

## 立山地獄谷の“硫黄の溶岩”について

寺島 禎一（立山博物館）

### はじめに

富山県東部、立山地獄谷は、大きく4つに区分される立山（弥陀ヶ原）火山の火山活動の第4期に形成された（山崎ほか、1962；小林、1990；原山ほか、2000）。第4期の活動内容は、水蒸気爆発によるミクリガ池などの爆裂火口群の形成と地獄谷の噴気・温泉活動であり、地獄谷では現在もそれらの活動が続いている。

地獄谷の硫黄については、火山ガスから昇華した硫黄の噴気塔、縞状硫黄堆積物、溶融硫黄の“硫黄の溶岩”が知られている（小林、1990）。

今回、立山地獄谷の“硫黄の溶岩”の内部組織と鉱物組成について検討する機会を得たので、これを報告する。なお、資料は立山博物館開館時に展示用として許可を得て採取したものの一部を使用した。

### 1 “硫黄の溶岩”について

“硫黄の溶岩”の流出例としては、昭和11年の知床硫黄山での硫黄の流出が知られている（渡邊・下斗米、1937）。これは、溶融したほぼ純粋な硫黄が、火口から20万トンを超える大量な規模で噴出したもので、アア溶岩やパホイホイ溶岩様を示す。溶融硫黄の噴出は、球状硫黄や中空状硫黄、粉状硫黄と大量の熱湯の噴出を伴い、溶融硫黄の大噴出→熱湯と蒸気の大噴出→熱湯と蒸気の間歇的噴出→活動休止のサイクルを繰り返したため、渡邊・下斗米（1937）は、地下

の空洞に熱湯と溶融硫黄が溜まり、蒸気圧が次第に上昇、間歇泉と同様のメカニズムで硫黄や熱湯が噴出したと考えた。

なお、Imai and Geshi（1999）は、知床硫黄山の“硫黄の溶岩”の組織を検討し、“硫黄の溶岩”がパホイホイ溶岩様の表面とコマチアイトに類似したスピニフェックス組織を示すことから、粘性の低い溶融硫黄が急冷したと考えた。

### 2 立山地獄谷の“硫黄の溶岩”について

#### 2.1 産状について

“硫黄の溶岩”は、複数の爆裂火口からなる地獄谷に見られる。地獄谷周辺は温泉活動により岩石の変質が著しく、全体に灰白色を示す。地獄谷内の低地は主に灰白色の礫や粘土からなり、小丘は変質した安山岩質の礫で構成されている。小林（1990）は、これらの爆裂火口を供給源とする4層の地獄谷類質テフラ層を報告している。地獄谷内では、いたるところで噴気や温泉などが認められ、特に地獄谷中央部の鍛冶屋地

獄では、黄色い硫黄の噴気塔が見られる（図1）。かつて“硫黄の溶岩”を形成する様子が、目撃されており（北日本新聞社、1973）、河野（1988）は、形成過程を詳細に報告している。それによると、“硫黄の溶岩”（河野（1988）の“火口”硫黄）は、高温の火山ガスが噴出し、周辺の灰白色の硫黄が溶融するために形成され、溶融した硫黄が斜面をそのまま流下したA型と平坦部で硫黄がさらに過熱されて自然発火し、溶融部分を拡大させていくB型とに区分される（図



図1 地獄谷位置図及び資料採取地点

(地図は、国土地理院発行の2万5千分の1地形図「剣岳」を使用)

2)。“硫黄の溶岩”の規模はA型で幅数10cm、長さ数m、厚さ数cm、B型で広さ数m<sup>2</sup>、厚さ数cmのものが多いが、A型で幅2m、長さ70mに達するものも知られている(河野, 1988; 小林, 1990)。河野(1988)は、昭和40年代末から昭和60年代初頭にかけて“硫黄の溶岩”が数回流出したことを報告しており、近年、流出の報告はないが、流出自体は特に珍しいことではなかったと考えられる。なお、今回の資料は、鍛冶屋地獄周辺で採取されたもので、A型に分類される(図3)。

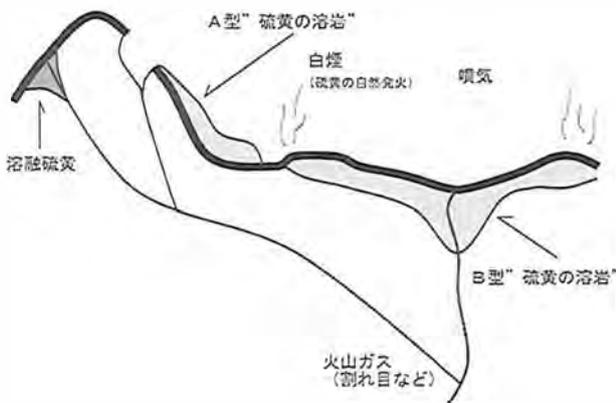


図2 “硫黄の溶岩”モデル断面

(河野(1988)をもとにモデル化)



