

## 隨想

## 炭焼きの記

高橋 礼二郎\*

昨年の正月のころ、前年の夏季休暇の際に準備していた材料を使って2回ほど本格的な炭焼きに挑戦しました。もちろん、その昔経験したことのある何人かの人に教わりながらの炭焼き入門でしたが、その過程では非常に多くの「なぜか?」にめぐり合い、炭焼きとは何か?が少しあはわかった幸せな体験だったように思います。たかが炭焼きの体験話を本誌に掲載していただくのも気が引けますが、されど炭焼きでもありました。鉄や鋼よりも軟らかい木炭の話に、息抜きにでも目を通していただけたら大変ありがたいことです。

## 1. なぜ、今炭焼きなのか?

新素材、ハイテクの時代と言われている今、なぜ炭焼きなのか?そもそも動機は自分の学んできた知識を生かして、小さな“たたら炉”のようなもので、子供達や学生諸君に Hot metal を作る体験をさせてあげたいと思ったことにある。それではどうするか?…と考えていたおり、たまたま、妻の生家である宮城県松島町手樽に炭窯のあることを知り、まずエネルギー源としての炭作りから始めてみようと思い立ち、今回の炭焼きの運びとなった。

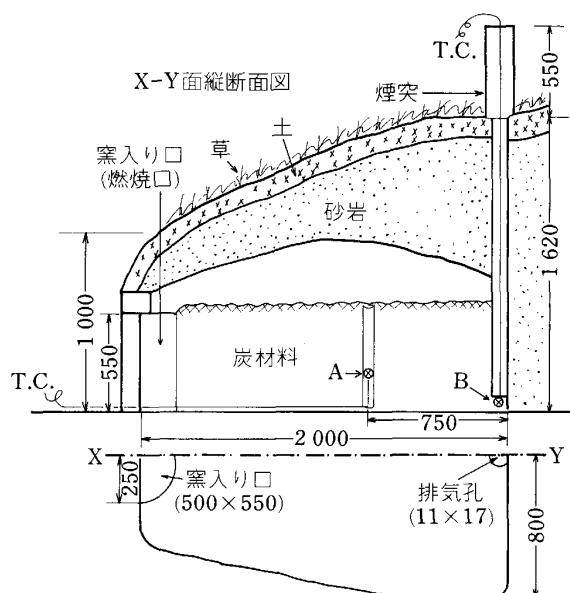


図1 炭窯の構造と充填状況

\* 東北大学選鉱製錬研究所助教授 工博

## 2. 炭焼きの方法と経過

炭窯は図1に示すように、内容積が約  $2.4 \text{ m}^3$  (奥行き 2 m, 幅 1.5 m, 高さ 0.8 m) で比較的軟質な砂岩をくり抜いた構造となっているので、半永久的な使用が可能となっている。作られた年代は明らかでないが、昭和30年代までは手樽部落にある10数軒の家でこの窯を使って毎年自家燃料としての炭を焼いていたという。しかし、燃料事情の変化からしだいに使用されなくなり、昭和40年以降はまったく使われなくなった。したがって、この炭窯は20数年ぶりに“火の目”を見たことになる。

木の種類は主にナラ、クヌギでその他、桜、栗、桐、朴の木などで、その直径が約 5~25 cm のものを長さ 60 cm に切断して炭の材料とした。この材料を窯内に縦に並べて充填した。炉底部には通気性を保つために直径 5 cm 以下の細枝を敷きつめ、上部空間にも同様の細枝を充填した。これは生成した木炭の部分燃焼を細枝によって代替させるためである。したがって、最終的にこの細枝は灰となるが、このことによって木炭の収率低下を防ぐことができる。窯内 2 個所における温度の経時変化をクロメル-アルメル熱電対を用いて測定した。一方は炉中心部における木材内部温度 (A点) で、直径約 10 cm のナラの木にドリルで穴を開けて熱電対を装着した。他方は煙突下部におけるガス温度 (B点) である。

炭焼き操作は、炉体乾燥→材料の充填→前焚き (窯入り口における木材や柴の燃焼) 開始→前焚き終了→半密閉 (自然通風) →完全密閉 (冷却) の手順で進められた。

