

# 『文化財と技術』

## 第10号

### 第一部 美術と技術の歴史

- 山中 理 美術史と金属工芸  
 —唐時代銀器「鍍金狩獵文六花形銀杯」の周りを廻って—
- 金 跳 咏 原三国～三国時代における鉄製刀剣の製作技術とその意味
- 吉田秀享 鍛冶作業場の推定 —二例の古代鍛冶炉から—
- 上 梶 武 日本古代の鉄鑄造と素材鉄
- 鈴木 勉 韓半島の鑄造技術と毛彫り技術から藤ノ木馬具・法隆寺へ
- 金 跳 咏 三国時代における鉄鐸の副葬と性格
- 平林大樹 根挟みを用いた後期・終末期古墳副葬矢の構造
- 姜 旼 廷 益山・笠店里古墳出土金銅飾履の復元製作研究

### 第二部 象嵌研究

- 鈴木 勉・金 跳 咏 威安末伊山5号墳出土象嵌鉄刀の線彫り技術  
 —線彫り技術判定の基準試料の提示—
- 瀧瀬芳之 日本列島内出土象嵌遺物集成2  
 —刀剣・銚・刀子編（補遺・追加）及び馬具・鏡 他編—

### 第三部 金石文研究

- 福井卓造 七支刀銘の「為倭王旨造」について
- 鈴木 勉 漧の技術・石刻の技術
- 鈴木 勉 會津八一先生筆色紙「心」について

### 第四部 復元研究

- <宮地嶽古墳出土大型頭椎大刀の復元研究>
- 鈴木 勉 復元の企画
- 鈴木 勉 復元のための調査と推定
- 藤安将平 （作刀補助：有賀一久・中西裕也 記録：金 跳 咏）  
 刀身の復元
- 藤安将平 （記録：金 跳 咏）  
 木製鞘の復元
- 藤安将平 （記録：金 跳 咏）  
 木製柄の復元
- 山田 琢 金銅装の復元
- 鈴木 勉 鑄造鈴の復元

〈宮地嶽古墳出土大型頭椎大刀の復元研究〉  
刀身の復元

藤安将平 (作刀補助：有賀一久・中西裕也 記録：金 跳 咏)

目 次

- 1 出土品の観察
- 2 刀身の全長と幅の決定
- 3 復元の概要
- 4 復元の準備
  - 4.1 刀身の材料－玉鋼
  - 4.2 燃料－松炭
- 5 刀身の復元工程
  - 5.1 木製刀身の製作
  - 5.2 心鉄の製作
  - 5.3 皮鉄の製作
    - 5.3.1 皮鉄の製作
    - 5.3.2 1次皮鉄の製作
    - 5.3.3 「1次組み合わせた鉄塊」の製作
    - 5.3.4 2次皮鉄の製作
    - 5.3.5 「2次組み合わせた鉄塊」の製作
    - 5.3.6 3次皮鉄の製作と「3次組み合わせた鉄塊」の製作
  - 5.4 造り込み
  - 5.5 切っ先を造る
  - 5.6 火造り
  - 5.7 焼き鈍し (Annealing)
  - 5.8 土取り
  - 5.9 焼き入れ (Quenching)
  - 5.10 焼き戻し (Tempering)
  - 5.11 仕上げ
  - 5.12 穴開け、銘切り
- 6 まとめ

## 1 出土品の観察

2013年4月15日16日、7月8日、2回にわたって九州国立博物館に所蔵された福岡県福津市宮地嶽古墳出土大型頭椎大刀の調査を行った。現在、大型頭椎大刀の残存と推定される部品は(写真1、2)の通りである。

このうち、本稿で取り上げたい刀身は破損されて2つ(それぞれを刀身1、刀身2という)に分かれていたので、当時製作された刀身の長さや幅などを正確に把握できない状態であった(写真3、6)。したがって、刀身1と刀身2の計測を通じて復元する刀身の全長や幅などを決定しなければならなかった。

刀身の全面には木質が付いており、刀身が作られた当時は木製の鞘に収められていたと思われる。木質の中には断面二等辺三角形の鉄製刀身が確認できる。物差し(最小単位:1mmまで測定可能)を使って刀身1と刀身2の断面から確認できる刀身の幅、重ね(厚さ)などを計測した。それぞれの端部に見える刀身の幅と重ねの値が違うので、便宜上、刀身の幅が狭い方を「a」、広い方を「b」とした。計測の結果は(表1)の通りである。それぞれの刀身の幅と重ねは「b」から「a」に行くにつれて、少しずつ狭くなっていることを知ることができた。これにより、刀身の幅と重ねは、手元から切っ先に行くにしたがって、全体的に少しずつ値が小さくなる形状であることを推定することができた。

(表1) 刀身の長さや幅 (単位: mm)

	残存長さ	刀身幅		重ね(厚さ)	
		a	b	a	b
刀身1	287	43	45	7	9
刀身2	105	37	38.4	7	10



写真1 宮地嶽古墳出土の頭椎大刀

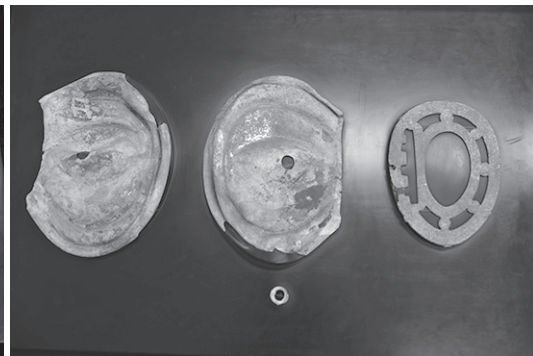


写真2 宮地嶽古墳出土の頭椎大刀



写真3 刀身1

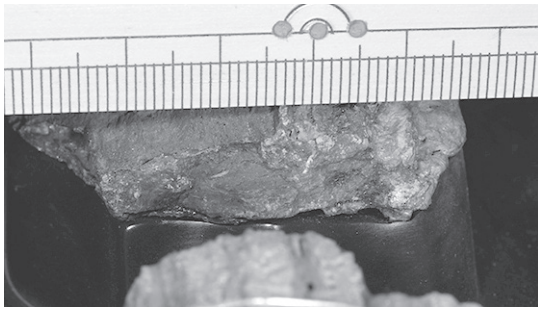


写真4 刀身1の断面 (a)



写真5 刀身1の断面 (b)

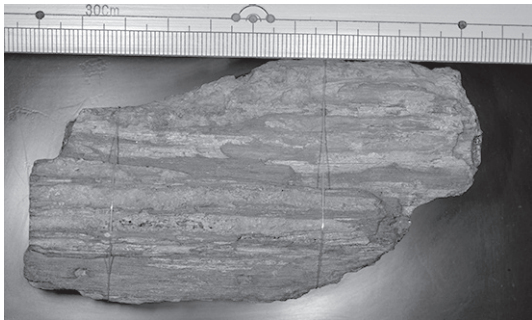


写真6 刀身2

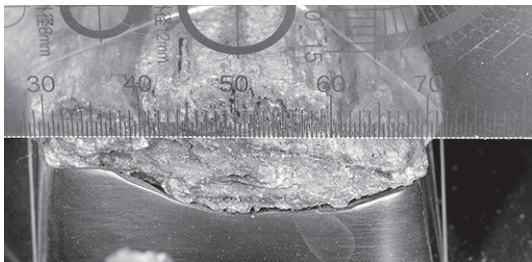


写真7 刀身2の断面 (a)

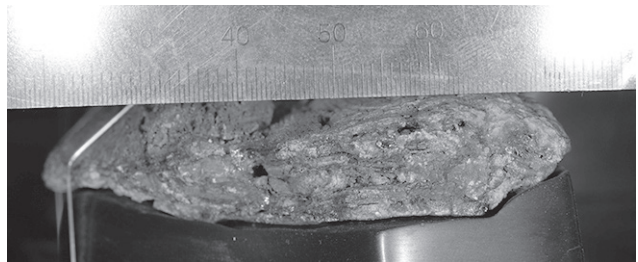


写真8 刀身2の断面 (b)

## 2 刀身の全長と幅の決定

刀身の全長については、兵庫県文堂古墳から出土した頭椎大刀の割合を根拠に 2400mm で決定された<sup>1</sup>。刀身の幅に関しては、刀身の復元担当者である藤安将平と鈴木勉、山田琢の議論が繰り返された。問題は刀身の全長を 2400mm で決めた以上、刀身1と刀身2の断面から確認される 37～45mm の幅を持っている刀身を製作することになれば、長さ比べて幅が狭くてあまりにも細長い形態の不均衡的な形状の刀身になってしまうことであった。

まず、刀身の元幅は、鐔の内側の楕円形の長径から類推することができる。写真9から分かるように、鐔の内側の楕円形の長径は 86mm である。刀身は鐔の内側の楕円形の長径に納められることを考えると、鐔側の刀身の幅は 86mm 以下であると考えられる。

また、2013年3月18日、鈴木勉、山田琢と共に調査した千葉県金鈴塚古墳頭椎大刀や9月11日、藤安将平と調査した福島県月ノ輪山1号出土頭椎大刀の場合、手元の刀身の幅は鐔の内側の楕円形の長径にいっぱいになる程度であることを知ることができた(写真10、11)。宮地嶽古墳出土大型頭椎大刀も金鈴塚古墳、月ノ輪山1号から出土した大刀と同じ形式で、鐔の内側の楕円形の長径から手元の幅を推定してみると、86mm より少し小さい 70～80mm 程度と推定できる。しかし、

1 刀身の全長については「4 刀身の全長について」を参考して頂きたい。

実際の刀身幅は刀身1の場合は43～45mm、刀身2の場合は37～38.4mmで、鐔の内側の楕円形の長径から推定した70～80mmとは相当な違いを見せた。

たとえ、刀身の姿が手元から切っ先に向かって、幅が狭くなる姿の直刀であり、現在残っている刀身1と刀身2が切っ先に近い部分だったとしても、手元部分の刀身幅が70～80mm、切っ先の幅が37mmとなるために、急激に狭くなる特異な姿になってしまう。

なにより、刀身の復元は現在残っている出土品を優先しなければならないので、鐔の内側の楕円形の長径から推定できる80mmを少しでも縮めて60mmで製作することにした。刀身の全体的な姿は手元から切っ先に向かって、幅が狭まる姿で復元することにし、切っ先の刀身幅は45mmにすることにした。最終的に復元する刀身の全長と幅は（図1）の通りである。



写真9 鐔

写真10 金鈴塚古墳 頭椎大刀

写真11 福島県月ノ輪山1号 頭椎大刀

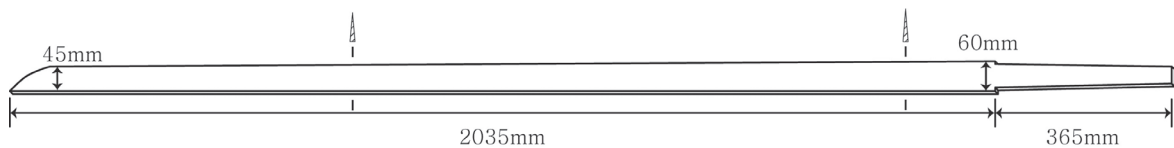


図1 復元刀身の全長と幅

### 3 復元の概要

刀身の復元は2013年3月20日から2013年9月15日まで、約6ヶ月間、福島市立子山の藤安将平の仕事場で行われた（写真12、13）。製作は主に刀工藤安将平が担当し、筆者は復元に必要な炭切り、鍛錬などの手伝いと復元工程の写真撮影および記録を担当した。



