

水の文化

特集

氷河が教えてくれること

水の文化 February 2020 No.

64



蒼いダイヤモンド

写真家
石塚元太良

ひとしずく



降り積もった雪が自らの重みで氷となり、じりじりと動きつづける氷河。
融ければ水として流れ、海に落ちれば冰山として漂う 撮影:石塚元太良

氷河は読んで字のごとく、氷が河のように流れている様のことを言うが、実際の氷河の風景を見たことがない人にはあまりピンとこない話であるに違いない。

山頂に残り続ける万年雪は、自らの重さで山の中腹にかけて、ズリズリと横滑りを続けていく。日本のように冬と夏の寒暖の差が激しく、夏の間は十分にその雪や氷が溶けてしまうほど暖かければ、氷の流れは断続してしまうが、アラスカの太平洋沿岸部の山岳地帯や、スイスのアルプス山中など、一年を通して氷点下を保っている環境下では、氷とてその自重で山の斜面を削りながら、流れ続けていくのだ。

その流れがやがて海まで続き、氷河の末端が崩落していく様を海岸氷河というが、現在、言われているように氷河はその後退が著しく、僕が長年通い続けているアラスカの土地でも、かつての小規模な海岸氷河は今ではもう海まで到達していないというのが実際である。

僕が初めてそんな海岸氷河なるものを、アラスカで見たのは16、17年ほど前のことになる。雑誌の企画でアラスカ全般の撮影を依頼されたのがきっかけだった。

アラスカに行きたいが為に受けたオファーだったのだが、いかんせん編集部に潤沢な予算がなく、氷河の撮影に關しては、一般的な氷河クルーズ船などに乗り込む予算もなし。けれどどうしても氷河の絵だけは欲しいという要望で、シーカヤックをレンタルして、人力で海岸氷河までたどり着こうという、今考えると無理な算段だった。

地図を見ると、バルデーズという街からシュープ氷河とよばれるアラスカで最も街から近いその氷河までの直線距離は、約15キロほどである。が、漕ぎ出してすぐにたいした距離ではないだろうとタカを括っていた自分の愚かさを何度も嘆くことになる。風と潮の流れ（氷河のあるフィヨルド地形は干満の差が非常に激しいのです）に翻弄された僕は、一日では帰って来れず（もちろん野営の装備は持参して行きましたが）野生の熊に怯えながらテントで夜をあかす。

けれど、その時苦労してやっとの事で辿りついたシュープ氷河の、シーカヤックから仰ぎ見たその氷壁の美しさは、今でも忘れることができない。大自然が、その奥底に隠し持っていた神秘とも言ったら良いのだろうか。4、5階建ての団地くらい大きな物体は、当たり前であるがすべて氷で出来てい

て、見たことのないような蒼いダイヤモンドのように澄んでいる。長い年月をかけて巨大な単一結晶と化した氷河の物体は、物質としてもとても強固で、紫外線に近い青色光線は氷河という物体を通過できないため、ただ蒼く見えるのだという。

また地球環境そのものは、途方もない時間感覚のなかで、数えきれないほどの前進と後退を繰り返してきたこの氷河というものに多大な影響を受けてきた。どんなに遠く離れていても僕らもまたこの大自然の奥底にあるこの蒼い巨大な物体と、深く繋がってもいるのだろう。

その時の撮影は、以来毎年のように氷河を撮影するためにアラスカへ渡航していることを考えると、写真家としての僕のキャリアを大きく決定づけることとなってしまったと言っても過言ではない。

対岸でシーカヤックを降りて、ひとり飽くことなく海岸氷河の末端の最も蒼い部分を眺めていると、曇天の空の下で、氷河は蒼と言わず、紫色にさえ見える時があるようだった。透過光に輝くその巨大なモチーフは、優れて写真的なモチーフであると、あのとき直感したのだった。

石塚元太良（いしづか げんたろう）

1977年東京生まれ。10代のころから世界を旅行しはじめ、1999年バックパッカー旅行をしながらアフリカを縦断し、アジアを縦断しながら撮影した『Worldwidewonderful』でエプソンカラーイメージングコンテスト大賞を受賞。8×10などの大型フィルムカメラを用いて、独自のイメージを提起している。近年は氷河、パイプライン、ゴールドラッシュなどをモチーフにアラスカやアイスランドなど主に極地方でランドスケープを撮影。

特集

氷河が教えてくれること

「氷河」と聞いて、何を思い浮かべるだろう。巨大な氷の塊がゆつくりと海に落ちていく壮大な風景だろうか。それともペンギンやアザラシだろうか。

地球上にある淡水のうち、約70%が氷河や氷山として固定されている。そして氷河は陸地面の10〜12%を占め、真水を地表に留める重要な役割を担っている。

その氷河の水はヒマラヤなどで灌漑用水や水力発電に使われているし、北半球北部の都市では多くの人々が氷河の痕跡の上で今も暮らしている。

そもそも私たちの多くは、氷河のことをあまりよく知らない。氷河と私たちの関係を、歴史も含めて読み解いてみたい。

目次

巻頭エッセイ

- 2 ひとしづく 蒼いダイヤモンド 石塚元太良

特集 氷河が教えてくれること

- 6 概論 氷河が担う水循環と未来予測——太古の記憶を留める氷 藤井理行
10 地形 「氷の世界」だった北半球の大都市——氷河地形が語りかける歴史 岩田修二
14 海外(山) ヒマラヤへの熱い眼差し——「第三の極」の氷河の今 藤田耕史
18 海外(海) 変わりゆく北極の暮らし——氷河が浮き彫りにする二面性 杉山 慎
22 降雪 日本の氷河をつくる雪——降雪のメカニズムと今後の見通し 川瀬宏明
26 国内 発見! 日本の氷河を歩いてみた
——北アルプス「内蔵助氷河」で見た水循環の原初 飯田 肇
32 未来 氷期の周期と気候変動——水月湖の「年縞」から見えるもの 中川 毅
35 文化をつくる 氷河と私たちの距離感 編集部

連載

- 36 水の文化書誌54 アフガニスタンの大地に命の水を
——中村哲の河川哲学を学ぶ 古賀邦雄
38 魅力づくりの教え15 溜池と水路と若者——小規模高齢化集落の現在 中庭光彦
42 食の風土記15 寒冷な気候と豊かな水がつくる角寒天 長野県諏訪地域
44 Go! Go! 109水系19 限られた水を使い尽くす文化の川 土器川 坂本貴啓
50 センター活動報告
51 編集後記/ご案内
(敬称略)

ニュージーランド「タスマン氷河」の空撮。氷河が削ってきた谷はU字のカーブを描く。右の山はクック山(撮影:岩田修二さん)



【概論】

氷河が担う 水循環と未来予測

太古の記憶を留める氷

氷河は極地や高山に存在し、その変化は気候の変化の指標といわれている。また、氷河の消長に伴う海面変化、氷河が供給する水、氷河がつくる地形や地質など、氷河は人々の生活や文化に深くかかわってきた。氷河気候学を専門とする藤井理行さんに、氷河の定義や南極の水から解き明かす過去の地球環境など、氷河からわかることをお聞きした。

絶え間なく動く 分厚い氷の塊

氷河の定義など基本的事実を教えてください。

北極や南極、そして高山などの寒冷な場所では、年々降り積もった雪が自らの重みで圧縮（圧密）して氷に変わって、氷河が生まれます。氷河は、「氷床（大陸氷河）」と「山岳氷河」に分けられます。氷床は、大陸全体を覆うような大規模な氷河で、現在は南極とグリーンランドにあります。

そして山岳氷河は、その名の通り山地に分布する氷河ですが、さらに、①谷氷河、②山腹氷河、③岩石氷河などに分類されます。

①谷氷河は谷筋にできるもので、遠くから見ると氷が谷を埋めているかのようです。アルプスやヒマラヤに多いタイプです。②山腹氷河は、山腹にできるものを指します。今、日本で氷河と認定されているものはこれです。内蔵助氷河（p.26-31）は山腹氷河のなかでも「圏谷氷河」と呼ばれるタイプです。③岩石氷河は、水を含む累々とした岩石の塊で、ごくゆっくり

と斜面を動くもの。内蔵助氷河の圏谷にも小さな岩石氷河がいくつもあります。

今、地球上にある氷河は、約11万年前に始まり約1万1000年前に終わった最後の氷河期（最終氷期）を経て残されたものです。氷河の定義は「重力によって常に流動している多年性の氷の塊」。簡単にいうと、陸上に1年以上存在する大きな氷の塊で、なおかつ常に流動しているものです。この「流動している」という点が重要で、雪崩のような一時的なものではなく、年間を通じて動いていることが、氷河の必須条件です。（図1）
氷は約30mの厚みをもつと自分



インタビュー

藤井理行さん

国立極地研究所 名誉教授
総合研究大学院大学
名誉教授

Yoshiyuki Fujii

東京工業大学理工学部卒業。理学博士(名古屋大学)。アイスコアを用いた気候・環境変動、地球温暖化と雪水圏変動、富士山の永久凍土などを研究。特に、深さ1000mを超える深層コア掘削機の開発やコア解析・研究を含めた大型プロジェクトを推進し、地球規模の気候と環境変化の解明に貢献した。2005年10月1日から2011年9月30日まで国立極地研究所の所長を務めた。

の重みで形が変わる、つまり変形するのです。氷河は分厚い氷の下で起こっているこの変形によって、塊全体として動くのです。

また、常に動く氷河は氷の下の岩盤を削り、独特の地形をつくり出します。川（水）が削った谷はV字型になりますが、氷河は巨大なブルドーザーがゆっくり動くようなものなので、その谷はU字型になる。これを「U字谷」と呼びます。（p.10-13）

「海のベルトコンベア」を支える2つの動力源

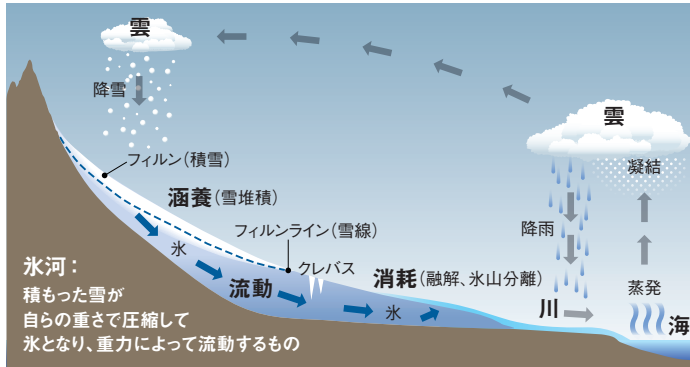
氷河は私たちにどのような影



氷河の定義と主な分類

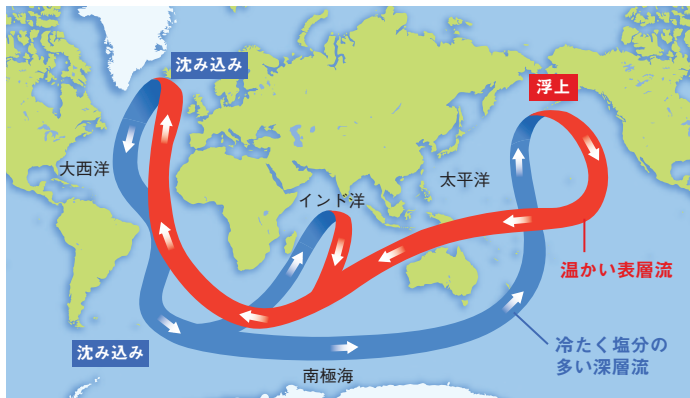
定義	北極や南極の周辺および高山など寒冷な地域に降った雪が氷に変わり、さらに重力によって常に流動している多年性の氷の塊（陸上に1年以上存在する大きな氷の塊で、常に流動しているもの）	
分類	小分類および概要	
氷床 (大陸氷河)	大陸全体を覆うような大規模な氷河。表面はドーム状で、中央から周辺に向かって動く。現在は南極とグリーンランドにある	
山岳氷河	谷氷河	谷筋にできる氷河。 アルプスやヒマラヤに多いタイプ
	山腹氷河	山腹にできる氷河。日本の氷河は主にこのタイプ。 圏谷氷河も含む
	岩石氷河	氷を含む累々とした岩石の塊。 ゆっくりと斜面を動く

図1 水循環と氷河の模式図



海から蒸発した水蒸気は、高山や極地に達すると凝結して雪となり、氷河を涵養(かんよう)する。氷河に積もった雪は、ある深さで自重により圧密され氷となり、重力の作用で変形(流動)を始める。循環は、氷河内では数千年、氷床内では数万年以上の悠久たる時間スケールで起こり、最後は川あるいは氷山として海に戻る(藤井理行さん作成の図を編集部にて一部加筆)

図2 海のベルトコンベア



塩分濃度が濃い「重い水」が沈み込み、それが深層から少しずつ湧き上がることで海流は循環する(北海道大学低温科学研究所などのHPを参考に編集部作成)



昭和基地(オングル島)から南極氷床を遠望する。大陸を隔てるオングル海峡は夏でも海氷に覆われていることが多い。南緯90度の南極点を中心に広がる南極大陸の面積は約1388万km²で日本の約37倍、ヨーロッパ大陸の約1.3倍。平均厚さ2000mの氷に覆われており、その下には複雑な地形の岩盤がある(提供:国立極地研究所)

響を与えているのですか？

氷河は「地球規模の水循環」のなかできわめて重要な存在です。地球上の水のほとんどは塩水で、淡水は2・5%しかありません。しかもそのうち約70%が氷床や氷河として存在しています。

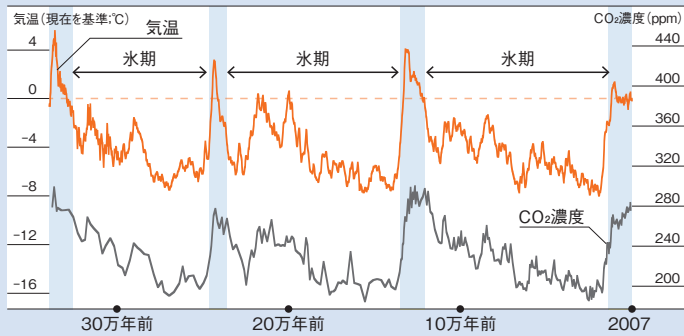
実は、最終氷期が寒さのピークを迎えた約2万年前、地球上の海面は今より120mも下がっていました。海面が下がるほどの大量の水は、氷床や氷河と形を変え陸地にありました。

