

「たたら製鉄法」の基礎研究と定量実験としての教材化（２）

丸本 浩

本研究では、2008 年度の先行研究に続いて、「川相式たたら製鉄法」の評価を行い、より実用性を高めるための基礎的な実験を行った。実験では以下の点について調べた。①炉の中での化学変化や温度の状態、②炉の中での反応の様子、③砂鉄の重量に対する得られた鋼の重量（収率）、④炭の種類の違いによる影響、⑤炉に用いる陶土の違いによる影響などである。今回の実験により川相式たたら製鉄法の基礎的な実験条件を調べるとともに、より入手しやすい原料を用いた実験が可能であるか、その時得られた鋼がどのような状態なのか、さらに、実験により得られた鋼を用いてペーパーナイフ等に加工することが可能かどうか等を検討した。

実験の結果、入手可能な材料を用いて、小規模・短時間・低コストで、ある程度の品質をもった加工可能な鋼を、簡単に生産することができることが確認された。

1. はじめに

人類の歴史と「鉄」との関わりには興味深いものがあるが、日本における「たたら製鉄法」は、古代から行われてきた製鉄法であり、日本で独自に発達した製鉄法であるという点において時筆に値する。^{(1), (2)}

日本では、中世から近世に至るまで、「たたら製鉄法」により農耕機具や刀剣などの素材となるすぐれた鋼を生産し利用してきた。しかし、幕末から明治初頭より導入された近代製鉄法に移行し、1921 年(大正 10 年)には商業的な「たたら製鉄法」による鋼の生産は終了した。

これは、「たたら製鉄法」の鋼の生産コストと生産効率が近代的な製鉄法より劣っていたため、経済的なベースとしては太刀打ちできなかったことによるものであり、世の中の産業の近代化の流れから考えると当然の流れであると考えられる。^{(3), (4), (5), (6)}

その一方で、「日本刀」というたぐいまれな優れた性能と芸術的な価値を有する、いわゆる「名刀」を生産するための良質な「玉鋼」を得る手だてが途絶えたために、現代の刀匠たちの受難の時代が続いている。

商業的な「たたら製鉄法」が途絶えたものの、作刀に必要な良質な玉鋼の慢性的な不足を解消するために、1977 年(昭和 52 年)に日本美術刀剣保存協会（日刀保）が島根県の奥出雲横田町に「たたら炉」を復活し、日本全国の刀匠に玉鋼の供給を行い現在に至っているが、すべての刀匠が満足するような玉鋼が供給できてはいない。^{(7), (8), (9)}

このような歴史的な流れを受けて、日本刀の復刻のために研究を続けた結果、開発されたのが「川相式たたら製鉄法」である。この「たたら製鉄法」の特徴は、小規模で短時間に少量・高品質の鋼を作ることができる点である。

本研究は、2008 年度の先行研究⁽¹⁰⁾に続いて、川相勝氏（岡山県井原市在住）の手法により、たたら製鉄法の実験を行い、その過程での化学変化や炉の温度の状態、炉の中での化学変化の様子や、原料である砂鉄の重量に対する得られた鋼の重量などの測定を行うとともに、原材料の違いや炉の羽口の状態、および用いる陶土の違いなど、川相式たたら製鉄法を実施する際の条件の違いを調べた。さらに、このたたら製鉄法が教材としてどのような点が優れているのかという評価を行った。

2. 「川相式たたら製鉄法」について

「川相式たたら製鉄法」は、平安時代末から鎌倉時代前期ごろの名刀を復元するための鋼を得るために開発された方法である。つまり、江戸時代末期に高度に発達した大規模なたたら⁽⁷⁾ではなく、少量の高品質の鋼を、小規模で簡単な操作で生産することを念頭において工夫をかさねたものである。1 回の操業で日本刀 1 口（ふり）を作ることができる量の玉鋼を得ることが目標である。そのためには、1 回の操業で使用する砂鉄は 3 ～ 4 kg、用いる炭（良質の松炭を用いる）の量は 10 ～ 15kg、操業時間はおよそ 1 時間半～ 2 時間程度というきわめて効率の良い優れた方法である。まさに「川相式たたら製鉄法」は日本美術刀剣保存協会が復元した大規模なたたら製鉄法に比べて、「ポータブルたたら」とも呼ぶことができる方法であることが最大の特徴である。「小規模・短時間・低コストで少量・高品質の鋼を簡単に生産することができる方法」と要約することができる。