写真12 刀工 藤安将平



写真13 刀工 藤安将平の仕事場

## 4 復元の準備

### 4.1 刀身の材料—玉鋼

刀身については、日本刀の製作方式に従うことにした。日本刀の刀身は「玉鋼」という材料を使用する(写真14)。玉鋼は、粘土で作った炉に原料である砂鉄(写真15)と燃料である木炭を入れて、鞴(送風施設)を使用して鋼を生産するたたら製鉄によって作られた鋼をいう<sup>2</sup>。玉鋼は、非常に優れた鋼で、刀身に必要な適当な量の炭素を含んでおり、そのまま刀身の材料として使える。しかし、炭素量が多い部分と少ない部分がある。

刀身は炭素量の少ない部分と多い部分を使い分けして製作するため、玉鋼の中に含まれる炭素量を分別する作業は、日本刀の製作において非常に重要な基本作業といえる。日本刀製作の工程では、玉鋼の炭素量の判断をするため、水圧し<sup>3</sup>と小割り<sup>4</sup>という工程を経ることになる(写真16、17)。

しかし、今回の復元では水圧しや小割り作業を行わなかった。藤安将平は、長年玉鋼を鍛えながら体得した、五感と火花試験法などによって、水圧しや小割り作業を行わなくても玉鋼の炭素量がある程度推定することができるという。藤安将平の判断を基準にして、炭素量が少ない玉鋼(0.5%未満)と多い玉鋼(0.5~1%くらい)で大きく2種類に区分した。復元のために、前もって準備しておいた玉鋼の総量は約25kgであった。



写真14 玉鋼

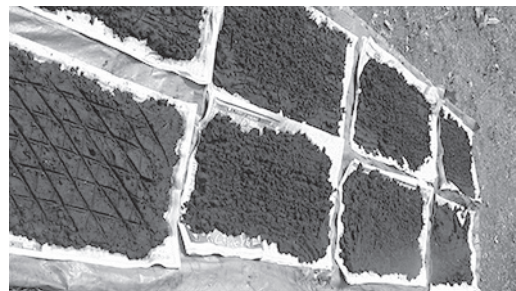


写真15 砂鉄

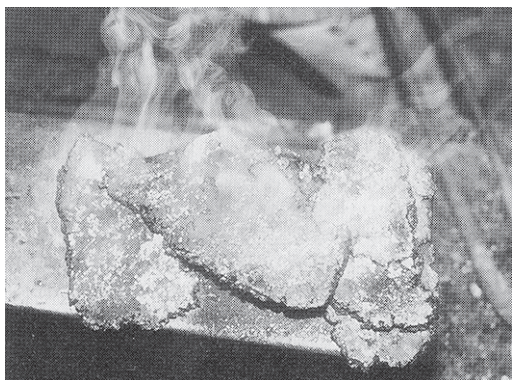


写真16 水圧し

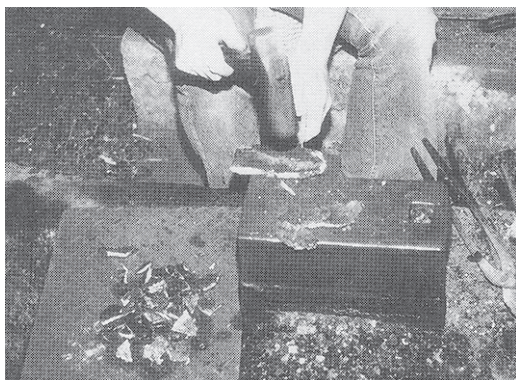


写真17 小割り

2 鈴木卓夫 2008『作刀の伝統技法』理工學社

3 水圧しは、いくつかの玉鋼をホドの中に入れて加熱した後、それが赤熱状態になったところを打ち延して、厚さ約3~6mmの鉄板を作り、それに焼きを入れる作業をいう。この時、炭素量が多い部分はピンピンという音を出しながらヒビが入る。

4 小割りは水圧し段階で薄く打ち延された玉鋼を、鉄敷上におき、小鋤で叩いて20~25mmくらいの大きさに割る作業である。この時炭素量が少なくて焼きが入らない部分は軟らかいため割れないが、炭素量が0.5~1.2%程度の部分は焼きが入って硬くなっているため割れる。

## 4.2 燃料—松炭

玉鋼の鍛錬、刀身の焼き入れ、焼き鈍しなどに使われる燃料には松炭を使った。特に、今回の復元では岩手県で生産された松炭を使用した。松炭は他の炭に比べて軟かくて、燃焼速度が速く温度を上げやすい。

炭を燃料として使用するためには、ホド（加熱炉）に入れる前に適当な大きさに切っておく必要がある。「炭切り鉋<sup>なた</sup>」という専用工具を使って炭を縦に割ってから横に連続して切る（写真18、19）。これを「炭切り」という。炭は大きさによって2種類に分けて切った。長さ3～4cmの炭（写真20）は、玉鋼の鍛錬、素延べ、火造りなどの作業に使われ、長さ1～1.5cmの炭（写真21）は、刀身の焼き入れに使われる。

炭の大きさは、炉の温度調節、玉鋼への浸炭および脱炭と関係している。炭の大きさが大きければ、炭の間に入る空気の量が多くなって容易に温度を上げることができるが、一方で、玉鋼に含まれる炭素が抜けて、脱炭が進みやすくなる。一方、炭の大きさが小さければ、温度は容易には上げられない代わりに、玉鋼に含まれている炭素も抜け難く脱炭が少なくなる。



写真18 炭切り



写真19 炭切り



写真20 鍛錬に使われた炭



写真21 鍛錬に使われた炭（焼き入れ用）

## 5 刀身の復元工程

一般的な日本刀の刀身の製作は、炭素量の多い玉鋼を鍛錬して造った「皮鉄」という鉄板をU字状に曲げて、その間に炭素量の少ない玉鋼を鍛錬して造った「心鉄」という鉄塊を挟む。皮鉄と心鉄を合わせるこの作業を「造り込み」という。この造り込みで造った鉄塊を打ち延ばして刀身の形に造っていく。

心鉄は玉鋼の中でも炭素量が少なく、軟かい玉鋼を鍛えて造る。刀身の断面から見て、棟中心部に位置することになる。軟かいので、刀身の打撃の時、衝撃を吸収する役割を果たしている。皮鉄は玉鋼の中で炭素量が多い玉鋼を鍛えて造る。皮鉄は、炭素量が多いため、焼き入れすると硬くなり刃となる部分に用いる。刀身の断面から見て、心鉄を包むように外側に位置することになる。

一般的な日本刀の刀身は、それぞれ1つずつの皮鉄と心鉄で造り込み、刀身を造るが、今回復元する大型頭椎大刀は一般的な日本刀の刀身に比べて、長さが約3倍と推定され、さらに重ねと幅も約3倍となれば、体積は約27倍になってしまうことになる。いずれにしろ、ずっと多量の皮鉄が必要と考えられた。したがって、実際の復元では全部で3個の皮鉄（便宜上、本稿では1次、2次、3次皮鉄と呼ぶことにする）を造って、これらを心鉄と合わせて造り込み、鉄塊を造った。そして造り込みした鉄塊を打ち延ばして刀身を製作することにした（図2）。一方、刀身の復元工程で使われる名称は、ほとんど日本刀の製作で使われる用語なので、参考にしていただきたい（図3）。

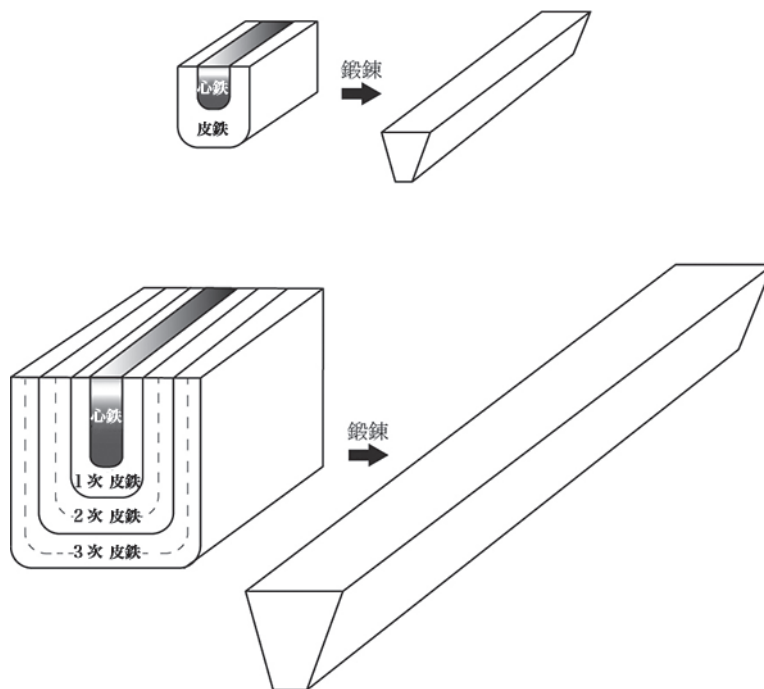


図2 一般的な日本刀の刀身製作過程（上）と復元大刀の製作過程（下）

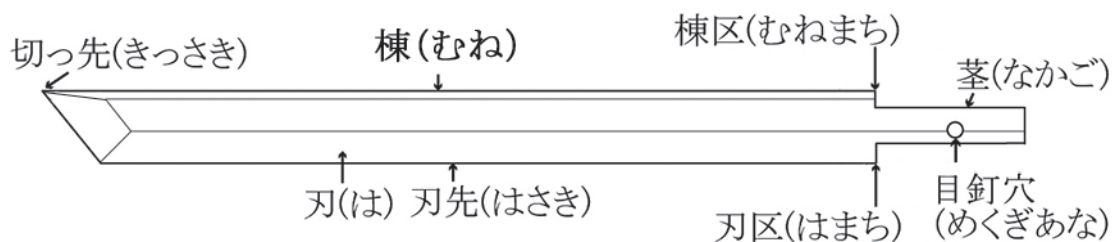


図3 刀身の名称

### 5.1 木製刀身の製作

日時：2013年3月29日

玉鋼製の刀身の製作に先立って、電気鋸と鉋を使って復元刀身と同じ大きさの木製刀身を製作した（写真22～24）。玉鋼製の刀身の製作の途中で、刀身の大きさを木製刀身に重ねてみるなど、便利な側面があると判断したためである。

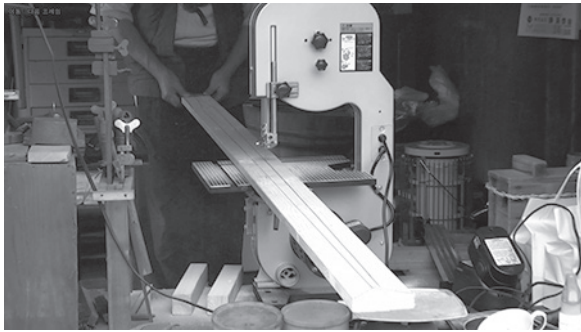


写真22 電気鋸で木製刀身を成型



写真23 鉋で木製刀身の表面を削る

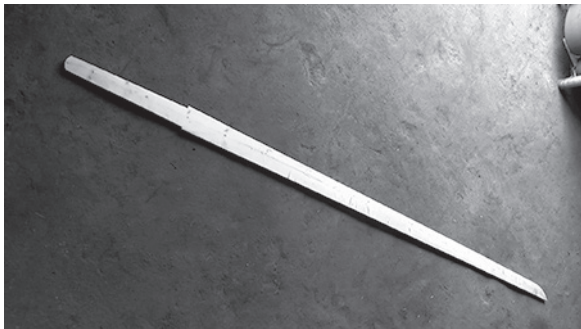


写真24 完成された木製刀身

## 5.2 心鉄の製作

日時：2013年5月6日

先述したように、心鉄は刀身の棟と中心部に位置し、玉鋼の中でも比較的炭素量が少ない部分(0.2～0.5%ぐらい)を用いて製作した。

まず、「テコ棒」の先端をホド（加熱炉）に入れて加熱した。「テコ棒」は、（鍛錬の時に先端に鋼をつけて作業するための、ホドの中で鉄塊を加熱するにあたって加熱されやすい位置に据え置くよう操作したり、また鍛錬の際には、鉄塊を金敷に置き、金敷から落ちないようにするため）玉鋼で造られる鉄棒をいう<sup>5</sup>。加熱したテコ棒の上を大鎚で叩いて玉鋼を乗せられるよう、平らに鍛造し、その上に研砂をまいて玉鋼を乗せた。この時、研砂はテコ棒の先端と玉鋼を接合しやすくする役割をする。

