

市制施行100周年記念事業

# とよはし高師小僧フエスタ

## 報告書



○愛知県天然記念物指定地(豊橋市立高師台中学校敷地内)

豊橋市自然史博物館  
2007

市制施行100周年記念事業

# とよはし高師小僧フェスタ報告書

期間：平成18年10月28日（土）～11月19日（日）

主催：豊橋市自然史博物館・豊橋市地下資源館

後援：愛知県教育委員会

豊橋市自然史博物館

2007

## はじめに

豊橋市自然史博物館では、平成18年11月19日に同博物館特別企画展示室において、「高師小僧ってなあに？」というちょっとかわった題名のシンポジウムを開きました。高師小僧は豊橋市内の地名である「高師」が冠せられた鉱物であり、豊橋地方は高師小僧を多産する地域の一つであります。高師小僧は豊橋市民にとっては身近にある鉱物であり、子供も大人も、アマチュアもプロフェッショナル研究者もいろいろな角度からその研究に寄与できる可能性をもつ鉱物であります。このような事情を考慮に入れて、豊橋市制施行100周年の記念事業の一つとして、高師小僧に関するシンポジウムを開催することにしました。たまたま日本近代鉱物学の先駆者小藤文次郎博士が高師小僧を記載して110年ほどになるというのも何かの縁だろうと思います。

午前10時30分から午後2時30分までシンポジウムが開かれ、220人を超す出席者がありました。この出席者数の多さは、高師小僧に対する関心の高さを示しています。4氏と1グループによって、高師小僧の研究史、市内外の産地・産出状況・形態、化学組成、形成のメカニズムなどについて、新しい研究成果や情報が報告されました。報告者には、専門研究者にまじって豊橋市の小学生や市民が加わっています。どの研究報告にも出席者から活発な質問や意見が出され、実り多いシンポジウムになりました。このシンポジウムは、高師小僧研究の現在の水準を示しているといつてよいと思います。

今回、報告者のご協力を得て、シンポジウムの報告書を出版することになりました。高師小僧については、これまでの研究で多くのことが分かってきました。しかし、いつ・どのようにして高師小僧ができたかについては、まだなぞがたくさん残っています。この報告書が高師小僧への関心を高めること、またその今後の研究進展に役立つことを期待します。

このシンポジウムに合わせて行われた高師小僧コンテストには、豊橋市内および市外から60点の自慢の標本の応募がありました。大・小そして形もさまざまな高師小僧が集まりました。こんな高師小僧があるのかとおどろくような奇妙な形のものもありました。また、シンポジウム当日会場の外では、高師小僧から鉄をつくる実験が行われ、多くの見学者の期待のもと成功裏に実験は終了しました。

高師小僧シンポジウムの報告者および参加者の皆様にはご協力を感謝いたします。また製鉄実験を行ってくださった愛知県立豊橋工業高等学校の天野武弘先生と生徒諸氏、野外調査に参加された高師小僧調査隊の隊員にお礼を申し上げます。

豊橋市自然史博物館長 柴田 博

## 目次

<b>I シンポジウム「高師小僧ってなあに？」</b>	
「高師小僧ってどんなもの？」 鈴木直子	2
「高師小僧の研究史」 松岡敬二	6
「高師小僧見て歩き」 吉田哲朗	15
「高師小僧から鉄をつくる—その企画と準備—」 加藤千茶子	18
「高師小僧の形成メカニズム」 吉田英一	22
総合討論	26
<b>II 製鉄実験</b>	
「高師小僧から鉄をつくる—実験操作と操作解析—」 天野武弘・橋本英樹	33
<b>III 高師小僧コンテスト</b>	40
<b>IV 収蔵資料紹介展「高師小僧」</b>	44
<b>V 現地見学会「高師小僧調査隊」</b>	50
<b>「とよはし高師小僧フェスタ」アンケート結果</b>	51

# I シンポジウム「高師小僧ってなあに？」

日 時：平成 18 年 11 月 19 日（日）10:30～14:30

場 所：豊橋市自然史博物館 特別企画展示室



▲シンポジウム会場の様子



▲天伯小学校児童の発表風景

# 高師小僧ってどんなもの？

鈴木直子(豊橋市立天伯小学校)

## 1. はじめに

平成 18 年度、天伯小学校 6 年生は総合的な学習のメインテーマを「豊橋総合動植物公園から学ぼう」と設定し学習しました。児童の一人ひとりが興味、感心、疑問を持ったことについて、豊橋総合動植物公園や豊橋市自然史博物館と関わりながら追求したり解決したりしてきました。その中で、3 人の児童（川崎裕貴、松下柁輝、下村太陽）が高師小僧に関心を持ち研究しました。

天伯小学校区は戦後の開拓によって農地が開かれた所です。その当時、開墾したり畑を耕したりしていると、しばしば高師小僧が出てきたという話が伝わっています。また、校区には高師小僧を拾うことのできる崖があり、拾った経験のある子やそれを大切にしている子も大勢います。また、校舎内にはかつて高師小僧について研究した卒業生の研究成果も展示してあります。彼らが、研究テーマを設定するにあたり、自然史博物館の展示物を見て、校区の中をよく探せば、この展示物のような場所を自分たちの力で見つけれられるかもしれない、探してみたい、調べてみたい、という思いを持ったのも自然なことと思われます。本報告は児童 3 人が発表した内容に基づきまとめたものです。

## 2. 高師小僧の採集と調査

まず、校区や校区の近くで高師小僧をさがすことから研究をスタートしました。夏休みに彼らと一緒に私も採集に行きました。友達から場所を聞いたり、実際に採集したことがあるという子に案内してもらったりして、まずは豊橋市西幸町のサイエンスコア（以下サイエンスコア）の近くを探しました。草で覆われた北側の崖（第 1 図）やサイエンスコア向かいの浜池公園の周辺（第 2 図）、豊橋市立高師台中学校の南側の空き地などです。そこでは、気をつけてよく見ると高師小僧を採集できました。

他には、校区内にある天伯町三ツ山の第 3 公園西側のシソ畑下の崖（第 3 図）で高師小僧を見つけています。ここは、高師小僧がよく採集できる場所ということで天伯小学校の児童には良く知られている所です。彼らは、そこの地形や土の色から「高師小僧が見つかる所は赤土の崖の所だ」と思い込んでいました。しかし、サイエンスコア周辺の何か所かを採集するうちに、高師小僧があるのは必ずしも赤土の崖の所とは限らないということがわかってきました。土の色が灰色の所では灰色の高師小僧が見つかりましたし、崖でなく



第 1 図 豊橋市西幸町豊橋リサーチパーク



第 2 図 豊橋市西幸町浜池公園



第3図 豊橋市天伯町三ツ山第3公園西のシソ畑



第4図 豊橋市天伯町大穴池西の高台

地表で拾える所もありました。慎重に掘り進めても長い物や大きい物と出会うことはなく、このように見つけやすい場所では、今では、自分たちの願うような物を見つけて出すのは困難であることもわかりました。また、校区の工事中の赤土の崖を見つけ「あそこならば、高師小僧が必ず見つけられる。」と勇んで採集にいったのですが、そこでは見つけることができませんでした。さらに、卒業生が高師小僧の研究をするきっかけになった校区の大穴池の西の高台（第4図）は、地形も土の色も、彼らの「高師小僧が見つかる場所」のイメージとは大きくかけ離れた所でした。

### 3. 高師小僧を含む土

高師小僧を採集したとき、その場所の土も一緒に持ってきました。それらを広げて乾かしてみると、それぞれの場所による土の色の違いがとてもよくわかりました。特に、彼らに関心をもったのは灰色の土でした。そこで栗田（2004）の「土のコレクション」という本を読みました。この本には、日本各地で採取した土がカラー写真で紹介され、解説もされています。その本の中で、土の色を決める主役は鉄分であること、土に含まれている鉄が酸素と結びつきやすい鉄だと土の色は赤色、茶色、オレンジ色、そして、酸素と結びつきにくい鉄だと土の色は灰色、青色、緑色だという説明がなされていました。これによって、灰色の土のなぞがとけたように思いました。また、高師小僧ができる所は鉄分の多い土地だということを知っていた彼らでしたが、この本との出会いにより、土の中の鉄分について調べたいという関心が高まりました。

### 4. 土の鉄分を調べる実験

本当に土の中に鉄が含まれているのか、また、高師小僧に鉄が含まれているのかを実際に調べることにしました（第5図）。実験の方法は天伯小学校の理科担当の天野保幸先生に、6年生でも安全に行えて、はっきり変化を見ることができ、子どもの目で見ても結果に納得のいくものということで教えてもらいました。

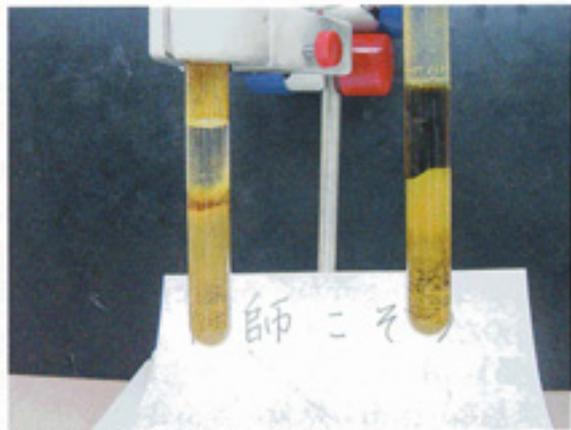
#### <実験方法>

- ①採集した土や高師小僧を乳鉢で細かくすりつぶす。
- ②水を加えて泥水状の物を作る。
- ③2本の試験管に分けてしばらく置き、上澄み部分を捨てる。（鉄分は重いので、下にたまるだろうと考えました。）
- ④2本の試験管の1本に水、もう1本に塩酸をいれ、土とよく混ぜ合わせしばらく置いて変化を見る。

この方法で実験した結果、どの土に入れた塩酸も鉄分と反応して濃い黄色やオレンジ色



第5図 実験の様子



第6図 高師小僧の実験結果



第7図 根の痕跡が残る高師小僧



第8図 この研究をまとめた3人の児童

になり、土の色も一部変化しました。特に、高師小僧をすりつぶした物は変化が顕著で、濃いオレンジ色になりました（第6図）。

## 5. 高師小僧のでき方

採集してきた高師小僧をていねいに調べると、管の中に植物の根のような物が残っている物も見つかりました。また、掘り出してきた高師小僧が埋まっている状態の土の塊の中に、植物の根が見られる物がありました（第7図）。その根の周りには他のところと土の色が違っていました。彼らはこういう状態の所に徐々に高師小僧ができるのではないかと考えました。

鉄分の多い湿地で植物の根が水分を吸い上げると、根の周りには鉄分が多く残り、鉄分の多い土で根が覆われます。他の所の土とは異なるものが根の周りにでき硬く固まります。その後何年もたつと中の根は腐ってなくなるのでそこに穴があき、管のような形になります。高師小僧のでき方について、このように予想しました。

## 6. 研究してわかったこと

以下は、3人の児童（第8図）が今回の研究を通じて感じたことをまとめたものです。  
 [川崎裕貴] 開拓の時、土地を耕すと高師小僧がたくさん出たということを知ることがあります。でも調べたら、天伯のどこでも掘れば高師小僧が出るわけではないということがわかりました。高師小僧ができるためには、鉄分の多い湿地というだけでないほかの何かが必要なようです。それが何なのかを知りたいです。それがわかれば、ぼくたちの力で

高師小僧を作ることができるのでしょうか。そして、何年ぐらいかかるとどれくらいの大きさや太さの物ができるのかも調べることができそうに思います。

【松下 柁輝】 高師小僧について調べたり聞いたりして、鉄分の多い土地でしかも湿地に多くできるということがわかりました。しかし、ぼくたちは社会科や総合的な学習の勉強で、天伯は開拓の時、乾いた固い土の荒地で、作物を育てるのにとっても苦勞したことや豊川用水の開通で、やっと水の心配をせずに畑が作れるようになったということを学びました。それなのになぜ湿地なのかが不思議です。今は乾いた固い土地でも、昔はそこが湿地だったということでしょうか。それなら、大きい高師小僧ができるまでにはすごい年月がかかっているのだと思います。

【下村 太陽】 高師小僧ができる土地や高師小僧には鉄分がたくさん含まれていることがわかりました。でも、鉄分が多く含まれている土の色がすべて赤いとは限りません。校区の中で、ありそうだった所にはなく、ここでは見つからないだろうと思った所で見つけることができました。

ぼくたちが見つけたいと思っていた大きい高師小僧や長い高師小僧は、何か所か採集に行ったら見つけることはできませんでした。でも、ぼくたちが高師小僧の勉強をしているということを知った父の職場の人のお父さんが、ぼくたちに大きい高師小僧をくれました。どうしてかという、最初は見せてくれるだけのはずだったのが「どうしてこれができるか知っているのか？」という質問に、ぼくが答えたら「そうか、勉強しているのか。」と言って、おもしろい形の大きな高師小僧をくれることになったのです(第9図)。真剣に取り組んでいると、様々な人が協力してくれたり応援してくれたりするのだと思ってうれしかったです。



第9図 おもしろい形の高師小僧

## 謝 辞

高師小僧産地の採集や調査、シンポジウムの発表にあたっては、天伯小学校の川崎裕貴、松下柁輝、下村太陽のご家族と関係者の方々のご協力に特に厚くお礼申し上げます。また、高師小僧の鉄分を調べる実験方法では、天伯小学校の天野保之教諭に大変お世話になりました。また、高師小僧に関する情報を提供して頂いた天伯小学校児童とその関係者、豊橋市自然史博物館の松岡敬二氏にこの場を借りてお礼申し上げます。

## 引用文献

栗田 宏一, 2004. 土のコレクション, フレーベル館.

# 高師小僧の研究史

松岡敬二(豊橋市自然史博物館)

## 1. はじめに

「タカシコゾウ」という最初の表記は、羽田野敬雄(1798-1882)の『参河國古歌名蹟考下巻』(1844)の中に見られます(松岡, 1998; 大島, 1998b)。現在使われている漢字表記の「高師小僧」は、西洋より導入された鉱物学が成立して間もない頃の明治28年(1895)に小藤文次郎(1856-1935)により提唱されました。これ以降も高師小僧については、論文(八木, 1899; 佐藤, 1900; 圓越, 1901; 君塚, 1932; 兼松, 1953; 高田, 1989; 吉田・松岡, 2004 など)、教科書や図鑑類(比企, 1898; 安東, 1906; 比企, 1915; 伊藤, 1938; 和田, 1954; 木下, 1957; 實野, 1964; 木下・小川, 1967; 長谷川・加藤監, 1976; 堀, 1992; 松原, 1999 など)、辞典類(加藤監・渡邊編, 1935; 京大地学会, 1950; 岡本・木下, 1959; 今井編, 1968; 地学団体研究会・地学事典編集委員会, 1970; 人文社観光と旅編集部編, 1982; 池田編, 1994<sup>1)</sup>; 地学団体研究会・新版地学事典編集委員会, 1996; 斎藤, 1997 など)、随筆(團, 1977)他に取り上げられています。

豊橋の高師原地域で使われていた方言「タカシコゾウ」が学術名として定着し、教科書や図鑑類で紹介されてきました。市内の高師台中学校の校庭の一部が昭和32年(1957)に愛知県の天然記念物の指定地に指定され、豊橋の文化の中に現在も引き継がれています。

本報は豊橋市制施行100周年記念事業であるシンポジウム「高師小僧ってなあに？」において発表した「高師小僧の研究史」の内容を踏まえ、高師小僧命名の由来や研究の歴史をまとめたものです。

## 2. 高師小僧の系譜

### (1) 高師小僧の名前成立前

李(1596)の『本草綱目』(第1図)は、慶長9年(1604)以前に中国から伝わり、林羅山により徳川家康に献上されています(磯野, 2002)。その後、『和語本草綱目』(岡本, 1698)など数多く日本語に翻訳されました。さらに、『本草綱目』は貝原益軒の『大和本草』(1709)、寺島良安の『和漢三才図会』(1712)、小野蘭山の『本草綱目啓蒙』(1803)などに見るように本邦の本草学の底本となりました。

江戸時代から明治時代にかけて高師小僧にあたる名称は、江戸、大阪、名古屋などで開かれた物産会・薬品会の目録や本草学の書において土股孽、石棗、無名異、管石、キツネノコマクラなどが使われています。木内(1773)は全国各地から産する鉱物・化石などを『雲根志』にまとめており、愛知県では内海の「土股孽」と日間賀島の「石棗」として高師小僧を記録しています。『張州雑志』(内藤, 1789)に図示されている「石棗」は明らかに高師小僧です。尾張・三河の土股孽の産出記録としては、『三河国大津名蹟綜録』(山本, 1803)、『薬品會物品録』(尾張塾学館, 1833)、『未乙本草會物品目録』(菅百社, 1835)、『参河国名所図会』(夏目, 1851)があります。

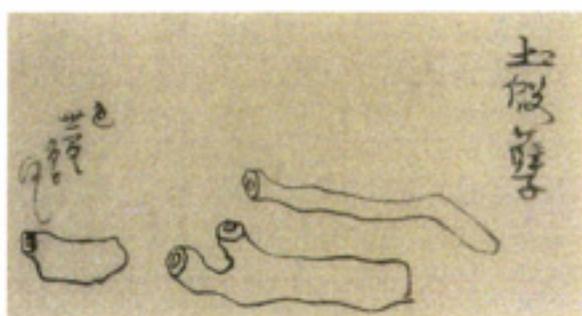
木村兼葭堂(1736-1802)は、稿本『兼葭堂日本石譜 上・下』<sup>2)</sup>の根拠とされる標本が大阪市立自然史博物館に保管されています(益富, 1982)。この一式の標本の中には、土股孽も含まれ当時の本草学者や弄石家の収集品を知る上で貴重です。『丙辰日誌』(1856)は、松浦武四郎(1818-1888)の樺太調査紀行文ですが、その「按北越従」に土股孽の挿絵(第

