

鉄と銅製錬・鑄鉄くずの出会いから 鉄の起源・たたら製鉄の始まりを考える

和鉄の道 2015
【6】

たたら製鉄の起源にせまるのか？ 杵岐からかみ遺跡の製鉄炉
くず鉄を第三の製鉄原料として鉄素材を作った？ 1~3世紀の地上炉

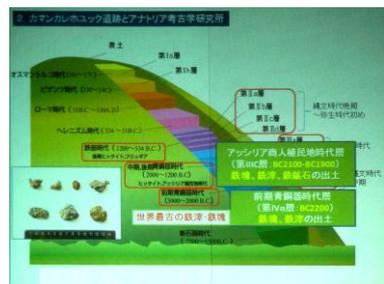
3月大阪 九州大学宮本一夫氏講演「杵岐カラカミ遺跡と倭国の大乱」を聞く

2015.3.15. by Mutsu Nakanishi



青銅器時代の人工鉄
トルコ カマンカレホック遺跡で発掘された
ヒッタイト以前の世界最古の「鉄滓」と「鉄塊」
「この鉄滓と鉄塊は鉄を含む銅鉱石の鉱滓から抽出されたのでは？」との仮説報告

青銅器時代にどんな方法で作られたのか？
注目のであったこの鉄滓と鉄塊
2014.7.19. 大阪府立生体博物館で開催された
愛媛大学 東アジア古代鉄文化研究センター
研究報告会「古代コーラシア大陸のアイアン・
ロード」で「この鉄滓・鉄塊は鉄を含む銅鉱石
の鉱滓から抽出された可能性が、一番近い」との
報告があった。

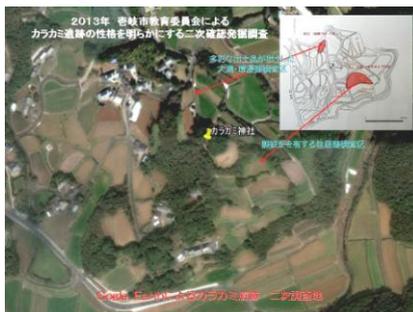


杵岐市共催
古代史ぎっしり杵岐



3月1日(日)
(第1部: 13:00~16:15 第2部: 14:45~16:15)

第1部:『魏志』倭人伝に記された一支国の世界
第2部:杵岐カラカミ遺跡と(倭国)の大乱



からかみ遺跡から出土した鍛冶屑跡と推定される大型堅穴住居床面の焼土跡および石製鍛冶台工具・羽口・鉄素材・鉄滓など+

最近鉄の起源・たたら製鉄の謎に迫る新しい発掘調査研究が次々と報告されている。

ユーラシア大陸のメタルロード探究を進める愛媛大学の村上恭通教授らは西アジアでの共同発掘調査から人工鉄を
発明したと定説のヒッタイトの時代以前 世界最古の小鉄塊・鉄滓を発掘するとともに、

「人工鉄の起源は西アジア地中海沿岸の銅製錬の副産物として 小鉄塊が銅製錬の過程で生まれ、
それがさらに鉄製錬へと展開されていった」との研究成果を発表。

2015年2月14日 松山 愛媛大学アジア歴史研究会で 村上教授講演より

また、九州大学宮本一夫教授らは倭国魏志倭人伝の時代 朝鮮半島交易の中心地として栄えた杵岐のからかみ遺跡の
鍛冶工房遺構から出土した他に類例のない地上炉について、

「炉壁・立派な羽口のある地上炉でありながら、鉄滓・鍛造剥片も少なく、また出土する鉄が殆ど未完成のくず小鉄
片という特異な特徴をもつ地上炉で、朝鮮半島の対岸の勅島周辺から出土する地上炉の特徴がある。

これらのことから、この地上炉は鉄精練・鉄器加工の鍛冶炉とは考えにくく、

朝鮮半島などから集めた融点の低いくず鉄を製鉄原料として鉄素材を作った製鉄炉(鍛冶炉)であろう」という。

2015.3.1. 大阪中之島 杵岐公開講座で 宮本教授講演より

そういえば、銅製錬から出た銅滓(からみ)には磁石にひっつくものがある。鉄と銅は昔から隣り合わせの金属だ。
また、2つの発表の時代は大きく異なっているが、製鉄技術の萌芽期にあって、多くの炭素を含んで融点の低い
鉄鉄小塊を集めて鉄素材を作り、鉄器へと展開する。これはまさに塊錬鉄製鉄法のプロセスの萌芽を思わせる。

製鉄技術展開のアプローチとして従来は鉄素材をつくる製鉄原料として（韻鉄）・鉄鉱石・砂鉄で、これらを原料とすると1400～1500℃に近い高温を安定保持する技術が不可欠。それが 銑鉄塊を製鉄原料に想定すると 一機に1100～1200℃に下がり、製鉄技術の展開のハードルは越えやすくなる。