先ほど「今の地球上に氷床は2

つしかない」とお話ししましたが、最終氷期のピーク時には、ヨーロッパのスカンジナビア半島を中心とする「スカンジナビア氷床」やアメリカ大陸のハドソン湾を中心とする「ローレンタイド氷床」など巨大な氷床が発達していました。スカンジナビア氷床によって、ドイツはほぼ半分が、イギリスは8〜9割が氷に覆われていましたし、ノルウェーやスウェーデン、フィンランドなどは地面すら見えませんでした。カナダとアメリカの国境付近まで氷で覆っていたローレンタイド氷床は、気候が温暖になるにつれ融けて後退し、残されたのが五大湖です。

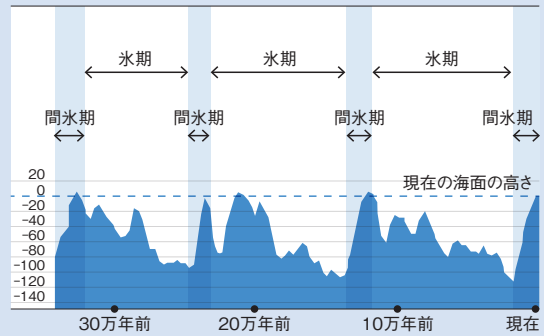
氷河を水循環のなかで考えてみましょう。海から蒸発した水蒸気が凝結して雲になって、雨か雪として地表に降ってきます。雨として直接、あるいは川となって海に戻る場合、水循環としては一番短くて数日から数十日の期間です。土壌にしみ込んで地下水になると数年から数千年。サハラ砂漠では数千年前の水が蒸発しているとされています。高山や極地では積もった雪が氷河・氷床となり、流動し低所に達し、最後は融けて川となり海に注ぐか、直接海に達しません。その循環のサイクルは、数千

図4 気温とCO₂濃度の変化

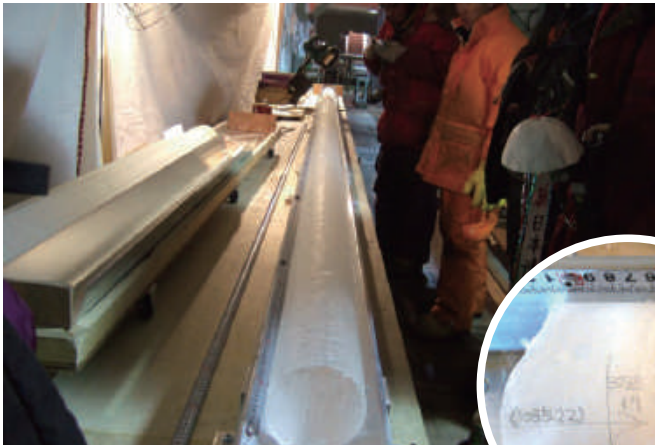


南極のドームふじ基地で掘削された深度2503mのアイスコア解析により復元された過去34万年の気温とCO₂濃度の変化。現在のCO₂濃度は400ppmを超えており、過去に前例のない高濃度(Kawamura 他[2007]の論文データに基づいて藤井理行さん作成)

図3 気候変動と海面の変動



氷期と間氷期における海面の高さを見ると、暖かい間氷期に海面が上昇していることがわかる。現在は海面が高い状態。氷期は水が氷となって陸地に留まるので海面が下がる



南極のドームふじ基地で掘削された長さ3.5mのアイスコア
提供：国立極地研究所 本山秀明教授



深さ3035mから掘り出した最終コア(アイスコア)

コアを取り出した12m長のドリルを立てる作業。この後、ウィンチで掘削孔のなかに下ろす。3.5~4mの掘削ごとに「ドリルの引き上げ」、「コア取り出し」、「孔底へのドリル下ろし」、「コア掘削」を繰り返す

年から最大100万年を超える長い時間になります。
水循環は海でも起こっています。地球上の海は見た目だけでなく、海流としても一つにつながっています。これを「海のベルトコンベア」と呼びます(図2)。その動力源が氷床のある北大西洋と南極付近なのです。
北大西洋のグリーンランド周辺は、海の水の蒸発がとても盛んなわりに陸地には大河がないので淡水の供給が少なく、塩分濃度が高くなっています。また、南極大陸周辺では、海水ができるときに、塩分濃度の高い、冷たくて重い水ができます。こうした冷たく塩分濃度の高い海水が海の底層や中深層に潜り込むのです。北大西洋と南極は言うなれば海のベルトコンベアのエンジンで、そこから地球をぐるりと回った水が表層に出てくるのは北太平洋です。一周するのに2000年かかるといわれています。
このように水という液体だけでも、10日間から数千年までさまざまな時間スケールの循環があります。水という固体の水の循環は、氷河では数万年、氷床では100万年に至る長いスケールとなります。まさに悠久の水循環といえます。

氷河が保管する太古の空気

藤井さんは実際に南極で氷床の掘削を行っていますね。

南極やグリーンランドを覆う氷床から掘削して取り出した筒状の水を「アイスコア」(氷床コア)と呼びます。アイスコアには過去の地球の気候と環境の変化が封じ込められており、その変化を解明するうえで重要な試料になっています。南極は気温が低いので、空気の成分や地球のさまざまな環境を起源とする物質が化学的に変質することもなく、安定して保存されています。南極のアイスコアは連続性の高いきわめて優秀な「地球環境のタイムカプセル」です。

南極で日本隊は、1984年(昭和59)に700m掘って9400年前までの氷を、1996年(平成8)に2503m掘って34万年前までの氷を、2007年(平成19)に3035m掘って72万年前までの氷を、それぞれ取り出しています。

そして今、私の後輩たちが「地球最古の氷を掘ろう」と新たなプロジェクト「第三期ドームふじ計画」を進めています。目指すのは

100万年前の水です。2019年（令和元）11月12日に出港した南極観測船「しらせ」には、2021年の掘削開始に向けて新基地の建物を積み込んであります。

なぜ100万年前の水を掘り出そうとしているのか。それは約77万年前の地球で起きたN極とS極が入れ替わる「地球磁場の反転」の年代をしっかりと挟み込み、その後でどのような環境変動があったのかを解き明かしたいからです。

実は、日本はこの分野で最先端を走っています。100万年前の水を取り出すことは他国から見たら垂涎（すいぜん）のプロジェクトで、しかも続々と現れている若くて優秀な日本の研究者が担っています。未知なる分野への探検的な好奇心を優先しがちな私たちの世代が引退して、真摯（しんしん）にサイエンスに取り組む若者が出てきた。どのような新たな発見があるのか、わくわくしています。

北極のアイスコアが遡れるのは最大でも20数万年前ですが、南極よりも積雪量が多く、年層が厚いので、黄砂など北半球の気候イベントがよくわかります。北極と南極のアイスコアを比べることで、地球の気候変動がよりくわしくわかるのです。

ちなみに「地球環境のタイムカプセル」は、水のほかに年輪を刻む樹木、湖の底の堆積物、鍾乳石などがあります。福井県の水月湖の年縞（ねんこう）は花粉や黄砂、プランクトンの死骸をよく保存していて、環境の変化の研究や年代特定に使われています。（p.32-34）

アイスコアに見る地球環境の温故知新

世界をリードする日本のアイスコア研究でわかったこととは？

気泡として氷に閉じ込められている昔の空気を分析してその時代の温室効果ガス、例えばCO₂やメタンの濃度を調べたところ、CO₂の濃度と気温の変化が密接に連動していることがわかりました。（図4）

CO₂の観測は、カリフォルニア大学がハワイで連続観測を始めた1957年（昭和32）が最初です。気象観測のデータも100年前からですし、古文書

を調べても断片的な情報しか得られませんでしたが。その点、アイスコアなら、さらに古い時代に遡って気候や環境を調べるこ

とができます。

過去数十万年のCO₂濃度は200ppmと300ppmの間に変化していましたが、産業革命以降増加を続け、今では400ppmを超えています。過去数十万年にはなかった高い数値です。しかも、年間1ppmほどの濃度上昇だったのが、最近では年間2ppmを超える上昇になっています。つまり原人以降の人類が体験したことがないような高濃度なCO₂のなかで私たちは生きていることになりました。

地球は、過去40万年は氷期と間氷期が10万年周期でした。そのうち氷期は7万～9万年、間氷期は1万～3万年で、氷期の方が圧倒的に長い。そして今は間氷期になって1万1000年経ち、温暖のピークも過ぎて寒冷化している時期ですので、次の氷期が来てもおかしくはない。

極地研究所の南極・北極科学館

における解説や講演などで「地球がこれから寒くなるのだったら、むしろ温暖化して相殺した方がよいのでは？」という質問をよく受けますが、

それは間違っています。間氷期から氷期に移行するスピードよりも温暖化のスピードの方がはるかに速いからです。

間氷期から氷期になるときは1万年で10℃ほどのスピードで気温が低下します。しかし今の温暖化のペース（100年で1℃の上昇）なら1000年で10℃高くなる。1万年と1000年と一桁違う。温暖化で気温は相殺できません。

また、温暖化でグリーンランド水床が融けて、大量に淡水が海へ注ぎ込むと塩分濃度が薄まって「海のベルトコンベア」が停止するという論文が20世紀の終わりに発表されています。イギリスやフランスなどヨーロッパの高緯度地域が比較的温暖なのは、メキシコ湾流が南から暖かい海水を運ぶからです。その海流がストップする可能性があります。温暖化が地球の寒冷化の引き金になることも考えられるのです。

このように地球環境の将来を予測するためには「温故知新」、つまり古きを温ね新しきを知ることがとても重要なことです。これからの気候変動、さらにそれに起因する氷河と水循環の変化にぜひ興味をもってもらいたいですね。

（2019年11月26日取材）



ドームふじ基地：主要部は雪面下にある（提供：国立極地研究所）



【概論】

【地形】

「氷の世界」だった

北半球の大都市

氷河地形が語りかける歴史

氷期にはヨーロッパやアメリカなどの諸都市は分厚い氷に覆われていた。意外なことに、ニューヨークのセントラルパークも氷河がつくった地形だという。人間はこうした氷河の痕跡のうえにも都市をつくり、住んでいる。氷河が削った地形と現在の都市について、地理学者の岩田修一さんに解説してもらった。



アメリカ・ニューヨークのセントラルパークでロッシュムトネに座る人々。表面には氷河が流れた痕跡「氷河擦痕」が見える 提供:岩田修二さん(1994年8月撮影)



図2 北アメリカ大陸を覆った氷床の縮小過程
氷線位置と年代 (yr. BP=西暦1950年が基準年) を示す
岩田修二さん提供資料をもとに編集部作成



図1 スカンジナビア氷床の縮小過程
数字は編年による年代値 (Kaは1000年前)
岩田修二さん提供資料をもとに編集部作成



氷河に覆われていた 2万年前のニューヨーク

ニューヨークのセントラルパークには、なめらかな岩盤が地表に露出している小高い丘があります。この上でランチを食べたり、昼寝をしたり、くつろげる場所です。

2万年前のニューヨークは氷に覆われていました。ニューヨークの人たちに憩いを提供しているこの地形は、かつてここに氷河があった痕跡にほかなりません。

上流に向けたところが氷河に磨かれたなめらかな凸型の曲面になり、下流側がゴツゴツした突起になっているこうした丘状の地形は「ロッシウムトネ」と呼ばれ、氷河によって侵食された地形です。

氷河は流動します。氷河自体の重さによって底の氷が変形するの

と氷底が融けるので、低い方へ向けて流れていくのです。

最終氷期の2万年前のニューヨークは、北極から続く巨大な氷床に覆われていました。ハドソン湾やラブラドル半島あたりにあった氷床の中心から数千年かけて流れてきて、ニューヨークの南の方で次第に融けていったわけです。セントラルパークのロッシウムトネでは、氷河の流動によって運ばれた巨大な「迷子石」や、氷河が流れた跡の溝が岩盤に刻まれた「氷河擦痕」を見ることができま

す。氷河による侵食と堆積の作用によってつくられた地形が氷河地形です。すなわち狭義では「現在の氷河の底にある地形」と「氷河が融解して消滅したあと大気に露出した地形」のことを氷河地形といいます。セントラルパークのロッシウムトネのような、今、私たちが

が見られる後者の氷河地形は、およそ11万年前から1万7000年前までの最終氷期の間に氷河がつついた地形というわけです。

氷河地形にある 欧州・北米の都市

最終氷期には世界の陸地面積の30%以上が氷河でした。現在、北半球高緯度と中緯度に暮らす多くの人々は、氷河が融けて消えた後の土地に住んでいます。つまり北欧と北米の大都市の大半は、氷河地形の上にあるのです。

スカンジナビア半島には巨大な大陸氷床「スカンジナビア氷床」がありました。図1はスカンジナビア氷床の縮小過程を表したものです。一番南側の線に「27Ka」とありますが、これは2万7000年前にここまで氷河があったこと



インタビュー
岩田修二さん

地理学者／東京立大学名誉教授

Shuji Iwata
1946年兵庫県生まれ。1971年明治大学文学部史学地理学科卒業。1976年東京立大学大学院理学研究科博士課程退学。理学博士。東京立大学理学部助手、三重大学人文学部助教授・教授、東京立大学理学部教授、立教大学観光学部教授を経て現職。ヒマラヤ・南極などで氷河地形の観測を続けるとともに、日本アルプスなどの環境保護の研究も続ける。2012年に日本地理学会賞を受賞。主な著作に『山とつきあう』『氷河地形学』など。

を示しています。現在のデンマークの東半分からドイツとポーランドの北部にかけてが、すべて氷に覆われていたのです。ヨーロッパではアルプスにも氷河があり、北と南の山麓まで続いています。ミュンヘンのすぐ近くまで氷河に覆われていたわけです。アルプスの氷河とスカンジナビア氷床の間の土地は、約2万年前には植物の生えない荒地でした。

北欧では275mも隆起している土地があり、バルト海沿岸の丘では貝殻が多く発掘されます。氷河の重さで沈下し、氷河が溶けて消えた後に地面が隆起したのです。スウェーデンの高地海岸とフィンランドのクヴァルケン群島は、氷河に由来する土地の隆起が著しく現れている地形として、世界自然遺産に登録されました。

