〔シリーズ〕古刀の地金を探る

# 菅原総合武道研究所「日本刀研究講座」②

# 名刀を生み出す鉄と焼き入れの条件

**日本刀研究の最大課題といえる〝古刀の再現〟。その第一歩には、原材料としての「鉄」の探求が不可欠だ。その答えへの道筋として、日本刀のルーツの一つである「蕨手刀」に着目した筆者の試みを紹介する。**

資料協力・文◎菅原鉄孝　構成◎本誌編集部

菅原 鉄孝　Sugawara Tetsutaka

菅原総合武道研究所代表、日本・中国武術健身協会副会長。1960年、合気道開祖・植芝盛平翁に入門し、翌年内弟子となる（合気道七段）。1975年、天真正伝香取神道流に入門、1986年に教師を授かる。1992年、宮城安一師から沖縄剛柔流空手道の教師を授かる。1989年から邢雁灵老師の中国武術指導を受ける。中国など、海外に赴き合気道と香取神道流を指導。現在、東京都町田市の道場で後進の指導をしている。


## 日本刀の問題点

筆者が日本刀に興味を抱いたのは、昭和56年（1981）の『刀剣美術』6月号（第293号）に掲載された竹田昌暉著「日本刀の源流に関する資料的文献的研究　(1)鉄剣・鉄刀の日本への流入経路についての考察」を読み始めてからでした。

この論文はシリーズで昭和59年8月号（第331号）まで11回続きました。最初の号で、竹田氏は冒頭「まえがき」にて、

『私が刀剣の魅力にひかれたのは今から十年前の秋、東京大丸百貨店で開催された「日本名刀展」に接してからのことである。当時熱気あふれる会場の雑踏に押し流されながら、日本刀の持つ不思議な鉄の美しさに魅せられた感動は今もって忘れ難い。（中略）

古刀が何故美しいか、その理由として、現在多くの人々の一致した意見は、鉄の地金の良さにあると言い、この点に関して、本間薫山先生、小野光敬先生及び天田昭次先生に私が直接うかがったところでも全く同じ御意見であって、結論は製鉄法の違いにあるらしく、鉄そのものの純度が現代より古刀の方が高いとのことであった。作刀の鉄の地金は、現代よりも鎌倉時代にさかのぼるほど良いという文明の進歩と逆行した現実は、鉄の地金に対する私の研究心を強く刺激した。

すなわち、刀剣書によって八世紀の正倉院の直刀にさかのぼってもなお名刀と言い得るものが知られ、その最上作に属する直刀は唐太刀と呼ばれ、鍛え肌がつみ、唐鍛冶（からかぬち）の作刀と考えられ、直刀の焼き入れ技術が倭鍛冶（わかぬち）より格段にすぐれている事を示している。

さらに飛鳥時代（七世紀）に上がっても聖徳太子の佩刀と伝える丙子椒林の名刀が四天王寺に伝世する（参考文献：『正倉院の刀剣』宮内庁 正倉院）。

また古墳時代末期に上がっても高知の小村神社の片切刃の環頭の直刀が伝世し、片切刃の型式がこの頃からおそらく中国で作られていたことが確認され、作刀技術は古墳時代からすでに中国、朝鮮、日本で相当高度な技法が出来上がっていたと想像される。

このような見地に立つと、本間先生の「薫山刀話」第六話「これからの日本刀の研究課題」の一節「古墳時代の上古刀を全国の出土資料で窓開け（刀剣の一部分だけ研磨すること：編注）だけでもよいから研磨して、その地刃を慎重に調査し、上古刀と平安時代の太刀との結び目を把握することによって、われわれの刀剣学が完成される」という見識に大変共感を覚える者である』と語っています。

以上の論文を集約すると、《古刀の地金は純度が高い》という一点に尽きます。つまり古墳時代に既に純度の高い鉄を作る方法があったことがわかります。

また、もう一つ気になる点は、「鍛え肌がつみ」、「直刀の焼入れ技術」とはどういうことを指すのでしょう。

鍛え肌が積んでいるのは、折り返しではなく《素延べ》によるものと考えられます。つまり、（当時の）直刀の焼き入れとは、刀身や刃部に《土取りせずにズブ焼き》で焼入れしたことを意味しているのではないでしょうか。