また、この製鉄原料 小銑鉄塊採取に銅製錬があったとすると、大陸に近い交易中心の峇岐ばかりでなく、産地にもひろがる。 もっとも 銅製錬から銑鉄塊の採取もまた容易とは思えないが・・・

いよいよ 鉄の起源・たたら謎が解き明かされる日が近いと思わせる展開になってきたと・・・

【 関連 和鉄の道・Iron Road 】

1. 聴講まとめ 第18回アジア歴史講演会「鉄の起源の探究」成果報告 2015.2.14
青銅器時代の西アジア 鉄の起源と展開「金属器時代の黎明 -価値と技術-」
愛媛大 東アジア古代鉄文化研究センター

<http://www.infokkna.com/ironroad/2015htm/iron11/1503tetsunokigen00.htm>

2. 弥生時代中・後期の峇岐の半島交易拠点集落「カラカミ遺跡」資料まとめ 2015.1.1.
《たたら製鉄の謎 たたら製鉄のルーツに迫る》

「南北市糶」朝鮮半島との交易で栄えた峇岐で 弥生時代中・後期の製鉄炉が初めて出土

<http://www.infokkna.com/ironroad/2015htm/iron11/1501karakami00.htm>

すでに 聴講したり、資料を調べた結果を一部をご紹介してきましたが、たたら製鉄の謎 そのルーツに迫る視点から 要点を取りまとめました。

2015.3.15. by Mutsu Nakanishi

【 内 容 】

1. 鉄の起源を探る 世界最古の小鉄塊は銅鉱石の製錬過程の副産物か？
2. 魏志倭人伝の時代 1～3世紀 峇岐からかみ遺跡と出土した地上炉まとめ
3. 銅と鉄の出会いと面白い性質が 人工鉄の起源を育んだのか？
4. 鉄と銅製錬の出会いから 鉄の起源・たたら製鉄の始まりを考える

1. 鉄の起源を探る 世界最古の小鉄塊は銅鉱石の製錬過程の副産物か？

松山 愛媛大学 第18回アジア歴史講演会「鉄の起源の探究」成果報告 2015.2.14 より

2月14日 ユーラシア大陸のメタルロード探究を進める愛媛大学の村上恭通教授らは「鉄の起源探究」成果報告の愛媛大学第18回アジア歴史講演会で、トルコ カマンカレホユック遺跡の共同発掘調査で出土したヒッタイトの時代以前の世界最古の小鉄塊・鉄滓について、共同研究者たちの報告ふくめ、その後の調査研究から「人工鉄の起源は西アジア地中海沿岸の銅製錬の副産物として 銅製錬の過程で生まれ、それがさらに鉄製錬へと展開されていった」との研究成果報告。

さらにこの鉄の起源研究の共同調査で、トルコ カマンカレホユック遺跡ばかりでなく 西アジアの ヒッタイト以前の遺跡から鉄器並びに鉄遺物が出土。特に それらの遺跡は西アジア地中海沿岸のイスラエルやキプロスなど銅交易銅生産で栄えた都市から出土し、文書にもそんな記録が数多く残っているという。

青銅器時代の人工鉄
トルコ カマンカレホユック遺跡で発掘されたヒッタイト以前の世界最古の「鉄滓」と「鉄塊」

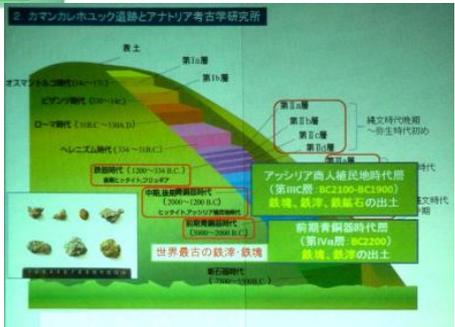
「この鉄滓と鉄塊は鉄を含む銅鉱石の鉱滓から抽出されたのでは？」との仮説報告

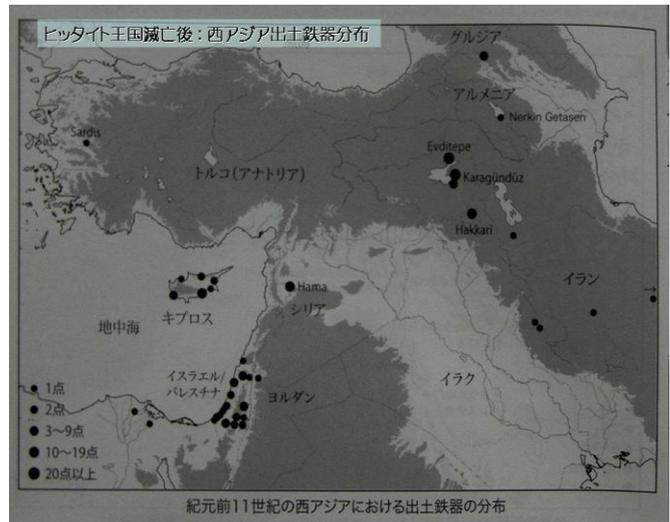


2013年度カマンカレホユック遺跡・鉄滓・鉄塊 前期青銅器時代 西アジア商人居住時代

青銅器時代にどんな方法で作られたのか？
注目の的であったこの鉄滓と鉄塊

2014.7.19. 大阪府立弥生博物館で開催された愛媛大学 東アジア古代鉄文化研究センター 研究報告会「古代ユーラシア大陸のアイアン・ロード」で「この鉄滓・鉄塊は鉄を含む銅鉱石の鉱滓から抽出された可能性が、一番近い」との報告があった。





