

風穴はおもしろい！

— 風穴のしくみと活用、日本と世界の風穴 —

澤田 結基*

〔本稿は、2023年9月30日（土）に下仁田町文化ホールにおいて行われた、第4回セカイト講演会「天恵の霊地 荒船風穴 ～その機能と役割～」の記録を元に文章化したものです。〕

私は自然地理学という分野が専門でして、元々は高い山の上とか北極圏といった寒いところの永久凍土という現象を調べるのが専門です。なぜ、風穴の研究をしているのかというと、風穴ってすごく涼しいですね。日本の風穴の中には、永久凍土ができている場所があるのです。こうした特異に冷たくなる現象で永久凍土ができるのが面白いと思って、調べ始めたら、それが風穴の仕組みにつながっていて、荒船風穴（図1）の調査につながりました。

いろんなご縁がありまして、日本各地の風穴・倉庫を見て、研究を進めています。また、世界にも風穴やそれに類する現象はたくさんありまして、今、特にヨーロッパ方面の研究者と連絡を取りながら、一緒に研究をすることもあります。

まず、荒船風穴のお話からしようと思いますが、私が最初にここに入ったのは、今から15年前です。

当時の大学の研究室の先輩と学生たちを連れて八ヶ岳の山の上に風穴調査に行き、その帰り道に、「荒船風穴に行ってみよう」ということになりました。そこで、下仁田町歴史館にいらっしゃった大河原さんとぼったり会いまして、それから荒船風穴通いが始まりました。その中で、いろいろと面白いものを見せていただく機会もありました。例えば、風穴霧と書いて風穴霧と呼んでいる現象なのですが、夏の間、冷たい空気が出てくると、外が暑いとその温度差で水蒸気が凝結してこんな風に雲、霧が出てきます。これは荒船風穴だけではなくて、日本のいろんな風穴で特に暑い日に見ることができる現象です。荒船風穴で温度を測らせていただいたことがあります。私が持っている1号風穴のデータが図2です。一番奥にある風穴倉庫の石垣の隙間に温度計を入れてさせていただいて、風穴の隙間の温度を測ったら、すごく面白いなと思いました。何が面白いかといいますと、5月6月ぐらいから10月11月ぐらいの間まで、ほとんど2℃、3℃といった温度で推移する。こんなに低い温度状態が長く保たれる風穴ってそんなにないです。北海道にはあるのですが、北海道は



図1 世界遺産 荒船風穴

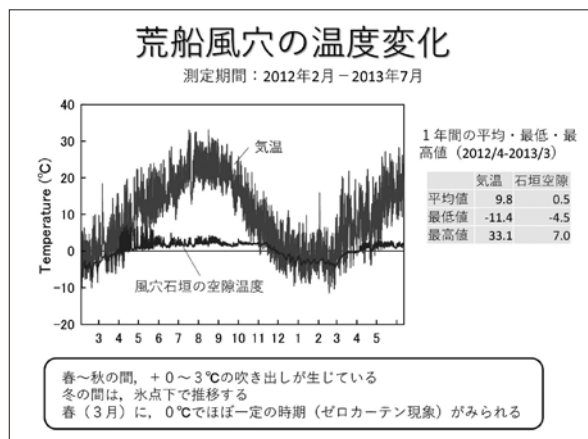


図2 荒船風穴の温度変化

* さわだ ゆうき・福山市立大学都市経営学部 教授

寒いから、なんとなくあるのはわかるんですね。でも、本州のそれもまさか、日本アルプスほど標高が高くないこの地に、こうした現象が出てくるのはとても驚きなのです。冬の間は、 -5°C 、 -6°C ぐらいに下がることもあります。秋にかけて一定の、しかも冷たい温度の空気が噴き出してくる現象というのが見られるというのが、荒船風穴の大きな特徴だと思います。そして、これは仕組みともつながってきます。後でお話しますが、荒船風穴の倉庫の奥には、石がガラガラ積み重なって溜まった場所があり、その石の隙間の中に氷ができています。こうした氷が、冷たい空気が噴き出してくる大きな理由なのです。氷が溶ける温度って 0°C ですよ。この 0°C にとても近い温度状態がずっと続く、一定の温度になるという現象をゼロカーテン現象といいます。この現象が生じるという特徴があるわけです。これは荒船風穴のある場所を3Dで立体感が出るようにしてみたもの(図3)ですが、そうすると荒船風穴がある場所は、この2つの尾根に挟まれた谷間のような地形のところなのが見て取れるかと思えます。荒船風穴の遺構がある場所は、この谷の出口に当たる場所に相当します。その奥に風穴山があり、この谷の中に風穴山、あるいは周囲から崩落した玄武岩、火山岩の礫が集まっている場所があるのです。こうしたところに、風穴に冷たい空気が噴き出してくる秘密という仕組みが備わっています。

