



The Volcanological  
Society of  
Japan

第28回  
公開講座

特定非営利活動法人 日本火山学会 主催

親子で火山実験

マグマキッチン

とても とても  
大きな噴火 と 小さな噴火

—カルデラ噴火と水蒸気噴火—

日時

2021年(令和3年)

10月23日(土)

14時00分～16時00分

オンライン開催



# とても小さな噴火のお話

## 2014年9月27日 御嶽山の噴火

それはいつもの小さな噴火でした。火山にとっては、ほんの少しの水蒸気を「ポン」とふきだした、小さな小さな噴火だったのです。火山は何十万年も生きているので、こんな噴火はたぶん何千回してきたはずですよ。まあ、「いつもの」と言っても何十年に一度しか起こらない噴火だけれど、でも、こんな小さな噴火が一番多い噴火なのです。

## 同じ日の同じ御嶽山の噴火

それはたいへんな噴火でした。人間にとっては、水蒸気が激しく「ドカン」と爆発し、激しく石が吹き飛ばされたのです。この日はとても良い天気でおおひとさんちようふきんした。しかも、ちょうどお昼ご飯の時間だったのです。そこに突然、何の前ぶれもなく、噴火がはじまりました。山頂の南側にある地獄谷と呼ばれるところから火山灰が雲のようにわきあがり、たくさんの石がものすごいいきおいで吹き出しました(写真1)。大きな石はひと抱えもあるような石だったそうです。その石は恐ろしいほどのスピードで飛んできました。あまりにも速く飛んでくるので、とてもよけることはできません。プロ野球選手でもよけたり、打ち返したりすることはむずかしいと思います。しかも、火山灰のせいで飛んでくる石はほとんど見えませんでした。

最初にはわきあがる噴煙を撮影していた人も、火山灰がどんどん近づき、さらにたくさんの石がふつてくると、「逃げなければあぶない」と気がつきました。とっさに建物に逃げこんだり、岩の影に逃げこんだ人は助かりましたが、逃げ遅れた多くの方が命をおとしたのです。58人の方が亡くなり、5人がまだ見つかっていません(写真2)(写真3)。



【写真1】御嶽山の噴石。2014年の噴火では、この石が高速で飛んできました。ずっしりと重く、角ばっています。噴火予知連総合観測班提供。



【写真2】2000年北海道有珠山噴火の噴石。道路に火山灰がつもり、たくさんの石が落ちています。これらの石は噴火で上空500mまでふきあげられそこから落下してきました。右下の黄色い棒は1mの定規。



【写真3】御嶽山山頂近くの山小屋。山小屋の火口をむいた壁はたくさんの噴石で穴だらけになっています。噴石の勢がよくわかります。噴火予知連総合観測班提供。

## 小さな噴火の爆発はどうして起こる？

火山の噴火はたいいていマグマが爆発しておきます。でも、今お話した御嶽山の2014年の噴火のような「小さな噴火」(火山にとっては)は、たいいていは「水蒸気噴火」という爆発です。「水蒸気噴火」について説明しましょう。

といっても、「水蒸気噴火」を説明するのはなかなかむずかしいなあ。高校生になるとよくわかると思うのですが。ここから5行はむずかしいので、飛ばして読んでください。

昔の船などのボイラーはときどき爆発することがありました。水蒸気噴火は、それと似ていて、地下にある巨大なボイラーが爆発する様なものなのです。で、ボイラーって知っていますか？熱で水を蒸気にする装置です。キッチンにある圧力鍋と似ています。ボイラーが爆発すると、それはそれはすごいことになります。「水蒸気噴火」では同じような爆発が起きるのです。おわかりになりましたでしょうか？さっぱりわかりませんね。別の方法で説明しましょう。

もう一つ、台所で「とても小さな噴火」と同じようなことが起こることがあります。それはポップコーン。ポップコーンをつくったことはありますか？すごく楽しいのでぜひ作ってみてください。ポップコーンのもとになるコーンは乾燥したとうもろこしの粒です。さわってみるとこの粒はとても硬いことがわかると思います。かっちゃんかっちゃんに硬いのです。

コーンを鍋に入れ、油を少し入れ、鍋にフタをして、熱くします。しばらくすると「ポン」という音とともにコーンがはじけます。コーンが180度になった時に「ポン」とはじけるということがフランスの科学者によって調べられています。この「ポン」がじつは水蒸気噴火の「どかん」と同じなんですね。でも、もちろん大きさはほんものの「とても小さな噴火」よりもずっと小さいのでポップコーンを作っても安全です。実際の「とても小さな噴火」では、ポップコーン1億粒分ほどの爆発が起こっています(写真4)(写真5)。



(右)【写真4】ポップコーン

(下)【写真5】ポップコーンの爆発

ポップコーンが爆発する様子の連続写真。ホットプレートでポップコーンのもとを温めたところ。赤い矢印のポップコーンが飛び跳ねながらはじけている様子がわかります。



①

②

③

④

⑤

⑥

## とても小さな噴火にあうことはある？

そんな「とても小さな噴火」でも登山中にとつぜんあってしまったら、命にかかわります。でも、そのような噴火にあう可能性はあるのでしょうか？

答えは「あります」。  
でも、「めったにはあわない」のです。



「とても小さな噴火」に「めったにはあわない」がどのくらいかお話ししましょう。「とても小さな噴火」は一つの火山で何十年かに一度起きるくらいです。たまたま登山をしていて火山の近くに1時間近くいたとしても噴火にあう可能性はとても小さいと思います。みなさん、飛行機には乗ったことがありますか？ たぶん、乗ったことがありますよね。では、飛行機が落ちこちることがあるのは知っていますよね。飛行機が落ちると命はほとんど助かりません。でも、それでも飛行機に乗るのは飛行機の墜落には「めったにはあわない」からなのです（300万回に1回くらい）。

