

## 2. 東アジアへの製鉄技術の伝播 年表調査 まとめ 日本のたたら製鉄のルーツを求めて

### 【 整理 参考資料 】

愛媛大学 国際シンポジウム「鉄の起源を求めて」資料  
 「中国西南地域から古代東アジアの歴史を考える」 2007. 10. 27.  
 村上恭通著「倭人と鉄の考古学」  
 第5回歴博シンポジウム資料「古代東アジアにおける倭と伽耶との交流」  
 インターネット 「鉄・古代・中国・起源」 google 検索 などより

### 2.1. 中国 古代の製鉄技術伝播

紀元前 2000 年頃	ヒッタイトの都ボアズキョイ遺跡からは、製錬された鉄が発見 (鍊鉄) ヒッタイトの金柄鉄剣
紀元前 12 世紀頃	ヒッタイトが滅亡すると西アジアから四方への製鉄技術の伝播 (鍊鉄)
紀元前 10 世紀・9 世紀 殷・周時代	インド(紀元前 10 世紀)、紀元前 9 世紀には中国に伝播 (鍊鉄) 中国最古の鉄器 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 河北省 殷中期の墳墓からニッケルを含有する青銅製の鉞(えつ)の刃部に隕鉄製とみられる鉄の使用された鉄刃銅鉞</li> <li>● 北京市劉家河出土 ・殷代の鉄刃銅鉞 河南省衛輝府出土 ・周初の鉄援銅戈(か)</li> <li>● 青銅器の鑄造の際の型もたせに鉄の使用や鐘の内側の環に鉄の使用された痕跡(リング等高度な精密仕上げが必要なことから鍊鉄???)</li> </ul>
西周後期 2800 年前 西周後期～春秋時代	河南省 三門峡市 墳墓より出土した玉柄(銅心)鉄剣 (鍊鉄) 甘肅省・陝西省など中国西部に偏在して金柄や青銅柄に装着された鉄剣 (ヒッタイトの金柄鉄剣 コーカサスの銅柄鉄剣など 西・西北からの伝播)
春秋末から戦国早期 (前 4・5・6 世紀)	江蘇省程橋鎮 1 号墓から白銑鉄の鉄塊 2 号墓から海綿鉄鍛造の鉄棒出土 銑鉄と鍊鉄両着が存在。ただし、この時代の鉄器は、大半が鑄造製。 鍊鉄の硬化技術が、まだ十分に開発されておらず、鍛造製のもののごわずか。 鑄造製の硬いが脆いという弱点は、刃部を脱炭することによって克服され、実用農工具に鉄器が使われてゆく。
戦国晩期 (前 2・3 世紀)	河北省燕下都 44 号墓出土の鉄戟・鉄矛・鉄剣など 鉄製武器類が急増 海綿鉄(鍊鉄)を鍛造したもの・表面を硬化させて鋼にしたもの・さらに焼入れられたものなど鍊鉄を硬化させる技術の進展を示す。
秦・紀元前 3 世紀	秦 始皇帝 中国全土に鉄官配置 紀元前 119 前漢 武帝の時代には鉄官が 49 ヶ所に及ぶ
前漢 (紀元前 2 世紀)	満城 1 号墓 劉勝の佩剣や書刀も海綿鉄鍛造(鍊鉄)
前漢 中期以降 (紀元前 1 世紀 以降)	銑鉄を脱炭して鋼とする技術の開発が鉄製武器のうち長剣は大刀に交替 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 河南省鉄生溝の製鉄遺跡では、海綿鉄を生産した炉と銑鉄を生産した炉のほかに銑鉄を脱炭して鋼とした製鋼炉や炒鋼炉と呼ばれるものが出土 大量量産が可能な熔融銑鉄法による銑鉄生産が中心になるとともに、鍛錬技術も発達百鍊鋼といわれる反復鍛打の鋼</li> <li>● 卅鍊・五十鍊・百鍊と記載された金錯の紀年銘をもつ鉄剣・鉄刀がみられ、製鉄炉の改良がすすみ、更なる大型化が進む。</li> <li>● 省古栄鎮製鉄炉では 内容積 50 m<sup>3</sup>(長径 5.95 短径 4.35 高さ 4.59m 復元推定)にも達する。</li> </ul>
後漢	

製鉄技術の起源は歴史上、古代ヒッタイト帝国がはじまりとされる。実際、紀元前2000年頃のヒッタイトの都ボアズキョイ遺跡からは、製錬された鉄が発見されている。ヒッタイト帝国は、この鉄器により、強国エジプトを脅かし、オリエントの覇者になったことはよく知られている。