谷の中に入りますと、岩盤が出ているところがあり、大小様々な礫が積み重なったようなところが、ずっと上の方に向かって続いているわけです。ここ

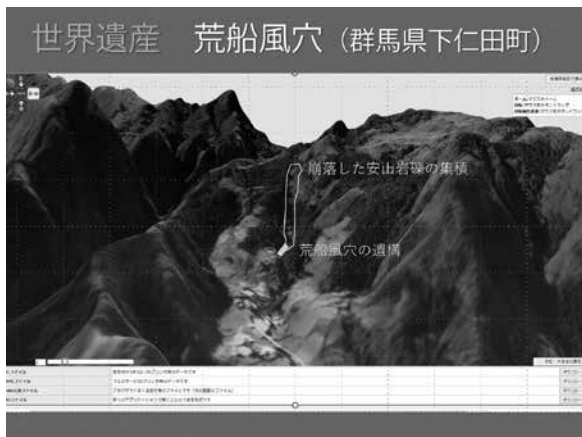


図3 荒船風穴の立地



図4 荒船風穴の温風穴

にも実は風穴があるのです。皆さん、風穴というと、倉庫があるとか、冷たい風が吹き出すところというイメージをお持ちの方が多いと思いますが、風穴にはもう1種類あるのです。その名も温風穴おんふうけつといいます。この温風穴という言葉自体は、秋田県の風穴を研究した研究者がつけた言葉で、今から100年以上前です。夏に冷たい風を吹き出す風穴と対になっていて、冬になると温かい空気を噴き出す風穴があります。これが温風穴です。荒船風穴のこの石の積み重なったさらにずっと上に温風穴があるのです(図4)。こうした石の隙間から冬の間温かい空気がどんどん噴き出しています。その温度は、高い日には 15°C ぐらいです。冬ですから、気温が氷点下です。その中で 10°C 、 15°C の空気が噴き出していると、ものすごく暑く感じます。ポカポカと暖房みたいに感じるのです。そんな現象がこの荒船風穴にもあるのです。

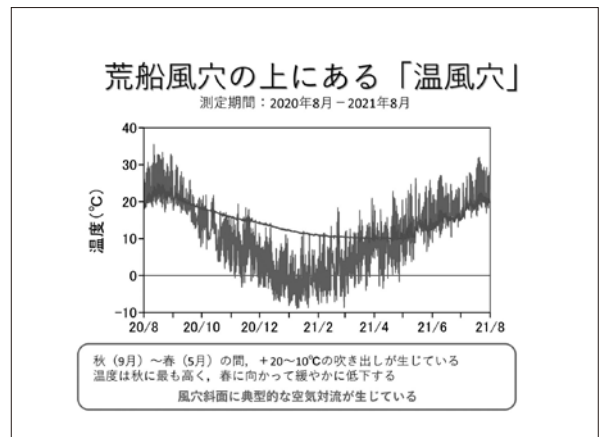


図5 荒船風穴の温風穴の温度変化

これは2020年から21年の約1年間、温風穴の温度を測ったものです（図5）。中央を横断する線が温風穴の温度、そのバックグラウンドにあるものが気温の変化になります。こうして見ると、温風穴の温度も冷風穴と同じように、結構一定であることがお分かりいただけると思います。しかし、その温度変化をよく見ると、秋口、ちょうど今ぐらいですね、今ぐらいが一番高い温度で、だんだん冬から春にかけて温度が下がってきます。こんな変化が、温風穴の温度には生じているんですね。実は、こうして秋に最も温度が高く、春に向かって温度が下がっていくというのは、私が観測している限り日本のあちこちにある風穴で共通して見られる現象なのです。後ほどお話しますが、これは、典型的な風穴に生じている空気対流が荒船風穴にはあるということを示すデータです。では、どんな空気対流なのか、簡単に言うと温かい空気が上に登っていくという現象ですね。登り窯でご存知の方も多と思いますが、焼物を焼くときにあえて傾斜をつけた窯を造っている。なんでこういう釜の構造をしているかというと、高低差をつけることによって上の方から温かい空気が外に出ていきます。そうすると、何が起きるかという、下の入り口から外の空気を吸い込むのです。つまり、人間が団扇^{うちわ}や鞆^{ふいご}で仰いであげなくても、勝手に空気がどんどん吸い込まれるという対流が起きるわけです。これにより燃焼効率を高めていって、高温で焼き上げる仕組みを持つのが登り窯の構造になります。こうした温度変化により生じる空気対流が、煙突効果あるいはチムニー効果といいます。こ

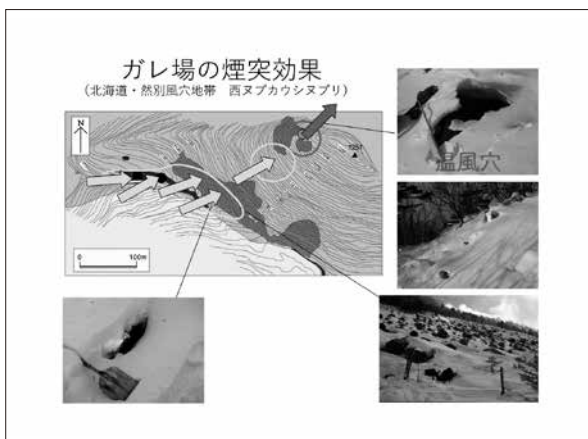


図6 ガレ場の煙突効果

うした効果が石が積み重なった斜面、登山でよくいうガレ場には起きるわけです（図6）。これは、私が一番最初に風穴の研究を手がけた場所で、北海道の十勝、帯広の近くに然別湖という湖があるんですが、その近くにあるアイヌ語で西ヌプカウシヌプリという名前の火山で測定したデータです。ここに大きな石がゴロゴロ積み重なったガレ場があるのですが、そこを冬、雪が積もった時にスキーで歩いて行くと、斜面の一番高いところから温かい空気が噴き出して、その周りだけ雪が溶けています。「あ、これ温風穴だ。」と見つけた時に思ったのですが、こうした温風穴が斜面の上の方のいたるところに空いていました。下の方はどうかというと、雪がなくて石が出ているところもあります。また、もっと下のところで吸い込んでいるのではないかとあって、試しに雪に穴を掘ってみたら、勝手に自分で空気を吸い込み始めました。つまり掃除機みたいに吸い込む力がかかっていたということなのです。やはり、上から温かい空気が出てくると、下からは空気の吸い込みが起こっているということが冬の調査で分かりました（図7）。

