

令和7年2月15日徳島支部総会記念講演

日本刀から学ぶ材料の強さ（折れず、曲がらず、よく切れる）

講師：英崇夫（徳島大学名誉教授、精密機械工学科昭和42年卒業）

日本刀は美しく気品があり見た人を魅了しますが、弥生時代に中国大陆から鉄器が流入してその技術が持ち込まれたと言われています。鉄製の刀剣が日本で造られるようになったのは古墳時代以降からで、反りのない直刀で三種の神器の草薙剣、聖徳太子の七星剣などが有名です。平安時代から反りのある威力が高い刀に改造が加えられ湾刀（わんとう）へと進化して戦いの道具となって行きました。鎌倉時代になり武士の台頭に伴って日本刀の需要が急速に高まり黄金期を迎え国宝となっている多くの名刀が生まれます。この時代の日本刀は太刀（たち）と呼ばれ、刃を下に向けて腰から吊るし、馬上での戦闘に適した形状でした。戦国時代に入ると、戦闘が集団化・大規模化し、徒歩で戦う足軽が重要な役割を担うようになります。この戦闘様式の変化に伴い、日本刀も打刀（うちがたな）へと移行しました。打刀は刃を上にして腰に差す形となり、抜刀がしやすくなりました。江戸時代になると、日本刀は戦いの道具ではなく、武士の象徴としての側面が強まり、剣術の稽古用としての役割が増していきました。現代では、日本刀は美術品としての価値が高まり、多くの人々に愛されています。「刀剣女子」という言葉が生まれるなど、新たな文化も生まれています。



太 刀（たち）



打 刀（うちがたな）

日本刀の見どころは姿（刀身全体の姿・形状）、刃文（刀の白く見える部分に浮かび上がる模様）、地鉄（折り返し鍛錬の結果現れた肌模様）と言われています。日本刀の姿はどの部分で反るかによって腰反り、中反り、先反りと呼ばれます。刃文の代表的なものは直刃、丁子、互の目（ぐのめ）、湾れ（のたれ）があります。地の模様では板目肌、杢目肌、綾杉肌があります。刃文は日本刀の美しさや個性を際立てますが、刀工ごとに異なる特徴があり、流派ごとに伝統が受け継がれています。



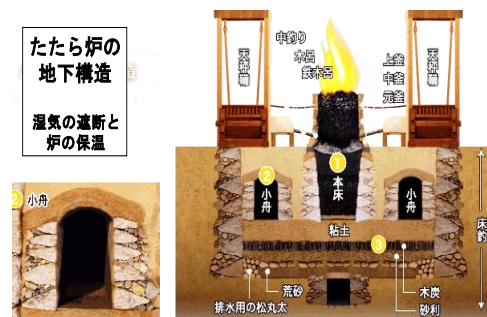
日本刀の姿



刃文・地の美

日本刀の鑑賞

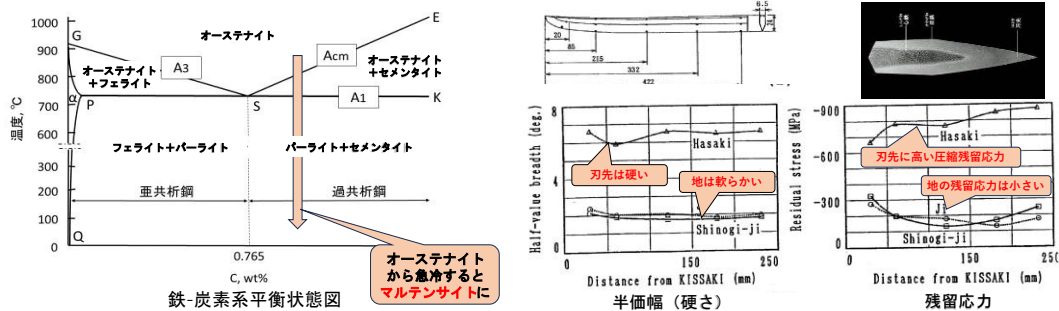
1400年前から島根県奥出雲地方では良質な砂鉄と木炭を得る広い森林があることから「たたら製鉄」と呼ばれる鉄づくりが行なわれてきました。日本刀の製法は砂鉄を木炭の熱で溶かして還元し、純度の高い玉鋼（たまはがね）を作るところから始まります。たたら炉とよばれる炉を築き砂鉄と木炭を交互に積み入れ、木炭に点火して高温に上げ、踏みふいごで風を送り、砂鉄と木炭を交互に投入し3日3晩連続燃焼させます。最後に炉を壊し底から「鉾(けら)」と呼ばれる塊を取り出し、小割にして純度の高いところを玉鋼として刀鍛冶に使われます。



