

金属を通して歴史を観る

25. 鉄生産の開始時期(2)

新井 宏

日本金属工業顧問

弥生時代の鉄滓と製鉄

現在でこそ、主として金属系研究者の判定結果によって、5世紀後半以前には製鉄がおこなわれていなかったとされているが、研究史的に見れば、弥生製鉄説はむしろ有力であった。

1967年、湊秀雄氏と佐々木稔氏によって、熊本県下前原の第6号竪穴住居址から出土した弥生後期の鉄滓が、製錬滓と判定されていたからである。しかしこれは1977年になって大澤正己氏により、鍛冶滓であろうとの意見が出され、しかも1983年ならびに1987年には、当の佐々木稔氏も大澤氏の意見に同意し、これを鍛冶滓として訂正してしまった。

これにより、弥生製鉄説を唱えてきた岡山大学や広島大学の研究グループは、改めて、弥生製鉄の直接証拠を見いださねばならなくなってしまった。しかし判定のまぎらわしい遺跡がいくつもあり、弥生時代の製錬遺構が1カ所でも確実になれば、既発見の遺構の中からも、弥生製鉄の証拠が発見される可能性があるのである。

たとえば広島大学の関係者は、三原市の小丸製鉄遺跡などは弥生時代後期まで遡る可能性があるとしている。この小丸遺跡の1号製鉄炉跡は、伴出した土器が弥生後期のものだからである。しかし、肝心の木炭のC-14年代では、弥生時代後期を示すものもあるが、8世紀初を示すものが主で、否定的な意見が優勢である。

それでは、鉄滓の面ではどうなるのだろうか。それを確認するため、5世紀後半以前の鉄滓について表4にまとめてみた。

表を見るとすぐに気がつくのは、弥生時代以前の鉄滓11件の中に、砂鉄製錬滓が2件、精錬鍛冶滓が2件、合わせて4件も高TiO₂滓が入っていることである。いずれも砂鉄製錬の直接証拠となり得る鉄滓の組成であるが、その推定時期は例外なく疑問とされている。もちろん疑問とすべき合理的な理由もあるのであるが、そ

のすべてに疑問符をつけて済ませてよいのであるか。

確かに、考古学では追試が困難なため、疑わしい時代判定があっても再調査ができず、信を置くことができない場合もあるが、疑問の提示が、直ちに発掘結果の否定にはつながらないことに留意が必要である。

さて、上記の疑わしい4件を除くと、弥生時代の鉄滓の報告は7件である。それらの鉄滓について、大澤正己氏はすべて鍛錬鍛冶滓と分類している。しかし、ヨーロッパの基準で言えば、製錬滓としてごく標準的な値のものも含まれている。

それでは前回作成した鉄滓判定図(図8)ではどうなるのだろうか。5世紀中頃以前のデータとともに示したのが図9である。

この結果から見ると、5世紀後半より前の鉄滓の中にも、製錬滓の領域に入る場合が多く存在していることに気づくはずである。少なくとも、これらのすべてを鍛冶滓と言い切ることができないことには同意していただけるであろう。それは、大澤氏自身の判定結果に基づいて作成した図4によって判定しても、結論は大きく変わらない。

もちろん筆者は、これらの鉄滓が製錬滓であったと断定しているわけではない。しかしすべてを鍛冶滓と断定することだけは、容認し得ないと主張しているのである。

もし弥生以前の鉄滓について強いて判定するならば、筆者は次のように分類する。推定時期に疑問のあるデータは()内に示す。

鍛錬鍛冶滓に属するもの：長崎金毘羅祀，福岡春日市
辻田，熊本下前原，熊本諏訪原

砂鉄製錬材の精錬鍛冶滓：(石川加賀市豊町A)

砂鉄製錬滓に属するもの：(長崎小原下)，(岡山津山市
押入西)