図2は北アメリカ大陸を覆った

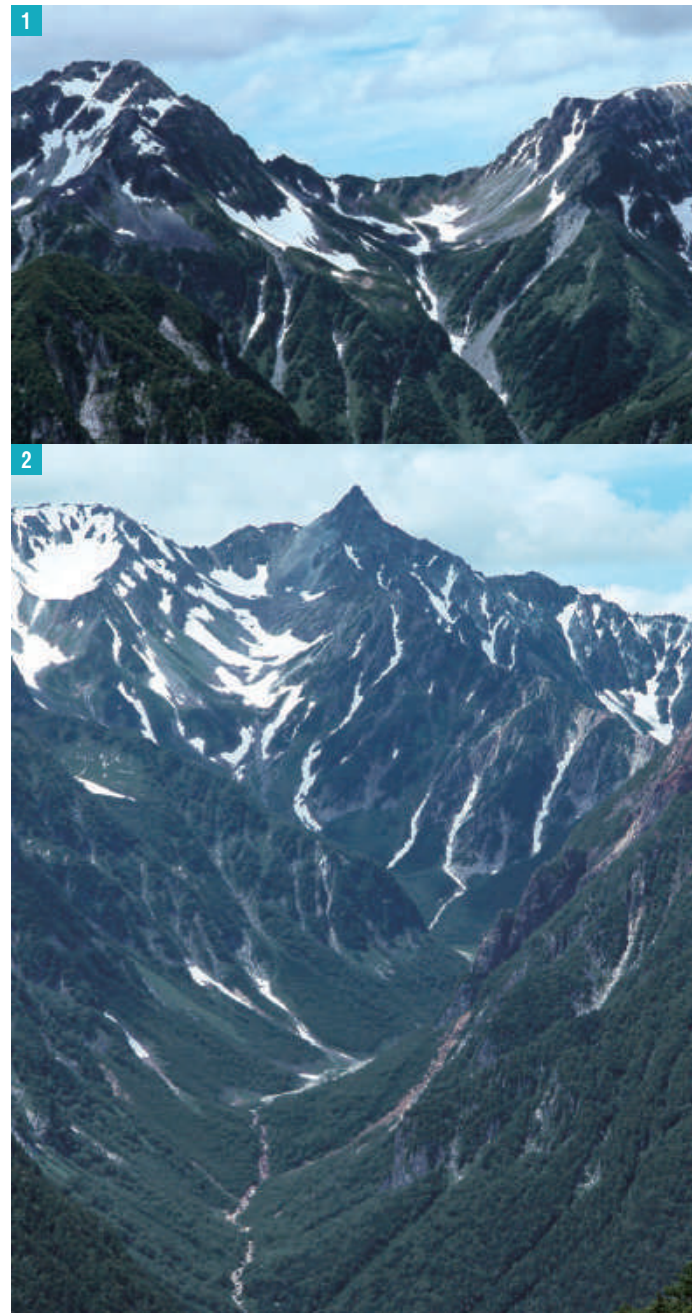
氷床の縮小過程です。1万9000年〜1万8000年前に五大湖の南側まで達し、その後次第に縮小していきました。ハドソン湾を挟んで東西に、8000年〜6000年前まで残った最後の氷河があったのです。その地点でも100m以上、土地が隆起しています。

ひとめでわかる 典型的な地形

「カール」の名で日本の登山家にもよく知られている代表的な氷河地形の1つが「圏谷」です。氷河によって侵食された氷河斜面のうち、とりわけ特徴的な地形といえます。お椀を半分にしたような窪んだ形をしており、谷のどん詰まりにできる氷河地形です。

アルプスやヒマラヤでは、急峻な山地の周辺部のやや低い山に圏谷が見られます。日本の飛騨山脈（北アルプス）では比較的緩やかな立山連峰などに分布しています。谷のどん詰まりの急斜面が高すぎず、谷の源頭の積雪が蓄積しやすい谷地形があると圏谷は発達しやすいのです。

登山家が「U字谷」と呼ぶ「氷食谷」も典型的な氷河地形の一つ。通常の河川の谷は、水流の



侵食によって横断面がV字形の「V字谷」になりますが、氷河による侵食は氷の塊によって削られますから、底が広いU字形の横断面になるのです。氷食谷は面積としては小さいですが、氷河があったことをはっきり特徴づける地形といえます。

この氷食谷に海水が浸入した地形が「フィヨルド」（スカンジナビア語で「入り江」の意）です。ノルウェー西海岸、カナダ太平洋岸、ニュージーランド南島南西海岸、チリ南部太平洋岸がよく知られており、ノルウェーのソグネフィヨルドは220kmの長さに達します。

氷河のなかや底には、岩のかけらや泥や土砂などが含まれ、それ

らをずるずる引きずって流動しますから、末端で溶けたあとにはそれらが堆積し、丘状や堤防状の地形ができます。これを「モレーン」と呼びますが、よく見られる氷河地形です。

氷河地形を活かして 暮らす現代人

北欧や北米の大都市のように、氷河から解放された土地は居住地や交通路として利用されています。山岳部にできる氷食谷、圏谷、モレーンのゆるやかな斜面や平坦な谷底は、放牧・耕作・植林のための適地です。山岳国のスイスで農業が発達したのは、麦の耕作が

できる広い氷食谷底や、夏の牧草地として利用できる圏谷底があったおかげといえるでしょう。

また、見晴らしのよいモレーンの丘には寺院や教会、ホテルなどが建てられました。さらにフィヨルドの水面は水上交通に利用されます。荒れた外洋へ出ずに小型船でも静かに航海できる航路を提供し、港の適地でもあるのです。

一方で氷床に覆われていた平野の大部分は、粘土分を多く含む岩屑や砂礫に覆われており、乾燥すると粘土分が固結する使にくい土地です。居住地や交通路としては十分利用できるものの、農耕や牧畜にはあまり向いていません。山岳地にある氷河地形は、ノル

1 北穂高岳（左/3106m）と南岳（右/3033m）の間にある「大キレット」（大切戸）。氷河がつくった圏谷（カール）だ 2 U字谷やモレーンなど氷河の痕跡を留める北アルプスの檜沢（やりさわ）。写真上部の尖った頂が檜ヶ岳（3180m）



3

ウェーやスイスでは水力発電の適地としてよく利用されています。氷食谷やフィヨルドの地形が水力発電に向いているからです。

そして、氷河ないし氷河地形によるもつともわかりやすい恩恵は、その美しさや壮大さで多くの人々を魅了する観光資源としての側面ではないでしょうか。アルプス山脈をはじめ、世界の山岳観光地の最大の売りものの一つは氷河です。スイスのアレッチ氷河、アラスカのグレイシャーベイの氷河、パタゴニアのペリトモレノ氷河などは世界自然遺産に登録され、多くの観光客を集めています。

氷河地形もまた人気の観光地です。米ヨセミテ国立公園の氷食谷ヨセミテ渓谷を望めるグレイシャーポイント、その代表的なもの。深いU字谷と周囲の氷食斜面の眺



4

望は、まさに絶景です。ノルウェーやニュージーランド南島のフィヨルドクルーズでは、急峻なフィヨルド側壁とそこに落ちる荘厳な滝に魅せられるでしょう。

シアトル、シカゴ、グラスゴー、ストックホルム、ベルリンなど氷河に覆われていた場所にできた大都市は多数あります。ニューヨークが大都市になった理由は多岐にわたりますが、氷河との関係だけでいえば、氷床が削った岩盤が露出していたこと、その岩盤を平坦にするためダイナマイトを用いた大工事が必要だったものの、岩盤が強固なので超高層ビルが建てやすかったことが挙げられます。

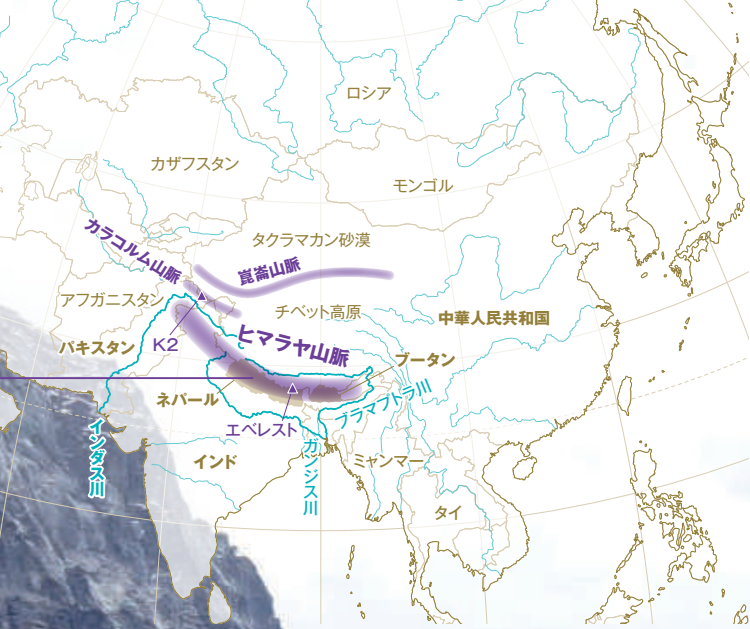
氷河がつくった痕跡も含めた大地の上で私たちは生きていくといえるかもしれません。

(2019年11月28日取材)



【地形】

3 ニューゼーランドのフィヨルド。氷期に氷河がU字谷を刻み、その後に氷河が後退し、海水が入り込んでフィヨルドができた 4 ネパールの「クンプ氷河」とエベレストの西南に連なる山「ヌブツェ」(7864m)
(写真1~4はすべて岩田修二さん撮影)



【海外(山)】

ヒマラヤへの熱い眼差し

「第三の極」の氷河の今

ヒマラヤの氷河から流れ出す雪解け水は、灌漑かんがいや水力発電に用いられている。こうした恵みをもたらすヒマラヤの氷河だが、その下流部にある氷河湖が決壊し、実際に死傷者が出た事例もある。温暖化の影響も含めて、ヒマラヤの氷河の現状と課題を知るために、名古屋大学の藤田耕史さんにお会いした。





藤田さんが氷河を研究するきっかけとなったムスターグアタの氷河（中国・新疆ウイグル自治区） 撮影：藤田耕史さん



藤田耕史さん

名古屋大学
環境学研究所 教授

Koji Fujita

1969年埼玉県生まれ。京都大学理学部地球物理学科卒業。名古屋大学大学院理学研究科修了。博士(理学)。1992年からチベット高原とネパールヒマラヤでの氷河観測をスタート。その一方、ロシアのアルタイ山脈や中央アジア・キルギスでのアイスコア掘削、南極のドームふじ基地での越冬観測にも従事。ブータンやネパールでヒマラヤの氷河観測を継続。JICA/JST「ブータン・ヒマラヤにおける氷河湖決壊洪水に関する研究プロジェクト」を実質的にリード。



ある報告書を機に 注目浴びたヒマラヤ

サークル棟からのサックスの音色が響く名古屋大学東山キャンパス。鬱蒼とした木々の坂道を歩く。雪氷圏研究グループの研究室のドアを叩くと、長年にわたり極地に足を運び研究を続けてきたからだろう、若々しく精悍な顔つきの藤田耕史さんが迎えてくれた。

藤田さんは京都大学理学部、そして山岳部出身だ。20歳のとき山岳部のOBによる登山隊が計画した中国西部への遠征に潜り込み、そこで目にした氷河をまとった山々の風景に圧倒され虜になってしまったのだという。そして当時より氷河の研究で知られていた名古屋大学の大学院に進み、以来30年近くヒマラヤを中心に、南極、グリーンランドなどの極地をフィールドに研究を続けてきた。「そういった場所に行きたいというのが一番の動機だったのは間違いないです。でもそれは私だけではないはず。当時の氷河の研究者は『山屋』が多かったんです。最

近は全国的に山岳部が衰退して変わってきているのですが」

少し残念そうに藤田さんは言う。名古屋大学のヒマラヤでの現地調査は1970年代より断続的に続けられてきたが、当時と今では背景が異なるという。

「70年代は、いずれ地球は寒冷化して氷河期がくるのではないかと考えられていて調査や研究もそれに関するものが多かったのですが、近年は温暖化を前提とし、それがヒマラヤの氷河にどんな影響を及ぼすかといったものが多い。また、かつて欧州の研究者たちはアークセスのよいアルプスを主なフィールドとしており、ヒマラヤには手が回っていませんでした。それは、日本に住む私たちがヒマラヤを指す理由にもなっていたのです」

しかし2009年(平成21)、ヒマラヤの氷河に関してある出来事があった。それは「国連気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」が2007年に発行した第四次報告書の「ヒマラヤの氷河が世界どこよりも早く縮小しており、2035年までにほとんどが消失すると見込まれる」という記述に端

を発する。「これは根拠に乏しく、執筆者の『ヒマラヤの環境変動を大きく見せたい』との意識が働いた不正確なもの」との厳しい指摘が著名な科学誌からなされ、IPCCは査読システムを見直すに至る。「グレイシャーゲート」とも呼ばれるこの出来事でヒマラヤの氷河研究を取り巻く環境は変わる。

「報告書の検証を通じて、ヒマラヤの氷河が温暖化の影響をどれだけ受けているかを正しく把握するには、より一層の研究が必要との認識が広がり、2010年ごろからヒマラヤの氷河の研究が増え、欧州の研究者たちもヒマラヤに興味をもつようになりました」

第三の極地・ヒマラヤの氷河は、一気に「熱い」領域となったのである。

一様ではない ヒマラヤの現状

近年の研究により、衛星で取得された画像を用いてデータベースをつくり、世界中の氷河の分布や状態が把握できるようになった。「世界の氷河の変動に関してコン

かつて氷河がつくったモレーンと呼ばれる土砂の堆積物がダムサイトの役割を果たしている氷河湖「ツォ・ロールパ」 撮影：藤田耕史さん



中央ネパール・カリガンダキ川上流のマルファ村。乾燥した環境のなか、氷河に端を発する河川の水を利用して大麦やリンゴを栽培している 撮影：藤田耕史さん

センサスのとれていない見解は、もつとも古い記録が残る1970年代と比べ、2000年代に入ってから氷河の縮小速度が倍ぐらいのペースになっているというものです。ただし、これは世界共通というわけではありません。ヒマラヤでは、K2などで知られるカラコルム山脈やタクラマカン砂漠の南端に近い西崑崙^{にしこんろん}などでは、氷河が増えていることが確認されています」

温暖化で地球が温まり、その熱で氷河が融け、減っていく……。私たちが描きがちな単純なイメージよりも、現実には複雑だという。「氷河の縮小や増加には、降水量も影響していると見られています。気温の上昇で標高の低い氷河の末端が融けても、標高の高いところで降水量が増えれば氷河は大きくなることもある。逆に気温はさほど上昇しなくても、降水量が減ることによって氷河が小さくなっているかもしれません。カラコルムや西崑崙などで氷河が増えていることの原因について、私たちは別の説を提唱していて、この地域の気温や降水量の変化に対する氷河の反応がヒマラヤとは異なっているからではないかと考えています」

ヒマラヤの氷河の縮小・増加の

多様に活用される 氷河の融水

メカニズムは、未知の部分を多く残したフロンティアである。

ヒマラヤの氷河の特徴の一つとして、人口の多い地域に近い場所に存在し、人々の暮らしと密接なつながりをもつことがある。(図1)

