

とやまと自然

第42巻夏の号

No.166 2019

富山市科学博物館開館 40 周年記念特別展

タテヤーマ火山局

展示解説

増淵佳子



富山市科学博物館開館 40 周年記念特別展「タテヤーマ火山局」展示解説

増渚 佳子 (富山市科学博物館)

1. 火山のこと、どう思う？

みなさんは、火山についてどんなイメージをもっていますか？テレビや新聞で噴火の様子を見て、「怖い」とか「あぶない」と感じている方が多いのではないのでしょうか。私は10年以上火山のことを調べたり、人に伝えたりする仕事をしてきたので、火山は身近で友達のようなものですし、研究や興味の対象としてだけでなく、遊びの対象としてもおもしろく、好きだと感じています(図1)。でも周囲の人との会話で、私のように感じている人は珍しいということも知っています。



図1 遊びに行く場所を選ぶ基準の一つは「火山があるかどうか」。去年は、2018年5月にキラウエア火山が噴火したハワイ島へ火山を見に行ってきました。

皆さんが火山についてどのようなイメージをもっているかを知るために、昨年、博物館の来館者を対象に火山に関するアンケートを行いました。詳しくは科学博物館研究報告第43号をご覧ください。結果をまとめると、富山の人にとって、火山は身近ではなく、また怖いものようです。また、「好き・嫌い」や「楽しい・つまらない」といったイメージをもっている人は少ないことがわかりました(図2)。

確かに火山は怖いものです。噴火すると火山灰が降ってきたり、溶岩流が家の近くまで流れてきたりして生活や社会に被害がでたり、場合によっては人が亡くなったりすることもあります。

「火山大国」とも言われる日本で暮らす以上、火山と全く関わらずに生活することは難しいでし

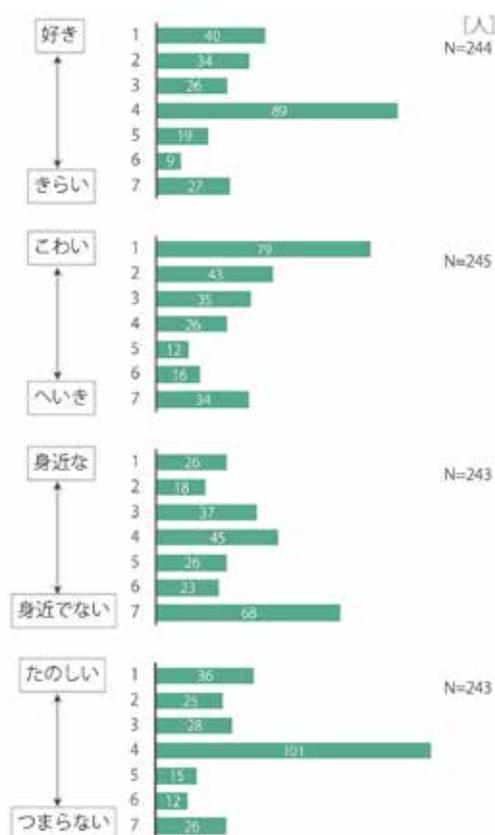


図2 科学博物館の来館者に「火山についてどう思いますか？」と尋ねたアンケート結果。主な回答者は小学生とその保護者。各設問の1と7は「とても」、2と6は「まあまあ」、3と5は「やや」、4は「どちらでもない」を意味している。

よう。怖いものだからこそ「正しく知ること」が大切です。火山はなぜ怖いのか、どのくらい怖いのか、どこが怖いのか、本当に怖いのかを知れば、火山と上手に付き合っていけるかもしれません。それに火山には、火山が作り出す美しい景色や温泉などのすてきな恵みが色々あるのです。なんとなく怖いからといって、食わず嫌いでいるのはもったいないと思うのです。火山を知った上でどう思うかは皆さんの判断によりますが、まずは正しく知ってほしいと思います。