登山だって同じです。活火山に登山する人はたくさんいますが、噴火には「めったにはあわない」から登山するのです。簡単な計算をしてみると数十万回から100数十万回登山すると「とても小さな噴火」にあう可能性があります。飛行機の危険性とあまりかわらないんですね。というわけで、ぼくは活火山に登山をして火山を楽しみたいと思います。

みなさんがどうするかは、もちろんみなさんの自由です。



飛んでくる石から身を守る方法。  
写真の様に完全に岩の間に入って身を隠せたら完璧です。



たくさんの米粒の中の印を付けた一粒の米粒。  
水蒸気噴火が数十年に一度あるような火山で突然の水蒸気噴火に出会う可能性は、数十kgの米（この写真に写っているコメの数千倍）の中から印のついた一粒の米を目を閉じたまま選び出す確率とほぼ同じくらい。



## 水蒸気噴火とは？

### 1. 火山の噴火

日本は世界でも有数の火山国・地震国です。でも皆さん、実際に噴火を見たことがあるでしょうか？地震はともかく噴火をみたことのある人は少ないでしょう。見たことのない人も、噴火といえば、ドカーンという大きな音とともにドロドロの赤く灼熱した溶けた岩石（マグマ）が噴きだしたり、モクモクとした噴煙とともに、赤く熱した火山弾が飛んできたりするのを想像するのではないのでしょうか？このように噴火といえば赤い「マグマ」が噴き出すものと多くの人は想像しているのではないのでしょうか。

しかし、マグマが出ない噴火も存在します。実は、マグマが出てこない噴火は頻繁に起きており、それらは水蒸気噴火とよばれています。水蒸気噴火は、その名の通り水蒸気により引き起こされる噴火です。

### 2. 水蒸気噴火

水蒸気噴火は、地下のマグマなどで熱せられた液体の水が、突然に水蒸気になることで、周囲の岩石などを吹き飛ばすことで起こります。では、どうして、液体の水が突然に水蒸気になるのでしょうか？

私たちの生活している地表では、水は100℃で沸騰しますが、高い山では沸騰する温度がもっと低くなるという話を聞いたことはないでしょうか。これは高い山では気圧が下がるため、水が100℃より低い温度で沸騰するためです。例えば富士山山頂（3,776m）では約88℃、蔵王山山頂（1,841m）では約94℃で水が沸騰します。そのため、3,000m級の山々では、圧力釜がないと、おいしくご飯が炊けないくらいです。



【写真1】御嶽山2014年噴火当日の山頂の様子。噴石で山小屋の一部が壊れている。2014年9月27日14時40分頃石上亮太さん撮影。



【写真2】御嶽山2014年噴火。9月28日南方上空から及川輝樹が撮影。

では、逆に圧力が高くなるとどうなるのでしょうか？その場合、100℃以上の温度になっても水は沸騰せずに液体のままです。地下深くでは、周囲の地下水や岩石の重さによって、地表より圧力が高くなっていますが、そういった所の水は100℃以上になっても沸騰しません。例えば地下10mほどの深さでは、水の沸騰する温度は120℃ほどになります。そのような水の周囲の圧力が一気に小さくなると、熱い水は一気に水蒸気となります。そのためその勢いは強く周囲の岩盤を吹き飛ばします。それが水蒸気噴火です。なお、水が水蒸気になると体積はおよそ1,700倍にもなります。これは、1リットルの水がお風呂6杯分ほどの体積に膨らむということです。その激しさが想像できるでしょう。

このような地下で100℃以上の水は火山ガスやマグマの熱によってつくられますが、火口の地下のみにあるわけではありません。噴気とともに温泉が湧く活発な地熱地帯にもあります。そのため、活火山の火口に限らず、高温の温泉が湧いている噴気地域でも水蒸気噴火は発生します。

### 3. 水蒸気噴火で起こること

水蒸気噴火では、既存の火山体を吹き飛ばしますので、もともとあった岩石が砕けたものが火口付近に飛び散ります。その大きいものは、噴石(火山岩塊、火山礫)、細かいものは火山灰とよばれます。噴石は火口付近にしか降ってきませんが、火山灰は、噴煙とともに風に乗って遠く広い範囲に降ることがあります。その他、火砕流や、水蒸気になり切れなかったお湯が、火口から直接あふれ出すような火山泥流も発生することがあります。これらの現象は低いところを流れ下る性質があるので、火口から離れた谷沿いでも危険となります。

水蒸気噴火は、マグマ噴火に比べてはっきりとした前兆がなく噴火することがあります。2014年に発生した御嶽山の噴火(写真1)は、まさにそのような噴火で、はっきりとした前兆がないまま突然噴火が発生しました。しかも、たくさんの登山者がいる時期に噴火したため、主に噴石により、大勢の人が怪我をしたり亡くなったりしました。登山中に噴火に遭遇することは、まずめったに無いのですが、こういった不幸な災害も起こります。もし噴火に遭遇した時には、素早く火口から離れる、逃げられない場合は岩陰などに身を隠す、バックバックなどで頭などを守るといったことをしてください。少しの行動で助かることがあります。

また、登る山が活火山であることを知っておくことも重要です。その活火山に最近異常があるのかないのか、気象庁のHPなどで調べておくことは必要です。しかし、火山が噴火しているのは大変短い間です。噴火のない期間には、火山は温泉や美しい風景を楽しんだり、生きている大地を感じたりすることができます。そのため、噴火の兆しがない時に、気を付けながら火山に登って楽しんでください。