製錬滓に属するもの：京都扇谷，京都王子，熊本西弥
護免

表4 5世紀後半以前の鉄滓出土例

所在地・遺跡名	推定時期	全鉄 (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	FeO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	注記	文献
長崎小原下A1-14第IV層炉址	縄文晩期?	56.0	9.2	3.3	55.7	18.2	精錬鍛冶滓	①
長崎小原下J-21第IV層	縄文晩期?	46.6	14.9	3.5	53.4	7.3	"	①
石川加賀市豊町A	縄文晩期?	34.1	25.1	11.3	14.9	31.1	砂鉄製錬滓	②
京都扇谷	弥生前期末~中期初頭	51.7	20.1	0.6	57.5	10.1	鍛錬鍛冶滓	①
長崎金毘羅祀	弥生中期	62.1	10.4	1.2	47.4	36.1	"	①
岡山津山市押入西	弥生中期後半?	42.3	20.8	9.8	41.4	14.5	砂鉄製錬滓	②
京都王子C-15区II層	弥生中期末~後期前半	48.2	21.2	0.3	50.0	13.3	鍛錬鍛冶滓	①
熊本玉名郡下前原	弥生後期	58.6	12.1	1.2			"	②
熊本諏訪原	弥生後期~古墳初頭	51.7	16.3	0.5	48.8	19.5	"	①
福岡春日市辻田	弥生終末期	55.9	13.8	1.2	48.9	25.3	"	②
熊本西弥護免	弥生終末期	45.8	21.4	0.4	52.1	7.3	"	①
福岡博多比恵第59次	4C初	59.5		0.1			鍛錬鍛冶滓	③
兵庫県川西市小戸	4C後半	48.8		0.2			"	③
福岡松木PD-27号住居跡	4C中頃	48.8	25.0	0.1	53.6	10.2	"	①
鳥取県羽合町長瀬高浜	4C末~5C初	57.7		0.1			"	③
岡山県月の輪古墳	5C前半	26.8	36.4	0.5			?	③
福岡県那珂川市松木A	5C前半	45.9		0.2			鍛錬鍛冶滓	③
埼玉県江南町行人塚	5C初~中	53.0		0.3			"	③
千葉県四街道市中山	5C前半	56.0		0.4			"	③
福岡長野A3区3号住居跡	5C前半~中頃	50.1	20.5	0.3	54.5	11.0	"	①
大阪府松原市大和川今池	5C前半~中頃	47.3	24.0	0.8	21.2	43.9	"	②
大阪府堺市土師遺跡27-1	5C後半	34.3	38.2	0.3	10.4	37.2	"	②
福岡野坂一町間SB-5 1区	5C中頃	43.7	29.0	0.3	41.2	16.7	"	①
兵庫県三原町雨流	5C中葉	53.2		0.2			"	③
埼玉県大宮市御蔵山中	5C中葉	48.0		0.9			"	③
埼玉県大宮市御蔵台	5C中葉	53.0		0.5			"	③
宮城県仙台市南小泉	5C中頃	56.5		0.1			"	③
島根関谷	AD440790	33.7	22.9	20.1	35.9	7.8	砂鉄製錬滓	①
福岡潤崎(試料T-821)	5C後半	34.0	17.5	20.4	36.8	7.7	砂鉄製錬滓	④
"(試料T-822)		34.0	17.0	24.7	40.1	4.0	砂鉄製錬滓	④
"(試料T-823)		31.0	18.6	19.9	37.7	2.4	砂鉄製錬滓	④
"(試料T-824)		57.7	8.3	5.7	45.6	31.8	精錬鍛冶滓	④
"(椀形滓)		53.3	5.1	16.6	49.2	21.3	?	⑤
"(流状滓)		29.9	15.6	29.8	13.3	26.7	?	⑤

- ① 大澤正己「古代鉄生産・金属学的見地からのアプローチ」『日本古代の鉄生産』1991
 ② 大澤正己「冶金学的見地からみた古代製鉄」『古代を考える』36, 1984
 ③ 大澤正己「日本と朝鮮半島の鉄生産」『季刊考古学』33. 成分範囲で示された資料は中間値を記す
 ④ 大澤正己「長野A遺跡出土の鉄滓・小鉄塊の金属学的調査」『長野A遺跡』1987
 ⑤ 金属文化研究会「出土遺跡の組織解析結果の検討(その1)」『たたら研究』39, 1999

すなわち、疑問のあるデータを除いても、対象材7件のうち3件が製錬滓の可能性を有しており、これらのデータをもって、弥生製鉄を否定することは、論理的ではないのである。