科学博物館では、皆さんに火山のことを知ってもらい、身近に感じてもらうために特別展「タテヤーマ火山局」を2019年7月13日～9月8日に開催します。ここでは、展示の一部をご紹介します。

2. 火山の一生

私が火山を身近に感じる理由の一つは、火山はまるで生きもののようなことです。火山が他の山と違うのは、「噴火によってできた山」だということです。地球のエネルギーの現れである噴火は、火山が生きていることを実感する現象の一つでしょう（図3）。



図3 桜島（鹿児島県）は噴火活動を活発に続ける火山の一つ。写真は2011年8月に撮影したもの。島の周囲をバイクで走っていると、降ってきた火山灰が顔に当たって痛かったです。火山灰は石のかけらなのです。

火山が生きものようであるのは、噴火することだけではありません。火山には、生きものと同じように、生まれて成長し、そして寿命を迎えるという一生があるのです。特別展では「しりょう室」のコーナーで火山の誕生から寿命まで、そのしくみを科学的に紹介しています。

2-1 火山が生まれる場所

火山はどこでも生まれるかということ、そうではありません。日本にある火山の分布図（図4）を見てみましょう。北海道から中部地方にかけて、また中部地方から伊豆諸島、九州地方から沖縄諸島に向かって、それぞれ火山が列になっているのがわかります。どうやら、火山が生まれる場所には決まりがあるようです。

火山が生まれる場所は、プレートと深い関係があります。プレートとは、地球の表面を覆い、ゆっくりと動く薄い板のようなものです（図5）。薄いといっても数十～百数十kmあります。地球の表面には十数枚のプレートがあり、年間数cm～10cm程度のスピードで動いています。あるところではプレート同士がぶつかり、一方



図4 活火山（図中の○）の分布図。太平洋プレートとフィリピン海プレートが沈み込んでできる海溝と平行に分布していることがわかります。国土交通省国土政策局国土情報課の国土数値情報「50万分の1土地分類基本調査（shpファイル）」を使用して作成。

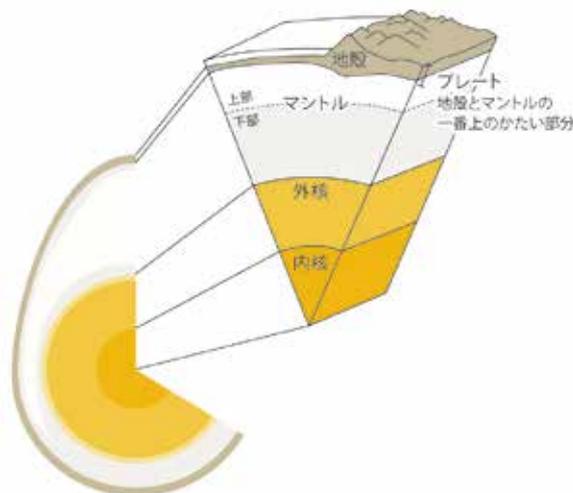


図5 地球の構造はよくゆで卵に例えられます。表面を覆う薄い殻の部分を地殻、その下にある白身にあたる部分はマントル、そして中心部に黄身にあたる核です。地球の内部にはマグマが詰まっていると思われがちですが、核の一部をのぞき固体からなります。

が地球の内部へと沈み込んでいきます。沈み込んでいくプレートには水が含まれています。水は岩石の溶ける温度（融点）を下げる働きをするため、地球内部のマントルが溶けてマグマができます（図6のA）。日本列島の周辺には2枚のプレートが沈み込んでおり（図4）、そこでマグマが発生します。それが地上へと噴き出し、