# マグマのきほん

## マグマ

マグマはどろどろに溶けた「石」で1,000℃くらいあり、ものすごく熱いものです。マグマは冷えてかたまると石になってしまいます。マグマはどこでできたのでしょうか？

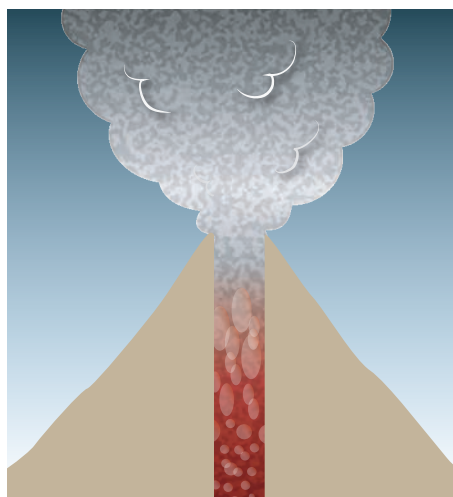
マグマは地下深くでできます。もとの石は、かんらん岩という石でこれがすこし溶けることでマグマのもとができます。

## マグマだまり

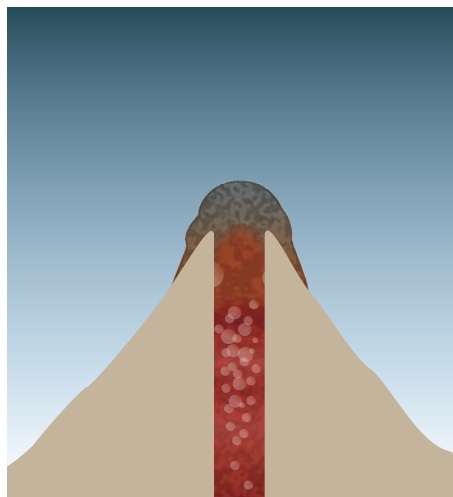
マグマは深いところでできますが、だんだんと地面にむかってあがってきます。途中、マグマがたくさんたまる場所ができます。それがマグマだまりです。30キロメートルとか15キロメートルなど、火山によってその深さはいろいろです。例えば阿蘇山の場合は、約6キロメートルより深いところにあると考えられています。

## 爆発的な噴火と穏やかな噴火

火山の噴火には、2種類あります。ドカンと噴火する「爆発的な噴火」と火口から溶岩流を流すような「穏やかな噴火」があります。爆発がおきるとマグマはちぎれてしぶきになってしまいます。しぶきはすぐに固まり火山灰や軽石などの「火砕物」というものになります。火山灰はこまかくちぎれて砂のようになったマグマの破片ですし、軽石は泡だらけのままかたまったマグマの破片です。爆発的な噴火になるか、穏やかな噴火になるかは、マグマの中に溶けこんでいるガス(水蒸気や二酸化炭素など)がどのようにマグマから抜け出すかで決まってきます。マグマが火道とよばれる通り道を上がってくる間に、マグマの中に溶けているガスがふくらんで泡が出ます。この泡がたくさん出るとマグマがしぶきになって、ちぎれたマグマの破片が火口とよばれる出口から外へ飛び出します。これはコーラにメントスを入れた時ととてもよく似ています。これが爆発的な噴火です。穏やかな噴火は、マグマの中に溶けこんでいるガスが、地面に上がってくる時に抜け出してしまふことで気が抜けた状態になったものです。泡ができないので、マグマがどろどろと溶岩の状態を出てくることになります。



爆発的な噴火



穏やかな噴火



# とても大きな噴火のお話

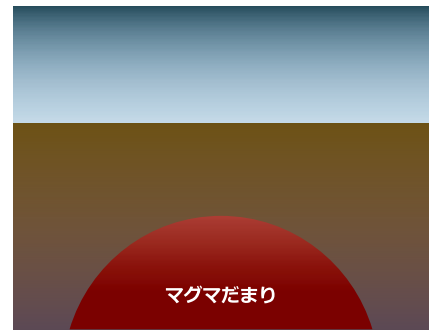
地球上には、わたしたちが想像もつかないくらい大きな噴火をした火山が存在します。実際にその噴火が観測されたことはありません。しかし、ものすごく広い範囲を埋めつくした分厚い火砕流と火山灰の堆積物や、大きな「カルデラ」という地形が残っていることから、過去に超巨大噴火が起こったことがわかってきています。

みなさんは「火山の絵を描こう」と言われたら、どんな絵を描きますか？ 富士山のような、山頂と裾野がある山の形を描く人が多いでしょうか。実は、それとは正反対で、大きく凹んだ形をつくっている火山もあります。火山の噴火でできた巨大な凹みのことを「カルデラ」といいます。

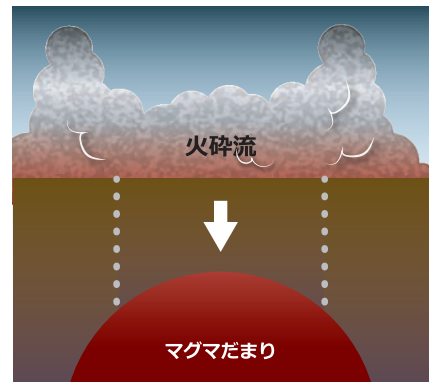
カルデラはどうやってできたのでしょうか？ 火山の地下数kmの場所には「マグマだまり」があります。火山が噴火すると、マグマだまりからマグマが溶岩や軽石や火山灰となって勢いよく出てきます。普通の噴火だったら、そういった火山噴出物が火口のまわりに積み重なることで、火山はだんだん成長していきます。ところが、一度の噴火で大量のマグマがいったんに出ていってしまったらどうなるのでしょうか？ マグマだまりの上にある火山は、マグマが出ていった分だけ凹んでしまいます。こうしてカルデラがつけられます。

