

島根県荒神谷遺跡出土銅剣の鉛同位体比の解釈について —久野雄一郎氏に答える—

馬 淵 久 夫*

筆者はさきに、江本義理などとの6名の連名で、島根県荒神谷遺跡出土の銅剣・銅鐔・銅矛についての化学的調査を行ない、その結果を本誌に報告した¹⁾。最近、当論文中の誤ったデータを使って筆者らとは異なる結論を導く論文が久野雄一郎氏によって発表されたので²⁾、連名の筆頭者として、原論文のデータの訂正と、併せて同位体比データの扱いについての筆者の見解を述べる。

1. 銅剣の鉛同位体比の校正ミス

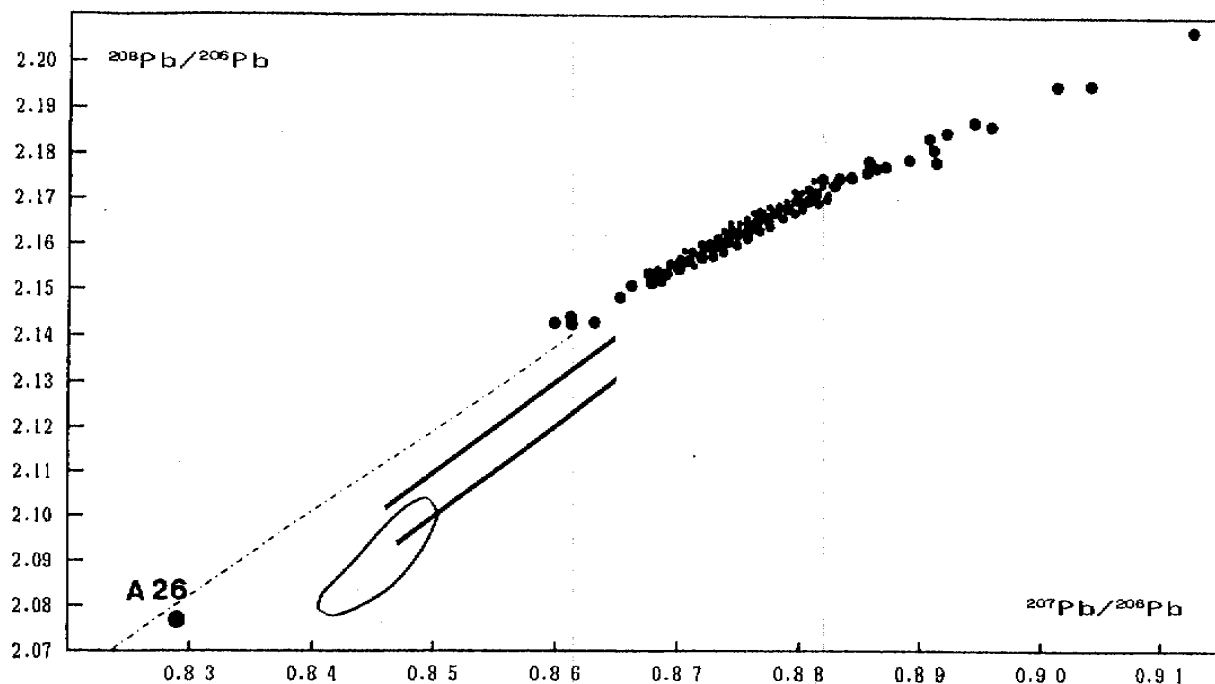
銅剣だけでも358本、おのおのに3種類の同位体比があり、総計1,074と多数だったために、印刷された表はほとんど行間なしの密集した数字の集合になった。そのため、校正に見落としがあった。下記の4つの数値の誤りを正し、当方の落度についてお詫び申し上げたい。

論文1) の8～9ページ (表2)

(誤)	C-74	17.671	0.8785	<u>2.1380</u>
(正)	C-74	17.671	0.8785	2.1680
(誤)	C-91	<u>17.097</u>	0.8606	2.1416
(正)	C-91	18.097	0.8606	2.1416
(誤)	D-15	17.650	<u>0.8762</u>	2.1673
(正)	D-15	17.650	0.8792	2.1673
(誤)	D-54	17.724	0.8766	<u>2.1542</u>
(正)	D-54	17.724	0.8766	2.1642

論文中での筆者らの議論には、当論文の図9に示したように正しい数値を用いていることはいうまでもない。参考までに、図9を再録する(馬淵一図9と呼ぶ)。誤データを図9にプロットすれば、過去に筆者らが発表した日本出土青銅器には見られない異常値になることは明らかである。