同様に、古墳時代前半の鉄滓を見ても、有名な月の輪古墳の鉄滓は、組成から見れば、完全な製錬滓である。しかし大澤氏は鉍物組成の写真がないことか

ら、鍛冶滓か製錬滓か決めかねるとしている。また福岡松木、松木A、福岡長野A3、福岡野坂一町間、島根関谷の分析値も、製錬滓としても全く不思議がない値である。

すなわち、5世紀後半以前の鉄滓データにも、製錬滓の可能性の高いものがあって、すべてが鍛冶滓であるなどと断定することはできないのである。

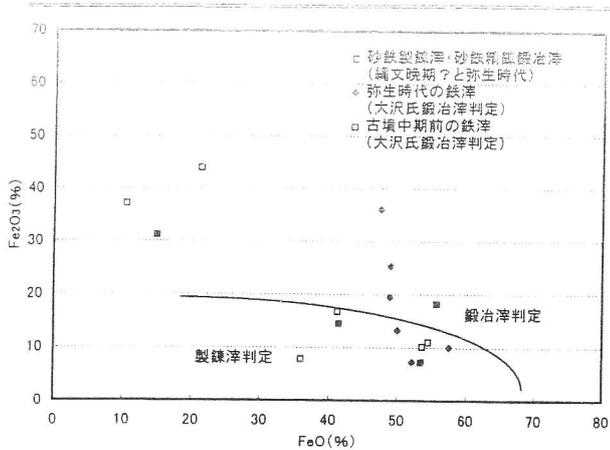


図9 弥生・古墳中期前の鉄滓組成分布

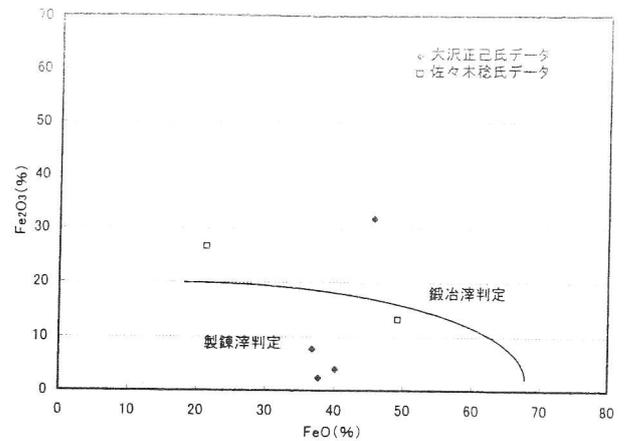


図10 福岡潤崎出土の含Ti鉄滓

鍛冶滓に似る製鉄滓の例

ここで、滋賀県木之本町古橋地区の製鉄遺跡についても触れておきたい。この遺跡は、6世紀末から7世紀初のもので、現状では日本最古に属する製鉄遺跡として全国的にも知られている。ここの鉄滓関係の調査に当たったのは、高塚秀治氏らであるが、その鉄滓の組成を表5に示すので注目してほしい。

よく知られているように、滋賀県下では砂鉄製錬の例がなく、すべて鉄鉱石製錬であるが、この古橋遺跡も鉄鉱石による製錬であり、鉄滓中のTiO₂は1%以下である。しかも、SiO₂が平均で18.1%、Total Feが49.8%であり、大澤正己氏の基準なら無条件に鍛冶滓に分類される値である。もっとも高塚氏らの分析方法は蛍光X線分析によっており、鉄酸化物をFe₂O₃として表示しているので、これを70%FeO+30%Fe₂O₃と修正すると、SiO₂が19.0%、Total Feが52.4%となる。それでも結論は全く変わらない。

すなわち、日本においても、古墳時代後期に、鉄鉱石を使った製鉄遺跡から、日本の判定なら鍛冶滓とされる鉄滓が出土しているのである。しかもこの古橋製鉄遺跡の鉄滓は、歴博でも分析をおこなっており、そのFe₂O₃の値から見ても、製鉄滓であることに疑いが無い。

潤崎遺跡の鉄滓をめぐって

また、もうひとつ触れておきたいのが、5世紀後半とされている福岡県潤崎遺跡の鉄滓である。これらの鉄滓の判定をめぐっては、大澤正己氏の判定に対して、佐々木稔氏が永年にわたって異議を申し立てている。表4に分析値を併記するが、大澤氏は当初、4点の試料ともにTiO₂が高いので砂鉄製錬滓としていた。

しかし佐々木氏は、大澤氏の報告に添えられた組織

表5 滋賀県古橋鉄鉱石製錬の鉄滓

	全鉄 (%)	SiO ₂ (%)	TiO ₂ (%)	FeO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Co (ppm)	文献
HRH01	52.75	16.21	0.45		75.42		①
HRH02	50.31	18.47	0.40		71.93		①
HRH03	51.19	16.63	0.65		73.19		①
HRH04	48.19	19.41	0.46		68.90		①
HRH05	46.04	21.34	0.39		65.82		①
HRH06	51.88	16.41	0.52		74.18		①
HRH07	49.39	18.08	0.67		70.61		①
HRH08	40.20	26.47	0.82		57.46		①
HRH09	58.58	9.79	0.39		83.75		①
平均	49.80	18.10	0.58		71.20		
	54.55	17.89	0.70	60.62	10.39	22	②