<sup>1)</sup> 大島(1998a)で指摘があるように高師小僧の命名者の小川琢治は誤記で、小藤文次郎が正しい。

<sup>2)</sup> 昭和62年(1987)に梶山彦太郎さんにいただいたコピーによります。



第1図 『本草綱目』の表紙と土股撃部分  
(長野電波技術研究所蔵)



第2図 『丙辰日誌』の土股撃挿絵  
(松浦武四郎記念館蔵)



第3図 川喜田政明の収集の高師小僧  
(奇石博物館蔵)



第4図 『参河國古歌名蹟考 下巻』表紙  
(豊橋市中央図書館蔵)

2 図) があります(高倉編, 1978)。また、三重県松阪市にある松浦武四郎記念館には、松浦武四郎が明治期に集めた雲出川の土股撃を連結した標本が保存されています。松浦武四郎記述の土股撃は、絵や残された標本により明らかに高師小僧です。

静岡県富士宮市にある奇石博物館の展示物で、川喜田政明(1822-1879)の鉱物・化石の収集品の中に土股撃(第3図)が含まれています。このラベルには、土股撃とタカシコゾウ、キツネノコマクラの名が併記されていることから、羽田野(1844)と小藤(1895)の間に作られた標本と見ることができます。また、政明(幼名は崎之助)は、三重県津市の生まれで、読書室物産会に24歳から参加し、津を中心に活躍した本草学者であり、松浦武四郎と親交がありました。明治6年(1873)に専修寺で博覧会を主催しており(三重県自然史研究会編, 1994)、現存する土股撃の標本はこの博覧会に出品した標本であった可能性が高いです。

## (2) 高師小僧の成立

静岡県湖西市白須賀から愛知県豊橋市高師原にかけての小高い丘は、高師山と呼ばれ、古来より歌枕として多くの歌人に詠まれた場所です。羽田野(1844)の『参河國古歌名蹟考 下巻』(第4図)には、高師山にまつわる歌が集められています。その高師山の部分に「タカシ山に多く産する俗にタカシコゾウ言物」とあります。高師の名は、平安時代まで遡る高蘆郷に始まり、後に高足・高志の表記もあります(「角川日本地名大辞典」編纂委員会・

竹内, 1989)。コゾウ(小僧)については、石の形状が小僧状<sup>3)</sup>のものが多くことが名称の起りであると言われていています(乙部編, 1936)。小僧状の形態とは、昭和17・18年まで地元で「赤チンボ」と呼ばれていた(浦川末一, 私信)ように、子供のオチンチン<sup>4)</sup>の形から来ているとも考えられます。三河國渥美郡高師村(1881)には高足童<sup>5)</sup>(タカシコゾ)とあり、別名が管石或は無名異のこととあります。

猪間(1894)には、「三河国宝飯郡辺に多く産する高師子僧<sup>6)</sup>と称するもの及禹餘糧、土殷孽等は如何なるものに候や」の質問に対する回答が載っています。それには、小藤文次郎の弟子である比企忠が地元の呼び名についての情報と共に高師小僧の標本を提供していることがわかります。翌年には、高師小僧が記載された小藤(1895)の論文が『地質学雑誌』に発表されています。この標本も比企忠による採集品です。高師小僧の名前の提唱は、金石学の終焉とされる明治26年(1893)(岡田, 1955)の直後で、近代鉱物学の始まりの時期と一致しています。

加藤監・渡邊編(1935)の『地学辞典』には、高師小僧のローマ字Takashikozoの表記がみられます。Yoshida et al. (2006)では、“Takashikozo”として紹介されています。

### 3. 教科書及び図鑑の高師小僧

鉱物学の最初の普及書に比企(1898)の『鉱物教科書』があり、褐鉄鉱の項目に高師小僧が紹介されています。それ以降主なものは第1表のとおりです。

第1表 高師小僧の記述のある教科書・辞典・図鑑

編著者	年号	名称	備考
安東伊三次郎	1906	高師小僧	一種の沼鉄(Bog Iron Ore)
脇水鐵五郎	1908	褐鉄鉱	褐鉄鉱下に高師小僧
稲葉彦六	1914	黄土石	樹枝状の黄土石を高師小僧
大築佛郎・内山延次郎	1922	褐鉄鉱	植物の根・幹等を黄土石:別名高師小僧
脇水鐵五郎	1922	褐鉄鉱	黄土石の一種、高師小僧
森川 勉・島山久重	1923	沼鉄鉱(褐鉄鉱)	高師小僧とは何か
佐藤傳藏	1925	沼鉄鉱	結核物(高師小僧)
中村新太郎	1932	褐鉄鉱	褐鉄鉱が草の根を覆った管状物
藤本治義	1934	高師小僧	褐鉄鉱の特別な産状
加藤武夫・渡邊 貫	1935	高師小僧 Takashikozo	管状の褐鉄鉱
和田八重造・栗津秀幸	1936	褐鉄鉱	俗に高師小僧
金子 勇	1937	褐鉄鉱	高師ヶ原に多く産出するため名前が付く
伊藤貞市	1938	褐鉄鉱	高師小僧(針鉄鉱よりなり、産状に注目)
和田八重造	1954	褐鉄鉱	俗に高師小僧(カラー図版付)
木下亀城	1957	褐鉄鉱	高師小僧 “Takashikozo”
柴田秀賢・須藤俊男	1964	高師小僧	沼鉄鉱の一種
長谷川善和・加藤磐雄	1976	高師小僧	変わった形の堆積岩
堀 秀道	1992	針鉄鉱	高師小僧
松原 聡	1999	針鉄鉱	鍾乳石状のものを高師小僧

<sup>3)</sup> 柳田(1917)の「一目小僧」にあるように一本足のものを小僧と連想したのかもしれませんが。

<sup>4)</sup> 同様な意味で、高師小僧の別名を長崎県で「岩のちんぼ」、山形県鶴岡で「河童のしっこ」があります(岡本・木下, 1959)。

<sup>5)</sup> 『豊橋市史』では高師童となっていますが、原本では高足童。

<sup>6)</sup> 高師子僧の字が使われています。小藤(1895)で小僧となります。

早くから教科書に高師小僧が紹介された経緯は、明治 35 年（1902）に小藤文次郎と神保小虎が「地質及び鉱物」の教授項目選定委員（倉林，2000）に就いていることが要因に思えます。宮沢賢治の著作である『或る農学生の日誌』（1924）に北上川の川原での部分に高師小僧がでてくることから、大正時代末には教育現場に浸透しています。

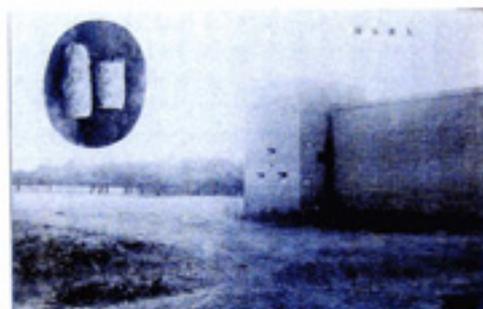
高師小僧は各地から産出するために、これまで多くの地域の地質誌・鉱物誌やガイドブックに紹介されています（岡本，1900；伊藤，1938；益富・内山編，1940；老津村史編纂委員編，1958；岡本編，1958；愛知県東部地質研究会，1971；豊橋市立天伯小学校，1973，1982，2004；高師風土記刊行委員会，1976；地学団体研究会札幌支部編，1977；磯部編，1979；加藤ほか，1979；加藤編，1980；自然観察資料集作成委員会，1984；池田，1985<sup>7)</sup>；大森，1989；地学団体研究会静岡支部編，1992；磯部，1996；名古屋鉱物同好会編，1996；松岡・松岡，1999；「豊橋の自然発見」編集委員会編，2000；音羽町，2005）。

#### 4. 高師小僧の形成

高師小僧の形成メカニズムについては、これまで大きく 2 つの考えが提唱されています。鉄イオンの沈殿による無機説と鉄バクテリア（鉄細菌）が関与する有機説です。前者は、小藤（1895）、安東（1909）、比企（1915）、君塚（1932）、竹生・柿原（1947）、兼松（1953）、兼松・南部（1956）、立川ほか（1966）、益富（1973）、塚本（1983）、埼玉県川越市立芳野中学校科学部（1987）、高田（1989）などがあります。小藤（1895）は、植物の根の周囲に鉄が固着してできると説明し、結核ではないことを述べています。君塚（1932）は、植物体の表面を鉄分が被覆し、本体が枯れてから内側に成長するため、高師小僧は植物体の仮像としています。兼松（1953）、兼松・南部（1956）は、樹の根の周囲に第二鉄が沈着して生成することを指摘しています。立川ほか（1966）は、植物体が導管の役目を果たし、幹から外側に  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Fe}(\text{OH})_3$  及び  $\text{Al}(\text{OH})_3$  が同心環に付着成長するとしています。益富（1973）は、鉄のゾルが吸着し、その表面に水酸化鉄の皮膜が生じるものと考えています。高田（1989）は、イオンの酸化・還元によって鉄（ $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 、 $\text{FeOOH}$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ）が沈殿して形成されるとしています。後者は、柴田・須藤（1964）、愛知県東部地質研究会（1971）、奥山（1975）、塩崎（1984）、吉田・松岡（2004）、Yoshida et al.（2006）などがあります。柴田・須藤（1964）は、湖沼中に生息する鉄バクテリアが水中にとける重炭酸鉄を酸化して作った褐鉄鉱が高師小僧であると説明しています。吉田・松岡（2004）、Yoshida et al.（2006）では、高師小僧形成にあたり、実際に鉄バクテリアが関与していることを明らかにしています。

#### 5. 天然記念物への道

柿原編（1912）、愛知縣（1914）、愛知県渥美郡教育會編（1915）、大口（1916）、愛知県渥美郡役所（1924）、愛知県八名郡役所（1926）、田中（1935）、乙部編（1936）、柿原（1941）、栗原監（1949）、水口（1996）に高師小僧が紹介され、愛知県では早くから学術的に注目されていたことがわかります。高師原は第 15 師団兵營が設置され、広大な原野が練兵場となり、そこには高師小僧が散在していることが記録されています（愛知県渥美郡教育會編，1915）。その頃の景観は、昭和 10 年頃発行の『高師原演習廠舎絵はがき』（第 5 図）でもうかがい知ることができます。



第 5 図 『高師原演習廠舎絵はがき』  
（豊橋市美術博物館所蔵）

<sup>7)</sup> 壁土に混ぜる切として利用されました。

初代豊橋市長である大口喜六（1870-1957）の著書の『豊橋市及其附近』（1916）のなかに酸化鉄の天然結晶「通称タカシ、コゾウと言う」の記述があります。

高師原は、高師小僧の模式地であり、多いところでは50㎡で400個も産出するため、天然記念物として保護すべきことを提言しています（田中，1935）。しかし、高師原の軍事演習場は第二次世界大戦後には農地に転用する開拓が始まり、昭和32年（1957）の10月4日に愛知県の天然記念物としてやっと指定（豊橋市高師台中学校校庭165㎡）されました。その間、北海道名寄市の高師小僧（昭和14年（1939）9月7日）と、滋賀県日野町の高師小僧（昭和19年（1944）11月13日）が国の天然記念物として指定されています。

本家の高師小僧発祥の地が県指定である高師原においては、高師小僧が見られる場所が減少しています。この状況を勘案して、平成12年（2000）11月21日に豊橋市西幸町の350㎡が追加指定されました。

## 6. 高師小僧の利用

### （1）製鉄

鉄を含む鉱物（自然鉄）のうち、鬼板、高師小僧、湖成鉄は早くから採取の対象となったことが推定されています（森，1983）。古いものでは縄文時代後期にさかのぼる可能性も指摘されています（百瀬，2006）。しかし、高師小僧が鉄の原料として使われていた明確な証拠は報告されていません。窪田（1991）が紹介しているように高師小僧の鉄の含有量はせいぜい30%程度で、効率の良い原料であったとはいえません。戦時中に、鉄不足のために高師小僧を原料に製鉄が行われた記録はありますが（太田好治，私信）、実際には生産に結びつかなかったようです。

### （2）薬

正倉院に保存されている鉱物薬は、奈良時代の『種々薬帳（東大寺献物帳）』（756）で内容を知ることができます（清水，1949）。益富（1973）は、鉱物学者の立場で正倉院の御物を検討し高師小僧と成因的に類似する禹余糧は含まれていますが、高師小僧は見いだしていません。

土股撃は鉱物薬として価値が認められていたことは確かです。渡辺（1816）は『崋山先生謾録』に「三河に多産する土股撃は、下痢や寒熱の薬」であることを記録しています。この効能については、加賀藩の蘭方医であった吉田長淑（1776-1824）の教授によるものです。

松浦武四郎の天塩川の河口から上流への調査記録をまとめた『天塩日誌』（1861）には、アイヌからの聞き取りによると土股撃（トイチー）は腹痛や瀉気（胃痛）、泄瀉（吐き気）に効くことを記しています（丸山，1976）。

愛知県医師会（1971）の『愛知県医事風土記』には、高師小僧の乾燥粉末が血止めに使われていたとあります。これは、「高師小僧」の詩（乙部編，1936）に「痛いな 血止めだ 血を止めよ」があり、崋山の時代から地元では知られていた効能であったようです。大正時代後期から昭和の始めにかけて豊橋市の浜道街道の縁日には、雁皮紙に包んで傷薬として高師小僧が売られていたそうです（山本四一，私信）。

### （3）展示

西洋から博物館の概念が日本へ導入されると、近代的な学問体系に基づく展示が始まります。明治5年（1872）には、東京湯島聖堂で初の展覧会が開催されました。これが日本における博物館の始まりとされ、明治8年（1875）に「東京博物館」が誕生しています（国立科学博物館，1998）。

明治6年（1873）のウィーン万博や東京で開催された明治10年（1877）の第1回内国勸業博覧会に出品している標本の内容は、「博物館列品目録」（博物館，1880）でみることができます。この目録作成は当時の鉱物学の第一人者である和田維四郎があたっています。



第6図 機関誌「高師小僧」（昭和32年4月号）  
（高橋新太郎文庫所蔵）



第7図 お菓子「高師小僧」の外箱の包装紙  
（春花堂提供）

その中に、三河吉田在高師山産の褐鉄鉱の標本が含まれています。これは産地からみて高師小僧であると推定でき、すでに褐鉄鉱の特異な形状の一つとして注目されていたことがわかります。

現在では高師小僧の標本は、日本各地の博物館に展示されています。市内の博物館では、豊橋市地下資源館<sup>8)</sup>と豊橋市自然史博物館に展示されています。

#### （4）機関誌とお菓子の名前

豊橋市は、日本三大紡績の一つである大日本紡績が誘致され昭和の初めまで繊維産業の東三河の中心でした。その大日本紡績労働組合豊橋支部発行の機関誌名（第6図）に、「高師小僧」が使われています（大日本紡績労働組合豊橋支部，1957）。

豊橋市内にある和菓子屋（春花堂）では、「高師小僧」の名前のお菓子（第7図）が平成13年（2001）まで販売されていました。高師小僧に似せた5cmほどの筒型のお菓子で、中に餡が入っていました。

#### （5）百人一首とカルタ

豊橋市市制施行100周年を記念して作られた『とよはし百人一首』（とよはし百人一首実行委員会，2006）と『いいとこ発見！とよはしカルタ』（豊橋発見カルタを作る会，2006）があります。『とよはし百人一首』では、「幼き日に隠した宝箱の中高師小僧とビー玉ふたつ」、「高師山かんらん畑の高師小僧伊勢街道の話聞きたし」の2首に高師小僧が詠まれています。また、『いいとこ発見！とよはしカルタ』では、（ち）の札に「地中からニョキッと顔出す高師小僧」があります。

### 謝 辞

高師小僧の標本や産地の情報を提供していただいた北林栄一、中尾宜民、北村孔志、文献や情報の提供を頂いた豊川市在住の大島信雄、豊橋市在住の吉田哲朗、山本四一、吉川利明、浦川末一、名古屋大学博物館の吉田英一、愛知文教大学の岸 雅裕、北九州市立自然史・歴史博物館の岡崎美彦、浜松市博物館の太田好治、豊橋市二川宿本陣資料館の三世善徳、奇石博物館の荻原美広、松浦武四郎記念館の山本 命、益富地学会館の藤原 卓、三重県立博物館の平瀬みえ、ノラ・コミュニケーションズの中川順一、豊橋市地下資源館の家田健吾、坂本博一、豊橋市自然史博物館の加藤千茶子、故梶山彦太郎の諸氏、および春花堂、愛知県史編纂室、長野電波技術研究所、豊橋市中央図書館、豊橋市美術博物館に感謝します。

