

古代の鉄生産について

——美濃・金生山の鉄をめぐる——

八 賀 晋

はじめに

古代におけるクニグニのまとまりの中心的役割をはたした用具に鉄製の利器、道具があったことは良く知られている。弥生文化期、ほぼ全国に広がった鉄製用具は、その後の各地の生産具の基幹として、大いにその力を発揮したことは当然である。古墳時代、とくに五世紀頃の古墳副葬品にみられるように、莫大な量の鉄製武器の存在は、地域さらにそれを越えた国々の形成の過程に鉄の有効な在り方を具体的に示すものであろう。

莫大な量の鉄製品の原材料の問題については、鉄生産の遺跡が古墳時代前期や弥生時代に遡る明確な事例がなく、その生産の問題に關しては、大方の考え方が海を渡った朝鮮半島にそれをゆだねてきたとする考え方が中心である。金属器の生産の問題は鉄のみでなく、銅の問題についても同様である。弥生時代の銅鋳に代表される銅製品も、その原材料は、旧前に中国・朝鮮半島よりもたらされた利器

等の再鑄造によって国産銅用具の原料と解されてきた。

鉄・銅・鉛その他の金属の国内生産については生産跡の確認の問題はもとより、生産過程の歴史の変遷も含めて、古代に遡るほど確証が得られていない現状である。

旧前、古代の国内鉄生産の可能性について、現存する鉄鋳脈と周辺の遺跡等の分布を傍証に一考したことがある^③。本稿はその補足的な面から、若干の理化学的な結果を加え、東海地域における古墳時代の鉄製品と原料との関係を通じて、古代の鉄生産の一つの在り方を推考してみたい。

一 美濃における鉄鋳

弥生文化期における各種の鉄製品の存在を考えると、この期の製品がいかなる経緯をへて我国にもたらされたのかの研究は当然なことであるが、最も関心を与せられる点は原料鉄の生産の開始の問題である。これは古墳時代における大量の鉄製武器・武器、農工具

類などの在り様とともに、鉄生産技術の展開に研究の焦点があてられてきたところである。すでに、北九州における弥生時代遺跡のなかには、福岡県春日市赤井手遺跡で確認されたように、鉄素材から製品化する工房跡も幾つかで検出されており、鍛冶が弥生時代に機能していたことは明らかである。しかし、鉄製錬についてはその実態は明らかでない現状であろう。

鉄を砂鉄や鉄鉱石などの素原料より製錬したとする証の一つに製錬滓の検出がある。鉄滓には製錬滓と鍛冶滓とがあるが、砂鉄や鉄鉱石から金属鉄を抽出した残滓が製錬滓である。製錬滓か鍛冶滓かの判断の問題はあるが、製錬滓の出土時期の確定等によって、製鉄技術の開始時期など多くの資料を提供するものである。

古墳時代、生活跡から出土する鉄滓のほか古墳の副葬品とともに出土する例が多い。大沢正己氏の研究によれば、全国で一五〇ヶ所に及ぶとされるが、恐らく近年では二〇〇ヶ所にも達すると考えられる。東海地方においても美濃地方では可児郡内の古墳をはじめ一〇ヶ所前後の古墳から出土する。

全国にみられる鉄滓の出土例は、その時期が六世紀後半から七世紀にかけての場合で、実際の製錬遺構の確認も、ほぼこの時期が初現と考えられている。

近年、滋賀県草津市に所在する木瓜原遺跡では、長辺六メートル、短辺五メートルの防湿施設をほどこした盛土の上に、炉、フイゴ設備をもつ巨大な製鉄炉を検出している。七世紀後半と考えられる本炉跡は、莫大な量の製錬滓をはじめ、木炭窯、小鍛冶跡を周辺に設置した大規模な製鉄工房の様相を具示している。