1988年1月16日から17日にかけての第2回炭焼きにおける温度の経時変化は図2のようになった。窯入り口 (口径 500 × 550) における前焚きの初期ではほとんど水蒸気 (写真1) が、後期では黒煙が発生した。この窯での前焚きには約 10 h 要したが、出口ガス温度は 180°C に到達するものの、木材温度は 100°C を超えなかった。前焚き終了後は窯入り口の開口面積を縮小 (170 × 220) し、半密閉状態で自然通風を行った。この状態下で、窯内温度はしだいに上昇し、発生する煙量も多くなった。半密閉後 9 h 経過した時点では木材温度とガス温度は逆転した。最終的に木の温度は 420°C に到達して一定となり、この状態では発生する煙の量が著しく減少した。この後、完全密閉状態で自然冷却を行った。1月24日の窯出しではほぼ完全な状態で炭が得られており、その重量は初期材料の約 20% まで減少していた (写真2)。

## 3. 炭焼き語彙とその解釈

手樽地区内には炭焼きの経験者、私にとっては師匠が多く、いろんなことを教わった。教えていただいたことはいずれも長い年月を経て伝えられてきたことや本人の

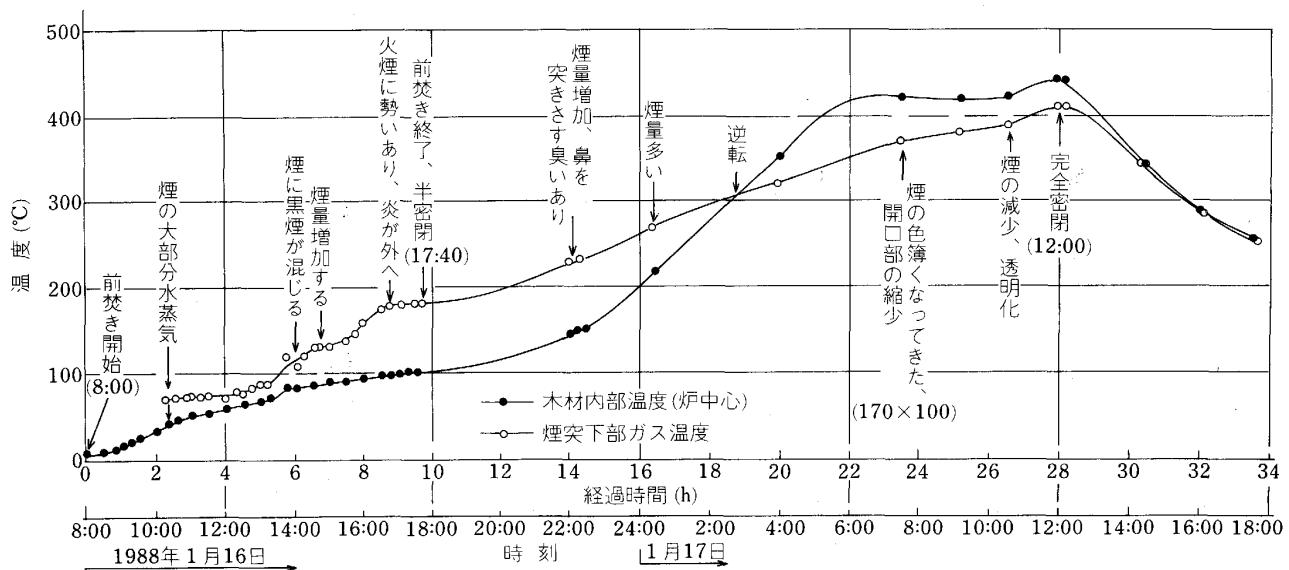


図2 第2回炭焼き操業における温度ならびに状況の変化

経験に基づく貴重なものである。師匠の言葉のいくつかを語録として表し、今回の温度測定と観察した結果からその解釈を試みてみよう。

(1)「前焚きで、黒い煙がモクモクと出た時が木に燃え移った時だ。…木に燃え移ると焚き口から炎が外に出てくるようになる…」

前焚き段階では、加えられた熱はすべて木の乾燥に費やされ、木材の温度はゆるやかに上昇するが、水分のある間は蒸発潜熱によって100°Cを超えることはない。木材温度が約80°Cまで到達すると低揮発タール分の燃焼が始まる。この時、芳香族炭化水素の燃焼による黒い

煙が発生し、ガス量も増えるため焚き口から炎が外に出てくる。ガス温度も100°C以上に上昇する。

(2)「ヒュルヒュルとした臭いがしたら、木が燃え始まつたのだ…」

水分の蒸発が終わると木材温度は100°C以上になり、高揮発分タールの分解・燃焼が始まる。この状態では煙の発生量が増加して、木材に含まれている酢酸(B.P.118°C)およびフェノール類(B.P.180°C)の燃焼により刺激性のある特有な臭いが発生する。これをヒュルヒュルとした臭いというのだろう。この時の木材温度は120°Cを超えている。