テコ棒の先端に乗せた玉鋼をホドに入れて、鍛接ができるように中心部まで十分に加熱するが、この工程を「沸し」という。沸した玉鋼を取り出して鉄敷の上に置き、機械ハンマーか大鎚で叩くが、この工程を「鍛錬」という。鍛錬の途中には泥や藁灰で玉鋼を包みながら沸すが、これは玉鋼の温度がとて高くなって酸化しやすくなり玉鋼の表面が荒れることや、玉鋼の量が酸化によって減るのを防止するためである。そのようにして、沸した玉鋼を平らな形態になるまで鍛造した。さらにその上に、また他の玉鋼のをせた後、再加熱し、鍛造した。沸し付けした玉鋼の量が心鉄を造ることができるほど十分な量になると、細長い直方体の形に鍛造した。

直方体の形に鍛造した玉鋼を、切り鑿で切り込みを入れ、玉鋼を折り返し、沸し付けし、再び長く打ち延ばす鍛錬を繰り返す。このような鍛錬を「折り返し鍛錬」という（写真35）。折り返し鍛錬は3回繰り返した。折り返し鍛錬を終えて、手鎚で心鉄を皮鉄の間に挟むのに適した形に造った。

---

5 鈴木卓夫 2008『作刀の伝統技法』理工學社 3-17

最後に切り鑿でテコ棒から心鉄を切り離した。出来上がった心鉄を水の中に入れて冷やし、心鉄が完成した。その法量は以下の通りである。

心鉄の厚さ 18mm、高さ 35mm、長さ 90mm、重さ 400g



写真25 テコ棒の先端の加熱



写真26 テコ棒の先端の鍛造



写真27 テコ棒の先端に硼砂をまく



写真28 テコ棒の先端に玉鋼を乗せる

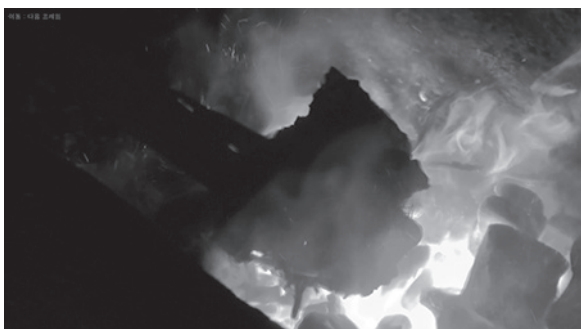


写真29 玉鋼の沸かし



写真30 ホドから玉鋼を取り出す



写真31 機械ハンマーで鍛錬



写真32 新しい玉鋼を乗せる



写真33 沸かし



写真34 鍛錬



写真35 折り返し鍛錬



写真36 直方体の形に鍛造した心鉄

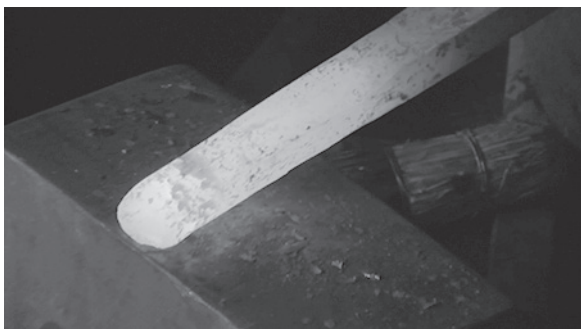


写真37 手鉗で心鉄の先端を薄く鍛造



写真38 心鉄の切断



写真39 心鉄の切断



写真40 切断された心鉄



写真41 心鉄を水の中に入れて冷やす



写真42 心鉄の完成

### 5.3 皮鉄の製作

日時：2013年4月24日～5月5日

皮鉄は玉鋼の中で、炭素が多く含まれて焼きが入る部分（0.5～1.0%）を材料として製作した。前述の通り、一般的な日本刀の製作にはそれぞれ1個ずつの皮鉄と心鉄で造る。しかし、今回の復元では刀身の長さと同ね、幅を考慮し、1個の心鉄に3個の皮鉄を組み合わせて刀身を製作することにした。皮鉄を作るためには、まずその基本単位になる短冊を造り（下鍛え）、皮鉄はそれを4、5個重ねて、折り返し鍛錬によって完成される（上げ鍛え）。

#### 5.3.1 皮鉄の製作

日時：2013年4月24日～5月5日

皮鉄の製作方法も心鉄の製作方法とほぼ類似している。まず、テコ棒の先端を加熱して大鋸で広い形態に作った。その上に研砂と玉鋼を乗せて、ホドで十分に加熱した。加熱した玉鋼をホドから取り出して、機械ハンマーで広い板状に鍛造し、その上にまた玉鋼を乗せる。

このようにして数回玉鋼を追加して塊を造った。機械ハンマーで塊を直方体に鍛造する。直方体となった塊に切り鑿で切り込みを入れ、折り返し鍛錬を計3回行った。折り返し鍛錬の途中には常に藁灰と泥をまぶした後沸した。3回の折り返し鍛錬を終えて、切り鑿でテコ棒から鉄塊を切り離した。計20個の短冊を造っておいた。

下鍛えに使われた玉鋼は約25kgで、塊20個の重さは約10.9kgであった（1個当たり550g）。鍛錬工程で、玉鋼の量が半分以下に減少したことを知ることができた。



写真43 テコ棒の先端に玉鋼を乗せる



写真44 機械ハンマーで鍛造

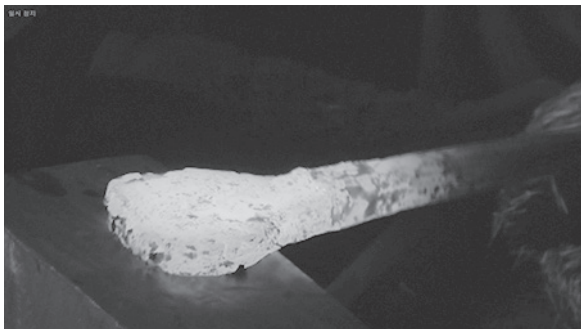


写真45 玉鋼を広い板状に鍛造



写真46 新しい玉鋼を乗せる

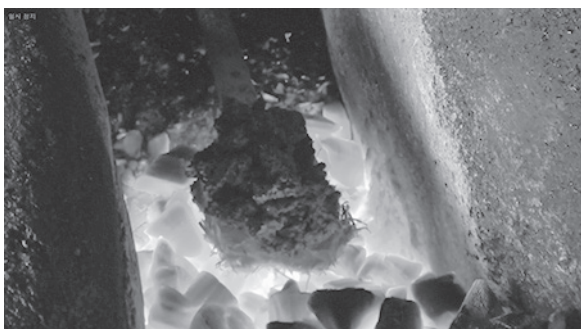


写真47 ホドで加熱

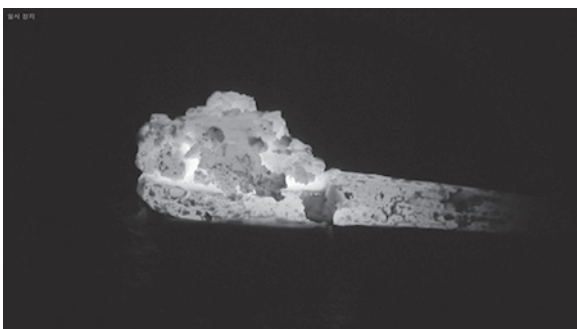


写真48 玉鋼の沸かし

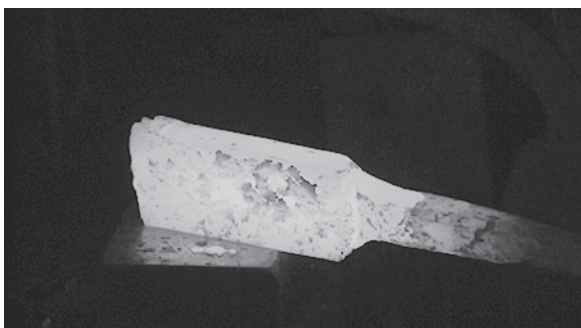


写真49 玉鋼を直方体に鍛造



写真50 切り鑿を入れる



写真51 折り返し鍛錬



写真52 折り返し鍛錬



写真53 折り返し鍛錬



写真54 玉鋼に藁灰を付ける



写真55 玉鋼に泥を付ける

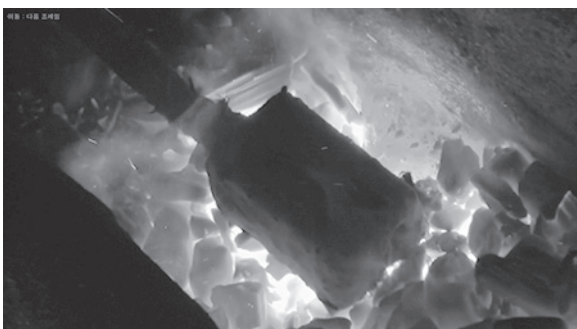


写真56 玉鋼の加熱



写真57 ホドから取り出す



写真58 切り鑿を入れる



写真59 折り返し鍛錬



写真60 折り返し鍛錬



写真61 テコ棒から切り取り



写真62 下鍛えした短冊の完成



写真63 短冊の重さ測定

### 5.3.2 1次皮鉄の製作

日時：2013年5月6日

1次皮鉄は先立って造っておいた短冊4枚を重ねて鍛錬して造った。テコ棒の上に4枚の短冊を重ねて、藁灰と泥をまぶしてからホドに入れて沸した。量が多く加熱するのに30分以上の時間が掛った。

沸した塊をまとめて、直方体に鍛造した。鍛錬の途中、時間がかかり、塊が冷めるため、藁灰と泥をつけて再加熱を繰り返しながら鍛錬を続けた。塊を鍛錬するため、機械ハンマーでいろいろな方向から叩いた。直方体にした後、切り鑿を使って塊の中心部に切り込みを入れた。そして手鋸を使用して折り返す。そうした鍛錬を計5回繰り返した。その後、あらかじめ造っておいた心鉄を包めるように正方形の広い板状に鍛造した。

広い板状に鍛造した塊を曲げ台(写真84)の上に置いた。そして、塊の上の中心部に切り鑿を置いて機械ハンマーで切り鑿を上から叩いた。そうして正方形の塊をU字状に曲げ、最後に先端をすぼめて1次皮鉄を完成した。