超巨大噴火で出ていったマグマの量は一体どれくらいなのでしょう？ 鹿児島県の桜島は1年間に1,000回ほど噴火する活発な火山です。この桜島の噴火が普通の噴火だとすると、カルデラをつくった超巨大噴火のマグマの量は、その100万倍以上です。仙台市全体が130m以上の厚さの火山噴出物に埋められてしまうほどの量です。想像するのが難しいですが、とんでもなく大量のマグマということですね。

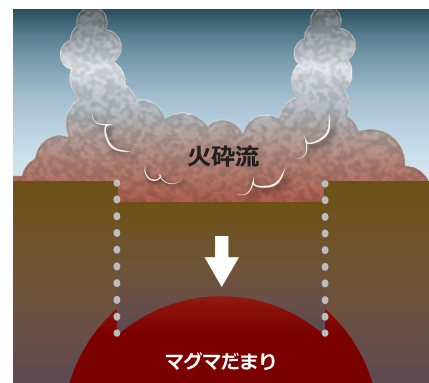
超巨大噴火はまだ謎だらけです。大量のマグマが一体どれくらいの時間でどのようにしてつくられたのか、火山学者たちは解き明かそうとしています。この大きな謎に挑戦したい！という人はいませんか？



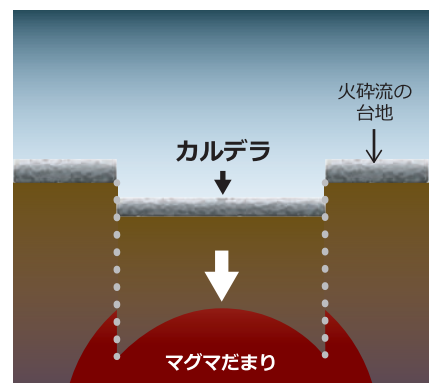
① 噴火前の状態。地下にマグマだまりがあります。



② 噴火で火砕流が発生。カルデラができ始めます。



③ 噴火が進行し、どんどん地面がへこんでいきます。



④ カルデラの完成。火砕流の中の火山灰や軽石がカルデラのまわりにたまりまます。これが火砕流台地です。

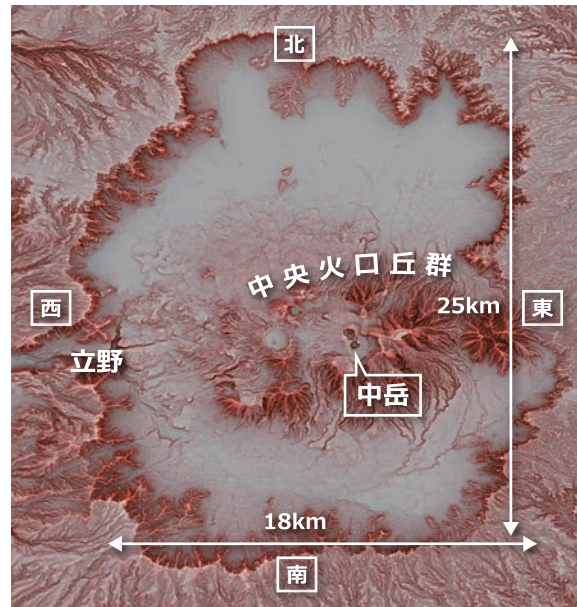
## 阿蘇のカルデラ

超巨大噴火は、遠い国の昔話ではありません。実は、日本には超巨大噴火を起こしたカルデラ火山が複数あって、1万年に1回くらいのペースで噴火してきました。日本で一番新しい超巨大噴火は、約7,300年前の鬼界カルデラ（南九州）の噴火です。それより規模はやや小さいですが、東北地方には十和田カルデラや鬼首カルデラ（宮城県）などがあります。今回は、日本の中でも特に大きいカルデラ火山の一つ、熊本県の阿蘇を紹介します。

阿蘇は日本で二番目に大きいカルデラをもつ火山です。18km×25kmくらいで、楽天命命パーク宮城（東北楽天ゴールデンイーグルスの球場）が10,000個入るほどの大きさです。ちなみに、日本で一番大きいカルデラは、北海道の屈斜路カルデラで、26km×20kmくらいです。世界で一番大きいカルデラは、インドネシアのトバカルデラで、100km×30kmくらいあります。

阿蘇カルデラの縁どりの部分は急な崖になっています。カルデラの縁どりをつくっている山のことを、「外輪山」とよびます。外輪山西側の立野という場所には大きな切れ目があり、渓谷になっています。このカルデラの切れ目を「火口瀬」とよびます。阿蘇に降った雨の水は、火口瀬を通過して有明海へ流れていきます。多くのカルデラ火山には湖がありますが、阿蘇カルデラには現在湖がありません。火口瀬から水が出ていくので、水がたまらず湖ができないのです。

阿蘇カルデラの真ん中には、たくさんの火山が集まっています。カルデラの真ん中で群れをなすように集まっているこれらの火山のことを「中央火口丘群」とよびます。時々噴火する中岳は、この中央火口丘群のうちのひとつです。よく「阿蘇山」や「阿蘇火山」とよばれたりしますが、実は阿蘇という名前の独立した山はありません。外輪山や中央火口丘群などをまとめて、「阿蘇山」や「阿蘇火山」とよぶのです。



阿蘇火山の赤色立体地形図(アジア航測株式会社)。  
この地図の作成に当たっては、国土地理院長の了承を得て、同院発行の数値地図 50m メッシュ(標高)、数値地図 5m メッシュ(標高)及び基盤地図情報を使用した。(承認番号 平 22業使、第 278 号)

