

文化財と技術 第9号

2019年2月28日 印刷

2019年3月1日 発行

編集	鈴木 勉
発行	特定非営利活動法人 工芸文化研究所 所長 鈴木 勉
発行所	特定非営利活動法人 工芸文化研究所 所長 鈴木 勉 東京都台東区根岸5-9-19 (〒110-0003)
印刷	千葉刑務所 千葉県千葉市若葉区貝塚町192 (〒264-8585)

『文化財と技術』

第9号

- 第一部 古代日本列島のものづくり
- ＜環頭大刀＞
- 上梶 武 岡山県総社市こうもり塚古墳出土の単鳳環頭大刀
金 宇 大 巡回式単龍環頭大刀の新例とその評価
- ＜三角縁神獸鏡＞
- 鈴木 勉 三角縁神獸鏡の系譜論と製作地論から型式学を検証する
鈴木 勉 岡村・光武氏らによる金石学的三角縁神獸鏡論について
- ＜鉄の加工技術＞
- 黒木英憲 弥生時代の日本に特有で表面に長い溝（＝樋）のある
戈（＝銚）すなわち「有樋鉄戈」の製法について
瀧瀬芳之 日本列島内出土象嵌遺物集成（刀剣・銚・刀子編）
鈴木 勉 線刻鉄刀と象嵌技術
－移動型渡来系工人ネットワークの手掛かり－
- 第二部 古代朝鮮半島のものづくり
- 李鮮明・南宮丞 扶餘陵山里寺址出土鍍金細工遺物の製作技術研究
鈴木 勉 たがねの切れ味から見える百濟王興寺金銅舍利銘の製作背景
鈴木勉・金跳咏 新たに発見した三国時代の彫金技術と
「はがねの熱処理技術」の関係
- 第三部 古文化財学
- 河野一隆 装飾古墳からみた平福装飾陶棺の画像学的検討
塩屋公寛 考古資料のデジタル化と課題について
鈴木 勉 流通古文化財の闇
－金印・誕生時空論と福岡市博購入印章の調査－
黒木英憲 提言：考古学研究者と金属に関わる
多くの科学技術者の協力を目指して
- 第四部 復元研究
- 比佐 陽一郎 藤ノ木古墳出土耳環の復元製作について

弥生時代の日本に特有で表面に長い溝（＝樋）のある戈（＝鉞） すなわち「有樋鉄戈」の製法について

黒木 英憲

はじめに

主に考古学専門家の間で、これについて異なる3方法が提案または主張されている^(野島永2014)。それは鑄造、鍛造、鑄鉄脱炭である。ここで普通の考古学者ではなく金属やその加工に関係の深い研究者の主張に注目すれば、次のように考えを進めることができる。

なお、製錬は筆者の専門外であるから、それには触れていない。

各研究者の考え

1：鉄製錬専門家の佐々木^(佐々木稔1993)は、まず鑄鉄が脆くて鈍打などによる細かい加工が難しいことを指摘し、その組織に鑄鉄の脱炭であれば生じると自らが信じる特徴（佐々木は鑄鉄の脱炭なら黒鉛が抜けた後が空洞として残るはずと考えている）、その特徴が無いことから、鑄鉄脱炭材ではないと述べている。そして、有樋鉄戈が日本特有の形状であるから日本でそれに用いる鋼の生産が弥生時代中期後半に始まっていたのではないかと述べている。

2：新日鉄の技術研究所で鋼材の生産と熱処理による組織の変化に縁の深かい大澤^(大澤正己1978)は、出土した有樋鉄戈の発掘調査報告書で次のように記している。すなわち発光分析により同時代の他の鉄遺物と比較して、「他に類をみない程の不純物が少なく純度の高い鋼である」^(大澤1978、p.156.)と述べる一方、「非金属介在物が極めて少ない」こと^(大澤1978、pp.158-159.)を中国の鑄鉄脱炭材の特徴として指摘し、まとめとして有樋鉄戈の素材は中国大陸で当時生産されていた梯形（台形）鑄鉄脱炭板材の可能性があると記している^(大澤正己1978、p.159.)。

3：特に機械工作・加工技術的観点を持つ鈴木^(鈴木勉1994)は、鑄造以外の製法を探る佐々木の呼び掛けに応じて種々の工具・加工法を用いる再現実験を行い、「鍛造で造った鋼製鉄戈に熱間鍛造と彫刻加工と研削加工を複合的に施すことによって比較的容易に樋を形成できる」との結果を報告している。

4：以上3研究者の主張を見ると、まず、佐々木の主張する「（鑄鉄の）脱炭ならば黒鉛が抜けた後が空洞として残るはず」との考えは、鋼や鑄鉄の専門家なら考え難い誤りである。そもそも当時の中国で生産されていた鑄鉄脱炭鋼板は黒鉛の生じない白鑄鉄の板を最初に鑄造し、それを焼き鈍し脱炭することによって鋼板に変えたものであった。この方法は基本的に現代の白心可鍛鑄鉄と同じである^(堤信久、真殿統1964)。白鑄鉄中で炭素は鉄と化合して炭素原子は鉄原子と隣り合い炭化鉄・セメンタイトの結晶を構成している。この場合の脱炭焼き鈍しとは、まず白鑄鉄の表面から炭素原子を奪い、それによる表面の炭素濃度低下を補う方向で内部のセメンタイトから表面へ炭素原子を供給する（拡散させる）、言い換えれば内部のセメンタイトを分解し鉄結晶を形成させることである。焼き鈍しの際に黒鉛が生じ難い材質と加熱条件が選ばれるので、セメンタイトから炭素原子が抜けて鉄結晶に変ることによって内部に生じうる空洞は、高温の鉄やセメンタイトの結晶または品物全体に作用する表面張力で抑制され、後に加工の妨げとなる空洞などは残らない。この表面張力によ

