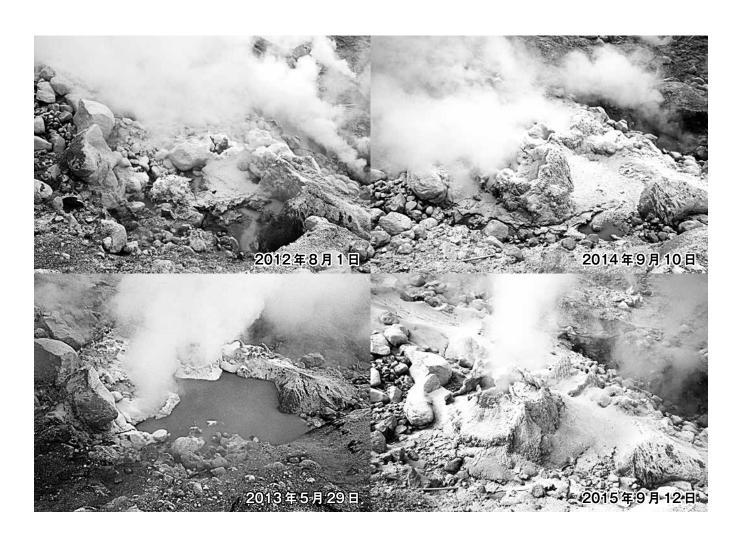
とせまと自然

第39巻冬の号

No.156 2017

火山の熱が作り出した地獄谷とその噴気活動

丹保 俊哉



■同一視点からみた硫黄の噴気塔が急速に成長する様子

岩石の隙間から火山ガスが噴出していただけの場所に、徐々に硫黄が析出・堆積して成長と崩壊を 繰り返しつつ、3年間で3メートルほどの高さにまで拡大しています。

(2012 年 8 月 1 日撮影の写真提供: アジア航測 千葉達郎氏)



火山の熱が作り出した地獄谷とその噴気活動

丹保 俊哉(富山県 立山カルデラ砂防博物館)

国内では現在 110 の火山(図1)が、生きて いる火山「活火山」と定義されていて、そのう ち少なくとも 54 の火山で常に火山ガスの放出 が確認されています(平林, 2003)。火山ガス を放出している場所は噴気地帯と呼ばれていま す。噴気地帯は卵の腐ったような臭いが立ち 込め、草木も生えず荒涼とした不毛の大地で、 地面の所々では温泉がボコボコと沸騰したり、 白濁したり、青色の湯だまりがあったり、泥の 湯だまりがあったり、黄色い硫黄の塔からモク モクと水蒸気を立ち昇らせていたり、その光 景は美しいというよりは寂しいとか険しい、恐 ろしいといった印象を与えます。昔の人たちは、 なくなった人の魂は山の彼方に旅立つのだと考 えていました。そこで立山では、室堂平の地獄 谷や血の池などが文字通り死後の世界の地獄を 表す場所として見出され、それに対比して雄 ゃまではうときん べっきん じょうと 山・浄土山・別山が浄土を表していると考えて、 古くから修行や巡礼の場所として訪れる、霊山 として信仰されてきました。

地獄谷(図2)は室堂平北西部に位置する 噴気地帯です。最初の記録はおよそ800年前、

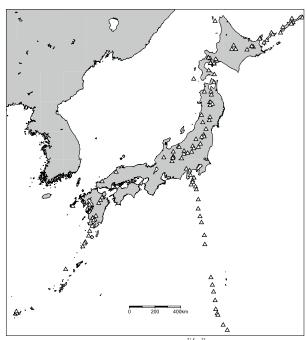


図1 日本国内の活火山の労布(△印)。

平安時代末期に成立した説話集「今昔物語集」の中で、「日本国の人、罪を造りて多く此の立山の地獄に堕つ」などと記されています。その後幾つもの文献に登場していることから、現在に到るまで噴気活動を継続させていることが判ります。今回はこの立山室堂平の地獄谷の活動などについて紹介します。