<sup>8)</sup> 高師小僧の絵葉書を平成4年（1992）より販売しています。

## 引用文献

- 愛知縣, 1914. 愛知縣史 上巻. 国書刊行会.
- 愛知県渥美郡教育會編, 1915. 渥美. 愛知県渥美郡教育會.
- 愛知縣渥美郡役所, 1924. 渥美郡史. 愛知縣渥美郡役所.
- 愛知県医師会, 1971. 愛知県医事風土記. 愛知県医師会.
- 愛知県東部地質研究会, 1971. 東三河の地学アルバム. 鳳来寺山自然科学博物館.
- 愛知県八名郡役所, 1926. 八名郡誌. 国書刊行会.
- 安東伊三次郎, 1906. 礦物界之現象. 光風館書店.
- 地学団体研究会・地学事典編集委員会, 1970. 地学事典. 平凡社.
- 地学団体研究会札幌支部編, 1977. 地質あんない 札幌の自然を歩く. 北海道大学図書刊行会.
- 地学団体研究会・新版地学事典編集委員会, 1996. 新版地学事典. 平凡社.
- 地学団体研究会静岡支部編, 1992. 静岡の自然をたずねて. 築地書館.
- 大日本紡績労働組合豊橋支部, 1957. 高師小僧. 昭和32年4月号.
- 團伊玖磨, 1977. 続々パイプのけむり. 朝日新聞社.
- 圓越常吉, 1901. 今熊野土取場の高師小僧. 地質雑, 8, 297.
- 藤本治義, 1934. 地質鉱物学提要. 三省堂.
- 羽田野敬雄, 1844. 参河国古歌名蹟考下巻.
- 博物館, 1880. 博物館列品目録 天産部第三 礦物類. 博物館.
- 長谷川善和・加藤磐雄監修, 1976. 学研の図鑑 化石・岩石. 学習研究社.
- 比企 忠, 1898. 鉱物教科書. 金港堂書籍株式会社.
- 比企 忠, 1915. 中等礦物教科書. 積善館.
- 堀 秀道, 1992. 楽しい鉱物図鑑. 草思社.
- 池田芳雄, 1985. 大地は語る. 光栄社.
- 池田芳雄編, 1994. 愛知県の不思議事典. 新人物往来社.
- 今井龍雄編, 1968. 標準百科事典. 保育社.
- 稲葉彦六, 1914. 中学礦物教科書. 光風館書店.
- 猪間収三郎, 1894. 第四一四問 三河国宝飯郡宝飯郡辺に多く産する高師小僧と称するもの及び禹餘糧. 土股學等は如何なるものに候や. 地学雑, 6, 590.
- 磯部 克編, 1979. 三重県地学ガイド. コロナ社.
- 磯部 克, 1996. 鉱物の博物誌. 創栄出版.
- 磯野直秀, 2002. 日本博物誌年表. 平凡社.
- 伊藤貞市, 1938. 本邦礦物圖誌. 大地書院.
- 人文社観光と旅編集部編, 1982. 郷土資料事典. 愛知県・観光と旅. 人文社.
- 實野恒久, 1964. 岩石鉱物図鑑. 保育社.
- 「角川日本地名大辞典」編纂委員会・竹内理三, 1989. 角川日本地名大辞典「愛知県」. 角川書店.
- 貝原益軒, 1709. 大和本草. 復刻, 有明書房.
- 柘原喜多朗, 1941. 愛知縣産岩石並礦物採集必携. つわもの社.
- 柘原明十編, 1913. 愛知縣の地質 附岩石説明. 愛知縣山林會.
- 金子 勇, 1937. 学習と受験急所を掴む礦物学. 駁々堂書店.
- 兼松四郎, 1953. 滋賀県別所産の高師小僧について. 岩鉱, 37, 117-122.
- 兼松四郎・南部松夫, 1956. 滋賀県別所産の高師小僧に含まれる含水酸化鉄について. 岩鉱, 41, 151-154.
- 加藤 昭・松原 聡・野村松光, 1979. 鉱物採集の旅5 東海地方をたずねて. 築地書館.
- 加藤 弘編, 1980. とよはし・地学めぐり. 豊橋地学同好会.
- 加藤武夫監修・渡邊 貢編輯, 1935. 地学辞典. 古今書院.
- 君塚康治郎, 1932. 大阪府待兼山産高師小僧. 地球, 18, 1-17.

- 木下亀城, 1957. 原色鉱物図鑑, 保育社.
- 木下亀城・小川留太郎, 1967. 標準原色図鑑全集 6 岩石鉱物, 保育社.
- 木内石亭, 1773. 雲根志. 今井功注釈解説 (1969), 築地書館.
- 国立科学博物館, 1998. 写真で見た国立科学博物館 120 年の歩み, 財団法人科学博物館後援会.
- 小藤文次郎, 1895. 高師小僧. 地質雑, 2, 238-240.
- 窪田藏郎, 1991. 鉄の文明史, 雄山閣.
- 倉林三郎, 2000. 日本の地学教育の歩み 1868 年~1945 年, 地学双書 31, 地学団体研究会.
- 栗原光政監修, 1949. 渥美の地理, 原田屋書店.
- 京大地学会, 1950. 地学辞典, 三井社.
- 李時珍, 1596. 本草綱目.
- 丸山道子, 1976. 松浦武四郎著 天塩日誌, 札幌凍土社.
- 益富寿之助, 1973. 正倉院薬物を中心とする古代石薬の研究, 正倉院の鉱物 1.
- 益富寿之助, 1982. 兼葭堂奇石コレクション, 京大号 について, 木村兼葭堂日記標本, 大阪市自然史博物館 収蔵資料目録第十四集, 1-18.
- 益富寿之助・内山平八郎編, 1940. 京都府礦物誌, 京都礦物趣味の會.
- 益富地学会館, 1994. ポケット図鑑 日本の鉱物, 成美堂出版.
- 松原 聰, 1999. 鉱物カラー図鑑, ナツメ社.
- 松岡敬二, 1998. 高師小僧の名前の由来, 演旨, 日本地質学会第 105 年学術大会講演要旨, 299.
- 松岡敬二・松岡孝子, 1999. 豊橋の大地を読む, 地球のふしぎ探検—フィールドサイエンス—東海版, 72-78, 風媒社.
- 三重県自然史研究会編, 1994. 三重県の自然史研究年表資料, 三重県総務部学事文書課.
- 三河國渥美郡高師村, 1881. 村誌, 高師村.
- 宮沢賢治, 1924. 『或る農学生の日誌』イーハトーボ農学校の春, 角川文庫 (1996), 角川書店.
- 水口源彦, 1996. 南栄町物語—軍隊の街から学園の街へ—.
- 百瀬高子, 2006. 御柱祭火と鉄と神と—縄文時代を科学する—, 彰流社.
- 森 浩一, 1983. 一銅と金, 221-243, 日本民俗文化大系 3 「稲と鉄」, 小学館.
- 森川勉・島山久重, 1923. 実験観察礦物界之智囊, 中興館.
- 名古屋鉱物同好会編, 1996. 東海鉱物採集ガイドブック, 七賢出版.
- 内藤東園, 1789. 張州雜志.
- 中村新太郎, 1932. 師範礦物界新教科書, 星野書店.
- 夏目可敬, 1851. 参河国名所図絵, 復刻, 愛知県郷土資料刊行会.
- 大口喜六, 1916. 豊橋市及其附近, 豊橋市教育委員会.
- 老津村史編纂委員編, 1958. 老津村史, 老津村史編纂会.
- 岡田陽一, 1955. 金石学と礦物学, 地学研究, 8, 30-36.
- 岡本抱一, 1698. 和語本草綱目, 復刻版(1975), 東洋医学双書, 春陽堂書店.
- 岡本要八郎, 1900. 愛知県幡豆郡鉱物誌.
- 岡本要八郎編, 1958. 長崎県鉱物誌, 岡本要八郎先生御退職記念事業会.
- 岡本要八郎・木下亀城, 1959. 鉱物和名辞典, 風間書房.
- 奥山茂美, 1975. 高師小僧の研究, 地学研究, 26, 127-138.
- 大森昌衛監修, 1989. 東京の自然をたずねて, 築地書館.
- 小野蘭山, 1803. 本草綱目啓蒙, 復刻, 東洋文庫, 平凡社.
- 大島信雄, 1998a. 「高師小僧」命名の由来, 豊川叢報, (96), 6-13.
- 大島信雄, 1998b. 「高師山」と「高師浜」, 東海日日新聞, 平成 10 年 9 月 2 日.
- 乙部静夫編, 1936. 東三河の天然記念物, 三河郷土叢書刊行會.
- 音羽町, 2005. 音羽町史, 音羽町.

- 大築佛郎・内山延次郎, 1922. 鑛物教科書, 帝国書院.
- 尾張鑛学館, 1833. 薬品會物品録.
- 埼玉県川越市立芳野中学校科学部, 1987. マカロニ状岩石の謎. 原子力文化, 1987年3月号, 12-13.
- 斎藤建夫, 1997. 郷土資料事典, 愛知県, 株式会社ゼンリン.
- 佐藤傳藏, 1900. 佐渡に於ける高師小僧. 地質雑, 7, 370-371.
- 佐藤傳藏, 1925. 岩石地質學. 星文館.
- 柴田秀賢・須藤俊男, 1964. 原色鉱物岩石検索図鑑. 北隆館.
- 清水藤太郎, 1949. 日本薬学史. 南山堂.
- 塩崎兵之助, 1984. 高師小僧と縞状鉄鉱. 朝日新聞夕刊2月4日記事.
- 自然観察資料集作成委員会, 1984. 松本盆地のおいたちをさぐる. 松本市教育委員会, 東筑摩塩尻教育委員会, 南安曇教育会, 北安曇教育会.
- 菅百社, 1835. 未乙本草會物品目録.
- 高田雅介, 1989. 京都府八幡市木津川河床に生じた高師小僧とその成因. 地学研究, 38, 151-160.
- 高倉新一郎編, 1978. 武四郎廻浦日記 下. 北海道出版企画センター.
- 高師風土記刊行委員会, 1976. みてわかる高師風土記.
- 竹生欽次・柿原喜多朗, 1947. 博物農業 自然観察紀行案内 三河篇. ライト書房.
- 田中和三郎, 1935. 高師小僧. 愛知県史跡名勝天然記念物調査報告. 天然記念物 其十三, 67-69, 愛知県.
- 立川正久・森川光郎・北川正和, 1966. 琵琶湖の堆積物の研究 その2-古琵琶湖中の高師小僧の成因. 滋大紀要, (16), 37-42.
- 寺島良安, 1712. 和漢三才図会. 島田勇雄・竹島淳夫・樋口元巳訳注 (1987), 平凡社.
- 豊橋発見カルタを作る会, 2006. いいとこ発見! とよはしカルタ. 豊橋発見カルタを作る会.
- とよはし百人一首実行委員会, 2006. とよはし百人一首. とよはし百人一首実行委員会.
- 「豊橋の自然発見」編集委員会編, 2000. 豊橋の自然発見～自然探検への道しるべ～. 豊橋市.
- 豊橋市立天伯小学校, 1973. 郷土誌 天伯, 初版. 豊橋市立天伯小学校.
- 豊橋市立天伯小学校, 1982. 郷土誌 天伯, 第2版. 豊橋市立天伯小学校.
- 豊橋市立天伯小学校, 2004. 郷土誌 天伯, 第3版. 豊橋市立天伯小学校.
- 塚本治弘, 1983. 鉱物 地底からのたより. あかね書房.
- 和田八重造, 1954. 原色日本鉱物図鑑. 風間書房.
- 和田八重造・栗津秀幸, 1936. 原色鑛物圖譜. 松邑三松堂.
- 脇水鐵五郎, 1908. 近世鑛物界教科書. 開成館.
- 脇水鐵五郎, 1922. 新制鑛物教科書. 東京開成館.
- 渡辺崋山, 1816. 崋山先生謄録. 崋山全集第一卷, 日本図書センター.
- 八木貞助, 1899. 土佐産高師小僧. 地質雑, 6, 305.
- 山本貞晨, 1803. 三河国大津名蹟綜録. 豊橋市史編纂委員会(1997), 豊橋市史々料叢書四, 豊橋市.
- 柳田國男, 1917. 一目小僧. 柳田國男全集第7巻, 394-432, 筑摩書房.
- 吉田英一・松岡敬二, 2004. 愛知県豊橋市高師原台地から産する「高師小僧」. 名古屋大学博物館報告, (20), 25-34.
- Yoshida, H., Yamamoto, K., Murakami, Y., and Matsuoka, K., 2006. Formation of biogenic iron-oxide nodules in reducing sediments as an analogue of near-field redox reaction products. *Physics and Chemistry of the Earth*, 31, 593-599.

# 高師小僧見て歩き

吉田哲朗(豊橋市浜道町)

## 1. はじめに

近所のおばさんから教えられた奇妙な形をした、そして一度聞いたら忘れられない名前をもつ不思議な石(第1図)について調べ始めたのは10年前です。当時はインターネットがようやく一般化し始めたころで、自分の情報を世界へ向けて発信できるとみんながホームページ作りに燃えた時期でもあります。しかし、考えてみたら世界に向けて発信するネタなど私には無いことにすぐ気が付きました。反面、高師小僧について調べようとネットで検索しても5~6件しかヒットしませんでした。それなら不足している情報を自分で調べて発信すればいい、と無謀にも高師小僧のホームページを作る決心をしたわけです。



第1図 近所のおばさんからもらった高師小僧

## 2. ホームページ作成の裏話

最初は昔から豊橋に住んでいる方たちからの聞き込みや、図書館での資料調べなどお決まりのことをやっていたのですが、すぐに行き詰まってしまいました。理由はあまりにも情報が少なく、その内容も人の好奇心をくすぐるものが無かったからです。そこで自分をはじめとして、人は何を知りたいのか、どんなきっかけがあれば興味を持ってくれるのかを考え、進め方の再検討をしてみました。

いろいろ考えあぐねている中、職場の同僚に高師小僧を知っているか聞いたところ、豊橋出身者でも地域によっては知らない人がいること、また知っている人は子供の頃かなり親しみを持って高師小僧で石遊びをした思い出を持っていることがわかりました。たくさん的高師小僧を拾ってコレクションみたいなことをした思い出を聞かされ、それならば画像をたくさん使って、訪れた人自身が地面から顔を出している高師小僧を見つけ出した気分になる内容にすれば親近感をもってくれるのではないかと考えたのです。そのために、これからホームページを訪れるであろう人たちに成り代わって方々的高師小僧を見て歩き、画像を集め始めました。

手始めに豊橋市内の高師小学校・芦原小学校・高師台中学校などを訪れて画像集め、検索でヒットした数少ないホームページの管理者にはメールを出して資料の閲覧をお願いしました。その結果、滋賀大学では30年も前に書かれた高師小僧についての卒論の現物を、また愛知大学では学内にある資料を見せていただけました。

うれしかったのは、どこを訪れても快く対応していただけたことです。学校関係者でも研究者でもない単なる一般人でしかない私に時間を割いて案内して下さる方々は何を思っただけこんなに親切にしてくれるのか、私自身最初はわからなかったのですが、自分の足を使って額に汗して行動する姿勢が良かったのではないかと勝手に理解しています。

また、家族の協力もありがたいものでした。最初のきっかけがご近所さんからの情報提供の形だったので、家族全員が高師小僧については興味津々で、標本採取や写真撮影(第2図)など、私だけでは到底手が回らない時間帯にやってもらえてとても助かりました。

さらに地域の方から、秋に色づく槇<sup>1)</sup>の実(第3図)を高師小僧とよんでいることも教

1) 正式名称はイヌマキ、豊橋近辺ではホソバとも呼ばれています。



第2図 地層（豊橋市西幸町）の断面標本採取現場<sup>2)</sup>  
（吉田政子撮影）



第3図 イヌマキの実



第4図 滋賀県蒲生郡の国の天然記念物指定地



第5図 滋賀県の高師小僧

えていただきました。

今や「高師小僧」をキーワードにインターネットで検索をかけると、それこそたくさんヒットするようになりました。インターネットはとても便利で素敵な道具ではありますが、本当の意味でのいい資料は自分の足で手に入れるものだというのが今までの活動を通じて感じたことです。

### 3. 最近の活動

ここ数年の活動は、高師小僧を求めての旅行や旅行ついでの高師小僧探しの記録をホームページ [http://www.geocities.jp/tetu\\_san/](http://www.geocities.jp/tetu_san/) に掲載しています。

内容を一部紹介しますと、滋賀県へ高師小僧の国の天然記念物指定地を探しに行きました。第4図はその時の写真です。場所は田んぼの真ん中ですが、所在がカーナビの地図に表示されるので辿り着くのに何の苦労もありませんでした。そのとき採集したのが第5図の高師小僧です。豊橋の高師小僧の天然記念物指定地は普通の地図には載っていないので、何とかして載せていただけないものかとひそかに夢見ています。

第6図は岩手県花巻市北上川の河床、通称“イギリス海岸”の高師小僧です。イギリス海岸（第7図）とは宮沢賢治が名づけた地名ですが、丹念に探すと高師小僧を見つけることができます。

北海道名寄市の国の天然記念物指定地は、地図には示されていませんが、JR北海道宗谷本線名寄駅（第8図）で下車後、レンタカーを借りてカーナビにセットして辿り着きました。しかし指定地付近は護岸工事がされており（第9図）、土も盛り土したのか元からの

<sup>2)</sup> 豊橋市西幸町浜池公園内と豊橋市自然史博物館に展示されています。



第6図 岩手県花巻市（通称）  
イギリス海岸の高師小僧



第7図 イギリス海岸の案内標識



第8図 北海道名寄市 JR名寄駅



第9図 名寄市の高師小僧の指定地付近

土とは違って、はるばる訪ねたのに高師小僧を見つけることは出来ませんでした。すぐそこに転がっていても目が慣れていないと見つけにくい高師小僧ですが、興味を持った人が探すとひょっこり顔を覗かせてくれている、そんな環境がいつまでも保全されることを期待します。

現在までに訪ねたのは大阪・滋賀・岩手・北海道ですが、これからも全国に足を伸ばして、各地の高師小僧に巡り会いたいと考えています。

## 謝 辞

高師小僧産地の写真撮影やシンポジウムでの発表の資料を作成するにあたり、家族の協力には特に厚くお礼申し上げます。

また、高師小僧に関する情報を提供して頂いた近所の方々や同僚、ホームページ管理者や滋賀大学・愛知大学の関係者、豊橋市自然史博物館の松岡敬二氏、加藤千茶子氏にこの場を借りてお礼申し上げます。

## 高師小僧から鉄を作る－その企画と準備－

加藤千茶子(豊橋市自然史博物館)

### 1. はじめに

今回、市制施行100周年記念事業「とよはし高師小僧フェスタ」を開催するにあたり、その一環として高師小僧から鉄をつくる製鉄実験を企画しました。高師小僧は豊橋市の地名に由来した天然記念物で、このフェスタを契機に高師小僧について多くの人に認識を高めてもらうために、高師小僧を軸に多面的な切り口で紹介する必要があります。

そこで、高師小僧を原料とした製鉄実験を行うことで、高師小僧に対して興味を持ってもらう糸口になるのではないかと考えました。しかし、高師小僧は鉄分が少なく、本当に鉄を取り出せるのか、原料を用意できるのかという課題がありました。