## 一、蕨手刀の原料

蕨手刀（わらびてとう）の製作は、5世紀の古墳時代

から日本刀が完成する平安中期頃まで続いています。岩手県立博物館の赤沼英男先生の調査によって、7～8世紀に作られた出土蕨手刀は、砂鉄系と鉱石系が使われたことが判明しています（『古代刀と鉄の科学』108頁、雄山閣1995）。

調査された蕨手刀の出土地と原料は次のとおりです。

岩手県紫波郡紫波町古館＝岩鉄（鉱石）
岩手県久慈市長内町大河目＝砂鉄
岩手県九戸郡野田村＝砂鉄
岩手県久慈市大野村＝砂鉄
茨城県東茨城郡桂村高根古墳＝岩鉄（鉱石）
群馬県新田郡新田町＝岩鉄（鉱石）

## 二、砂鉄の低温製錬について

筆者は、岩手県久慈市で低温（1450℃）木炭製錬実験を行ったことがあります。「原材料」「製錬法」「出来上がった鉄」について、少し紹介したいと思います。

久慈市のドバ（褐鉄鉱）を選択したのは、それがかつて蕨手刀の原料として使われていたからです。浜砂鉄も同様です。そこでドバと浜砂鉄を二つの炉で製錬することになりました。岩手県の砂鉄はチタン分が多く、水で洗った後に沈殿したドバに含まれるチタンは2・38％、浜砂鉄では実に7・68％も含まれている事がわかりました（下表参照。岩手県立博物館・赤沼英男氏分析）。

ドバは鉄バクテリアに侵食された褐鉄鉱ですが、表面の赤い部分はベンガラとも言われます。これは陶器の色付けに使われるので、小久慈焼窯元の下岳毅（岳芳）先生は良くこの材料を知っておられ、通常の小型製錬の1400℃より更に50℃高い1450℃で製錬を行うことができました。

低温製錬で一次的に鋼を得ることを考えておられ、村下（製錬責任者）として溶融した炉底の鉄にいつも送風を導き、炎を見て炉底温度を下げないように指示されていました。その結果、この送風によって銑鉄（炭素が1・7％以上）が脱炭され、直ぐに作刀に使える約1・2％鋼がドバを製錬した1号炉で1・5キロ出来上がりました。2号炉は5キロの鍛（粗鋼）ができましたが鉱滓（ノロ＝スラグ）を噛んでいて、チタン7％の浜砂鉄の影響がうかがわれる鉄になりました（九州テクノリサーチ分析）。

この1号炉で低温製錬した鋼をそのまま現代の折り返し鍛錬方法で作刀してもらいましたが、《古刀の地金》を再現することはできませんでした。新々刀（江戸後期～明治廃刀令）の開祖水心子正秀による古刀への回帰思想が未だに実現していないように、失われた技術の再現が如何に難しいかを改めて思い知らされました。

当初、低温製錬の鉄は柔らかく、鍛着しやすいから良いのだと筆者は単純に想像していました。だから、この結果に失望してしまったのです。

①低温製錬した鉄でそのまま作刀したことに問題がある。
②砂鉄に問題がある。
③焼入れに問題がある。

などを、もう一度振り出しに戻って考え直す必要がありました。

左から2号炉を担当した韮山氏、村下の下岳毅（岳芳）先生、2号炉を担当した伊藤健栄氏（故人）。

## 三、原料は砂鉄だけで良いのか

水心子正秀による〝古刀への回帰思想〟が「砂鉄から生産される鉄では古刀の地金はできない」という結論になるとすると、砂鉄を信じる多くの現代刀匠には納得していただけないでしょう。実際に砂鉄を自家製錬して作刀しておられた天田昭次刀匠のご意見も、実は同様でありました。