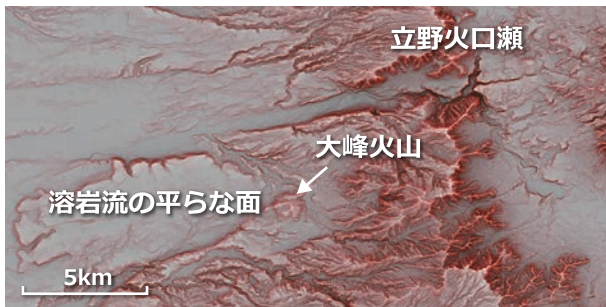


カルデラ北西の外輪山からみた中央火口丘群。この場所からみえる主な火山は、根子岳、高岳、中岳、往生岳、杵島岳、米塚、烏帽子岳など。特に、阿蘇の代表的な5つの火山(根子岳、高岳、中岳、杵島岳、烏帽子岳)のことを、「阿蘇五岳」とよぶ。



## 阿蘇火山の成り立ち

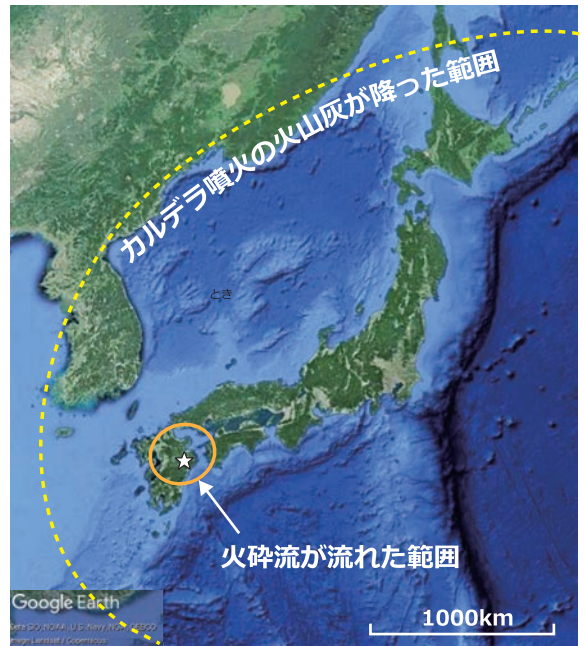
わたしたちに美しい景色を見せてくれる阿蘇ですが、その成り立ちはとても激しいものです。約27万年前から約9万年前の間に、阿蘇でとても大きな噴火が4回も起こりました。この噴火で発生した火砕流は九州の大部分をおおって焼きつくし、埋めてしまいました。あまりにも大きな噴火だったので、火砕流は海をわたって山口県まで流れていきました。この時に降り積もった火山灰は北海道でも見つかっていて、その厚さは約15cmあります。つまり、火山噴出物が日本列島をほとんど全部おおってしまうような超巨大な噴火だったということです。超巨大噴火が4回も繰り返したことによって、地下のマグマだまりはほとんど空っぽになってしまいました。その結果、地表が大きく凹みました。こうして阿蘇カルデラの原形ができたのです。



大峰火山と溶岩流がつくった台地

## 阿蘇中岳の火山活動

カルデラができた後も、地下からマグマが噴き出し続けて、カルデラの中に中央火口丘群ができました。その中で現在活発な火山は中岳です。中岳には複数の火口があり、その中の第一火口が時々噴火します。火山活動がおさまっている時は火口の底に湯だまりができますが、活発になるとお湯が干上がり、土砂を吹き出すようになります。水蒸気噴火をすることもあります。さらに活発になると、真っ赤なマグマを吹き出す「ストロンボリ式噴火」となります。



阿蘇カルデラの巨大噴火で発生した火砕流と火山灰がとどいた範囲

超巨大噴火が繰り返してカルデラができてゆく間に、カルデラの外側でも噴火がおこりました。カルデラの西の外側にある大峰火山は、4回目の超巨大噴火の直前に活動した火山です。大峰火山は溶岩を流して、平らな面をもつ台地をつくりました。この溶岩がつくった平らな地形は、現在熊本空港として活用されています。

超巨大噴火が繰り返してカルデラができてゆく間に、カルデラの外側でも噴火がおこりました。カルデラの西の外側にある大峰火山は、4回目の超巨大噴火の直前に活動した火山です。大峰火山は溶岩を流して、平らな面をもつ台地をつくりました。この溶岩がつくった平らな地形は、現在熊本空港として活用されています。



火山活動の活発化によって変わる中岳第一火口の様子



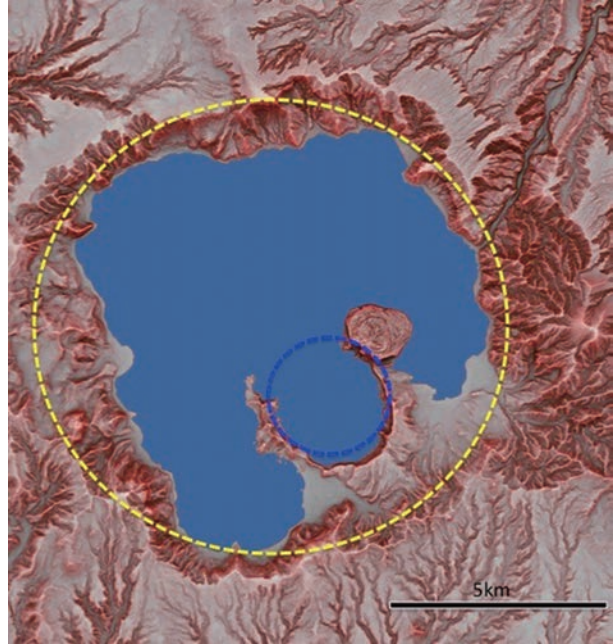
# とわだ 十和田カルデラ

## とわだこ にじゅう 十和田湖は二重カルデラ

とわだこ あきたけん あおもりけん けんざいかい とわだこ みずうみ きょだい  
十和田湖は秋田県と青森県の県境にあります。十和田湖はただの湖ではなく、カルデラという巨大  
ふんか おお みず 噴火でできた大きなへこんだところに水がたまったものです。