* 東京国立文化財研究所名誉研究員，くらしき作陽大学食文化学部



馬淵一図 9 荒神谷遺跡出土銅剣の鉛同位体比図

A-26号のみが朝鮮半島の鉛を含む

2. “日本産鉛”混入説は成立しない

久野雄一郎氏は、最近出版された島根県古代文化センター編『荒神谷遺跡と青銅器』に論文を発表し、筆者らの鉛同位体比データを使って議論している。筆者らの解釈による「中国産鉛」と「朝鮮半島産鉛」を大筋では認めながらも、神岡鉦山鉛と別子型鉛の混入を主張している。

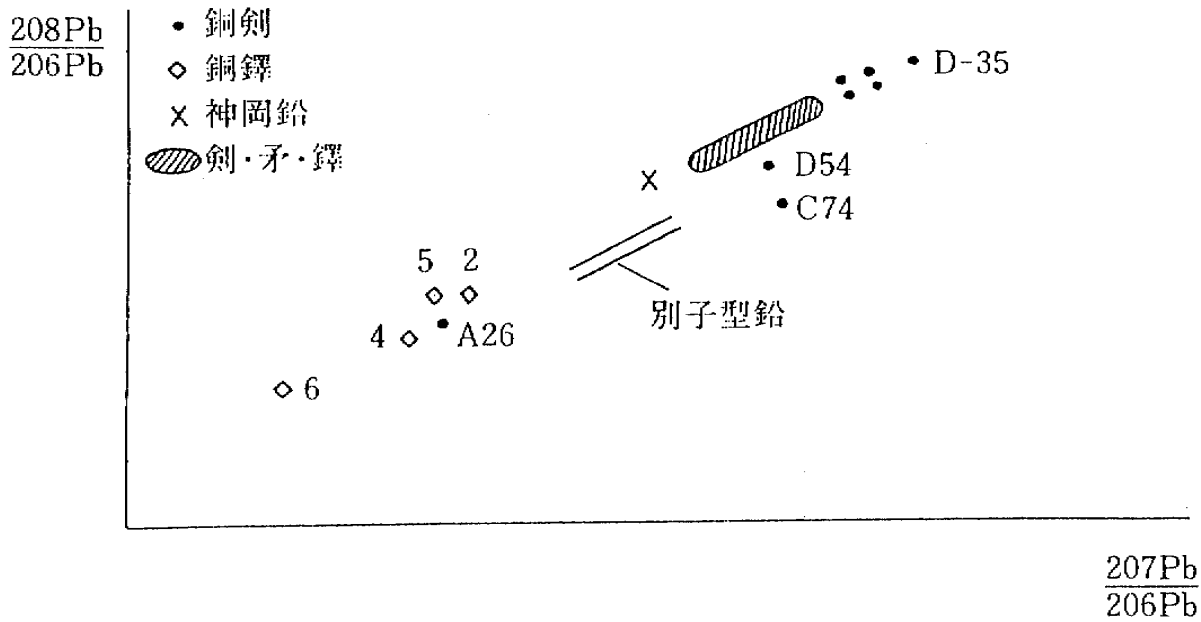
筆者らは、鉛同位体比の論文を書くときには“反証可能性”が必要との考えから、議論を図示で終らせずに、煩わしいけれども測定値をすべて公表してきた。従って、発表された数値を使って第三者が議論をすることは、たとえどのような批判であっても、学問の進歩のために歓迎すべきものと考えている。自然科学においては、蓄積されたデータは不変でも、解釈は変る場合があることは科学史の示すところであるから。

しかし、今回の久野氏の説明には、測定者として納得できない点がいくつかあるので、簡潔に述べてみよう。

①図示法

久野論文²⁾の図4を再録する（久野一図4と呼ぶ）。久野氏はこの図を使って神岡鉦山鉛と別子型鉛の混入を主張するのであるが、まず、縦軸・横軸に目盛がないのに驚かされる。そこにプロットされているデータは筆者のものなので目盛はおおよそ見当はつくが、普通の読者には皆目分らないだろう。しかし、目盛欠落は久野氏あるいは編集者の不注意によるものかもしれないので、これは指摘に留める。

問題は、久野一図4の目盛の範囲である。鉛同位体比は有効数字5桁で測定されていて、非常に細かい差を見分けられるところに特徴がある。久野一図4では、以下に述べるように、目盛が粗すぎて読者は久野氏の主張が正しいかどうかを判断できない。つまり反証可能性に欠けていると言わざるを得ない。