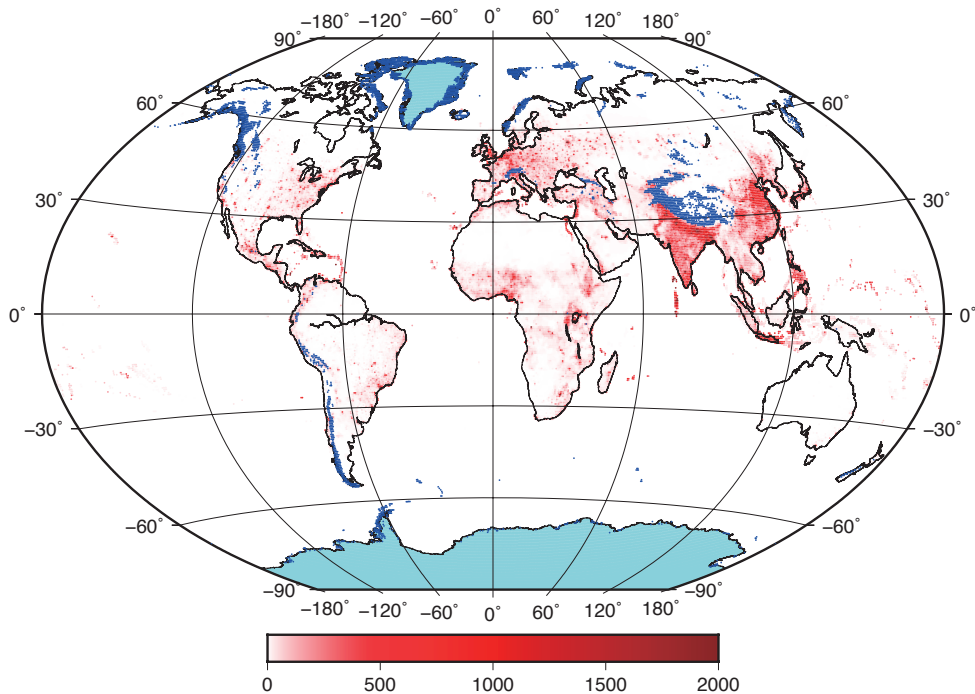


図1 氷河の分布範囲と人口密度

氷河のある地域を見ると、圧倒的にヒマラヤ周辺の人口密度が高い(人口密度のデータは2015年のもの。単位は人/km²) 提供：藤田耕史さん

氷河から融け出した水は、人々の生活を支える大きな役割も担っていて、氷河を有する高山域は「アジアンウォータータワー」と表現されることもあるようだ。多くの人口を抱える中国などは特に重視しており、ヒマラヤを南極、北極に次ぐ第三の極と位置づけ、チベット高原の環境に関する研究に国家として注力していくと表明

藤田さんたちが2019年10月～11月に調査した、ネパールヒマラヤ・トランパウ氷河6000mでの野営の様子 撮影：藤田耕史さん



氷河から流れる水がそのまま溜まって湖となっているネパール最大の氷河湖「ツォ・ロルバ」と接するトラカルディン氷河の末端 撮影：藤田耕史さん

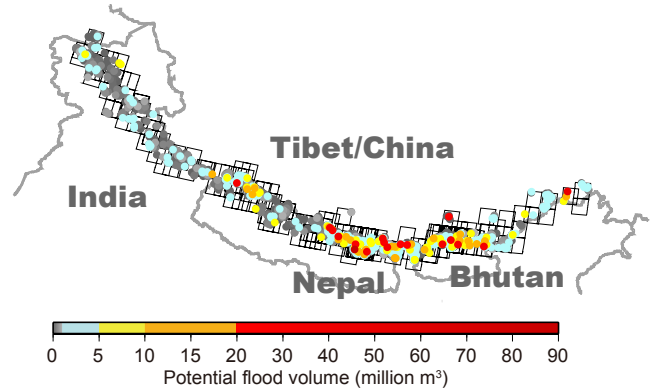


図2 氷河湖の「潜在的洪水量」

ヒマラヤの氷河湖が決壊したときに出水する最大の水量（潜在的洪水量）を示した図（潜在的洪水量は藤田さんが定義した用語） 提供：藤田耕史さん

している。

「チベット高原を源に北部インド、パキスタンなどを広く潤すインダス川は、氷河の恩恵を受けている河川として知られています。流域に乾燥地域をもつインダス川が水量を保っているのは、ヒマラヤの氷河が雨季に水を溜め込み、逆に少ないときに融解水を供給する『調整弁』になっているからともいわれています」

氷河の融解水は灌漑用水や水力発電に活用されており、特にブータンでは、氷河の水を使った発電は貴重な外貨獲得の手段となっている。

「これから氷河が減るとすれば、インダス川流域や氷河の融解水を使う地域の暮らしに影響が出るかもしれません。近年、インドやパキスタンでは氷河と並んで地下水の減少も確認されており、今後の水不足を危惧する声も上がっています。人口密度の低い地域の氷河にこのような影響はほとんどありませんから、ヒマラヤならではの懸念といえるでしょう」

なお、少し意外だったがヒマラヤの氷河から融け出た水は、その近くで暮らす人たちの飲料水としてあまり使われていないことだ。「氷河は地表の岩盤を絶えず削り

とついで、その粒子が融け出た水と混ざるため、飲み水には適していないのです。かなり白く濁っていて（グレイシャーミルク）と呼ばれることもあるほどです」

氷河湖決壊時のリスクを研究

氷河の変動と並び、藤田さんたちが取り組んだテーマの一つに氷河湖に関するものがある。氷河湖とは、氷河によって運ばれたモレインと呼ばれる土砂で堰き止められた湖のことを指す。

「氷河湖を取り囲むモレインは氷河が押し出しただけの土砂ですから脆弱であることが多いのです。1990年代にはブータンとネパールでこの氷河湖が決壊し大きな被害が発生しました。このときには温暖化に起因する災害という見方もされ注目を浴びました」

一方で、過去の衛星写真などに写っている痕跡から決壊の発生頻度を推定すると、「温暖化に起因する氷河湖の決壊の増加は確認できない」という報告もあるようだ。しかし、目前にあるリスクに備えるべく藤田さんは決壊のメカニズムを探り、さらには決壊に備える施策が危険度の高い氷河湖から順

番に行なわれるよう、ヒマラヤ全域の氷河湖の決壊時のリスクを推定する研究も行なった。（図2）

これについて藤田さんは言った。「あるとき調査で協力を仰いでいたブータンの役人に、『君たちのその研究はほんとうにブータンの役に立つのか？』と問われたのです。その疑問にこたえるためリスクを推定したという面もあるんです」

使命感に駆られて藤田さんは取り組んだ。決壊時のリスクが大きい地点から改修・補強工事を進めてほしいとの思いもあった。

衛星で取得したデータを用いた研究が花盛りの昨今、それに頼りきらず現地調査を続けることについて藤田さんはこう話す。

「衛星のデータは誤差も大きいし、何より誰もが手に入れることができる。でも、現地で観測して得られるデータは自分たちの力でしか手に入れないオリジナルです。そこから何かしらの答えが見つかるかと信じています。山に行きたいということもあるんですけどね」

そう言って笑う藤田さん。氷河のなかでもっとも人口密度が高い地域と接するヒマラヤという未知でホットなフィールドを、これからも自ら歩いて解明していく。

（2019年12月2日取材）



【海外(山)】



【海外(海)】

北極の暮らし

氷河が浮き彫りにする二面性

北極にある「グリーンランド氷床」はグリーンランドの面積の82%を占める。グリーンランド氷床の融解が進み、現地の人々が影響を受けていると報じられるなか、氷河だけでなく氷と海洋の相互作用や人々の暮らしへの影響まで研究する北海道大学の杉山慎さんに現状をお聞きした。



インタビュー

杉山 慎さん

北海道大学低温科学研究所 教授

Shin Sugiyama

1969年愛知県生まれ。大阪大学基礎工学部卒業。大阪大学大学院基礎工学研究科、民間企業研究員、青年海外協力隊ザンビア共和国 理数科教師などを経て2017年より現職。パタゴニア、南極、グリーンランドなどで氷河氷床に関する物理現象と変動メカニズムの解明に取り組む。GPSや気象測器を用いた氷河上での観測のほか、「熱水掘削」という技術を用いて氷河底面での観測を進める。

氷河の「へり」が 生きもの豊かな場に

私の研究対象地の一つ、グリーンランドに初めて調査に入ったのは2012年でした(注1)。「氷そのものの動き」が私の研究テーマですが、グリーンランド氷床(注2)が気温の上昇によって急激に融けていることを知り、どのくらいの速度で融解が進んでいるのか、またどのくらいの氷が失われているのか知りたくなったのです。

グリーンランドは北極に位置する世界最大の島で、厚さ2000mほどの氷床が陸地の約80%を覆っています。仮にグリーンランド氷床がすべて融解すれば、海面が7m以上上がるといわれています。

(注2) グリーンランド氷床

陸上に降り積もった雪が蓄積され氷になって流れはじめたものを氷河と呼ぶが、なかでもグリーンランドと南極大陸を覆う氷は特に規模が大きいため「氷床」と呼ばれる。

(注1) グリーンランドの調査

文部科学省の「GRENE北極気候変動研究事業(2011-2016)」「ArCS北極域研究推進プロジェクト(2016-2020)」に参画する形で調査を実施。



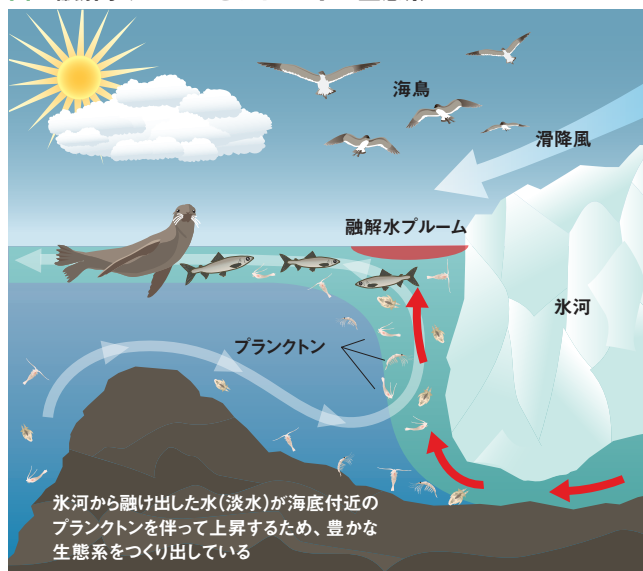
淡水が浮き上がってくる氷河の末端



氷とのコントラストが印象的なカナックのまちなみ



図1 融解水ブルームとフィヨルドの生態系



氷河の融けた水が海底から浮き上がる時にプランクトンも巻き上げる。もし氷河が融けて後退すると、この生態系は崩れる恐れがある(杉山慎さん提供の資料をもとに編集部作成)

グリーンランドの「ボードイン氷河」。末端が海や湖に流れ込み氷山を生み出すカービング氷河



海の調査から始まった カラーリットとのふれあい

この光景を見て、氷河が変動することで海や生物にどんな影響があるのか、研究の範囲を海にも向けるようになりました。

(注4) カラーリット

エスキモー系の先住民族である広義のイヌイットのうち、カナダに住むイヌイットと区別するため、グリーンランドに住む人々をカラーリットと呼ぶ。

現地では氷の動きを調べていて、あ
ることに気がつきました。末端が海
や湖に流れ込んで氷山(注3)を生み
出す氷河を「カービング氷河」とい
いますが、グリーンランドにはこ
のカービング氷河が多くあります
そしてカービング氷河のへりの水
の濁った場所に、鳥やアザラシが
たくさん集まっていたんです。

(注3) 氷山

氷河や陸上の氷が海に押し出され、
割れて流れ出した大きな氷塊。

そうこうしているうちに、カラ
ーリット(注4)との接点も生まれ
ました。私たちのチームが拠点に
しているのは、グリーンランド北
西部にあるカナックという人口6

(撮影:杉山慎さん)

00人ほどの村で、ホッキョクグマやアザラシ、イッカクなどの伝統的な狩猟や犬ぞりの文化が今も残っています。特にイッカクは希少種で、それだけこの海域が豊かなのでしよう。

当初、私たちは海に出て調査をするために村の人に船を出してもらった必要があり、向こうも徐々に私たちの活動に興味をもちはじめ、いろいろ協力してくれるようになりました。そのうちの一人が大島トクさんです。彼女はこの地でハンターとして暮らす日本人・大島育雄さんの娘で、彼女自身もカナックに数十人いるなかの指折りのハンターです。育雄さんは40年ほど前にグリーンランドに渡り、この地域で植村直己さんと一緒に活動した一人です。

トクさんは獲物を撃つだけでなく、毛皮をなめしてカラーリットの伝統的な防寒着をつくることもできる数少ない人物で、そうした伝統文化がすたれないよう、子どもや若者への技術継承をライフワークにしています。彼女の助けを受けて、私たちは現地の公民館で研究内容を紹介するイベントを開いています。そのため、村の人たちはとても協力的です。

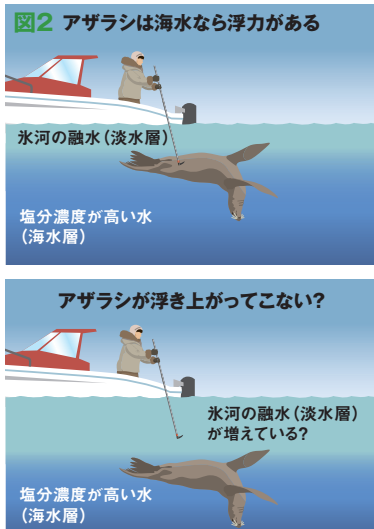
カナックは北緯77度、南極の昭

和基地よりもずっと極点に近い位置にあり、目の前の海は10月ごろから翌年の7月ごろまで海水に閉ざされて物資の輸送船が入ることができません。スノーパーにもほとんど物がなくなってしまうので、村の人たちは海水が融けて船が入ってくるのを心待ちにしています。そのため氷がいつ融けるのか、それが年々どう変化しているかは、彼らにとっても関心事なのです。

温暖化が引き起こす生活への影響

カラーリットと接しているうちに、温暖化が人々の生活にも影響していることがわかりました。ハンターの一人が、「最近アザラシを撃った後、船に引き上げにくくなっている」と教えてくれたのです。通常、海の表面は氷河か海水の融け出した水による淡水層で覆われ、その下にある海水層とは混ざりにくい。一方、アザラシには海水で浮き、淡水では沈んでしまう性質があります。つまり、氷の融ける量が増えていることで淡水層が厚くなり、アザラシがハンターの手の届く位置まで上がってこなくなっているのかもしれない。