ヒッタイト王国の時代前後 西アジアの初期鉄器の分布

ヒッタイト王国の前後を通じて、銅交易の中心だったイスラエル・キプロスからの鉄器出土が多い

《青銅器時代西アジアの銅生産の過程での副次的な鉄誕生文献記述》

1. Gale, et al 1990, Craddock 1995

「銅製錬の際、生産を高めるために融点を下げる目的で投入されたフラックスが鉄鉱石で、その鉄分が銅塊の中に含まれたり、銅滓の中に含まれたりする。」

2. Rotherberg 1990

「南イスラエルのティムナ溪谷には紀元前5000年紀以降の銅製錬遺跡が多数発見され、その報告書は銅生産研究を大きく推進した。」

Gale, et al は「このティムナで生産された金属鉄はまさしく銅製錬炉で生まれたもの」

Malkel 1990 は「ティムナ・チームの還元実験成果もそれを証明している」と記している。

銅生産の中心地での銅製錬の過程での鉄鉱石投入や鉄の生成の文献記述

また、村上教授らは還元原始銅製錬炉での鉄鉱石の添加による銅製錬の副次効果の実証実験として、銅鉱石のみを原料とする炉と銅鉱石・鉄鉱石の混合原料での炉で銅製錬比較実験を実施。

鉄鉱石添加により、誕生した銅塊増すとともに鉄もわずかながら生まれたという。

そして鉄鉱石の投入比率を変えるなど、数々の工夫により鉄を目的的に生産できるようになったのであろうという。

余談であるが、銅の英語名 copper は「キプロスの銅」という意味であり、特にキプロス島はかつて海底であった熱水鉱床がいくつも走っており、鉄を多量に含む黄銅鉱の有名な産地でもある。

青銅時代など銅製錬初期その原料は自然銅が主であるが、黄銅鉱など硫化銅鉱石には鉄が大量に含有されており、自然銅がとりつくされると銅製錬の原料は地中にあるこの硫化鉱に移ってゆくことになり、銅製錬の現場に鉄と銅は隣り合って存在していたともいえるだろう。

また、冶金屋にとっては銅と鉄は熔融状態でも相互に混じり合わないことが常識としてよく知られており、銅製錬の過程で熔融銅とその上部に浮く銅滓に分離させ、その銅滓中に部分的に還元された鉄が混じって存在することを知り、それを集めて小塊にしたことは十分ありうるだろう。



自然銅



孔雀石・炭酸水酸化銅



黄銅鉱(鉄・銅の硫化鉱)・

主要な銅鉱物と銅鉱石

2. 魏志倭人伝の時代 1～3世紀 沓岐からかみ遺跡と出土した地上炉まとめ

「くず銑鉄片を製鉄原料として鉄素材を作る鍛冶炉 これがカラカミ遺跡の地上炉ではないか」

2015.3.1. 大阪中之島 沓岐公開講座で 宮本教授講演より

2005-2008年九州大 カラカミ775区(G)調査 4棟の竪穴住居址遺構

調査区の表層5層の剥ぎ取り下から、弥生中期から後期の竪穴住居址が4棟出土住居内床面に焼土や木炭集積そして 周辺埋土の篩で鉄片や鉄素材などが出土。これらから 出土したのは住居内に鍛冶炉を持つ鍛冶工房とみられる。

また、この調査区から出土する土器はすべて弥生式土器で 朝鮮半島の土器は出土しなかったという。



1・3・4号住居址は弥生中期末 2号住居址は弥生後期の住居址

2015.3.1. 大阪中之島 沓岐公開講座で、九州大学宮本一夫教授らは倭国魏志倭人伝の時代 朝鮮半島交易の中心地として栄えた沓岐のからかみ遺跡の鍛冶工房遺構から出土した他に類例のない地上炉について、

「炉壁・立派な羽口のある地上炉でありながら、鉄滓・鍛造剥片も少なく、また出土する鉄が殆ど未完成のくず小鉄片という特徴をもち、朝鮮半島の対岸の勅島周辺から出土する地上炉の特徴がある。

これらのことから、この地上炉は鉄精練・鉄器加工の鍛冶炉とは考えにくく、朝鮮半島などから集めたくず銑鉄を製鉄原料として鉄素材を作った製鉄炉(鍛冶炉)であろう」という。