久野一図4 荒神谷出土銅剣・矛・鐸・鉛同位体比分布図

②神岡鉦山鉛

久野氏は、荒神谷遺跡出土銅剣のうち、いくつかの鉛同位体比が筆者が過去に発表した神岡鉦山の方鉛鉦³⁾に近いから、主原料の前漢鏡タイプの中国の鉛に神岡鉦山の鉛を混ぜたのであろうと主張する。

表1 荒神谷遺跡出土銅剣と神岡鉦山方鉛鉦の鉛同位体比

		$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	備考	文献
銅 剣	D-71	17.883	0.8681	2.1540		1)
	C-90	17.947	0.8679	2.1508		
	A-1	17.966	0.8676	2.1528		
	D-4	17.936	0.8667	2.1508		
	A-14	17.997	0.8655	2.1479		
	B-24	18.030	0.8631	2.1424		
	A-2	18.118	0.8612	2.1411		
	A-12	18.098	0.8609	2.1418		
	A-32	18.087	0.8608	2.1413		
	C-91	18.097	0.8606	2.1416		
B-108	18.156	0.8599	2.1423			
方 鉛 鉦	GJ-71	18.012	0.8656	2.1430	神岡 (茂住)	3)
	GJ-73	18.024	0.8648	2.1407	神岡 (茂住)	
	GJ-74	18.103	0.8615	2.1324	神岡 (茂住)	
	GJ-72	18.082	0.8612	2.1316	神岡 (茂住)	
	GJ-70	18.102	0.8602	2.1273	神岡 (円山)	
	GJ-66	18.181	0.8569	2.1180	神岡 (栃洞)	

この主張そのものは誤りではなく、近いことに気付かれた久野氏に敬意を表するものである。むしろ、筆者が原論文でその点に触れなかったことは片手落ちなので、ここに筆者が過去に発表した関係データを再録して「神岡鉱山の鉛の混入は考えられない」ことを説明する。

表1は久野氏が問題にしている銅剣データと神岡鉱山方鉛鉱のデータを抽出してまとめたものである。両者とも、 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ の高い方の数値から並べてある。鉛同位体比に馴れた方なら、数値を見るだけで銅剣と方鉛鉱の差異はわかると思う。

たとえば、銅剣A-2と神岡(茂住)方鉛鉱GJ-72を較べてみる。 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ は両者とも0.8612である。しかし、他の比を見ると、2.1411-18.118(銅剣)に対して2.1316-18.082(方鉛鉱)と誤差の範囲を大きく越えて違っている(誤差は最後の桁の数値にかかる)。

このことを、表1のデータすべてについて図示したのが図1である。銅剣を●、神岡方鉛鉱を○でプロットしてある。この図の右下につけた測定誤差の大きさ $\pm 0.03\%$ を見れば、○と●が合致しないことは明らかである。因みに、右上の両者が最も接近した場所(A-14とGJ-71, GJ-73)の上下の距離は 9σ (σ は標準偏差で表わした測定誤差)、中央では 14σ 離れている。ほとんど100%一致しないと言って差支えない。 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ については図示しないが、数値を検討すると、系統的にずれていることがわかる。

このことから、図1に示した範囲の銅剣11本は、原論文で指摘したとおり、領域W(前漢鏡タイプ)の鉛とラインK(弥生時代の朝鮮半島産)の鉛の混合したものと考えの方が妥当である。従って領域Wに入るものの中にも、神岡鉛の混合したものはなく、むしろ朝鮮半島産鉛が微量に混合したものは存在するかもしれない。