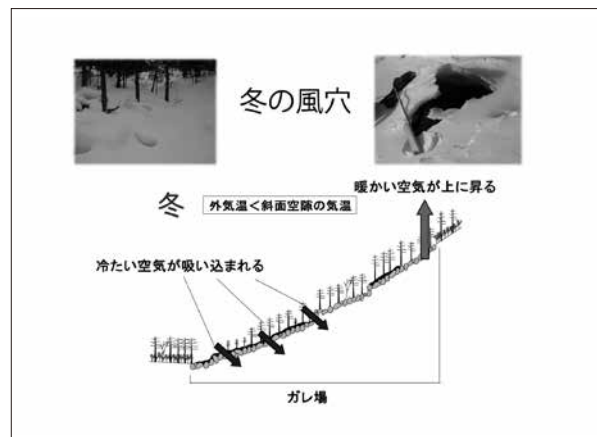


図7 冬の風穴の空気の動き

冬の風穴は、こうやって上からは温かい空気が登っていきます。なぜ温かい空気があるかというと、風穴の斜面の中の温度、斜面の中でも場所によって温度が違うのですが、ざっくり言うと秋口までにやはりある程度温まっているわけです。一方で、外の温度は -10°C 、 -20°C になっているわけで、その間には大きな温度差があります。そうすると外の空気

よりも、このガレ場の中に溜まっている空気の方が温かいので上から上がってくる、熱気球と同じ要領です。軽い空気が上に上がって出て行ってしまいます。これが温風穴です。出ていった空気があるということは、どこからか空気が入り込まなければつじつまが合いません。そうして外の空気を吸い込んでいる場所が斜面の下の方に出てくるわけです。冬の間中、温かい空気が出ている限りは、下から冷たい空気を吸い込んでいきますので、このガレ場の、特に下の方とは非常に冷えていきます。普通雪って50cm以上積もると地面は0℃よりも下がることはないとされているのですが、1mぐらい積もっていてもどんどん空気を吸い込んでいるのです。この雪の下の際間の温度が-10℃、-12℃といったかなり低い温度になってくるわけです。こうやって自分で空気対流を起こすことによって、どんどん斜面の中が冷えていくということが冬の風穴がある斜面では起きています。

その上の方の温風穴の温度変化、これは秋田県の例(図8)ですが、よく見ると夏の間は割と気温と同じように動いているのです。冬になるとピタッとそれが止まって、ほとんど1日の間の変化をしなくなって緩やかに下がっていく。それで、夏になるとまた上がっていく。これが何を表しているのかというと、冬の間は中の空気が噴き出していますから、外の空気が温風穴に入り込んでいないということなのです。吹き出す一方なんですね。だから外の空気の気温の変化の影響をほとんど受けずに温度が決まってくる。それに対して、夏から秋にかけての時期

ってというのは下の方では冷たい風が吹き出していますよね。ということは、それを埋め合わせるための空気がどこからか入り込んでいるわけで、夏の間というのは温風穴からは外の空気が入っているのです。だから温風穴の温度が気温と一致して動くんですね。こういう風に見ていくと、温風穴の側に立つと冬の間は吹き出し、夏は吸い込みに転じているということがよくわかるかと思います。これは冷風穴と真逆なのです。夏は冷風穴では吹き出しが生じていて、冬になると吸い込みが生じるという逆の現象が起きますけども、それと対になった現象が斜面の上の方にあるということです。これを簡単にいつ吸い込みや吹き出しが始まったのかということを見るために、この温風穴の温度の1日の間の変化、高い温度と低い温度、これは日較差と言うのですが、その1日の間の差をグラフにすると、夏から秋にかけては結構その差が大きくなるのがわかるのですが、冬になるとピタッと止まる。また、初夏になるとこの差が大きくなるということで、温風穴が活動しているのはだいたい秋口ぐらいから春先にかけてということがわかるわけです。

では、温風穴から風穴の仕組みに関わる何かパターンが見えるのではないかと考えて、今測定している全国あちこちの温風穴を比べてみました。今、お話をした秋田県の長走風穴の他に、十勝の然別風穴地帯と日高の様似町にある観音山風穴、それから荒船風穴の温風穴と鳥根県の八雲風穴の合計5カ所の温度変化を比べてみました(図9)。すると、温度変化のパターンというのはほとんど同じで、冬の間