この製鉄法は、鉄鉱石を比較的低温度で焼いて出来た海綿状の純鉄を高温加熱殴打する鍛冶で錬鉄を作る塊錬鉄法で、十分ではないが、このプロセスの過程で、侵炭による表面硬化も開発された。鉄剣は、銅剣や青銅の剣にくらべ、軽くて硬く、切れ味がいい。つまり、斬る、刺すといった用途には、鋼鉄は最適。

その後、この製鉄技術は、紀元前12世紀頃ヒッタイトが滅亡すると東アジアから、四方への製鉄技術の伝播が始まり、またたくまにエジプト・西アジア・ヨーロッパそしてユーラシア大陸を横断し、インド(紀元前10世紀)、紀元前9世紀には中国に伝わったといわれ、ユーラシア大陸の東の端

日本にも伝来した。

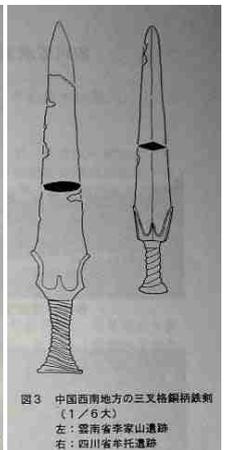
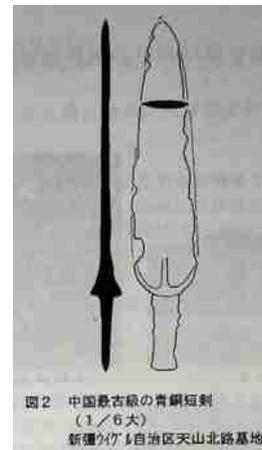
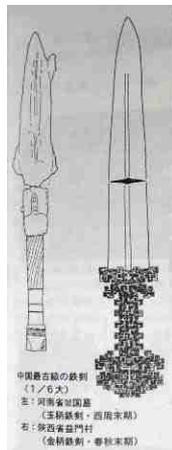
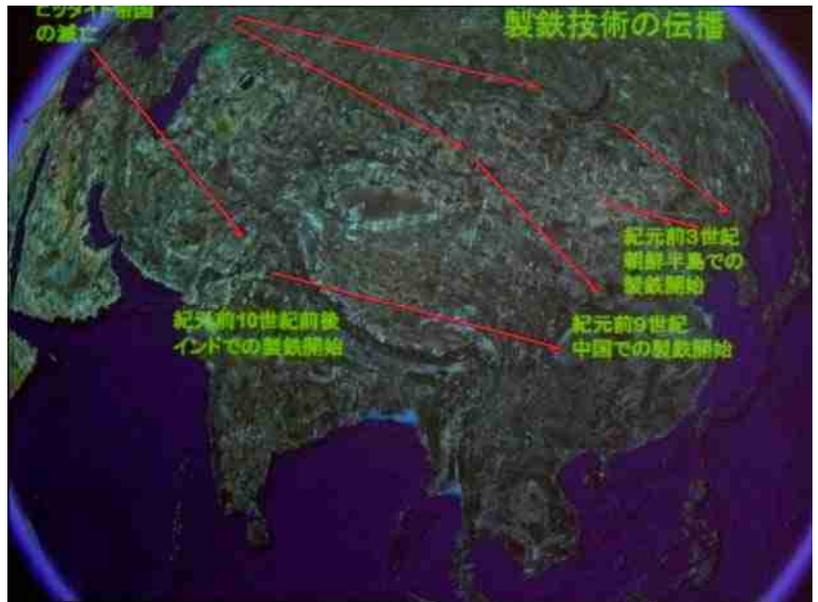
中国や大陸では伝来のごく初期塊錬鉄法であったが、紀元前2世紀前漢の時代にはすでに、鉱石を高温溶融して溶融鉄を得る溶融鉄法も始まっており、鑄造技術が発達した。また、それを素材として溶融して鑄物鉄器を作ったり、再溶融で銑鉄中の炭素を酸化脱炭して、鍛冶加工の可能な硬くて粘り低炭素「鋼」を作る方法が早くから広がり、大量の鉄が製造されていた。

東アジアの最古の鉄器は、河北省の殷中期の墳墓から出土したニッケルを含有する青銅製の鉞(えつ)の刃部に**隕鉄製とみられる鉄**の使用された鉄刃銅鉞があり、北京市劉家河出土の殷代の鉄刃銅鉞・河南省衛輝府出土の周初の鉄援銅戈などがある。

