

弥生時代には製鉄が行われなかったか ～金属考古学上の諸論争～

新井宏 元韓国国立慶尚大学校招聘教授

今回の講演タイトルを「弥生時代には製鉄が行われなかったか」と決めたのが昨年10月である。ところが、その二ヶ月後の12月中旬、「一支国」カラカミ遺跡から弥生時代の「鉄生産用の地上炉」が6基見つかり、従来定説(製鉄6世紀開始)の見直しにつながると各紙が一斉に報道した。

もう、講演の必要がないのか。いやいや、決してそんなことはない。いつものことであるが、新聞報道は、読者に迎合する傾向があり、学術的な表現としては正しくないのである。

私は、十年以上前から、「縄文末期から鉄の使用が始まっているのに、製鉄の確実な証拠は古墳後期まで無く、その間800年間、製鉄技術をもたなかったとすれば、歴史学はその理由を説明しなければならない」と述べていた。その上で、世界の製鉄史を学び、製鉄理論をベースに検討すれば、未だ「弥生製鉄」を否定しうる根拠が十分でないことを繰り返し主張してきた。

鉄とひとことで言っても、炭素を含まない「鉄」の融点は1530℃、炭素を4%含む「銑鉄(鑄鉄)」は1150℃であり、高温を作れなかった古代にあっては、鉄を溶かしてつくることなど不可能であった。一方、銑鉄はセトモノのように脆く、ヨーロッパではpig-ironと言って厄介者であった。そのため、世界では多様な製鉄法の流れが存在している。

その上、古代にあっては、経済原理は厳然と存在し、プリミティブな製鉄技術を持っていても、安価な製品が入手できれば、滅びてしまった。せつかくの機会なので、「易しい鉄の話」から講演を始め、日本における古代製鉄、特に中国、朝鮮半島との関係を述べたい。

(1) はじめに(カラカミ遺跡のニュース)

2013年12月中旬の各紙報道の概要は次の通り。

魏志倭人伝の一支国「カラカミ遺跡」の竪穴遺跡から、国内初、弥生後期(1-3世紀)の鉄生産用の地上炉跡(6基)が見つかった。炉形式が韓国南部にみられる精錬炉に似ている。従来、日本の製鉄の始まりは6世紀後半とされていたが、定説の見直しにつながる発見である。カラカミ遺跡では朝鮮半島から1次素材を輸入し(精錬して)本土へ鉄を供給する中継交易拠点を担っていた模様。

この記事を読めば、誰でも「弥生時代に製鉄が行われていた」と思うに違いない。しかし学術的に言えば「精錬炉」は「製鉄炉」ではなく、粗製の鉄原料を鉄に「精錬する炉」に過ぎない。事実、記事中でも「朝鮮半島から1次素材を輸入して……」と言っているのであるから、この「鉄生産用の地上炉」は「製鉄炉」を意味しない。

ところが、そうとも言い切れないのである。それは、韓国でも未だ、この頃(1-3世紀)の「製鉄炉」は見つかっていないのである。しかし、魏志東夷伝弁韓の条には、「国、鉄を出す。韓倭みなこれを取る」とある。

そうすると、この頃の製鉄炉は、ヨーロッパと同じく、「製鉄炉」と「精錬炉」の区別がなかったことも考えな

ければならない。

日本の製鉄史は「たたら」に多く学んで成立している。しかし、江戸期の「たたら」は明治末年まで西洋式製鉄法と競争できたほど近代的な方式であった。したがって、古代製鉄を考える上では、いったん、「たたら」から離れ、世界の古代製鉄史を学んだ上で、製鉄理論に基づき考察しなければならないというのが私の立場である。

(2) 世界の製鉄史の流れ

鉄の融点は 1530°Cなので、近代になるまで溶かしてつくることなど不可能であった。そのため、鉄鉱石を固相で還元する「海綿鉄法」のような方法が全世界の主流であった。ところが、鉄に炭素が 4%入ると融点が 1150°Cに下がり溶せるようになる。これを利用して中国では「鑄鉄」の生産を戦国時代以前に始めている。

しかし、鑄鉄はセトモノのように脆く、鉄とは全く異なっていたので、ヨーロッパでは Pig-iron と言って嫌われ、14 世紀にシャフト炉が出来るまで捨てられる運命であった。

固相で鉄を作る方法を「直製製鉄法」、4%炭素の溶かして「銑鉄」を作り、これを精錬して鉄を作る方法を「間接製鉄法」という。日本の近代たたらは、その中間的な位置づけである。

当然、BC20 世紀頃、鉄を作り始めたヒッタイトも「直接製鉄法」であった。

もちろん、この「直接製鉄法」は時代と共に還元温度を高め、炉形や規模を変えながら、ルッペ炉、レン炉などに発達する。その結果、部分的には「間接製鉄法」に近づいて行くことになる。「たたら」がその例である。

