

	<p style="text-align: center;"><b>材料屋のロマン</b></p> <p style="text-align: center;"><b>「たたらと日本刀」</b></p> <p style="text-align: center;"><b>SCE・Net 梅村文夫</b></p>	<p><b>E-50</b></p> <p>発行日 2003.7.20</p>
---	--	---

日本古来より伝わる日本刀は「硬さ」と「しなやか」の両方の特性をあわせもつ刀です。したがって、刀の切れ味は良く、しかも折れません。「硬さ」と「しなやか」はお互いに相容れない特性ですので、この両者の特性をあわせもたせることは極めて難しい事です。日本刀は世界に類を見ない優れた刀であるとされているのは、難しい二つの特性をあわせもつからです。私たちが生まれる前、日本軍は近代精錬技術と加工技術を駆使して「軍刀」を開発しましたが、江戸時代に作られた日本刀には及びませんでした。

日本刀のすばらしさは、刀を作るために使われる玉鋼（たまはがね）の特性にも起因します。玉鋼は「たたら製鉄」という日本古来よりの独特な手法で作られます。また、たたらでは砂鉄を原料として使います。地面を掘って採掘する鉄鉱石と比較し、砂鉄は高い純度に恵まれています。日本には山が多く、川が沢山あります。川の流れの変化するところに砂鉄が集まりますので、日本は砂鉄に恵まれていました。砂鉄を原料として使うことも、日本の独特の手法です。

さて、日本古来より伝わる（１）たたら製鉄とはどんな技術だったのでしょうか？そして（２）日本刀はどのように作られたのでしょうか？

#### （１）たたら製鉄とは

近代製鉄では、溶鉱炉（高炉）を用い、溶鉱炉の中にコークスと鉄鉱石を一緒に入れ、高温に加熱し、鉄鉱石を還元して鉄を作ります。この過程では、鉄を溶かす工程がありますので、おのずと鉄の融点以上の温度が必要となり、1400～1600℃を要します。高温技術は、古代においては極めて難しい技術でした。

一方、たたら製鉄の最大の特徴は、低温で鉄鉱石を還元することです。たたら製鉄では、粘土で炉を構成し、その中に砂鉄を粉のまま木炭とともに入れます。木炭を燃焼させ、比較的低温（1100～1300℃）で、砂鉄を還元し、鉄を作ります。木炭で鉄鉱石（砂鉄）を蒸し焼きにする時の還元条件の最適化により、低温でも砂鉄を還元で出来るようにしたのです。200～300℃温度を高くすることは、今では難しくありませんが、昔は、とてつもなく難しい事でした。少しでも低い温度で鉄が作れるということは、重要な発見であり、たたら製鉄の原点です。また、たたらで作った鉄の不純物量は少ないですが、その理由は幾つかあります。

- ① 温度が低いほど、一般的に不純物元素の溶解度は小さくなりますので、低温で作ったたたら鉄は、不純物元素の量が少なくなります。
- ② たたらでは、高温に加熱し、鉄鉱石を還元するために木炭を使用します。コークスや石炭に比べ、木炭は不純物が極めて少ないので、鉄に溶け込む不純物も少なくなります。
- ③ 原料として使用する砂鉄は、岩鉄（地下から掘り出した鉄鉱石の塊）に比べて、不純物が少ない。

しかしながら、たたら炉で作られた鋼は、完全に溶解してないため、不純物の仲間の滓（かす：非金属介在物）が多く混ざってしまう欠点もあります。日本刀を作る段階では、何度も、何度も、鍛えて、滓を搾り出し、鋼の不純物を外に出します。

ところで、砂鉄を原料としたことも、低温還元（たたら製鉄）を可能にさせた理由の一つです。砂鉄は小さな粒状であり、重さあたりの表面積が極めて大きくなります。表面積が大きいということは、反応速度（還元速度）が早いということです。たたらは低温還元のため、還元速度は元来速くありません。岩鉄を低温還元する場合に比べて、砂鉄を還元する場合は、表面積（反応面積）が大きく、短時間で鉄を作ることが出来ます。日本には、砂鉄が豊富にあったことと、良質な木炭があったこと等が、たたら製鉄を可能にしたのです。そして世界に類を見ない優れた日本刀が誕生したのです。