現在時期を確認し得る鉄生産遺構は、六世紀以降であるが、五世

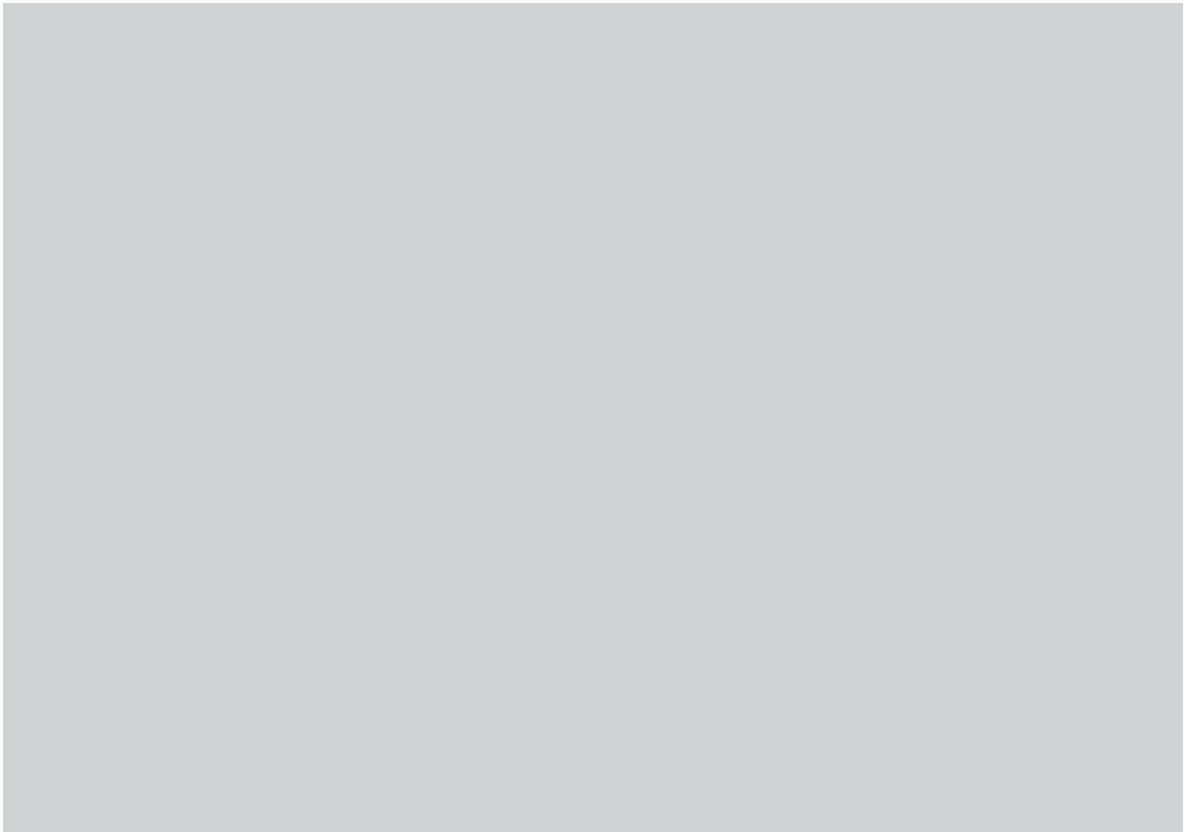
紀を支えた大量の鉄の原料鉄は、その産を朝鮮半島に求めたものであるとする考え方が支配的である。

日本における鉄生産の問題に関して、鉄製品ないし鉄滓に含まれる化学組成の分析を通じ、その原料を推考する方法がとられている。基本的には原料が砂鉄であるか鉱石であるかという点がある。先述の大沢氏の研究をはじめ、鉄錠を多量に検出した奈良大和六号墳の鉄錠の化学組成の研究^②など、その化学組成から、その原料の産地については鉄生産地の考定の基とされている。こうした鉄製品ないし鉄滓の化学組成分析は、日本の遺跡はもとより、韓国内の遺跡出土の鉄製品にも及んでいる。

しかし、こうした製品の分析値表には、鉄原料の分析が多くないように見受けられる。鉄製品は素原料と一体のものである。鉄製品が何処の材料をもとに生産されたのかを知ることが可能であれば、鉄生産のもつ様々な問題が明らかとなることは必至である。

以前、筆者は岐阜県大垣市赤坂に所在する鉄鉱脈の化学分析を通じて、古代の美濃における鉄生産について推考を行った^③。若干の解説を行っておく。

美濃南野の西端に伊吹山系から派生する支丘の一つに金生山と称する石灰岩の山がある。かつては大理石を産する山として著名で、その材は東京・日本生命ビル等の建築材として使用された。現在良質の大理石が産せず、主として石灰原料として作業が続けられている。この金生山の赤坂地区には露頭の赤鉄鉱の鉱脈が長く東西に連なっていた(挿図1)。現在はその姿を失いつつあるが、かつては東西二〇メートル、幅四〇メートル、高さ八メートル以上台形状に存在した。地元の方々及び石灰採掘会社の方々^④は周知の事である



挿図1 赤坂 赤鉄鉱脈

が、一般にはあまり知られていない。豊富な鉱脈は、昭和十九年、軍により採掘され、北九州八幡製鉄所に送られ活用された。当時の新聞に採掘開始が報じられている。当時の写真記録をみると、表土を剥ぎ、ツルハシ等で側面から掘りくずし、脇のトロッコに集積する作業過程であった。現在でも鉱脈の頂部は表土下一メートルほどで露呈する。

本赤鉄鉱は極めて良質で、後述するように総鉄分が六四%にも達する高品位なものである。材質定量分析では第二酸化鉄 (Fe_2O_3) の値は九〇%を越す値を示し、いわゆるベンガラ赤によって周辺一帯は赤褐色の様相を示す。この地が赤坂と称されるのもこのベンガラ赤の雨による流下が字名の源となったのであろう。この鉄鉱脈のある赤坂は、奈良時代前期の一大事件であった壬申の乱の舞台の中心地で、湯沐邑に属していた所である。その後の文献史料等から推考して、湯沐邑を中心に、本赤鉄鉱を原料に製錬が行なわれたのではないかと思われる。また、この鉱脈をとりまく山麓一帯は、東海地域で群を抜く四世紀から五世紀にかけて築造された前方後円墳、前方後方墳一二基が集中的に存在し、六・七世紀の古墳を含めると三〇〇基以上の大古墳地帯となっている。こうした大古墳群の生産基盤は、本鉄鉱脈を素材とする鉄生産によるものと想定され、その時期も四世紀にまで遡ると推考してみた。

赤坂の赤鉄鉱を特徴づける化学成分は砒素 (As) と銅 (Cu) の突出である。後述するように、周辺の古墳から出土した鉄製品の砒素及び銅の値が原材料と附合する点から、この原料から製品を作った可能性は極めて大きいと想定される。ただ現在、周辺地形が掘削により著しく変っており、製鉄炉等の発見には至っていない。