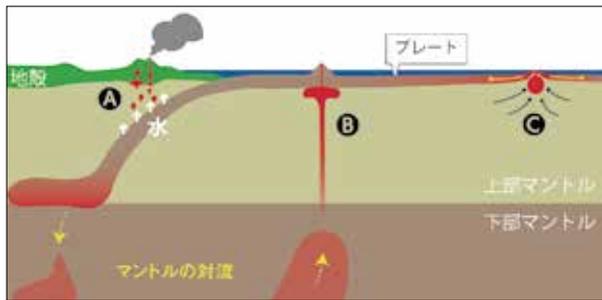


図6 マグマの発生場

A: プレートが沈み込むところ、B: プレートの中、
C: プレートがはなれるところ

火山が生まれているのです。

また、世界に目を向けてみると、プレートがはなれるところ (図6のC) では、はなれたすき間を埋めるようにマントルが上昇することでマグマが発生し、プレートの境目から噴火しています。海嶺やアイスランドの火山がこのタイプです。またマントルはゆっくりと対流しており、熱いマントルが上昇してくる場所でもマグマが形成されます (図6のB)。このような場所はホットスポットと呼ばれ、ハワイなどの火山がこのタイプです。

2-2 火山は噴火で大きくなる

マントル内でできたマグマは、周囲の岩石より軽いので、浮力で浅い方へと移動していきます。ある程度浅いところ (地下数～10数km) まで上昇すると、周囲の岩石と密度が等しくなり、そこにマグマが溜まります。そして溜まったマグマが地上へと噴き出す (噴火する) と火山ができるのです。ところで、マグマはなぜ噴火するのでしょうか。ずっと地下にとどまっていれば怖くないのに…。

マグマの中には、火山ガスの成分 (主に水) が溶け込んでいますが、これらが分離して泡ができる (発泡) とマグマが軽くなり、地上へ向かって上昇、噴火します。マグマの発泡が、噴火の原動力なのです。ハワイ島のキラウエア火山から、レティキュライトと呼ばれる岩石が噴き出すことがあります。この石をよく見ると、スポンジのように穴だらけです (図7)。この穴がマグマの発泡の跡そのものなのです。ここまで発泡した岩石は珍しいのですが、火山

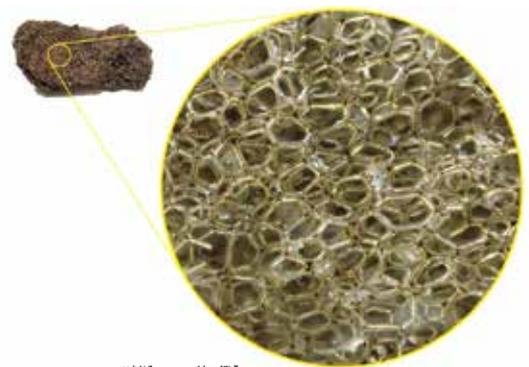


図7 マグマが著しく発泡してできた岩石・レティキュライト。拡大してみると、多角形の気泡とその間をつなぐ細いガラスからなっているのがわかります。気泡のサイズは約0.5 mm。ハワイのキラウエア火山から噴出したもの。

から普通に噴出する軽石にも穴がたくさん空いており、とても軽いのが特徴です。



どのくらい軽いかって? 水に浮くほど軽い水に沈むものもあります。

いのですよ、石なのに (図8) !

マグマが泡立ったまま爆発的に噴火すると、マグマは軽石や火山灰 (泡立ったマグマの欠片) として噴出しますが、少しガスが抜けると爆発のエネルギーが減少し、溶岩として噴出します。蓋をしたまま勢いよく降った炭酸水のふたをあけると爆発的にふき出すのに対し、炭酸が抜けてしまうと口から少しあふれる程度なのと同じ仕組みです。

火山が噴火すると、火口から様々なものが噴き出します。その多くはマグマに由来するもので、岩石の成分や形状で分類されます。特別展では火山の多様な噴出物を展示・紹介しますが、ここでは特徴的な「生きものらしい」噴出物を紹介しましょう。

2-3 ハワイの噴火とペレの涙・毛

ハワイ諸島は火山島であり、いくつもの火山から構成されています。ハワイ島にあるキラウエア火山は地球上で最も活動的な火山の一つで、最近の例でいうと1983年1月～2018年12月まで35年間に渡って噴火活動を続けてきました。ハワイに暮らす人々は常に火山とともに