図3 “硫黄の溶岩”の産状(撮影: 吉井亮一)

## 2.2 形状等について

“硫黄の溶岩”は、灰白色でパホイホイ溶岩様の表面を示す。また、A型のものでは溶岩堤防様の高まりが見られるなど、溶岩同様の形状を示す(河野, 1988)。表面に1cm程度の淡黄色の多孔質な硫黄片を含むことがあるが、火山岩などの岩片は見られない。試料断面を研磨し内部組織を実体鏡で観察したところ、灰白色のマトリックス中に最大で長さ4mm程度のスピニフェックス組織を示す硫黄の骸晶が認められた(図4)。下部には直径1mm程度の碎屑性の石英粒子などが見られ、上部に向かって粒子が細くなる級化層理様の構造が見られる。最上部には無結晶の急冷部があり、押しつぶされて扁平化した気泡や淡黄色の多孔質な硫黄片も見られる(図5)。



図4 “硫黄の溶岩”の断面(横幅は約3cm)



図5 “硫黄の溶岩”の気泡（横幅は約3 cm）

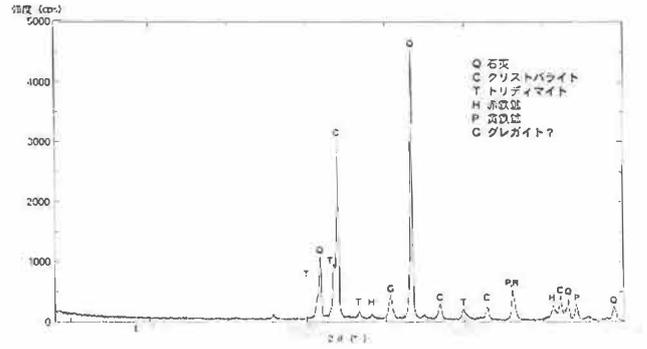


図7 “硫黄の溶岩”（燃烧残渣）

赤鉄鉱と黄鉄鉱が確認された。これは、灰白色を示す原因が、鉄を含む鉱物による可能性を示す。河野(1988)は、自然発火で形成されたB型の“硫黄の溶岩”表面の赤色を酸化鉄の生成で説明しており、実験結果もこれを支持している(図7)。燃烧後の残渣量が試料に比べて少ないことから、アセトンで処理し硫黄を取り除いた灰白色の試料を先の試料と同一の実験方法でX線粉末回折分析を行った。その結果、アセトンで溶解しきれなかった硫黄(斜方晶系)と石英、グレガイトと考えられるピークが認められた(図8)。グレガイト(Greigite)は $Fe_3S_4$ で表される硫化鉄鉱物で堆積物中の磁性鉱物として古地磁気学への応用が述べられている(鳥居, 2005)。

### 2.3 X線粉末回折分析について

“硫黄の溶岩”の鉱物組成を同定するため、X線粉末回折分析を行った。灰白色の“硫黄の溶岩”を水を入れたビーカー中で粉碎し一昼夜放置、上澄みを取り、乾燥させて試料を作成した。この試料について高知大学理学部のX線粉末回折装置(リガク社ガイガーフレックス2038)を用いてCu( $K\alpha$ )-35kV-15mAの測定条件で回折実験を行った。その結果、硫黄(斜方晶系)と石英が認められた(図6)。

灰白色を示す原因を検討するため“硫黄の溶岩”を加熱、燃烧させたところ、赤紫色の残渣が残った。この残渣を先の試料と同一の実験方法で分析したところ、石英、クリストバライト、トリディマイトの他、

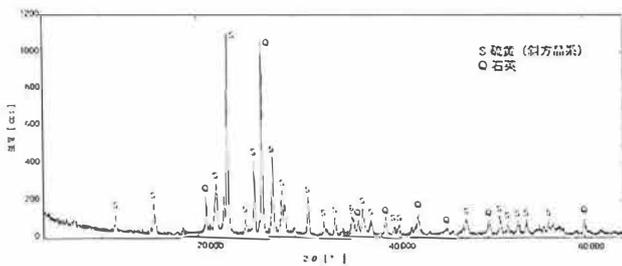


図6 “硫黄の溶岩”(未処理)