二 金生山の鉄鉱と分析

金生山の赤鉄鉱の化学分析について、その数値を示しておく(第一表)。

赤坂赤鉄鉱の化学分析をみても明らかのように、鉄の含有量が極めて多いことがわかる。同鉄鉱の別試料の容量分析でも鉄(Fe)が六四％に達するものもある。また、第二酸化鉄(Fe₂O₃)の分析値も、鉄石を粉末化した後、八〇度Cで九〇分乾燥した試料で九〇・六〇％、小さく砕いたものをマッフル炉を用いて五〇〇度Cで三時間焼き粉末化した試料でも九一・一二％と高い定量分析値を示している。

さらに本赤鉄鉱の容量分析で注目できるのは砒素(As)と銅(Cu)がきわめて高い数値を示すことである。Asは〇・一二％、Cuは〇・一〇一％の値を示す。別試料でもAsが〇・一三％、Cuは〇・四六％と高い数値を示している。

近代製錬においても、例えば製鋼内に含まれる砒素や銅をみても(新日本製鉄名古屋製鉄所)、順次過程のなかで行なわれる分析値の場合、その量は砒素〇・〇〇二％前後、銅〇・〇一％内外と極めて少ないものである。砒素や銅の容量が多いと、鉄の強度が弱くなるため、鉄石の段階で両者の容量が少ないものを選ぶという。

本赤鉄鉱中の化学成分のうち、二酸化チタン(TiO₂)の量が〇・〇六、バナジウム(V)の量が〇・〇五一と少ない。二酸化チタンやバナジウムは砂鉄に多く含まれる成分である。

なお、鉄鉱石・鉄製品・鉄滓の分析には、高周波プラズマ発光分

第1表 赤坂赤鉄鉱分析値(新日本名古屋製鉄所品質管理部試験分析室による)

赤坂赤鉄鉱

全鉄 T・Fe	酸化 第一鉄 FeO	二酸化 珪素 SiO ₂	酸化 アルミ ニウム Al ₂ O ₃	酸化 カルシ ウム CaO	酸化 マグネ シウム MgO	磷 P	マンガン Mn	二酸化 チタン TiO ₂	亜鉛 Zn	クロム Cr	砒素 As	バナジ ウム V	銅 Cu	Ig・Los
60.95	0.46	2.85	1.29	3.70	0.11	0.067	0.01	0.06	0.079	0.037	0.26	0.051	0.101	3.63

[参考] ハマスレー赤鉄鉱石(オーストラリア)

62.5	0.2	5.31	2.9	0.04	0.04	0.058	0.09	0.12	0.003	0.004	0.001	0.003	0.001	1.86
------	-----	------	-----	------	------	-------	------	------	-------	-------	-------	-------	-------	------

[参考] フィリッピン砂鉄

60.57	22.67	2.26	2.75	0.12	2.15	0.124	0.61	6.33	0.010	0.018	—	0.30	0.001	0.36
-------	-------	------	------	------	------	-------	------	------	-------	-------	---	------	-------	------

析方法や主成分の分析等にはD D T C原子抽出吸光法、ガラススピード蛍光X線分析法を用いて検出したものである。

二 東海地域の古墳出土鉄製品の分析

赤坂赤鉄鉱の成分分析は以上のようであるが、もし、この鉄鉱石が製品原料として利用された可能性をもつとした場合、古代の鉄製品にどのような結果が生ずるものであろうか。鉄鉱石と製品の付合すなわち産地を特定するのは極めて難しい点であるが、順次おこなった鉄製品の分析からその可能性を考えてみたい。

鉄鉱石と製品の付合の可能性を知る一つの手がかりの成分に砒素と銅がある。我国の鉄鉱石及び砂鉄のなかに砒素の容量がこれだけ多い例は極めて稀である。また、近代製錬のなかでも、砒素などはその過程のなかで取り去ることが出来ない成分である。例えば炭素などは熱を加え叩くことによつて除去することが出来る成分である。従つて、鉄製品のなかに含まれる砒素や銅の容量に注目し分析してみた。

第2表は赤鉄鉱の所在する金生山山麓に分布する古墳群から出土した各種の鉄製品の分析値である。これらの鉄製品はほぼ完全に酸化されていて、褐鉄鉱($Fe_2O_3 \cdot xH_2O$)になっていると推定され、実際の濃度は100/60=1.67倍くらいであろうと考えられる。

出土古墳について若干の説明を加えておく。遊塚古墳は大垣市青墓に所在する。金生山の西南麓の独立丘陵上に大形の円墳二基と並んでつくられた全長七〇メートルの前方後円墳である。昭和三十五年に発掘調査したが、二段築成の墳形をもち、段上に円筒埴輪が並

第2表 金生山周辺古墳出土鉄製品分析表

(%)