もう一つの要素は原料(鉱石)である。褐鉄鉱のように本質的には微細な原料は還元が容易であるが、製錬のための送風が目詰まりが生じ易い等の問題があるし、磁鉄鉱のように強固な塊状の原料では、規模を大きくしないと、還元条件を維持できない。「たたら」の原料の「砂鉄」はいわば両者の中間的な原料なのである。

以上のことから、古代の初歩的な製鉄法としては、小型炉、低温還元、微細原料による「直接製鉄法」を想定するのがいわば常識である。

小型、低温炉としては、ボール炉が代表的なものである。だから、ボール炉のような小さな炉で「製鉄して精錬する」方法が提起されている。その流れの上にヨーロッパのBloomery炉である。

そのように考えると、「朝鮮半島から1次素材を輸入し(精錬して)本土へ鉄を供給する」と言うカラカミ遺跡の製鉄方式(推定)は非常に進んだ方法である。はたして、ヨーロッパのBloomery炉よりも進んでいたのだろうか。そもそも1次製錬と2次精錬の場所を変える理由が分からない。

以下の考察は、極力、遺跡の資料に基づいて行うが、「弥生時代に製鉄が行われていた証拠」は未だないというのが学界の意見なので、反論するため理論的な推論を多用することになる。

ただし、逆にいえば、「弥生時代に製鉄はなかった」ことを証明することも、理論的に不可能なことなので、多少気軽に語る。

(3) 大和6号墳の鉄錠の解析

まず、5世紀前半の大和6号墳の鉄錠を取り上げる。分析値からみると、Si、Mn、P、Sなどが非常に低く、低温製錬(低温精錬)の特徴を明示している。しかも、同一資料の中でも、成分が極度に異なり、Feよりも還元し易いCu、Co、As、Sbがメタル側に移行する反面、鉄よりも還元し難いWはスラグ側に残る傾向があることである。これは溶融する過程では起こりえないので、「直接製鉄法」の証拠となる。

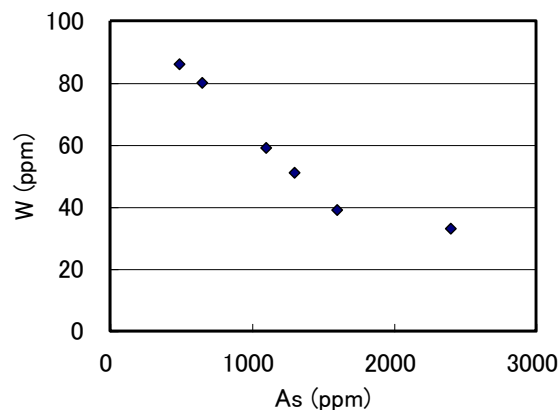
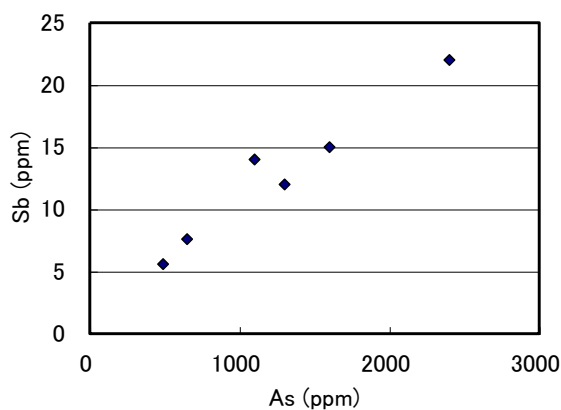


図1 大和6号墳鉄鋳85BのAsとSbの関係 図2 大和6号墳鉄鋳85BのAsとWの関係

(4) 日韓の鉄の微量成分と製鉄原料

古墳時代の遺跡から出土した鉄鉱石、砂鉄、製錬滓、鍛冶滓、鉄遺物で、微量成分がどのようになっているかを表4に示す。まず、指摘できることは、V、Coを除くと、鉄遺物や鍛冶滓に含まれるAsもSbもWも、普通の鉄鉱石(磁鉄鉱)や砂鉄からもたらされたものとは考え難いことである。

元素	放射化分析 ppm		鉄鉱石	砂鉄	製錬滓	鍛冶滓	鉄遺物 (日本)	鉄遺物 (韓国)
	～	～						
V	～	100	11		15	52	45	35
	101	～ 1000	1	1	5	8	1	
	1001	～		15	10	1		
Co	～	100	12	7	30	58	28	29
	101	～ 1000		9		5	17	6
	1001	～						1
As	～	100	12	16	30	54	29	25
	101	～ 1000				9	10	8
	1001	～					6	4
Sb	～	10	12	16	30	59	14	16
	11	～ 100				4	20	11
	101	～					11	9
W	～	10	11	16	22	45	27	24
	11	～ 100	1		8	14	12	7
	101	～				3	3	5
Cd	○						5	
	×						38	36