## （2）日本刀の作り方

日本刀は、たたらで作られた鉄「玉鋼」を使って作ります。近代製鉄でもたたら製鉄でも、鉄は鉄鉱石を還元して作りますので、出来た鉄中には還元剤として使われる木炭やコークスの成分である炭素が鉄に溶け込みます。炭素が入り込んだ鉄を鋼といいます。炭素は「鋼」の特性に大きな影響を及ぼします。

一般論で説明すると、炭素の量が増すにつれて、鋼は硬く、強くなります。炭素を含む鋼を高温から急冷すると、硬さはさらに増します。急冷して硬さを増す方法を焼入れと呼んでいます。焼入れによる硬さの増大は、炭素量に依存します。炭素量が少ない場合は焼入れしてもあまり硬くなりません（焼きが入りにくい：焼入れ性が劣る）。炭素量が多いと焼きが入りやすく、硬さも硬くなります（焼きが入りやすい、焼入れ性が良い）。ところで、厄介なことがあります。鋼は、硬くすればするほど衝撃に弱い、すなわちもろくなります。刀は刃先が硬いほど切れ味が良くなりますが、一方刀がもろくなるとは使い物になりません。それでは、良い刀が出来ません。

そろそろ、日本刀の秘密を明かしましょう。最近、ハイテク技術の一つとして、複合材料が脚光を浴びています。それぞれ特徴（長所・欠点）をもつ、幾つかの異なった材料を、混ぜ合わせて使い、単独の材料では得られない、複合的な特徴を持った材料を複合材料と呼びます。複合材料では、それぞれの材料が持つ欠点が、他の材料によって補われ、それ

ぞれの材料の長所のみ複合化されるのです。複合化には、極めて難しい技術が必要とされますが、日本刀はまさに、ハイテク技術・・・複合材料なのです。

簡単に説明しますと、刀の中心（心鉄）は、炭素量が少ない「軟らかくしなやかな鋼」を使用します。刃先（刃鉄）には炭素量が多く、硬い鋼を使います。心鉄と刃鉄の両サイドを皮鉄で挟む場合もあります。幾つかの作り方がありますが、説明を単純化するため、刃鉄と心鉄の組み合わせに絞って説明します。焼き入れによる硬さの上昇は、炭素量に依存します。そこで、刃先は炭素量を多くし、焼入れにより硬さを硬くします。したがって、刃先は硬く切れ味が向上します。一方、心鉄は、炭素量の少ない鋼を使用しますので、心鉄はしなやかなままとなります。この段階ですでに切れ味が良くかつしなやかな刀が出来ます。しかも、この焼入れの過程で、刃先には圧縮残留応力が発生します。日本刀の刃先の切れ味が良くかつ歯こぼれしない特性は、刃先に残された、圧縮残留応力が重要な働きをします。刃先に圧縮残留応力が発生する理由は、焼き入れに基づく金属組織学的変化によります。

時々、昔の名刀は錆にくかったとも言われることがありますが、このことに関しては、元来鋼はさびる金属材料ですから、真偽のほどは定かではありません。もしも錆びにくいとしたら、次のことが考えられます。

日本刀は玉鋼を原料として下鍛えを行います。これは玉鋼を槌で叩いて扁平な形とし、これを積み重ねて鍛接し、一つのブロックにまとめる。つぎに折り返し鍛え、また十文字鍛えを繰り返す。その間に、燐や硫黄などの不純物が除かれます。すなわち、鍛えを繰り返す間に、不純物が除かれ、鋼の純度が高くなります。純度が高くなると、表面欠陥が少なくなります。錆びは、金属の表面欠陥部から、優先的に発生しますので、表面欠陥の少ない、純度の高い鋼は錆びにくくなります。また、名刀は切れ味を出すために、研ぎ師が丁寧に研ぐとともに磨いたことでしょう。これらのことから、表面欠陥が少ないこと、表面が極めて平滑であったことが、もしかしたら名刀が錆びにくかった理由と考えられます。

優れた日本刀は「たたら」で作られた「玉鋼」で作られます。ところで、今日でも「たたら」は日本で生きています。昭和52年に復元されたもので、たたらは出雲の国にあります。毎年一回「ふいご」が吹かれ、「たたら」が三日三晩休み無く焚かれます。その時は日本の刀鍛冶屋が、日本全国から出雲に集まります。刀鍛冶屋は、たたらで作られた玉鋼を分け合い、それを持ち帰り、今でも古来より伝わる手法で日本刀が作られます。「たたらと日本刀」は日本に古来より残る、永遠のロマンの技術です。