図9 Kilauea Iki 火口では、1959年に溶岩が噴水のように高さ425 mまでふきあがりました。直径60 cmに達する溶岩の破片が風下側に降り積もり、その厚さは11時間で約20 mに達しました。©USGS

く暮らしを営んでおり、途切れることなくあがる噴煙や流れる溶岩は、火の女神「ペレ」によるものだと考えています。

ハワイの火山の活動の特徴は、粘り気の少ないサラサラとした玄武岩質マグマが噴出することです。マグマの粘り気が違うと噴火のタイプが異なるのですが、ハワイの噴火はマグマのしぶきや溶岩が連続的に流れ出

ます(図9)。そしてこのマグマのしぶきが冷え固まってできたのが、ペレの涙(図10)と

ペレの毛(図11)です。ペレの涙が空から降ってきたら、女神が泣いていると思いますよね。

真っ赤な溶岩には、熱くて何でも燃やしてしまう怖いイメージをもつ方が多いようです。

実際にマグマは何度くらいあるのでしょうか。噴出時の温度は700~1200℃で、流れていく間に少しずつ冷えていきます。例えば鉄の溶ける温度は1538℃なので溶岩の中に入れても溶けません。家にある



図10 ペレの涙。大きさは約5 mm。



図11 溶岩のすき間に挟まるペレの毛。風によって運ばれくぼ地などにたまるが、繊維状のガラスなので壊れやすい。「タテヤーマ火山局」ではふさふさのペレの毛を展示します。

ガスコンロの炎の温度は1700~1900℃で、溶岩よりも高温です。

2-4 噴火のタイプ

図9で示した噴火のタイプは、ハワイでよく見られるためハワイ式噴火と呼ばれています。この他にも、火山の噴火は、その噴火の様子によっていくつかのタイプに分類されます。火山礫や火山弾が間欠的に噴き出すストロンボリ式噴火、軽石や火山弾、火山灰が勢い良く噴き出すブルカノ式噴火、軽石や火山灰などが爆発的に噴出するプリニー式噴火などがあります(図12)。これらは、マグマがそのまま地上に噴出して起こるマグマ噴火です。一方で、マグマが直接水にふれて爆発するマグマ水蒸気噴火や、マグマの熱で水が間接的に温められてマグマを伴わずに噴出する水蒸気噴火などがあります。

2-5 噴火の間隔と火山の寿命

火山は一定の間隔で規則的に噴火するものもあれば、そうでないものもあり、その仕組みははっきりとはわかっていません。例えば、伊豆大島にある三原山は、1777年の噴火後、約35~40年おきに噴火をしています(図13)。一方で、日本で一番大きな火山・富士山は、奈良・平安時代には数十年おきに噴火を繰り返していましたが、1707年の宝永噴火を最後に300年以上噴火していません。1000年、2000年に一度噴火したり、数千年~数万年休んだ後に噴火したりするものもあり、噴火の間隔は火山によって様々です。火山には素直なものもあ



図12 マグマ噴火の種類。写真は左から桜島火山(撮影:宮縁 育夫、出典:日本の火山データベース)、新燃岳(撮影:中野 俊、出典:日本の火山データベース)、ピナツボ火山(©USGS)



図 13 最近約 250 年間の伊豆大島火山三原山の主な噴火（中規模噴火）と噴火頻度（「伊豆大島火山地質図」（川辺，1998）を引用して図化）。

れば、気まぐれなものもあるのです。また、素直な火山だからといって、今後もずっと規則的に噴火するかどうかという、そうとは限らず注意が必要です。

火山は噴火すると怖い。だからこそ、その火山がこれまでどんな噴火をどんな間隔で起こしてきたかを調べ、どういった性格なのか、どんな噴火のクセがあるのかを知ることが大切です。