また、北極は雨が降ることが少



氷河や海水の融解水による淡水層が分厚くなり、ハンターが仕留めたアザラシがあまり浮いてこないため、回収しにくくなっているという(杉山慎さん提供の資料をもとに編集部作成)



1 杉山さんたちのチームはカラーリットの船に乗って海洋調査を行なっている 2 腕利きのハンターとして一目置かれている大島トクさん 3 カナックの子どもたち。日本人に風貌が似ているので親近感が湧く 4 民族衣装をまとったカラーリットの若者たち 5 カナックの住民とのワークショップ。研究者と住民が知り得た情報を伝え合う 6 年に2回到着するという輸送船を跳めるカナックの住民たち。温暖化で海水に閉ざされる期間が短くなると、利便性は高まる 7 豪雨による洪水で流されたカナックの橋 8 シオラバルクで起きた土砂崩れ 9 カラーリットの伝統的な犬ぞり猟



犬ぞりの文化が残っているカナック
では犬の姿をよく見かける



ないのですが、ここ数年は夏に大雨が降っています。2016年の夏に橋や水道管を破壊するほどの洪水が起きたのですが、これも氷が融けすぎたことで、通常あふれない川が氾濫したためと考えられます。さらに翌年は、洪水だけでなく土砂崩れの被害もありました。カナックから50kmほど離れた場所に、大島育雄さんが暮らすシオラパルクという人口20〜30人の村があります。この背後の山が崩れていくつかの建物が被害に遭いました。氷もそうですが、最近では凍土も融けてもろくなっているといわれています。

また、沿岸の自然環境が変化したためか、オオカミが以前は来ることのできなかった集落にも姿を見せるようになったという話も聞きます。

こうした状況も目の当たりにするなか、氷河と海を含めたもっと広範囲で環境の変化が社会にもたらす影響を調べようというのが、ここ数年の私たちの取り組みです。

意外に身近な グリーンランド

グリーンランドでは今、オヒョウ(注5)が注目されています。こ

の地域ではオヒョウが昔から食べられてきたのですが、流通システムがなかったので必要な分しか獲ってきませんでした。ところが、最近グリーンランドの水産会社がおヒョウを高く買い取るようになったことで価値が上がり、現地ではオヒョウ漁がブームです。

というのも、日本で回転寿司のエンガワとして需要があるため、日本向けにずいぶん輸出しているようなんです。日本で見かける甘エビの多くもグリーンランド産です。グリーンランドの水産業において日本が重要な取引先となっていることを考えると、氷河は意外にも身近なところにあるという気がしてきませんか？

私たちは、温暖化で北極の氷が融けることを悲観的に捉えがちですが、カラーリットにとっては物資が入りやすくなり、船での移動もしやすくなるなどメリットもあります。カナックでも、氷が融け



9



6



8



7

て交通の便がよくなるほうがいいと考える人は大半です。

ただし、犬ぞりや昔ながらの狩猟といった伝統文化は少しでも気が変わると残りづらくなるので、少なくとも年配の方々はこの状況を憂っています。

こうした二面性が難しく、興味深いところでもあります。

地球上にある水の循環を考えるうえで、氷河はとてもユニークな構成要素です。地球上の水の約97%が海水で、残りの淡水の7〜8

割が氷河にあることを考えると、氷河の変化は重要な問題です。

氷河を見る機会はなかなかないかもしれませんが、カナックには飛行機をチャーターせずとも旅客機を乗り継いで行けます。実は、世界地図を真上から見るとカナックと日本は比較的近いうえ、同じ起源の祖先をもつとの説があるように容姿もよく似ています。時間さえとれば、ぜひ行っていただきたい場所です。

(2019年12月27日取材)

(撮影:杉山慎さん/4,9はToku Oshima提供)

(注5)オヒョウ

カレイの仲間1mを超える大型の海水魚。グリーンランドでの伝統的な釣り方は、海氷に穴を開け、延縄のようにたくさん釣り鉤を付けて穴から下ろすもの。



【海外(海)】

日本の氷河をつくる雪



【降雪】

降雪のメカニズムと今後の見通し



インタビュー

川瀬宏明さん

気象庁気象研究所
応用気象研究部 主任研究官

Hiroaki Kawase

1980年三重県生まれ。筑波大学大学院生命環境科学研究科修了。博士(理学)。気象予報士。専門は気象学・気候学。海洋研究開発機構 地球環境フロンティア研究センター特任研究員、国立環境研究所大気圏環境研究領域 NIESポスドクフェロー、海洋研究開発機構次世代モデル研究プログラム研究員などを経て気象庁気象研究所入庁。2019年より現職。著書に『地球温暖化で雪は減るのか増えるのか問題』(ベレ出版)『異常気象と気候変動についてわかっていること知らないこと』(編著 ベレ出版)がある。

氷河を支える 日本海側の大雪

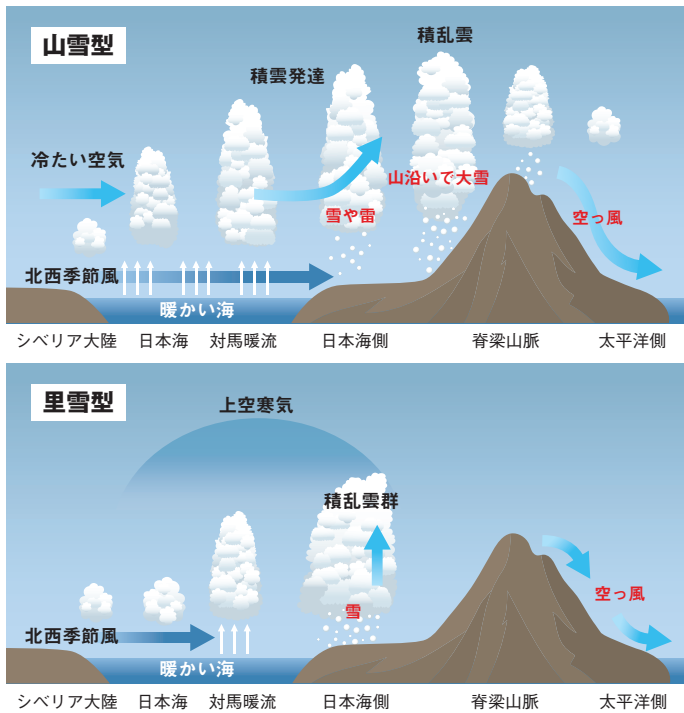
立山黒部アルペンルート^{むろとうだいら}の終点、標高2450mに位置する室堂平^{むろどうだいら}のあたりは、世界でも有数の豪雪地帯で、毎年6mから7mの積雪が観測されます。特に室堂平近くの「雪の大谷」^{おきたに}はその名の通り雪が吹き溜まりやすい地形で、平均で年16m、多い年には20mも積雪します。春先の除雪によって出現する「雪の大谷・雪の壁」は観光名所として有名ですね。

立山連峰で確認されている氷河は、室堂平のちようど裏側で、大谷よりもさらに積雪が多いエリアになります。本来、氷河があるはずがないとされた低い緯度に日本



圧倒的な降雪量をもたらす観光名所「雪の大谷・雪の壁」。毎年4月中旬から6月中旬まで楽しめる(撮影:川瀬宏明さん)

図1 日本海側の雪が降るしくみ



松江地方気象台と新潟地方気象台のHPなどを参考に編集部作成



北アルプスを望む。日本海側は世界有数の豪雪地帯(撮影:川瀬宏明さん)

氷河は、降り積もった雪が自らの重さで固まって氷になり、それが常に流動するもの。当然のことながら雪が降らなければ氷河はできない。そして日本の立山連峰にある氷河は、世界屈指の豪雪地帯といわれる日本海側の積雪によって成り立っている。日本の氷河をつくる降雪のメカニズムについて、気象庁気象研究所の川瀬宏明さんにお聞きした。

の氷河が存在するのは、この圧倒的な降雪があるからです。

なぜ日本海側の山間部には、たくさん雪が降るのでしょうか。

一般的に日本海側に雪が降るのは、西高東低の冬型の気圧配置によるものです。シベリア大陸にはマイナス30℃を下回るような冷たく乾燥した空気があります。冬型の気圧配置になると、北西の風によってこの大陸の空気が1日もしないうちに日本海に流れます。日本海の海面水温は真冬でも5℃から10℃あるため、その温度差によって海から大気に熱と水分(水蒸気)が供給されます。これを気団変質といいます。この時に気団のなかで発生するのが、天気予報などでよく見る筋状の雲です。筋状の雲は、雪のもととなる水分をたっぷり保持した積雲や積乱雲の集まりです。

筋状の雲は、日本列島に到達すると沿岸平野部に雪を降らせません。ただし平野部では、雲は風に流されてすぐに通り過ぎるので、数mに及ぶ大雪にはなりません。その雲が内陸へ進むにつれ密になり、山脈にぶつかって行き場を失い、上昇することで継続的に雪雲が発達し、内陸や山岳部にまとまった大雪を降らせるのです。これが「山雪型」の降雪メカニズムです。(図1)

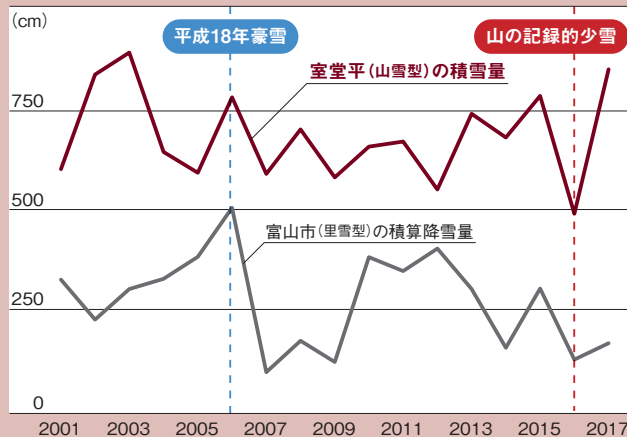


2018年4月に室堂平(標高2450m)で富山大学理学部の学生らが取り組んだ「積雪断面調査(積雪深:658cm)」。自然に積もった雪の深さや雪を水に換算した量、雪質、黄砂、大気汚染物質など地球環境を調査(撮影:川瀬宏明さん)



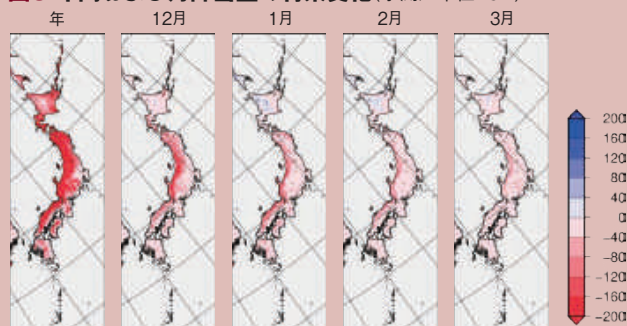
積雪初期(2018年11月27日)→積雪後(2019年4月22日)
写真左側のポールは同じもの。埋もれ具合を見ると一冬でどれほど雪が積もるのがわかる(撮影:川瀬宏明さん)

図2 室堂平(標高2450m)と富山市の積雪・降雪量比較



山と里では雪の降り方に違いがあるため、増減の傾向が必ずしも一致していない(提供:川瀬宏明さん/立山室堂平は飯田肇さんの調査による)

図3 年間および月降雪量の将来変化(予測/単位:cm)



将来気候と現在気候との差を色で表している(赤が減少、青が増加)。北海道内陸の一部を除き降雪量は減少するが、逆に極端な大雪が増える可能性もある(出典:気象庁「地球温暖化予測情報 第9巻」第4章 積雪・降雪の将来予測)

海面水温が上がると 雪は増える

冬型の気圧配置で、どれくらい雪が降るかを決める主な要素は、「寒気の強さ」「風の強さ」「日本海の海面水温」です。特にポイントとなるのが海面水温です。たんに寒気が強いだけでは、乾いた冷たい風が吹くだけで雪にはなりません。日本海の水温が高く、大気との温度差が大きいほど多くの水蒸気や熱が大気に放出され、大雪の可能性が高くなります。北海道よりも東北・北陸の降雪量が多いのは、南下するほど海面水温が高くなるのと、本州の沿岸の方が大陸から離れている分、大気が渡ってくる海上面積が広く、供給される水分量が多くなるためです。

日本海側の平野部で大雪になることがあります。これは「里雪型」といって、冬型の気圧配置で上空の寒気が強く、風が弱いときに起こります。強い寒気がゆっくり移動することで日本海上で積雪・積乱雲が発達し、その雲が山に運ばれずに平野に長く留まり、大雪を降らせれます。

2018年(平成30)2月、福井で豪雪による災害が起きました。

このような稀に降る記録的な大雪、いわゆるドカ雪の主な原因は、JPCZ(日本海寒帯気団収束帯)です。大陸からの空気が朝鮮半島を通過する際、高い山脈によって風が東西に二分され、それが再び合流して収束すると、日本海上に発達した積乱雲のライン(収束帯)が形成されます。それが大雪や突風、雷などの荒天をもたらすのです。

ところで太平洋側の雪は、まったくメカニズムが異なります。関東などでたまに大雪が降りますが、これは南岸低気圧によるものです。南岸低気圧は、日本列島の南の海上を西から東に移動する低気圧で、冬型の気圧配置が緩むタイミングでやってきます。南岸低気圧はそのコースなどにより雪になるか、雨が降るか、何も降らないかが決まるので正確な予報は難しいです。

日本の雪の降り方は 温暖化でどう変わるか

温室効果ガスの増加により地球温暖化が起きていることは、ほぼ確実といわれています。この100年で地上気温は世界平均0.74℃、日本では1.2℃上昇しました。21世紀末には、さらに2℃から4℃上がると予測されています。

この温暖化は、日本の雪にどのような影響を与えるでしょうか。気候モデルを使ったシミュレーションによる日本の雪の将来予測を気象庁が発表しています。

まず、気温の上昇に伴い、全国的に年最大積雪深は大幅に減少します。ただし、厳冬期の12～2月だけを見ると、平野部は減っているものの、内陸や山間部はほぼ変わらず、北海道の内陸の一部では逆に積雪量が増加するという予測が出ています。

大気中の水蒸気は、気温が0℃より低いと雪に、0℃より高いと雨になります。ここが重要で、気温がマイナス3℃でもマイナス20℃でも、水分を含んだ雲があれば雨ではなく雪になるわけです。