3. 「たたら製鉄法」の化学反応

たたら製鉄法における化学反応は、高温の炉の中で砂鉄と炭とが空気（酸素）の流れによって生じる反応であ

るが、十分に温度が高く、なおかつ酸素が十分に供給された場合はおもに酸化反応が主体と考えられる。

炭（主成分は炭素）が酸素と化合するときには、次のような反応が考えられる。^{(11), (12)}

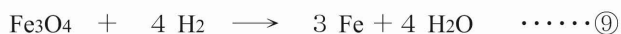
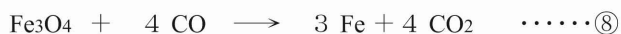
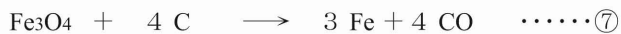
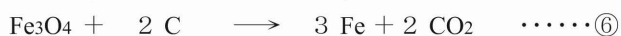


また、空気中の水蒸気が炭と反応する過程も考慮に値する。



ここで、④の反応は近代製鉄の高炉の中で、コークスと高温の水蒸気によって生じる水性ガスの生成反応でもある。たたら炉の中で想定される化学反応のうち、①や③の反応は化学的に安定な二酸化炭素が生成される酸化反応であるが、②や④、⑤の反応のように、条件が整えば一酸化炭素や水素などの還元性を示す気体の生成が期待される。数百℃の温度で、酸素の供給が十分ではなく還元的な雰囲気において、砂鉄を還元することができる。

たたらの目的は砂鉄（主成分は四酸化三鉄 Fe_3O_4 ）を炭で還元して鉄（鋼）を得ることであるので、上記の②、④、⑤などの反応から連続的に砂鉄を還元する次のような反応を誘起させる必要がある。



ここで、⑨の水素による還元反応であるが、炉の中の主たる還元反応は⑥～⑧だと考えられるが、⑨の反応が考慮に値すると思われる根拠としては、たたら製鉄法の操業において、雨上がりの翌日の早朝や、晩秋の早朝露で湿った地面での操業など、たたら炉内の化学反応において空気中の湿度、つまり水蒸気が好影響を与えていると考えられるケースがあるからである。

また、ここでは砂鉄の成分を便宜的に Fe_3O_4 と割り切ったが、順次還元反応が進行すると考えると、溶鉱炉の中での化学反応と同様に、以下のようなステップが想定されよう。



したがって、たたら製鉄法における主たる還元反応として、上記の一連の反応を実現するように操作方法を工夫することになる。そのためには、炉の大きさや形状・送風方法や砂鉄の投入の仕方など様々な考慮すべき条件があげられる。つまり、せまい炉の中の空間において、いかにして還元的な雰囲気を形成することができるかという点が、最大のポイントとなる。

4. 「たたら製鉄法」で用いる原料について

(1) 砂鉄

古来より優れた砂鉄の産地として中国地方の山間部が有名であり、事実、中国山地には多くのたたら炉の操業の跡が見られる。広島県や岡山県の北部および島根県、鳥取県の山間部では玄武岩や花崗岩が風化した地帯であり、良質の砂鉄を産出する地帯である。

大量の砂鉄を生産するためには、鉄穴流し（かんながし）とよばれる方法が、古来より行われてきた。農閑期を中心にして山肌のまさ土を川幅の狭い水路に土砂として流して比重の大きい砂鉄を沈殿させて、比重の小さい土を下流に流して砂鉄を選別する方法である。このような鉄穴流しが大規模に長期間行われたために、瀬戸内海沿岸や宍道湖・中海あたりの堆積がすすんだものと考えられる。人間の生産活動が自然の地形をも変化した具体的な例であり、人間と自然との関係を考える上での格好の教材である。

