

わが国上古代の製鉄法にかんする自然科学的研究

資源科学研究所 長谷川 熊彦

まえがき

わが国の製鉄起源は、何時で如何なるものかについて筆者は長年焦察してきた。1570～1610年頃(慶長一元和年間)に山陰山陽地方に完成された玉鋼(たまはがね)製錬法は政治金専門家には一般に知られた「たたら」製鉄法であり、1857年12月1日大島高任(おおしまたかとう)氏が西欧風の溶鉱炉を岩手県大橋で火入れしてわが国最初の現代製鉄法が導入された事も周知されている。しかしいずれもわがくに鉄器の元祖でも製鉄の起源でもない。われわれの祖先はすでに紀元元年頃から鉄器を使用しており、次いで製鉄も始めている。

筆者はこの先史時代のわが国製鉄にかんして過去10年以来研究してきたが、はなはだ困難である事をした。財団法人資源科学研究所考古学研究室に和島誠一教授¹⁾が古代製鉄遺跡の研究に着手されている事に遭遇し、共同して調査し研究することとなり、過去8年来おおいに啓蒙されつゝある。筆者は冶金学の基礎から推論する立場であり、教授は考古学的手段で発掘調査を行って現在に至っている。結局両者共同して人文科学と自然科学的手段によって確証を把握する状態である。

われわれの場合には研究費に乏しく設備も貧弱なため近代的物理的または化学的実験にかんしては全部大製鉄会社の研究室、各大学の研究室に願しておる。

か様な先史時代の事件を自然科学的手段によって解明する風潮は現在世界各国で実施されつゝあることで、年代の鑑定を物理実験によって決定することなどもその例である。

筆者はか様な趣旨で努力してすでに10年に近いが、微力なる一老書生に対しては、あまりにテーマが大きすぎて未だに結論をうる迄になっていない。以下記述する内容は、著者、和島教授、その他研究協力者が協力して推進しつゝある実態を羅列したものである。「考古学と自然科学」誌の編集者東村武信博士の要請を受けて起稿したもので、貴重な紙面をけがすことを光榮とする。

1. 概 説

わが国上古代史は古事紀・日本書紀の二大記録によって説明されるともいえるが、実はこれらは紀元700年前後に編纂されたもので上古代にかんしては、伝説口碑に基いた皇室記録で信頼性に

乏しいと現在の歴史家の一致した学説である。縄文時代は勿論、弥生時代にあっても記録として信ずべきものはない。古墳時代にさがって国家の組織が確立されて奈良朝時代にいたって政治上の記事は信頼性があるという。民生の安定、殖産興業の興隆は古墳時代後期奈良朝時代といえる。勿論其以前に諸般の文化はそれぞれその起源萌芽は出発しておるに相異なる。

わが国に稲作が輸入されたのはB. C 1000年頃といわれる。金属を使用することは、農耕、狩猟、祭祀、戦闘兵事等住民の生活に重大な革命をきたし、その所有について欲求願望が増大したこと、権力者が占有努力したことは想像される。

今から2000年以前弥生時代にさかのほれば、わが国の文化は著しく低劣で原始的であったに相違ない。これに反して大陸は漢時代の文化が朝鮮半島に伝播しておった。高位置の水は必ず低位置に流れると同様に人間社会の文化は高所から低所に当然流入する。稲作、銅鉄の金属、其他住民の衣食住生活必需の一切、文学・政治・経済・宗教・軍事等は、怒濤のごとく大陸からわが国に伝播した。

銅器、鉄器が大陸から導入されたのは弥生時代初期といわれる。上古代の古墳や住居址の発掘調査によって明かにされ、特に弥生時代初期には九州に多く、後期には近畿地方に多い。最初に鉄器が輸入され、次いで鉄地金や鍛冶職人が渡来して国内で鉄器や工具類が鑄造または鍛造されたようである。原料から鉄を製錬することも当然大陸から導入されたに相違ない。国内の土着人は外来の技術を習得して独立して金属を製錬し加工したに相違ないが著しく年代が後れねばならぬ。どの年代何処で技術が盛に導入され、どの年代が技術独立の時期であるかは、重要問題である。