1次皮鉄の重さは1800gであった。

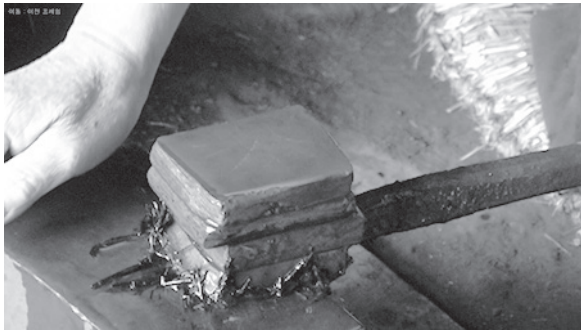


写真64 短冊4枚を重ねる



写真65 藁灰を付ける

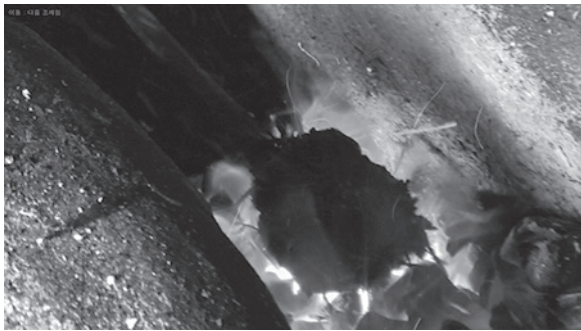


写真66 沸かし



写真67 藁灰を付ける

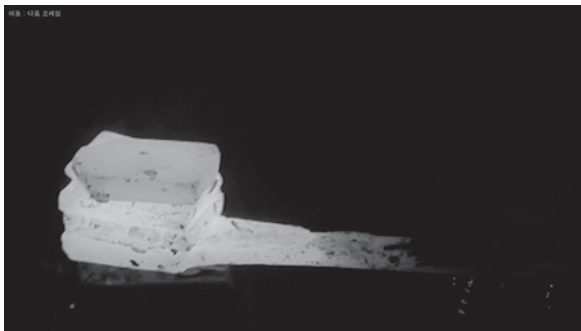


写真68 鍛錬

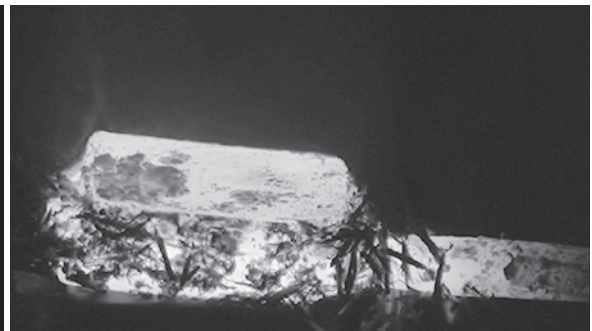


写真69 鍛錬

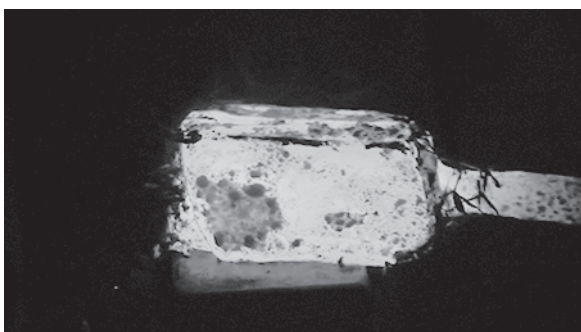


写真70 鍛錬



写真71 直方体に鍛造

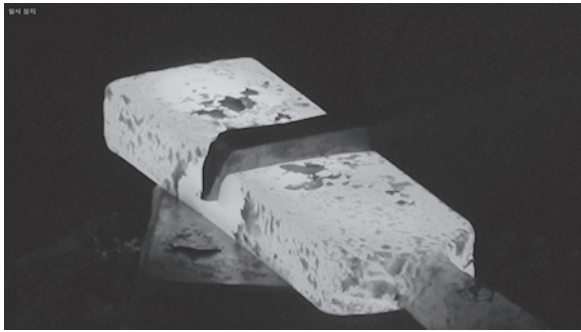


写真72 切り鑿を入れる

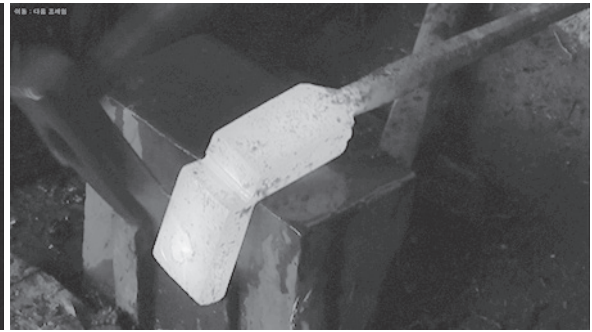


写真73 折り返す



写真74 折り返す

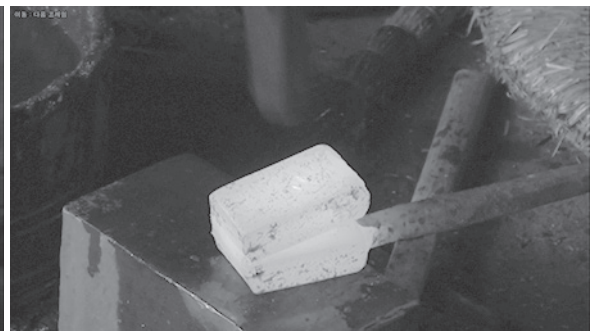


写真75 折り返し鍛錬（5回繰り返す）



写真76 藁灰を付ける



写真77 泥を付ける

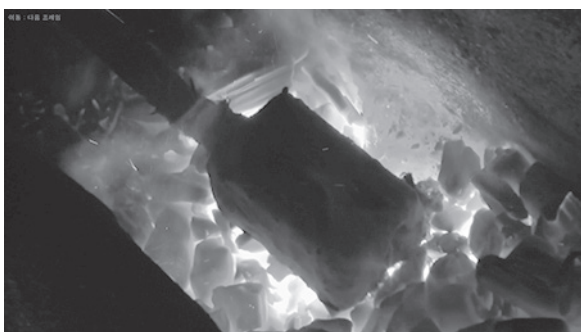


写真78 加熱



写真79 広い板状に鍛造



写真80 広い板状に鍛造



写真81 広い板状に鍛造

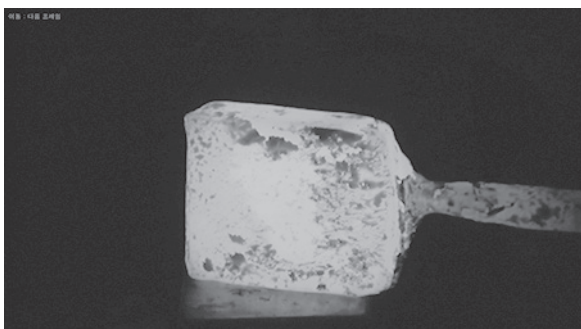


写真82 塊を広い板状に鍛造



写真83 塊を広い板状に鍛造

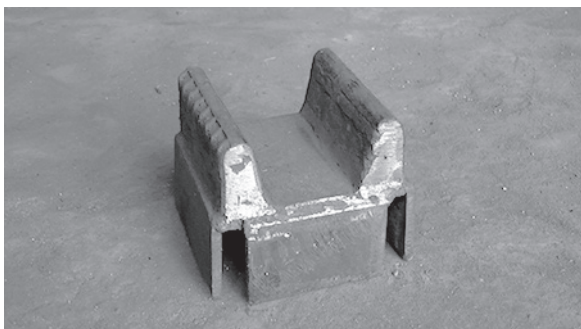


写真84 曲げ台



写真85 U字状に曲げる



写真86 U字状に曲げる

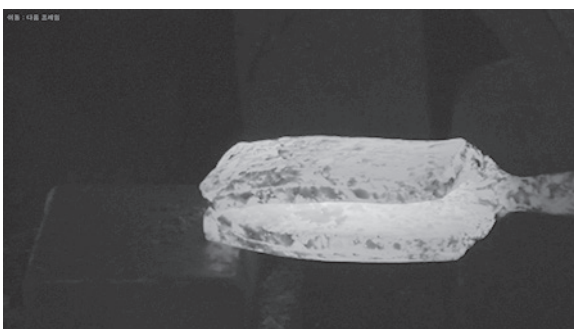


写真87 先端をすぼめる

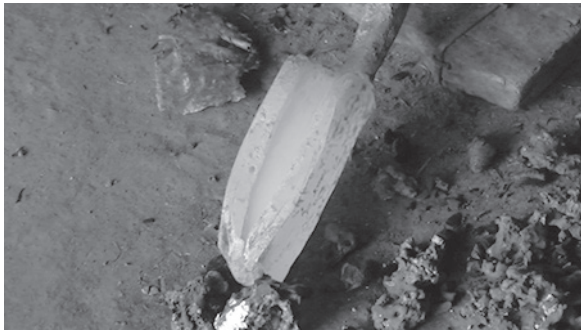


写真88 1次皮鉄の完成

### 5.3.3 「1次組み合せた鉄塊」の製作

日時：2013年5月6日

1次皮鉄の上に心鉄を差し込み、上から心鉄を叩いて1次皮鉄の間に心鉄を入れた。このように心鉄を皮鉄で包むことを造り込みという。造り込みによって完成された鉄塊は「組み合せた鉄塊」と呼ぶことにする。

復元では心鉄と1次皮鉄で出来上がった「1次組み合せた鉄塊」(写真91)に2次皮鉄と3次皮鉄を包んで造ったので、「2次組み合せた鉄塊」(写真126)「3次組み合せた鉄塊」(写真148)まで造ることにした。

一方、日本刀の製作において様々な造り込みの製作方式があるが、今回の復元では皮鉄をU字状に曲げて、その間に心鉄を入れるという甲伏(こうぶせ)の技法を用いた。

「1次組み合せた鉄塊」の長さ：210 mm、高さ：60 mm、厚さ：60 mm、重さ：2200 g



写真89 1次皮鉄に心鉄を入れる

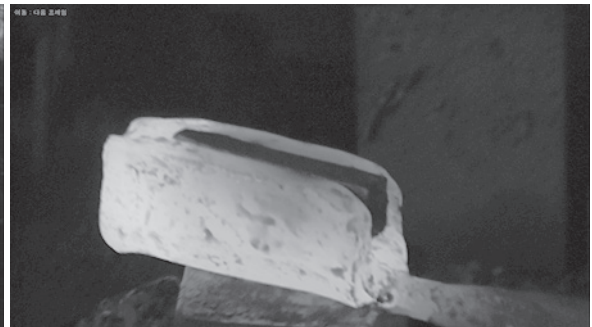


写真90 1次皮鉄に心鉄を入れる



写真91 「1次組み合せた鉄塊」

#### 5.3.4 2次皮鉄の製作

日時：2013年5月13日～5月18日

2次皮鉄の製作方法も1次皮鉄と同じである。ただ、1次皮鉄に使われた基本単位である短冊が計4枚である一方、2次皮鉄は「1次組み合せた鉄塊」を包むことができるほどの十分な量を必要とするので、計10枚の短冊を使用することにした。一度に10枚の短冊の折り返し鍛錬は難しいため、それぞれ5枚ずつに分けて、折り返し鍛錬を進めた後、それぞれを合わせて完成することにした。