日本にある様々な火山の噴火史を調べてみると、火山の寿命は数 10 万～100 万年程度のものが多いようです。人に比べるとずいぶん長生きで、イメージがつきにくいのですが、火山にとっての 1 万年を人間にとっての 1 年に例える方法があります※¹。例えば約 10 万年前に誕生した富士山は現在 10 才、まだ小学生くらいなので、まだまだこの先元気に活動していくでしょう。日本で一番若い活火山は 3000 年前に誕生した新湯焼山で、まだ生まれたての赤ちゃんの状態なので、今後（いつかはわかりませんが）噴火して大きくなりそうです。しかし、先の人生何があるかわからないのは人も火山も一緒です。箱根山は人間に例えると 65 才とやや高齢ですが、2015 年には小規模な水蒸気噴火を起こしています。

3. 活火山と火山太郎

自分の近くにある、あるいは登山に行くような火山が、今後噴火する可能性があるのかどう

※¹ 火山の年齢を人間の一生に例える考え方は、林信太郎さんが書かれた「知っておきたい日本の火山図鑑」（小峰書店発行）に載っています。火山の現象を身近なものに例えながら解説しており、とてもわかりやすいですよ。

かは知っておきたいですね。それを判断する一つが「活火山」であるかどうかです。活火山とは「概ね過去 1 万年以内に噴火した火山及び現在活発な噴気活動のある火山」と定義され、今後噴火をする可能性があるものです。図 4 で示したとおり、現在日本には 111 の活火山があり、富山県では弥陀ヶ原火山が活火山に指定されています。

「タテヤーマ火山局」では、活火山を「火山太郎」というキャラクターに例えて紹介しています（表紙イラスト）。日本各地の個性豊かな火山太郎と出会ってみませんか

4. とやまの火山太郎・弥陀ヶ原火山

富山県にいる火山太郎こと「弥陀ヶ原火山」を紹介します。

弥陀ヶ原火山は立山に位置する活火山です。といっても、いわゆる立山（雄山・大汝山・富士ノ折立）自体は地面が隆起してできた山なので、火山ではありません。では、弥陀ヶ原火山は、どこにあるのでしょうか。

4-1 弥陀ヶ原火山はどこ？

立山の火山について、もっとも古くに述べられたのは 1887 年で※² 今から 100 年以上も前のことです。その後、複数の研究者が立山の地質調査を行い、火山の噴火の履歴や成長過程を調べてきました。どこに火山の石が分布していて、それはどのような噴火で、いつの時代にできたものなのかを現地を歩いて調べます。調べた結果を地図に記したものを「地質図」といいます。最近では、2000 年に地質調査所（現在の国立研究開発法人 産業技術総合研究所 地質調査総合センター）から「立山地域の地質」という地質図が発行されています。インターネットでも見ることができるので、興味のある方は産業技術総合研究所が公開する地質図 Navi [https://gbank.gsj.jp/geonavi/] をご覧ください。