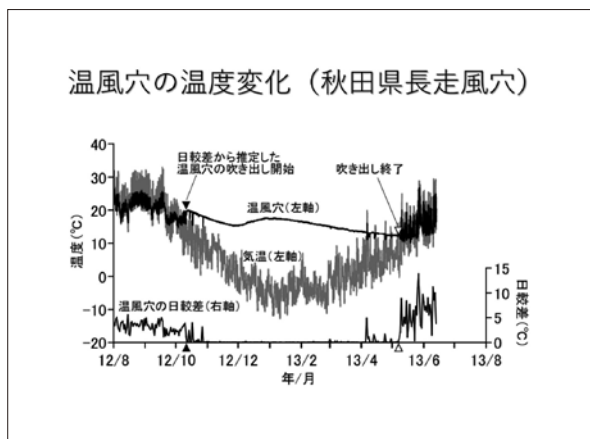


図8 温風穴の温度変化

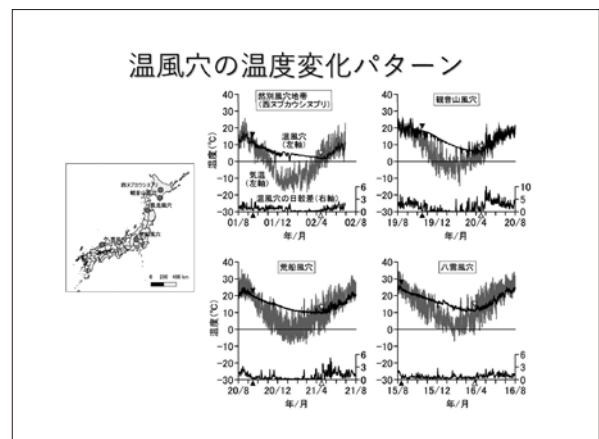


図9 温風穴の温度変化の比較

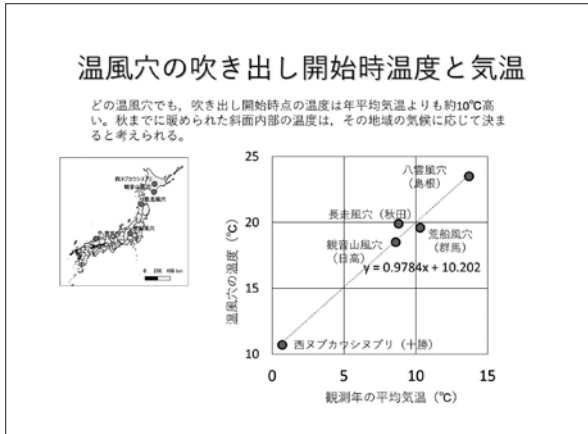


図10 温風穴の吹き出し開始時温度と気温

中温かい空気が出ているのですが、まずそもそこの秋の吹き出し始めのタイミングですね。温風穴が活動を始めた時のタイミングの温度が全然違うのです。北海道の然別であれば、大体これが12～13℃ぐらいなのですが、荒船風穴だと20℃以上あるのですね。最も南に位置する八雲風穴になると25℃ぐらいになってくる。どうもこの吹き出す温度は気候と関係があるのではないかなと、そんなアイデアが出てきました。そこで、それぞれの地域の1年間の平均気温と温風穴の吹き出しの時の温度を比べてみたら、こんなグラフになったのです（図10）。綺麗な関係が出てきました。温風穴が吹き出し始める時の温度は、その地域の1年間の平均気温よりもだいたい10℃高いことがわかりました。北海道であれば1年間の平均温度は+1～2℃ですが、そうすると11～12℃の温度になる。荒船風穴は、1年間の平均温度が+10℃ぐらいなので、やはり20℃ぐらいの温度になるという関係が見えてきたのです。つまり、温風の吹き出す温度がその土地の平均気温と関係があるということは、その温度になるまで斜面の中のある程度温まっている平均温度みたいなものが存在していて、それが反映されたのが温風穴なのだろうと考えています。

これが夏になると逆転するのですが、全国いろいろな風穴に行きましたが、夏に吹き出す温度は、実は案外変わらないのです。特に初夏ですね。6月とか7月、だいたいどこも0℃に近いのです。なぜかという答えはシンプルで、夏の間冷たい空気を生み

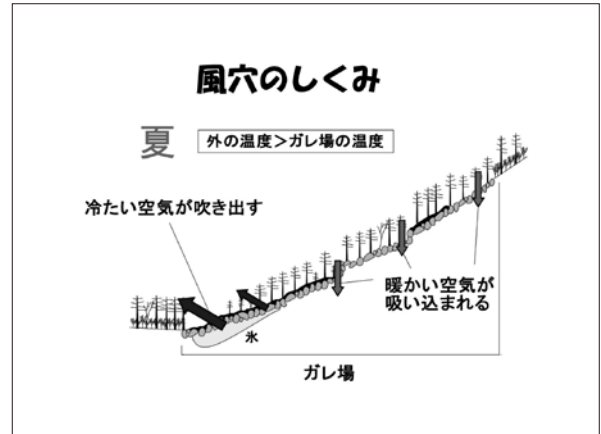


図11 夏の風穴の仕組み

出す冷源と言いますか、冷たさの元になっているのが大抵の場合氷なのです（図11）。氷が溶ける温度は0℃ですよ。つまり、夏になって氷がちょっとずつ溶けている間に周りの空気を冷やしているわけです。その温度が0℃に近いので吹き出す温度はだいたい0℃になってくる。こんなことが起こります。夏の暑い日、暑くなればなるほど吹き出す風速が強くなるという傾向があることが知られています。それは温度差が大きくなるからであって、温度差が大きいほどより強い風が出てくるといえるわけです。