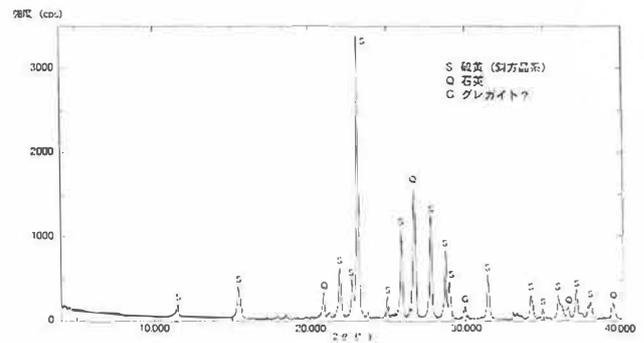


図8 “硫黄の溶岩”(アセトン処理)

## 3 考察

今回検討したA型の“硫黄の溶岩”は、河野(1988)に報告されているように、高温の火山ガスの噴出によって周辺の灰白色の硫黄が溶融し、流下することで

形成された。内部にスピニフェックス組織を示す硫黄の骸晶が認められることから、硫黄はほぼ完全に溶融し、液状であったと考えられる。最上部に多孔質な硫

黄片や気泡が見られることは、それらが液状の硫黄に浮いていたことを示す。また、碎屑性の粒子が級化層理様を示すことも硫黄の粘性が低かったことを意味する。鍛冶屋地獄の噴気塔などを形成している、火山ガスから昇華した黄色くて純度の高い硫黄片を含まないことは、溶融硫黄の供給源が主に周辺の灰白色の硫黄であったか、高純度の硫黄片が灰白色の硫黄とほぼ完全に混合したかのいずれかであると考えられる。

“硫黄の溶岩”は、硫化鉄鉱物であるグレガイトをマトリックス中に含み、これが灰白色を示す原因と考えられる。火山ガスからの昇華硫黄は高純度の硫黄で

あり、グレガイトを含む“硫黄の溶岩”の起源を昇華硫黄のみに求めることはできない。鳥居(2005)が、堆積物中の磁性鉱物としてグレガイトに注目しているように、堆積物(温泉堆積物)中に含まれていた硫黄とグレガイトが、“硫黄の溶岩”の起源である可能性も考えられる。硫黄以外の鉱物の含有率が低いため、鉱物についての精査が必要ではあるが、“硫黄の溶岩”中のグレガイトの由来を明らかにすることは“硫黄の溶岩”のみならず、地獄谷全体の形成を明らかにする可能性を持つ。

## おわりに

“硫黄の溶岩”の組織とX線粉末回折分析により鉱物組成を調べたところ、

- ・内部にスピニフェックス組織など、硫黄がほぼ完全に溶融したことを示す構造が見られる。
- ・ほとんどが硫黄であり、他に石英や硫化鉄鉱物であるグレガイトと考えられる鉱物を含む。

今後は、試料を精選し、X線粉末回折分析の精度を

上げ、鉱物組成を確定する必要がある。

本報告をまとめるにあたり、高知大学東正治教授には、X線での鉱物同定をしていただいた。富山市科学文化センターの赤羽久忠博士には、多くの助言をいただいた。当館の吉井亮一博士には、“硫黄の溶岩”の写真提供をいただいた。記してお礼申し上げる。

## 引用文献

- 原山 智・高橋 浩・中野 俊・苅谷愛彦・駒澤正夫(2000) 5万分の1地質図幅「立山」及び説明書. 218pp. 地質調査所
- Imai & Geshi (1999) Spinifex Texture of Native Sulfur: A Cooling Product of Sulfur Flow Eruptions at Shiretoko-Iwozan Volcano, Hokkaido, Japan. *Resource Geology*, 49, 99-104. The Society of Resource Geology
- 北日本新聞社(1973)北日本新聞. 8月10日~12日. 北日本新聞社. 富山
- 小林武彦(1990)立山火山とその周辺の第四系. 日本地質学会第97年学術大会見学旅行案内書. 111 - 142. 日本地質学会

- 河野俊夫(1988)立山地獄谷産“火口”硫黄について. 島根大学地質学研究報告. 7, 91 - 97. 島根大学
- 鳥居雅之(2005)環境磁気学—レビュー—. 地学雑誌. 114, 2, 284 - 295. 東京地学協会
- 渡邊武男・下斗米俊夫(1937)北見國知床硫黄山 昭和十一年の活動. 北海道地質調査会報告. 9, 37pp. 北海道地質調査会
- 山崎正男・中西信弘・飯山敏春・藤井昭二(1962)火山地質の立場からみた称名滝の成因と立山火山との関係. 立山—称名滝とその溪谷を探る—. 18 - 35. 富山新聞社. 富山