ここでは、主に高師小僧による製鉄実験を行うに至った経緯とその準備などについて述べることにします。

### 2. たたら製鉄とその原料

この製鉄実験は、東三河地域で小型炉による「たたら製鉄」に長年取り組まれている、愛知県立豊橋工業高等学校の天野武弘先生の協力で実現することになりました。

「たたら製鉄」は、明治時代に近代的な溶鉱炉による製鉄技術が導入されるまで、鉄を取り出すために日本各地で行われていた手法です。赤土で造った炉で、主に砂鉄を原料とし、木炭を使って炉の下部から送風して炉内の温度を上げ、1,000～1,400℃の低温で鉄を作ります。現在、鉄を作る高炉では1,500～2,000℃という高温で鉄を作っています。鳥根県や岩手県など「たたら製鉄」で有名な地域で調達された製鉄原料の多くは、砂鉄や餅鉄など、磁鉄鉱を多く含む鉄鉱石でした。砂鉄などの磁鉄鉱が製鉄原料として確立する以前の古代においては、褐鉄鉱や高師小僧などからも鉄を作っていたのではないかと推測されています(窪田, 1991; 百瀬, 2006)。ただ、この東三河付近では製鉄関連遺跡の発掘例がまだなく(岩原, 私信)、高師小僧に関しては、共に産出する鬼板の方が鉄分も多く、量の確保の点から考えても、わざわざ製鉄の原料にしたとは考えにくいのが現状です。現在の製鉄原料は、赤鉄鉱( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )や磁鉄鉱( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )、褐鉄鉱( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )など鉄の酸化物を含む鉄鉱石で、酸素と不純物を取り除くことで鉄を取り出します。商業ベースで利用される鉄鉱石は、50%以上の鉄分が含まれており、主な産地である中国・ブラジル・オーストラリア・ロシア・インド・アメリカの鉄鉱石が世界全体の80%以上を占めています(経済産業調査会編, 2003)。

### 3. 高師小僧の焼成実験と製鉄実験のきっかけ

高師小僧は、褐鉄鉱という鉄を含む鉄物の一種です。高師小僧自体はそのままでは磁石に反応しません。ただ、バーナーや家庭用コンロなどの青い炎(還元炎)で赤くなるまで熱すると、強力な磁石に反応するようになります(第1図)。

これは褐鉄鉱( $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )を焼成することで水分が蒸発し、還元炎によって還元されて磁鉄鉱( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ )へ変化したためです。



第1図 高師小僧の焼成実験

この実験は簡易なため、高師小僧に鉄が含まれていることを演示するのに適しています。高師小僧は鉄分を含んでいるようには見えないため、学習教室や出前授業などでこの実験を行うと観覧者の反応は上々でした。そこで高師小僧に含まれる鉄を目に見える形で取り出すことと、製鉄実験の原料の対象になり得るかどうかを試すことを目的としてこの実験を計画しました。また、高師小僧と同じ産地で鉄分が層状に集積した褐鉄鉱の一種「鬼板」が産出します。これを原料に豊橋市地下資源館で大同工業大学の横井時秀教授指導のもとで製鉄実験が行われ、6kgの鬼板から1.7kgの鉄を取り出すことに成功していた(豊橋市地下資源館, 1994)ことが今回の実験のきっかけとなっています。

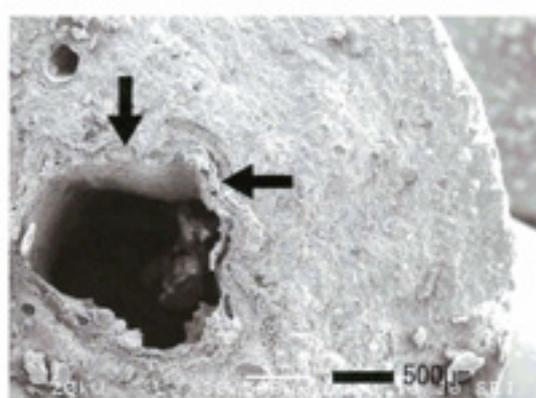
#### 4. 製鉄原料としての高師小僧

鬼板の鉄含有率は約40%ですが(窪田, 1991)、1993年の地下資源館での製鉄実験では、鬼板を焼成して細かく砕き、磁石による選別を行って鉄分の多い原料を用意しました。そこで同じ方法で原料となる高師小僧を選別しようとしたところ、磁石で差異がつくほど鉄の濃集が固まっておらず鉄分の多い原料をうまく集めることができませんでした。高師小僧の鉄の含有量はせいぜい30%程度(窪田, 1991)なので、製鉄の原料にするには、できるだけ鉄分が多いものを集める必要があったのです。高師小僧の横断面を観察してみると、中心部は空洞で、植物の根や砂が詰まっています。穴の周囲は褐色(第2図a, b)で、外側を黄褐色の部分同心円状に取り巻いているものも多く見受けられました(第2図, c)。走査型電子顕微鏡で拡大してみると(第3図)、中心の穴の表面やその周囲に無数の小さな穴があり、植物の根の組織の一部が残っていることがわかります。

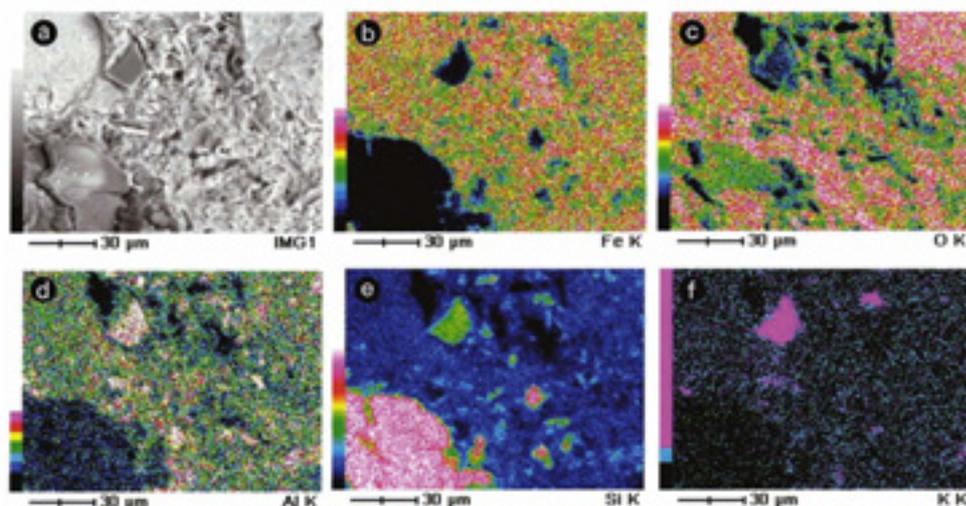
さらに横断面の一部を拡大してみました(第4図, a)。第4図のb~fは含まれている元素のX線像で、着色された赤い斑点が多いほど元素濃度が高いことを示しています。



第2図 高師小僧の横断面



第3図 高師小僧横断面走査型電子顕微鏡画像



第4図 高師小僧元素マップ

a: 拡大画像, b: 鉄(Fe), c: 酸素(O), d: アルミニウム(Al), e: ケイ素(Si), f: カリウム(K)

第1表 高師小僧のケイ素と鉄の分析結果

元素	元素濃度 (重量%)		
	内側部	中間部	外側部
ケイ素 (Si)	7.62	6.13	25.19
鉄 (Fe)	41.96	40.03	18.11

ケイ素が多い部分は鉄が少なく、鉄が多い部分にケイ素が少ないことから、高師小僧には褐鉄鉱からなる部分だけでなく、周囲の土壌成分も含まれていることがわかります。また高師小僧の横断面の中心穴付近の内側部 (第2図, a) と中間部 (第2図, b)、最も外周にあたる黄褐色の外側部 (第2図, c) の鉄とケイ素を比較すると第1表のようになります。

高師小僧の外周にあたる黄褐色の部分は、鉄が少なくケイ素が多いことがわかります。そこで製鉄用の高師小僧は外周部にあたる黄褐色部分と中心部の穴に詰まっている砂などをクリーニングを行ってとり除くことで (第5図)、高師小僧に含まれる鉄分の割合を増やしました。それと同時に高師小僧の外周部分には、硫黄分が濃集されており (吉田・松岡, 2004)、鉄が還元される時、固体の場合の約30倍硫黄が溶け込みやすくなり、鉄のもろさの原因になる (新日本製鉄編, 2004) など製鉄に悪影響を及ぼすため、これを除去するという点からも有効でした。

### 5. 高師小僧の採集と予備実験結果

豊橋工業高等学校では、製鉄実験を行う際に渥美半島の表浜で採集した砂鉄を原料として、約20kgの砂鉄を用意しています。ここの砂鉄の鉄含有率は50%を超えていますが、とりだせる鉄は4kg前後です (天野, 2002)。高師小僧の鉄含有量はこれより少ないため、2kgの鉄の回収を目的とした場合でも、クリーニング済みのものを砂鉄と同量、もしくはより近い量を用意する必要がありますがありました。これだけの量の高師小僧を準備するのは至難と思われましたが、2006年3月に若松町の切りわり (第6図) で高師小僧の産地が新たにみつかり、予備実験・本実験用の原料を採集・準備することができました。

2006年5月26日 (金) に豊橋工業高等学校の敷地内で、予備実験が行われ、その結果13kgの高師小僧から約1.8kgの鋳<sup>1)</sup>が回収されました。この結果を受けて、とよはし高師小僧



第5図 高師小僧のクリーニング



第6図 豊橋市岩松町の高師小僧産地

第7図 製鉄実験より得られた鋳  
(左が砂鉄で右が高師小僧を原料としたもの)

<sup>1)</sup> 炉内で原料の鉄分が濃集してできた不純物を含む金属塊。

フェスタで製鉄実験を開催するめどがつかしました。

また、回収された鋳を観察すると、鉄分を多く含むガラス質のノロ（鉄滓）<sup>2)</sup>中に球状の鉄塊が入っていました（第7図-右）。本来はノロの中に鉄分が沈む込む形で塊（鋳）に成長します（第7図-左）。しかし、高師小僧に含まれていたケイ素が、粘性の強いガラス質のノロとなり、鉄分がうまく沈み込めずに個別で球形に発達し、大きな鋳へと成長しきれなかったと考えられます。

## 6. まとめ

今回の実験では予備実験に約13kg、本実験に約17kg、合わせて約30kgのクリーニング済みの高師小僧を使用しました。第1表の結果から、高師小僧の横断面がほとんど黄褐色のものは、鉄の濃集度が低いと判断できたため、製鉄実験に使えませんでした。せっかく採集しても原料に使えない高師小僧も多く、中には直径が10cmはあるものも含まれていました。クリーニングで除去した部分や原料として使えなかったものもあわせると、予備実験・本実験をとおして45kg以上の高師小僧をこの製鉄実験のために準備した計算になりました。回収できた鉄は約3.5kgですので、高師小僧の採集やクリーニングなどの下処理は考えていたよりも大変な作業でした。

また、浜松市博物館で行った戦争当時の聞き取り調査では、太平洋戦争末期に慢性的な鉄不足から高師小僧を原料とした鉄作りが試されたものの、あまり質の良い鉄が出来ず実用化に至らなかったようです。これは学徒動員で豊橋に来て、原料となる高師小僧の収集に従事させられていた人の証言ですが、当人は現在亡くなられ詳細を確認することができないとのことでした（太田、私信）。

## 謝 辞

予備実験・本実験で主体となってご尽力いただいた豊橋工業高等学校の天野武弘氏、愛知県長久手町の橋本英樹氏、またその関係者の方々には特に厚くお礼申し上げます。高師小僧の採集やクリーニングでは、体験学習の中学生や博物館実習の大学生の皆さん、豊橋市地下資源館の坂本博一、豊橋市自然史博物館の松岡敬二、長谷川道明、倉橋勝秀の諸氏には大変お世話になりました。分析では長岡工業高等専門学校に加藤正直氏に、また、製鉄に関する情報を提供して頂いた大同工業大学の横井時秀氏、豊橋市美術博物館の岩原 剛氏、浜松市博物館の太田好治氏にこの場を借りてお礼申し上げます。

## 引用文献

- 天野武弘，2002．私の小たたら製鉄マニュアル．第4回たたらサミット資料集，73-85．  
経済産業調査会編，2003．日本鉱業便覧平成14年版．財団法人経済産業調査会．  
窪田蔵郎，1991．鉄の文明史．雄山閣．  
百瀬高子，2006．御柱祭 火と鉄と神と-縄文時代を科学する．彰流社．  
新日本製鉄編，2004．鉄と鉄鋼がわかる本．日本実業出版会．  
豊橋市地下資源館，1994．豊橋市地下資源館年報 平成5年度．豊橋市地下資源館．  
吉田英一・松岡敬二，2004．愛知県豊橋市高師原台地から産する「高師小僧」．名古屋大学博物館報告，  
(20)，25-34．

<sup>2)</sup> 原料に含まれている不純物が石灰石（溶剤）や炉壁の粘土と反応し、溶けたもの。

## 高師小僧の形成メカニズム

吉田英一(名古屋大学博物館)

### 1. はじめに

豊橋市から出土する高師小僧の「でき方」については、以前から数多くの研究がなされてきました。古くは今から100年以上も前、日本の地質学の父とも言える小藤文次郎先生が興味をもって研究し、1895年の「地質学雑誌」という研究論文集の第2巻にその研究の成果を報告しています(小藤, 1895)。その小藤文次郎先生の論文には、驚くことにすでに高師小僧が、植物か、あるいは何らかの生物的作用によって形成されたものであるという推論結果が示されています。

その後、約100年間に、いくつもの高師小僧に関する論文が報告されてきました。しかし、高師小僧の具体的な形成メカニズムについては、依然として謎のままだったと言えます。そこでここでは、これまでの研究結果も含め、

- ・なぜ鉄が濃集するのか?
- ・高師小僧のユニークな形の理由は?
- ・どれくらいの早さでできるのか?
- ・植物(生物)との関係は?

などといった疑問点の解決の糸口について述べてみたいと思います。

### 2. 高師小僧と微生物

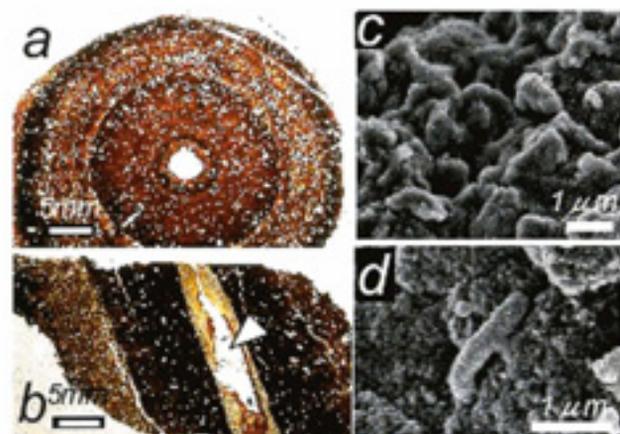
高師小僧は、高師原に分布する約50~60万年前に堆積した、シルト質ないしは粘土質の有機物を多く含む堆積物中に埋まった状態で産出します(杉山, 1991)。その形は、棒状、球状あるいは塊状などといったユニークな形をしています。それら高師小僧の内部を顕微鏡や電子顕微鏡で観察したのが第1図の写真です。

高師小僧は、多少の例外もありますが、基本的には植物根の痕と思われる中空の隙を中心に、同心円状に鉄が濃集することでそのユニークな形が造られています(第1図a, b)。その内部を電子顕微鏡で詳しく観察すると、数~数10 $\mu\text{m}$ という小さな空隙の表面を覆う鉄の被覆層が確認できます。さらにその表面には、1 $\mu\text{m}$ くらいのサイズの微生物と思われる形状のものや、バイオマットらしき鉄の被覆した構造が認められます(第1図c, d)。

ところで、このように植物根の周辺に鉄が濃集する現象は、実は湿地などに棲息する現生植物にも見られる現象なのです(例えば Weiss et al., 2005)。このような植物根の周

りに濃集する鉄は、Root plaque(沈殿物)と呼ばれ、植物が棲息する周辺環境の土壌の汚染浄化と併せた研究も一方で進められています。

これらの現生の植物根周辺に認められる鉄の濃集は、ではどのようにして生じるのでしょうか。これは、根から供給される酸素によって地層(土壌)中の二価鉄が酸化させられるためですが、このときに地層(土壌)中に棲息する鉄酸化菌の活動を介して、酸化反応がより促進させられることによって三価鉄が根の周辺に沈殿・濃集すると考えられています。しかし、現生の植物においては棲息している周辺地層(土壌)中の状態が極めて



第1図 高師小僧の内部構造

還元的なため、一旦沈殿した鉄の酸化物（主に水酸化物で非晶質の状態と考えられています）は時間とともに還元され、植物自らの生命維持が阻害されるほど根の周りに蓄積されることはないと考えられています。では、なぜ高師小僧ではここまで大きな鉄の塊となるのでしょうか？

私たちの研究グループでは、このようなこれまでの研究背景や最近の研究情報をもとに、高師小僧を造る鉄がどこからくるのか、またその鉄はどのように濃集するのか（何によって濃集されるのか）を明らかにすべく調査・研究を行ってきました。とくに、高師小僧も微生物によって鉄の濃集が積極的に進められてきたためではないかと考え、微生物に注目した分析を行ってきました。その結果、予測どおりに高師小僧から鉄酸化菌のDNAを確認することができました。この微生物は、高師小僧の中心部分にある植物化石が植物として棲息していたころ、つまり数10万年前の湿地帯に棲息していたころの微生物のものである可能性があるのです。