図2 立山と地獄谷:表紙の硫黄塔はこの写真の中央から左下寄りから立ち昇っている噴気の中(破線 丸印付近)で成長している。

脈動する地獄谷の地熱活動

電山県立山カルデラ砂防博物館では、2010年頃から地獄谷の地熱活動に関心を持ち調査を開始しました。それまではどちらかというと、森陀ヶ原火山全体の過去の活動を振り返る火山史の一部としての調査でした。では2010年に何があったのかというと、この年の5月上で旬に地獄谷の中央付近に位置する、通称「鍛冶屋」地獄」と呼ばれる噴気塔およびその周辺で、溶けた硫黄が燃焼しつつ流れ出す現象が生じたのです。

当館は、この現象を環境省とともに現地で観察、記録するとともに過去の同様な事象や噴気活動の活発化を記録した文献や資料がないか調べ始めました。すると溶融硫黄の流出は複数回発生していることが幾つかの文献、新聞報道で、そして古くは江戸時代にも目撃されていたことも分かりました。 変に、ごく小規模な水蒸気爆発が発生したと解釈できる記録も見つかりました。

弥陀ヶ原火山の最も新しい噴火活動としては、1836(天保七)年の活動が古文書に残されていますが、このときの調査では1949(昭和24)年に山案内人(登山ガイド)が、大安地獄と呼ばれる場所から爆発音とともに噴出物の混じった黒いきのこ雲の立ち昇った様子を証が見つかりました。



図3 立山山麓から遠望される地獄谷の噴気活動

実は調査のきっかけとして以前に、地獄谷から大規模な噴気が立ち昇る様子を、山麓から観察した経緯がありました(図 3)。それまで見知ってきた地獄谷の噴気活動からすると、立ち昇る噴気の規模が大きすぎる気がしたのです。

地獄谷は火山活動が衰えて火山ガスを放出する だけという存在感、恒久的な穏やかさが続くようにみえた噴気活動でしたが、そのなかでも脈動のあることが窺えたのです。

地獄谷の成り立ち

約 22 万年に及ぶ弥陀ヶ原火山の活動史は現 <u>在、5</u>つの時代(活動期)に区分されています (原山ほか、2000)。地獄谷はその最後、5番目 の活動期(4万年前頃から現在)に形成された 地形です。 弥陀ヶ原火山は4番目の活動期の終 わり、約4万年前を最後に、溶岩の流出を伴っ た噴火を起こしていません。このとき室堂平は 地獄谷も含め、室堂山側から流下してきた玉殿 ホッットン ー ホネッ 溶岩に覆われてしまいます。地獄谷を含めた、 室堂平に分布するミクリガ池、ミドリガ池など の湖沼は5番目の活動期の特徴である水蒸気 爆発が玉殿溶岩を突き破って造った爆裂火口の 地形に、水が溜まった火口湖です。中でも地 獄谷は最も大きな地形ですが、複数の爆裂火口 が範囲を重ねるように出来たことで現在の大き さまで拡大したと考えられています(図 4)。



図4 室堂平に刻まれた水蒸気爆発による地形の分布(原山ほか、2000を改変): 基図はアジア航測が立山 砂筋事務所の平成20年度常願寺川流域航空レーザー測量成果品を使用して作成した。

爆裂火口の分布と形と地殻応力場

水蒸気爆発は、室堂平を穴ボコだらけにして しまいました。その分布や穴の形はちょっとした法則性を持っているように見えます。ミクリガ池などの湖沼の輪郭に注目してみると、楕円 形や細長い溝状になって見えませんか?しかもその楕円の長軸や溝の方向は北西ー南東方向に続っていて、川の字の列を造っているかのようです。こうした特徴は、弥陀ヶ原火山そのものに要因があるわけではなく、実は外的な要因によって規定された形と考えられます。