##### <5枚の短冊を接合した大きい皮鉄>の製作（写真111）

まず、短冊5枚を一緒に重ねた後、ホドで約30分程度加熱した。中心部まで沸した5枚の短冊を機械ハンマーで叩いて直方体に鍛錬した。鍛錬の途中で冷めて、これ以上叩くことができなくなると藁灰と泥をまぶして再び沸した。直方体に成形した後、3回の折り返し鍛錬を繰り返した。最後に、テコ棒から塊を切り離した。こうして「5枚の短冊を接合した大きい皮鉄」を完成した。残りの5枚の短冊も同じ方法で鍛錬して、「5枚の短冊を接合した大きい塊」を造った。

このように、「5枚の短冊を接合した大きい塊」を重ねて、一緒に沸した。「1次組み合せた鉄塊」を包める程度の大きさになるまで機械ハンマーで鍛造した。この工程では折り返し鍛錬は行わなかった。広い板状の塊を曲げ台の上に置き、大鎚で真ん中部分を叩いて、U字状に鍛造した。先端をすぼめて2次皮鉄を完成した。

2次皮鉄の重さ：3500g



写真92 短冊5枚を重ねる



写真93 沸かし



写真94 礬砂を掛ける



写真95 鍛錬

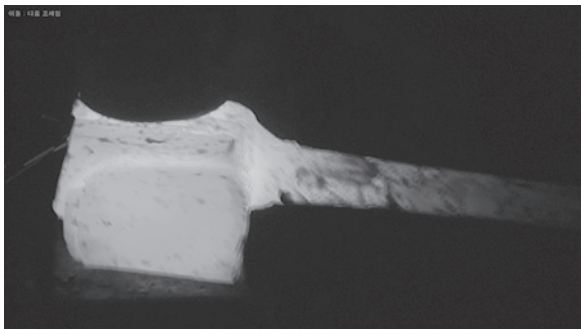


写真96 鍛錬



写真97 藁灰を付ける



写真98 泥を付ける



写真99 鍛錬



写真100 鍛錬

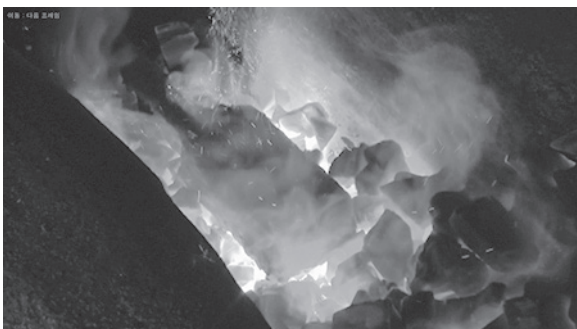


写真101 沸かし



写真102 直方体の形に鍛造

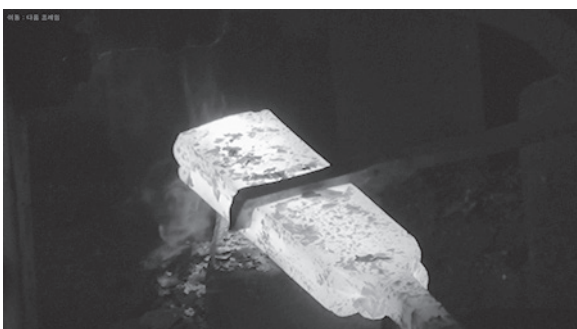


写真103 切り鑿を入れる



写真104 折り返し鍛錬



写真105 折り返し鍛錬（3回繰り返し）



写真106 藁灰を付ける



写真107 泥を付ける



写真108 加熱



写真109 鍛錬

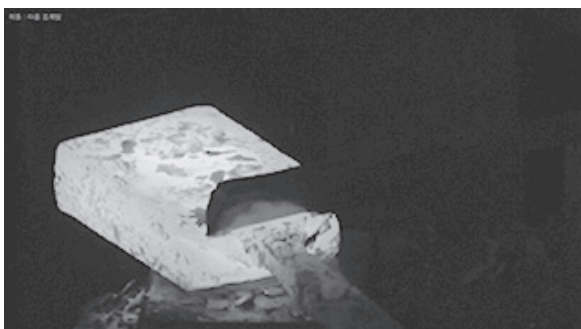


写真110 タガネで切り込みを入れ、テコ棒から塊を切り取る



写真111 テコ棒から切り離した大きい塊



写真112 下鍛えした短冊と「5枚の短冊を接合した  
大きい皮鉄」



写真113 下鍛えした短冊と「5枚の短冊を接合した  
大きい皮鉄」



写真114 「5枚の短冊を接合した大きい皮鉄」2つを  
重ねる



写真115 「5枚の短冊を接合した大きい皮鉄」2つ  
を過熱



写真116 「5枚の短冊を接合した大きい皮鉄」鍛接



写真117 「5枚の短冊を接合した大きい皮鉄」鍛接

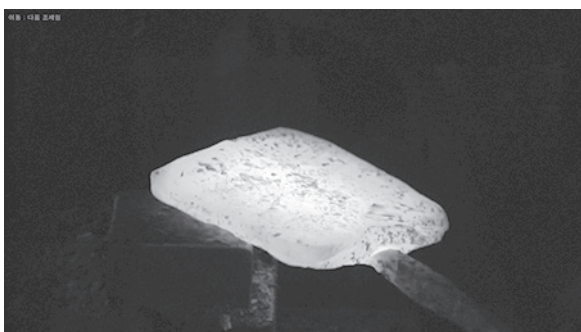


写真118 「5枚の短冊を接合した大きい皮鉄」鍛接

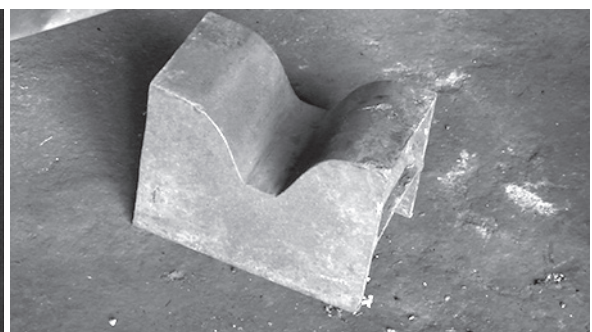


写真119 曲げ台



写真120 U字状に曲げる



写真121 U字状に曲げる

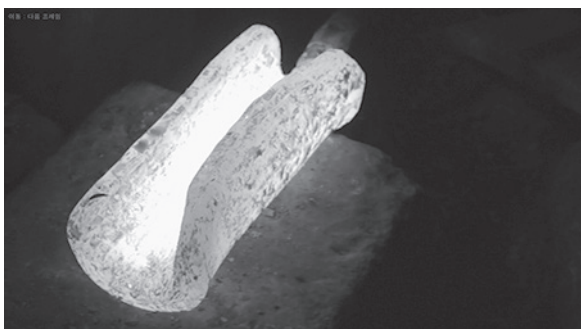


写真122 U字状に曲げる



写真123 2次皮鉄の完成

### 5.3.5 「2次組み合せた鉄塊」の製作

日時：2013年5月18日

2次皮鉄の中に「1次組み合せた鉄塊」を入れるのは非常に困難な作業であった。2次皮鉄が大きくて、長時間の加熱が必要になってテコ棒まで熱くなり、掴んでいるだけでとても熱かった。

まず、2次皮鉄を沸し、鍛造して「1次組み合せた鉄塊」を入れるための適当な空間を確保した。2次皮鉄の上に「1次組み合せた鉄塊」を差し込み、大鎚で「1次組み合せた鉄塊」を上から叩いて、2次皮鉄の間に「1次組み合せた鉄塊」を入れて、造り込みを行った。完成した「2次組み合せた鉄塊」から「1次組み合せた鉄塊」が抜けないように再加熱してしっかり打ち込んだ。

「2次組み合せた鉄塊」の重さ：5700g



写真124 2次皮鉄の成型



写真125 1次組み合せた鉄塊を2次皮鉄に入れる



写真126 「2次組み合せた鉄塊」



写真127 「2次組み合せた鉄塊」の鍛造

### 5.3.6 3次皮鉄の製作と「3次組み合せた鉄塊」の製作

日時：2013年5月19日

3次皮鉄は2次皮鉄と同じ方法で製作した。ただ、3次皮鉄は大きくなった「2次組み合せた鉄塊」をすべて包むことができるだけ広い板状の鉄板が必要だった。

まず、短冊5枚を一緒に重ねた後、ホドで約30分程度沸した。短冊5枚を十分に加熱し、機械ハンマーで整った直方体に鍛造し、折り返し鍛錬を3回繰り返した。残りの5枚の短冊も同じ方法で鍛錬をしておいた。

このように鍛えた2個の大きな鉄塊を重ねて一緒に加熱し、「2次組み合せた鉄塊」を包むことができる程度に広い板状の形態になるまで鍛造した。広い板状の皮鉄を曲げ台の上に置き、大鋸で真ん中部分を叩いてU字状に曲げるように鍛造した。先端をすぼめて3次皮鉄を完成した。U字状に曲げた3次皮鉄の中に「2次組み合せた鉄塊」を入れて、「3次組み合せた鉄塊」を完成した。