また、青銅器の鑄造の際の型もたせに鉄の使用された例や、鐘の内側の環に鉄の使用された痕跡を残すものなどがあり、これらは人工鉄(錬鉄)と推測されている。

近年出土資料として確実な人工鉄器は、現在のところ西周後期紀元前9世紀頃河南省三門峡市の墳墓より出土した玉柄(銅心)鉄剣に用いられた錬鉄製鉄器。そしてこの頃には甘肅省・陝西省など中国西部に偏在して金柄や青銅柄に装着された鉄剣が出土し、西部または西北から中国に伝わってきたと考えられる。

前5、6世紀の春秋末から戦国早期には、江蘇省程橋鎮1号墓・2号墓では、前者から白銑鉄の鉄塊1、後者から海綿鉄鍛造の鉄棒1が出土しており、銑鉄と錬鉄両者が存在する。しかし、この時代の鉄器は、大半が鑄造製の農具・工具であり、鍛



### 中国最古級の鉄器(錬鉄)

甘肅省・陝西省など中国西部に偏在して金柄や青銅柄に装着された鉄剣(ヒッタイトの金柄鉄剣 コーカサスの銅柄鉄剣など西・西北からの伝播を色濃く映す)

愛媛大学 東アジア古代鉄文化センターのシンポジウム

「鉄の起源を求めて」より

造製のものはごくわずかで、錬鉄を硬化させる技術が、まだ十分に開発されなかったことに関連。  
 鑄造製の硬いが脆いという弱点は、刃部を脱炭することによって克服され、実用農工具にも鉄器が使われ始める。  
 戦国晩期になると、河北省燕下都 44 号墓出土の鉄戟・鉄矛・鉄剣などの鉄製武器類が急増し、これらの鉄器は、海綿鉄を鍛造したもの、表面を硬化させて鋼にしたもの、さらに焼きの入ったものからなり、それらは錬鉄を硬化させる技術の進展を示す。そして、前漢(紀元前 2～紀元 1 世紀初頭)の満城 1 号墓出土の劉勝の佩剣や書刀も海綿鉄鍛造のものである。

前漢中期以降になると、鉄製武器のうち長剣は大刀に交替しはじめるが、その背後には、銑鉄を脱炭して鋼とする技術の開発がある。河南省鉄生溝の製鉄遺跡では、海綿鉄を生産した炉と銑鉄を生産した炉のほかに、銑鉄を脱炭して鋼とした製鋼炉や炒鋼炉と呼ばれるものがある。

銑鉄を脱炭した鋼は不純分が少なく、この間接製鋼法が前漢中期以降の優秀な鉄製武器を生み出した。  
 さらに後漢に入ると、廿鍊・五十鍊・百鍊と記載された金錯の紀年銘をもつ鉄剣・鉄刀がみられ、百鍊鋼といわれる反復鍛打の鋼が出現する。

世界にさきがけて、熔融銑鉄法が中国でいち早く始まった理由はさまざま推測されているが、紀元前 15 世紀頃から始まったといわれる青銅の溶解や陶器の製作で、炉を高温にする技術が発達していたことや、石炭を使うことが原因だと考えられている。

合理的な製陶窯(くぼ)は 1,280°C の高温を得ていた。1,200°C を超える製錬温度で熔融銑を製錬していたと考えられ、この技術を利用して、華北地方では鑄鉄製造が早くに始まり、春秋末戦国時代早期からは大半が鑄鉄製で利器に使われてゆく。紀元前 5 世紀頃には、鑄鉄(銑鉄)の脆さを克服する焼き鈍(なま)し技術も発見された。

一方、江南地方では 初期に中国に伝わった海綿鉄の直接法がそのまま発達し、紀元前 3-2 世紀頃より皮鞣に替わり手押し～足踏フィゴが登場して炉内温度が改善され品質が向上し、海綿鉄を精練した錬鉄で武器を、鑄鉄で農・工具や生活用具を造るという、2 つの製鉄法が広がってゆく。漢の時代に製鉄技術は完成の域に達した。