くず銑鉄片を製鉄原料として鉄素材を作る鍛冶炉

これがカラカミ遺跡の地上炉ではないか

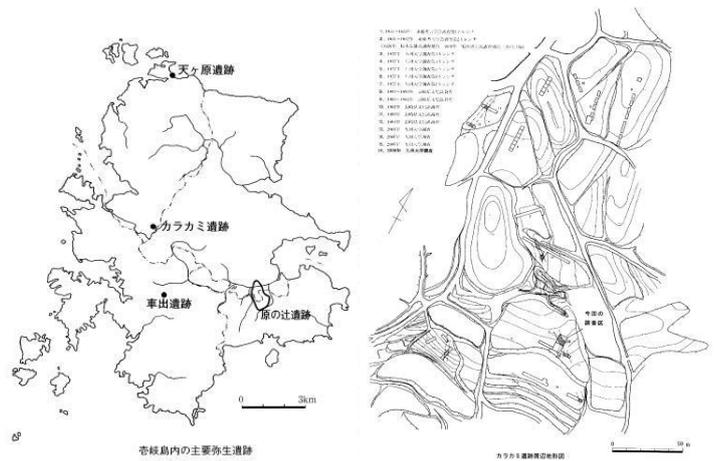
沓岐からかみ遺跡の地上炉と出土鍛冶遺物

沓岐からかみ遺跡の概要および出土した地上炉の遺構・鍛冶遺物をもとにこの地上炉を「くず銑鉄片を製鉄原料として鉄素材を作る鍛冶炉 これがカラカミ遺跡の地上炉ではないか」と提案する九州大学宮本教授説を紹介するため、2012年九州大学100周年記念祭 九州大学考古学研究室活動紹介のラカミ遺跡発掘調査ポスターより、カラカミ遺跡の発掘現場・出土遺物などカラカミ遺跡の概要を整理して示す。

◆◆ 杵岐ラカミ遺跡の発掘調査 概要 2012.5.13 九州大学 考古学研究室資料より ◆◆

九州大学 100 周年記念祭 九州大学考古学研究室活動紹介ラカミ遺跡発掘調査ポスターより

<http://www2.lit.kyushu-u.ac.jp/~kouko/100shuunenkarakami1.pdf>



◆ カラカミ遺跡とは

長崎県杵岐市勝本町立石東触他に所在。

杵岐島の中央部やや西側に位置する玄武岩丘陵上に立地。→刈田院川が近く、海岸への往来が容易。

杵岐最大の弥生遺跡である原の辻遺跡とほぼ同時期であるが、漁撈具の多さから漁撈的性格が窺われ、原の辻遺跡の農耕的性格と古くより対比されてきた。

◆ カラカミ遺跡調査経過と目的

1952年、東亜考古学会によるはじめての本格的な調査。 1977年、九州大学考古学研究室による調査。

→いずれも、正式な報告書は刊行されなかった。

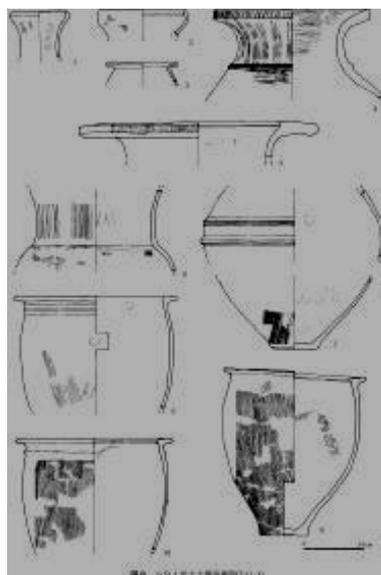
(長崎県教育委員会の発掘調査も行われたが、遺跡の全体像は不透明。)

⇒遺跡の実態を解明することにより、杵岐の弥生時代の解明だけでなく当時の対外交流の実態をも理解可能に。

→過去の調査資料の再評価のために、カラカミ遺跡の再調査(2004~2008年・2011年)を実施。

◆ 調査結果

- 集落の存続期間は、弥生中期後葉(紀元前1世紀)から後期後半(紀元後2世紀)の環濠に囲まれた弥生の高地性集落である。環濠は少なくとも南北200m以上に及び、環濠の東北部に半島系土器の出土が集中している。これは、韓半島と交流した人々、あるいは韓半島系の人々が、集落のこの地区に暮らしていた可能性を物語っている。



カラカミ遺跡 環濠検出



土器出土状況(2011年度、環濠発掘時)

1号住居址出土土器(2007年)

カラカミ遺跡出土 半島系土器

イエネコや大型ニワトリの出土など、動物骨においても外来系要素が確認された。

また、鯨骨製のアワビオコシやト骨の出土により、遺跡の漁撈的、祭祀的性格が明らかになった。



カラカミ遺跡出土イノシシ頭骨



鯨骨製アワビオコシ



カラカミ遺跡出土 ト骨

◆ 杵岐 環濠を有する弥生の高地性集落 からかみ遺跡まとめ

弥生中期後葉に突然に出現したカラカミ集落は、靑島交易に代わる杵岐島での交易拠点として造成された海人集落であり、鉄生産や干しアワビなどの交易品を用いた交易拠点として、弥生後期後半まで存続した特異な環濠集落であった。カラカミ遺跡の始まりは楽浪郡設置（紀元前108年）以降であり、その終末は、史書に言う倭国の大乱（紀元後2世紀後半）に相当する。