では一体、高師小僧はどうやってできるのか。これらの微生物活動をも含めた高師小僧形成のシナリオを述べたいと思います。

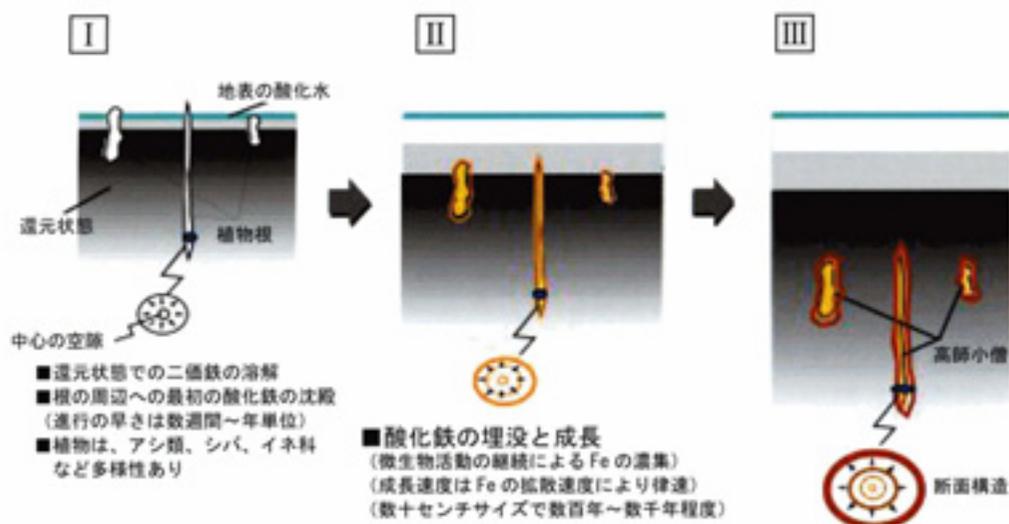
### 3. 高師小僧の形成プロセス

これまでのいろいろな分析データや情報から、高師小僧の形成の流れを述べてみましょう（第2図）。

ステージⅠ：まず、今から数十万年前、高師原一帯は海に面した湿地帯でした。そこにはおそらく葦類などの湿地性の植物が棲息していたと思われます。堆積環境は、堆積物がシルト-粘土質であることから、穏やかで堆積物などが停滞するような環境だったでしょう。したがって植生を初めとする生物活動も活発で、有機質でシルトや粘土質な堆積物がもたらされたと考えられます。そこに棲息していた植物根の周辺には、現在の湿地帯でも観測できるものと同じような鉄のRoot plaqueが形成されていたと考えられます。

ステージⅡ：植物が棲息しているうちは、根の周りに沈殿した鉄も再度還元されてなくなることもあったでしょう。しかし、植物が死んでしまうと残った植物根は繊維質部分のみを残し、その“ストロー状”となった管を介して、酸素を多く含む地表水の侵入経路となったものと思われます。その酸素を含んだ地表水は、還元状態のシルト-粘土層に浸透していきます。もちろん、そこには二価鉄と鉄酸化菌が待ち受けています。鉄酸化菌は、酸素があることでその活動を活性化させ、地層中の二価鉄を三価鉄に酸化させます。つまり、鉄の酸化物の沈殿が形成されることとなります。植物が活着している間は、根の周りの鉄の酸化物の沈殿が抑制されていたと考えられますが、生命活動を停止するとともに、残った植物の繊維管が酸素の選択的な供給路として機能することにより、植物が生きていたとき以上の酸素を含む地下水が還元層中に供給され、二価鉄の酸化が進行するとともに、鉄酸化菌の働きも加わってさらに急速に植物根の周りに鉄の酸化物が濃集したものと考えられます。これが「高師小僧」になっていったと考えられるのです。

ステージⅢ：さらに時間が経つにつれ、新たな堆積物が徐々に上を覆うことで酸素を含む地下水の侵入が少なくなり、二価鉄の酸化と鉄酸化菌の活動が抑制されることとなります。この段階で、いわゆるRoot plaqueのように根の周りの三価鉄が還元されてもとに戻らないのは何故でしょうか。その理由は次のようなものと考えられます。植物根の周りに鉄の酸化物（三価鉄）が濃集すると、そこでの空隙水中の二価鉄濃度は減少します。すると二価鉄の濃度勾配が生じ、周辺の地層（土壌）中からさらに二価鉄が流れ込んできます。その結果、鉄酸化菌の鉄を酸化・沈殿させる働きと相乗効果をもたらし、周辺の地層の10倍から100倍もの鉄の濃集（約20~40wt%）が根の周辺に形成されます（吉田・松岡, 2004）。これらの鉄の水酸化物は、地層中の砂粒や泥粒子の数ミクロン程度の隙間を埋めるように沈殿していきます。つまり根の周りに殻状の難透水層（水を通しにくい層）を作る働きをします。そうすると、今度は還元しようにも、還元物質が「高師小僧」の中にまで達しに



第2図 高師小僧の形成シナリオ

くくなり、酸化物は還元されないままそのまま地層中に残ってしまうと考えられます。また最近の分析で分かったことは、高師小僧の周辺に、硫黄（硫酸イオン）が濃集していることです（吉田・松岡，2004；Yoshida et al., 2006）。硫酸イオンは、酸素のない環境でも二価鉄を酸化させることができます。つまり、酸素ほどではないにしても、硫酸イオンによって持続的に三価鉄の沈殿が生じている可能性があります。これも微生物活動と関連している可能性が高いのですが、今のところその証拠はつかめていません。

いずれにしても、このような地下の状態が継続する限り、高師小僧は埋まったまま保存されることになります。これらの各ステージのできごとを第2図にまとめておきましたので、参照してください。

これらのことを基に高師小僧形成の条件を以下に述べておきましょう。

- ①湿地帯のような場所（還元的環境…有機物が多いと還元状態になる）で、地層中の地下水に二価鉄が溶けやすい環境であること（乾燥しにくいこと…乾燥すると植物も微生物も生きていけない）
- ②泥質（有機質…微生物の栄養）な堆積物が溜まる場所（粒子が大きいと三価鉄が沈殿しても固まりにくい）
- ③葦類などの根をある程度、深くはる植物が棲息すること、あるいは生痕などの水みちがあること
- ④鉄酸化菌が棲息すること（ほぼ普遍的に堆積物中に存在すると考えられます）

これらの条件は、必要条件で十分条件ではありません。しかし、このような条件が継続すればするほど、高師小僧は長く保存され、しかも大きくなる可能性があると思われます。

最後に、どれくらいの早さで高師小僧ができるものなのかについて述べようと思います。これまでもいくつかの実験データがありますが、まずはRoot plaqueの例を見ても分かるように、植物が生息している期間、つまり数か月～数年という期間で初期段階の“高師小僧”は形成されると考えていいと思います。これは、現在の河川敷などでも同じような高師小僧に類似した鉄の濃集物が、植物の根の周りに形成されることが報告されていることからよくわかります（豊橋市自然史博物館に展示されています）。

しかし、これだけでは直径10cmやそれ以上の大きなものにはなりません。大きくなるためには、先にも述べましたが、酸素（酸化剤）と二価鉄の供給が必要になります。このような二価鉄イオンの移動・供給は、拡散といったゆっくりとした現象ですので、数か月で数cmも、というわけには中々いかないでしょう。高師原のデータはありませんが、一般

に岩石中の元素の拡散による移動速度は、速くて数 mm/年程度です。したがって、半径が 10cm もあるものでは数 10 年～数 100 年程度はかかっていると考えてもいいでしょう。

#### 4. おわりに

高師小僧は、今から約 70～40 万年前に、今の豊橋市高師原～天伯台地一帯に堆積したシルト質（細かい粒子の堆積物）の中に埋まった状態で見つかります。つまり数 10 万年もの間、地下の地層中にタイムカプセルのようにひっそりと埋もれていたのです。そして、今、そのタイムカプセルが私たちの手元にあると言えます。その中には、高師小僧の「種」とも言える高師小僧をかたち造っている鉄を長い時間かけて集め、濃集することのできる微生物が、今も静かに生き続けているのです。

まだ電子顕微鏡も無かった小藤文次郎先生の研究から約 110 年。これまでの研究成果から、高師小僧には微生物が関係していることがかなり明確に分かってきました。抽出された高師小僧の中で生存している微生物の分析によって、その形成メカニズムも少しずつ解明され始めています。しかし、その形成メカニズムの全体が解明されたわけではありません。全てを知るにはまだまだ研究が必要です。

高師小僧は小さなものですが、その中に自然の不思議が詰まっているのです。その不思議さに私たちは、これからも魅了され続けていくことと思います。

#### 引用文献

- 小藤文次郎, 1895. 高師小僧. 地質雑, 2, 238-240.
- 杉山雄一, 1991. 渥美半島・浜名湖東岸地域の中部更新統-海進・海退サイクルとその広域対比. 地質調査所月報, 42, 75-109.
- Weiss, J. V., Emerson, D., Megonigal, J. P., 2005. Rhizosphere iron (III) deposition and reduction in a *Juncus effusus* L.-dominated wetland. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 69, 1861-1870.
- 吉田英一・松岡敬二, 2004. 愛知県豊橋市高師原台地から産する高師小僧. 名古屋大学博物館報告, (20), 25-34.
- Yoshida, H., Yamamoto, K., Murakami, Y., and Matsuoka, K., 2006. Formation of biogenic iron-oxide nodules in reducing sediments as an analogue of near-field redox reaction products. *Physics and Chemistry of the Earth*, 31, 593-599.

## 総合討論

司 会 家田健吾

回答者 松岡敬二・吉田哲朗・加藤千茶子・吉田英一

**司 会** 午前中に発表した天伯小学校の児童は総合討論に出席できませんのでご了承ください。約40分位の時間がありますので、たっぷりとディスカッションができるのではないかと思います。まず、発表者に言い足りなかったことや補足したいこと、あるいは今回のシンポジウムの感想などを、一人ずつ順番にコメントしていただけますか。その後、質疑に移りたいと思います。

**松 岡** 今回、研究史について話しましたが、1895年に小藤文次郎が命名して以来、「高師小僧」という名前は現在に至るまで日本各地で使われています。同じように鉄を含む石の中で、特に高師小僧が注目されたのは大地からでてくる形の面白さにあったのではないかと思います。また、高師小僧がこの辺りの方言であることを比企(小藤の弟子)が小藤に高師小僧を手渡す際に伝えています。どうして高師小僧と呼んだのかについてはいくつかの文献にでていますが、このシンポジウムが名前について考えるきっかけになればと思います。高師小僧は様々な研究の基礎になると同時に、鉱物の名前だけでなく後世に高師小僧の名は残っていくのではないかと考えています。

**吉田哲** 今回、高師小僧についてあまり知らない人も多いと考えて各地の高師小僧の画像を中心に紹介しました。高師小僧という名前の由来など、高師小僧へのとっかかりをもう少し詳しく説明すればよかったというのが反省点です。

**加 藤** 発表の際、時間が足りなくなり言えなかったことを一言。今、自然史博物館の入口で製鉄実験を実際にやっていますので、帰りに鑄出しを見ていってください。

**吉田英** 横断面の中心に穴の空いてない高師小僧があるのはどうしてか、また植物の種類と高師小僧に関連性はあるのか、という質問が午前中に出ていたのでその答を考えてみました。穴が空いてないものは中心に砂が詰まっている場合が多く、湿地帯などに住む生物の生活痕が酸化して鉄が濃集されたのではないかと考えています。植物の種類は文献で調べています。アメリカで湿地帯の植物の根の周りに歯垢(デンタルブランク)のように鉄が濃集されている(ルートブランク)という論文が最近報告されました。湿地帯の生態系をコントロールするのに役立っているのではないかとされています。芝やススキ、オオバコ類など様々な種類の植物の根で鉄が濃集していることが報告されています。植物の種類によって、濃集するブランクの厚みや濃度に差異があるかどうかなどはまだ解明されていません。また、鬼板や壺石なども、鉄の濃集メカニズムは同じではないかと考えています。これらは酸化された地表からの水と還元された水が出会うところでできています。そのような場所での鉄の沈殿をきっかけに、微生物の活動が促進されることで鉄が濃集するのではないかと考えています。現在、私は微生物が鉄を濃集するという方向で研究していますが、もう少しデータがそろると違う答になるかもしれません。しかし現段階では、微生物による鉄の濃集システムが高師小僧形成のメカニズムではないかと考えています。

**司 会** 今から質疑応答に移ります。質問がありましたら、誰に聞きたいか要望があれば名指ししてください。質問のある方は手を挙げていただけますか。

**質問①** 吉田英一さんに伺います。先ほど鉄分が稲や葦につくという話で思い出した話です。私は農家の生まれで、父が「湿地には有毒ガス(メタンガス?)が湧くから、稲の根は侍のように鉄の鎧をつけている。おかげで稲は丈夫に育つ、だから大切にしなければいけない」と教わりました。昔は秋に稲を刈り取った後、特殊な鎌・鍬

で稲の根をほじりとして麦を播きました。稲株があると土がごろごろして作業がやりにくかったので、幼な心に「やっぱり鉄の鎧を着ているのか」と思いました。ただ、大人になってからは鉄の鎧を着ていたら栄養分等がうまく取り込めなくなるのではという気がしていました。今、吉田英一さんの話を聞いて微生物が栄養的な面や呼吸作用などに関係していたのかと思ったのですが、どうでしょうか。

**吉田英** 非常に鋭い指摘を受けました。普通に考えると植物の根の周りに鉄が沈殿すれば植物は枯死する方向に向かいます。呼吸ができないからです。一方では、特に湿地帯において、多くの植物が鉄を濃集させる働きがあります。それがどうしてなのかはまだ分かっていません。鉄を濃集すると枯死する方向に働くので、植物に意思があるとすれば鉄を濃集しないはずですが実際には鉄を濃集しています。窒素を固定する根粒菌というのがいて、植物の根の周りに瘤をつくっています。植物にとって窒素は体をつくる非常に重要な栄養素です。植物が選択的に窒素固定菌を養っているわけではありませんが、イソギンチャクとクマノミのような共生関係が成立しているのではないかと、農学の分野でいわれています。鉄の微生物に関しては、鉄が植物に関してどんな働きをするのか、まだよく分かっていません。アメリカの2005年の論文などを見ても、どのようなシステムなのか研究が進められている状況です。ただ、質問された方のおかげで稲の根にも鉄の濃集があることが確認でき、私が考えているメカニズムが間違っていないという傍証を得ることができました。

**質問②** 名前についての質問です。この会場に来ている人には高師小僧という名前がすっかり浸透しているのを感じます。私自身も蒲郡に住んでいますが、地理的に近いので高師小僧という名前を知っていました。その名前に正当性がないというわけではないのですが、今ひとつすっきりしないことがあります。質問します。「小僧」についてですが、吉田哲朗さんが言われたように土からぼこぼこ出てくる様子から名がついたと私も思います。「小僧」は差別用語ではないと思いますが、最近使われていないのかあまり聞きません。昔は「クソ小僧」とか「門前の小僧習わぬ経を読む」とか「北風小僧の勘太郎」などのように「小僧」は男の子供を指す言葉として使っていました。ですから「高師小僧」は、なんとというか非常にかわいい命名ではないかと思えます。さっき松岡敬二さんが「小僧」を「コウゾウ」とか、「高師小僧は方言である」と言っていました。私は方言ではないと思えます。「高師」はちゃんとした地名ですし、「小僧」も標準語だと思います。だから「高師小僧」は「高師小僧」だと言えいいのではないかと考えています。

**松岡** 当初は方言からきた名前が学術名になったということです。小藤文次郎の弟子の比企忠が小藤に高師小僧の標本を渡す際、豊橋の高師のあたりでは高師小僧と呼んでいると伝えたので、論文に「高師小僧」という漢字で学術雑誌に載せ、その名が定着したわけです。高師小僧が固有名詞として、学術名として提唱されたということです。なぜ「小僧」と呼ばれていたかについては色々な説があり、吉田哲朗さんの言うように、地上にちょこんとかわいらしい子供みたいなものがのぞいているので「小僧」とついたという説があります。もう一つの説は隠語で「子供のおちんちん」を指していて、この辺りの年配者はそう呼んでいたという伝聞が実際に残っています。この説はあまり表には出てきません。これらの二つの説から考えても「小僧」という言葉がこの地域で普通に使われていたと考えています。

**司会** 名前についてなにか他にコメントがある方はいますか。

**質問③** 高師小僧は外国ではどう呼ばれているのですか。

**松岡** 高師小僧とは言わずに、単にノジュールに分類されています。

**質問③** 深海底などでできるマンガノジュールなどと意味合いが近いのでしょうか。物としてはあまり近いとは思えませんがどうですか。

**吉田英** 滋賀県の天然記念物指定地の高師小僧は、古琵琶湖層群から産出したものだと思

います。古琵琶湖層群は湖や河川に堆積した地層です。北海道の指定地も元は湖だったような気がしましたが。

**吉田哲** 私も確認はしていませんが、土別の辺りの湿地帯で高師小僧が産出しているようです。ですからあるいはそういう環境だったのかもしれませんが。

**質問④** 吉田英一さんに質問です。鉄鉱床などからは、鉄バクテリアなどの微生物は出てこないのでしょうか。

**吉田英** 鉄鉱床は定義が違っていて、岩手県釜石市などにある鉄鉱床は地下からの熱水が作用して鉄を濃集するというプロセスなので、鉄を濃集するメカニズムが微生物による濃集とは違います。

**質問④** オーストラリアなどの大鉄鉱床でもですか。

**吉田英** オーストラリアについては今議論されていて、微生物がからんでいるのか、地球全体の気候変化によって沈殿したものか、決着はついていません。

**質問④** 南アフリカの金鉱山にも微生物がいると聞いたことがあります。他の岩石でも微生物やバクテリアが関係しているものがあるのではないかと思います。

**吉田英** 特に地下深部の微生物は、どんどん新種が見つかっています。おそらく今後10年、20年と研究が進めば、この辺りの常識が大きく塗り替えられていくでしょう。微生物は地球の歴史上、人間よりずっと早くから住んでいて、地球上で炭素を作ったのも微生物です。そのおかげでわれわれ哺乳類も出現できました。最後まで生き残るのも微生物だと思います。微生物なしで地球環境を語ることはできません。微生物の重要性についてはこれからもっとクローズアップされていくと思います。