とわだかざん ふた にじゅう  
十和田火山では二つのカルデラが二重になっ  
ています。地図をよく見てください。大きなカ  
ルデラと小さなカルデラがありますね。大きな  
カルデラ(黄色の破線)は5万5,000年前から1万  
5,000年前にかけての3回の巨大噴火で、でき  
あがりました。そのあと、湖の中に小さな火山  
ができました。その後、何回か大きな噴火が起  
き、新しい内側のカルデラができあがったので  
す(青の破線)。

おお は せん  
大きなカルデラは直径11kmもある大きな穴  
です。内側のカルデラは「中湖」とよばれていま  
す。できたてのカルデラですので、とても深く  
326.8mもあります。湖の底に東京タワーを立  
てても、てっぺんのアンテナしか見えないよう  
な深さです。



十和田湖の赤色立体地図。  
黄色の線は大きなカルデラ、青い線は小さなカルデラです。  
アジア航測株式会社提供の赤色立体地図を使用した。

## にほん いち ふんか 日本一の噴火

じつはとわだこ 十和田湖はある意味日本一の火山で  
す。日本の歴史上最大の噴火が十和田湖で起  
こったのです。へいあんじだい 平安時代のこの噴火は915年に  
お かんが 起 起こったと考えられています。噴火の煙が空高  
くあがり、とうほくちほう 東北地方の広い範囲に火山灰をふら  
せました。あつかさいりゅう 熱い火砕流がでてきて20km以上の  
ひろはんい 広い範囲が焼きつくされました。また、この噴  
か はっせい 火で発生した、みずかざんばい 水と火山灰や軽石による流れ(火  
ざんでいりゅう 山泥流)は、とおにほんかいがわ 遠く日本海側まで流れ下ったこと  
がわかっています。



南西方向から見た十和田カルデラ

## とても大きな噴火と恵み ～洞爺カルデラ～

### カルデラは火山家族

日本にある「カルデラ」の仲間のひとつに、北海道にある洞爺カルデラがあります。洞爺カルデラは約11万年前の噴火ででき、洞爺カルデラに水が溜まってできたカルデラ湖が洞爺湖です（写真）。洞爺湖の直径は約10kmで、日本にあるカルデラ湖の中では、同じ北海道にある屈斜路湖や支笏湖に次いで、3番目の広さです（日本で9番目に広い湖でもあります）。

洞爺湖の中心部分にはいくつかの島があります。中島と呼ばれるこれらの島は、大島、弁天島、観音島、饅頭島の4つの島でできています。中島は約5万年前にできた後カルデラ火山で、中央火口丘とよばれています。また、島として見えている他にも、中央火口丘がいくつか湖の中にかくれています。さらに、湖の南側にも後カルデラ火山の有珠山があります。有珠山は現在も20年～50年ごとに噴火をくり返している活火山で、最近では西暦2000年に噴火しました。

このように、カルデラの多くは、その周囲・内部に複数の火山があることが多く、カルデラ=火山家族と呼んでも良いかもしれません。

### 洞爺カルデラの「とても大きな噴火」

火山学の世界では、カルデラを作るような「とても大きな噴火」を、通称で「カルデラ噴火」とか「破局噴火」と呼ぶことがあります。とても恐ろしい呼び方ですが、どれくらい大規模な噴火だったのでしょうか。日本で起きた最近の破局噴火は九州南部の海底にある「鬼界カルデラ」による約7,300年前の噴火です。火山灰は東北地方南部まで降り積りました。また発生した火砕流は九州南部を覆い、その地域の縄文人を絶滅させたとも言われています。

洞爺カルデラをつくった噴火でも、周辺の生物が死に絶えるような破局的な噴火があったと考えられています。噴出した膨大な量の火山灰は北海道全域と、東北地方ほぼ全域に広く降り積もりました。また、巨大な火砕流を何度も流し、周辺を広く厚く埋め尽くしました。洞爺カルデラ周辺には火砕流によってできた平らな火山灰台地が広がっています。洞爺カルデラができた当時は、文字通り草木一本

もない火山灰が一面に広がる死の世界だったのではないでしようか。

### カルデラ噴火の恵みとジオパーク

起きてしまうと恐ろしいカルデラ噴火ですが、私たち人類にとっては多くの恵みも与えてくれています。洞爺湖周辺の火砕流台地は、全国的にも有名なジャガイモやデンサイやユリ根の生産地です。これは洞爺カルデラの火砕流が水はけの良い柔らかい大地をつくったからです。洞爺湖周辺だけでなく、北海道におけるジャガイモやデンサイの代表的な生産地はカルデラ噴火による火砕流台地であることが知られています。また、九州のシラス台地も錦江湾をつくった始良カルデラの火砕流で主にできていますが、ご存知のようにサツマイモが特産物となっています。巨大な火砕流によって焼き尽くされた広大な火砕流台地が、北ではジャガイモ、南ではサツマイモなどの根菜を育てているのです。

さらに、カルデラは私達に農産物以外の恵みも与えてくれています。それは、素晴らしい景色そして温泉などの観光資源です。洞爺湖、十和田湖、箱根、阿蘇… カルデラの多くが観光地になっています。カルデラ湖やカルデラ地形が作る絶景は、人々の心を引きつける魅力があります。また、火山地域だからこそ湧き出す温泉も私達を癒やし、楽しませてくれます。