砂鉄には黒い色をした真砂（まさ）砂鉄と赤茶色をした赤目（あこめ）砂鉄があるが、中国地方の瀬戸内海沿岸部では、赤目砂鉄の産出が中心であり、真砂砂鉄は中国山地の山陰地方を中心として得られる。化学的な組成は、四酸化三鉄 Fe_3O_4 を主成分とする磁鉄鉱が風化されて岩石に含まれているものが真砂砂鉄であり、良質の玉鋼を得るためには真砂砂鉄の方が望ましい。

一方、赤目砂鉄は四酸化三鉄だけでなく酸化鉄(Ⅲ) Fe_2O_3 が含まれているため赤くなる。この酸化鉄はベンガラとして瓦やレンガの生産に利用されてきたという歴史がある。赤目砂鉄を用いてたたらを操業すると、おもに銑（ずく）が得やすく銑押し法に主として用いられることが多い。

本研究で用いた砂鉄は、良質の真砂砂鉄で、広島県庄原市東城町の帝釈川より得られた川砂鉄である。もちろん、海にも砂鉄が産する場所があるが、海砂鉄は塩分を含むため、炉の中での反応がコントロールしにくく、また、得られた鋼の質も低下するため用いない方が無難である。そこで、本実験では特に川砂鉄に限定して用いることにした。

一方で、ニュージーランド産の海砂鉄も入手することができた。25kg で 1 万円程度であり、名刀を作るレベルの鋼にこだわらずに、「たたら製鉄法」を鉄を作るための実験教材として割り切ることができれば、コスト的にも非常に魅力的な原料である。今回の実験ではニュージーランド産の海砂鉄で鋼を作る試みは行っていないが、今後の実験においてぜひ試してみたい原料である。

(2) 炭

本来の「川相式たたら製鉄法」では、刀匠が用いる松

炭にこだわって用いる。なぜ松炭にこだわるかというと、松炭は軽くて形状の保持性がよく、なおかつ燃焼するときに生じる煙や燃えかすの灰が少ないという利点が挙げられるからである。

「川相式たたら製鉄法」では、6～7 cm 角に切った良質の松炭を、耐火レンガで囲んだ炉の中で効率よく安定した炎で燃焼しながら操業する点に特徴がある。このときの燃焼する炎の形がきれいな紡錘形を維持することが、理想的な反応を制御するポイントとなる。予備運転として炉を暖めるための最初の20～30分は他の炭で行っても良いが、砂鉄を投入する段階では松炭を用いることが望ましい。その理由としては、砂鉄を団子状に練り上げて炭の中に投入し、炭が燃焼するとともに砂鉄の団子が徐々に沈み込む必要がある。そのため比重の小さい松炭の方が他の炭よりもスムーズに反応させることができるからである。

今回、ホームセンターで入手可能なバーベキュー用の炭（マレーシア産：原木はマングローブ：10kg あたり数百円）を使って川相式たたら製鉄法の実験を行ったところ、炭の材質の比重が大きすぎる上に、炭の形状もまちまちであるため、砂鉄団子がうまく沈まないため、還元反応をスムーズに進行させることができなかった。

一方、岩手産のナラ炭（10kg あたり 2500 円）を使うと、炭の形状は均一であり使用する際の炭切り作業も軽減されるが、ナラ炭は松炭に比べて比重が大きいため、砂鉄団子を沈める点において難点があった。

最終的に今回の実験で用いた炭は、クリ、カキ、クヌギなどの雑木を炭として焼いたもので、10kg あたり 1500 円で入手した。この炭は松炭ほど比重が小さくはないが、ある程度のスピードで砂鉄団子が沈むので、何とか鋼を作ることが出来た。

このように、高価で入手が難しい松炭にこだわることなく、教材として利用できる程度の鋼を作ることは十分に可能であることがわかった。

(3) 陶土

「川相式たたら製鉄法」で用いる炉は、耐火レンガを3段に組み立てて、送風口から電動ブロアー（送風機）で風を送り込んで炭を燃焼させる構造である。炭の燃焼温度は最高温度 1300℃～1400℃にもなり、熱電対高温用温度計の測定限界を蹴る温度にまで上昇する。このとき、送風口の筒を羽口（はぐち）という。この羽口を陶土で作る、さらに耐火レンガの間に羽口を取り付けて固定するためには、1300℃以上の高温でも溶ない陶土が必要である。いろいろな陶土を試してみたが、信楽焼き用の白色の陶土を用いてたたらを操業を行ったところ、開始 30 分後には羽口を取り付けた部分の陶土が溶けてしまい、それ以上実験を続けることができなかった。