からかみ遺跡から出土した鋸台用跡と推定される大型竪穴住居床面の焼土跡および石製鋸台工具・羽口・鉄素材・鉄滓など

◆ からかみ遺跡から出土した他に類例のない地上炉 まとめ

日本にまだ製鉄技術がなかった時代 倭国魏志倭人伝の時代に このカラカミ遺跡から出土した炉壁を持つ地上炉は 立派な羽口が出土する一方、鉄滓・鍛冶剥片が少ないことや、出土する鉄器は未完成の小鉄片ばかりという当時他に類例のない製鉄炉。

その後の発掘調査の成果もふまえ、発掘調査を行った九州大学 宮本一夫教授は このカラカミ遺跡出土の地上炉は「くず銑鉄(炭素量が多く、融点が高い鑄物銑鉄の小塊)を製鉄原料として、鉄素材を作った鍛冶炉ではないか」と日本への製鉄技術伝来・たたら製鉄の源流に 砂鉄・鉄鉱石とともに第3の製鉄原料くず銑鉄を原料とした製鉄技術がこの半島交易の中心杵岐にあったのではないかと提案している。

3. 銅と鉄の出会いと面白い性質が 人工鉄の起源を育んだのか？

最初の銅は銅鉱脈が地表表面に顔を出した露頭にある自然銅。表面が酸化した銅がそのまま顔を出しているの、銅製錬の溶解で、比重の重い銅を底にしてその上に浮遊するスラグとして自然銅に附随する鉱石成分を分離して、銅を取り出す。また、自然銅はそのまま冷間鍛造で加工することも行われていた。

しかし、露頭にある自然銅は限られており、通常は地中にある銅鉱石から製錬して銅を取り出す。

銅鉱石は黄銅鉱を主とする硫化銅鉱が主体で、多くの場合黄鉄鉱を主とする硫化鉄鉱を伴ったものであり、銅製錬では まず、硫黄を除去するとともに鉄をも分離して製錬することが重要な技術である。

このように 銅製錬においては いつも隣に鉄がいるのである。

古代からおこなわれてきた銅の乾式製錬法(脱硫→酸化・還元)

銅鉱石の概略

名称	化学組成	Cu%	Fe%	S%	外観	硬度	比重	備考
黄銅鉱	CuFeS ₂	34.6	30.4	34.9	真鍮色	3-4	4.1-4.3	
斑銅鉱	Cu ₅ FeS ₄	63.3	11.1	25.6	淡褐銅色	3	5.06-5.08	表面変色「カゲ鉛」
輝銅鉱	Cu ₂ S	79.8	—	20.1	黒色	2.5-3	5.5-5.8	産出少
含銅硫化鉄鉱		~20						足尾銅山、別子銅山
斑岩銅鉱		0.5~2						現在銅資源として最も重要
黄鉄鉱	FeS ₂	—	46.6	53.4	淡真鍮色	6-6.5	4.8-5	
磁硫鉄鉱	Fe ₇ S ₈	—	60.4	39.6	古銅色	3.5-4	4.5-4.7	褐色に変色
黒銅鉱	CuO	79.9						
赤銅鉱	Cu ₂ O	88.8						

冶金の権 銅製錬 より http://www.geocities.jp/e_kamasa/kanren/kan4-1.html

乾式銅製錬の概略 乾式製錬法B(還元製錬法)

工程	概略	雰囲気	Cu%	S%	備考	参考
選鉱			6~10	30~40	黄銅鉱品位:17-30%	
焙焼	焙焼を繰り返して、鉄分の全部を酸化(Fe ₂ O ₃)、硫黄分の全部、As、Sbを揮発・酸化揮発させ除去。銅分の全部を酸化(Cu ₂ O, CuO)。	酸化				
熔錬	酸化鉄(Fe ₂ O ₃)を炭で還元(FeO)し、珪酸(熔剤)とスラグを形成させ除去。酸化銅を炭で還元し銅とする。	還元	95~99?		スラグが多量に生成(粗銅(荒銅))	床戻銅

(注)詳細不明



自然銅



黄銅鉱(鉄・銅の硫化鉱)



班銅鉱石(鉄・銅の硫化鉱)

銅製錬では まず、焙焼を繰り返して、鉱石を酸化させて硫黄を除いた後 炉中で炭と一緒に高温還元溶融の熔錬を行い酸化鉄をスラグとして排除する。また、銅と鉄は両者が溶けている状態でも混じり合わず、この工程で部分還元した鉄もまた、比重差で溶けた銅の上のスラグ中に浮上する。