「3次組み合せた鉄塊」の重さ：9300g



写真128 短冊5枚を重ねる



写真129 沸かし

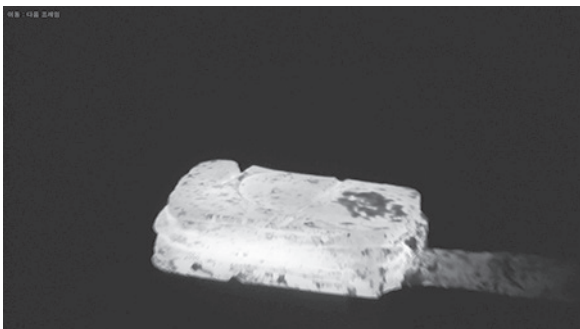


写真130 塊を直方体の形に鍛造



写真131 塊を直方体の形に鍛造



写真132 折り返し鍛錬



写真133 折り返し鍛錬

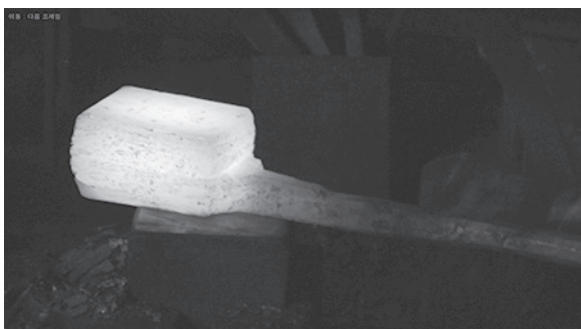


写真134 折り返し鍛錬



写真135 藁灰を付ける



写真136 沸かし

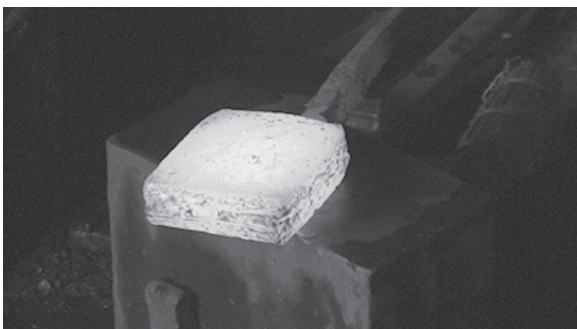


写真137 「5枚の短冊を接合した大きい塊」鍛造

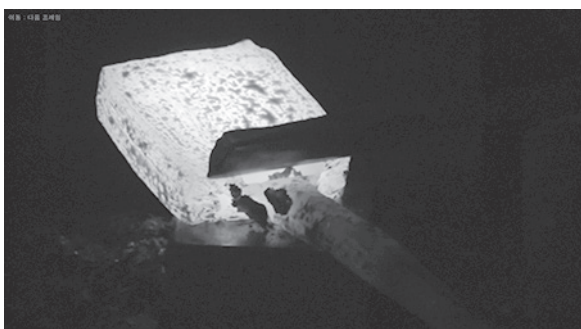


写真138 タガネで切り込みを入れる



写真139 テコ棒から切り離す

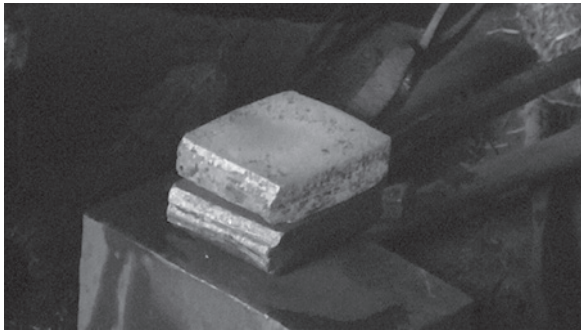


写真140 「5枚の短冊を接合した大きい塊」2個を重ねる



写真141 「5枚の短冊を接合した大きい塊」2個の沸かし付け



写真142 「5枚の短冊を接合した大きい塊」を鍛造



写真143 「5枚の短冊を接合した大きい塊」鍛造

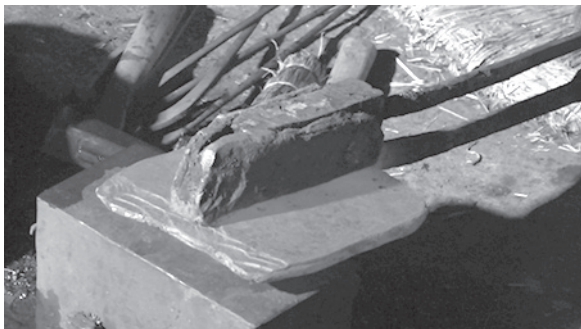


写真144 「5枚の短冊を接合した大きい塊」鍛造



写真145 U字状に鍛造



写真146 U字状に鍛造



写真147 3次皮鉄に「2次組み合せた鉄塊」を入れる



写真148 「3次組み合せた鉄塊」の完成

#### 5.4 造り込み

日時：2013年5月21日～6月4日

造り込みとは、出来上がった「3次組み合せた鉄塊」を熱し、刀身のように長く延ばす工程をいう。つまり、「3次組み合せた鉄塊」を打ち延ばして、断面が直方体である長い鉄棒に延ばす工程といえる。造り込みは玉鋼の鍛錬工程も含まれているので、加熱の温度は鍛錬工程の温度とほぼ同じにする。さらに、「3次組み合せた鉄塊」を鍛造する前には藁灰や泥をまぶし、鉄が散る（減少する）のを防止した。「3次組み合せた鉄塊」が大きいので、中心部まで熱するには約40分が掛かった。

造り込みの鍛造は機械ハンマーを使い、あらかじめ作っておいた木製刀身と大きさと比較しながら延ばしていった。「3次組み合せた鉄塊」が大きいために一度に刀身のように延ばしていくことはできなかった。「3次組み合せた鉄塊」を大きく上半部と下半部に分けて、先に上半部に対して打ち延ばしと沸かしを繰り返し、ある程度の長さまで延ばした。次に「3次組み合せた鉄塊」に付けていたテコ棒を切り落とし、続いて下半部も打ち延ばしと沸かしを繰り返した。2m以上の素材を直線で鍛造することは極めて困難な作業だった。鍛造方向を少しでも間違えると、素材が曲がることが多く、高い技術が要求された。曲がって直す部分には石筆で印をしておいて、後でもう一度沸して歪みを修正した。

#### <素延べと火造りの試作> (写真 172～177)

その中でも特に、難しかったのは素延べの最終寸法の決定であった。素延べの次の段階である火造りでも刀身の全長が伸びるので、火造り段階で伸びる刀身の長さや幅を念頭に置きながら、素延べ段階で全長と幅をどこまで延ばすかを決めなければならなかった。一般的な日本刀の刀身では火造り工程で、素延べを終了時の長さから10%ぐらい伸びるといふ。しかし、2mを超える刀身は藤安も初めてだったので、試作してみることにした。

試作は炭素量が少ない生金（なまがね）を使った。実験の目的は素延べを終わった刀身が火造りで、どこまで伸びるかを確かめることであった。したがって、最終的に製作する刀身の幅の数値より若干縮めて、切っ先は縦横8×30mm、区際は縦横12×42mm、刀身の長さは860mmの素材を作った。そして、この素材を火造りした。

その結果、最終的に製作する刀身の切っ先や区際の幅と同じ寸法の幅を作った時、長さ860mmの刀身は976mmとなった。つまり、復元刀身の火造りでは、素延べの工程を経ると約10%程度、長さが伸びるのを確認することができた。したがって、素延べ段階では火造りの段階で伸びる10%の長さを勘案して、2200mmまで延ばすことにした（図5）。

素延べ後の重さ：6150 g

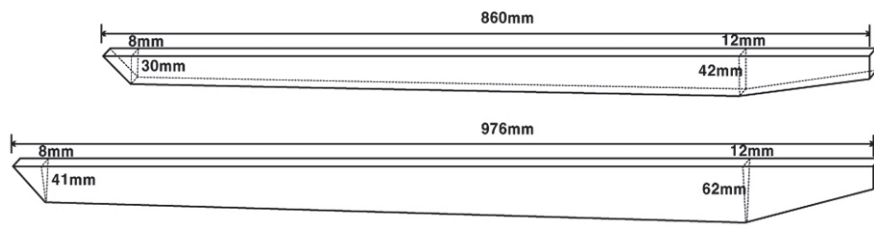


図4 試作の結果

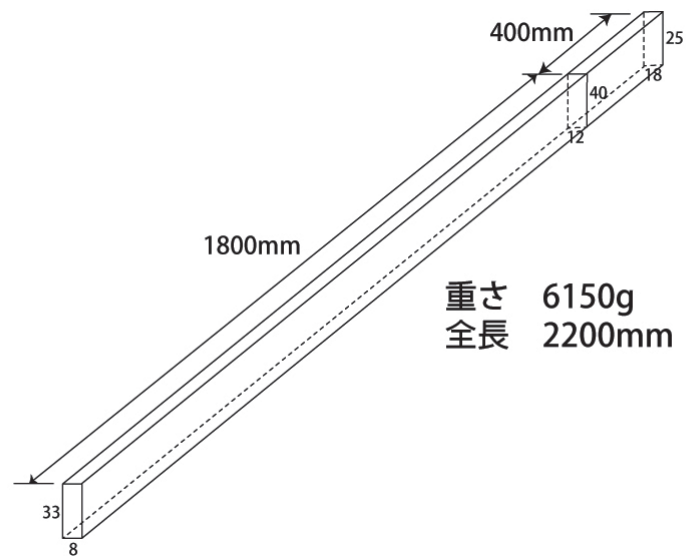


図5 素延べの寸法



写真149 「3次組み合せた鉄塊」



写真150 「3次組み合せた鉄塊」の加熱



写真151 「3次組み合せた鉄塊」の加熱



写真152 「3次組み合せた鉄塊」に泥を付ける



写真153 「3次組み合せた鉄塊」の加熱



写真154 造り込み (上半部)



写真155 造り込み (上半部)



写真156 造り込み (上半部)



写真157 造り込み (上半部)



写真158 造り込み (上半部)



写真159 造り込み (上半部)



写真160 造り込み (上半部)



写真161 造り込み (上半部)

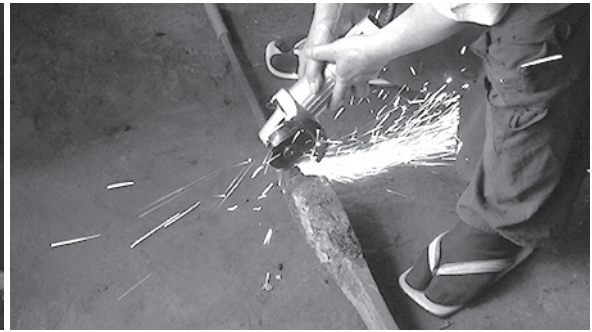


写真162 テコ棒から切り離す



写真163 造り込み (下半部)



写真164 造り込み (下半部)



写真165 造り込み (下半部)



写真166 造り込み (下半部)



写真167 造り込み (下半部)



写真168 造り込み (下半部)

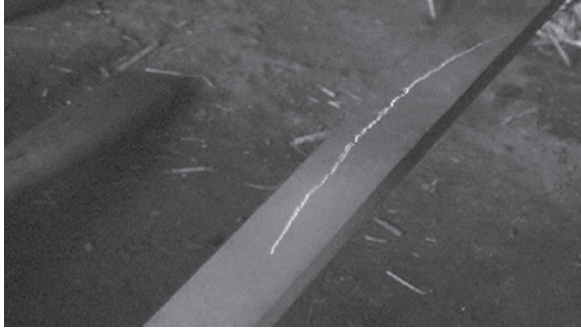


写真169 造り込み (下半部)



写真170 造り込み (下半部)

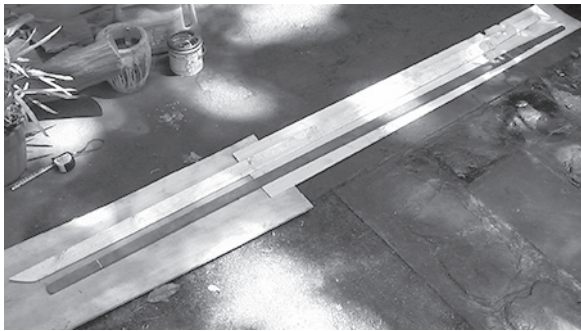


写真171 造り込みの最終段階



写真172 試作の火造り



写真173 試作の火造り



写真174 試作の火造り



写真175 試作の火造り

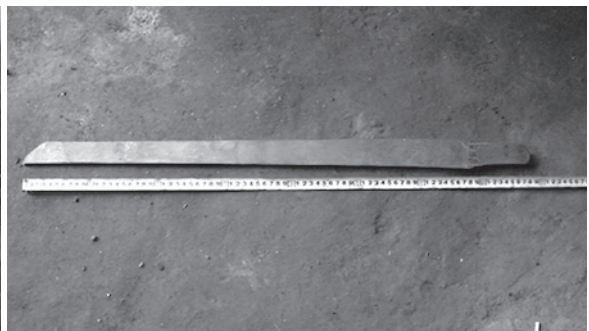


写真176 試作の火造り

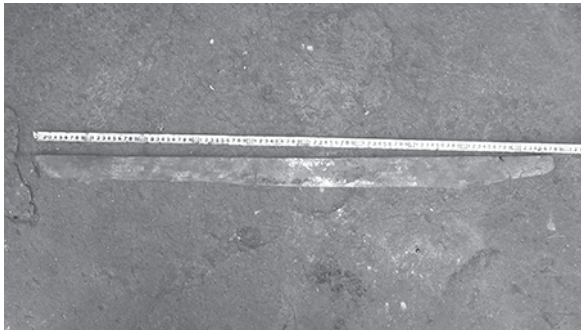


写真177 火造りした試作の結果

### 5.5 切っ先を造る

日時：2013年6月4日

素延べが終わったら先端、つまり切っ先になる部分を加熱して手鋸で鍛造する。刀身の先端を鉄敷の上に縦に立て、手鋸で叩いて尖らせるように鍛造した。最後に刃方に寄せるようにして切っ先を造った。