※² 坂市太郎さんが「地質要報」（農商務省地質局）の中で、地獄谷周辺の爆裂火口などについて記しています。

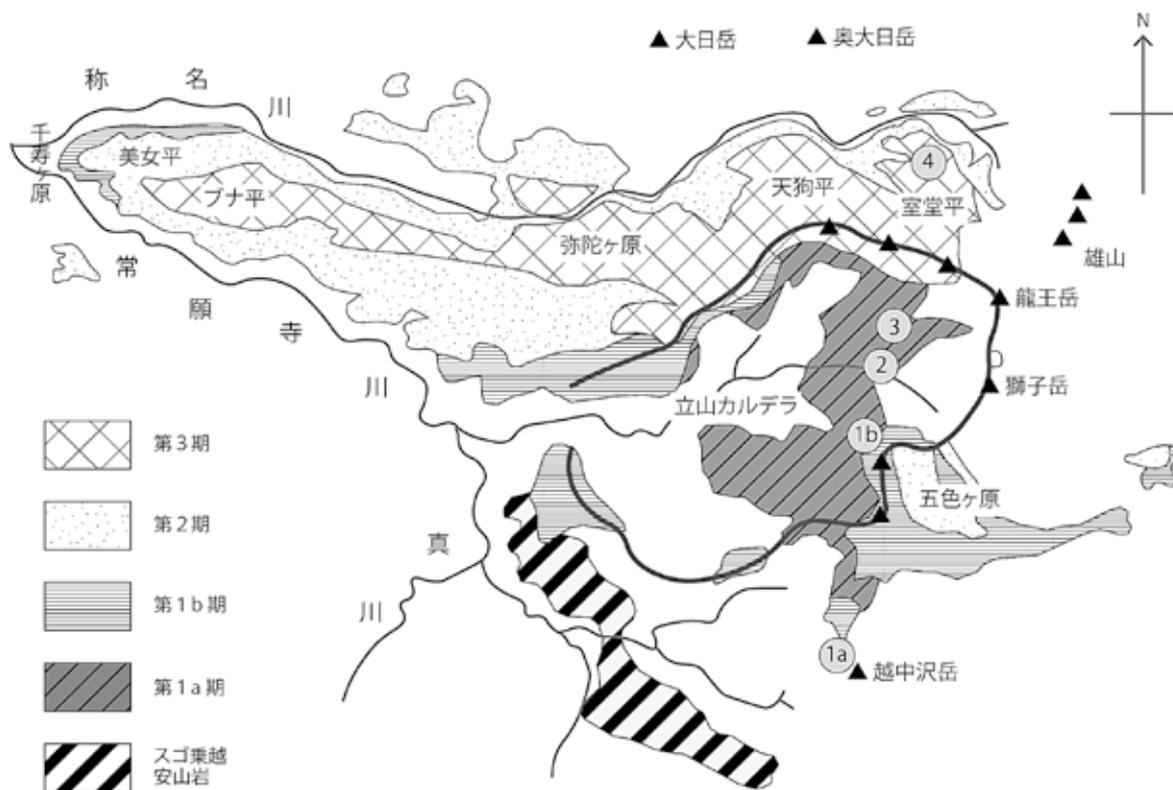


図14 弥陀ヶ原火山の地質概略図。中野ほか(2010)を一部改定。弥陀ヶ原火山の活動は、第1a、1b、2、3および4期の5つのステージにわけられます。丸印1a~4は各ステージの推定火口位置。南から北へ活動の中心が移動しているのがわかります。現在は④の地獄谷周辺を活動中心とする第4期にあたります。

弥陀ヶ原火山の噴出物は、立山カルデラ周辺と室堂~弥陀ヶ原地域、さらに常願寺川と称名川に挟まれた地域に分布しています(図14)。弥陀ヶ原火山について、詳しくは地質図とその解説書に書いてあるのですが、専門的で少し難しいので、地質図を作られた中野俊さんが一般向けに書かれたとやまと自然第23巻秋の号「立山火山をみる」がおすすめです。科学博物館のホームページ※3から見るができます。

弥陀ヶ原火山の噴火史と活動の特徴は、以下のようにまとめられます。

- ・ 弥陀ヶ原火山は、立山連峰上に22~20万年前に誕生した
- ・ 22~10万年前頃までは、現在の立山カルデラのあたりから溶岩を何度も噴出し成長してきた(ただし20~15万年前頃には噴火活動をお休みしていた;図14の第1a、1b期)

- ・ 約10万年前に大規模な火砕流を噴出し、火砕流は火口から西方へ約20 km流れ、室堂平や弥陀ヶ原という広大で平らな台地を形成した(第2期)
- ・ 9~4万年前には、再び溶岩を何度も噴出した(第3期)
- ・ 4万年前から現在まで、地獄谷周辺で水蒸気噴火を何度も起こしており、1万年前以降には4回の噴火があった(第4期)
- ・ 現在は地獄谷での火山ガス活動が活発である