(3)「半密閉でアサギ色の煙が出たら燃え終わったので、その後完全密閉すればよい…」



写真1 前焚き作業を行う護人（当時小4）

写真2 少し雪の降った日の窯出し作業（1988年1月24日）  
(煤にまみれた3人の子供とその祖父)

タール分が減少すると煙の色はうすくなり透明な色に近づいてくる。煙は透明な空色（浅黄でなく浅葱色：うすいあい色）を呈しているがその理由はわからない。この状態では発熱物質がないため木材温度の上昇は止まる。

(4)「アサギ色の煙が出た後、煙突の出口にマッチ棒をかざして1から10まで数える間(10sのこと)に着火したら密閉してもよい。」

マッチ棒の発火する温度は370°C( $KClO_3$ の融点)よりも低いと考えられるが正確にはわからない。ともかく、出口ガス温度が発火温度よりも上昇することが必要なだろう。

(5)「木は奥の方から燃え始まる。」

このことは窯内のガス流れおよび温度が不均一であることを表している。窯内では反応(分解・燃焼)、流動、伝熱、物質移動を含む複雑な移動現象が生じているのだろう。これを明らかにするには、さらに詳細な測定やモデルによる解析等を必要とする。

(6)「各年度最初の炭焼きは時間がかかり、どうしても根のついた炭(木部の残留している炭)が多くなる。底に残っている灰を除いておくことも大切だ…」

窯を構成している砂岩には水分を含有しているので炉体乾燥のために長時間をする。窯内温度は上部が高く、炉底部がもっとも低くなり乾留温度まで上昇しないことがある。また、灰を除去しないと通気性が悪く温度が上がりにくい。結果として焼け残りのある炭ができる。

(7)「材料として生木ほど良い炭ができる。」

炭の材料として日本では生木が、西洋では半年乾燥したもののがよいとされているが、どの観点からの評価であるのかはっきりしない。

#### 4. ま と め

師匠の語録は長い炭焼き技術史の中で伝えられてきた「秘伝」に相当するものだろうか？もしそうだったら、今回それに光を当てることができたのだろうか？いや、まだまだ他のやり方もあるのでは…など、いろんな疑問が浮かんできます。今回の炭焼き体験で私が知り得たことを要約すれば次の2点であるように思えます。

その1、「窯入り口における前焚きは高炉羽口先の燃焼と同一であって、空気中の酸素はすべてそこで消費されてしまうため木材は燃えて灰になることはない。」

その2、「ガス流れは下流支配であるため煙突下部の孔径と煙突高さに最適値が存在する。」

このことも、考えてみれば当然のことであって、結局は炭焼きに対する認識が少しだけ深まっただけのことだったようです。

窯入り口で汗だくになりながら続けた前焚き作業の段階では決して100°Cを超えたかった木材温度が、夜間の測定では徐々に上昇を始め、ガス温度を追い越した時は、「いったい何が起きているのか？」少なからず興奮したことが思い出されます。時は1月中旬、満天の星空の寒い夜のことでした。炭焼き技術に関してはまったく白紙の状態から出発したにもかかわらず、助言を与えてくれる多くの師匠や知人があり、いくつかの驚きと興奮を味わうことができ、非常に多くの「なぜか？」にめぐり合うことができた幸せな体験だったを感じています。

すでに与えられた紙面の制限範囲を超えていました。“これからどうするか？”と“お願い”を書いて結びとしよう。

動機の出発点であった「鉄作りの夢」については現在思案中です。島根県吉田村でのたたら製鉄をはじめ各地で鉄作りをやっている幾人かの人を知っています。製鉄業に携わる人も含めれば炭作りに比べてはるかに多くの鉄作りの師匠がいることになります。御興味をお持ちの方は具体案なり、御批判なりお寄せ下さい。炭焼きに関しても、何人かの方から文献や助言をいただき、記録映画「出雲炭焼き日記」も見せていただきました。解釈等の誤りを訂正したいと思いますので、炭焼き技術に関してさらに詳しく記述してある文献等を御存じの方はぜひお知らせ下さい。

付記：今年7月末から8月上旬にかけて計9日間、同所において、千葉工大金属工学科の学生13名と教官3名が参加して「炭焼き講習会」(合宿)が行われた。そこでは窯内温度の不均一性についてさらに詳しい情報が得られたことを付記する。