上古代の製鉄にかんしては種々の学説や意見が産れておる。その2、3をあげて見る。原始製鉄法として風炉時代説²⁾がある。室町時代以前は人力を用いて衝風を送る方法によらず山間傾斜地に適當の窪地を作り、木炭や砂鉄を袋入し季節風を利用して燃焼を継続せしめ大量の熱を起して製鉄しておる。大分県国東半島の地方に遺跡が多数あるという。次に弥生時代の製鉄には、原料に砂鉄を用いず褐鉄鉱を用い低温度にて還元し今日でいわれる海綿鉄を製造したという学説^{3,4)}がある。また砂鉄と褐鉄鉱を混合して製鉄したという混合原料説⁵⁾がある。鉄製錬の温度については多くの研究者が低温度を主張され1000°C以下800°C附近のように考えられる。

最初に実用した鉄は鑄鉄か鍛鉄か、その国内製錬の場合の原料は砂鉄か鉄石か、鉄石は褐鉄鉱か赤鉄鉱か、製錬炉は如何なるものか、等にかんして種々の意見がいでて一致していない。

古代製鉄を研究するグループに「たたら研究会」がある。会員には歴史学者、考古学者、冶金学者、民族学者、社会学者、大学・小中高等学校教官、一般研究家を網羅した、多岐多端な小学会がある。毎年1回研究討議の総会を開き、会誌を発行してきたり、すでに創立11周年をむかえ、

会誌15号を発行している。会の内容を回顧してみれば研究業績は顕著であるが、著者の期待するたたら製鉄の起源実態は解決してはいない。しかし会員の真摯な研究努力によって次第に解明されつゝあることを確信する。現在この会の事務の中心は広島大学文学部考古学研究室である。か様な会が存続することは考古学と自然科学、人文科学が協力した一実例と思う。

2. 古代製鉄遺跡の調査

古代製鉄の遺跡は全国いたる処に発見され、その数は莫大である。山間僻地で原始森林地方と想像される山地の傾斜面、谷間、平坦地、海岸にちかい場所、河川沿線、砂鉄や鉱石の産地に近い附近に発見される。特にわが国は全国いたる処に砂鉄が産出するので遺跡の分布は、全地域におよんでいる。なかでも島根、鳥取、岡山、広島、兵庫、福岡、大分、鹿児島、千葉、茨城、群馬、新潟、石川、岩手、青森等の地方は著名である。勿論製鉄年代は上古代から近代にいたる多種で何れも「たたら」または「どうや」「穴釜」と呼ばれる。恐らく其の数を合計すれば数千または万にも達するであろう。

遺跡の発見には、高熱を受けて赤色に焼けただれた地面、製鉄によって生ずる鉱滓（かなくそと一般によばれる）の大量遺棄、築炉材や送風用火口、砂鉄鉱石木炭等の原料遺棄、鉄片鉄塊の遺棄品等の事実によって注目される。著名な遺跡には地名、伝説口碑等が注目される。たとえば、タタラ、多多良、タタラ谷、タタラ川、タタラ浜、金くそ谷、金山、穴釜……等は一応遺跡とみてよい。多くの遺跡は小規模で簡易一時的作業場で俗に野たたらと称するものである。後世慶長年間に稍々大規模の定着して上家内に築炉された「高殿式」炉もあるが主に山陰山陽地方である。

製鉄遺跡は容易に注目されるが、その構造、作業年代、作業内容等の説明は容易でない。それ等の確認には本格的の調査研究が行われねばならぬ。多くの場合に記録が伴っていない。近代の場合には、絵図説明がある場合もあるが皆通俗的記録にすぎぬ。学問的に確認されるには考古学的手段によって発掘し調査研究されねばならぬ。和島教授は数年前からこれら原始タタラ製鉄遺跡の発掘調査に専念されている。特に3年以前に文部省の研究費の支給を受けられて以来考古学協会の会員を動員して発掘調査をつづけておられる。特に製鉄遺構や製鉄作業の内容にかんしては、考古学以外の適切な専門家と研究討議つづがある。恐らく今後は全国各大学から製鉄遺跡の考古学的調査が発表され、その内容が自然科学者によって討議されると思う。