4万年前頃まで噴出した溶岩や火砕流は、現在の立山カルデラのあたりが噴出中心で、そこには標高2,800 mを超すような火山体があったと考えられていますが、現在は侵食によりその大部分が失われてしまい、その実態はよくわかりません。しかし室堂平から美女平まで続く平坦な地面や今も続く地獄谷の火山ガス活動は、確かにここが火山であることを物語っています。特別展では「弥陀ヶ原センター」コーナーで、立山で見られる火山の痕跡などを詳しく紹介します。

※3 富山市科学博物館 > 出版物 > とやまと自然 > 第23巻 秋の号(通算91号)



4-2 今後、どんな活動をするの？火山観測と噴火予知の世界

皆さんが一番気になるのは、「今後、弥陀ヶ原火山は噴火するの？」ではないでしょうか。先に述べたように、弥陀ヶ原火山は人に例えればまだ20才程度、日本にある他の火山の寿命から考えれば、今後も火山活動を続けることは十分に考えられます。また、弥陀ヶ原火山では、4万年前から現在まで、地獄谷を中心とした活動が続いていますので、可能性として高いのは地獄谷付近での噴火や噴気活動の高まりだと考えられています。いつ噴火するかはわかりませんが、いつかは噴火するでしょう。

でもその「いつか」が「いつ」なのか、十年後なのか、百年後なのか、それとも千年後なのかを知りたいですね。それを推測する方法の一つが、最近の噴火現象を調べ、噴火の様式や間隔を知ることです。マグマを噴出する大きな噴火は、噴出物の量が多いので、その痕跡が見つかりやすいのですが、水蒸気噴火のような小規模な噴火の場合は証拠を見つけるのが難しくなります。とはいえ、地層に残りにくい小規模な噴火でも人が近くにいれば危険です。そのため、これまで見逃されてきたような小規模な噴火の証拠を見つけ出し、噴火の詳細を明らかにすることが必要です。富山大学の石崎泰男さんによる最近の研究結果では、1500年前以降、地獄谷西域で3回の水蒸気噴火があったことが明らかとなりました(図15)。詳しくは特別展で紹介しますが、これまで知られていたよりも、もっと頻繁に噴火が起きているようです。

そして、もう一つの方法が火山観測による噴火予知です。火山が噴火する時には、数日前から数ヶ月前に地震がたくさん起こったり地面が膨らんだりします。このようなさまざまな変化や異変(前兆現象)を上手にとらえ、理解する事ができれば、噴火を予知し、事前に避難したり対策をとったりすることができます。日本にある111の活火山のうち50火山は、気象庁が24時間体制で火山活動を観測・監視する常時観測火山に指定されています。弥陀ヶ原火山



図15 地獄谷から噴出した火山灰が堆積している地層。写真中の矢印(→)で示した部分に、1500年前以降に噴出した火山灰層のうち2枚が挟まっています。②：第2テフラ層(約7800～7300年前の火山灰)、K-Ah：鬼界アカホヤ火山灰(7300年前に九州南部の鬼界カルデラから噴出した火山灰)、③：第3テフラ層(約4500年前の火山灰層)、④：第4テフラ層(約2500年前の火山灰層)

は2016年に常時観測火山になったばかりで、観測データが少ないため、どのような前兆現象がどのような火山の噴火につながるのかはまだよくわかっていません。しかし、今後観測のデータが増えれば、徐々に弥陀ヶ原火山のクセがわかっていくでしょう。

5. おわりに

まだ火山のことを知る前の私にとって、火山の噴火は「テレビの中の怖いできごと」でした。自分の住む町から見える山々に噴煙をあげているような火山はなく、身近な存在でもありませんでした。きっと多くの皆さんもそうなのではないでしょうか。ですが、今は日本全国の個性豊かな火山太郎との出会いが楽しみで、訪ね歩くようになりました。この火山太郎はどんな性格なんだろう、どんなところが怖くて、どんな凄いところがあるのだろう。1つ1つみんな違い、まだまだわからないところも多いことを知ったからこそ、火山への興味はつきないのです。

皆さんも「タテヤーマ火山局」で、火山の様々な面を知ってみませんか？もっともっと火山のことを知りたくなるかもしれませんよ。