つまり、信楽焼の陶土の耐火温度以上の熱が羽口周辺に生じてしまったため、陶土が持ちこたえられなかったようである。

そこで、備前焼の窯元で使っている最も耐火性のある陶土を入手して実験を行ったところ、羽口を含めてその周辺の陶土も、何とか実験終了まで持ちこたえることができた。しかし、陶土の一部分は炭の熱と砂鉄と周囲の耐火レンガと溶融して反応して、鉄滓（鉄滓）となって鋼やレンガや羽口のまわりに付着する。これらの不純物をきれいに除去して生じた鋼の質量を秤量する。

このように、たたら製鉄法における陶土の役割はとても重要で、耐火性の高い優れた陶土を用いることが実験を成功に導く最大のポイントである。

5. 「たたら炉」の構造について

右の図1に、川相式たたら炉を組み立てた様子を示した。生産する鋼の量や目的によっては炉の大きさや形状も異なるが、図1の炉ではごく標準的な炉の様子を示した。炉の底



には、コンクリート製のブロックを5枚、水平に並べておく。その上に、耐火レンガを並べて炉の底面を造り、レンガで3段の高さになるように壁をつくり、四方を囲むように積み重ねる。このときできるだけ隙間ができないように注意するが、必要に応じてレンガの隙間を陶土でふさぐ。

組立てた炉の内寸は、縦 230mm、横 280mm、高さ 340mm で、この大きさの空間で炭を燃焼させる。このとき、炉の一方の壁に、内径6～8 cm くらいの粘土製の羽口（はぐち、風を送るための送風口）を2段目の位置に取り付ける。このとき羽口は水平よりも少しだけ下向きに傾けて取り付けるようにする。羽口と耐火レンガとの隙間は陶土でしっかりとふさぎ、羽口が動かないように固定する。

羽口の位置にブロアー（送風機：プレート型電動送風機・淀川電機製作所、型式 TK-2）を設置して、交流 100V の電源にトランスを接続してブロアーの風量を調製できるようにする。炉の底には、鉚（けら）がこびりつかないようにするために土を炉の角に置き、操業が終わった後に炉から鉚を取り出しやすくする。なお、炉の底には使い古した小さな炭を敷き詰めておくと、炉の底に形成された鉚の形をきれいな楕円形の円盤状にすることができる。

理想的な鋇の形は楕円形の円盤状(サルノコシカケ状)であるが、このような鋇は、熟練した技術者が松炭を使って注意深く操業してできるものである。実験用の雑木の炭で、炭切りの技術も低く、1つ1つの炭の形状や大きさがまちまちのものを使った場合には、なかなか一つのまとまった大きい形の良い鋇を作ることができなかった。これは、砂鉄団子の沈降スピードと炉の中の反応のバランスなどに関係しているものと考えられる。今後、経験を積み重ねていくことで、少しずつ改善していくことができると考えている。

6. 「たたら炉」の操業方法について

準備が整ったら、炉に炭を入れ点火しブローアの風量を調整して炉を十分に暖める。この操作は約30分間続ける。

炉の炎が安定して炎の形が紡錘形になるように風量や炭の入れ方を調製する。



図2 たたら炉の操業中の様子

いよいよ砂鉄を炉投入する段階になるが、砂鉄はそのまま炉の中に入れると、炭の間をバラバラと落下してしまうため、還元される砂鉄の歩留まりが非常に悪くなる。そこで、砂鉄と粉末状の炭を小麦粉（または片栗粉）と少量の水で練って直径6～7 cmの砂鉄団子を作り、炉の中の還元帯（炉の中で主に還元反応が進行すると思われる部分）に置き団子が徐々に炉の中へ沈んでいくようにコントロールしながら炭や砂鉄団子を置く。