No.	名称	出土場所	C*	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr**	Al	Mo	Ti	V	Co	Sn	As	IgLos	Fe
1	鉄片	岐阜・遊塚古墳	0.83	0.15	0.01	0.02	0.04	.004	.000	.000	0.16	.001	.002	.000	.000	.000	.001	11.0	58.9
2	鉄刀片	"	0.42	15	1	0.01	0.33	.004	0	0	0.26	7	4	0	0	0	.001	12.8	55.7
3	鉄鍔片	"	—	21	2	0.08	—	.05	1	0	0.25	0	4	0	4	5	.014	—	56.7
4	"	"	—	18	1	0.14	—	.32	0	0	0.14	0	4	2	0	0	.014	—	55.5
5	"	"	—	23	1	0.07	—	.004	3	0	0.06	0	2	0	14	0	.006	—	57.2
6	鉄剣片	岐阜・中八幡	0.83	33	1	1.04	0.08	.04	3	0	0.09	0	3	0	3	0	.014	—	56.3
7	鉄鍔片	"	0.46	25	1	0.08	0.02	.20	1	0	0.16	0	4	0	8	0	.05	10.6	58.1
8	短甲片	"	0.96	25	2	0.09	0.05	.008	1	0	0.46	0	16	0	12	0	.028	—	52.1
9	鉄刀片	岐阜・段1号	0.55	23	1	0.07	0.06	.20	2	0	0.13	0	2	0	16	38	.011	—	59.8
10	鉄鍔片	"願成寺1号	0.68	15	1	0.09	0.02	.01	4	0	0.16	0	3	0	7	0	.12	—	61.0
11	"	"願成寺57号	0.57	18	1	0.03	0.06	.02	4	0	0.20	0	2	0	12	0	.20	—	62.8
12	"	"雨乞塚2号	0.65	23	1	0.03	0.06	.03	5	0	0.36	2	3	0	5	0	.04	—	60.0

* 炭酸塩含む

** 再分析済

ぶ。主体部は粘土槨であるが、完全に盗掘をうけ著しく破壊されていた。前方部の後円部寄りに祭祀具の埋納施設があり、拡内の楯の上に車輪石一点のほか銅鏃、鉄刀剣、鉄鏃の金属製品、刀子、ノミ、斧などの石製模造品が多数埋納されていた。また伽耶製の陶質土器(蓋)が一点置かれ注目を受けた古墳である。时期的には四世紀末から五世紀初頭にかけての築造である。この地域には四世紀から五世紀前半代に造営された前方後円墳、前方後方墳が一〇基以上集積し、東海地域でも古式の古墳が集中的に分布する所として著名である。三角縁神獸鏡、多量の剣を副葬した矢道・長塚古墳、現在範囲確認調査を行っている岐阜県最大の前方後円墳である昼飯大塚古墳もこの地に造営されている。

中八幡神社古墳は、金生山の東北麓に位置する全長六〇メートルの前方後円墳で、鉄製の鞍金具、木心鉄板張りの輪燈、短甲などを検出している。五世紀前半に属する。

願成寺古墳は、金生山の北方に位置する後期古墳を中心とする群集境内の古墳で、現在一二〇基ほどが集中する。六世紀代の古墳が中心ある。段古墳も同地域の古墳である。

雨乞塚二号墳は金生山の嶺つづきの山頂に造営された五世紀後半代に位置づけられる径二〇メートルの円墳で、内部主体は竪穴式石室をもつ。盗掘を受け若干の鉄鏃片のみ検出した。

分析結果で明らかのように、鉄(Fe)は五五%から六〇%前半代の数値を示すが、先述のように酸化されており、実際の濃度は一・七倍くらいを想定される。

バナジウムやチタンの量をみると、検出されないものが大半であるし、チタンの含有率をみても〇・〇〇二%から〇・〇〇四%代と

極めて低い数値を示す。これは原材料が砂鉄に基因するものでない事を示す。

問題とする砒素(As)は、遊塚古墳出土の鉄製品では〇・〇一〜〇・〇一四%の値を示すが、中八幡神社古墳の鉄鏃片では〇・〇五%、願成寺古墳の出土鉄鏃片では〇・二%〜〇・〇四%と高い数値を示す。現在の高炉銑鉄や鋼の砒素レベルは、〇・〇〇一〜〇・〇〇三%ほどであるのが一般的であるのに対し、出土品の砒素レベルはかなり高濃度の含有率を示している。

銅(Cu)の含有率をみると、遊塚古墳の場合、鉄鏃片のなかには〇・三二%の高い数値のものも存在する。中八幡神社古墳の場合も〇・二%、六世紀の段一号墳でも〇・二%と高い数値を示す。銅に関しても、現在の高炉銑鉄や鋼の銅レベルは〇・〇〇一〜〇・〇一五%であり、これも高濃度含有率を示す。第3表は金生山山麓の古墳から採集された刀子の分析値である。刀子は遺存状態は極めて良好で、切断した断面は鉄地が良好に残ったものの計測値である。砒素・銅の量が注目される。

ニッケル(Ni)・バラジウム(V)・モリブデン(Mo)・アルミニウム(Al)・タングステン(W)は、(一)がついた数値でほとんど検出されないと理解すべきとされる。

本分析と同時に、本赤鉄鉱から小タタラを行った際の分析と、小タタラから鍛錬も行った数値があるが、小タタラでも砒素は〇・一三七%、銅は〇・〇四二八%、さらにその鍛錬材では砒素〇・二〇八二九%、銅一・一〇二九四%と高い濃度の含有率を示した。

鉄製品の化学分析について、三重県内の遺跡から出土した弥生時代後期から古墳時代に至る多数の遺物を対象に行った。総計二三〇

第3表 金生山麓の古墳出土刀子分析表

	C	Si	Mn	Ti	V	P	S	W	As	Al	Cu	Cr	Ni	Mo	TA	Co	Sn
刀子	0.56636	0.00173	0.01756	0.2066	0.0082	0.0875	0.00613	0.001	0.1146	0.00982	0.18866	0.0506	0.0022	0.0136	0.00235	0.0215	0.10089