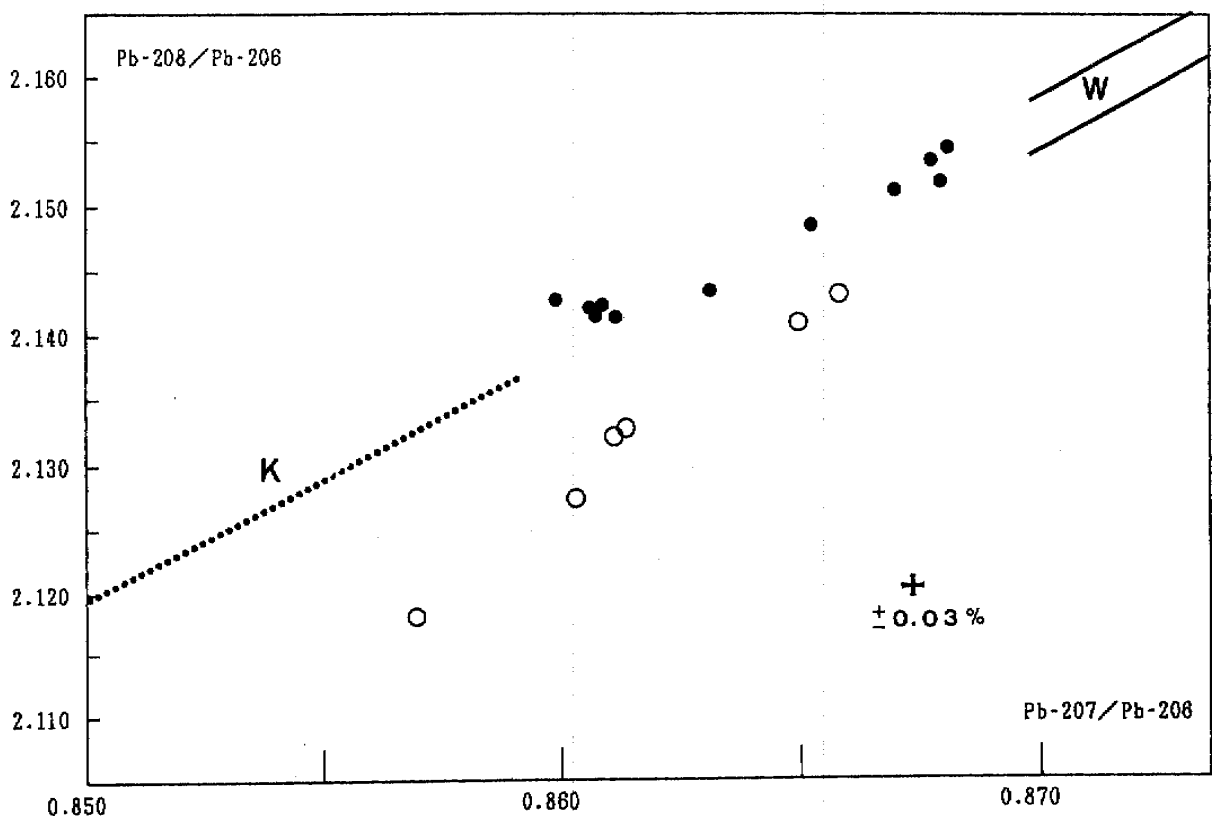


図1 “材料混合領域”の銅剣と神岡鉱山方鉛鉱の鉛同位体比

- | | | | |
|---|---------|---|-------------|
| ● | 銅剣 | W | 前漢鏡タイプの鉛 |
| ○ | 神岡鉱山方鉛鉱 | K | 弥生時代の朝鮮半島産鉛 |

なお、荒神谷遺跡銅剣が発見される以前の1982年に、筆者らは銅鐸の鉛同位体比に関する論文を発表したが⁴⁾、その中でD-42(島根城山2号)だけが、いま問題にしている混合領域の数値をとることから、「時には中国系の材料に朝鮮系のものが混ぜ合わされることもあったであろう。第2図のD-42はその例ととれる。」と指摘しておいた(文献4の56ページ最終行~57ページ)。島根以外の出土品にはまだ見つかっていないこのような混合の数値が、荒神谷遺跡銅剣のみならず島根城山2号銅鐸でも見られていたことは偶然であろうか。もし、最近発見された島根県加茂岩倉遺跡の多数の銅鐸に、このような鉛混合の跡が見られれば、出雲地方固有の製作の事情として、現地製作の証拠の一つになると筆者は考えている。

神岡鉦山の鉛同位体比で注意しなければならないのは、荒神谷遺跡銅剣よりもむしろ三角縁神獣鏡である。これについては、東アジアの鉛鉦石の論文の中で、詳細に検討した結果、「(舶載)三角縁神獣鏡の鉛は神岡鉦山の鉛ではない」ことを記しておいた⁵⁾。

③別子型鉛

久野氏は1.で訂正した校正ミス(C-74およびD-54)についてのデータに基づいて議論しているので、別子型鉛の混入の可能性はゼロである。

3. 鉛同位体比の表現法は一つではない

久野氏は、鉛同位体比というものは、(1)地球化学でやっているように²⁰⁴Pbをベースにした比で表わすべきものとして、(2)コンピュータを用いて3次元表示している。そして、(3)中国鉛と日本鉛は区別できないと主張している。

(1)に関しては、筆者自身が同位体地球化学を専門としていたことから最初に考えたことであり、1975~1980年にはそのような表示も試みた。しかし、鉛の産地の区別は、地殻や岩石の生成メカニズムのような粗っぽい議論よりも何倍もデリケートな研究であることがわかり、デメリットが多いので現行のものにしている。2種類の図を使い、3つの独立の比を見比べるのであるから、数学的には必要にして十分である。つまり、3次元表示しているのと数学的には同じである。なお、表示法に関しては、すでに別の小論で説明してあるのでご参照願いたい⁶⁾。