砂鉄団子は、一個の重量が40～50 g程度であり、3 kgの砂鉄を用いた場合は約80～100個あまりの団子を作ることになる。川相式たたら製鉄法の最大の特徴および優れた点は、この砂鉄団子の活用法を編み出したことであり、この操作法によって他のたたら製鉄法に比べて格段に優れた収率と品質を得ることができる。

約40分～1時間くらいかけて団子をすべて炉の中に入れ終わると、仕上げとして炉の中の鋇を1つにまとめるための仕上げ吹きを行う。

以上の操作が終わると送風をやめて、炉を解体して鋇を取りだし、次の行程に移るが、今回は研究のために炉を自然放冷して、鋇の形の観察を行い、不純物（鉍滓）をていねいに取り除き、鋼の重量を計測した。

また、操業中には炉のいろいろな部分の温度を計測して、酸化・還元反応の進行を推定するための基礎的なデータをとった。炉の中の温度は、デジタル温度計

(SK-1110, ケニス社)およびK熱電対センサ(LK-12001)を使って計測した。ただし、高温温度計の測定限界は1300℃であり、炉の中心の羽口のすぐそばの部分では1300℃を越えてしまったために、最高温度は推定することしかできなかった。しかし、砂鉄が還元されている部分（還元帯）の反応温度は表面では約400℃～500℃程度であり、炉の内部でも約600℃程度であることがわかった。このことから、還元帯での反応温度はあまり高温ではないが、空気の対流の状態や還元性の雰囲気を形成するための条件を、炉の中で整えることが重要であることがわかった。

7. 実験結果および考察

たたら製鉄法の実験は4回実施した。

(1) 第1回目の実験

第1回目の実験では、炭の種類と陶土の種類を変えて「たたら製鉄法」を試みた。ホームセンターで入手可能なバーベキュー用の炭（マレーシア産：原木はマングローブ：10kgあたり千円弱）を用いて、備前焼で用いる高温用の陶土で羽口を作って運転した。

実験の詳細を以下に示す。

第1回目の実験結果

実施日：2010年5月17日(月)

実施時間：9:30～12:00

実施場所：広島大学附属福山中・高等学校内の空き地
(広島県福山市春日町5丁目14-1)

参加人数：3名 天候：晴れ

気温：18℃ 湿度：50%

状況：羽口の周辺の温度や燃焼の状態はまずまずであったが、致命的な点は炭の質が悪すぎて砂鉄団子がうまく沈まないで結果的に鋼を作ることができなかった。

また、羽口の耐久性については十分に合格点を与えられる結果が得られた。したがって、炭の質をここまで落とすと鋼を作ることができないということがわかった。

(2) 第2回目の実験

第1回目の反省を受けて炭の質をもう少し上げて実験を行った。今回の実験で用いた炭は、クリ、カキ、クヌギなどの雑木を炭として焼いたものである。(10kgあたり1500円で購入) 実験の詳細を以下に示す。

第2回目の実験結果

実施日：2010年8月28日(土)

実施時間：9:00～15:00 (12:00～13:00 昼食休憩)

実施場所：広島大学附属福山中・高等学校内の空き地
参加人数：5名 (高校3年生)

天候：晴れ 気温：34℃ 湿度：62 %
砂鉄の使用量：1800 g (1.8kg)
(広島県庄原市東城町産の真砂砂鉄)

最初の炉の運転時間：9:40 ～ 10:20

＊ 10:20 に羽口周辺が溶融して穴が開いたため第1号炉による実験中止。

右図は 10:20 頃
第1号炉を停止した直後の羽口の周りの様子である。

図からわかるように、羽口のまわりの陶土が熱で溶融して羽口が破損していることがわかる。



図3 破損した炉の羽口周辺

2番目の炉の運転時間：約2時間(10:40～12:40)
2号炉の点火時刻：10:40
炉の温度：最高温度 1300℃以上～1400℃程度(推定)
(炉の中心 羽口から10cmあたり)
表面温度：800℃～1100℃(酸化帯)
400℃～600℃(還元帯)
内部温度：900℃～1300℃以上(酸化帯)
600～800℃(還元帯)