① 高塚秀治「古代近江製鉄関連遺物の自然科学的研究」『日本文化財科学雑誌』35 (1997)

② 藤尾慎一郎ら『国立歴史民俗博物館研究報告』第58～59集 (1994)

写真を見て、試料 T-824 にウスタイトが多いことから、これは鍛冶滓であろうとの疑問をもった。その経過については、佐々木氏の「遺構をはなれて製鉄滓と断定できるか—潤崎遺跡出土鉄滓の場合—」『たたら研究』34 (1994) に詳しく述べられている。要は、潤崎の鉄滓には椀形滓が多くあり、これは鋼精錬での鉄滓であろうとの見解である。(佐々木氏の主張には、「砂鉄脱炭精錬」の概念があり、鋼精錬との表現が用いられているが、筆者はこの概念を疑問視している。筆者の意見は「古代日本に間接製鉄法があったか」『ふえらむ』5-10 (2000) に発表している。)

この指摘に対して、大澤氏は試料 T-824 に関しては、精錬鍛冶滓に変更しているが、佐々木氏はその後もこの問題を追求しており、新たに2点の分析をおこない、金属系研究者5名によって鉄滓の種類を判定をおこない、「出土関連遺物の組織解析結果の検討(その1) (そ

の2)『たたら研究』39, 40 (1999, 2000) に発表している。

その結果は、2名が「製鍊滓の可能性が極めて高い」、3名が「製鍊滓、精鍊滓のいずれとも判定できない」であった。

さてそれでは、筆者の検討結果ではどのような結果になるか検討してみた。結果を図10に示すが、大澤氏が製鍊滓と判定した3試料はいずれも製鍊滓の領域にあり、また精鍊鍛冶滓と判定したのも、同じく鍛冶滓判定であった。一方、佐々木氏の2データはいずれも製鍊滓と鍛冶滓の境界にあり、「製鍊滓、鍛冶滓のいずれとも判定できない」に相当した。総じて、対象とした鉄滓の判定については、大きな誤りはないと思われる。

ただし、ここで注目すべきは、潤崎遺跡から、砂鉄製鍊滓とその精鍊鍛冶滓がセットで出土していることである。これは、5世紀後半には確かに砂鉄製鍊がおこなわれていた直接的な証拠となり得る。

ところが考古学のややこしい点は、5世紀後半と報告されている潤崎遺跡の鉄滓も、後世のものであろうとの見解があるのである。それは5世紀後半の土坑直上を覆う土層から出土したもので、土坑から出土した確証がなく、これをもって日本における製鉄開始時期とするには証拠能力が薄弱なのである。この点については、穴澤義功氏から教えていただいた。筆者も、これを後世のものとした方が自然だと思う。

小規模製鍊で出る鍛鍊鍛冶滓

ここまでの議論では、弥生の鉄滓判定について、主として製鍊滓側から検討してきたが、見方を変えて鍛鍊鍛冶滓側から検討してみよう。

鍛鍊鍛冶滓とは、定義によれば、鉄挺などの素材鉄から、鉄斧、鉄鏃や鉄鎌などの製品を作る工程で発生する滓のことである。したがって、通常なら固相の酸化スケールで、鍛造剥片と呼ばれるものであり、鉄素材を輸入して単純な成形加工していただければ、熔融滓にはならない。

ところが組織写真を見ると、いずれもウスタイト+ファヤライトで、熔融滓となっている。鍛造剥片でも火床に入り、直火で1200℃近くまで加熱されれば熔融滓になるので、単なる鍛造工程でもできるが、それよりはむしろ鉄片を鍛接するために、粘土や灰汁を使って表面を沸かした時の酸化滓が集まってできたものと考えるのが自然であろう。