(十分焙焼で酸化分離されなかった鉄は次の熔錬の工程で酸化還元的高温熔錬され、溶融した銅が下層に落ちてゆく過程で、他の鉱石成分と一緒に上層スラグとして分離される。

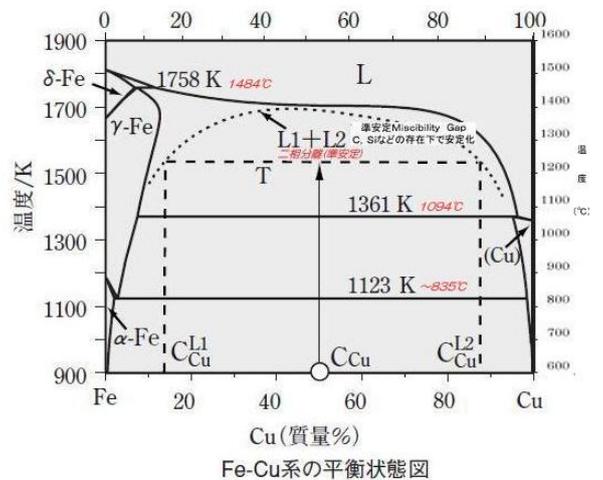
また 一部分還元された鉄は 炭素を取り込み鉄鉄となって、融点が低下して、溶融鉄(銑鉄)となっても「銅と鉄は溶融しても、互いに混じり合わぬ性質があり、比重差で鉄層が上層 銅層が下部の2層に分離する。このため、還元された鉄もスラグ下層中に分離される。)

これらの工程で、最終的に鉄は還元された鉄(銑鉄)や酸化鉄となって残存鉱石分・酸化銅などと一緒にスラグ層の中にとりこまれて分離する。このスラグ(銅滓)中に、小さな鉄塊・鉄粒を見つけ、銅鉱石原料や製錬条件の変更などの工夫で 製銅・製鉄の技術が大きく育んでいったとみられる。

鉄の還元には必要な高温が得られぬ時代であっても銅鉱石の銅製錬で 副次的に塊錬鉄が得られる可能性は十分にあり、これが鉄の起源との説には本当に魅力がある。

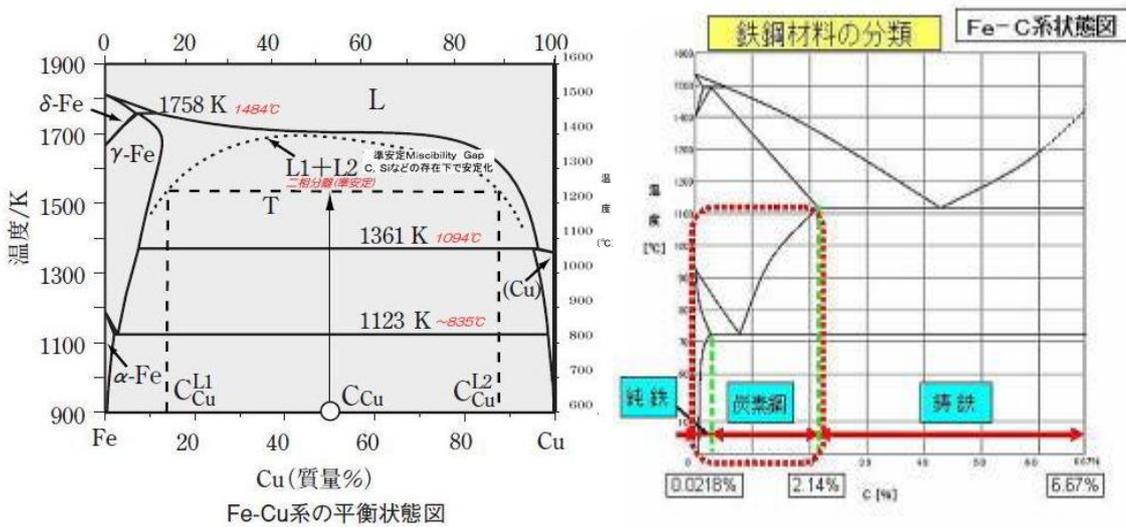
若い頃 厚い鋼板のサブマージ(潜弧)溶接中に 溶接ビードの表面を覆うスラグの中に、

幾つか 小さな鉄粒を見つることがあり、ちょうどこんな風に鉄の小塊が取り込まれていたのか・・・と。



溶けた状態でも相互に混じり合わぬ水と油

下に 冶金屋がよく知る鉄と銅の二元状態図 鉄-炭素の二元状態図を示しているが、銅鉱石の製錬過程ではこの二つの反応が同時に進行していたのだろう。



銅製錬の概要

掘り出された銅鉱石は銅の品位を高めるため、精鉱され、銅製錬所へ運ばれ、銅に製錬される

以上 銅と鉄が銅鉱石中の銅と鉄として出会い、銅製錬の過程を経て 銅と鉄に分離され、一方は素銅となり、銅素材として銅・青銅器に用いられてゆく。また、一方のスラグ中に分離された鉄もまた、青銅器時代 顔鉄に代わる高価な鉄素材として見出され、銅とは別にさらに鉄の製錬技術として生まれ、鉄(塊錬鉄)製錬技術として確立されてゆく。