天田刀匠は玉鋼、古鉄などを使って

ドバ（褐鉄鉱）化学組成（mass%）　（岩手県立博物館赤沼英男氏分析）

| 資料名 | T. Fe | Cu | Mn | P | Ni | Co | Ti | Ca | Al | Mg | V | Zn | Cr | Mo | W | Zr | S | Si |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 焙焼したドバ | 31.44 | 0.003 | 0.62 | 0.014 | 0.006 | 0.017 | 2.92 | 0.604 | 3.78 | 1.19 | 0.091 | 0.017 | 0.034 | 0.007 | 0.003 | 0.009 | 0.056 | |
| ドバ水洗浮遊物 | 30.99 | 0.024 | 0.893 | 0.126 | 0.007 | 0.016 | 0.892 | 0.526 | 6.45 | 0.529 | 0.049 | 0.048 | 0.035 | 0.002 | 0.001 | 0.007 | 0.052 | |
| ドバ水洗沈殿物 | 35.2 | 0.033 | 0.413 | 0.065 | 0.006 | 0.014 | 2.38 | 0.944 | 3.53 | 0.807 | 0.085 | 0.055 | 0.041 | 0.002 | 0.003 | 0.007 | 0.085 | |
| 久慈浜砂鉄 | 56.65 | 0.003 | 0.384 | 0.094 | 0.005 | 0.026 | 7.68 | 0.295 | 0.821 | 1.38 | 0.229 | 0.046 | 0.07 | 0.002 | 0.002 | 0.009 | 0.021 | |
| 前回の分析値 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 粒状ドバA | 42.63 | 0 | 0.3819 | 0.0153 | 0.0048 | 0.0165 | 4.6454 | 0.0714 | 1.5515 | 0.4466 | 0.2509 | | | | | | | 8.3329 |
| 赤色ドバB | 34.71 | 0 | 0.2762 | 0.0252 | 0.0041 | 0.0057 | 0.6156 | 0.6829 | 7.6056 | 0.4893 | 0.0261 | | | | | | | 20.278 |

低温直接製鋼法による鋼で作刀（『天田昭次作品集 鉄と日本刀の50年』15頁より）。

作刀を続けましたがいずれも古刀にならず、諦めて自家製錬を行うようになりましたが、天田刀匠は砂鉄だけを信じていたので原料を変えようとはなさらなかったのです。例えば、筆者がアメリカのスーダン鉱山を訪問し、技師が大切に保存していた純度90数％の鉄鉱石を持参し、是非使っていただきたいとお願いしたのですが、天田刀匠は「日本刀は砂鉄のみで作られる」と言うことをおっしゃり、遂に使っていただけることはありませんでした。非常に残念なことでしたが、その時は筆者が間違っているのだと思っていました。

平成十七年（２００５）に刊行された『天田昭次作品集　鉄と日本刀の五〇年』の中で砂鉄を自ら低温製錬した作品が掲載されていますが、ただ低温製錬しただけではスラグが多く、まとめるのに苦労したことがこの写真の添え書きにも書かれています。

更に天田刀匠は、遺跡から出土した鉄を使って作刀しましたが、「それでも古刀にはならなかった」と筆者に話されていました。遺跡から出土した鉄は砂鉄系か鉱石系がわかりませんが、古代の人はその鉄を更に（何らかの方法で）作刀の過程で精製していた可能性が出てきたのです。

「何らかの方法による精製」とは、鉄を赤目（加熱）てはひたすら叩き、水に入れて焼入れ（又は焼なまし）し、また赤目ては叩くという過程を繰り返す、いわゆる「百練刀」の方法であると筆者は考えています。

## 四、問題点の整理

タタラ製錬の場合、次の点をはっきりさせておくことが必要です。

**⑴原材料の段階で純度の高いものを選んで使用する。**

①砂鉄の純度（鉄分含有率）は標準で30％、鉄鉱石（餅鉄）は60％以上である。

日本全国の砂鉄の成分分析では、砂鉄の品位が低いものでは20％代で、高いものは65％以上もあるが、一般的には30％前後である。この順位で考えると砂鉄は使用すべきではない。

②山砂鉄は不純物の混入が少ないが品位は低い。

③浜砂鉄は非鉄金属介在物（石、ガラス質など）が多い。

④浜砂鉄はチタン分が多いので、流動性が低くなるので低温製錬よりも温度１００～２００℃高める必要がある。そのため、石灰石を入れて製錬。

⑤餅鉄（鉄鉱石）は純度が60％と高く日本刀の材料に適しているが、高温製錬が必要である。

**⑵原料の選鉱法**

①砂鉄……鉄穴流し。選鉱（原鉱から目的の元素を含んだ鉱物を分離すること）を繰り返す。

②磁石選鉱……砂鉄、鉄鉱石。弱い磁石を使って選鉱。

**⑶タタラ製錬**

①高温（１５００～１６００℃）で製錬するほど純度が高い鉄ができるが、炭素が増え銑鉄になる。

②低温製錬（１４００～１４５０℃）は純度が低いが、すぐに作刀できる鋼になる。折り返しが必要。

③良質の岩鉄が得られない今日では砂鉄使用はやむをえないので、１５００℃以上の高温で炉が破損するタタラ製錬ではなく、１６００℃以上の高温が得られる平炉に変えて製錬する方が合理的である。あるいは丘陵に穴を掘って壊れることを予想して作った高温タタラ製錬（例：９世紀頃の秋田県堪忍沢遺跡）は非常に合理的である。