る空洞消去は、先端的セラミックスや自動車の小型部品の量産分野では極めて常識的な、粉末焼結と同種のメカニズムである。

筆者の考え

鉄製錬の専門家で鑄鉄や鉄鋼の熱処理分野に疎い佐々木が固体鉄における表面張力の作用に馴染みが無かったことは止むを得まい。佐々木は学位を鉄製錬で取得した程の製錬専門家であるが、材料に詳しい専門家からの適切な支援を受けないまま、例えば材料中の不純物を表す「非金属介在物」という言葉が鋼と鑄鉄に共通して使われることに気づかず他人を批判する文章を書いた^(佐々木稔 2002)。また共析組成に近い炭素鋼組織の焼き鈍しの際に表面張力の作用によってセメンタイトが球状化(粒状化)していることを認識できず、その組織を「ほとんどフェライトで炭素量は0.1%程度」とであると記述した^(佐々木稔 2005)。

鑄鉄脱炭鋼説を否定した佐々木には組織の特徴を読み取りまた表現する能力が乏しいので、彼による鑄鉄脱炭鋼説の否定は論拠薄弱であり、鉄戈の「他に類を見ない純度の高さ」を説明できる考えとして大澤の上記「鑄鉄脱炭鋼材の可能性」という指摘が重要性を増す。

鑄鉄脱炭鋼板であれば元の鑄鉄ではなく鋼板に変化した後であるから、野島^(野島 2014)も指摘しているように鈴木が行った加工再現実験の結果と両立する可能性は高い。

この方向では、有樋鉄戈の製法は、最終的な仕上げ加工を別として①白鑄鉄鑄物→②鑄鉄脱炭鋼板→③鍛造・研削加工の3工程に要約されよう。残る問題は鉄戈の形状製作が鍛造段階と鑄造段階にどのように割り振られたかということである。梯形(台形)鑄鉄板を場合によっては列島外からでも入手し、脱炭した後に主な形状を鍛造・研削加工で作り出したか、または先に製品鉄戈に近い形状に鑄鉄を鑄込み、それを脱炭したか、その中間か、である。中国で大量に出土していると伝えられる古代白鑄鉄板や脱炭鋼板の提供を受けて脱炭および加工の再現実験を行うことができれば、結論に向かって大きな一歩を進めることができるのではあるまいか。日中または日中韓の共同研究が期待されるところである。

おわりに

鈴木の見解の中で別に注目したいのは、出土した全長338mmの門田鉄戈の形状である。前後に滑るツインチップスキーの両端のように先端と後端それぞれで約20mmずつ上向きに反り返りつつ、長さ方向で破断はしていないことについて、素材が鑄鉄ではなく鍛造材であろうと論じている。鍛造材にせよ鑄鉄脱炭材(脱炭は表層から進むので、そこが軟らかいフェライト、内部は硬い高炭素鋼の複層組織になりやすい^{(大坪文隆他 2018-1) (Fumitaka Otsubo et al. 2018-2)})の追加加工品にせよ、鉄戈の完成後に内部に生じた残留応力(しばしば金属製品の破断原因となる)が、遺跡に長期にわたり埋まっている間に開放され続け、それに伴いこの歪量が現れたと考えられないであろうか。これは全く筆者の専門外であるから、読者のご教示を期待したい。

【参考文献】

野島永 2014 「日本古代における鉄器鑄造をめぐって」『考古学からみた中世鑄物師の総合的研究』平成23-25年度科学研究費補助金基盤研究C研究成果報告書、課題番号23520946、pp.1-2。

佐々木稔 1993 「弥生時代の鉄と鉄器製作技術」『古文化談叢』30下、pp.1061-1088。

- 大澤正己 1978 「(3) 門田^{モンデン}遺跡出土鉄戈の分析調査」『山陽新幹線関係埋蔵文化財調査報告』9、pp.155-160.
- 鈴木勉 1994 「有樋鉄戈の樋加工技術について」『古文化談叢』33、pp.27-36.
- 堤信久、真殿統 1964 『可鍛鑄鉄』、pp.251-260.
- 佐々木稔 2002 『鉄と銅の生産の歴史』雄山閣、p.36.
- 佐々木稔 2005 「仁王手・赤井手遺跡出土の棒状鋼半製品の組成」『奴国の丘歴史資料館報』2号、pp.24-32.
- 大坪文隆、松木康祐、恵良秀則、黒木英憲 2018-1 「白鑄鉄の脱炭により形成された鑄鉄の柱状フェライト組織」『鑄造工学』90巻 pp.61-67.
- Fumitaka Otsubo, Kousuke Matsuki, Hidenori Era, Hidenori Kuroki, 2018-2: 'Columnar Ferrite Structure in Cast Iron Formed by Decarburization of White Cast Iron' "Materials Transactions" vol.59, pp.1326-1332.