第4表 三重県内古墳出土鉄製品分析表

	時期	遺跡名	品目	Fe	Si	K	Ti	Al	Mn	Cr	V	Hg	Cu	As	Ca	Rb
1	弥生後	南谷遺跡	鉄鏃	64.34	22.38	1.13	0.31	11.45	0.23	0.08	0.05					
2		"	"	72.81	18.75	0.83	0.31	6.80	0.28	0.09	0.07					
3	4 C	東山古墳	鉄斧	86.92	7.50	0.76	0.24		0.20			3.66	0.68			
4		"	"	78.41	16.53	0.96	0.29		0.23	0.08	0.04	2.80	0.61			
5	6 C	落合古墳2号	刀子	65.25	15.97	1.37	0.35	16.63	0.25	0.08	0.07		0.21			
6		"	鉄鉾	80.05	8.36	0.38	0.20	10.47	0.18	0.10						
7	6 C	勝地大坪1号	鉄鏃	73.54	11.47	0.37	0.17	13.76	0.30	0.12	0.08			0.06	0.08	
8		"	"	75.53	15.82	0.61	0.29	7.18	0.43	0.10						
9		"	"	90.79	8.33	0.29	0.14		0.27	0.08			0.07			0.02
10	6 C	井田川茶白山	石突	72.84	26.62		0.16		0.34				0.45			
11		"	鉄鏃	83.25	15.19	0.511	0.16		0.30	0.11						
12		"	"	73.51	15.19	0.20	0.18	9.89	0.30	0.07	0.05		0.15	0.40		
13		"	"	92.37	5.07		0.10		0.30	0.08			1.86		0.18	
14		"	"	76.56	16.95			4.88	0.25	0.11			1.22			
15		"	"	88.78	10.26	0.14	0.07		0.38	0.10			0.24			
16	6 C	小屋城1号	刀子	65.41	16.99	0.79	0.44	15.90	0.29	0.08	0.05					
17	"	垣内田3号	刀子	81.46	6.70		0.21	10.82	0.46	0.09	0.10		0.08			0.04
18		" 8号	鏢	69.53	14.95	0.51	0.32	14.18	0.30	0.09	0.08					
19	6 C	勝地大坪1号	鉄鏃	81.31	8.15		0.11	9.89	0.29	0.14	0.07					
20	6 C	井田川茶白山	石突	72.84	26.62		0.16		0.34							0.02
21	"	"	鉄鏃	72.05	16.29	0.48	0.20	10.48	0.26	0.08	0.08		0.44			

点にのぼる。このうちの若干についてその数値を表示しておく(第4表)。表示した試料は分析した分の一〇%ほどの数値である。非破壊の分析で、精度的にはや、細かい成分が表示されていない。この分析値では、アルミニウム(Al)や珪素(Si)の数値が高い。これはおそらく埋土の成分が大きく加わっていると考えられる。しかし、全体に鉄分が多いことは共通する。

このなかで井田川茶白山古墳の出土鉄器類が注目される。本古墳は六世紀中葉に造られた横穴式石室墳で、板石を組んだ棺が二基石室内に存在する。多量の須恵器とともに、二面の同向式画文帯神獸鏡をもつ中勢地域の盟主的な古墳である。出土する鉄製品のなかに砒素(As)が〇・四%の含有率を示すものもある。また、銅(Cu)の含有率が一・八%と高濃度となっている。バナジウム(V)やチタン(Ti)の量の低さも、井田川茶白山古墳の鉄製器は鉱石から産せられた鉄を考えて良いし、逆に砂鉄の可能性は低いのではないかと思われる。砒素、銅の含有率からも、赤坂赤鉄鉱からの鉄と考えられる。

南谷遺跡は丘陵鞍部に設けられた弥生時代後期の竪穴住居内から出土した鉄鏃で、三重県内では出土例の稀なや、大形のものである。チタン(Ti)やバナジウム(V)の量からも、砂鉄から製錬された鉄の可能性が大きい。

東山古墳は小形の円墳で、主体部は木棺直葬墳である。後漢の小形四神鏡一面、碧玉製合子、玉類を副葬している。鉄斧にはチタンの含有率が多い反面、銅の含有率も濃く鉄鉱石からの鉄の可能性を有する。

三重県下の古墳出土の鉄製品の分析を通じて想定されることは、

第5表 鉄器内砒素含有量

No.	サンプル (mg)	Fe (mg)	As (mg)	As/Fe ×100 (%)	As/サンプル ×100 (%)
19	996.2	587.41	0.197	0.033	0.019
20	975.3	477.75	0.354	0.074	0.036
21	966.6	557.87	0.322	0.057	0.033
22	985.2	136.05	0.474	0.3484	0.0481