日本刀は異なる性質の鋼を組み合わせることで強靱さとしなやかさを兼ね備えた構造になっています。外側の硬い部分の皮鉄、内側の柔らかい部分の心鉄をそれぞれ加熱し槌で叩いて伸ばし15回ほど折り返し鍛錬します。これで不純物が取り除かれ均質になり地肌の模様が現れます。心鉄を皮鉄で包み込み一体化させ構造を決めることを造り込と言います。刀の形を作るため、炉で鋼を加熱しながら槌で叩いて成形し、素延べと言われる刀身の幅・厚み・反りを調整し、基本的な形を整えます。焼き入れと刃文のために、土置きと言われる冷却速度を調整する焼刃土を、刃先の部分は薄く棟の部分は厚く塗る作業を行ない準備します。日本刀の硬さやそりを得るために焼き入れを行ないます。その後低温で加熱して組織を安定化させるために合い取りという焼き戻しを行ないます。最後は砥ぎを入れ刀の肌模様（地肌、刃文、匂え、映り）を出します。



日本刀の反りと残留応力の話をします。刀を800℃から850℃まで加熱して水の中に入れて急速に冷却します。スライドで分かるように刀身が一度上に反ってから冷却されると元の反り姿に戻ります。鉄（Fe）－炭素（C）系の平衡状態図で見ると850℃の高温ではオーステナイトという面心立方格子ですが、炭素0.8%含有の刃鉄ではオーステナイトから急冷すると硬いマルテンサイト組織という炭素を多く溶け込んだ体心立方格子に変態して体積が膨張し逆反りを引き起こします。棟側は土置きによりゆっくりと冷却され、オーステナイトから炭素の拡散が可能なフェライト＋パーライト組織に変態して元の反りに押し戻します。日本刀の中の残留応力はX線応力測定法で結晶格子の間隔を測定して求めます。残留応力とは外部負荷のない状態で材料内部に存在する応力のことで、表面付近の圧縮残留応力は機械部品の強度を高めます。刀身の表面を刃、地、棟の部分の残留応力を求めると刃先は硬く圧縮の残留応力が発生しており、地の部分は軟らかく残留応力は小さいことが分かります。



日本刀の強さは卓越した技術の集合体です。不純物を含まない高炭素鋼（たたら製鉄による玉鋼）や硬い材料と柔らかい材料の複合化(刃鉄と地鉄の造り込み)、微細かつ均質な組織（折り返し鍛錬）、刃部表面の圧縮残留応力（土置きと焼き入れ）など、これらの技術が融合することで比類なき強靱さと切れ味が実現されています。

今日の材料の強化方法は母相の強化、複合化、表面被覆などの強化法があります。日本刀はこれらの技術を巧みに取り入れ、日本の伝統技術と材料工学の粋を極めた最高傑作でないでしょうか。

鳥取県安来市和鋼博物館では「たたら製鉄」の歴史と技術や日本刀を含む和鋼の展示、鍛冶体験・砂鉄採取体験をする事が出来ますので、一度訪問してみてください。

最後に講師先生から提供された資料を二次元バーコードで示しますので、関心ある方は読み取ってください