3. 古代製鉄鉱滓の鉱物学的研究

現在われわれ「たたら研究」グループでは過去の考古学研究者が取扱われた文化の説明推理方法では満足することができぬ状態までにおいつめられてきた。すなわち年代の確認とか原料の問題、製鉄技術、生産した鉄鋼の材質、商取引、海外との輸出入等にかんして現代と比較対照することを望んでみる。一例をあぐれば、日本刀の場合で、⁶⁾ 俵国一先生⁶⁾によって日本刀そのものの科学研究は完成されているが、原始日本刀の地金の製錬タタラ研究にまではさかのぼってはいない。恐らく多数専門家を網羅した総合研究となるからではあるまいか。江戸時代における玉鋼製錬法にかんしては広汎な研究がとげられている。

原始鉱石または砂鉄をそれぞれの冶金炉で処理する場合には、人力によって衝風をつくり炉内の木炭を燃焼せしめて高熱を出し、酸化状態の鉄を還元し不純物は鉱滓となって溶解する。すなわち化合物が適当に溶解して鉄を分離する製錬反応が温度に相当して実現する。従って鉱滓は製錬反応の産物で製錬操作を説明する。この点は現在の製錬法とは同様である。現在でも鉱滓の研究は大切である。

われわれの場合では、弥生、古墳、平安時代等の遺跡から得られた鉱滓の化学分析と顕微鏡検定等の実験で鉱滓の鉱物組成を研究した。原始タタラの鉱滓は一般に鉄分多く50%前後が普通で中には鉱石の溶解したまゝと思はれるものもある。製錬中に媒溶剤として石灰その他の鉱物を加うることをせぬので自然多量の酸化鉄が鉱滓中に含まれる。

鉱滓は冶金反応で大切なもので人工的鉱物の一種である。鉱物学者の多くは天然に生ずる鉱物について研究するが鉱滓組成のような人工鉱物についての研究は極めてすくない。われわれの場合には、八幡製鉄会社東京研究所および東京大学教養学部地学研究室湊秀雄助教授の努力によってタタラ鉱滓の鉱物組成の基礎を解決し得た。その詳細は文献⁷⁾にゆずる。また著者の発表⁸⁾もある。

タタラ鉱滓の顕微鏡組織によって説明し得た鉱物組成名は次の様なものである。

赤鉄鉱 Fe_2O_3	}	原料そのまま未反応、または溶融態から分離晶出、不透明、反射光線により検出される。
磁鉄鉱 Fe_3O_4		
石英		原料そのまま未反応、透明、透過光線による検出。
グスタイト FeO		製錬反応により生ずる、不透明、反射光線により検出。
磁鉱 Fe_3O_4		高温溶融物から結晶分離する、不透明、反射光線による検出。結晶の状態にて製錬温度の高低が推理され年代の新旧が推定される。
ファイヤライト $2FeO \cdot SiO_2$		高温溶融物から結晶分離したもので製錬操作の特長を示す。

半透明，透過光線検査。

ブルカイト TiO_2 板チタン

ブ シュード ブルカイト $TiO_2 \cdot FeO$
イルメナイト

粒状，葉片状，針状，不透明，反射光線による検出。

珪酸塩ガラス ガラス状溶融物， TiO_2 を初め化合物を溶解する。透明。

炉材其他耐火物，砂等 低温度のため溶解し得ずそのまま組成となる。不透明または透明。

以上の組成が一部分または全部分が顕微鏡によって検出された写真に撮影される。

化学分析組成から， $SiO_2 - Al_2O_3 - FeO$ ， $SiO_2 - Al_2O_3 - CaO$ の3元平衡状態面から
鉍滓の溶融温度を推定することも出来る。