第7表 美濃地域出土鉄滓分析表

出土遺跡	Fe	SiO2	Al2O3	CaO	MgO	P2O5	MnO	TiO2	S	Cr2O3
次郎兵衛塚 1号	54.1	16.7	2.7	1.9	0.2	6.4	0.3	0.23	0.07	0.47
〃 5号	53.2	11.7	3.1	0.5	0.0	0.2	0.1	0.19	0.23	0.53
稲荷塚 2号	33.4	36.7	8.4	1.0	0.3	0.3	0.1	0.37	0.07	0.48
羽崎大洞 2号	48.6	20.8	5.2	1.5	0.2	0.3	0.2	0.53	0.08	0.48
金屋遺跡	2.7	63.1	17.4	1.8	0.8	0.3	0.1	0.81	0.01	0.37
美濃国府跡	8.8	69.7	8.9	0.6	0.5	0.7	0.2	0.42	0.02	0.43
〃	49.3	20.0	3.9	1.6	0.5	0.9	0.2	0.52	0.04	0.47

砂鉄より鉍石からの鉄と想定される点が多いことが云える。
 先述したように、砒素やチタン、バナジウムなどは、製錬過程のなかで抜け取れず、八〇%から九〇%まで製品のなかに残る性質があるようで、この性質がかえって鉄原料の素材を推定できる一つとなっている。

多数の分析のうち、第4表に示した試料番19・20・21については、

マグネシウム Mg	モリブデン Mo	バナジウム V	コバルト Co	アルミニウム Al	チタン Ti	亜鉛 Zn	錫 Sn	分 析	文 献
0.013	—	—	0.017	0.010	0.02	0.0005	<0.010	久野雄一郎	久野雄一郎1982
0.034	—	—	0.020	0.020	0.004	0.0005	<0.010	〃	〃
0.012	—	—	0.022	0.010	0.002	0.0010	<0.010	〃	〃
0.006	—	—	0.012	<0.010	0.001	0.0010	<0.010	〃	〃
0.002	<0.010	<0.002	<0.001	<0.010	0.002	0.0007	<0.010	〃	〃
0.007	<0.010	<0.002	0.041	<0.010	0.004	0.0005	<0.010	〃	〃
0.001	<0.010	<0.002	0.011	<0.010	<0.001	0.0005	<0.010	〃	〃
0.012	<0.010	<0.002	<0.005	0.010	<0.001	0.0015	<0.005	窪田蔵郎	窪田蔵郎1973
0.0047	0.0093	0.00047	0.0019	—	0.0028	0.0019	—	松下電器産業	森浩一・炭田知子1974
—	—	Tr	—	—	Tr	—	—	今井勇之進	岡崎敬1979
—	—	<0.001	0.005	—	0.012	<0.0001	—	大沢正己	大沢正己1983
—	—	<0.001	0.003	—	0.005	<0.0001	—	〃	〃
—	—	—	—	—	0.610	—	—	日本鋼管技術研究所	和島誠一1960
0.057	0.015	<0.003	—	0.007	0.002	—	—	新日鉄基礎研究所	伊東錫・李南珪1986
0.033	0.015	<0.003	—	0.004	0.002	—	—	〃	佐々木稔ほか1981

さらに微細な化学分析を行ってみた。分析方法はサンプルを粉砕器で粉末にし、乾燥後、約一グラムをフラスコに入れ熱硫酸で溶解。適当な濃度に調整してプラズマ発光分析装置 (ICP) で分析したものである。分析は三重大学工学部分子素材工学科、市川貴之先生によるものである。この分析では特に砒素の含有量を求めた。以下分析値である (第5表)。

なお試料番号22は、赤坂赤鉄鉱を同様の分析方法で行ったものである。三重県内の鉄製品には微量であるが砒素が含有していると考えられる。

第6表は奈良大和六号墳の鉄鋌の分析で、久野雄一郎氏によるものである。⁵⁾ 本鉄鋌の分析値でも明らかのように、銅 (Cu) の含有率が高く、今日まで銅を含む磁鉄鉱を産出する中国大陸で製造されたものと考えるのが妥当とされている。

次に岐阜県内の古墳及び美濃国府跡で検出した鉄滓について成分分析を行った。結果の一部は第7表のようである。

次郎兵衛塚一号墳は、岐阜県可児市に所在する一辺三〇メートルの二段築成の方墳である。川原石を用いた葺石をもち、花崗岩で構築した全長一五メートルに及ぶ巨大な横穴式石室をもつ。出土土器から七世紀中葉頃と想定できる。表示した稲荷塚以下各古墳も岐阜県可児市に所在する横穴式石室墳である。鉄滓が古墳副葬品の一部として供献される例が全国的に確認されているが、美濃地域でも東部域、すなわち東濃地域でしばしば検出される。美濃国府跡の出土例は、鍛冶遺構にもなって検出されたもので、鍛冶滓と考えられるものである。

第7表の鉄滓の分析値をみるかぎり、とくにチタン (Ti) の含有

第6表 鉄鋌の化学分析 (東潮「鉄鋌の基礎的研究」より転載)