鉄の製錬技術のスタートが「なぜ 熔融法でなく塊錬鉄なんだ?」と思いつつ、「高温を維持する困難さゆえの技術」と簡単に考えていましたが、スタートが銅製錬の副産物として生まれたと考えると むしろ抵抗がない。

また、カラカミ遺跡で見つかる小鉄片の加工はまさに上記した塊錬鉄製造法の小鑄鉄塊の鉄素材工程といえるだろう。数々の鉄器加工素材として、塊を一定の大きさに集積成形し、同時に脱炭して強靱な性質を付与。



- ◎ **炭素を多量に含有する銑鉄** 炭素量で性質が大きく変化する「鉄」 純鉄・鋼・銑鉄
硬くて脆いが、融点が低く、融かして 鑄物として使われることが多い銑鉄。
純鉄の融点は約1500°C 銑鉄では約1150°Cまで下がる
また、この炭素の多い銑鉄を高温加熱して表面から脱炭したり、
熔融銑鉄に酸素を吹き込み脱炭して「鋼」など素材の炭素量をコントロールして
強さとネバさ(強度と靱性)を兼ね備えた「鋼」を作る。

日本に一番先に大陸から入ってきた鉄器はこの硬くて脆い銑鉄鑄物を磨いて作った斧などの磨製鉄器。そして、この磨製鉄器を小さく割ったり、脱炭してネバくする技術を得て、鍛造鍛冶による磨製鉄器の補修や工具作成などが始まる。

また、同時に大陸から硬さ・ネバさの異なる鉄素材「鋼」が入手できるようになり鍛冶鍛造が多いに展開されるとともに、実用鉄器の時代が始まり、さらに鉄素材を作る製鉄技術も入ってきて、鉄器時代が展開してゆく。

鉄にとって炭素は切っても切れない縁があり、現在の製鉄技術においてもこの炭素制御技術は最も重要な技術の一つである。

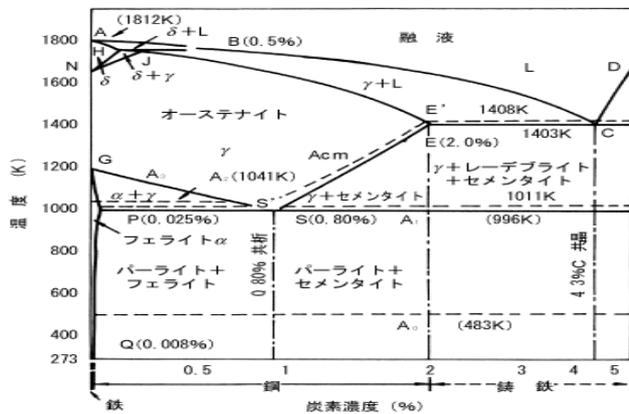
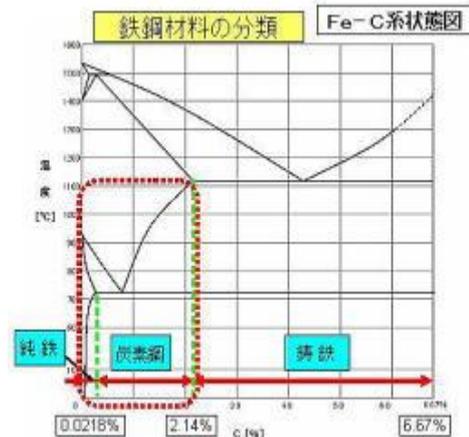


図1 鉄-炭素系平衡状態図¹⁾
© (社)日本溶接協会, 2004



参考 古代西アジア & 日本の銅冶金の歴史 レビュー

1. 「古代西アジアにおける銅冶金術の歴史」 三宅裕 『Journal of MMIJ』 Vol.124 (2008) No.9
https://www.istage.ist.go.jp/article/journalofmmij/124/9/124_9_554/pdf
2. 銅製錬の系統的調査 酒匂幸男 国立科学博物館産業科学史資料情報センター
sts.kahaku.go.jp/diversity/document/system/pdf/020.pdf
3. 冶金の曙 自然銅の利用 & 銅製錬 http://www.geocities.jp/e_kamasai/index.html

4. 鉄と銅製錬の出会いから 鉄の起源・たたら製鉄の始まりを考える

鉄製錬法として 野だたらの話はあっても 塊錬鉄法の原始プロセスが見えてこず、謎となっていた製鉄プロセスの起源。1500°Cに迫る鉄の溶融温度近くの高温を還元雰囲気中で安定して得るプロセスがなければ、この塊錬鉄製造法の謎は解けないと考えていました。

でも その出発鉄原料を溶融点の低い鑄鉄塊に求め、その出発原料の集積をすでに大量生産されている銅製錬の製造現場の副産物に求められる。しかも、銅製錬も鉄製錬も同じ酸化還元と同じプロセスである。