北海道や北陸の内陸・山間部は現在、厳冬期にはマイナス10℃、20℃になりますから、将来的にもし気温が4℃上昇したとしても、まだ氷点下です。その一方で、温暖化すると海水温が上昇し、海面からはより多くの水分が大気に供給されます。その結果、内陸や山間部では雪の量が増えるのです。

特に、強い寒気により先述したJPCZが発生した場合、やはり海面水温が上がれば水蒸気量は増加するため、積乱雲がいつそう活

室堂平の積雪量



発化します。そのため、北陸の内陸の記録的な豪雪は今よりも頻発すると考えられます。

氷河のある立山連峰も、厳冬期の雪の量は現在とほぼ変わらないか増加する予測です。気温が2℃上がった場合のシミュレーションでは、7mあった積雪が10%から15%弱減る程度。氷河がただちになくなることはないでしょう。ただし、雪の多い年と少ない年の変動が大きく、また秋口や春先の積雪量は著しく減少するため、総合的に見て氷河にどのような変化が起こるかはまだわかりません。

これからの積雪と 将来への対応

例えばある年の夏が猛暑だったり暖冬だったりすると、つい地球温暖化の影響だと考えてしまいがちですが、人が生活しているうえで感じる気象の変化は、基本的に

すべて地球にもともと備わっている変動する性質「自然変動」によるものです。

自然変動は、低気圧や高気圧の日々の変動から、エルニーニョ現象、ラニーニャ現象のように数年周期、数十年周期の現象までさまざまですが、その変化の幅は温暖化による変化よりもずっと大きいのです。温暖化はもっと長いスパンでゆっくりと進行するので、私たちが肌で感じるのは難しいでしょう。

雪に関して、温暖化によって「ある日突然雪が降らなくなる」ということはありません。それよりも自然変動による年ごとの降り方の違いのほうが大きいので、雪への対策という意味では、まず今年の冬はどうなるのかということに注意を払うべきでしょう。ただし、温暖化による将来的な変化を軽視してよいということではありません。

温暖化で日本海側の平野部の積雪は減り、雨が多くなります。雪下ろしをしなくていいメリットはありますが、先に触れたように、たまに強い寒気が来て思わぬ大雪になる可能性があります。仮に人々が雪が少ないことに慣れてしまっていると、除雪などの対策が

おろそかになり、雪による災害が起こりやすくなるかもしれません。

また、河川を流れる水の量にも変化が起きます。山の雪は、冬の間は水を蓄え、春先から融け出して里に水を供給します。「雪は天然のダム」といわれるゆえんです。

しかし、温暖化によって雪ではなく雨が増えると、山に蓄えられる雪の量が減ります。すると雪解け水を頼りにしていた里で、水が足りなくなることも考えられます。

もう一つ、これは意外と大事なことです。雪あかりという言葉があるように、白い雪は光を反射して景色を明るくする効果があります。長い冬が暗くじめじめとした雨の日ばかりになると、そこに暮らす人の気分が落ち込む原因になる恐れもあります。

自然環境はさまざまな要因が複雑に絡んでいるので、温暖化によって雪の降り方がどう変わり、それが氷河にどのような影響を及ぼし、さらに私たちの生活がどう変化するか、そのすべてを予測することはできません。それでも数十年先を見据えて、温暖化が進んだ場合の雪への適応策を、地域や行政を含めて皆で今から考えておくことが重要だと思います。

(2019年12月9日取材)



【降雪】



【国内】

発見！

日本の氷河を歩いてみた

北アルプス「内蔵助氷河」で見た水循環の原初

日本にも氷河があるのをご存じだろうか。長年、「日本に氷河はない」とされてきたが、北アルプス北部の3つの万年雪が実は動いていたことが明らかになり、2012年4月に氷河と認定された。現時点で7つある日本の氷河は、世界屈指の豪雪地帯が育んだもの。「内蔵助氷河」の調査に同行し、日本の氷河と、その氷河がつくった地形を体感した。



ナビゲーター
飯田 肇さん

富山県
立山カルデラ砂防博物館
学芸課長

Hajime Iida

1955年茨城県生まれ。1987年名古屋大学大学院理学研究科博士後期課程満了。黒部市吉田科学館主任学芸員、富山県土木部博物館建設班主任などを経て1998年立山カルデラ砂防博物館主任学芸員に就任。2003年から現職。専攻は雪氷学。調査研究は立山地域の積雪、雪崩、気象調査。博物館研究チームとして2012年に日本初の現存する氷河を確認した。

2018年1月に氷河と認定された内蔵助氷河。表面を覆う雪はなく、ほぼ氷体のみの状態



氷河と火山の ハーモニー

もうどれくらい登っただろう。稜線を見上げる余裕はない。振り返る勇気もない。急な斜面を駆け落ちないようにゆっくり歩く――。

2019年（令和元）10月10日。日本に7つある氷河の1つ「内蔵助氷河」を訪ねるため、北陸新幹線で富山駅へ、さらにケーブルカーやバスを乗り継いで室堂平（むろどうたいら）にやってきました。室堂平は立山（注1）や剣岳（2999m）への山登りの拠点で、標高は約2450m。翌日の登山に備えて宿泊先の山荘に荷物を置き、山岳ガイドの松田好弘さんと、北村俊之さんとともに室堂平を散策する。北村さんから「体調はどうですか」と尋ねられた。実は微かな頭痛を感じていた。「高山ですからね。雑談ができるくらいスピードで歩いて、体を慣らしましょう」

目の前に立山の主峰・雄山（3003m）がそびえ立つ。古来、立山は「神々が宿る山」とされ、信仰の対象だった。今、室堂平はその雄大な景色から観光地としても人気が高い。ここは約10万年前の火山爆発で生まれた溶岩台地だが、氷河がつくった地形も見られる。松田さんが右手にある山のえぐ

れを指さした。スプーンで削りつつたような形をしている。「小さいけれどこれも氷河がつくった地形です。氷は固体ですが、長い年月で見た場合、水飴のように粘性のある動きをします。少しずつ下の方にグーッと曲がりながら下りてくるんですね。そのときに岩盤を丸く削っていきます。そして暖かい時代になると氷河が融けて丸い地形が現れる。これが『カール（圈谷）』です。そして氷河が削りつつた岩くずが溜まったものを『モレーン』と呼びます」

「浄土山（2831m）にあるため『浄土カール』と呼ばれている。少し移動して、より規模の大きい

1 遊歩道が整備されており、観光客も多い室堂平。内蔵助氷河は稜線を越えた向こう側にある（矢印付近） 2 氷河がつくった「浄土カール」。スプーンですくったような丸い谷にモレーンと呼ばれる土砂の堆積物がある 3 山崎カールの遠景。山腹にある3つの段は年代の違うモレーン（上から1万年前、2万年前、3万年前） 4 山岳ガイドの松田好弘さん（右）と北村俊之さん（左）。松田さんは名古屋大学大学院で氷河を研究していた。北村さんは8000m級の山を8座制覇したというアルピニスト

半世紀以上続いた 「氷河発見物語」

夕方に山荘へ戻り、明日の朝から内蔵助氷河に向かう飯田肇さんと合流した。立山カルデラ砂防博物館の学芸課長を務める飯田さんこそ、博物館の研究チームを率いて立山・剣岳にある3つの万年雪（雄山東面の御前沢雪渓、剣岳東面の三ノ窓雪渓と小窓雪渓）が現存する氷河であることを証明した人物だ。「日本に氷河は存在しない」とされてきたので、これは驚きをもって報じられた。「2009年（平成21）から調査を始めて万年雪が動いていることを確認し、2012年（平成24）4月

「山崎カール」を正面から見た。1942年（昭和17）に氷河地形の研究者・山崎直方（なおひら）の名をとって命名されたカールで、国の天然記念物に指定されている。「山腹に上・中・下と3つの段があるのわかりますか？ 上段が1万年前、中段が2万年前、下段が3万年前に氷河が後退してできたモレーンとされています」と松田さんは言う。溶岩台地の上に氷河が削りつつた痕跡という氷河と火山のハーモニーを目の当たりにした。

（注1）立山

富山県南東部、北アルプス北部の山。立山本峰は雄山（3003m）、大汝山（おおなんじやま、3015m）、富士ノ折立（ふじのおりたて、2999m）からなる。雄山神社本社のある雄山が立山の中心。立山連峰とは立山を中心に北は剣岳・毛勝（けかち）山から南は薬師岳までの山々をいう。

日本の氷河MAP

- 2012年に氷河と判明した雪渓
- 2018年に氷河と判明した雪渓
- 2019年に氷河と判明した雪渓



立山カルデラ砂防博物館提供の資料および国土地理院「基盤地図情報」と「カシミール3D」をもとに編集部作図

に日本雪水学会に学術論文を投稿して正式に氷河と認められました。しかし、1963年(昭和38)には、立山連峰に分厚い氷の塊(氷体)をもつ万年雪があることが発見され、『ひょっとして氷河ではないか?』と言われていました」

それが今の内蔵助氷河と剣沢の万年雪(はまぐり雪)だった。しかし、先輩たちが幾度となく測量したものの、氷河の絶対条件である「流動」は確認できなかった。

飯田さんが国内の氷河、特に内蔵助雪溪にかかわりはじめたのは1980年(昭和55)のこと。

「流動こそわからなかったものの、雪溪の構造自体はずいぶん調べました。内蔵助雪溪には氷河特有の『ムーラン』という穴が開いていましたし、氷体が動いているような構造も見つかっていました」

飯田さんが立山カルデラ砂防博物館に移って以来、名古屋大学とともに調査は続けていた。状況が好転したのは、氷河を調査するための機器が進歩したことだった。

「地下の水を測定するレーダーの重量が圧倒的に軽くなり、GPSも使えるようになりましたので『もう一度、万年雪を見直そう』

と同僚の福井幸太郎さんと2人で本格的な調査を再開したのです」

軽くて高性能なレーダーを使って氷の厚さを調べていくと、別の場所でも分厚い氷体が見つかった。「理論上は、厚さが25〜30mあれば氷は重力に負けて変形しながら流れ出します。確信はありませんでしたが、『動いていてもおかしくはない』とは思っていました。そして3つの雪溪で約1カ月間に10〜30cmほどそれぞれ動いていることが確認できたのです」

半世紀以上に及ぶ年月を経て、日本にも氷河があることがこうして証明された。さらに2018年(平成30)1月、立山の内蔵助雪溪、剣岳の池ノ谷雪溪、鹿島槍ヶ岳(2889m)のカクネ里雪溪、そして取材直前の2019年10月に唐松岳(2696m)の唐松沢雪溪が氷河であることが認められた。今、国内にある7つの氷河は、すべて北アルプスに位置する。(上図)

約3万年前の氷河地形を歩く

翌朝はあいにくの雨だったが、予定通り午前7時に出発した。飯田さんは「積雪寸前のこの時期が氷河の観測にはもっとも適してい

ます。氷河を覆っていた雪が融けて、氷体そのものが地表に現れているからです」と語る。

今日は飯田さんの調査

に同行させてもらうため、一般登山道ではなく調査道を進む。こちらの方が所要時間は短い分、道は険しいという。安全確保のため、先頭は松田さん、最後尾には北村さんが控えている。まずは昨日遠くから眺めた山崎カールを横断し、2万年前の氷河がつくったというモレーンのなかを歩く。

「かなり幅があるでしょう。ブルドーザーのように氷河が岩盤を削りとるためこうなります。かなり分厚い氷河だったようですね」

大きい石がゴロゴロしている。これは「迷子石」と呼ぶもので、氷河が山の上から運んできて置き



(上)山崎カールにある2万年前のモレーン。横から見ると土砂の堆積具合がよくわかる(左)氷河がかつて運んできた迷子石。山崎カールのなかにある





内蔵助氷河のそばで
出会ったライチョウ

去りにした花崗岩。

「近寄って見ると、石の表面に擦痕ここん（氷河と擦れた跡）があるはずですよっ、これから登る斜面が見えてきましたね」

そう言っただけ飯田さんが指さす方向を見て愕然とする。石だらけで灰色の急斜面が稜線まで続いていた。そこからは前に行く松田さんと同じ箇所を置き、ひたすら登った。稜線にたどり着いたとき、出発して2時間半が経っていた。

出迎えてくれた 氷河期の生き残り

「あれが内蔵助氷河です」

飯田さんの言葉に促されて稜線から下を覗き込むと、谷底にカエデの葉にも似た形の白いものが見える。前年の雪がほぼ融けきった内蔵助氷河の氷体そのものだった。氷体を底として、左右にお椀のような形をした緩やかな傾斜がついている。これが

カールで、氷体のすぐ下にはモレーンもある。

「内蔵助氷河はご覧の通り面積は小さいですが、かなり深いです。氷



5

体の厚さは少なくとも25mあります。ただし傾斜がゆるいので流動のスピードはかなり遅く、5年間で十数cm。ゆっくりゆっくり動いている現役の氷河です」

稜線からそのまま内蔵助氷河に下りるのは危険なので、稜線をいったん剣岳方面に進み、真砂岳（2861m）を通り過ぎ、ぐるりと回って北側から下りる。内蔵助氷河に差し掛かるうかというとき、ライチョウ（注2）が3羽、姿を現した。「立山はライチョウの生息密度が日本で一番高いそうです。結構見かけますよ」と飯田さん。

ライチョウは約2万年前の最終氷期に大陸から日本列島に移動して、そのまま一部が高山帯に残った、いわば氷河期の生き残り。かわいらしい姿とは裏腹な低い声で「ググッ、ググッ」と鳴いていた。

氷河から流れ出る 生まれたての水

ライチョウたちに見送られ、斜面を下って内蔵助氷河に立つ。第一印象は「水の音」だった。ポコポコと音を立て、まるで川のようにあちこちで水が流れている。

「雪であれば水はしみ込んでいきますが、ここは氷なので融けた

（注2）ライチョウ

主に本州中部の標高2200～2400m以上の高山帯で繁殖。冬期には亜高山帯にも降りて生活する。絶滅危惧IB類（環境省第4次レッドリスト）。

水はしみ込まずに川となって氷の表面を流れていきます。これは国内の他の雪渓では見られない、内蔵助氷河だけの現象です」

その川が集まったところに穴が開く。これが「ムーラン」。水が氷の弱いところを穿つわけだ。飯田さんは1980年代からこのムーランに潜り込み、氷の底の調査や年代測定を行っていた。

「普通の氷河はボーリングしてアイスコアを取り出さなければわかりませんが、内蔵助氷河はムーランがあるので調べられました。一番古い氷は約1700年前のものと考えられています」