では、この氷はどうやってできるのか。これはすごく面白いところです。風穴の保冷剤となっているものが、多くの場合はこうした氷であるということです。秋田県の長走風穴の倉庫の内部、石垣の部分にできる氷のように、風穴によっては春先に氷にびっしり覆われるところが出てきます。ここはオー

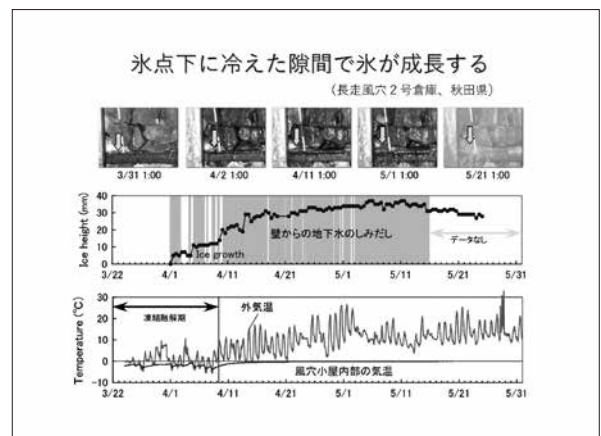


図12 長走風穴の氷の成長を示す温度変化

ブンなので、この氷の量を測ってみました。そうすると、氷が成長を始めたのがやっぱり春だったということがわかったのです（図12）。冬の間には、氷は成長しなかったのです。なぜかと考えたら、理由は簡単です。冬には液体の水がないのです。外は寒いし、雪なので溶けている水が存在しない。だから氷の増えようがなかったわけです。でも、春先になると上の方ではだんだん雪解けが進んできて、その雪解け水がポタポタと地下に流れ込んでくるのです。それが壁からジワーっと染み出してきて、氷を作っているということが分かりました。気温がプラスになり始めた頃からだんだん氷が成長していつて、氷の成長が結構長く続くのです。この秋田県の風穴の場合には、約1ヶ月にわたって氷が成長し続けました。これは、カメラを設置してずっと取り続けたので、ビデオでご覧いただきたいなと思います（動画）。3月29日からですが、まだ氷はできていません。4月に入るとでき始めます。一気に氷が増えます。寒くなり雪解け水が止まると一旦止まるのですが、また外が温かくなると氷が成長するのです。これを繰り返しながら、少しずつ氷は増えていきます。ポールのあたりにどンドン氷が溜まっていく様子がお分かりになっていただけるかと思います（図13）。まだ増えます。そろそろゴールドenウィークなのですが、少しずつですが氷が増えています。ゴールドenウィークに入り、大体これぐらいが秋田県の観測の時の氷の成長のピークでした。この頃から今度は氷が溶け始めていくのですが、そうすると表面の色が変わります。霜がくっついて濁ってくるの



図13 長走風穴の氷の成長



図14 稲核風穴の倉庫

ですね。だんだん溶けていく様子も映り込んでいました。こうやって今度は溶けながら周りの空気を冷やして、その冷たい空気が外に流れ込んでいくわけです。これが夏に見られる風穴の冷たい空気を作る元になった保冷剤ということですね。いわば風穴というのは、冬の寒さを氷という形に蓄積した天然の冷蔵庫、保冷剤を作る製造設備がある冷蔵庫だということになるわけです。こうして氷の形で冬の寒さを閉じ込めて、それが夏の間に冷風を生み出しているわけです。

同じような現象は、例えばこれは松本市にある稲核風穴です（図14）。日本の養蚕に関する風穴利用の先駆けとなった風穴なのですが、この倉庫は今でも野沢菜とか植物の種子を冷やすのに実際に利用されています。中の棚の奥にはやはり石垣があり、そこには氷が張っていました。

しかし、今のところ全ての風穴の冷媒が氷であるとは断言ができません。あまりにも日本中にはたくさん風穴があって、かつ温かいところにある風穴というものも存在します。四国や九州にもあるわけですね。それらの風穴に、本当に今、氷ができていのかどうかは、まだ確かめきれないから断言はできないのです。しかし、名古屋、群馬それから東北や北海道の多くの風穴では、春から夏にかけてこうした氷の成長が見られるということは間違いないと思っています。

同じことが荒船にも言えます（図15）。まず、荒船風穴には他の風穴斜面と同様、温風穴が存在をし



図15 荒船風穴の冷たい風が吹き出す仕組み



図17 富士山の風穴・鳴沢氷穴

ています。この温風穴は、空気対流がここで生じているという証拠になる現象です。斜面の下からは冬の冷たい空気が吸い込まれて、この風穴倉庫のあるガレ場はどんどん冷やされていきます。そして、そこに冬の雨あるいは春の雪解け水がポタポタと入り込んでいくと、岩の隙間で氷が成長していくということが起こっているわけです。ここでは氷が存在する可能性が高いと書きましたが、この後ご講演くださる秋池先生が、実際に岩の隙間で氷が成長するということを確認してくださいました。ですから荒船風穴においても、この氷が保冷剤の役割をしている可能性がかなり高いのではないかと考えています。

ここからは、いろんな風穴を皆さんにご覧いただくと思います。風穴は、地形で何種類かに分けることができます。先ほどの中島さんのお話にもありましたが、洞穴にできるタイプの風穴と、それから石がガラガラ積み重なった斜面とかにできるタイプ

