38.642	0.8583	2.1197	西田 1986
H56	(倣)変形四獣形鏡	13.8	北和城南	前期	18.157	15.613	38.549	0.8599	2.1231	西田 1986
H57	(倣)斜縁四獣鏡	13.6	兵庫丸山 1 号	前期	18.291	15.653	38.764	0.8558	2.1193	馬淵・平尾 1982
H58	(倣)四獣形鏡	16.7	奈良天神山 7 号鏡	前期	18.044	15.603	38.574	0.8647	2.1378	馬淵・平尾 1982
H59	(倣)四獣形鏡	13.1	奈良天神山 13 号鏡	前期	18.112	15.627	38.662	0.8628	2.1346	馬淵・平尾 1982
H60	(倣)四獣形鏡	18.3	奈良天神山 18 号鏡	前期	18.199	15.644	38.671	0.8596	2.1249	馬淵・平尾 1982
H61	(倣)一仙五獣形鏡	13.2	香川岩清尾山	前期	18.302	15.650	38.722	0.8551	2.1157	西田 1986
H62	(倣)四獣形鏡	8.3	佐賀谷口	前期	18.276	15.663	38.730	0.8570	2.1192	西田 1986
H63	(倣)四獣形鏡	11.2	熊本向野田	前期	18.259	15.648	38.667	0.8570	2.1177	宇土市教委
H64	(倣)獣形鏡	11.8	長野兼清塚	中期	17.803	15.562	38.449	0.8741	2.1597	西田 1986
H65	(倣)変形四獣鏡	12.4	静岡上平川大塚	中期	18.450	15.695	38.882	0.8507	2.1074	西田 1986
H66	(倣)変形一神四獣形鏡	16.2	京都トツカ (十塚)	中期	18.309	15.651	38.762	0.8548	2.1171	西田 1986
H67	(倣)四獣鏡	12.6	京都産土山	中期	18.064	15.640	38.465	0.8658	2.1294	馬淵 1996
H68	(倣)細線式獣形鏡	15.5	岡山鶴山丸山 J-33964	中期	18.137	15.636	38.599	0.8621	2.1282	Hirao et al. 2006
H69	(倣)変形四禽鏡	16.7	岡山鶴山丸山 J-33973	中期	18.190	15.651	38.605	0.8604	2.1223	Hirao et al. 2006
H70	(倣)変形四禽鏡	16.7	岡山鶴山丸山 J-33972	中期	18.154	15.640	38.535	0.8615	2.1227	Hirao et al. 2006
H71	(倣)五獣形鏡	14.5	岡山鶴山丸山 J-33974	中期	18.201	15.651	38.617	0.8599	2.1217	Hirao et al. 2006
H72	(倣)獣形鏡	12.9	兵庫鬼神山	後期	18.178	15.628	38.581	0.8597	2.1224	馬淵 1996
H73	(倣)変形五獣鏡	11.2	大分報恩寺 4 号	後期	18.439	15.695	38.866	0.8512	2.1078	馬淵・平尾 1982

「文献」筑波大→筑波大学・岩崎卓也氏からの委託資料 宇土市教委→宇土市教育委員会からの委託資料

表 14 捩文鏡の鉛同位体比
Table 14 Lead isotope ratios for imitative mirrors with torsion figures

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H74	捩文鏡	10.4	岡山一宮天神山 2 号	前期	18.133	15.661	38.663	0.8637	2.1322	馬淵 1996
H75	捩文鏡	9.45	福岡向谷 1 号墳 2 号主体	中期	18.145	15.616	38.594	0.8606	2.1270	馬淵・馬淵 1990
H76	捩文鏡	11.3	伝 群馬長瀬西	中期	18.080	15.598	38.492	0.8627	2.1290	西田 1986
H77	捩文鏡	7.5	宮城吉ノ内 1 号	中期	17.885	15.581	38.467	0.8712	2.1508	東北歴史資料館
H78	捩文鏡	9.45	山形お花山 1 号	後期	18.254	15.667	38.799	0.8583	2.1255	西田 1986