**⑷鍛造方法**

①純度が低いと折り返して不純物を叩き出す必要がある。

②純度が高いと素延べでも良い。

**⑸脱炭焼入れ方法**

銑鉄を脱炭する時に水で焼入れを繰り返すと表面の純度が更に高くなり、美しさが増す。

古刀の地金の美しさはここから出てくるものと信ずる。

## 五、鉄鉱石の製錬方法

筆者の経験から、小さな炉で大きめの鉄鉱石を製錬できないと考えるのは間違いで、一晩かけて焙焼すると簡単に割れやすくなり、砕いて粒状にしてから砂鉄より高温の１５００～１６００℃で製錬すると、純度が高い鉄ができます。この方法は中国、朝鮮でも同じように古代から使われていた焙焼法です。

例えば中国山西省陽城市で行われていた古代煉鉄鋳範では、原料として大きな岩鉄が用いられています。この煉鉄は映像でもかなり純度が高い鋳鉄を作っていたことがうかがえます。純度の高い鋳鉄を作ることができれば、坩堝を使い、焼き物の窯で更に純度の高い鋼を脱炭法で作ることができることは、前号で述べてきたとおりです。

## 六、蕨手刀の地金

蕨手刀の地金で注目されるのは、刀身全体にいろいろな〝働き〟が現れている点であり、これらの働きは現代の玉鋼では到底現れてこないものです。

地金については、石井昌国・佐々木稔著『古代刀と鉄の科学』（雄山閣刊）の中で詳細に述べられているので、ここに引用紹介しておきます。

次頁の左図「群馬県吾妻群原町大宮厳鼓神社伝世の蕨手刀」は『古代刀と鉄の科学』（105頁）によると、次のように解説されている。

『刃棟両区を整えた、長三角状の蕨手刀である。本刀もまた藤代松雄氏の研磨にかかる。同氏の話によると、まず錆切において砥当たりが、常に手がける日本刀のいずれとも相違した柔軟なものという。その焼刃は沸を主調とし、砥石の数を重ねても地金にはなお軟度が遺り、さりとて凸凹も生じない。細名倉から内曇砥（共に研ぎの種類：編注）に至ると、その地中に砂流しが走り、刃中に強烈な沸の分布が発見され、そして拭いをかけると、刃縁の沸は数条に走って流水刃になり、深い匂に包まれる。やがて、地中の強い沸は総体に沈み、大沸がたち、数条の小沸も遺って、これらが流水刃や飛焼となる。まことに自然的な大乱刃である。

腰元の刃寄りに清澄な良鉄が見え、棟寄りには滓肌もあり、それに対して、地景状の縞文と銀線文がある。中央は粗雑に類する不整形の板目肌になり、また滓肌も遺し、地色は紫黒色となる。その折り返しがおおむね三、四回の合わせ鍛えと見える。

刃文は、刃区の上から高く焼き出し、まず、矢筈および蟹の爪を見るがごとき異様な焼刃にはじまり、やや腰の開いた互の目乱れに変わり、中程からみごとな皆焼になって猛烈な働きを見せている。物打のあたりは静まってこせついた乱刃に変り、二重、三重刃がある。帽子は、強く返って総体に崩れ、10センチに余る太い返りが焼き下げられている。

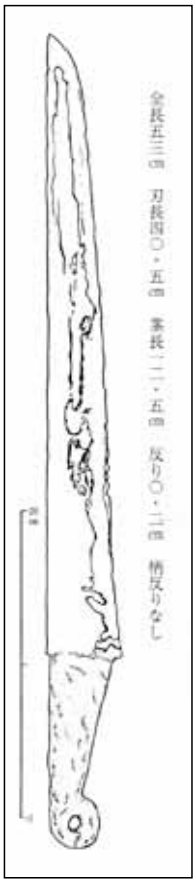
したがってこの刃文は、大乱れとも乱れとも、また皆焼とも名付けがたく、国立国会図書館蔵『観智院本銘盡』に見える「大たわに焠也」という用語がこれを表現しえるかのごとくである。この焼刃は、総体的にみると後世の日本刀に見られぬところでありながら、部分的にみるといずれも日本刀の刃文の始まりでもある。