プ、大きく分けてこの2つがあります（図16）。この他にも、岩盤の中に走る亀裂の中で空気が動いてできる風穴というものも、別に存在します。ですが、多くの場合この2タイプであることが多いのです。あの有名な富士山の風穴は、洞穴タイプなのですね。富士山の形を作っている溶岩の中には、溶岩トンネルというのがあります。溶岩が流れる時に周りが固まったけれどまだ液体の部分が存在していて、それがシャーと抜けた跡がトンネルのような洞窟を作りました。そうしたところが現在風穴になっているのです。これが鳴沢氷穴の現地の様子です（図17）。こういった構造があるのですが、氷穴の奥に入っていくと風穴と養蚕というコーナーがあり展示がされています。種紙を保存したと思われる棚も今も残っていますので、もし機会がありましたら、ぜひ富士山の方にもお越しください。

日本国内には、風穴と呼ばれる場所がこれだけた

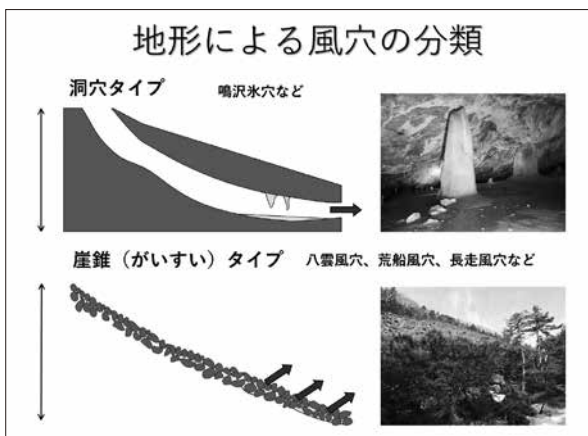


図16 地形による風穴の分類



図18 国内の風穴分布

くさんあります（図18）。先ほど中島さんのお話にあったのは、貯蔵風穴ですね。お蚕であったり、あるいは植物の種であったり食料であったりと、いわば天然の冷蔵庫として使われてきた風穴です。これについては、当時の国の調査によって一覧表ができていまして、我々も非常によく参照する資料で、風穴の場所をある程度今でも調べることができます。

その他に、自然風穴というものもたくさん存在します。山の中を歩いていると、夏の間冷たい風が吹き出してくる穴が空いている場所が結構たくさんあり、自然風穴として認識されることが多いです。それも、北は北海道から南は九州まで、広い範囲にわたって広がっているのが分かると思います。面白いのは、結構温かいところにもあるのです。例えば、伊豆諸島の神津島や鹿児島県にもこうした風穴が知られています。自然現象としての風穴には、結構いろんな特徴がありまして、周辺に比べて寒い環境が生み出されるということがあります。そうすると、これは特に1万年前まで続いた最終氷期という時代を引きずっていることもあるのですが、独特な生態系が作られるのです。標高が低いだけでも、高山植物が出てくるという状況がよく見られます。風穴の一部というのは、そうした高山植物群落を守るために、天然記念物に指定されているものもいくつかあります。また、これは私の研究でやっているところなのですが局地的な永久凍土が出てくる場所というものも北海道では何箇所か知られています。

もう一つは、文化財、産業遺産としての風穴ですね。天然冷蔵庫としての利用が、とりわけ長野県、群馬県では昔から進められていて、お蚕さんの卵や果物や野沢菜、チーズ、いろんなものがここで保存されてきました。そして今では、こうした風穴が観光資源として再評価をされてきています。例えば、先ほども出ましたが、長野県の松本市では道の駅風穴というところがあります。私が調査している秋田県大館市の長走風穴には立派なビジターセンターがあり、風穴の仕組みや利用の歴史の展示がなされています。しかも、そのビジターセンターの冷房が、風穴から引っ張り込んだ空気で賄われているという

然別風穴群（北海道）の風穴



撮影：松本宏樹（然別湖ネイチャーセンター）

図19 然別風穴群の風穴



図20 然別風穴群の風穴

面白いところもあります。

自然現象の風穴も非常に綺麗なもので、ぜひご覧いただきたいと思います。北海道の然別風穴群ですね（図19）。ここには可愛い動物が住んでいます。エゾナキウサギといまして、北海道のガレ場にしか住んでいない動物です。本州にはいません。氷河期の生き残りといわれることもあります。最終氷期は、1万年前まで続いた寒い時代で、北海道はユーラシア大陸と地続きでした。地続きだった大陸からサハリンを経由して北海道にまで分布を広げていったのがナキウサギです。今は分布を縮小して、北海道の中に亜種として残っています。このナキウサギが住んでいるガレ場が風穴になっているのですが、彼らは寒い所の動物なので、温かい所は苦手なのです。風穴のある場所にたくさん住んでいます。こうした生き物の他に、きれいな苔の森もあります（図20）。これは水苔という種類の苔ですが、本来は湿原に生



図21 約4000年前の葉っぱを含む氷

える植物なのです。湿原に生える植物が、なぜ表面に水がほとんどないガレ場に出てくるかというところ、ここが風穴になっていて夏は冷たいです。そうすると、氷水を入れたコップみたいに周りに凝結が起きますから、そこだけ濡れてしまいます。その水分を使って生きているのが、この水苔なのです。その周りには高山植物群落も出てきます。この風穴の中を覗くと、氷がありました。春に雪解け水が流れ込んでできた氷なのですが、鍾乳石みたいになってきれいです。氷を掘ると、透明な氷が石の隙間から取れたのですが、筋がたくさん入っています。この氷の年代を測って見たら、鎌倉時代にできた氷だということが分かりました。この場所は、永久凍土の状態にあって、溶けない状態でずっと長い間保存されている氷が深いところに存在します。その中には、約4,000年前の葉っぱを含む氷もあります（図21）。この葉っぱは、ほとんど傷んでいないので、氷漬け