火山が噴火するとき、マグマは周囲の岩盤から受ける強い圧力をなんとかかわして、楽に上昇しようとします。岩盤中には自身の重量によって生じる圧力とは別に、局所的な地形や、広域的なプレート同士の相対運動などによって生じる圧力が加わっています。つまり岩盤の中に働いている圧力には、方向的な偏りがあるのです。

この圧力の偏りは北陸地域の場合、概ね北西ー南東方向に最も強く働いています(図 5)。 でっぱん 一般的にマグマは、この圧力の最も高い方向と平行に、板状の割れ首を造って上昇することが知られています。

例えば柔らかな粘土に一方向から圧縮力を加えると、その直交方向に圧力を逃がそうとする 応力が作用し、変形します。力を加え続けるとやがて粘土の表面には圧縮方向と平行な割れ目が開くことがあります。マグマはこのような効果を利用して、最も効率よく上昇しようとしてくる、というわけなのです。

室堂平に残る、爆裂火口の形や直線上に配列

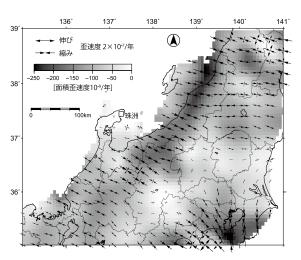


図5 地殻流 力場の空間分布: 国土地理院電子基準点 1998~2000年の日々の座標値(F3)を使用し、 珠洲を固定点として歪速度分布を計算。 富山県東部 付近は北西-南東方向に圧縮力が作用している。

した分布も、こうした広域に作用している圧縮 力の影響を受けたのだと考えられます。地面に どのような力が働いているのか、実際に目で見 ることはできませんが、こうした火山が造りだ した地形を通してそのダイナミックな営みの 一端に触れることができます。

てんぐだいらだんそう じごくだに **天狗平断層と地獄谷**

ところで室堂平での弥陀ヶ原火山の噴気活動は現在、地獄谷だけで認められています。地獄谷が最も新しい水蒸気爆発の発生地帯になっているだけなのかもしれません。あるいは別の理由があるのでしょうか。地獄谷は複数の爆火口の集合体であると考えられていますが、他の地形との形の違いが目立ちます。どうしてこのような形に拡大したのか、それらには局地的な構造に規定された要因がありそうです。



図 6 天狗平断層 (活断層研究会, 1991): 基図として 国土地理院電子国土基本図 (地形)、基盤地図情報 数値標高 10m メッシュ (標高モデル)を使用。 天 物平から室堂平にかけて分布する太実線。

火山地形には、岩壁に働いている広域的な 圧縮力や引張力の偏りが関わっていることは 先述しましたが、地獄谷の噴気活動は飛騨 さんがの尾根付近に位置する地形的な重力不安定 性もこれに関わっている可能性がひとつ挙げられます。日本一高所に湧出する温泉は伊達では ないということですね。その一方で、跡津川 ないということですね。その一方で、跡津川 を持ちらいて大狗平断層(図 6)の存在が別要因としても浮上します。

温泉と活断層の関係性は良く知られていま たんそう す。それは活断層によって岩盤が破砕されるこ

空中写真から判読される活動

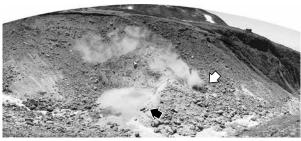




図7 ソーメン 第1: 上図の白矢印の先が新しく出来た地形で、黒矢 印の先は が変地 就と呼ばれる、 水蒸気爆発によって 出来た地形と考えられる。 下図は白矢印の先の地形 に接近した様子。

のぼ 昇っています。

山案内人が1949(昭和24)年に目撃したというきのこ雲の発生した大安地獄もこの辺りのはずで、発見した穴のすぐ東隣りにある乳青色の水の丸い池がそれに該当するのではないかと見込みました。もしかするとこの辺りは、小規模な水蒸気爆発を繰り返しているのかもしれません。