例えば、群馬県愛宕山古墳出土の六世紀最末の平造り大刀があり、相州伝のような刃文になるが、これが大宮厳鼓神社の蕨手刀に移行したようである。いずれにせよ伝世の蕨手刀は、正倉院御物の鋒両刃蕨手刀と、この神社の長三角状の蕨手刀の二振りのみである』（以上、引用文）

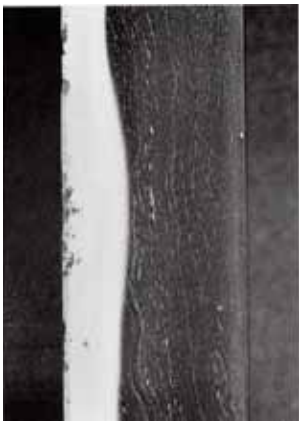
この文を読むと、古墳時代の製鉄法は現代とは全く異なっていることがわかります。このような働きが現れる蕨手刀は、高炭素鋼、低炭素鋼が混在しているにも関わらず非常に純度、軟度が高く、素延べ主調でも作刀できる、ということが想起されるのです。

換言すると、現代の鍛錬法は、鉄の純度が低いので不純物を叩き出すために十回以上も折り返している、と言わざるをえません。これでは名刀が生まれる余地は見出せないことになります。逆に、鉄の純度だけを考えると、砂鉄製錬で作った鋼や鋳鉄に対して、もう一度純度を上げる作業をすれば、再び名刀が生まれるという希望が持てるのですが……。