「文献」東北歴史資料館→東北歴史資料館からの委託資料

表 15 珠文鏡の鉛同位体比

Table 15 Lead isotope ratios for mirrors with pearl patterns

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H79	珠文鏡	6.7	島根奥才 12 号	前期	18.137	15.645	38.674	0.8626	2.1323	西田 1986
H80	珠文鏡	6.3	熊本古保里 2 号石棺	前期	18.153	15.639	38.635	0.8615	2.1283	宇土市教委
H81	珠文鏡	7.0	福岡藤崎 7 号方形周溝墓	前期	18.095	15.609	38.593	0.8626	2.1328	馬淵・平尾 1990
H82	珠文鏡	8.0	島根山地	前期	18.153	15.641	38.575	0.8616	2.1250	出雲市教委
H83	珠文鏡	5.9	福岡立山山 25 号	中期	17.866	15.608	38.599	0.8736	2.1605	馬淵・平尾 1990
H84	珠文鏡	9.3	和歌山尾ノ崎遺跡	中期	18.170	15.639	38.566	0.8607	2.1225	馬淵 1996
H85	珠文鏡	6.1	熊本久保原石棺	中期	18.083	15.611	38.576	0.8633	2.1333	宇土市教委
H86	珠文鏡	7.6	群馬大山鬼塚	後期	18.136	15.622	38.639	0.8614	2.1305	西田 1986
H87	珠文鏡	9.4	群馬古城稲荷山	後期	18.220	15.642	38.694	0.8585	2.1237	西田 1986
H88	珠文鏡	8.2	島根御崎山	後期	18.184	15.631	38.612	0.8596	2.1234	西田 1986
H89	珠文鏡	6.4	福岡三国の鼻 1 号	不詳	18.206	15.666	38.704	0.8605	2.1259	馬淵・平尾 1990

「文献」宇土市教委→宇土市教育委員会からの委託資料 出雲市教委→出雲市教育委員会からの委託資料

表 16 乳文鏡の鉛同位体比

Table 16 Lead isotope ratios for mirrors with nipple patterns

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H90	乳文鏡	7.4	静岡愛野向山 12 号	中期	18.452	15.699	38.904	0.8508	2.1084	袋井市教委
H91	乳文鏡	9.1	福岡竹並遺跡 A-23 号	中・後期	18.227	15.692	38.856	0.8609	2.1318	西田 1986
H92	乳文鏡	10.6	佐賀野田（大野）	後期	18.137	15.667	38.683	0.8638	2.1328	馬淵・平尾 1983
H93	乳文鏡	9.0	島根めんぐろ	後期	18.548	15.701	38.958	0.8465	2.1004	西田 1986
H94	変形乳文鏡	7.7	群馬五代大日塚	後期	18.361	15.660	38.778	0.8529	2.1120	西田 1986

「文献」袋井市教委→袋井市教育委員会からの委託資料

表 17 鈴鏡の鉛同位体比

Table 17 Lead isotope ratios for mirrors with small bell figures

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H95	五鈴櫛歯文鏡	6.4	栃木助戸十二天 No.563	中期	18.136	15.628	38.631	0.8617	2.1301	西田 1986
H96	五鈴櫛歯文鏡	6.3	栃木助戸十二天 No.564	中期	18.195	15.633	38.595	0.8592	2.1212	西田 1986
H97	三鈴鏡	6.8	栃木別処山	後期	18.749	15.766	39.142	0.8409	2.0877	南河内町教委

「文献」南河内町教委→栃木県南河内町教育委員会からの委託資料

表 18 特殊文鏡の鉛同位体比
Table 18 Lead isotope ratios for imitative mirrors with various specific patterns