	鉄鋌出土遺跡	炭素 C	珪素 Si	マンガン Mn	磷 P	硫黄 S	銅 Cu	ニッケル Ni	クロム Cr	カルシウム Ca
1	大和6号墳	0.310	0.140	0.009	0.019	—	0.060	0.003	<0.001	<0.005
2	"	0.054	0.150	0.011	0.019	—	0.048	0.004	<0.001	<0.005
3	"	0.190	0.130	0.006	0.026	—	0.052	0.007	<0.001	<0.005
4	"	0.270	0.089	0.001	0.018	—	0.120	0.005	<0.001	<0.005
5	"	0.710	0.250	0.002	0.027	0.003	0.110	0.003	<0.001	<0.005
6	"	0.220	0.200	0.002	0.023	0.001	0.019	0.140	<0.001	<0.005
7	"	0.350	0.470	0.001	0.051	0.005	0.036	0.015	<0.001	<0.005
8	"	0.100	0.057	<0.01	0.006	0.009	0.210	0.010	<0.001	0.039
9	石山古墳	多量	2.760	0.0019	0.370	0.652	0.019	0.0019	0.0009	0.0093
10	沖ノ島	0.390	0.110	0.004	0.038	0.081	0.032	—	—	—
11	下山古墳	0.420	0.200	0.020	0.013	0.0005	0.002	<0.001	<0.001	0.005
12	狐山古墳	0.500	0.170	0.020	0.210	0.013	0.038	<0.001	<0.001	0.02以上
13	昌寧校洞	—	—	—	0.104	0.090	Ni	—	—	—
14	福泉洞11号墳	0.850	0.490	Tr.	0.157	0.032	—	—	—	—
参考	伝公州出土鉄斧(皮金部)	0.320	0.060	0.020	0.006	0.002	0.005	<0.003	<0.003	0.100
	"(心金部)	0.310	0.040	0.010	0.003	0.003	0.004	<0.003	<0.003	0.054

率が低い。砂鉄系の原料を使用した可能性は低いと考えられる。ちなみに、大沢正己氏の論考⁶⁾による各地の製錬滓や鍛冶滓の分析結果を見ると、例えば島根県座主古墳出土の製錬滓では、二酸化チタン(TiO₂)が九・四%、バナジウム(V)が〇・四三%、また岡山県椋山古墳群釜田一号墳の製錬滓では二酸化チタンが一九・七七%、バナジウムが〇・一二%と高濃度含有率を示している。こうした二酸化チタンの含有率の高さは砂鉄系の原料を使用した結果である。

鉄滓成分中第7表中の酸化カルシウム(CaO)の含有率は〇・五%から一・九%と低い。先述の大沢正己氏の論考中の各地の鉄滓にみられる酸化カルシウムは高いもので九%前後、低いものでは〇・三五%などの値が示される。近代製錬では、製鉄過程でカーボン・リン等の不純物を除去するため、高炉、転炉段階でスラグとして取り除かれる。不純物の除去に石灰を加えるのが一般的であり、従って高炉スラグでは酸化カルシウムが四〇%内外、転炉スラグでも同様三〇%から四〇%ほどの酸化カルシウムが含有する。

古代の鉄滓に酸化カルシウムの含有率が数%であることは、近代製錬で用いられる石灰等の混入がないことを示す。古代の製鉄では、木炭と原料を交互に加え高熱で原料を溶融しタタラを造ると考えられる。さらにカーボン等の不純物の除去は熱を加え叩くことにより、酸化カルシウムの含有率が低い結果になったのである。

美濃国府跡出土鉄滓や可児市金屋遺跡出土の鉄滓が分析値中、鉄(Fe)が一・七%、八・八%と極めて低い。それに対し二酸化硅素(SiO₂)が六三%、六九%と高濃度である。何かの鉱物を混入して製錬した可能性も考えられる。この点は今後の課題の一つである。

なお金屋遺跡は室町時代末期から江戸時代初期の鋳物師屋の遺跡で、

第8表 滋賀県草津市木瓜原遺跡鉄滓・鉄塊分析表

	個所	Fe ₂ O ₃	CaO	MnO	SiO ₂	Rb ₂ O	TiO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	PbO	CdO	P ₂ O ₅	V ₂ O ₅	BaO
SR-2 第1C層	青ミドリ	39.00	4.63	0.44	50.02	0	0.18	5.53	0.15					
"	茶色	17.05	0.31	0.87	76.95	0	0.10	4.15	0.25	0.28	0			
SR-02第1C層		88.70		0.17	4.77		0.20	6.14						
"	同一個体	34.48	1.75	0.08	57.77	0		4.19	0.10			1.12	0.007	
"		27.42	1.81	0.07	63.42	0	0.62	4.91	0.16		0	1.47	0.07	
鉄塊261-2	同一個体	52.80	0.09	0.05	42.46	0	0.50	3.59					0	0.47
"		29.05	1.34	0.09	67.87	0			0.78		0		0	0.39
SR-2 No219	茶色	22.03	0.35	0.10	71.02	0	0.53	5.08	0.10	0.52			0	0.23
"	黒色	32.49	0.53		66.30	0	0.22						0.037	
炉外流出滓	茶色	32.90	0.27	0.10	62.07	0	0.42	4.72	0.14					
"	黒色	36.91	0.62	0.22	62.02	0	0.20							

大量の鉄滓が出土している。

第8表は滋賀県教育委員会で調査を行った滋賀県草津市所在の木瓜原遺跡出土の鉄滓及び鉄塊に近い遺物の分析値である。全体を通じて見ると、チタンの量が少ない点から見ても鉄鉱石を用いた製錬である。また第7表の美濃国府跡の鉄滓と同様、二酸化硅素(SiO₂)の含有量が極めて多量である。木瓜原遺跡と美濃国府跡とは、金生山を間に置き東西約四〇キロメートルほどの距離である。木瓜原遺跡は七世紀後葉、美濃国府跡は八世紀後半頃での遺構である。二酸化硅素の含有率にみる共通点は、製錬技法の在り方に同様な基因をもつものか、更に検討が必要である。

