

# 国宝「七支刀」の復元実験

—古代のものづくりに挑戦する—

石上神宮の七支刀は4世紀に限られた条件、材料、道具や装置を使い、当時の工人達によって造られた最高の作品です。この「七支刀」の復元に現代の職人と技術屋が真っ向から挑んだ「ものづくり」ストーリーを紹介します。

## 1. 七支刀とは

七支刀は互い違いの六本の枝を持つ特異な形状の鉄剣で、4世紀に百済から贈られたとされています(図1<sup>1)</sup>)。全長が二尺四寸七分五厘(75cm)、肉厚は一分五厘(4.5mm)程度です<sup>2)</sup>。その表面に象嵌された銘文の解釈から鍛造された鋼であるとの学説が有力ですが、鑄造説の可能性もあります。奈良・吉野の河内刀匠は互い違いの枝形状と枝部や枝部内側の加工や鋼の焼入れの難しさなどから、鍛冶による製作が非常に困難であるため、鑄造の可能性を指摘しました<sup>3)</sup>。ここから復元プロジェクトが始まりました。



図1 七支刀(石上神宮所蔵)<sup>1)</sup>

## 2. 七支刀を鑄造する

最初の調査段階では、4%程度の炭素量の高い鑄鉄の表面を脱炭(熱処理で炭素を空気中の酸素と反応させ、鋼レベルの炭素量まで低下させる)する手法が提案されていました。しかし、七支刀が造られた四世紀以前の朝鮮半島の鑄鉄器の資料を調べる内に、可鍛鑄鉄の鉄器<sup>4)</sup>が見つかりました。当時の組成の鑄鉄は鑄込んだ時に硬く脆い白鑄鉄となるため、鑄物は割れやすい状態ですが、これを熱処理することで、粘り強い性質の組織に変えた鑄鉄が可鍛鑄鉄です。二つの材料モデルの熱処理条件と組織、さらに銘文彫刻の可能性を検討した結果、可鍛鑄鉄が有力となりました。

当時、鑄型は石型と土型(真土型;まねがた)がありました。土型は鑄型が造りやすく、複雑形状に対応できる点から真土型を選びました。鑄型は二枚の割り型とし、上部に大きな湯口(溶

けた金属を流し込む入り口)を設けたデザインとし、茎尻(茎;なかご、刀を固定する部分)の方向から鑄込みました。鑄型の製作と鑄造は東大阪市の濱田工房で行いました。

当初、鑄型は三層構造(鑄型Ⅰ)としましたが、最初の鑄造でガス欠陥が生じた失敗から、最終的には鑄型を二層構造(鑄型Ⅱ)としました(図2)。鑄型Ⅰは粗い真土を金枠に充填し、七支刀に対応する空間形状を造ります。順次細かい真土を用い、仕上げました。鑄型Ⅱは粗真土で鑄型Ⅰよりも最終形状に近い状態にし、最終仕上げ層には、濃い埴汁(はじろ、粘土を薄く溶いたバインダ)に黒味(黒鉛)を加え、表面層として薄く塗りつけ、仕上げました。

鑄型Ⅱの鑄造では、復元刀の表面と内部に多数のガス欠陥が生じました。真土型は現在の砂型に比べ、通気性が悪く、鑄造時に発生するガスが抜けにいため、ガス欠陥が生じ、また、鑄型砂が溶けたノロ(スラグ、熔融酸化物)も巻き込みました(図3)。



図2 鑄型断面構造のモデル



図3 鑄型Ⅱでの復元刀表面のガスとノロの欠陥

この後、刀表面のガス欠陥、内部の引け巣、割れ防止などの対策として、鑄型乾燥の強化、刀の肉厚変更、組成の変更などを行いましたが、ことごとく失敗しました(図4、図5)。