精練炉で熔融銑を攪拌脱炭して効率的に鋼が出来る炒鋼法(紀元前 8 世紀頃のペルシャの技術)が伝わった。広大な大陸の南北で直接法と間接法の二つの製鉄法が併立した。

日本はちょうど紀元前後の弥生時代中期後半であった。

その後は 大型炉で大量安定生産ができる熔融銑鉄法が中国の製鉄の中心となる。

## 2.2. 古代 朝鮮半島への製鉄技術の伝播

戦国時代晩期	燕の領域から、鉄器(鑄造・鍛造)が西北朝鮮→東北朝鮮へとひろまり、ついで南朝鮮に波及。定着したのは、鑄造の鉄斧を中心とした工具・農具に限られる。
紀元前 108 年	漢の武帝による楽浪郡ほか 3 郡の設置によって、漢代の鉄が直接朝鮮に入った
1 世紀以降	青銅製の武器が、鉄製の武器に交替
3 世紀頃	『魏志』東夷伝の弁辰の条 〈出国鉄、韓穢倭皆從取之……又以供給二郡〉の記事
(三国時代)	3 世紀頃の鉄生産の進展を物語り、朝鮮の鉄はわが国にももたらされた。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 4 世紀初頭 慶州隍城洞遺跡(鍛冶工房)には 塊錬鉄と小形銑鉄塊 塊錬鉄・銑鉄の 2 種類の鉄塊が共存。 また、鑄造・精練・鍛冶が行われていた。</li> <li>● 忠清北道 石帳里遺跡 形態・構造・規模の異なる製鉄炉 2 種の製鉄法が試みられていた痕跡と見られる。また、ここでは大量の砂鉄が出土。 これらの製鉄技術は漢代の製鉄技術というよりも、その前の中国戦国時代の技術の系譜とみられ、漢代の技術は、鍛冶技術に厳しく統制されていたと考えられる。 (漢代以降の中国の大規模大型炉の構造はみられないが、中国の大型羽口の溶解炉技術はすでに朝鮮半島にはいていた。)</li> </ul>

朝鮮の初期鉄器は中国からの強い影響によると考えられ、戦国時代晩期の燕の領域から、まず西北朝鮮→東北朝鮮へとひろまり、ついで南朝鮮に波及。定着したのは、鑄造の鉄斧を中心とした工具もしくは農具に限られる。

その後、前108年の漢武帝による楽浪郡ほか3郡の設置によって、漢代の鉄が直接朝鮮に入った。

楽浪漢墓出土の多くの鉄器類は、漢代の高度な技術水準を示しており、1世紀以降になると、青銅製の武器から鉄製の武器に交替する。

『魏志』東夷伝の弁辰の条には、〈出国鉄、韓穢倭皆從取之……又以供給二郡〉の記事があり、3世紀ころの鉄生産の進展を物語り、朝鮮の鉄はわが国にももたらされた。

### 2.3. 日本への製鉄技術伝播

日本列島では、各地の発掘調査から、弥生時代前期、前3世紀初めごろに、大陸から鉄器が伝わったものの、製鉄が確実に始まったのは5世紀後半から6世紀。

日本列島では、各地の発掘調査から、弥生時代前期、前3世紀初めごろに、大陸から鉄器が伝わったものの、製鉄が確実に始まったのは5世紀後半。それまでは、大陸や中国から輸入された鉄素材や鉄器を再加工して用いられてきた。

また、この間 小規模な製鉄が各地で試みられたと類推される痕跡はあるものの、約800年近くの長きにわたって、鉱石から鉄を大量に取り出す製鉄技術は伝わらなかった。

しかも、日本で始まった製鉄は 漢代以降 中国・朝鮮半島で主流となっていた熔融銑鉄法ではなく、「たたら製鉄」と呼ばれる塊錬鉄法で、鉱石の中の鉄成分を溶かさず、半融の状態還元して取り出す固体還元の直接製鉄法であった。

中国・朝鮮半島では、5世紀後半 日本で始まる「たたら製鉄」のような小形炉による「塊錬鉄」製鉄法の痕跡を示す製鉄遺跡は見つかっておらず、この間で、日本に伝わった製鉄技術「たたら・塊錬鉄製鉄法」のルーツはぷつぷりと切れ、ベールに包まれている。「たたら製鉄」は日本で生まれた独自の製鉄法といわれる所以である。

( 朝鮮半島では 三国時代の4世紀初頭の鍛冶工房遺跡 慶州隍城洞遺跡(鍛冶工房)で 塊錬鉄と小形銑鉄塊が出土 塊錬鉄・銑鉄の2種類の鉄塊が共存。 また、鑄造・精錬・鍛冶が行われていた。

又、忠清北道 石帳里遺跡 形態・構造・規模の異なる製鉄炉2種の製鉄法が試みられていた痕跡と見られる など、この時代 朝鮮半島で2つの製鉄法が揺れ動いていたと推察される。

しかし、製鉄炉の構造は大型羽口による大方型炉が主流で日本の箱型のたたら炉の系譜を見ることはできない。)