図22 北海道の風穴の森とアラスカの植生

になった後、動いてないだろうと判断できます。そうすると、この氷自体の年代もこれと近い時代ではないかと考えています。おそらく、今のところ見つかっている氷としては、これが日本で一番古い氷だと思っています。それが大体4,000年前ということですね。来月になると、もう1回近い場所で同じような調査をするので、今度はどれくらい古い氷が出てくるか、今から楽しみにしているところです。

こうした氷が残っている風穴がある斜面に出てくる生態系は、アラスカにそっくりです（図22）。左が北海道の風穴の森ですけども、トウヒ属という針葉樹の仲間が生えていて、水苔が地面には生えている高山植物群落があります。右はアラスカ内陸部の森の様子ですが、出てくる種類がほぼ一緒です。このような森の生態系のミニチュアみたいなものが、風穴の斜面に小さい範囲だけでもポコッと出てくるのです。最終氷期の1万年前まで続いていたマンモスがいた時代の自然が、風穴によって今も残されている。そんな状況が、北海道には今も見ることができます。とかち鹿追ジオパークというジオパークになっていますので、ぜひ遊びに出かけてください。

別の風穴を見ていただきましょう。これは^{たいせんざん}大船山、九州の大分県久重連山の一つですね。ここに大船山風穴というのがあります。ここに風穴って書いてあるのですが（図23）、どこが風穴なのだろうかとウロウロしていたら分かりました。登山道の脇にある石の隙間から首を突っ込んでいくと、そ



図23 大分県・大船山風穴



図24 長走風穴の倉庫



図25 長走風穴の温風穴

ここに大きな洞穴が広がってしまっていて、その中に氷が残っていたのです。だから、氷が冷媒になっている風穴だなと分かりましたが、ここは九州なのです。

秋田県の長走風穴です。先ほど倉庫の中だけお見せしましたが、これが石組みの倉庫です(図24)。ここは、実はお蚕さんに使った倉庫ではなくて、この山の峠を越えた反対側が青森県なのですが、主でそこで作られたリンゴを保管するのに使っていたそうです。りんごの倉庫なのですね。ここが日本で初めて温風穴という現象が認識された風穴なのです。その温風穴がこちらになります(図25)。これは気温が-7.2℃の日に行っています。吹き出し温度が約17℃、暖房です。調査に行ったみんなで、「温かいねー」と言って温風穴の前で温まっていたのですが、こんなに激しく暖気の噴き出す温風穴が秋田県には存在します。

これは、先ほど出てきた氷風穴(図26・27)です。

そもそもこの氷という字名が面白いですよね。いかにも風穴がある場所ですが、ここには一家に一つの風穴倉庫があり、今でも現役で使われています。今は、この氷地区全体を上げて観光客の受け入れをやっていまして、夏の暑い日に首都圏からのバスツアーが来て、ここで説明を受けながら涼んでいくとい



図26 長野県・氷風穴の立地



図27 長野県・氷風穴の立地



図28 「道の駅風穴の里」の風穴利用

う、そんな取り組みもここでは始まっています。

松本の道の駅風穴の里では、風穴で熟成させた日本酒が売られています（図28）。風穴は、産業利用されてきた歴史があるわけですが、今でも残されている風穴をいろんな形で利用しようという動きが、全国あちこちで起きている状況です。

最後に世界の風穴の話をしていきたいと思いますが、実は世界の風穴を調べるのは結構難しいのです。なぜかという、風穴の英語訳がそもそも存在しません。wind caveとかwind holeって書く方がいらっしゃるんですが、もちろん意味としてはそれで通じるのですが、世界の現象をそういう名前と呼んでいるかという、そんなことはないのですね。しかも、だいたい地域にある珍しい現象として捉えられることがほとんどなので、地域によって呼び方が変わってしまうこともあります。ですから、ここに出ているのは文献で確認できるごく一部であって、おそらく中緯度から高緯度地域の非常に広い範囲にわたって、同じような現象は存在していると考えられます（図29）。実際に、私が聞いている範囲では、ヨーロッパでも中部ではなくて北部ですね。北欧にもやはり風穴の夏の吹き出しを使った冷蔵倉庫があるということ、北欧の研究者から話は聞いています。またインド北部とかアフガニスタンの辺りの山間部にも、天然の冷蔵庫を利用した風穴倉庫があるということが知られているようです。

紹介するのは、特にヨーロッパと韓国の風穴ですが、この辺りは日本と似たような利用がされているという意味で、親しみが持てる風穴がたくさんあり



図29 世界の風穴の分布

ます。

まずヨーロッパから行こうと思います。これはチューリッヒからそれほど遠くないBibiという小さな集落（図30）ですが、谷の幅がすごく広いですね。これはU字谷といいまして、奥にある氷河がもっと大きかった時にガリガリと谷を削って造った幅の広い谷です。この幅の広い谷の横の方には、岩盤が崩れてたまっていった石が蓄積している斜面があり、こうした斜面が風穴ができる場所になっています。その斜面の一番下の方に行きますと、こういう小屋がかけてあります。これがBibiの風穴小屋です（図31）。この風穴小屋は、地域で採れるミルクやチーズを保存するのに使われているようです。