Fe_3O_4 の結晶組成から鉍滓の生成温度が推定されるので，製錬温度が決定される。ブルカイト
(板チタン)組成，イルメナイトの組成によって TiO_2 の含有を決定し得るがため原料が推定され
る。もちろん結晶の状況いかにによって製錬の進行が判断されねばならぬ。

弥生時代，古墳時代のタタラ製錬では比較的低温低く， Fe_3O_4 の晶出不完全で $FeO, 2FeO$
 $\cdot SiO_2$ の晶出が認められるに対し平安時代以後は Fe_3O_4 の晶出が著しい。たゞ検査される鉍滓
試料の採取には充分の注意が必要である。製錬操作中の鉍滓の平均試料を得ることは困難が多い。

ソ聯の科学アカデミーの学者たちは，この鉍物組成研究に重きをおかれ，その他の各国ともにこ
の方面の研究が盛んになっている。

4. 古代鉄器の分析および顕微鏡的研究

古代の鉄試料を現代の鉄同様に取扱う事には危険がともなう。現在の鉄は高温完全溶融状態で製
錬されているので原則として均一組成である。古代の鉄は低温に於て製錬されるので半溶融状態で
鍛錬して作られているので原則として不均一である。両者を概念的に比較すれば次のようである。

現 代 鉄	古 代 鉄
鉍滓の介在少く微小結。	鉍滓の大塊，鍛延組織多い。
O_2 ， H_2 ， CO ， N 等瓦斯を含む。	瓦斯の含有少い。
製造後の年月30年以上のものは稀で腐蝕軽い， 多くは腐蝕初期。	製造後1000年以上のもの多く大部分が変 質している， $Fe_2O_3 \cdot H_2O$ 結晶(ゲーサイ ト)と変ずるもの多い。
原形を保つ。	原形不明の場合が多い。

すなわち古代鉄は金属状金属の混合物と解釈されねばならぬ。従って分析試料の採取には細心の注意が大切である。

古代鑄鉄の場合には比較的原形をたもち腐蝕が鍛鉄のように褐色変質とならず黒色滑面となる事が主である。すなわち Fe_3O_4 の表面が主で、腐蝕の進行に抵抗している。また古代鉄器が鍛鉄か鑄鉄かの区分はかなり困難で現在の場合と同様に考えては危険である。

従って分析を行う前に一応顕微鏡検査によって組成の概念を知って後に分析試料を適当な方法で採取さるべきと思う。

分析の方法は近年著しく進歩し、過去の一般化学分析以外に次のような方法が行はれる。

X線回折分析 物理的に鉱物組成の決定。

微量化学分析 P.P.M. 単位迄測定。

X線蛍光分析 物理的定量分析。

発光分光分析 物理的の定性定量分析。

質量定量分析 物理的分析。

X線マイクロアナライザー 顕微鏡分析。

これ等の物理的分析はそれぞれ特長を示し研究用で、設備に高価を必要とされ、運転にも熟練が大切である。然し微量を検出しうる点、試料少量とか非破かい可能とか、多数元素を同時に決定しうるなどの特長がある。

一例をあげてみる。去る3月に千葉県我孫子町教育委員会から発行された「我孫子古墳群」⁹⁾中に古墳出土の鉄器の材質説明にかんして著者に委嘱されたので八幡製鉄所東京研究所に依頼して刀子(とおす)、短甲、鉄鏃、直刀等計17ヶの化学微量分析、発光分光分析を行った。前者は元素13ヶ、後者は元素26ヶ、また顕微鏡写真34ヶをも取った。此種試験ではわが国最大といえる。またこの発光分光分析の結果発見されたことは、従来わが国古代鉄器にはMOを含まぬことが冶金学界の常識となっていたにもかかわらず、発光分光分析の結果で0.01~0.005%を含む試料11ヶを得た。この説明について完全に解決し得ないので著者は苦んでいる。