もう一つ気になる点は、伝世刀に現れている二重刃、三重刃についてです。これは数回の焼き入れ、あるいは「焼なまし」によってできた可能性が考え



（右図）群馬県吾妻群原町大宮厳鼓神社伝世の蕨手刀。


↑（資料①）埼玉県城戸野古墳の大刀（６世紀前半）。

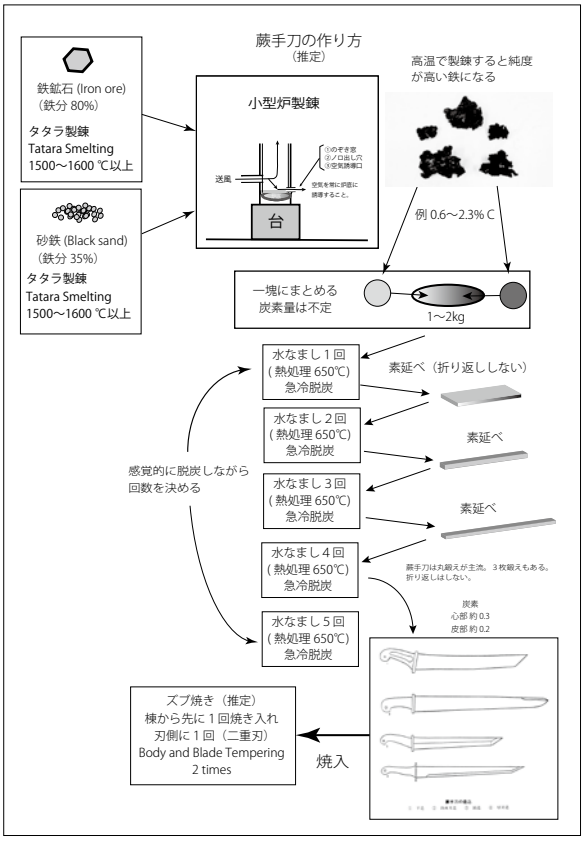
←（資料③）山形県野田の蕨手刀（８世紀）。

↑（資料②）群馬県二子山古墳刀（６世紀後半）。

←（資料④）群馬県矢田の刀子（右）と島根県出雲国造家の刀子（左）。

※以上４点は『古代刀と鉄の科学』グラビア写真より転載。

## 筆者が推定する蕨手刀の作り方




※上の図「蕨手刀の造込」は、桜井寅雄・尾崎保博著『昭和 63 年新春特別展　日本刀の美と世界の刀』鹽竈神社博物館刊、33 頁より引用しました。

られることです。それを証明しているのが皆焼（ひたつら）で、この現象が現れるのは、焼き入れが刀身全体（棟焼き）に行われたことを物語っています。

## 七、蕨手刀の作り方

ここに幾つかの地金を掲載し、参考に供したいと思います（前頁資料①〜⑤）。

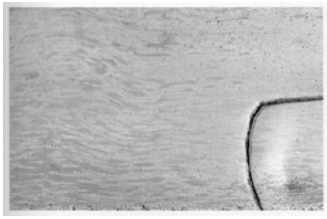
これらの古墳刀は、折り返し鍛錬ではなく、焼入れを繰り返し（或いは水なまし脱炭し）ながら徐々に素延べで形成したものと推考されます。この作刀法は、鋳造から脱炭したものと同じ地金になるのかもしれないのですが、今後の課題です。

これらの地金の文様は、次の機会に紹介するトルコの坩堝製錬後の素延べによる作刀と非常に類似しています。

ここでは筆者が推定する蕨手刀の作り方をイラストで掲載します（上図）。この推定は、トルコの〝坩堝製錬で得た鉄を素延べで作刀する〟方法を参考にして描いたものです。

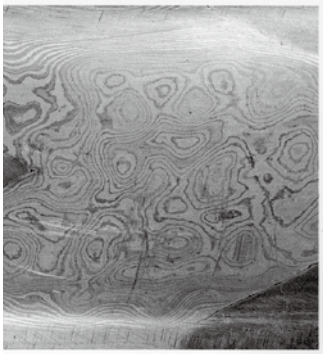
## 様々なイスラム刀の刃文様

最後に、本来、複雑な文様を見せていたであろう蕨手刀と同様の、渦巻き文様をみせるイスラム文化圏の刀文のいくつかを御紹介する。これらの文様を生み出す技術はすでに彼の地においても失われてしまっているが、そこで行われていたであろう「坩堝法」を筆者は研究者より学ぶことが出来たという。

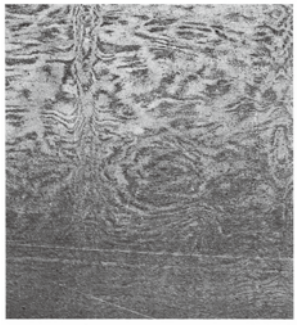


1. Damascene Johar

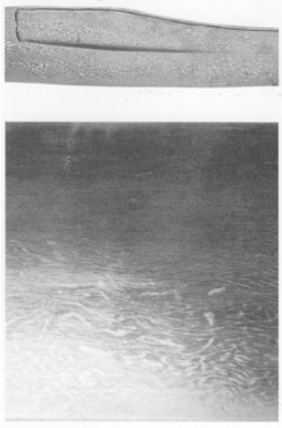
3-1. Indian Johar



3-3. Shamshama



2. Persian Johar



3-2. Indian Arnaouti

※以上、『WEAPONS OF THE ISLAMIC WORLD Swords & Armour, Exhibition Held At The Islamic Gallery In King Faisal Foundation Center Riyadh, 1991』より引用。

## 八、蕨手刀とイスラム刀の類似性

伝世の蕨手刀の鍛え肌をみると、トルコやインド系の刀剣に見られる「水面文様」と言われる文様と酷似しています。この類似性は、二つの異なる高炭素鋼と低炭素鋼を一纏（まとま）めにしてから素延べすることによって現れる、いわば素延べ主調の地肌です。

次にイスラム刀の地肌を見てみましょう。

イスラミック刀剣では、地肌は、1. Damascene Johar、2. Persian Johar、3. Indian Johar と大きく3種に分類されます。トルコ系は水面文様となり、厳鼓神社伝世の蕨手刀と似ています。インド系ではよく見ないと見えないぐらい柾（まさ）がかった地肌があらわれ、島根県出雲国造家（いずものくにのみやつこけ）の刀子（前頁写真）に似ています。これらの地肌は Johar Decoration と総称されています。

イスラム刀の作刀技術は、日本と同じく佩刀禁止令によって今では失われた技術となっています。しかし、筆者はトルコを訪れてある研究者と出会い、坩堝法を学ぶことができました。坩堝は脱炭のみならず、純度の高い鉱石を溶解し、炭素を混入させて鋼にする高度な古代技術だったのです。できた鉄は数回焼きなましをかけて炭素形を変え、刀身全体を低温で焼き入れすることが判明しました（掲載するイスラム刀の地肌参照）。

次回は、このイスラム式坩堝法の製錬技術を御紹介します。■