(2)に関しては、コンピュータによる島瞰図は中高生向き解説書には良いが、考古学における説明には用いられないことを注意したい。論文中の図というものは、著者の主張を読者が検証できるものでなければならない(反証可能性)。従って、筆者は、最も初期の青銅鏡に関する論文で、²⁰⁴Pbをベースにした3次元フットボールを2つの平面で裁断した図を掲載し、デメリットを論じたのである⁶⁾。

(3)に関しては、中国鉛と日本鉛が一部(全部ではない)区別できないように見えるのは当然である。これには2つの理由がある。

第1は、鉦床年代の近いものがあることである。筆者は初期に繰り返し、神岡鉦山や対州鉦山が中国南部の鉦山に鉛同位体比的に近いことを記してきた⁶⁾。従って、鉛同位体比の産地推定では、考古遺物と鉛鉦石を直接結びつけるのは危険で、“前漢鏡タイプの鉛”というように遺物同士を比較して論じるのが主流であり、鉛鉦石はあくまでも地域の傾向を眺める程度の参考に留めるべきであると考えている。

中国鉛と日本鉛が区別できないように見える第2の理由は、測定誤差である。久野氏はここで数学上の誤りを侵している。

久野氏は筆者らの荒神谷銅剣のデータ(各資料に3種の比)を計算し直し、誤差を

$$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=0.05\%$$

$$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=0.03\%$$

$$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=0.03\%$$

としている(文献2のp138)。後2者の比は、0.03%の誤差をもつ数値($^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ または $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$)と0.05%の誤差をもつ数値($^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$)の積として算出されるから、ともに誤差は

$$\sqrt{0.03^2+0.05^2} \doteq 0.06\%$$

であって0.03%ではない、 ^{204}Pb をベースにすると識別能力が格段と悪くなるのである。これは最初から $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ と $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ を直接計測するようにしても同じである。質量が離れるほど実質上の誤差が大きくなることは、質量分析の経験者なら知っていることである。

参 考 文 献

- 1) 馬淵久夫, 江本義理, 門倉武夫, 平尾良光, 青木繁夫, 三輪嘉六: 島根県荒神谷遺跡出土銅剣・銅鐸・銅矛の化学的調査, 保存科学 30, 1~19 (1991)
- 2) 久野雄一郎: 荒神谷青銅器はどこでつくられたか, 『荒神谷遺跡と青銅器』島根県古代文化センター編, 同朋舎出版, p117~148 (1995)
なお, この本は基本的にはシンポジウム記録であるが, この部分は講演なしで後から挿入されたものである。
- 3) 馬淵久夫, 平尾良光: 東アジア鉛鉱石の鉛同位体比, 考古学雑誌 73(2), 71~82 (1987)
- 4) 馬淵久夫, 平尾良光: 鉛同位体比からみた銅鐸の原料, 考古学雑誌 68(1), 42~62 (1982)
- 5) 馬淵久夫: 青銅器の鉛同位体比の解釈について—北九州および韓国南部出土青銅器を例として, 古文化談叢 30(下), 九州古文化研究会, 1143~1154 (1993)
- 6) 馬淵久夫, 平尾良光: 鉛同位体比法による漢式鏡の研究, MUSEUM 370, 4~12 (1982)

On the Interpretation of the Lead Isotopic Data
for the Bronze Swords Excavated at the Kōjindani Site
—Response to Mr. Kuno—

Hisao MABUCHI*

Using our lead isotope data published in *Science for Conservation* No.30, pp 1-19 (1991), Mr. Yūichiro Kuno has recently published an article in a symposium proceedings on this site. He claims that lead from Japanese mines must have been sometimes mixed with Chinese lead in casting 358 bronze swords.

In this article, the author tries to prove that Kuno's claim does not hold when we examine our lead isotope data in detail. It is summarized as follows.

(1) Some galena specimens from Kamioka mine (in Japan) have lead isotope ratios close to those of a few of the swords. However, as clearly shown in Figure 1, the lead isotope ratios of these swords cannot be interpreted by the addition of some Kamioka lead, but by the mixture of Chinese lead (region W in Figure 1) and Korean lead (line K).

(2) Looking at the misprinted lead isotope ratios of swords C-74 and D-54 of ours, Mr. Kuno suggested the use of lead from Besshi-type mines. So, his suggestion is not valid. The author apologizes for his carelessness and will give a list of errata.

* researcher emeritus, Tokyo National Research Institute of Cultural Properties.