試験方法の進歩すなわち自然科学の応用近歩によって過去の結論が訂正されるのではあるまいか。古代鉄器の材質に関して著者の発表2論文¹⁰⁾¹¹⁾文献を紹介する。

前節にて述べた古代鉱滓の研究問題同様に莫大数の遺物が各地に散在しているので学問上意義ある試料を得て将来研究すべき仕事は無限で前途は遼明である。

5. 上古代製鉄炉とその操業

わが国古代製鉄法は、わが国土着の先覚者が創意工夫したように説明する。風炉時代説、褐鉄鉱説、褐鉄鉱砂鉄混合説等種々の推理はあるが著者を首肯するには余りに根拠が薄弱である。著者は世界製鉄の起源といわれる約4000年以前小亜細亜諸国の民族が工夫し実施した諸種の法式がわが国の2000年以前に実行されたとは思はれぬ。もし始めたとしても恐らく実用し得る鉄はできていないと思はれる。

大陸では大化3000年以前に銅や鉄は製錬され実用されて居る。我国の金属文化の起源である2000年以前は漢時代で青銅の鋳物は勿論、あらゆる鉄器が製造され、国外にも盛に輸出されている。朝鮮半島にも日本(倭国)にも輸出されている。漢時代の鉄製錬は製鉄址の考古学的発掘調査¹²⁾によって判明しているが驚くべき大規模で凡て近代的のアイディアである。現代欧州に於ける大規模製鉄との差は蒸気機関動力でなく水電動力を用いる位のものである。銑鉄を自由に製錬するとか鋭利の刀を製造することなどは、欧州にくらべて約1000年位早く発明されている。

わが国の弥生時代の初期(西暦元年頃)には大陸から銅器鉄器が盛に輸入されている。九州各地の古墳から盛に発見されている。近畿地方でも同様に発見される。鍛造に用いられる鉄地金も輸入され、鍛冶職、製鉄職等の技術者も招かれて渡来している。わが国からも技術研修のために彼地に留学している。之等の事実、漢国、朝鮮等の考古学的研究、わが国の考古学的研究、および彼地における古文書記録で明かにされた。

著者はこれ等を金属文化の大陸からの伝播と考えている。もともとわが国では大古は勿論、中世、近代、明治維新、大東亜戦後等に大陸からの文化が洪水の如く流入している。

現在われわれの調査による製鉄炉に大体次の種別がある。

火床炉(楕形炉) 堅形炉(シャフト炉) 自然通風堅炉 自然通風穴釜炉

円形又は方形炉

毎綿鉄炉および反射炉は予想されるが未だ発見されぬ。

砂鉄又は磁石を随所に使用された事は確であるが、年代的区別はなく寧ろ地方的傾向と思はれる。

木炭を燃料とする事確かで漢代河南省のように石炭を用いた形跡はない。

自然通風以外の場合は人手、人足、或は水力による衝風を用いる。すなわち輪送風である。車輪(かわふいど)すなわち皮袋を輪として用いることは漢代に盛であり次に箱輪に進んだ。初期のわが国では皮袋を用いた形跡がある。

か様な製鉄炉の構造は発掘によって一応判明されるが、其の炉の操業された年代、炉の築造材料、

作業方法等に至っては、考古学的研究と共に自然科学による研究が必要となってきた。ソ聯を初め独乙、英国、ベルギー、其他の国々で実行に入っている。

操業年代は考古学でも土器、石器、金属、住居址、類堆環境等で判断される。有史時代では古文書や伝説等で歴史学者、民族学者で鑑定される。

然し近年¹⁴Cによる半減放射現象を測定する事により年代の決定が盛に行はれる。また¹⁴C以外の方法による手段も出ている。考古学と自然科学第1号¹³⁾に編集された理学的方法は今後便宜採用されると思う。