さて洞爺カルデラ周辺は、「洞爺湖有珠山ユネスコ世界ジオパーク」としてユネスコより認定されています。「ジオパーク」とは、価値のある地質や地形を保全・活用し、その自然環境を基盤とした持続可能な社会づくりを行っている地域のことです。2021年4月現在、日本には43の「日本ジオパーク」があり、そのうち9地域が「ユネスコ世界ジオパーク」としても認定されています。火山やカルデラを中心としたジオパークもたくさんあります。洞爺湖有珠山ユネスコ世界ジオパークに限らず、素晴らしい景色と大地からの豊かな恵みを楽しんだり学んだりすることができます。ぜひ、火山やカルデラのあるジオパークを訪れ、その大地をつくった過去の「とても大きな噴火」を想像しながら、自然の恵みを楽しんでみてください。



【写真】南岸の昭和南山(有珠火山)から見た洞爺湖の全景。正面奥に見えるのは羊蹄山(活火山)

大人が実験してください

ポップコーンは、温度が180度になるとはじけます(中は10気圧もの圧力になります)。はじけた瞬間にコーンの中の水が一気に水蒸気になり爆発が起きるのです。これは「とても小さな噴火」の爆発と同じです。「とても小さな噴火」といっても、それはポップコーンの爆発よりもずっと大きいのです。火山の地下で、今日の実験でつけたコーンの1億倍の大きさのポップコーンがはじけるところを想像してみてください。石が飛び散るのは当たり前ですよ。



この実験は、講座終了後、大人がおこなってください。ポップコーンがすごい勢いで飛び出し、油も少しはねるのです。ポップコーンの爆発が「とても小さな噴火と同じなんだって」、などと会話をしながらポップコーンがはじけるのを、親子で観察してください。



## 用意するもの

- ・ ナベ(高温に熱しても大丈夫なもの)
- ・ ナベのフタ(ガラス製が理想的)
- ・ ポップコーンの素(実験キット)



◀ ポップコーンの素とポップコーン。こんなに大きくなるので入れすぎには注意しよう。

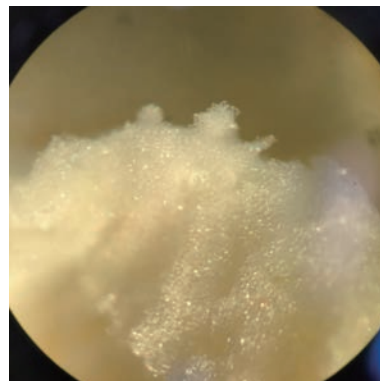
- ① ナベに(できればガラスのフタのあるもの)油を大さじ1杯と、コーンを3粒ほど入れる。温度の調整が効く場合は190度に設定。
- ② 3粒のコーンが1粒か2粒、はじけたら残りのポップコーンをナベに投入します。ものすごくふくれますので、入れすぎないように。
- ③ 少しヘラでいためます。
- ④ ぱちぱちとポップコーンがはじけ出したら、フタをします。フタをしないとキッチン中にポップコーンが飛び散ります。2mは飛び散ります。音を聞くだけで十分にはじける様子は感じられます。一瞬だけフタを開けてみてもいいのですが、びっくりするほどすごい勢いでポップコーンが飛び出します。
- ⑤ 以上で実験終了。ポップコーンを食べながら、「とても小さな噴火」について想像してみましょう。



190度のナベ(ここではフライパン)にポップコーンのもとをいれ、ヘラで軽くかき混ぜる。



ポップコーンがはじける様子。黒矢印がナベから飛び出したポップコーン。2mは飛びます。



ポップコーンの中身。細かなアワがたくさんできている。



# メントスコーラによる火山の噴火実験

子どもの実験です 大人は様子を見ていてください

マグマには水蒸気というガスがとけこんでいます。このガスがアワになってマグマの中にたまり、火口からマグマがふき出します。この様子をメントスコーラで実験しましょう。



コーラは、ゆすったりふったりしないでください。フタをあけた瞬間にふき出します。実験はキッチンでやりましょう。



## 用意するもの

- ・実験キットに入っているコーラ
- ・メントス

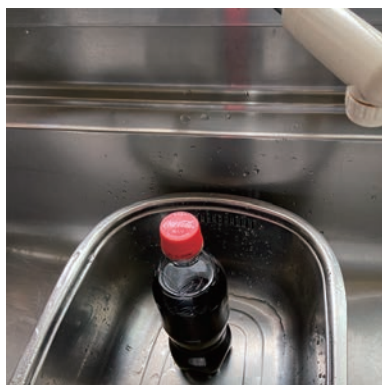


## 実験の記録

～気づいたことを書いておこう～



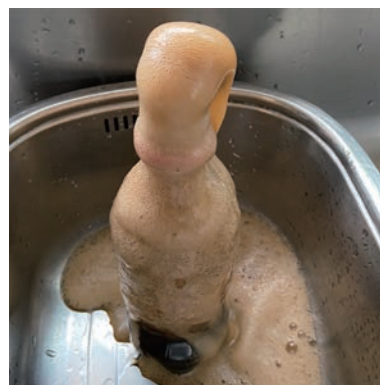
- ① コーラのラベルをはがす。ボトルの中を見るとアワはほとんどないことがわかります。
- ② コーラをキッチンに持っていき、シンクの中におきましょう。実験では10センチはコーラがふき出しますので、シンクの真ん中がいいと思います。
- ③ フタを取ります。この時「プシュッ」と音がすると思います。
- ④ 乾いた手で、メントスを1粒とり出します。
- ⑤ 観察する心の準備（コーラをマグマの代わりだと思おう、アワの出る様子を観察する）ができれば、メントスをコーラの口から投入します。
- ⑥ コーラの中にアワができることで、コーラのボトルからはげしくコーラがでてくるのを、観察しましょう。