砂鉄団子投入開始時刻：11:00
砂鉄団子投入終了時刻：12:00
投入した砂鉄団子の数：55個
砂鉄団子の質量：平均で約40～45g
送風停止時刻：12:38
使用した炭の質量：約18kg
鋤の形状：海綿状
直径：190～230mm
厚み：50～75mm
鋤の重量：950g
(0.95kg)

得られた鋼の重量：610g
(0.61kg)

収率：57% (※)

(※) 砂鉄中の鉄の含有量を60%とすると、砂鉄1.8kg中の鉄の質量は、 $1800 \times 0.6 = 1080 \text{ g}$ によって 収率 = $610 \div 1080 \times 100 = 56.5(\%)$
得られた鋼の質量は理論値の57%という高い値であり、約2時間という短い時間にもかかわらず、1.8kgの砂鉄から0.61kgの鋼を取り出すことができるという素晴らしい結果を得ることができた。

今回実験で使用した炭は松炭ほど比重が小さくはないが、ある程度のスピードで砂鉄団子が沈むので、何とか鋼を作ることが出来た。今回の実験により、高価で入手

が難しい松炭にこだわることなく、雑木からできた炭を使っても教材として利用できる程度の鋼を作ることは十分に可能であることがわかった。

実験の当初では信楽焼の陶土を使って炉の羽口およびその周辺で用いたが、点火して40分後には陶土が溶け始めて羽口のまわりに穴が開き、運転不能となった。そこで急遽、別の場所に2号炉を組み立てて、第1回目の実験(5月17日)で用いた備前焼の陶土を使って実験を再開し、鋼を得ることができた。

今後、還元帯の環境をさらに整える吹き方や、砂鉄団子の成分の調整などによって、さらに収率を高めることが可能である。また、今回得られた鋼は、海綿状であり、松炭を使って作った鋼と形状が異なっているが、鋼の品質をいかに向上させるかということは、今後の重要な課題である。

(3) 第3回目の実験

第3回目の実験は、当校で行われた文化祭でのデモンストレーションとして、一般の方へ公開しながら実施した。基本的な設定は、第2回目の実験と同じ条件の下で実施した。実験の詳細を以下に示す。

第3回目の実験結果

実施日：2010年9月5日(日)
実施時間：9:00～14:00(12:00～13:00 昼食休憩)
実施場所：広島大学附属福山中・高等学校内の空き地
参加人数：6名(高校3年生生徒)+見学者多数
天候：晴れ 気温：33℃ 湿度：58 %
砂鉄の使用量：2200 g (2.2kg) (真砂砂鉄)
炉の運転時間：約2時間半(10:00～12:30)
炉の点火時刻：10:00
砂鉄団子投入開始時刻：10:40
砂鉄団子投入終了時刻：12:00
投入した砂鉄団子の数：60個
砂鉄団子の質量：平均で約40～45g
送風停止時刻：12:25
使用した炭の質量：約22kg
鋤の形状：海綿状
直径：490～240mm
厚み：45～65mm
鋤の重量：1160 g (1.16kg)
得られた鋼の重量：870g
収率：66% (※)



図5 鋼の計量

第2回目の実験に続いて、炎天下での大変ハードな実験となった。一緒に炭や砂鉄団子を入れたりした生徒達とともに、暑さと戦いながらの作業を行い、前回よりも高い収率を得ることができた。これは、作業を繰り返す毎に生徒達の技術が向上したた

めと考えられる。また、今回炉の中に入れた砂鉄の方が多かった事も高い収率が得られた要因と考えられる。したがって、操業時間が多少延びても、3kg以上の砂鉄を入れた方がより良い結果が得られそうだという感触を得ることができた。いずれにしても、真夏にたたらを行うことの大変さが身にしみた実験だった。

(4) 第4回目の実験

第4回目の実験は、当校の中学校2年生とともに実施した。たたら製鉄法を生徒の体験学習の教材として開発するための実践的な取り組みとなった。当日のたたらの実験の準備として、「炭切り」や「砂鉄の分離・精選」を行い、「砂鉄団子の作成」まで完了すると、いよいよ実施当日となる。準備から投入作業は、参加した生徒が一人ずつ全員が体験した。なお、生徒達は事前指導として、たたらに関する説明と酸化還元反応についての講義を聴いた後に実験に参加した。詳細は以下に示す。