しかし、噴気地帯にありがちな地下の空洞の つった 1947 年の写真は積雪期ですが、大安地 1985(昭和 60)年、2000(平成 12)年の4枚です。1947年の写真は積雪期ですが、大安地 かしその隣にこのとき発見した穴の存在を確認

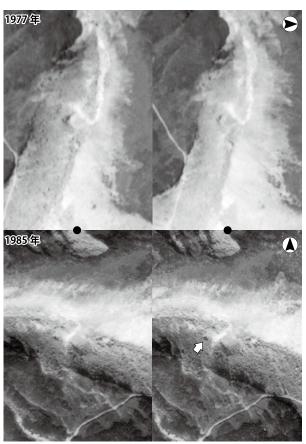


図8 ソーメン藩上流部付近の空中写真:1985年に撮影された2枚の空中写真の立体視で白矢印の先の陰影付近が凹んでみえるのに対して、1977年撮影の空中写真ではその凹みは確認出来ない。

できません。1977年の写真にも党は見られませんが、1985年の写真には穴が見つかりました(図 8)。 更に 2000年の写真にも確認できます。このことからこの穴は 1977~1985年の間に形成されたらしいことが分かりました。

いまう ふんきとう 硫黄の噴気塔、その形と変化

地獄には、死者が生前におこなった罪に応じ た罰を受ける様々な種類の苦難が存在してい て、その数は6万4千とも8万とも言われて います。ちょっと死後の世界を想像したくなく なる数ですね。昔の人は地獄谷の中の多様な地 熱活動の様子を、その地獄の苦難に見立ててひ とつひとつ名称を付けました。鍛冶屋地獄はそ の一つで、地獄谷の象徴とも言うべき存在とし て、観光客がそれを背景に記念写真を撮る対象 でした。煙突のような形で、構造もそっくり。 火山ガスが煙突の中を通って上昇し、先端の出 口からモクモクと噴気を立ち昇らせていまし た。過去形で表現したのは、現在その形は崩れ てしまい、根元付近の脇腹から弱々しく噴気を 漏らしている姿に変わってしまったからです。 長い年月をかけて煙突は場所や姿を変えつつ、 成長と消滅を繰り返しているのです(図9)。

この煙突は、硫黄でできています。火山ガスに含まれている二酸化硫黄と硫化水素は、噴気が冷えると反応して硫黄が析出します。噴気孔



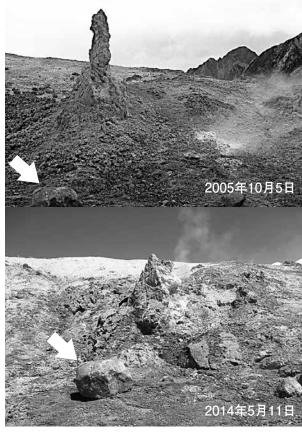


図9 鍛冶屋地獄の硫黄噴気塔の形状変化:視点が同一ではないので、白矢印の先にある転石を大きさの指標代わりとする。90年代後半頃に最大形まで成長し、以後崩壊が進んだ(上2枚:田口松男氏提供)。

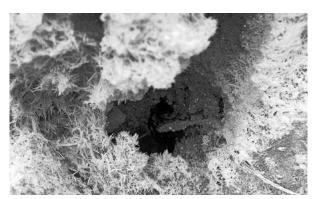


図 10 噴気孔(中央)周辺に析出する硫黄の針状結晶。



図11 噴気塔の成長 (表紙写真の続き): 現在では4メートルほどの高さにまで達している。

の周囲に黄色い針状の鉱物が沢山集まって見えがが沢山集まって見えがが沢山集まって見えがが沢山集まって見えがが沢山集まって見えがが沢山集まって見えがが沢山集まって見えがが沢山集まって見えががいた。 大気に触れて急冷した火山ガスからがは高い、隙間を更に結晶が変したが噴気孔の周りをぐるりと取りをできるとその部分で増めて一体化し、噴気孔の周りをぐるりとその部分で増めて一体化し、が登を作ります。をます。これをは大山ガスが冷えなるので、今度は壁がではなります。これをは大山ガスが冷えなるので、今度は壁はやがて長い世においます。これを繰り返して壁はやがて長い煙突へと成長するのです。しかしアンバランスに成長したその形を長く維持するのはないとのよりではなく風化が進み、何かのきっかけで自壊してしまいます。