前掲した鉱滓の分析、顕微鏡による鉱物組成の研究、古代鉄器の化学分析、物理分析、顕微鏡分析等の結果によって操業年代、操業方法を推理する事も可能である。

古代製鉄炉そのものを解明するために、造構から築炉材を採取し、窯業化学の研究法による加熱された温度の決定方法がある。すなわちセラミックの研究手段である。例えば石英の高熱に於ける変態を利用するトリディマイトの決定、クォルツの変態、等をX線回折により判定する。また珪酸化学の基礎によって炉内反応温度の推定。炉材耐火温度や地方的に耐火粘土の類別。其他窯業から見たわが国製鉄炉の研究等の分野で物理化学の一分野である。この方面はわれわれの研究グループとして東京工業大学山田教授研究室で着手されつゝある。まだ報告を公表する迄となっていないがその内学会に報告されると思う。

勿論この製鉄法式には送風方法、鉄原料、燃料、目的する鉄の種別等で操業の内容が推理されるが、自然化学の応用としては前述してきた通り操業温度の決定などは重要点である。すなわち鉱滓の鉱物組成晶出、化合物の平衡状態面から推理、セラミック研究手段等が応用される。それぞれ温度に相当する結晶学の自然現象を基礎として解明される。

最後に研究者に残された研究方法は、古代同様の製鉄炉を復原して築造し古代同様の操業を行い、その間に自然科学的の測定を行い実験的に古代製鉄を説明することである。欧州各国では已に数年前から繰返されている。原料を初め操業、鉱滓、鉄製品等一切の冶金学的の説明を行う場合である。著者は昨年独乙、ソ聯、英国のこの種発表を抄録して日本鉄鋼協会誌に発表¹⁴⁾した。いずれも考古学者と冶金学者、物理学者、化学者、鉱物学者等の共同研究である。日本の学会ではか様な手段による大規模の実験が行れる迄となっていないが、われわれ上古代製鉄研究グループはこの総合実験を希望しているが経費を得ることが先決問題である。

ただここに注目すべきは来る10月下旬に島根県飯石郡吉田村高殿部落に於て行はれる靖国たたら復原実験である。このたたら炉操業は明治の初年まで操業されて、わが国独特の玉鋼を製錬したものである。コスト高のため廃止されたものを戦時中に軍部の特命により復興して玉鋼を生産し日

本刀を作り将校の佩用となった。恐らく千余本の日本刀が靖国神社境内日本刀鍛錬所で作られたと思う。今回のたたら復原実験は、炉を操業し科学的測定を繰返し完全なる記録を取るとか、映画に収むるとか、万国博に公開するなど大規模のもので、すでに明瞭な技術を更に科学的データを出すものである。その経費は3000万円とのことである。

6. 大陸から導入された古代製鉄技術およびその後の発達

わが国弥生時代(約2000年以前)以前には大陸からの文化導入が比較的少いようである。勿論その以前でも北方、南方の大陸や島々との間で交通や民族の移動などはあったと思はれるが、西方朝鮮半島や支那大陸との交通はあまり開けていなかったようである。

B.C 100年に米の種と共に稻栽培法が南支那(広東)から導入されて以後急に交通がひらかれ一般文化が導入されたように思う。金属が何故もっと早くわが国に輸入されなかったかは全く交通不備のためであろう。

わが国における製鉄技術、鉄器文化は大陸から伝播したものと信ずるのが最も常識的であると思う。これ等の詳細論述は著者のたたら研究会誌発表¹⁵⁾にゆずる。

わが国は土地豊で気候快適、衣食住共に佳良で外来人が安心して定着し、不老長寿の国、黄金無尽国などと喧伝される位であったので交通は急激に進められ文化は流入した。またわれわれの祖先は非常に進取の気魄に富み外来文化を熱心に吸収した。しかも外米の文化を受入れて或時期の後に自家薬籠におさめ、さらに前進して新文化新技術が樹立されておる。勿論このためには著明な先覚者才物の出現があったに相違ない。