**質問⑤** 吉田英一さんに質問です。火星の隕石などの画像を先ほど見せてもらいましたが、火星からの隕石中の微生物の起源は火星ですか地球でしょうか。

**吉田英** 火星からの隕石中に微生物の化石があったのではないかという話だったと思います。科学的には私にはどちらとも答えられませんが、微生物であってほしいです。

**質問⑤** たいへん形が良く似ています。

**吉田英** 基本的にはサイズも同じ1 $\mu\text{m}$ で、形状も似ています。しかし、なんといっても化石なので、似たようなものをそれと間違っているのではないかと指摘された場合、科学的にそれを納得させるデータがこの隕石からは得られませんでした。結局、あの隕石の微生物は本当に微生物だったのかどうかについては未だ想像の域でしかありません。

**質問⑤** 決着はついていないということですか。

**吉田英** はい。だからこそ火星に探査機を送ったわけです。それで火星に水があったということが最大の発見です。水があるならば微生物が生きていてもおかしくはない、という段階に現在進んでいるということです。

**質問⑥** 今日展示されている高師小僧を見ましたら、太いもの細いものと色々ありました。それぞれどのくらいの期間をかけて、あのような大きさになるのでしょうか。もしそれが短期間でできるとすると、実験室の中でも条件さえそろえば、高師小僧を作ることができますか。

**吉田英** 実験室ではありませんが、文献などで試した例を見ると、3週間とか1か月位できています。現河床でもできています。先ほどの稲の鎧の話のように直径が数mmのものならば1年間でもできる可能性が十分にあります。ただ、高師小僧の中には直径が20cm、30cmになったものもありますので、そうなるには長期間同じような環境が続かないと大きくはならないと考えています。おそらく数十年、数百年、もしかすると数千年というオーダーになるかもしれません。ただ地質学的な時間感覚からすると、かなり瞬間的にできる感じですが、これらは微生物の働きとも合致しています。極端な例では大腸菌などがそうですが、微生物は繁殖するとなると、1日、2日、1週間でものすごい分裂を繰り返します。環境を整えば、急激に鉄を濃集

させることができるのは当然です。そういう意味では、実験してつくることはできると思いますが、実験でできたものが天然のものを再現しているかどうかは非常に難しいと考えます。ほかの色々な研究でもつきあたる壁ではないかと思えます。

**質問⑦** 高師小僧の名前で、以前はなんと呼ばれていたかという質問です。ひとつ仮説をたててみたいと思います。加藤千茶子さんの話の中で、赤鉄鉱や褐鉄鉱がでてきました。磁鉄鉱は色が黒いのですが赤鉄鉱や褐鉄鉱は赤色です。午前中の発表の中で高師小僧が産出する地層についてもでてきましたが、こちらも赤色という共通項がありました。歴史の分野になりますが、日本で最古の文献は8世紀初頭に書かれた日本書紀です。そこにでてくる神武天皇の妻の名前は踏鞴五十鈴媛命といい、「たたら」という言葉がでてきます。また、神武天皇の章の中にでてくる葛城邑、現在の奈良県にあたりますがその村長の名前がアカガネ、漢字で「赤銅」と書きます。ここに出てくる「赤銅」の意味がさっぱりわかりませんでした。今日たまたまシンポジウムに参加して高師小僧と赤色が結びつくことに気付かされました。そうすると、日本書紀の中にでてくる「赤銅」は、高師小僧が文献上に現れるもっとも古い呼び名ではなかったのかと連想しました。鉄としては、おそらく使われていなかったのではないかと思います。荒唐無稽の発想なのかお聞きしたいです。

**松岡** 名前の系譜でお話しします。日本の学問上、自然科学が体系化されはじめるのは、江戸時代に本草学が確立、隆盛する段階です。紹介したように中国の明朝に李が著した『本草綱目』が輸入され、徳川家康に林羅山が献上した結果、この本がバイブルとなって、本草学として日本に定着していきます。高師小僧の表現としては土股孽、石炭、キツネノコマクラ、管石などがでてきます。多くの江戸時代の学者は土股孽という表現をさかんに使っています。当初の本草綱目の土股孽は鍾乳石を表しているようですが、それとは別に最初からタカシコゾウと記載しているものがあります。木村兼葭堂の標本に土股孽のラベルが貼ってありますが、これはまぎれもなく高師小僧です。ただ、学術名としては小藤文次郎の論文が現代の鉱物学の位置づけにある関係で、今の呼び名として高師小僧が使われるようになったということです。日本書紀にも古事記にも、弥生やあるいは縄文時代でもおそらく高師小僧に人は触れており、また鉄の資源としてなんらかの呼び名があったかもしれませんが、学問として体系化されたのは江戸時代の本草綱目の時代だと思えます。

**加藤** たたら製鉄に限らず実際に鉄を作ろうとすれば、今も昔もなかなか大変で、同じ褐鉄鉱でも鬼板とよばれるものの方が鉄分は多いです。最近出版された本に高師小僧から鉄を作り、縄文時代に使っていたのではないかという説がありましたが、かなり疑問を感じます。鉄の作りやすさという点から考えても、鬼板や他の原料の方がまだ可能性があるのではないかというのが個人的な見解です。

**質問⑧** 吉田英一さんに質問です。高師小僧ができる時のメカニズムに微生物が関与しているということでした。その中で「菌糸」という言葉がでてきましたが、カビの一種と考えていいですか。

**吉田英** カビではなくて、微生物でも溶液中で一個一個の細胞が「菌糸」を伸ばして成長するようなものがあります。形状が菌糸のように見えるので、「菌糸」という表現をとりましたがカビではありません。

**質問⑨** 吉田英一さんに質問です。高師小僧の中にいる微生物に形の似ている微生物はいますか。

**吉田英** 形はみな良く似ています。写真でも見せましたが、大豆のような丸っこいものやひきのぼした細長いロッド状、棒状のものがあります。その遺伝子を分析すると、70種類ぐらいありました。見た目は似ていても、遺伝子的には全然違うということ

がわかってきています。微生物は形からはあまり区別ができないので、遺伝子などから調べるという方法をとります。

**質問⑩** 松岡敬二さんに質問です。発表の中で、昔止血の薬にも使われていたということでした。現在、潰瘍性大腸炎、クローン病、内臓が出血して治療法がわからない難病などがありますが、高師小僧の成分が今後そういう医薬品として活躍をする、日の目を見るという可能性があるかどうかを聞きたいです。

**松岡** 私は医者ではないのでわかりませんが、研究史上でそう言われて漢方の本にもできます。実際にはあまり効果はないと思います。昔はちょっとした擦り傷には土や唾をつけておけばいい、で済んでいました。ですから、衛生的にも果たして効果があるかどうか疑問です。鉱物学的には褐鉄鉱であり鉄の酸化物なので、医薬効果がどれだけあるかはよく知りません。今後も使われるかどうかはお医者さんに聞いてもらったほうがいいと思います。

**家田** 先日、地下資源館に1日市長で来られた方は12月に100歳になりますが、その方に聞いた話では、子供の頃実際に高師小僧を血止め薬に使ったということでした。あんなものを塗って本当に大丈夫かと思ったけれど、確かによく効いて傷がひどくなることもなかった、と話していました。

**質問⑪** 私は大阪府茨木市から来ました。茨木市に溝咋神社というのがありまして、そこに祭られている神様が踏鞴五十鈴媛命です。名前が正確かどうかわかりませんが、「たたら」という文言がでできます。昔からなぜそんな名前なのかと考えていました。同じ茨木市内では銅鐸、特に銅鐸の鋳型が出土した地域があつて全国的にも有名です。私が住んでいるのは「島」という地域です。近くに真砂あるいは鳥海土など、海に関係する言葉がでできます。ミズオを水の尾っぽと考えると文献を読むと、真砂というのは砂鉄ではないかという話がでています。銅鐸の鋳型が出土したものの、その材料となった金属はなんだろうという疑問に、ある学者は鉄や銅、錫など中国から輸入したのものを使ったのではと指摘しています。私がこのシンポジウムに来た最大の理由は、地域にあしわけ（漢字不明）神社というのがあり、「あし」という言葉が使われています。『古代の鉄と神々』という本を読んだところ「あし」という言葉にとっかかりを得ました。自然史的な話、自然科学の話はありましたが、考古学・歴史学といった視点から見た場合、この問題をどのように考えたらよいでしょうか。

**加藤** 私もその本を読んでいます。高師小僧から鉄がとれるのではないかとということで、素焼きのつぼを使って製鉄実験をしたという記述がありました。今回、高師小僧の製鉄実験に私がこだわったのは、100周年事業の一環としてこのフェスタが高師小僧をメインテーマにしていたからです。ですから高師小僧から鉄を作ることの実用性についてはあまり考えていませんでした。しかし、考古学的な視点とはちょっと違うかもしれませんが、今実際にやっている製鉄実験の方法でも、高師小僧から鉄を取り出すのは難しく、また予備実験で取り出せた鉄はとても錆びやすいものでした。ですから本当に高師小僧から実用的に使える鉄を大量に作ることはできたのかは、考古学的な視点からも疑問があります。

**質問⑫** 高師小僧は何年ぐらいかけてできますか。

**吉田英** できやすい場所と、できにくい場所があります。例えば、豊橋市の野依地域などでは早いもので数年、遅いものでも100年、200年でできたのではないかと考えています。水が乾いてしまわないなど条件がよければ、今も地中で鉄が濃集して高師小僧ができ続けている場所があるかもしれません。この状態で数百年、数千年たったものが地中に埋もれて50万年程保存されていたと考えています。ただ、他の場所、

琵琶湖周辺や河川敷、田畑などでできているものもあります。田んぼでは1年に1回掘り起こしますので、その間にできてしまいますので結構早いです。小さいものは本当に早くできる可能性があります。

**司 会** 名前に関する質問が多かったですが、高師小僧が外国でなんと呼ばれているかが気になります。

**吉田英** 大英博物館に行った際に、イギリスの自然史博物館の人達に高師小僧を見せたところ、初めてみるが名前はなんていうのかと聞かれたので、そのまま「Takashikozo」とつけばいいのではないかと感じました。地質学的な用語では「津波」は、国際語で「Tsunami」として報告されています。外国に行けば豆腐は「Touhu」です。納豆もそうです。それと同じように、高師小僧もわざわざ英語に訳す必要はないと思います。実際に松岡敬二さんと論文を英語で書いていますが、それには「Takashikozo」<sup>1)</sup>とタイトルをつけています。それが認知されれば、外国人も「Takashikozo」と呼んでくれるのではないかとひそかに思っています。

**司 会** たいへん興味深い話です。豊橋の地名が世界にはばたこうとしていると思います。今回、高師小僧のシンポジウムが初めて開催されましたが、例えば10年後に高師小僧の国際シンポジウムが豊橋市で開催され「高師小僧はどこにありますか」と、豊橋の街中を外国人がうろうろする、そんなふうになることを夢見てこのディスカッションを終わりにさせていただきたいと思います。ありがとうございました。

【編集後記】

※ この総合討論は録音テープからおこしています。

※ 「話し言葉」は「書き言葉」に、文末は「です、ます」調に統一しました。

※ 話し手の癖等は省略し、重複する内容は簡潔にしました。文脈を損なわぬように主語・述語等を補充し、文章を入れ替えています。

※ 回答者の敬称は省略しています。ただし、本文中は「さん」で統一しています。

※ 質問者についての詳しい情報はありません。

<sup>1)</sup> 本報告書8ページで、高師小僧の英語表記の古いものについて紹介されています。

## II 製鉄実験

日 時：平成 18 年 11 月 19 日（日）9:00～15:30

場 所：豊橋市自然史博物館前

製鉄実験は、愛知県立豊橋工業高等学校の天野武弘先生と生徒、卒業生の皆さんと豊田市の新和実業株式会社の橋本秀樹さんの協力によって行われました。

当日は小雨が降る中での実験となりました。この製鉄実験の見学を目当てに高師小僧フェスタに訪れた人も多くいました。

途中、送風のためのホースが詰るなどのアクシデントもありましたが、無事に鉄をとりだすことに成功しました。

### <当日のスケジュール>

時間	内容
9:00～	火入れ
11:00～	実験開始
15:00～15:30	鋳出し



▲鋳出しの様子



▲磁石で鉄をさがす子供たち

天野武弘(愛知県立豊橋工業高等学校)・橋本英樹(新和実業株式会社)

## 1. はじめに—高師小僧を原料とした鉄づくりの経緯と目的

筆者の一人天野は、25年ほど前から渥美半島太平洋岸の砂鉄を原料に製鉄実験を行ってきました(天野, 2002, 2004)。その目的の一つは、三河地方における古代製鉄の可能性を実験的に確かめることで、それはこの地方の製鉄遺跡の発掘例が皆無であることに端を発しています。こうした観点から三河にある砂鉄以外の高師小僧を原料にした製鉄実験も考えていましたが、愛知県の天然記念物に指定されていることもあって鉄づくりに供するだけの量を集めるめどが立たず断念してきました。そうした経過のなか、2005年秋に豊橋市自然史博物館(以下自然史博物館と略)から「とよはし高師小僧フェスタ」(市制100周年記念事業)のイベントの一つとして製鉄実験の打診があり、原料となる高師小僧の供給のめどがたち、積年の課題であった鉄づくりが実施できる運びとなりました。

ここでは紙数の関係もあり、原料の高師小僧の採取とその準備などは別項に譲り、おもに鉄づくりの実験操業および若干の操業解析を述べることにします。

## 2. 豊橋工業高校における予備実験の概要

愛知県立豊橋工業高等学校(以下豊橋工と略)定時制では、近年は6年ほど前より毎年たたら製鉄による鉄づくりを実施しています。技術史教育の観点から地元の砂鉄を原料にして、課題研究授業として年2回ほど生徒の手で行ってきました。高師小僧を原料にした鉄づくり依頼の際も、そうした地域の技術史を勉強する絶好の機会としてとらえ、生徒と一緒にの方針を立てました。一方、鉄づくりの経験があるといっても高師小僧による鉄づくりは初めてのことであり、まずは予備実験を課題研究授業のなかで行うことにしました。

4月、課題研究でたたら製鉄を希望した機械科3年生の生徒4名(金子倫典、神田優太、主藤浩之、山田将史)に、実施の経緯と鉄づくりの意義や方法等の講義のあと、炉材の土練りから作業を開始しました。2週目に築炉、3週目に炉を完成させ、3週目と4週目に燃料の木炭を操業用に小割りし、溶剤となる石灰石をハンマで粉砕しました。これらの作業は毎週生徒の希望をとり分担して実施しました。なお原料の高師小僧の採取と高師小僧の周囲に固着した土成分をそぎ落とす下準備であるクリーニング作業はおもに自然史博物館で行いましたが、その一部は授業のなかで生徒によっても行われました。鉄分が少なく硫黄分が濃集した土が固着しているため(吉田・松岡, 2004)不可欠の作業でもあります。

予備実験は2006年5月26日(金)に実施しました。午前11時に火入れし、炉の強制乾燥を行い、午後3時に実験操業を開始。普段は夕方に出校の生徒も昼頃には4名全員が参加し分担して作業に当たりました。そして実験操業開始から4時間半ほど経過した午後7時半頃に生成した鉄を取り出す作業を開始し、約1.8kgの鋳(鉄)を得ることができました(第1図)。

予備実験の概略は以下のとおりです。

- ・高師小僧を原料とした鉄づくりは、砂鉄を原料とした操業法と同様な方法で可能である。
- ・鋳生成率(歩留まり)は13.5%と砂鉄原料の20~30%に比べ若干低かったが、鉄づくりとしてはほぼ予想の範囲の成果が得られた。



第1図 豊橋工業高校におけるたたら製鉄(鋳出し)

### 3. 高師小僧フェスタにおける公開実験—炉づくりから実験操作まで

たたら製鉄の公開実験は平成18年11月19日(日)に自然史博物館の入館口前庭で行われました。高師小僧フェスタの一環として同日に開催された高師小僧シンポジウムに合わせたイベントとしての実施でした。この日は実験操作開始直後から雨に見舞われる悪条件でしたが、作業は豊橋工の生徒(内野一昭、山田将史、三浦悠治、山本キヨシ、伴公太)および卒業生(守屋隼人、竹川雄一、近藤崇正)の計8名によって進められました。また炉内の還元状況を調査するためCOおよびCO<sub>2</sub>ガス分析装置(島津製作所製CGT-7000)を用いましたが、この設置および解析は豊田市の新和実業株式会社の橋本英樹があたりました。

#### (1) 製鉄炉の築炉方法

製鉄炉は予備実験の結果から豊橋工で使用してきたたたら炉と同型炉を用いることにし、約1か月前の10月21日(土)に築炉(第2図)しました。

その方法は、炉を移動可能とするため台車を用い、ここに炉の骨格となる煉瓦を積み上げ、目地および炉材には事前にサバ土と藁すさを混ぜて水で練ったものを使って構築します。炉内に送風する羽口には鋼管(口径約27mmほどの1インチパイプ)を使用し、この炉内部分は耐火モルタルで覆うようにします。また熱電対による測温用の鋼管2本を羽口反対側の炉壁にセットしておきます。

築炉に際してのポイントは、炉内に突き出した羽口から、炉頂までの還元帯を1,000mmにし、生成した鋳が溜まる炉底部分までを約250mmほどにすることです。また炉底をできるだけ高温に保つ必要があるため、炉底には断熱効果のある粉炭を敷き、操作序盤は底羽口を用いて送風することです。なお、この底羽口部分は操業中盤から生成するのろ(スラグ)の排出口として利用します。

たたら炉は約2時間半かけて前記の守屋、近藤、内野、伴の4名の卒業生および生徒によって構築され、公開操業日まで自然史博物館入口付近に自然乾燥を兼ねて展示されました。

#### (2) 原料の高師小僧および木炭燃料等の準備

原料となる高師小僧は市内より採取したものを利用しました。下準備となるクリーニング作業に時間がかかったこともあり、実験操業に準備できたものは17kgほどでした。操業用には、クリーニングされた大小の高師小僧をさらにハンマで5mm粒ほどに小割りしたものを利用しましたが、小割り作業は操業当日の朝、生徒および参加協力した小学生によって行われました(第3図)。