No.	鏡式	径 cm	出土古墳	年代	$\frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	$\frac{^{208}\text{Pb}}{^{206}\text{Pb}}$	文献
H98	家屋人物獣文鏡	10.8	福井松明山 2 号	前期	18.148	15.629	38.639	0.8612	2.1291	馬淵・平尾 1982
H99	人物禽獣文鏡	14.1	愛知県東之宮 No.35 (9)	前期	17.981	15.582	38.612	0.8666	2.1474	西田 1986
H100	人物禽獣文鏡	16.2	愛知県東之宮 No.35 (10)	前期	18.189	15.628	38.668	0.8592	2.1259	西田 1986
H101	人物禽獣文鏡	16.3	愛知県東之宮 No.35 (11)	前期	18.210	15.644	38.753	0.8591	2.1281	西田 1986
H102	人物鳥獣文鏡	15.1	奈良天神山 22 号鏡	前期	17.972	15.587	38.505	0.8673	2.1425	馬淵・平尾 1982
H103	(倣)重圈文鏡	6.0	岡山一宮天神山 2 号	前期	18.170	15.650	38.700	0.8613	2.1299	馬淵 1996
H104	(倣)素文鏡	4.0	静岡新豊院山 D 2 号	前期	18.559	15.718	39.093	0.8469	2.1064	磐田郷土館
H105	変形文鏡	5.76	福岡藤崎 10 号方形周溝墓	前期	18.073	15.604	38.577	0.8634	2.1345	馬淵・平尾 1990
H106	変形文鏡(山形)	6.25	福岡向谷 1 号墳 1 号主体	中期	18.285	15.698	38.839	0.8585	2.1241	馬淵・平尾 1990
H107	渦文鏡	10.7	群馬白子二子山	後期	18.146	15.642	38.676	0.8620	2.1314	西田 1986
H108	(倣)素文鏡	9.25	長野爾ノ神	後期	18.325	15.644	38.807	0.8537	2.1177	東文研

「文献」 磐田郷土館→磐田市立郷土館からの委託資料 東文研→東京国立文化財研究所・青木繁夫氏からの委託資料

Studies on Select Chemical Aspects of Chinese Han-Style Mirrors (7): Imitative Mirrors of the *Kofun* Period Were Made from Scrap of Imported Mirrors

Hisao MABUCHI

Researcher Emeritus, National Research Institute for Cultural Properties, Tokyo

1-4-8 Nishikamata, Ohta-ku, Tokyo 144-0051, Japan (home address)

Continuing a series of six published reports, this study analyzed the chemical compositions and lead isotope ratios of Han-style mirrors made in the *Kofun* period of the Japanese Archipelago (hereinafter referred to as “imitative mirrors”).

First, the chemical compositions of 18 imitative mirrors provided by Y. Hayakawa (Hirao et al.:2004) were reexamined. The mirrors were excavated from the Tsuruyama-Maruyama *Kofun* tomb in Bizen City, Okayama Prefecture, and had highly variable tin content, ranging from 7 % to 28 % . However, there was an observed positive relationship between the tin and lead content, indicating that the mirrors may have been cast with high-tin bronzes and supplementary copper material added. Indeed, normalizing the tin content of those 18 mirrors to 24 % and deducting the excess copper reveals an average composition of Cu 66.9 ± 1.4 % , Sn 24 % , and Pb 6.1 ± 1.4 % , which is typical of standard Han-style mirrors. Thus, these results suggest that most imitative mirrors were made from scrap of imported Han-style mirrors mixed with various quantities of copper material.

Secondly, lead isotope ratios for 108 imitative mirrors were compared with those of imported mirrors of the Han Dynasty, Three Kingdoms Period, and Jin Dynasty, which were discussed in previously published papers. After accounting for the effect of lead impurities contained in copper material, the following five different types of mirrors used as scrap for casting imitative mirrors were identified:

- (a) 81 mirrors of *Wuchang* type (TRDA mirrors and others that contain lead from the middle reaches of the Yangtze River)
- (b) 14 mirrors of *Wukuai* type (*Shen-shou* mirrors and others that contain lead from southeast China)
- (c) 9 Western Han mirror
- (d) 3 Korean mirrors from the Yayoi period
- (e) 1 unknown type mirror, probably of Korean origin

In sum, craftsmen in the *Kofun* period used scrap from any types of high-tin bronze mirrors available at the time, namely, Han-style and Korean mirrors.

The present study concludes this seven-part series of monographs on Han-style mirrors.