こちらはオーストリアです。シェラトミングという場所（図32）にあるのですが、これはヨーロッパの自然風穴の中では有名な場所になります。ここでは高山植物群落が保護されていますが、どんな植物かという、Betula nanaって書いてあります。学



図30 スイス・BibiのU字谷



図31 スイス・Bibiの風穴小屋



図32 シュラトミングの風穴

名がドイツ語読みだとツベルクビルケって読むのかな。これは、日本語で言うと極地カンバという種類の植物になります。白樺がすごく小さくなったやつですね。北極圏の方に行きますと、こうした背の低いカバの木の仲間が地面に生えているのですが、それと同じ種類のものがオーストリアの山の中にも出てきます。なぜかと言うと、ここが風穴になって非常に冷たいので、こうした特別な高山植物群落が残っているのです。この場所からは、研究者がやはり永久凍土があるということを発見しています。

次は、同じく世界遺産ですね。スロバキアにあるドブシンスカというところですが、ここは世界自然遺産になっている風穴です。風穴と言いましても洞穴タイプで、洞窟内部にこんな大きな氷の塊がある場所になっています。お土地柄ですね。スロバキアはオーストリアの隣、割とウィーンから国境が近いのですが、ドイツ系の観光客が多く入るので案内はドイツ語が多かったですね（図33）。1日に何回か案内ツアーを出していて、観光客はチケットを買って参加する形で中を見学するのですが、ほとんどがドイツ語による案内で、1日に数回だけ英語による案内があるという状況です。中に入ってよく見ると周りは苔むして、冷たい風が出る影響だということが見て取れます。中に入ると風景が一変し、石灰岩の中にできた鍾乳洞の床一面が氷で覆われているのです。その中に作られた階段を降りながら、この氷のある様子というのを見て回っていきますと、こうした氷が残っています（図34）。ものすごく平

らで、すべすべしてスケートが滑れそうですね。「世界ふしぎ発見」という番組で浅田真央さんがレポートされたそうです。スケートができたみたいですね。この氷ですが、かなり古いものだということがわかっています。なんと7,000年分の氷がここに溜まっているそうなのです。しかも、それが傾斜した洞窟にあると何が起きるか。氷は自分の重みでゆっくりと流動を始めます。つまり氷河になっているのです。アルプスだったら、氷河は山の上にかかっています。そういったものかと思いきや、地下の鍾乳洞の中にも氷河がある。なぜかと言うと、風穴の中、洞窟の中に作られていく氷がたまっていった氷河になったのです。こんな面白いものがヨーロッパの方に行くとあります。

韓国だと風穴をブンヒョルと読むそうで、韓国国内にはたくさんあることが知られています。最近でもまだ見つかってしまして、例えば、割と最近の調査で明らかになった温風穴があります。こういった



図33 ドブシンスカ氷穴



図34 ドブシンスカ氷穴の水

場所では、やはり風穴に高山植物が出てくる場所があるようで、それを自然公園として整備するというも行われているようです。また、ある風穴の風穴倉庫、昔からあったかどうか分からないのですが、中がレストランになっていて、夏の間、涼みながら食事をいただける施設として使われているようです。韓国の風穴は、なぜたくさんあるかといいますと、これは日本の影響です。つまり、日本が朝鮮半島を統治していた時代に、やはり養蚕の技術というものが朝鮮半島に伝わっているわけです。その中で、風穴倉庫の利用も行われていました。つまり、荒船風穴と同じような利用がされた風穴倉庫の跡が、韓国国内にはたくさんあるようなのです。持っている歴史も共通していて、こうしたところに目を向けていくと、風穴の養蚕の中での利活用の歴史というものが広がりを持つてくるのかなと思っています。

以上のように、風穴の仕組みからそれがどのように今使われているのか、そして世界にはどんな風穴があるのかということを紹介してきました。私も、この町に来るようになって15年経ちました。それまでも私自身は風穴の研究をしていたのですが、最初の頃は本当に仲間もいなくて、「風穴を研究します」と言ったら、周りの先生方に「それどんなもの」と言われるぐらい知名度がなかったのです。ですが、この荒船風穴が世界遺産になって以降、風穴の知名度が高まってきました。「風穴やっています」というと「ああ風穴ですね」と言われるようになりました。やはり、全国にも同じような風穴の仲間がいます。その地域の風穴を大事に思っている人たちが、復元したり、修理したり、案内したり、また、そこの活用方法をいろいろと考えていたり、そうした仲間によるネットワークというものが、広がってきています。風穴は、見ていただいたように世界中にあります。その世界中の人たちと、こうした風穴のことでつながれたら、もっともっとネットワークが広がっていくと思いますし、風穴の位置付けも深みを持つてくると思っています。

ぜひ、群馬県から風穴のこと、荒船風穴の歴史、養蚕の歴史というものを世界に発信していただきたいですし、また、世界の風穴にも目を向けていただ

けたらいいのかなと思っています。

以上で、私のお話は終わりにさせていただきます。
ありがとうございました。[拍手]



第4回 セカイト講演会 まとめ協議