燃料の木炭は、炉の強制乾燥に市販のマングローブ炭を使用し、操業に入ってから地元の新城市政老勢の大村栄治窯の檜炭を利用しました。この使い分けは自然史博物館で準備したマングローブ炭が堅炭であることを知らずにいたため、たたら用の燃えの早い柔らかい炭に換えて行ったことによります。なおこの急ぎよの措置では豊橋工の同僚川口静夫の燃焼実験による協力があつたことを付記しておきます。



第2図 炉の構造



第3図 高師小僧の小割り作業



第4図 実験操作の全景



第5図 高師小僧装入



第6図 鋳出し作業



第7図 生成した鋳

たたら用の木炭は炉の大きさに応じて小割りにして用いる必要があります。それは炉内に一酸化炭素が充満する状態、すなわち還元雰囲気を保つ目的を持つため、およそ 30～50mm 程度に鉋で切断し準備しておきます。今回は当日の操作の合間にも生徒らによってこの作業が行われ、檜炭は計 40kg ほどが準備されました。

石灰石は還元された鉄とそれ以外の不純物（のろ、スラグ）とを分離しやすくするために用いるもので、高炉法でも不可欠の材料として使われています。今回は豊橋市嵩山町の三嶽鉱山(有)から提供を受け、操業用にはハンマで粉碎したものを 5kg ほど準備しました。

### (3) 実験操作

操業前日に炉の補修および底羽口の取付を行い、完成した炉の実測を行いました。操業当日は、9時に火入れをし、10時すぎに還元帯を確保するため炉に長さ 500mm の鉄製箱形胴を載せ、操業用の木炭を炉頂まで装入し操業にはいりました（第4図）。炉内への送風には送風機（砂田製作所製）を用いました。

操業開始直後から雨が降り出した影響からか、なかなか必要な炉内温度になりませんでした。鋳出しの時間の関係もあって11時に原料の高師小僧の装入を開始しました（第5図）。その装入方法は、始めに木炭を炉頂から入れ、直後に高師小僧を木炭の上に置くようにしていきます。以後は、木炭の燃焼にしたがって 100mm ほど木炭が降下したとき、再び同じ作業を繰り返すという方法です。装入量はその都度秤量し、木炭は常に 1.0kg、高師小僧は 0.8kg から始め中盤に 1.0kg に増量しました。また実験的に行うため高師小僧装入時に合わせて炉の温度測定（PR 熱電対）と CO および CO<sub>2</sub> の炉内ガスの濃度を測定しました。

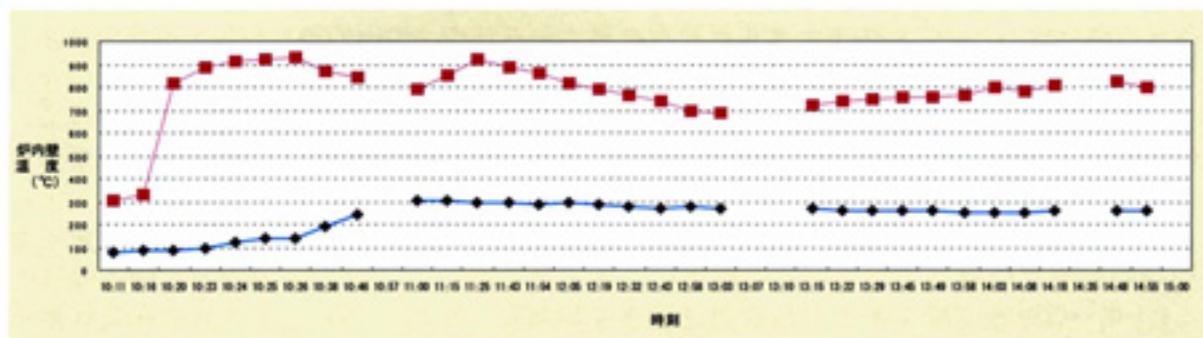
操業中盤になっても炉の温度は十分に上がらず、降り続く雨の影響もあってか炉内ガス濃度の測定値も不安定な状態が続く状態でした。しかし 13 時過ぎに送風管の不具合を回復させたことにより、操業終盤の 14 時過ぎによりやく粘性の高いのろを大量に排出させ、ある程度炉内温度が上昇してきました。なお記録からは送風管回復後も目立った温度上昇が見ら

れませんでした。これは作業後の調査によって熱電対の磁器保護管先端部が粘性ののろで覆われていたことに原因があったようです。

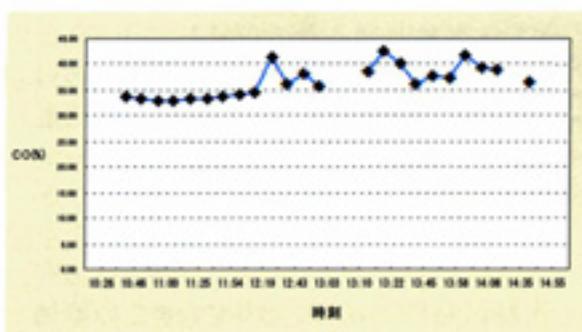
予定を若干過ぎた15時に鋳出しを開始しました(第6図)。たたら製鉄では生成した鉄は炉底に半熔融状態でできるため、鉄を取り出すには炉を壊すしかありません。たたら製鉄が高炉法に取って代わられることになる最大要因でしたが、低温還元であるが故、できた鉄(鋳)に不純物の混入が少ないという優れた特徴を有しています。鋳出し作業はたたら製鉄では一番の見どころともなるため、今回の鋳出しも平行して行われた高師小僧シンポジウムの終了時間に合わせて計画されました。炉を構成する煉瓦を少しずつはつきりながら行いますが、燃焼する木炭の輻射熱は強烈です。そして炉底にできた鋳を含んだ赤熱したのろの塊を数人掛かりで取り出し、水槽に放り込んで作業は終了となります。のろ塊は冷えてからハンマを用いて鋳を取り出しますが、取り出された鋳(第7図)は1.55kgでした。

#### 4. 実験操作のデータ

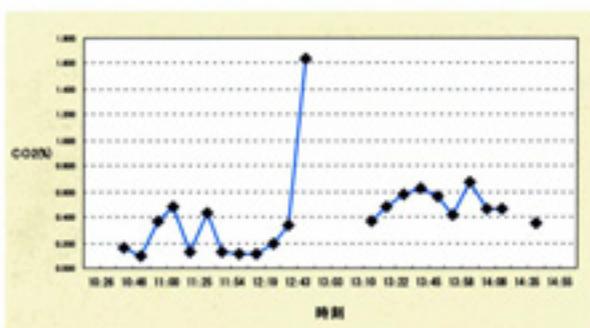
実験操作(2006.11.19)における、炉内温度と炉内ガス濃度のデータを第8図から第10図に示します。



第8図 炉内温度(上・羽口向かい側、下・炉底)



第9図 炉内のCO濃度



第10図 炉内のCO<sub>2</sub>濃度

## 5. 炉内反応からみた操業解析

### (1) たたら製鉄の原料としての高師小僧

今回のたたら製鉄の原料として使用した高師小僧は、褐鉄鉱の一種です。褐鉄鉱は結晶水を含んでいます。そのため、近代製鉄では熱分解が必要なこともあり、生産性が低くなり操業上好ましくないものとされています。そのため日本では一般的に使われることは少ないのです。褐鉄鉱の一般的な化学的な性状は次の通りです。

化学式： $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$   $n=0.5\sim 4$  (Fe：66.3～48.3%、 $\text{H}_2\text{O}$ ：5.6～31.0%)

比重：3.6～4.0

色：黄褐色

磁性：弱磁性

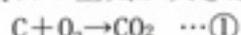
### (2) 高師小僧を原料としたときの実際の操業

豊橋工で通常行っているたたら製鉄では、渥美半島の百々海岸（愛知県田原市）などで採取した砂鉄（磁鉄鉱）を使っています。最近の操業実験では、炉内の羽口付近の炉内温度が $1,100^\circ\text{C}$ （最低）～ $1,300^\circ\text{C}$ （最高）の範囲でした。ところが、今回の高師小僧を原料とした場合、羽口付近の炉内温度が $800^\circ\text{C}$ ～ $1,000^\circ\text{C}$ の範囲となりました。このことは、先に記述したように褐鉄鉱を使用した場合の結晶水の熱分解にエネルギーを必要とすることを裏付けています。つまり、結晶水の熱分解のために炉内でエネルギーが必要であるため、炉内の羽口付近の温度が下がるのです。その結果、鋳の収量が少ないという結果となりました。

今回のたたら製鉄は雨天の中での操業でしたので、羽口から装入した空気中の露点が高く、このことも羽口付近の温度が下がる要因の一つと考えられます。また、それが鋳の収量が少なくなった要因の一つとして考えられます。

### (3) 炉内での実際の反応と今回の操業結果に関する考察

羽口の空気が吹き込まれている位置の中心部では、

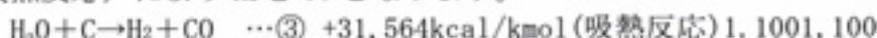


の反応が生じています。これは発熱反応です。その周囲では、吸熱反応として次の反応が生じています。

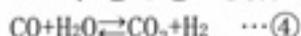


この反応は、「カーボンソリユーション反応」と呼ばれるもので、この反応によりCOが炉内で生成します。これが材料として装入された酸化鉄の還元に寄与するのです。

また、空気と共に炉内に入った微量の水分子は炉内の炭との間で次の「水素ガス化反応」（吸熱反応）により $\text{H}_2$ とCOとなります。



ここで、②と③の関係から、

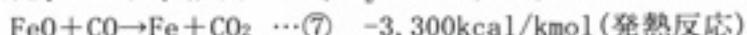


の関係が得られます。この④は「水性ガス反応」と呼ばれるもので、炉内ではこの関係が平衡を保っています。ここで、炉内に供給される空気中の $\text{H}_2\text{O}$ 分圧が上がると、反応は右へと進行します。つまり、炉内のCO分圧下降し、 $\text{CO}_2$ 分圧が上昇します。

炉内で $\text{Fe}_2\text{O}_3$ はCOによりFeO(ウスタイト)に間接還元されます。



また、FeOは、炉内のCO、 $\text{H}_2$ により次の反応によりFeまで還元されます。



炉内での酸化鉄の還元は、主として②、⑤～⑦によると考えれば、定性的には吸熱反応の方が多いです。つまり、炉温が低い場合には吸熱反応に必要なエネルギーが供給されないこととなり、炉内の酸化鉄の還元は進みにくいのです。また、炉内で生成したCOが酸化鉄の還元で十分に使用されないこと、さらには②の反応が右に進むにもエネルギーが必要なことから、炉内の羽口付近のCO分圧が高くなるはずで

実際の炉内雰囲気分析結果は次の通りでした。

晴天時（予備実験時）：CO 約33vol% CO<sub>2</sub> 約0.03vol%

雨天時（今回の操業）：CO 約38vol% CO<sub>2</sub> 約0.6vol%

もちろん、空気中のH<sub>2</sub>O分圧が上がることにより③の反応が進み、炉内のCO分圧も上昇します。さらに炉内のH<sub>2</sub>O分圧が高い場合、⑧の反応は右に進みにくくなります。これらのことは、上記の考察と定性的に一致すると考えられます。

今回のたたら製鉄操業において、炉内の羽口付近の温度が低くなった原因の一つとして、炉内に露点の高い空気を装入したことや、炉の乾燥昇温が不十分であったことなどにより、炉内に水分を多く持ち込んだことが考えられます。つまり炉内の水分が分解する③の反応は吸熱反応であるだけでなく必要とする熱量が大きいいため、炉内温度が1300℃まで上がらなかったと考えられます。

また、高師小僧に含まれる結晶水も炉内に持ち込まれた水分として考えられるため、これも炉温が上がりにくくなる要因の一つであったと推測されます。

以上のことから、今回の高師小僧を用いたたたら製鉄において、鋳、つまり還元された鉄の収量が少なくなったと考えられます。

## 6. 実験操業のまとめ

高師小僧（褐鉄鉱）を用いたたたら製鉄は、第1表に示すように、鉄づくりについては所期の目的を果たしました。以下、実験操業を通してのまとめを記します。

- ①高師小僧を原料とした鉄づくりは、砂鉄を原料としたたたら製鉄の操業法と同様に行うことで可能であることが実証されました。
- ②鋳の生成量は、高師小僧の鉄品位が30%前後と低くあまり期待はできないと予想されましたが、それが裏付けられる形となりました。
- ③鋳の生成率（歩留まり）が低かったのは、炉の温度が十分上昇しなかったことが最大要因でしたが、もう一つの要因として炉内に露点の高い空気が装入されたためとも考えられます。COおよびCO<sub>2</sub>の炉内ガス濃度にバラツキが多かったのもそのことを裏付けています。したがって雨天時及び湿気の多い時期の操業は避けるのが望ましいことも実証されました。
- ④生成した鋳は一つの塊にならず、粒状のものが多く得られました。鋳の生成では、羽口付近で還元溶解した鉄がノロ内に沈み込んで成長すると考えられていますが、今回のノロは粘性が強く、生成鉄の沈み込みが十分でなかったためと思われます。さらに沈み込みが十分でないことは羽口付近で還元溶解した鉄を空気にさらして再酸化させることになり、鋳生成率にも影響を及ぼしたと考えられます。
- ⑤生成した鋳の性状については分析結果を待つところですが、部分的な火花試験の結果からは炭素量が2%以内の鋼となっているものが多いと推察されます。なお、高師小僧には鉄質に悪影響を及ぼす硫黄分が含まれていることが知られています。これについてはとくに原料クリーニングの良否で変わってくることも予想されます。

第1表 実験操業の結果

実験操業日	2006.11.19	06.5.26(予備実験)
操業時間	4時間33分	4時間30分
高師小僧装入量	17.5 kg	13.32 kg
木炭装入量	38.5 kg	53.5 kg
石灰石装入量	3.8 kg	4.2 kg
鋳生成量	1.55 kg	1.8 kg
鋳生成率(歩留まり)	8.9 %	13.5 %

## 7. おわりに

高師小僧を原料としたたたら製鉄は、第二次大戦中の鉄不足の時代に静岡県の湖西地域で実験的に行われたことがあると伝え聞きますが、その実体はよくわかっていません。また操業効率は芳しくないという実験操業の結果からも、これを原料にした古代製鉄も行われなかったと推測されることから、今回の公開操業はおそらく本邦初の試みになったとも思われます。この機会を与えてくださった豊橋市自然史博物館および関係者に厚くお礼申し上げます。また実験操業では予備操業も含め豊橋工業高校の生徒、卒業生や関係職員の協力がなければできませんでした。併せてお礼申し上げます。

## 引用文献

- 天野武弘，2002．私の小たたら製鉄マニュアル．第4回たたらサミット資料集，73-85．  
天野武弘，2004．生徒が主人公のたたら製鉄．技術史教育学会誌，5，51-56．  
日本金属学会編，1979．講座・現代の金属学 精錬編1 鉄鋼精錬．日本金属学会．  
吉田英一・松岡敬二，2004．愛知県豊橋市高師原台地から産する「高師小僧」．名古屋大学博物館報告，(20)，25-34．

### Ⅲ 高師小僧コンテスト

募集期間：平成18年10月15日（日）～11月17日（金）

投票・表彰：平成18年11月19日（日）自然史博物館 シンポジウム会場

11：50～12：00 コンテスト出品標本を紹介

～13：00 投票締め切り

14：10～14：30 コンテスト入賞者表彰

展示期間：平成18年11月19日（日）～12月10日（日）



▲コンテスト出品標本を見るシンポジウム参加者



▲高師小僧コンテストの入賞者

このコンテストでは高師小僧の形の面白さに着目し、広報やインターネットを通じて標本の応募を受け付け、60点の応募がありました。豊橋市内だけでなく市外の方からの応募もありました。11月19日（日）に開催したシンポジウムの参加者に大きさや形、ネーミングの面白さなどを基準に、気に入った標本を1人1点選んで投票してもらいました。その結果、上位8点が入賞し、入賞者には館長より賞状と賞品が授与されました。