この文化伝播と前進発展の現象は弥生時代から現在にいたるまで日本民族の伝統のように思はれてならぬ。その詳細は本論の趣旨以外に属するので省略する。

製鉄について簡単にのぶれば大次のようである。

弥生時代初期に鉄器や製鉄技術が大陸(主として南朝鮮新羅国)から導入され初め、続いて後期、古墳時代にも導入は続き所謂模倣時代である。この間にも若干国内でも鍛冶作業によって刀剣を作るとか、鑄造によって農耕具を製造するとか、鉾石とか砂鉄などを原料として製錬も行ったと思われる。河南省に於ける漢時代の製鉄は褐鉄鉾、赤鉄鉾を原料とし石炭を燃料とし鑄鉄の製造が主であった。鋼は二次加工である。これに対し南方江南地方では磁鉄鉾や砂鉄を原料とし主に直接法にて鋼が製錬されている。この両者が我国に導入されたと思う。

奈良朝時代には政府の政策として製鉄が奨励されている。西暦9-11世紀平安時代となればわが国の技術が円熟しており、鎌倉時代に入れば、わが独特の技術が完成された。日本刀の鍛錬法な

どはこの発達と思う。その後にあっても南蛮鉄の輸入が大規模に行はれ、鉄砲の輸入、西欧製鉄の導入、大形溶鉱炉の導入、酸素吹転炉製鋼法の導入等上古代、中世代、近代、現代等近似の経過を取っている。

漢を初め世界各国共に古代の製鉄には、一切科学が取入られていない。繰返し実行して作業の経験による「カン」と「コツ」とによる技術で、一切記録を取らず門外不出の秘術とされている。後進に技術を伝えるには一切口伝のようである。20世紀の産業は科学技術に基いて記録が取られている。

われわれの研究は上古代の製鉄の内容を明にし現代的の説明と記録とを取る事で、換言すれば和鋼和鉄の起源ともの発展と確め記録を残すことである。

む す び

以上わが国上古代製鉄の自然科学的研究についてわれわれ研究グループの現状について畧述した。内容が通俗的一般記述になり、いわば随筆的に落ちた。自然科学々究の皆様に対し申訳ないと思うので御許を願いたい。要は自然科学と人文科学の協力体制によって合理的に困難な研究問題を取扱いつゝある事情を発表する意図である。

限られた紙数と時間の制約とにより著者の意を充分読者の皆様に理解されるか否の不安を告白して擱筆する。

文 献

- 1) 現在岡山大学法文学部考古学研究室教授。
- 2) 柴田真志 : 刀劔美術 昭和40年5月。
- 3) 近藤義郎 : 弥生文化論 岩波講座日本歴史。
- 4) 岡本明郎 : 弥生時代における金属生産の技術的近似的諸問題 古代吉備四 昭和36年。
- 5) 村上英之助 : 月の輪古墳出土鉄器の原料について たたら研究第9号。
- 6) 俵国一 : 日本刀の研究
- 7) 湊秀雄 : 古代タタラ製鉄鉱滓の鉱物組成とその製錬条件についての考察 昭和41年12月 八幡製鉄所東京研究所。
- 8) 長谷川熊彦 和島誠一 : たたら製鉄鉱滓の研究 資源科学研究所研究所彙報第68号 1968。

- 9) 東京大学文学部考古学研究室編 我孫子町教育委員会発行 1969年3月 本文390頁
図版 85。
- 10) 長谷川熊彦 : わが国考古学的古代鉄器の材質に関する研究第1報 資源科学研究所彙第
70号 1968.10。
- 11) 長谷川熊彦 : 同 上 第2報 資源科学研究所彙報第72号 印刷
中。
- 12) 中国野外考古学調査報告 考古学専刊 T類第18号 河南省における漢代製鉄遺跡 鞏県
鉄生溝 大場憲郎訳。
- 13) 考古学と自然科学第1号 年代測定法特輯。
- 14) 長谷川熊彦 : 欧州における古代直接製鉄の復原操業実験 鉄と鋼 昭和43年11月。
- 15) 長谷川熊彦 : 大陸製鉄技術のわが国古代への伝播 たたら研究第16号(投稿中)。