飯田さんが氷河の一部を持ってきた。氷のなかには小さな泡がたくさん詰まっている。

「気泡です。当時降った雪のなかの空気が押し固められる過程で閉じ込められたのですね。気泡には圧力がかかっているのです、氷が融けると空気が飛び出していきます」

氷を受けとる。グローブをはめていてもその冷たさが伝わってくる。氷に耳を寄せると、たしかに「プチプチ」という音がする。数十年あるいは数百年を経て再び空中に戻る瞬間を耳にするのは、ちよっとロマンチックだ。

飯田さんたちは、ムーランの計



5 稜線から見た内蔵助氷河。かつての氷河が削った丸くて巨大な谷の底にある 6 水が流れ込んで氷に穴を開けた「ムーラン」。内蔵助氷河にはこうした穴が数カ所ある 7 内蔵助氷河の下方にあるモレーン。人の影と見比べるとその大きさがわかる 8 ムーランの深さや大きさなどを調べる飯田さん 9 昔の空気が気泡となって閉じ込められている氷河の水 10 11 氷河から流れ出る清冽な水

測や氷河の表面に棲む藻類の観察など調査を進める。一息ついたところで、日本に氷河がある意義について聞いた。

「氷河はその周辺の気候変動によって変化します。ですので逆に氷河を調べることは気候変動を知ることにつながります。また、見ていただいたように古い空気などを閉じ込めていますので、当時の環境を知る手がかりにもなります。そして新たな観光の可能性です。

氷河が関連している世界遺産は数多くあります。日本の、特に内蔵助氷河は小規模ですが氷河としての特徴をいくつも兼ね備えていますし、登山の心得のある人が一般登山道を使えば3時間半くらいで来られます。しっかりした知識をもつガイドさんと氷河を訪ねるツアーがもっと増えて、多くの人に訪ねてもらえたらいいですね」

そろそろ下山する時間だ。空から雪として地表に降り積もり、自らの重みで氷となり、長い年月ここに留まっている氷河。そこから融け出し、いま再び循環の旅に出る水……。太古の空気を抱えた氷の冷たさと清らかな原初の水の音は、内蔵助氷河を離れたあともしばらく体に残っていた。

(2019年10月10日取材)



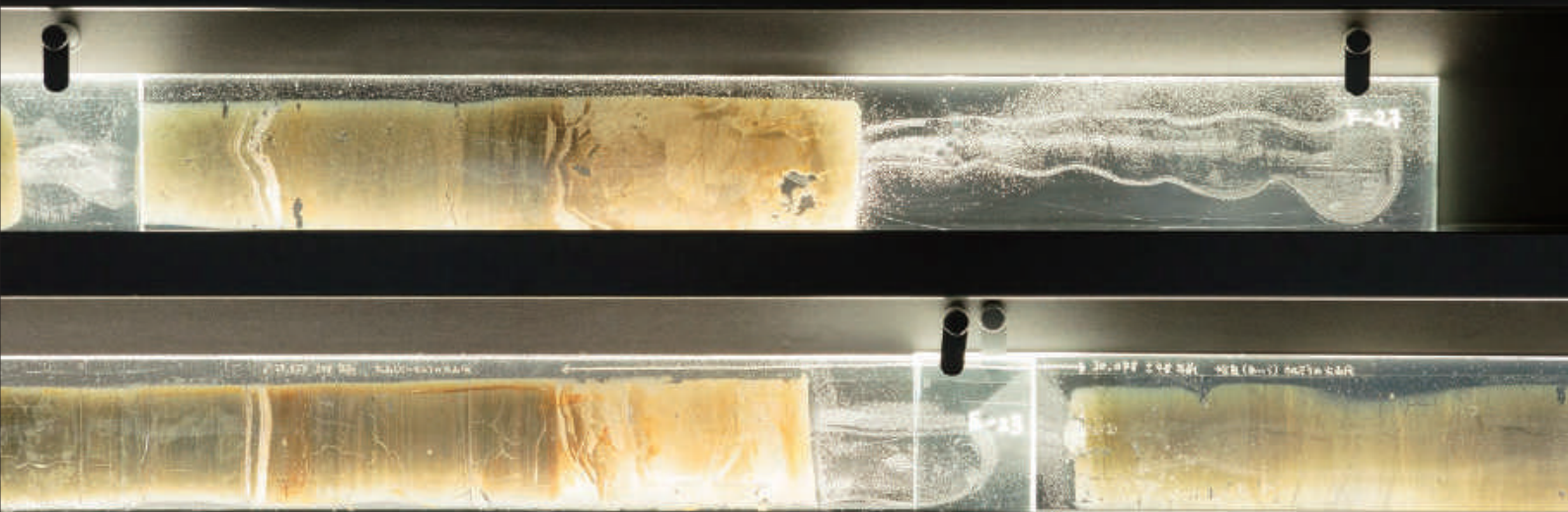
【国内】

氷期の周期と気候変動



【未来】

水月湖の「年縞」から見えるもの



水月湖の年縞。春から秋にはプランクトンの死骸など有機物が堆積するので暗い色、晩秋から冬には鉱物質が堆積して明るい色になり、縞が1年ごとに認識できる

福井県の若狭湾岸にある三方五湖。ここには、細長くて高床式という一風変わった建物がある。2018年(平成30)9月に開館した福井県年縞博物館だ。「年縞」と聞いてもピンとこないかもしれない。年縞とは湖底などに泥が1年ずつ連続して堆積した地層のこと。三方五湖最大の湖「水月湖」の湖底には、7万年もの歳月をかけて積み重なった年縞が約45mも形成されている。大きな流入河川がなく山々に囲まれていること、湖底をかき乱す生きものがおらず、断層の影響で沈降し

アイスコアの緻密さを 目指した「年縞」研究

つづけているので湖底が浅くならない——といった条件が揃っているため、水月湖は「奇跡の湖」とも呼ばれている。

年縞に着目したのは、氷河と無関係ではないからだ。「アイスコアの研究は地質学にとつて一つの革命でした。それまで1000年ごとの区別すら曖昧でしたが、1年ごとに縞模様がある

アイスコアを薄く切つて分析すれば、数万年前の気候変動でも1年刻みでわかるようになった。これはグリーンランド氷床のアイスコア研究のおかげなのです」

そう語るのは立命館大学古気候学研究センター長の中川毅さん。中川さんは、恩師で環境考古学者の安田喜憲さん(「水の文化」26号参照)

かつて地球は今とはまったく異なる様相を呈していた。例えば氷河がすべて消失するような暖かい時代があれば、地表すべてが水で覆われる「全球凍結」という時代もあったという。アイスコアと同じく、過去の地球の気候変動を探るのに重要な「年縞」を研究する中川毅さんを訪ねて、氷期と間氷期のサイクルや今後の備えなどを伺った。



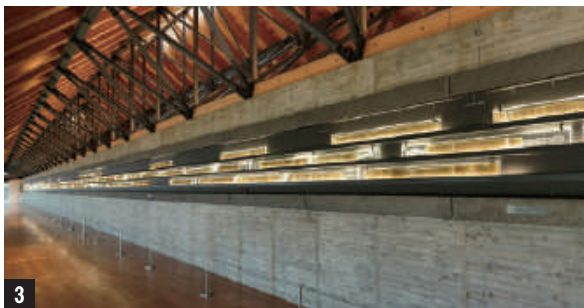
中川 毅さん

立命館大学 古気候学研究センター
センター長 教授

Takeshi Nakagawa

1968年東京都生まれ。京大大学院理学部卒業。エクスマルセイユ第三大学博士課程修了。理学博士。国際日本文化研究センター助手、ニューカッスル大学教授などを経て現職。専攻は古気候学、地質年代学。福井県の水月湖などの年縞堆積物の花粉分析を通じて、過去の気候変動のタイミングとスピードの解明を研究。著書に『人類と気候の10万年史—過去に何が起きたのか、これから何が起こるのか』(講談社 2017)、『時を刻む湖—7万枚の地層に挑んだ科学者たち』(岩波書店 2015)がある。

1 「奇跡の湖」と呼ばれる水月湖(面積4.15km²、水深34m)。1993年、2006年、2012年、2016年の計4回のボーリング調査と研究者たちの地道な取り組みで、地球の履歴が明らかになりつつある 2 3 三方湖西端に建つ福井県年縞博物館。細長い形をしているのは約7万年分、長さ45mに及ぶ年縞を実物展示するため。年縞は横向きにして展示されている



2
3
年縞に約30cmもの空白のようになっていた箇所があった。(右写真裏「3万0078年±48年前に始良カルデラが爆発してもたらした火山灰の層です。その直後に鳥取県の大山が複数回噴火していること

が必要があったからだ。年縞に約30cmもの空白のようになっていた箇所があった。(右写真裏「3万0078年±48年前に始良カルデラが爆発してもたらした火山灰の層です。その直後に鳥取県の大山が複数回噴火していること

1
が発見し、先輩の北川浩之さん(現名古屋大学宇宙地球環境研究所教授)が始めた研究を引き継ぎ、水月湖の完全に連続した年縞採取を成功させた人物だ。「水月湖の年縞に携わったとき、私はグリーンランド氷床と同じような緻密さで研究したいと思ひ、彼らから考え方や方法論をずいぶん教わったものです」

博物館の2階に水月湖の年縞が展示されている。細い縞模様が連なっていて、黒い層(夏)と白い層(冬)一対で1年分。顕微鏡とレントゲンに類似した装置の2つを用いて60ミクロン間隔で分析すると1カ月ごとの変化も読みとれる。年縞が3列に分かれているのは、7万年分を一気に掘れる技術はないので、掘削で「抜け」が出ないよう互い違いに複数回採取する必要があったからだ。

もわかりました。地球では時折とんでもないことが起きるんです」年縞からはこうした自然災害のほか、気温や水温、植生などの自然環境の履歴がわかる。水月湖の年縞に含まれる葉の化石の放射性炭素(炭素14(注1))の量を正確に測ることができたため、化石や遺物の年代を調べる際の「世界標準の物差し」(IntCal13(注2))にも採用されている。

中川さんによると、氷期の地球は今では考えられないような「暴れる」気候だったそうだ。「過去に北極で1〜3年の間に平均気温が7℃も上下したこともあります。今のような、人間が定住して計画的に暮らせる文明の時代はきわめて例外的なのです。私たち地質学に携わる者からすると、地球は少なくとも過去100万年間は氷期こそありふれた状態です。長い氷期があつて、たまに暖かい時代があつて、すぐまた長い氷期になる……その繰り返しこそが常態なのです」

ミランコビッチ理論からはみ出した現代

氷期と間氷期の10万年周期は太陽と地球の位置関係にあることを

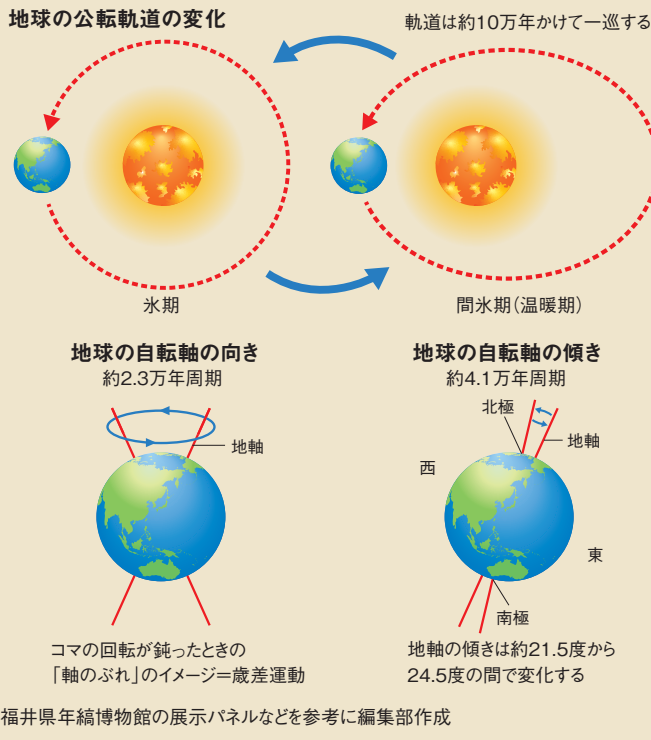
(注2) IntCal13

放射性炭素(炭素14)をもとに、暦年代を特定するための基準である較正曲線を作成する国際的な取り組み。1998年公開の「IntCal98」から、2004年、2009年、そして2013年に水月湖のデータが初採用された「IntCal13」が公開されている。

(注1) 放射性炭素(炭素14)

動植物に含まれる放射性炭素の量は、死後減衰していく。しかし、大気中の炭素14の量は、年代や地域によって異なるため、誤差を較正する必要がありIntCal(International radiocarbon calibration curve)が生まれた。

図 気候変動に影響を与える地球の公転軌道と自転軸



ミルーティン・ミランコビッチが自身の理論についてまとめた書籍。第二次大戦中に出版された。中川さんが偶然見つけてセルビアの古書店から買った希少本。館内に展示されている

約4・1万年、地軸の向きは約2・3万年の周期でぶれる。これらの軌道要素が太陽から地球が受けるエネルギー(日射)の分布や量を変え、気候変動が起こると考えられる。これをミランコビッチ理論と呼ぶ(右図)。水月湖の年縞から測定した過去の気候もミランコビッチ理論とほぼ合致しているようだ。ところが、ここ数千年だけは様相が異なる。北半球の夏の日射量が小さくなっているにもかかわらず、温度が下がるどころか逆に上昇しているようだ。

示したのはセルビアの地球物理学者、ミルーティン・ミランコビッチ(1879-1958)だ。地球は太陽の周りを1年かけて一周するが、その軌道は一定ではない。真円に近いと氷期、楕円のように長細いと間氷期となる。そのサイクルがちやうど10万年。また、地球は自転軸(地軸)の周りを1日1回転している

水期になったら今よりも気候は荒くなる。逆に温暖化すると大雨や猛暑などの極端気象が増える可能性がある。どちらも嫌だが、対応できそうなのはどちらか。「変化がゆっくりでさえあるならば、実はどっちでもいいと思うんです」と中川さんは言う。

刺激を与えず 寝た子を起こさない

「理由はよくわかりませんが、人間活動が引き金になった温暖化の影響と考える人が多いです。なかには『地球の温暖化は産業革命よりはるか以前の50000〜80000年前からすでに始まっている』と主張する研究者もいます」それはバージニア大学のウイリアム・ラジマン名誉教授だ。ヨーロッパにおける大規模な森林伐採、そしてアジアにおける水田耕作の普及がCO₂とメタンの濃度を高めた結果、地球が氷期に移行するのを先延ばししている……という仮説を発表し、学会に衝撃を与えたという。