第4回目の実験結果

実施日：2010年12月21日(火)

実施時間：9:00～14:00(12:30～13:00 昼食休憩)

実施場所：広島大学附属福山中・高等学校内の空き地

参加人数：中学生20名、教師3名

天候：曇りのち雨 気温：5℃ 湿度：80%

砂鉄の使用量：3000g(3kg)(真砂砂鉄)

炉の運転時間：約3時間(9:40～12:30)

炉の点火時刻：9:40

砂鉄団子投入開始時刻：10:20

砂鉄団子投入終了時刻：11:55

温度計測：生徒の安全に配慮して実施していない。

投入した砂鉄団子の数：85個

砂鉄団子の質量：平均で約45～50g

送風停止時刻：12:27

使用した炭の質量：約23kg

鋤の形状：海綿状

(直径：150～200mm、厚み70～90mm)

鋤の重量：1130g(1.13kg)

得られた鋼の重量：900g(0.90kg)

収率：50%

第2・3回目の実験に比べると、収率の低下や使用した炭の量の増加などが見られるが、これは、生徒が一人ずつ炭や砂鉄を入れたりするために時間が必要以上に経過してしまい、収率の低下に至ったものと考えられる。さらに、当日は天候が悪く大急ぎで操業したことも収率が低下した要因の一つと考えられる。

たたらの操作に関する解説等も交えながらの操業となるため、鋼の質や収量の増加を両立することは大変難しいと言わざるを得ない。ここでは「教育的効果をねらう」という点にねらいを絞り込んで実施すべきであろう。

8. まとめ

今回の一連の実験を通じて、「たたら製鉄法」という日本独自の製鉄法の優れた点と、「たたら」というものの魅力を再度、確認することができた。

第4回目の生徒を交えての取り組みでは、生徒達は初めて見る「たたら」に強く引きつけられている様子で、「砂鉄から本当に鋼ができるという驚き」や「鉄は大規模な工場で作るものという認識が覆されたことへの新鮮な感動」などが見られ、今更ながら教材としての「たたら」の魅力を強く感じた。

生徒達の書いた感想の中には、「この鋼はこの後どうなるんだろう？」という点に興味を持った文章が多く見られた。そこで、今回の実験で得られた鋼は、たたら製鉄法の作業用道具の作成を依頼した藤井鍛冶屋様に依頼して、その次の工程のための加工をお願いすることになっている。今後、小刀やペーパーナイフなどの工具にすることができれば、今回の実験の意義もさらに深まると考えている。

このように、今回の取り組みの延長線上には、生徒参加の体験学習としての鍛冶体験学習の実施など、いろいろな展開が可能である。今後、実現可能なものから順次取り組みを進めていきたい。

付記

本研究は平成22年度科学研究補助金(奨励研究)、(課題番号：22915005)の援助によって実施したものである。

参考文献

- 1) 佐々木稔, 鉄の時代史, 雄山閣
- 2) 田中 天, 鉄の文化史, 海鳥社
- 3) 野原健一, たたら製鉄業史の研究, 溪水社
- 4) 渡辺ともみ, たたら製鉄の近代史, 吉川弘文館
- 5) 相良英輔, たたら製鉄・石見銀山と地域社会, 清文堂
- 6) 大竹三郎, 鉄をつくる一出雲のたたら, 大日本図書
- 7) 俵 国一, (復刻・解説版) 古来の砂鉄製錬法—たたら吹製鉄法, 慶友社
- 8) 天田昭次, 鉄と日本刀, 慶友社
- 9) 渡邊妙子, 日本刀は素敵, 静岡新聞社
- 10) 丸本 浩, 中等教育研究紀要第49巻, 広島大学附属福山中・高等学校, P.259-264
- 11) 井上勝也, 鉄は活きた元素, 研成社
- 12) 菅野照造・鉄と生活研究会, トコトンやさしい鉄の本, 日刊工業新聞社