キッチンのシンクにコーラを置く。



メントス1粒をコーラに投入。



激しくアワが出てくる。これは「とても大きな噴火」の爆発の仕方と同じだ。

親子で行う実験です

「とても大きな噴火」がおきると地下にあったものすごい量のマグマがふき出します。その分、地下にはなにもなくなるので、地面がへこみます。こうやってできたのがカルデラです。本物のカルデラはものすごく大きく、数キロメートルから10数キロメートル、大きなものでは20キロメートルをこえることがあります。ここでは、テーブルの上でカルデラを作る実験をします。



コンピュータの近くでは決して実験を行わないでください。  
別のテーブルで実験しましょう。うっかり紙皿をひっくりかえして、まわりがココアだらけになることがよくあります。



## 用意するもの

### 【実験キット】

・紙皿(穴あき)

・シリコンのおかず入れ(穴あき)

・コンデンスミルク

・ココア

・茶こし

### 【ご自宅で準備していただきたいもの】

・紙皿をのせる台(高さ15cmくらい)

・マグカップ

・ティッシュ(1枚)

・スプーン

講座が始まる前に紙皿をのせる台の準備をお願いします。高さは15センチくらいです。紙皿がぐらつかないでのごこと、マグカップを中に入れた状態で、紙皿の穴のティッシュを抜くことができる(手順の7を参照)ことが大事です。レゴや小さな段ボールがおすすめです。もし本を重ねて作る際には、ビニルやラップをかぶせましょう。コンデンスミルクやココアがついてよごれます。



## ここから実験本番!

- ① シリコンのおかず入れを紙皿につけます。コンデンスミルクを使ってくっつけましょう。このとき、両方の穴がぴったり合う様につけてください。
- ② ティッシュをちぎったものを、おかず入れの穴の下からめめます。鼻血が出た時にティッシュをつめるように下からつめます。あとで、このティッシュを下から抜き取ります。
- ③ 台の下の方、おかず入れの穴の真下に、コンデンスミルク受けのマグカップをおきます。
- ④ おかず入れにコンデンスミルクを入れます。たっぷりといれましょう。



【写真1】ダンボールで作った台の例。紙皿とカップをこのようにセットできれば大丈夫。段ボールの上には切りこみをいれて、指でティッシュ(写真3)を下に抜けるようにします。

⑤ ココアで山を作ります。最初におかず入れのふちまでの高さの山を作ります。軽くスプーンで固めてください。

⑥ このあとは茶こしをつかってふわっとした山を作ります。茶こしの中にココアを入れて、コンデンスミルクの上に振りかけましょう。全体に丸まった形の山をつくってください。ふわふわのココア火山ができれば実験準備完了。

⑦ ティッシュを抜くとコンデンスミルクが下に落ちます。実際の火山では、噴火でマグマが上にぬけます。

⑧ どんどんコンデンスミルクが流れおち、ココアの火山にカルデラのような凹みができます。ココアカルデラの形をよく観察しましょう。

⑨ 実験終了後、マグカップにスプーン1～2杯のココアを入れます。入れすぎると苦くなるのでほどほどに。コンデンスミルクとココアがよく混ざるようにしっかりとねります。そこにお湯を3センチほどそそぎ、かきまぜるとココアのできあがり。足りなければ、残ったコンデンスミルクとココアを足してください。

⑩ ココアを飲みながら火山の噴火について考えましょう。

⑪ 実験に使ったココアは、缶に戻して冷蔵庫にしまいましょう。コンデンスミルクが混じっているので、はやめに飲んでください。コンデンスミルクのあまりはご家庭で食べてしまってください。私はパンにつけるのが好きです。



【写真2】 おかずカップと紙皿とをコンデンスミルク少量で接着します。



【写真3】 おかずカップの穴をティッシュでふさいだ様子。



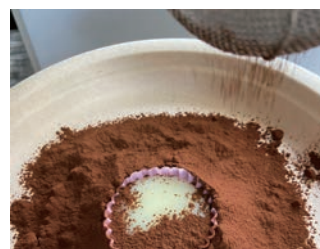
【写真4】 コンデンスミルクをおかずカップにたっぷり入れます。



【写真5】 おかずカップを支えるようにおかずカップの横にココアの山を作って少し固めます。



【写真6】 こんな形になったら、つぎは全体にふわっとココアをかけます。



【写真7】 茶こしとスプーンを使ってココアをかけていきます。



【写真8】 こんな形の山ができれば完成。ならかな形の山の方が実験がうまくいきます。



【写真9】 これで実験準備完了。



【写真10】 ティッシュを抜くとコンデンスミルクがマグカップにこぼれおちるとともに、ココアの山に「ココアカルデラ」ができます。





## もくじ

とても小さな噴火のお話	1 ページ
【大人向けコラム】水蒸気噴火とは?	4 ページ
マグマのきほん	5 ページ
とても大きな噴火のお話	6 ページ
十和田カルデラ	9 ページ
【大人向けコラム】とても大きな噴火と恵み～洞爺カルデラ～	10 ページ
実験のレシピ:ポップコーン実験	11 ページ
実験のレシピ:メントスコーラによる火山の噴火実験	12 ページ
実験のレシピ:ココアカルデラ実験	13 ページ



日本火山学会 第28回公開講座

【親子で火山実験】 マグマキッチン

「とても大きな噴火ととても小さな噴火ーカルデラ噴火と水蒸気噴火ー」テキスト

発行：特定非営利活動法人 日本火山学会

発行日：2021年(令和3年) 10月23日

編集・執筆：林 信太郎 三好 雅也 及川 輝樹 横山 光 他

レイアウト・デザイン：岩淵 美歩(エトカク)

\*この企画は、文部科学省の令和3年度科学研究費補助金研究成果公開促進費(課題番号 21HP0007)の助成を受けて実施しています