2012年から地獄谷は、噴気活動の活発化を受けて入域が規制されています。この活発な噴気活動は、硫黄の噴気塔の成長も促進させているようです。巨大なドーム状(図 11)、頭をもたげた九頭竜のような形状(図 12)など、多様な形状の硫黄塔が目まぐるしく誕生しては消えていきます。人知れず繰り広げられる火山の紫鷺くべきパフォーマンスを、私自身も含めて始いたが鑑賞できないことがとても残念でなりません。



図12 電が首を持ち上げたような形状の大型硫黄質気を含まる。 竜が首を持ち上げたような形状の大型硫黄質質気度は含まる。 溶融硫黄に富んだ火山ガスの高温噴気が噴気塔内壁を溶かして、さながら噴水のように外部に噴出し、 急冷固結した結果できた形状と考えられる。

噴気塔の中はどうなっている?

ジェット機のように耳を劈く轟音を立て続け、勢い良く火山ガスを放出させている噴気塔のそばにいると、最初こそ生きながらにして地獄へ来てしまったかという恐怖感でいっぱいで必要な調査を終えるとすぐに退散したものですが、慣れというものは更に恐ろしいものです。その様子を飽きもせず恍惚として見入ってしまうようになりました。



図13 硫黄の殻を破って噴気塔内の温度を測定する: 穴の 縁で溶けた硫黄の薬が噴流で踊りながら満り落ちて いる。



図14 図13の穴から飛び出した溶融硫黄の飛沫がヘル メットとゴーグルにびっしりと付着、固結していた。

・ 質気孔の周囲には微小な球形をした硫黄の固形物が厚く堆積しています(図 15)。 質気孔から空中へ放出された溶融硫黄が表面張力によって球体となり、その形のまま急冷固結したので

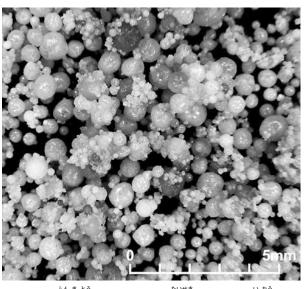




図16 龍の首部分の拡大写真:溶融硫黄が噴出した経路が パイプ状の溶岩トンネルとして残っている。



図17 噴気塔から流出した溶融硫黄が溶岩堤防を作って いた。

す。あるいは噴気塔の上部からでは水のように溶酸・水のように溶りを出させているこか格が、もあります。どうやら九頭竜の首のような格が含めた硫黄塔は、内部を豊富な溶融硫黄を含んだ火山ガスが通ることによって形成されたようです(図16)。 寛によって形成されたようです(図16)。 寛によって形成されたようの流黄は、多様なミニサイズの火山地形(図17)や、どうしてそうなったのか直ぐには理解できない独特の形の固形物を周囲に生み出しています。

質気活動の活発化は、私に見たこともない 現象や光景を見せてくれました。地獄谷の安全 な自然観察がおこなえなくなってしまっている 今、これをどうやって多くの人に伝えていけば 良いかが命題となっています。

とやまと自然 第39巻第4号(冬の号) (通算156号)平成29年1月5日発行発行所 富山市科学博物館 〒939-8084 富山市西中野町一丁目8-31 TEL 076-491-2125 FAX 076-421-5950 URL http://www.tsm.toyama.toyama.jp/発行責任者 宮本博行 印刷所 中央印刷株式会社 TEL 076-432-6572