中国では初期に塊錬鉄製鉄法が伝わったが、早くから熔融銑鉄製鉄法が始まり、この二つの製鉄法が並立し、漢代以降急速に大量安定生産ができる熔融銑鉄製鉄法が拡大し、塊錬鉄製鉄法は消え去ってゆく。

この二つの製鉄法の基本的な差は反応温度が違うことによる差であり、その後の精錬でできた鉄素材には差がない。

日本への塊錬鉄製鉄技術の伝播を考える上で重要な中国に伝えられた「初期の塊錬鉄製鉄法」が時代とともに「どのように伝播・消え去ったのか？」それも 現在の中国ではベールに包まれており、そんな 中国での古代製鉄技術の謎を解き明かす鍵が四川省にあり、中国との共同による四川省成都平原の製鉄遺跡発掘調査を始めたという。

### 2.4. 中国大陸の製鉄技術の展開 総括まとめ

中国に当初伝わった製鉄技術は2800年ほど前の塊錬鉄法であったが、華北地方では鑄鉄製造も早くに始まった。

これは、紀元前15世紀頃から始まった銅製錬と製陶技術を応用したものである。

新石器時代に発達した合理的な製陶窯(くぼ)は1,280°Cの高温を得ていた。

1,200°Cを超える製錬温度で熔融銑を製錬していた。

紀元前5世紀頃、鑄鉄(銑鉄)の脆さを克服する焼き鈍(なま)し技術が発見され、実用器への展開が始まる。

一方、江南地方はオリエントやインドからの伝播と思われる海綿鉄の直接法が発達。紀元前3-2世紀頃より皮鞣に替わり手押し〜足踏フィゴが登場して炉内温度が改善される。海綿鉄と鑄鉄は技術的には同じもので単に製錬温度の違いだけである。

春秋戦国時代には、海綿鉄を精練した錬鉄で武器を、鑄鉄で農・工具や生活用具と実用器への展開が急速に進んでゆく。そして、華北では精練炉で溶融鉄を攪拌脱炭して効率的に鋼が出来るようになり、漢の時代には製鉄技術もほぼ完成の域に達し、広大な大陸の南北で直接法と間接法の二つの製鉄法が併立した。

日本は紀元前後の弥生時代中期後半であった。

その後 大型炉で大量生産が可能な溶融鉄法が主流となり、塊錬鉄法は消えてしまう。

イギリスが間接製鉄法を完成したのは漢代より約1,800年遅れて18世紀になってからである。

中国は製鉄の先進国となっていたのである。

鉄器は武具、生産用具(農・工具)、生活用具を飛躍させ、国家の存立を左右した。

鉄の大量生産が求められた。漢の武帝は朝鮮北部の楽浪郡他四郡を直接支配し、半島の鉄資源の確保を狙った。

日本も鉄資源を求めて盛んに半島と交易した。



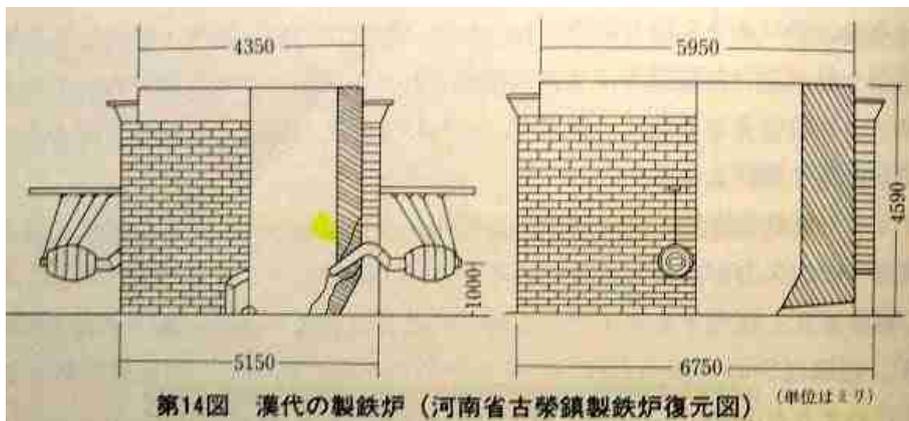
古代朝鮮半島の製鉄炉復元



日本古代の製鉄炉復元



中国四川省で発掘された古代製鉄炉 部分  
古石山製鉄遺跡 漢代 高さ4.5m程度と推定されている



第14図 漢代の製鉄炉 (河南省古滎鎮製鉄炉復元図) (単位はミリ)