## 高師小僧コンテスト入賞標本

受付番号 10  
 タイトル 野依小僧  
 産地 豊橋市野依町  
 出品者 村田武司

金賞



受付番号 20  
 タイトル バイオリン  
 産地 豊橋市立高師台中学校  
 出品者 野口ひさ

銀賞



銅賞

受付番号 48  
 タイトル マンモスのキバ  
 産地 名古屋市千種区  
 出品者 大島克則

鉄賞



受付番号 51  
 タイトル ローストチキン  
 産地 名古屋市千種区  
 出品者 大島 恵

鉄賞



受付番号 18  
 タイトル ひょうたん高師小僧  
 産地 豊橋市野依町  
 出品者 鈴木菜乃子



受付番号 21  
 タイトル ぼうえん鏡  
 産地 豊橋市立高師台中学校  
 出品者 野口欣男

鉄賞



受付番号 8  
 タイトル ヘビ使いの笛  
 産地 豊橋市野依町  
 出品者 村田望美

鉄賞

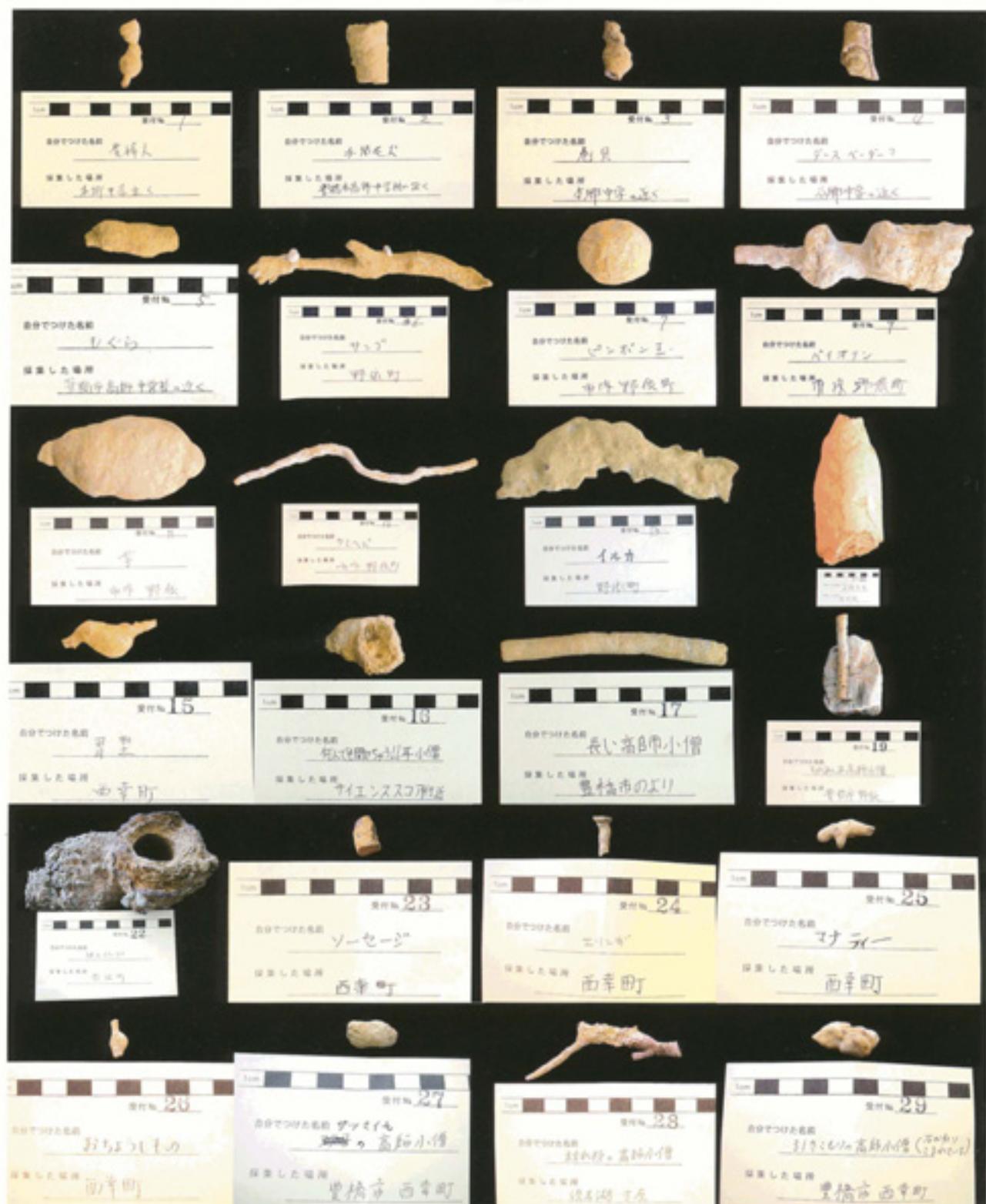


受付番号 50  
 タイトル ワニ  
 産地 名古屋市千種区  
 出品者 大島昌子

鉄賞



# 高師小僧コンテスト出品標本①



※入賞標本は除く

## 高師小僧コンテスト出品標本②



※入賞標本は除く

## IV 収蔵資料紹介展「高師小僧」

展示期間：平成18年10月28日(土)～12月10日(日)

展示場所：豊橋市自然史博物館 イントロホール



▲展示全景



▲展示を見学する来館者

収蔵資料紹介展「高師小僧」では、とよはし高師小僧フェスタの一環として、各地の高師小僧だけでなく、高師小僧に関連した書籍や高師小僧の仲間たち、また子どもたちの見た高師小僧のスケッチなど様々な角度から高師小僧にスポットを当てました。以下、展示構成に従って紹介します。

## 1 高師小僧とは

高師小僧の名前の起こりである豊橋市南部地域から産出した高師小僧を中心に展示。高師小僧は「褐鉄鉱」という鉱物の一種で、土壤中の鉄分が植物の根や茎の周りに集まってできたノジュール（団塊）と考えられています。展示では、様々な形の高師小僧や産出状況のわかる標本を展示しました。



▲高師小僧産出状況  
豊橋市西幸町  
豊橋市地下資源館 所蔵



▲高師小僧100態  
豊橋市西幸町

## 2 高師小僧のある風景

天然記念物指定地を中心に、豊橋市内、市外（浜松市三ヶ日町・滋賀県日野町など）、海外（中国雲南省元謀土林）の高師小僧の産地写真と、それぞれの高師小僧を展示しました。



◀豊橋市西幸町浜池緑地  
(愛知県の天然記念物指定地)



▲滋賀県蒲生郡日野町別所  
(国の天然記念物指定地)



▲中国雲南省元謀土林



▲豊橋市外・海外の高師小僧

### 3 掲載！高師小僧

明治28年(1895)に小藤文次郎博士が高師小僧についての論文を発表して以来、教科書や鉱物図鑑をはじめ、小説などにも高師小僧が登場しています。

#### 教科書

「師範鉱物界新教科書」▶  
中村新太郎 著  
昭和7年(1932)



#### 小説

「或る農学生の日誌」▶  
宮沢賢治 著  
昭和元年(1926)

河へ出てみる広い泥岩の露出で奇体なギザギザのあるくるみの化石だの赤い高師小僧だのたくさん拾った。  
本文から一部抜粋

#### 図鑑等

「日本の天然記念物6 地質・鉱物」  
渡部景隆 編  
昭和59年(1984)

「石 昭和雲根志 第一篇」  
益富寿之助 著  
昭和41年(1966)

「奇石」  
石の博物館 奇石博物館刊行物  
平成16年(2004)

「日本の鉱物」  
益富地学会館 監修  
平成6年(1994)

### 4 「小僧」の名がつく石たち

高師小僧以外で「小僧」の名がつく石を展示。高師小僧も含め、現在の鉱物・岩石名や分類とは全く別に、形や産出地、俗称などから定着した名前です。例えば武豊町歴史民俗資料館によれば、知多郡武豊町富貴あたりでは高師小僧のことを富貴小僧と呼ぶそうです。また、黄土小僧については、益富寿之助が昭和41年(1966)発行の「昭和雲根志 第一篇」でその名を紹介しています。



▲津軽小僧  
青森県東津軽郡平内町  
中野善雄(故人)コレクション



▲“富貴小僧”(高師小僧)  
愛知県知多郡美浜町野間  
豊橋市地下資源館 所蔵



▲黄土小僧  
モンゴル ベイチコウ産  
財団法人 奇石博物館 所蔵

## 5 高師小僧の仲間たち

「小僧」の名がついていないものの、人型をしたものや、高師小僧と同じ褐鉄鉱の仲間を紹介しました。これらも形や俗称から定着した名称です。



じんぎょうせき  
▲人形石（こぶり石）  
アメリカ  
珪藻土などの珪酸が形成した  
ノジュールでオパール的一种



じやくさいし  
▲蛇糞石  
埼玉県入間川  
巣穴跡の化石、外側が褐鉄鉱化  
している



おんたい  
▲鬼板  
豊橋市野依町  
砂や小石が褐鉄鉱で膠結されて  
板状・層状になったもの

## 6 学校の高師小僧

豊橋市南部地域を中心に、市内の小中学校や高等学校、地区市民館などの公共施設で高師小僧を展示・収蔵している所があります。その中から豊橋市立野依小学校、芦原小学校、高師小学校が所有している高師小僧を借用・展示しました。



▲野依小学校 所蔵



▲芦原小学校 所蔵



▲高師小学校 所蔵

## 7 こどもたちの見た高師小僧

豊橋市立幸小学校では、3年生の総合的な学習で郷土について調べる授業があります。校区内に高師小僧の天然記念物指定地があることから、興味を持った児童を対象に高師小僧について学習しています。その学習の中で高師小僧から何を連想するか、スケッチして名前を付けてもらいました。その中から平成18年度の3年生（鈴木達也教諭担当）と平成17年度の3年生（山内彰夫教諭担当）児童のスケッチを展示しました。



▲平成18年度のスケッチ（一部）



▲平成17年度のスケッチ（一部）

## V 現地見学会「高師小僧調査隊」

高師小僧調査隊パートⅠは夏休みに、パートⅡは「とよはし高師小僧フェスタ」のメインイベントであるシンポジウムに先立って開催しました。パートⅠでは豊橋市内の高師小僧の産地を巡り、パートⅡでは市内の天然記念物指定地と浜名湖畔の産地を訪ねました。またパートⅡの参加者には、高師小僧コンテストへ多くの標本を出品して頂きました。

### 高師小僧調査隊パートⅠ

- ①日時  
平成18年7月27日(木) 9:00~12:00
- ②巡回場所  
豊橋市西幸町サイエンスコア周辺  
豊橋市若松町野依小学校周辺
- ③参加人数  
11人(小学4年生~中学生)
- ④講師  
坂本博一(豊橋市地下資源館)  
加藤千茶子(豊橋市自然史博物館)



▲豊橋市若松町

### 高師小僧調査隊パートⅡ

- ①日時  
平成18年11月5日(日) 9:30~15:00
- ②巡回場所  
豊橋市西幸町サイエンスコア周辺  
豊橋市大岩町自然史博物館  
浜松市三ヶ日町佐久米周辺
- ③参加人数  
21人(小学2年生以上)
- ④講師  
家田健吾(豊橋市地下資源館)  
坂本博一(豊橋市地下資源館)



▲豊橋市西幸町



▲豊橋市自然史博物館



▲浜松市三ヶ日町

# 「とよはし高師小僧フェスタ」アンケート結果

今回のとよはし高師小僧フェスタ開催にあたって、11月19日（日）開催のシンポジウム参加者を対象に、イベントの情報源や、興味の対象について知る目的でアンケート調査を行いました。結果は以下のとおりです。

## 1. 回答者概要

とよはし高師小僧フェスタのメインイベントであるシンポジウムの参加者228名に対し、アンケート用紙を配布して回収箱によるアンケートの回収を行いました。その結果、参加者の3分の1にあたる88名から回答を得られました。回答者の内訳は以下のとおりです。

男女比（第1図）は51%が男性、女性は39%でした。

年齢比（第2図）では、回答者の42%が10代で、9歳以下とあわせるとほぼ半数を占めています。20代の回答者はおらず、年齢別に個々の設問に対する回答を見た結果、20代未満と30代以上、それぞれのグループで回答内容が似ており、以下年齢で回答内容を比較する際、20代未満と30代以上のグループで集計しました。

地域別（第3図）では、回答者の84%が市内在住者で、記入された町名の約半数が大岩町と二川町でした。シンポジウム申込者全体の3分の1を近隣の小中学生とその保護者が占めており、アンケート結果はそれを反映しています。

## 2. 事前の関心度（第4図）

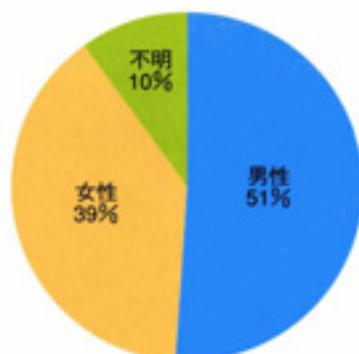
以前から高師小僧に関心や興味があったのは、回答者全体の60%でした。

年齢別に見てみると20代未満の回答者の69%が「いいえ」でした。30代以上では90%が「はい」と回答しており、もともと興味を持っていた人が、シンポジウムに参加したことがわかります。

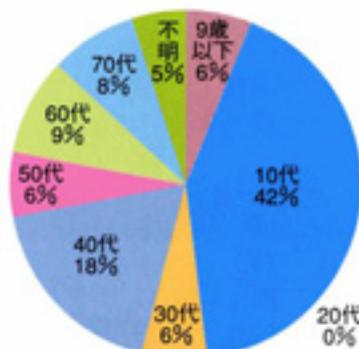
## 3. シンポジウム開催の情報源

年齢別（第5図）で情報源を見ると、近隣の小学校に直接足を運んでシンポジウムへの参加をお願いしたため、20代未満の情報源は学校からの紹介が58%に達しています。30代以上では広報とよはしが30%と最も多いです。

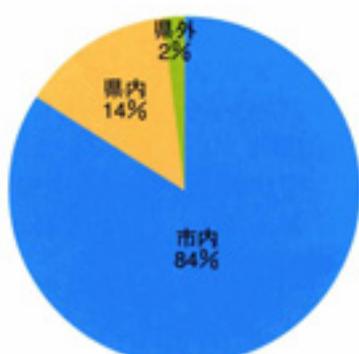
地域別（第6図）では市内は、学校からの紹介が41%で最も多く、広報とよはし、チラシの順です。市外では、44%はチラシが情報源で、ポスター、学校からの紹介の順です。特に市外では、インターネットやラジオも重要な情報源となっています。



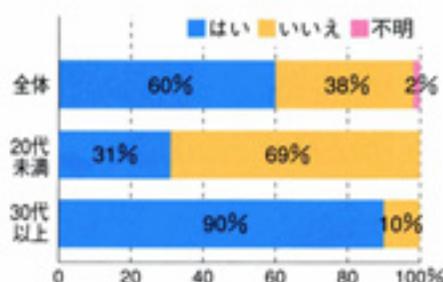
第1図 回答者男女比



第2図 回答者年齢比



第3図 回答者住地域



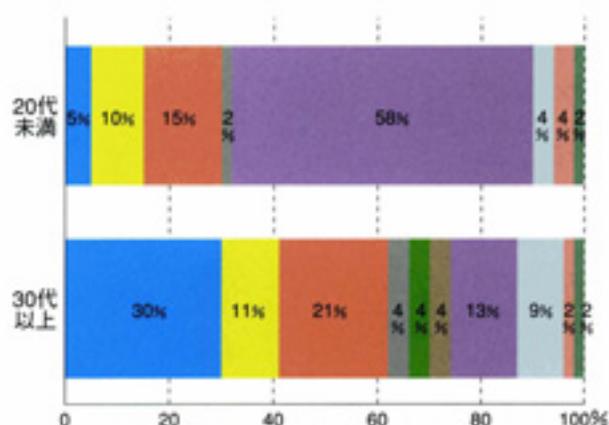
第4図 高師小僧への関心度

#### 4. シンポジウム参加後の満足度（第7図）

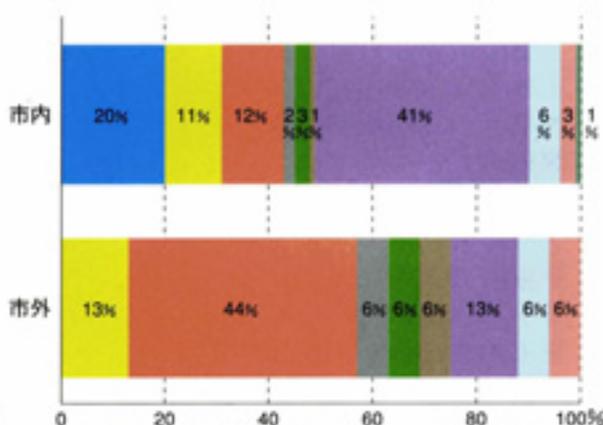
内容に満足した参加者は、全体の77%でした。「あまり興味がもてなかった」との回答者はいませんでした。9歳以下の子供2人が回答し、「内容が難しくて全然わからなかった」と回答していました。年齢別に見ても30代以上は91%が満足していたのに対し、20代未満では62%にとどまっています。全体的に低年齢層には、難しい内容だったようです。

#### 5. 興味を持った内容（第8図）

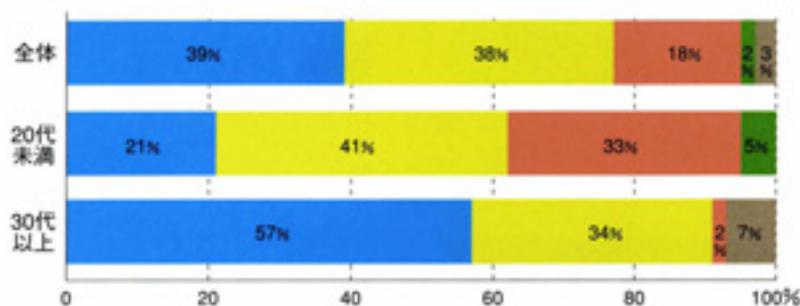
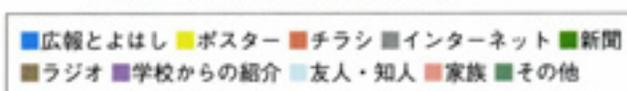
年齢別に見ると、20代未満では「高師小僧ってどんなもの」と「高師小僧から鉄をつくる」に興味を示しています。年齢が近い小学生の発表や、当日実際に見学した製鉄実験に関する発表など、身近なものに興味を示したようです。30代以上では、興味の対象が分散しましたが、高師小僧に関する研究史や形成メカニズムといった内容に興味を示しています。シンポジウムの発表内容については、できるだけ広範囲の年齢層をターゲットにして、内容に幅を持たせたことが反映された形になったと考えられます。



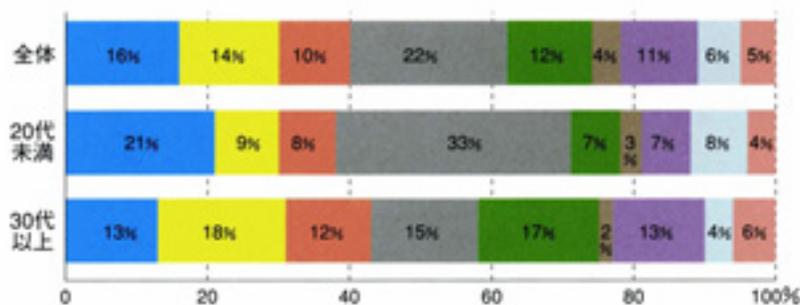
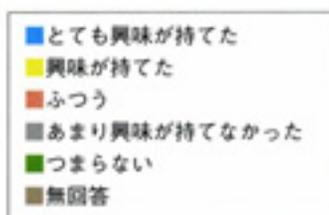
第5図 年代別情報源（複数回答）



第6図 地域別情報源（複数回答）



第7図 参加者満足度



第8図 興味を持った内容（複数回答）