最後に鑄造の基本に戻り、次の条件で行いま

した。

鑄造品は元々最小の仕上げで最終製品形状に鑄込まれることを前提にしなければならない。復元七支刀は朝鮮半島で出土した鉄器（鑄鉄）に近い組成にする。

鑄型は鑄型自体の通気性を少しでも確保できるように鑄型の構造とする。

鑄ばりが発生すると鑄ばりからの割れが刀本体へ広がるため、鑄ばりの発生を最小にする。

鑄鉄の冷却時に鑄型からの拘束力を緩和するため、鑄鉄が凝固した時点で型締めを全て緩める。

最後に鑄込んだ二振りの刀は図6に示すように表面状態も良く、刀の周囲の鑄ばりの発生も少なく、枝部には割れも発生していませんでした。

### 3. 七支刀を熱処理する

奈良・吉野の河内刀匠の仕事場で1回目鑄造刀を使って熱処理実験行いました。煉瓦で簡単な火床を造り、炭火をおこし、火格子の上に二分割した七支刀を850 と890 で保持する2条件です（図7）。一定時間毎に炉から取り出した刀を手づちで折り、折れ具合と破面の状態から熱処理条件を決めました。

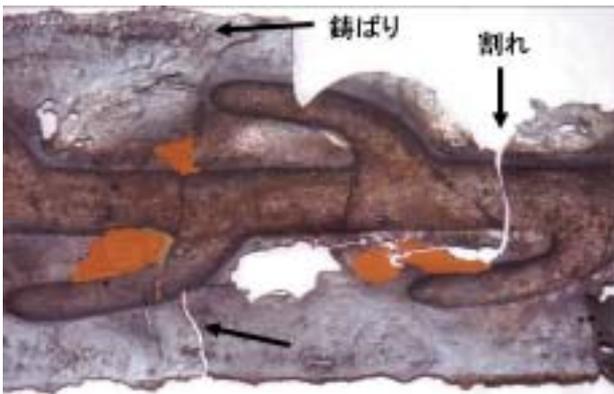


図4 ガス欠陥対策で鑄型の乾燥を強めた際に型の反りが生じ、型の合わせ面から溶けた金属が漏れ、鑄ばりから刀に割れが入りました(鑄型)

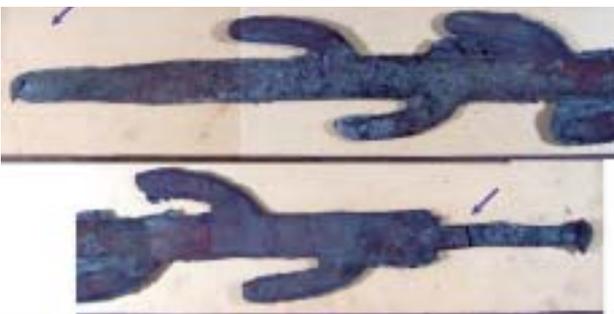


図5 炭素量の多い組成で鑄込んだ刀。表面欠陥は消えましたが、熱処理で膨れが生じました(鑄型)

図8に熱処理後、形を整え、金象嵌された復元刀を示します。刀の全体の持つ雰囲気や表情が石上神宮の七支刀に近づいています。



図6 最後に鑄込んだ復元刀。組織は白鑄鉄



図7 白鑄鉄の刀を可鍛鑄鉄にする熱処理



図8 復元された七支刀

### 4. おわりに

復元品を造ることは現代の技術を持ってすれば様々な選択肢があり、レプリカとして造ることは容易です。しかし、当時の技術で検証を行うことは材料、道具、設備と条件が限定されるため、「人」の持つ技術と経験に大きく依存することになります。

現在、熟練技術者の退職と技術の継承の問題があり、ノウハウも含めた情報化と自動化の対応策が進められております。技術は単に継承するだけではなく、発展、進歩させることが必要です。そのためには、「ものづくり」をする資質を持った「人」を育てることがその分野の技術の発展に繋がると考えます。

### 参考文献

- 1) 石上神宮編：石上神宮,(2003),33
- 2) 村山正雄編著：石上神宮七支刀名鑑図録、吉川弘文館(1996)
- 3) 鈴木勉、河内國平編著：復元七支刀-古代アジアの鉄・象嵌・文字-、雄山閣(2006)
- 4) 尹東錫、申 煥、(東湖訳)：韓国初期鉄器時代・土壙墓出土の鉄器遺物の金属学的考察、九州古文化研究会、古文化談叢、第14集(1984.10)

研究開発部第二部先端加工グループ<西が丘本部>

佐藤健二 TEL 03-3909-2151内線460

e-mail:sato.kenji@iri-tokyo.jp