このような鍛鍊鍛冶滓は、当然のことながら、プリミティブな製鉄炉でできた小鉄片を集めて、鍛接する精鍊工程でも発生する。すなわち、もし弥生時代に製鉄がおこなわれていたとすれば、大きな鉄塊は得られず、小鉄片を集め、鍛接して素材鉄を作ったはずであり、その場合には鍛鍊鍛冶滓と同じような鉄滓ができたと考えられる。そのため最近では、このような鍛鍊鍛冶滓を精鍊鍛冶滓に含めて分類するようになってきている。したがって、弥生遺跡から鍛鍊鍛冶滓が出たからといって、それを直ちに輸入鉄材の鍛鍊鍛冶滓と決めてしまうわけにはいかない。むしろ、鍛鍊鍛冶滓でさえ、視点によっては弥生の製鉄の証拠となり得るかも知れないのである。

一方、鋤や銚のような中間素材を輸入し精鍊して鉄をつくったケースも想定し得るであろう。中間製品を輸入するより、鉄そのものを輸入する方が合理的、経済的なように思えるが、可能性を否定し得ない。その場合、特に銚を素材とする場合には、多量に存在する炭素によって、鉄滓の組成が製鍊滓に近づくであろうから、逆の現象もあらわれる。

以上のように、検討すればするほど、鉄滓の組成や組織から、製鍊滓であるか鍛冶滓であるか推定することが困難になってゆく。

その点で期待しているのが、前に紹介した、藤尾慎一郎氏らによる中性子放射化分析のデータである。すでに『国立歴史民俗博物館研究報告』第58～59集に[調査編]が公表されてから5年になる。予告によれば、続いて[研究編]が刊行されることになっているが、未だ見ていない。もし筆者のような見方を取り入れ、弥生時代の鉄滓について、分析をおこなったならば、得られる成果には非常に大きなものがあると思われるが、残念ながら、今までに公表されたデータには、弥生時代の鉄滓は含まれていないのである。[研究編]の刊行によっては、鉄中の微量元素の存在によって、日本産と外国産の鉄の区分ができる可能性があり、1日も早い発表を望みたい。

自給自足の製鉄から量産へ

さて、弥生時代の製鉄に話題を戻そう。ここまで書くと、筆者が弥生製鉄の存在を積極的に主張しているように受け取られるであろう。あるいはそういう心理にあるかも知れない。それは、第22回の「鑄鉄の中国・鍛鉄の日本」で述べたように、日本では弥生時代・古墳時代を通して、鑄鉄製品を作っていないのは、独自

の弥生製鉄時代があったと考えているからである。しかし、そうだからといって、筆者が古墳時代の鉄の多くが国産だったと主張しているわけではない。筆者はむしろ古墳時代の鉄の多くは朝鮮半島から輸入したのだろうと考えている。

前にも何回も述べたが、鉄を作ることは必ずしも、社会の発展の証左ではない。交易によってコストの安い鉄を入手できるなら、その方が進んだ社会である。弥生時代の頃には、中国ではすでに大規模な製鉄がおこなわれており、鉄価は安く、それを輸入して使用する方が、小規模な自家製鉄よりも経済的だったはずである。だから、交易が閉ざされ、自給自足を必要とする時にのみ、小規模でプリミティブな方法によって自家生産的な鉄が作られたのである。要は、弥生時代社会の性格にもかかわる問題である。

弥生時代から古墳時代になり、鉄の需要が増大すると、そこに経済原理が働くようになる。弥生の自給自足的な製鉄よりも輸入鉄が安価であれば、弥生の製鉄は減びてしまう。それは、たたら製鉄の伝統を持っていた日本が、明治期になると洋鉄の輸入で衰退してしま

いながら、約1世紀を経て、近代製鉄で世界一になった状況を想起すればわかりやすいであろう。

筆者の推定では、古墳時代の鉄使用量は年60トンくらいである。弥生時代はおそらく1桁低い水準だったであろう。もし弥生時代の円形炉底部を持つ鍛冶炉的な炉が、これらの製鉄用に用いられたとすれば、各炉で1回につき数kg程度、年に数10kg程度の鉄は得られたのではなかろうか。それなら各地域で100カ所ほど炉を持てば済む。だから、弥生時代の自前の製鉄を否定する気にはなれないのである。

今回は、金属系研究者が主導している「製鉄5世紀後半開始」という定説について、鉄滓の判定手段を論拠とすることに問題があることを示した。考古学関係者の中には、製鉄開始時期を繰り上げたいと考えている方も少なくない。しかし金属系研究者の発言に対しては、同じ土俵で反論し難い状況がある。筆者のように金属学と考古学のバウンダリーにいる者が、積極的に発言してゆく必要があるであろう。