写真178 切っ先を尖らせるように鍛造

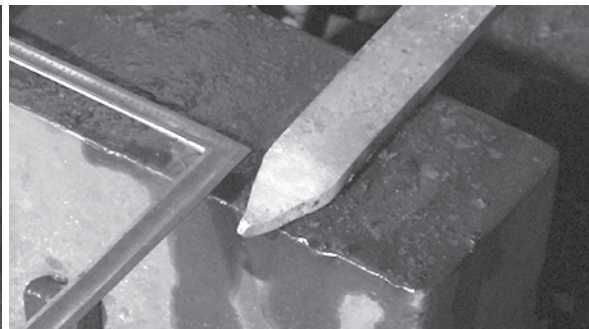


写真179 切っ先を尖らせるように鍛造



写真180 切っ先を造る

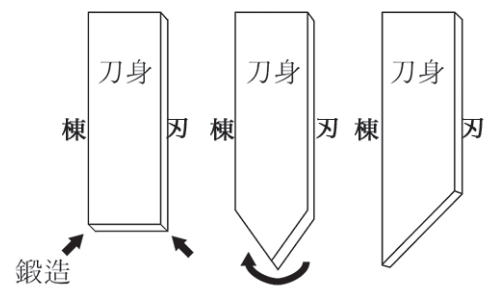


図6 切っ先を造る

### 5.6 火造り

「火造り」は、素延べが終わった刀身の断面を、長方形から二等辺三角形に造ることである。火造りは本格的な刀身の形が明瞭に現れる。一般的な刀剣製作にあたって、火造りは先手が必要なく、一人で行うが、復元刀身の場合は長さが2mを超えるため、先手による大鋸で作業を進めた。

火造りは刀身を熱して鍛造するという点では造り込

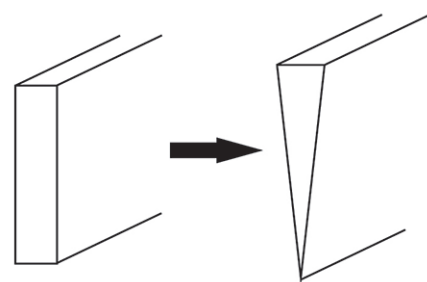


図7 火造り

みと同じだが、加熱温度に違いがある。つまり、刀身の幅、長さなどの形が素延べでほとんど完成した後、造り込みに比べてはるかに低い温度に加熱することになる。

火造りは刀身を鉄敷の上に置いて、刃になる部分を斜めに叩く。刀身の片面を叩いてから反対側の面も叩いていく。切っ先から茎まで加工するには多くの時間がかかった。刀身の両面に一定の力を加えて、二等辺三角形にしなければならないために、高い技術力が要求された。

断面を二等辺三角形にした後、刀身の表面を手鋸で均らした。刀身は最終完成段階では研磨し表面を滑らかにするが、この段階で手鋸を使って刀身の表面をならしておく。

最後に、刀身と茎の境界部分である刃区（はまち）と棟区を製作した。刃長を基準に刃区（はまち）と棟区的位置を決めて、弓鋸と鎌（せん）を使って茎を削った。2200mmであった刀身は、火造りによって当初の計画であった2400mmより少し長くなり、2510mmまで伸びた。



写真181 斜めから叩く



写真182 刀身の火造り

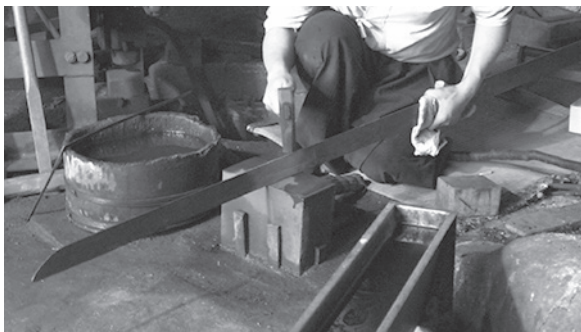


写真183 刀身の幅をならしてゆく



写真184 刀身の表面をならす



写真185 ならされた刀身の表面



写真186 区の製作



写真187 茎の製作



写真188 茎の完成

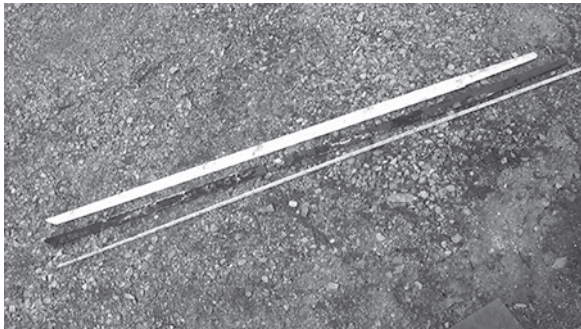


写真189 火造りを終わった刀身

### 5.7 焼き鈍し (Annealing)

「焼き鈍し」とは素延べ、火造りの工程での鍛打ちによる応力を除去するために刀身をおある一定の温度、680～700℃くらいに熱し、徐冷して鋼の組織をならす作業をいう。これによって内部ストレスを除去できる。

普通の日本刀の製作において、焼き鈍しは、十分に熱した刀身をホドから取り出した後、燃えたばかりの藁灰の中に長時間入れ置いて、ゆっくり冷却させることで行われる。しかし、今回の復元大刀の場合、刀身が長く、これまで使ってきたホドでは刀身の全体をまんべんなく加熱することができないし、加熱した後、刀身を取り出して、燃えたばかりの藁灰の中に移すことも非常に難しいと判断した。従って、まず刀身全体をまんべんなく加熱できる長い仕掛けを新たに製作することにした(写真190、191)。

床(土間)にレンガを並べ、側壁は風通しがよく温度を簡単に上げられるように金網を使った。金網が動かないように鉄棒を床(土間)に打ち込んで、針金を結んで金網を固定した。一方、焼き鈍しの時、刀身の温度が高くて、手で直接掴めないため、刀身の茎を挟んで刀身を動かすことができるよう、焼き入れ用の柄を特別に製作した(写真192)。

刀身の温度については、熱した刀身の色を見て判断するため、焼き鈍しは夜に行われた。新しく製作した仕掛けに松炭を入れ、火をつけた。その上に刀身を置いて、また炭を乗せた。刀身の全体を一定の温度に加熱するため、松炭を一定量にした。刀身の細密な温度調節のために団扇を使った。

加熱途中で刀身を取り出して、刀身がまっすぐかどうかを確認しながら温度を上げて行った。刀身が十分に加熱されて軟らかくなった時、藁を入れた。藁は煙と熱を出しながら燃焼して、すぐ藁灰になった。燃えた藁灰は長時間高い温度を維持するため、その中にある刀身も長時間高い温度を維持することになる。刀身は翌朝までそのまま置いた。まっすぐだった刀身は焼き鈍しを経て、左右に大きく曲がってしまった。焼き鈍しを終わった刀身はとても軟らかくなって、加熱せずに手鋸

だけで刀身の歪みを整えることができた。手鋤での鍛造によってできた刀身表面の凸凹をなくすため、電動布ヤスリで刀身表面を滑らかにした。刀身の刃先と棟も電動布ヤスリで滑らかにした。

刀身の重さ：5800 g 長さ：2510 mm



写真190 仕掛けの製作

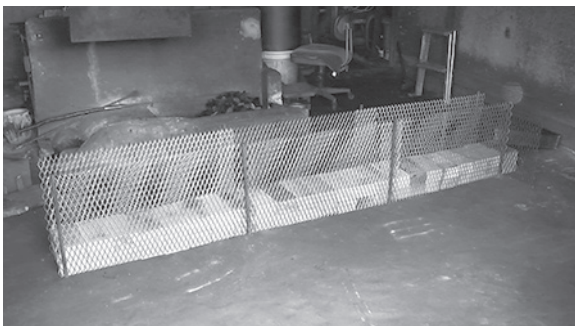


写真191 仕掛けの完成

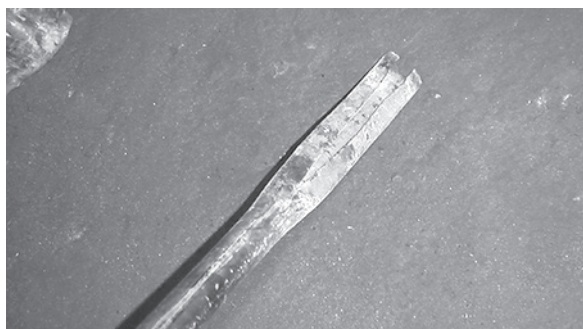


写真192 焼き入れ用の柄

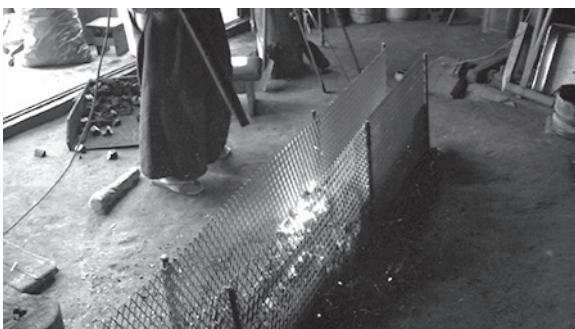


写真193 仕掛けに松炭を入れる



写真194 刀身の温度調節



写真195 刀身の温度調節



写真196 刀身の温度調節



写真197 刀身の温度調節（団扇使用）



写真198 焼き鈍しのために藁を入れて藁灰とする



写真199 刀身を翌朝までそのまま置く



写真200 曲がった刀身



写真201 曲がった刀身



写真202 手鋸で刀身の歪みを整える



写真203 手鋸で刀身の歪みを整える



写真204 刀身表面の凸凹をなくす

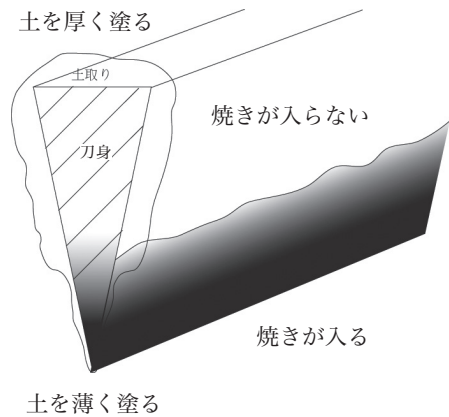


写真205 刀身表面の凸凹をなくす

## 5.8 土取り

日時：2013年8月11日

焼き鈍しを終えた後、焼き入れをする。焼き入れの前、刀身に焼刃土（後述）を塗るが、この工程を「土取り」という。焼刃土を塗る前に、刀身に付いている油や金属くずを除去する必要がある。刀身の表面に油や金属くずがついていると、きれいに塗ることができないし、例えよく塗ったとしても、乾燥すると塗った土が落ちる場合があるためである。このため、水に藁灰を混ぜて刀身を洗った。水に藁灰を混ぜるとアルカリ性となって刀身にある酸の成分や油分を洗い落とすことができるという。指にも油成分が残っているために、水で綺麗に洗った刀身は、焼刃土を塗るまで、手で刀身を掴まないように注意した。



焼刃土は、粘土に木炭粉と砥石粉などを混ぜて作っており、水を混ぜて粘性を持たせた。これは刀身に塗った焼刃土が乾燥後も落ちないようにするためである。

きれいに洗った刀身に焼刃土を塗った。焼刃土を塗る際には、塗り台とヘラを使った。刀身を平らに寝かせて刀身の片面から焼刃土を塗っていった。焼刃土は刀身の全面と棟など、ほとんどを厚く塗るが、刃先部分だけは薄く塗った。これは焼き入れの際、焼刃土を薄く塗った刃先部分だけに焼きが入って、焼刃土を分厚く塗った部分には、焼きが入らないようにするためである。刀身全体に焼刃土を塗った。土取りが終わったら焼刃土を完全に乾燥させて焼き入れの準備をする。