また、製鉄の原料が金生山・赤坂の赤鉄鉱によるものなのか重要な課題である。現在、その可能性を考えておきたい。

まとめにかえて

高品位の金生山の赤坂赤鉄鉱は、長く忘れ去られた鉄鉱脈である。先に昭和十九年に、この鉄鉱の採掘が軍によって成され、北九州八幡製鉄所に送られ製錬されたことを述べた。この採掘の契機となったのが石灰採掘中の鉄脈の発見である。

鉄脈の所有者である河合石灰株式会社の所蔵資料に昭和十八年二月二十一日付の小さな新聞記事が残る。「岐阜で赤鉄鉱発見―含有量六〇%の優良脈―」として、河合嘉吉氏が石材採掘中に赤鉄鉱を発見され、鉱山監督局にて分析・鉄脈は数十万坪に及ぶことが判明したので試掘を出願した。要約すればこの様な記事である。これを受けて軍が採掘したものである。

本鉄鉱脈の特筆は鉄脈が露頭に近い状態である。地下に鉄道を掘る必要のない点は、製錬の技術の修得後は、容易に作業が展開したと考えられるし、山腹から流下する酸化第二鉄、すなわちベンガラは、容易に古代の器等に塗布されたことが想定できる。濃尾平野に展開する弥生土器の彩色の多さも、このベンガラに基因するものであるし、古墳時代の埴輪彩色にも活用されたことは当然なことであろう。

以上、赤坂・赤鉄鉱の分析および周辺の遺跡より検出される鉄製品・鉄滓の分析を通じ、原料から製品への可能性を考察してみた。分析を通じて明らかかな点等を列記してみたい。

- 一 鉄鉱石は極めて高い鉄の含有率をもつ。また鉄鉱石を特徴づける元素に砒素と銅が高濃度に含まれる。
- 一 周辺古墳から出土する鉄製品には、砒素・銅を高い濃度で含むものがある。その時期は四世紀末から五世紀初頭にかけての出土遺物にみられる。
- 一 六世紀代には伊勢地方の鉄器にも砒素・銅を含有するものが顕著となる。
- 一 東海地域の鉄製品は砂鉄でなく、鉄石から製錬されたものが多い。
- 一 七世紀後半から八世紀の鉄滓に二酸化硅素が多量に含まれる。製錬過程で不純物の除去に硅素を含む鉄物が使われた可能性がある。

結論的には、赤坂の赤鉄鉱は、四世紀段階から製錬され、鉄製品の素材とされ、美濃を中心に鉄製品を造りつづけたと考えられる。

またその地金は各地域に搬出されたものであろう。七世紀後半以降、不純物を除去する新たな製錬方法の開発とともに、赤坂の赤鉄鉱は中央政権の主要な生産地としてその位置を保ったものと解することが可能である。記録にない鉄生産地は「湯沐邑」と称された特殊な管理下に置かれたものであろう。壬申の乱時のこの地の在り方が、本来有したこの地の特異性の一端を表出したものと解している。

原料鉄と製品の一致は、古代の生産の在り方はもとより、その技術の問題、対外的な原料移入の問題など、中央はもとより地域の在り方に重要な課題を与える。全国的な規模で鉄原料と製品の関係を進める必要がある。現在、さらに鉄製品の分析を行っているが、その中間的な意味で小論を述べてみた。

あとがき

本稿を考察するにあたって、分析の大部分を新日本製鉄、名古屋製作所白田典夫氏にお願いした。また三重大学工学部市川貴之先生に分析をお願いした。資料については、大垣市教育委員会、池田町教育委員会、可児市教育委員会、三重県埋蔵文化財センター、滋賀県教育委員会のほか、中井正幸氏、高田康成氏、横幕大祐氏、長瀬治義氏、吉田英敏氏、林道博氏、兼康保明氏、大道和人氏、河合石灰工業株式会社国枝武彦氏、池田町西田博氏、大垣市林慶司氏、椎屋紀芳氏、高野考悦氏はじめ多くの方々から資料提供、助言をいただいた記して感謝の意を表する。

なお、最後になったが、現在刃物で著名な岐阜県関市の刀匠は、もともと赤坂に在住し刀剣製作を行っていた。いつの頃か赤坂を離

れ、現在の地で伝統を保っている。赤坂の鉄が忘れられたのはこの頃からであろう。

〈註〉

- 1 大沢正己「古墳出土鉄滓からみた古代製鉄」『日本製鉄史論集』たたら研究会一九八三
- 2 佐々木稔「大和六号墳出土鉄錠中の非金属介在物の組成」『考古学論攷』榎原考古学研究所紀要所収、一九八七、清水欣吾「奈良県下の古墳より出土した鉄刀剣の化学分析」(『榎原考古学論考』一〇・一九)
- 3 八賀晋「不破道を塞ぐ考」(『論苑』坪井清足先生古希記念論集) 天山社 一九九三
- 4 池田町・西田博氏所蔵の刀子で、分析にあたり断面の部分の無酸化状況の分析値である。分析は大和金属鋳業株式会社、ヤマト分析研究所で行ったもので高野考悦氏からデータをいただいた。分析は電子線マイクロアナライザーによる定量分析による。
- 5 東潮「鉄錠の基礎的研究」(『榎原考古学研究所紀要』『考古学論攷』第十二冊、一九八七)
- 6 注1に同じ
- 7 滋賀県教育委員会より資料の提供を受けた。