と、状況が様変わりする。しかも岡山県の製鉄遺跡から出た「鉄鉱石」の微量成分は、日本の鉄遺物の成分とほぼ共通しているのである。

問題は、日韓の鉄が「同じ原料」を用いたのか、「同じような原料」を用いたのかである。Asが高い場合もあれば、Sbの高い場合もある。Wの高い場合もあれば、Coの高い場合もある。実に多様な指標成分を雑多に有していることから見て、これらの原料がとても「同一源」とは考えられないのである。要は、「同じような原料」を求めた結果として「不純分」が多くなったという共通点を有したのかも知れないのである。

(5) 中国地方山間の精錬滓

そのように見ると、弥生時代の西弥護免遺跡の鉄遺物にはVとCdを多く含むが、韓国には見当たらない。それに反して、6世紀中・後葉の広島県境ヶ谷製鉄遺跡の精錬鍛冶滓は、As、Sb、Wを含んで、西弥護免の鉄遺物と極めて良く似ている。

境ヶ谷遺跡に限らないが、中国地方の山間には5世紀中葉の大成遺跡、弥生末～古墳初期の湯谷悪谷遺跡などの製鉄関連遺跡がある。地理的に見て、なぜこのような山間部までわざわざ韓国の1次素材を運んで精錬しなければならなかったのであろうか。解けない疑問である。

更に、疑問を重ねれば、弥生時代の鉄遺物ではTiO₂が0.5%以上、Vが0.02%以上が多い中で、古墳時代の鉄遺物ではTiO₂は0.2%以下、Vは0.02%以下がほとんどなのである。

(6) 現代の直接還元鉄と弥生の鉄

もし、弥生時代に製鉄が行われていたとしたらどのような方法であったろうか。

筆者はそれをボール炉を使用した「ルツボ製鉄」的な方法だったと考える。これは砂鉄のような粉鉱石に炭粉をまぜ合わせて炉床に置き、外部から加熱し、固相で海綿鉄を作る方法で、現代のFASTMETプロセスなどの原理と同じである。粉鉱石と炭粉を混ぜて作成したペレットの還元基礎実験によれば、1100℃×10分の条件で反応が終了する。FASTMETプロセスで作った還元後のペレット断面写真を図3に示す。

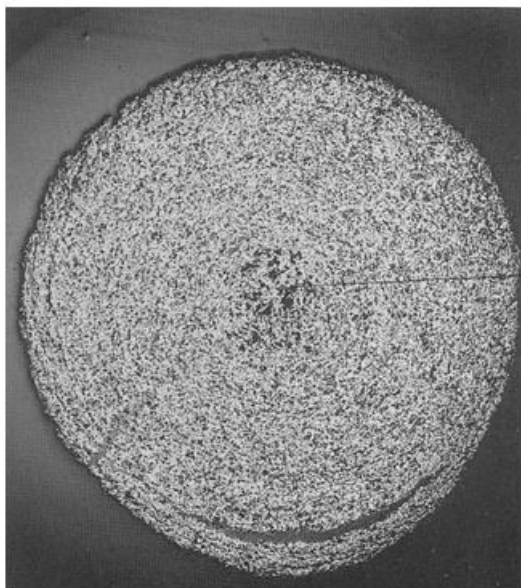


図3 FASTMETで作った還元後のペレット断面写真

ただし、このようにして作った海綿鉄は、滓の除去が行われていないので、再び精錬しないと使用できない。その時の精錬は、いわゆる精錬鍛冶とおなじであり、海綿鉄を鉤に見立てて酸化性雰囲気中で加熱し、スラグを除去しながら鉄を得ることになる。

このようなプロセスを想定すると、いわゆるボール炉のような精錬鍛冶炉だけあれば、鉄は作れる。したがって、基本的には製錬滓が残ることはなく、精錬鍛冶滓のみが残るプロセスが可能である。

新井宏

メール arai-hiroshi@jcom.home.ne.jp

URI:<http://members3.jcom.home.ne.jp/arai-hiroshi/>

表7 西弥護免の鉄と広島境ヶ谷の鉄滓

出土地・サンプル内容				放射化分析値(ppm)					
				V	Co	As	Sb	W	Cd
西弥護免1	16R	鉄斧	弥生後期	63	81	230	13	11	○
西弥護免2	17R	鉄片	弥生後期	54	71	6	2	140	○
西弥護免4	19R	鉄片	弥生後期	78	6	2	3	180	×
西弥護免3	18R	鉄鏃	弥生後期	35	13	7	63	210	○
境ヶ谷5	38	鉄滓	6C中～後葉	65	13	5	1	150	×
境ヶ谷6A	39大	精錬滓	6C中～後葉	87	66	37	2	130	○
境ヶ谷7	39小	精錬滓	6C中～後葉	63	20	150	5	650	○
西弥護免5	20R	刀子	弥生後期	99	7	8	270	2	○
西弥護免6	21R	鉄鏃	弥生後期	34	3	5	56	1	×
西弥護免7	22R	鉄鏃	弥生後期	63	10	4	42	1	○
西弥護免8	23M	鉄片	弥生後期	3	17	7	180	6	×