写真206 水に藁灰を混ぜて刀身を洗う



写真207 綺麗になった刀身



写真208 焼刃土



写真209 焼刃土の準備



写真210 刀身に焼刃土を塗る



写真211 刃先部分には焼刃土を薄く塗る

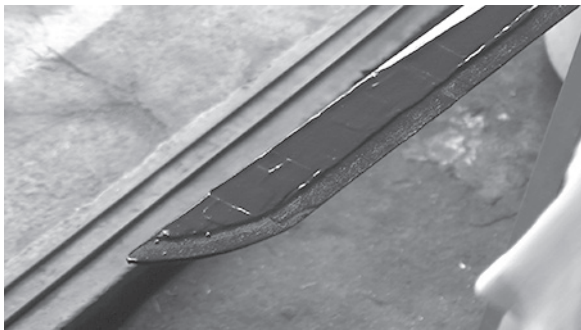


写真212 刃先部分には焼刃土を薄く塗る



写真213 土取り

## 5.9 焼き入れ (Quanching)

日時：2013年8月11日

「焼き入れ」は刃先を硬くし、強くするための目的で、変態点以上の温度に加熱しておいて急冷させる熱処理作業をいう。刀身製作において最も重要な工程といえる。加熱した刀身を水に入れる瞬間は、刀身の色を見て判断するため、作業は暗い夜に実施された。刀身の長さを考慮して焼き鈍し作業の時に使った長い仕掛けを再設置した。

炭をいっぱい詰めて火をつけた。この炭は直径2～3cmで、鍛錬で使われた炭より比較的小さな炭を使用した。

炭が燃焼して温度が上がったことを確認して、炭の上に刀身を置き、団扇で扇ぎながら温度を調節した。特別に製作した焼き入れ用柄を使って、刀身を炭の中で上下左右に少しずつ動かしながら刀身全体が一定の温度になるように加熱した。この時、刀身に付いていた焼刃土が落ちないように注意する。一般的な日本刀の焼入れとは違って、団扇だけで刀身全体の温度を一様に上げることはとても難しい作業だった。

刀身の全体が赤くなり、わずかに輝きを増すようになるまで加熱(780～830℃くらい)するには約23分掛かった。輝きを増した刀身を取り出して、すぐ横に用意しておいた水槽の中に一気に入れた。この瞬間、焼刃土を薄く塗った刃先には焼きが入って、マルテンサイトという針状の硬い組織へと変化した。刀身の形態はややねじれたようになった。そして焼刃土を分厚く塗った刃先以外の部分は焼きが入らないため、刃先に比べて軟かい組織になる。

焼き入れの後、刀身は棟の方に大きく反りができた。反りは全長（2510 mm）に対して約2寸（60 mm）だった。反る理由は焼きが入った刃先部分が膨張するためである。冷める時間も関係があるが、刃先部分は早く冷めたためにマルテンサイトとなって膨張する反面、焼きが入っていない棟部分などは体積が増えないために、結果的に刀身が反ることになる。

焼き入れ後の刀身の重さ：5500 g 長さ：2510 mm



写真214 炭を入れる



写真215 刀身を入れる

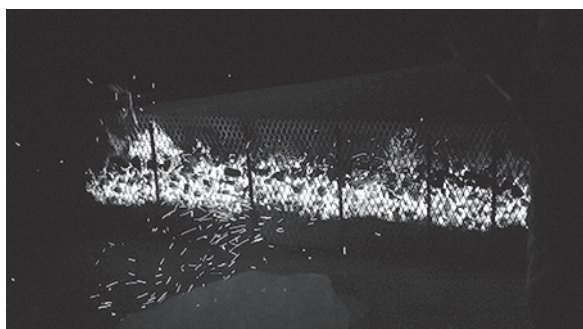


写真216 刀身の加熱

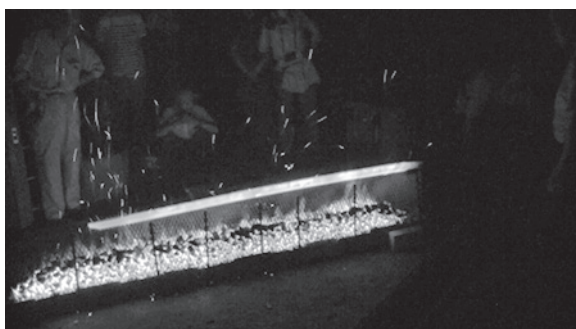


写真217 輝きを増した刀身



写真218 刀身を取り出す

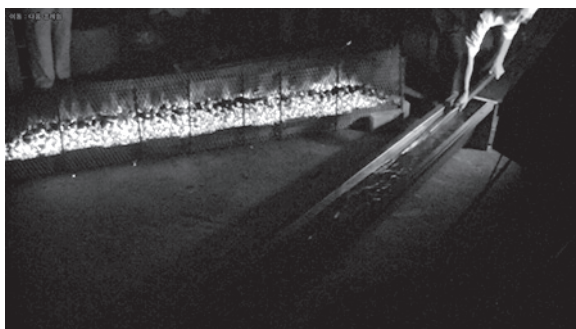


写真219 一気に水に入れて急冷（焼き入れ）



写真220 焼刃土を落とす

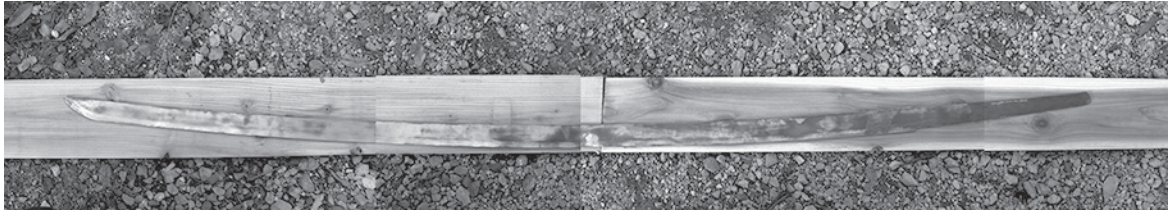


写真221 反った刀身

### 5.10 焼き戻し (Tempering)

日時：2013年8月12日～14日

焼き入れした刀身は、内部に応力が残留して、欠けたり折れたりするおそれがあるため、そのままでは使えない。したがって、焼き入れした刀身を再び適当な温度で加熱して韌性（粘り強さ）を持つようにするが、このような作業を「焼き戻し」という。

焼き戻しは約150～180℃に加熱する。150～180℃という温度の測定はあくまでも刀工の感覚によって行われる。藤安将平の場合、刀身に唾をつけて唾の蒸発速度などを見て、その温度を把握する。刀身が長くて、一度に150～180℃に加熱することができなかつたために一部分だけを加熱して冷却させることを繰り返した。

一方、焼き入れの時、塗った焼刃土が落ちて、棟の部分に焼きが入ってしまった部分を何箇所か見つけた。そのため、銅塊を加熱して、数秒間焼きが入ってしまった部分に当てることによって、それぞれに焼き戻し処理した（写真224）。

焼き戻しが終わった後、手鉋などを使って焼き入れの時できた反りを伏せた。この時は焼きが入った刃先部分ではなく、焼きが入ってない棟側の平地だけを叩いてまっすぐにしなければならなかつた。刀身の歪みを修正するために、特別に製作した木台の上に歪んだ刀身部分を当てて叩いた。

熱処理が終わったら、刀身の表面を鑿（せん）と電動布ヤスリを使ってきれいに整えた。最初の計画であった2400mmより長い部分は茎から切って茎尻を造り、表面をヤスリで整えた。これにより刀身の形を完成することができた。



写真222 刀身の加熱（150～180℃）



写真223 水に入れて冷やす

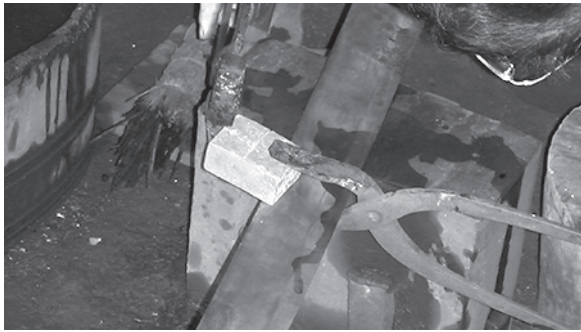


写真224 加熱した銅塊で部分的に焼き戻しする



写真225 曲りを直す



写真226 反りを伏せた刀身

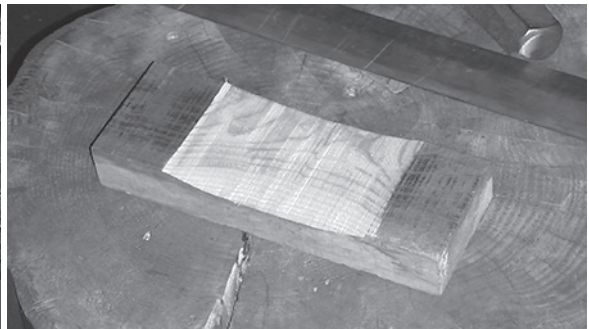


写真227 刀身の歪みを修正するために製作した木台



写真228 刀身の歪みを修正



写真229 刀身の表面を整える



写真230 茎に鑿（せん）を掛ける



写真231 茎を所定の寸法に切る



写真232 茎尻の形を整える

### 5.11 仕上げ

日時：2013年8月15日～8月21日

刀身の形が整った後、表面を研磨した。錆が付くのを防止するため、精製ソーダを溶かして中和した。研磨は、240番～400番砥石で行い、最後に800番砥石で表面を仕上げた。完成した刀身を温めてから蜜蝋を塗り、錆の発生を防止した。



写真233 精製ソーダ



写真234 研磨仕上げ

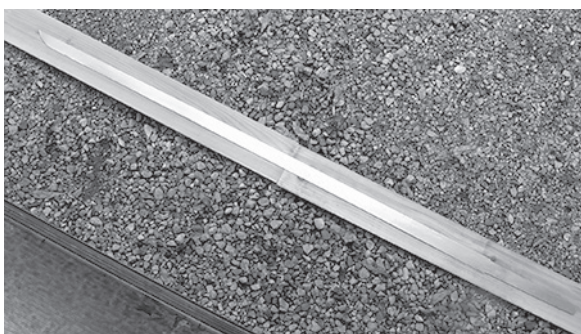


写真235 完成された刀身

### 5.12 穴開け、銘切り

日時：2013年12月5日

木製柄部と組み立てのため、茎に穴を開けた。茎の棟に製作年度と製作者藤安将平の名前を刻み込んだ。これで刀身が完成した。



写真236 穴開け



写真237 穴開け



写真238 穴のバリを取る



写真239 銘切り



写真240 銘切り

## 6. まとめ

今回の刀身の復元は日本刀の伝統的な製作方式で、6ヶ月にかけて行われた。大刀の全長3050mmであり、刀身の長さだけで2400mmで現存する大刀の中で一番長い。刀身の製作に使われた玉鋼は総25kgで、普通の日本刀の製作に使われる5kgに比べて約5倍に達する。更に、刀身の完成重量は5.5kgで、鍛錬工程で玉鋼の量が非常に減ったことを確認することができた。

一方、このように大型大刀は渡来系技術を根幹にして、倭の特有の大型化された様々な文化の一要素として評価できるだろう。

## 文化財と技術 第10号

2021年 9月30日 印刷

2021年10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)