一遍に突破口が開けてゆく感じがする。

金属器時代の幕開けを作りだした銅製錬の現場で発生する大量の銅滓の中に銑鉄の小鉄塊が隠れている。

同じ銅の鍛冶現場で、この小鉄塊を取り出し、集めて、鍛造成形すれば鉄素材に生まれ変わらせることができた。

非効率かもしれないが、人工鉄が生まれた。でも この青銅器時代 鉄は金にもまして まして銅からははるかに高い貴重品である。銅の生産現場で鉄素材の開発にも技術を磨いたに違いない。

西アジア地中海沿岸のキプロスやイスラエルなど銅の生産地・交易地が鉄の生産地になったゆえんである。

また、日本のたたら源流でいえば、鉄器加工の鍛冶技術や銅の製錬加工技術は習得済み。大陸から求めた鑄造鉄斧や大陸の鉄素材を輸入して鉄器に加工することも始まっている。小鑄鉄塊片が容易に手に入れば、鉄素材を輸入せずとも は

るかに自由度のきく鉄素材を容易に作ることができる。

そんなビジネスを半島貿易の中心地で交易の中心だった杵岐カラカミ遺跡の人たちは始めた。

半島南岸に数多くの鉄鍛冶工房があり、交易をやっていたからこそそのクズ銑鉄を製鉄原料とした鉄素材作りであろう。

でも 朝鮮半島の南岸の鍛冶工房を含めれば、これで一連の製鉄がつながる。

ここでも既に銅製錬の現場に小鑄鉄塊があることを知っていたのかどうか わからないが……。

また、日本でこの銅製錬の現場に小鑄鉄塊が副産物としてできることを知っていたかどうか不明であるが、野だたらの伝承の中にある「さなぎ」や「ささら」の言葉は高師小僧や草木の根に吸い寄せられた褐鉄鉱などの製鉄原料を思い浮かべていましたが、鉄滓の中にあるこの小鉄塊にも可能性がある。

銅製錬の場とのつながりが人工鉄のルーツ それがたたら製鉄の源流にも……

興味深々の20154年 和鉄の道 夢のあるうれしい製鉄起源の突破口になれば……と。

2015.3.15. by Mutsu Nakanishi

【 関連 和鉄の道・Iron Road 】

1. 聴講まとめ 第18回アジア歴史講演会「鉄の起源の探究」成果報告 2015.2.14
青銅器時代の西アジア 鉄の起源と展開「金属器時代の黎明 -価値と技術-」
愛媛大 東アジア古代鉄文化研究センター
<http://www.infokkna.com/ironroad/2015htm/iron11/1503tetsunokigen00.htm>
2. 弥生時代中・後期の杵岐の半島交易拠点集落「カラカミ遺跡」資料まとめ 2015.1.1.
《たたら製鉄の謎 たたら製鉄のルーツに迫る》
「南北市糶」朝鮮半島との交易で栄えた杵岐で 弥生時代中・後期の製鉄炉が初めて出
<http://www.infokkna.com/ironroad/2015htm/iron11/1501karakami00.htm>
3. 金属にも「水」と「油」がある -「銅」と「鉄」の二相分離- 2014.8.1.
<http://www.infokkna.com/ironroad/2014htm/2014iron/14iron09.pdf>
4. 日本最古の銅山 奈良の大仏の銅を産出した「長登銅山」を訪ねて
「4.長登銅山の銅鉱床・銅鉱石の変遷と銅製錬技術」
<http://www.infokkna.com/ironroad/2008htm/iron4/0808naga00.htm>

【 参 考 資 料 】

1. 第18回アジア歴史講演会「鉄の起源の探究」成果報告 資料 2015.2.14
青銅器時代の西アジア 鉄の起源と展開「金属器時代の黎明 -価値と技術-」
愛媛大 東アジア古代鉄文化研究センター
2. 九州大学 宮本一夫教授 杵岐市立一支国博物館 講演動画
「カラカミ遺跡から見た杵岐の弥生時代」
<https://www.youtube.com/watch?v=1qivxNe62AE#t=157>
3. 大阪中之島 朝日カルチャーセンター公開講座「古代史ざっしり杵岐」資料 2015.3.1.
4. 佐々木稔・赤沼秀男「鉄と銅の生産の歴史—古代から近世初頭にいたる」
5. 「古代西アジアにおける銅冶金術の歴史」 三宅裕 『Journal of MMIJ』 Vol.124 (2008) No.9
https://www.istage.ist.go.jp/article/journalofmmij/124/9/124_9_554/pdf
6. 銅製錬の系統的調査 酒匂幸男 国立科学博物館産業科学史資料情報センター
<https://www.kahaku.go.jp/diversity/document/system/pdf/020.pdf>
7. 冶金の曙 自然銅の利用 & 銅製錬
http://www.geocities.jp/e_kamasai/index.htm