「人間は赤道からグリーンランドまで定住しています。これほど分布範囲の広い動物はほかにいません。対応する力があるのです。温暖化に適応するライフスタイルに変えればよい。と言うと『温暖化を放置していいんですか?』と指摘されますが、そうではありません。地球の気候システムは潜在的に暴れる可能性があるのです、CO₂やメタンの排出はできるだけ抑えて、刺激しないことが大切です。今おとなしく寝ている地球を起こしたくないですからね」

地球の気候システムはきわめて複雑で、いったんスイッチが入るとそれまでとは異なる動きをするそう。かつて地価や株価が高騰し、好景気に沸いた実体のないバブル経済のように、地球の気候もある日突然おかしなことになる危険性を秘めている。

今後は「想定外の気象災害はある程度起こり得る」ということを前提に、哲学や社会構造を新たにつくっていくべきではないかと中川さんは説く。

7万年分の年縞をこの目で見て、文明が始まってからの時代は思った以上に短かい。地球で生きることの意味を考えさせられた。

(2019年12月4日取材)



【未来】



氷河と私たちの距離感

編集部

知ること増す 氷河への興味

淡水を地上に留める役割を担う「氷河」。水循環の要の一つでありながら、これまで触れたことのない氷河を特集テーマに据えようと皆で決めたとき、どんなことがわかるのかと各々がわくわくしていた。

近年、氷河が融けて海に崩れ落ちる巨大な氷塊、あるいは行き場を探してさまようホッキョクグマなど、特に北極周辺の氷河は温暖化関連の報道で取り上げられることが多いのだが、果たしてどうなのか？

多くの方々にお会いして話を聞くうちに目が開かれる。氷河の条件は「流動」であること。大陸氷河（氷床）と山岳氷河など種類があること。水が削るとV字谷、氷河が削るとゆるやかなカーブのU字谷になることなど。きちんと地学を学んでいた人には笑われそうだが、氷河について初めて知ったことを挙げたらきりが無い。

そして「海のベルトコンベア」などの水環境についてもあ

らためて学んだ。陸の上にある氷河が融けて海に流れ出すと海水の量が増えて海面は上昇するが、氷河の影響は5割くらい。実は海水が温まって膨張する影響が5割を占めることも知った。そして、グリーンランドのカラーリットが、氷が融けることで得る利便性と伝統文化の狭間で揺れている現状と、彼らが捕えたオヒョウを日本人が多く食していることを聞いて、つながっていると感じた。氷河は私たちと無関係ではなかった。

次の世代につながる 私欲なき熱意

年稿も含めて強く印象に残ったのは、氷河や気候変動を語る際の「時間の尺度」だった。

地球46億年の歴史で氷河が巨大化した「氷河時代」は約6億年前の先カンブリア時代、約3億年前の石炭紀末からペルム紀約260万年前以降の新生代第四紀とされる。なんだか気が遠くなるが、悠久の時間を経た氷河の研究もまた長い時間を費やしている。

日本に氷河はないとされてい

たのは、現代の気候で日本からの低緯度において氷河が現存するならば4000m級の山が必要といわれていたからだ。しかし構造的には氷河でもおかしくない万年雪は半世紀以上前に見つかっている。藤井理行さんたち先輩世代が試みて果たせなかった流動の測定を飯田肇さんと福井幸太郎さんが成功したのは、まさに執念というほかない。

また、氷河の研究で日本人が各地で活躍していることにも勇気づけられた。予算が潤沢ではないなかトップクラスの成果を挙げ、アイスコアの研究では世界を牽引しているという。

「日本人は粘り強いのです。お金がなくてもなんとか工夫してしまう」と藤井さんは笑ったが、年稿の発掘でも同じことを聞いた。掘削で多大な貢献を果たした中小企業の経営者は「利益は知らない。赤字でもいいから掘ろう」と言い張り、中川毅さんたちに協力しつづけたという。

純粋な探究心とそれにこたえようとす義理人情。そういう私欲なき熱意が次の世代に残すのだと思う。

氷河の時間と 私たちの時間

さて、これからである。現代は比較的暖かい間氷期とされるが、すでに約1万1000年が経過した。1970年代に「これから地球は冷えていく」と氷期の到来が心配されていたのはこのせいだ。氷期と氷期の狭間である現代は「つかの間の春」ということもできる。

太陽と地球の位置関係で氷期と間氷期が繰り返されるなら、私たちにできることはないのか……と無力感にさいなまれそうになるが、きっとそうではない。

昨年の夏、一人の高校生が「セミの成虫の寿命は1週間程度」という従来の常識を覆す発表をしたと話題になった。セミ863匹を捕獲して印をつけて放し、再捕獲して調べたところ、最長で32日間（アブラゼミ）生きていたという。太陽と地球の位置関係が氷期・間氷期をもたらすことを突きとめたミランコビッチは、紙と鉛筆と手回し計算機で30年かけて計算したそうだ。水月湖の年稿を一枚ずつ数える

作業は、顕微鏡だと1日で10cmしか進まなかったと中川さんは明かす。これらのエピソードは、真理を解き明かそうとあらゆる手を尽くす知的好奇心こそ人間の根源であるということを教えてください。

それは何も研究分野に限ったことではないはずだ。仕事でも暮らしても、新しい何かを生み出そうとする姿勢は、たとえそれが自分の代で成し遂げられなくても、日本の氷河研究のように後世へ受け継がれていく。

氷河から見れば、人間の生涯などカゲロウの成虫のような儚さだが、人類は700万年以前に初期の類人猿から枝分かれし、私たち（ホモ・サピエンス）は約20万年前にアフリカで生まれ、約7万年前から各地に移り住み、寒い氷期を乗り越えてきた。拡大したり後退したりしながら水を地表に留め、水循環の一つの源でありつづける氷河とともに生き長らえてきたのだ。

だから、おそらく人間は対応できる。そのために「つかの間の春」である今、何ができるのかを考えてつづけた。

アフガニスタンの大地に 命の水を——中村哲の河川哲学を学ぶ

〈アフガンの大地に水と人の「道」創りし仕事 中村氏逝く〉（篠原俊則）
2019年12月4日。戦乱の続くアフガニスタンにて、医療のかたわら人を救うには水の確保が必要だと考えて井戸を掘り、カレーズ（地下水路）を復元し、灌漑用水施設を拓いていた中村哲さんが逝去した。ご冥福をお祈りするとともに、アフガニスタンの大地に命の水を拓いた彼の功績を辿ってみたい。

山田堰と古賀百工

筑後川中流域における福岡県朝倉市山田に位置する山田堰、筑後川の水をその堰から取水する堀川は、1790年（寛政2）下庭村（現・朝倉市）の庄屋・古賀百工こがひやくこうによって改築され、現在も農業用水が送られ、一部の堀川に設置された、三連水車・二連水車によって揚水される。

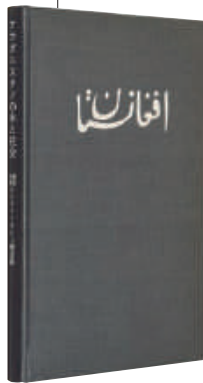
鶴田多穂著『改訂 山田井堰堀川三百年史』（山田堰土地改良区・1981年）に、堰の特徴として次のように記している。「石積の斜め堰で、洪水の洗掘を回避し、取水の安定を図るため、取水口の間口を広く取り、河道全体を斜めに堰上げて、水位変動を抑え、土砂の流入を防いでいる。さらに対岸に遊水地を広くとり、自然の地形を巧みに組み合わせた構造となっている」。

アフガニスタンにおいて、灌漑用水施設を築造する中村哲は、山田堰の農業用水の水利システムを応用する。山田堰に倣むと、その河川空間が何ともいえない不思議な世界に満たされてくる。この水利システムは古賀百工の30年にわたる筑後川の流れの観察によるものといわれている。

アフガニスタンの地勢

アフガニスタンの状況については、東京大学西南インドウークシユ調査隊編『アフガニスタンの水と社会—1967』（東京大学出版会・1969年）により、次のように追ってみた。

アフガニスタンはユーラシア大陸のほぼ中央にあり、カシワの葉のような形をしている。中央部は高原状で地中海ヒマラヤ造山帯の一部をなし、



古賀 邦雄

こが くにお

古賀河川図書館長
水・河川・湖沼関係文献研究会

1967年西南学院大学卒業。水資源開発公団（現・独立行政法人水資源機構）に入社。30年間にわたり水・河川・湖沼関係文献を収集。2001年退職し現在、日本河川協会、ふくおかの川と水の会に所属。2008年5月に収集した書籍を所蔵する「古賀河川図書館」を開設。平成26年公益社団法人日本河川協会の河川功労者表彰を受賞。

インド地塊とユーラシア内陸低地を分断している。山の多い地勢であるが、北部や南西部に平野が広がる。もっとも高い地点は標高7492mのノシヤック山で、国土の大半は乾燥しており、真水が供給できるところは限られている。気候は大陸性で夏は暑く、冬は寒く、乾燥地帯である。乾燥地帯とは蒸発量が降水量を上回る地域を指す。

アフガニスタンの沙漠は年間降水量がわずか100mm足らず。しかも年間蒸発量は2000mm〜3000mmにも及ぶ。主要産業は農業である。農業が基幹産業であるにもかかわらず耕作されている地域は国土の12%に過ぎない。不耕地が圧倒的に多い。灌漑は、天水灌漑、河川（湧水）からの導水、それにカレーズによる灌漑を行なっているが、水不足はなかなか解消されない。

医者 井戸を掘る

中村哲は、ハンセン病などの医療活動を継続しながら、何度もアフガニスタンの大干ばつに遭遇する。大地は干し上がり、感染症が蔓延する体験から、診療所で水の大切さを痛感する。「とにかく生きておれ、病気はあとで治す」の心意気で、まずアフガニスタンの7000人を指揮して1000基の井戸を掘り、大干ばつにあえぐ人々を助けた。中村哲著『医者 井戸を掘る—アフガン早魃との闘い—』（石風社・2001年）がある。

医療活動について、中村哲著『ドラエ・ヌールへの道—アフガン難民とともに—』（石風社・1993年）、同著『医は国境を越えて』（石風社・1999年）、澤地久枝との対談『人は愛するに足り、真心は信ずるに足る—アフガンとの約束—』（岩波書店・2010年）などがある。

飢えと渇きは薬では治せない。清潔な飲料水と十分な農業生産があれば、病の多くは救えるという強い信念のもとに、灌漑水路づくりに挑む。

マルワリード用水路の建設

中村哲著『医者、用水路を拓く—アフガンの大地から世界の虚構に挑む—』（石風社・2007年）は、アフガニスタン・クナール河に斜め堰をつく

り、全長13km(その後延長された)にわたるマルワリード用水路の建設を記す。この用水路は取水量4・5m³/s〜5・5m³/s、灌漑面積約9700ha、分水路延長7・2km、付帯施設(橋、水道橋、遊水池)を設置、水路の土砂防止が施されている。また、環境にも十分に考慮され水路沿いに柳など12・5万本が植樹された。

クナール河は、ヒンドウクシユ山脈の雪解け水が一気に押し寄せてくる荒い川であるが、干天が続くと優しい川に変化する。低予算のため近代的な土木機器を欠くなかで、人力に頼り、多くの蛇籠じまごによっている。悪戦苦闘の4年の歳月を経て完成した。今では沙漠地帯に緑が広がっている。用水路管理には苦労が絶えない。このマルワリード用水路斜め堰の施工に筑後川における江戸期につくられた山田堰を参考にしたという。福岡県大牟田市に住所のある中村哲は、用水路施工中に帰国した際、白川、緑川を歩き、加藤清正の水制御システムである石劔いさばな、鼻ぐり井手工法を学んでいる。

天、共に在り

中村哲は、アフガニスタンの大干ばつに伴い、井戸を掘り、農用水路をつくり、アフガニスタンの人びととともに命の水を送りつづける。その苦闘の過程を綴った中村哲著『天、共に在り』アフガニスタン三十年の闘い(NHK出版・2013年)がある。

1986年〜2001年命の水を求めて(内戦下の診療所開設、大旱魃と空爆のはざま)、2002年〜2008年緑の大地をつくる(農村の復活を目指して、真珠の水―用水路の建設、基地病院撤収と邦人引き揚げ、ガンベリ沙漠を目指せ)、2009年〜沙漠に訪れた奇跡(大地の恵み―用水路の開通―天、一切を流す―大洪水の教訓)の構成となっている。

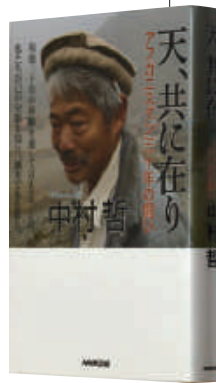
熱砂のガンベリ沙漠は人を寄せつけない。その地に2009年8月3日、この荒野で働く400名のアフガン人が最後の力を振り絞って、マルワリード用水路全長約24kmを突貫工事で開通させ、水が流れ出した。その瞬間足かけ7年にわたる汗の結晶が実を結び、3000haの農地が回復した。「神は偉大なり!」。期せずして歓声と拍手が起こり、現場は興奮の渦になった。

なお、この書は、『NHK知るを楽しむ―この人の世界』において2006年6〜7月に放送された内容をまとめた「アフガニスタン・命の水を求めて」(NHK出版・2006年)に加筆したもの。さらに、中村哲著『アフガニスタンで考える―国際貢献と憲法九条』(岩波書店・2006年)がある。

緑の大地計画

中村哲著『アフガン・緑の大地計画―伝統に学ぶ灌漑工法と甦る農業―』(石風社・2017年)には、日本における治水・利水の河川伝統工法が多く用いられていることが記されている。

日本とアフガニスタンの河川と灌漑の類似性について、①急流河川が多



く、夏冬の水位差が著しいこと、②山間部の山麓や小さな平野に田畑があり、狭い土地での集約的な農業がなされていることと指摘する。したがって取水と灌漑方法にある種の類似性があり、近代工法が不可能なアフガンの農村では維持・補修が自ら行なうことが可能な単純な工法により、日本の古い水利施設が役立つという。

資材として、蛇籠工、護岸や石出し水制、柳枝工、剣山・粗梁柵工を施し、河川環境に配慮している。治水対策として、①取水堰の近傍に溢水防止を目的として連続堤防を配置し、堰上流で河道分割、②取水堰上下流の急流部に浸食防止を目的として連続堤防と高水敷保護の越流型水制を配置、③ひんばんに村落を脅かす洪水流入地点に植生工を施した連続堤防を配置し、河道のショートカットで流方向を変更した。

取水堰(頭首工)は、クナール河土砂流入を防ぐ特徴をもっている。①斜め堰、②二重堰板式取水門、③急傾斜の主幹水路、④沈砂池(送水門、排水門)で構成されている。さらに、堰の特徴として、①堰の越流幅をできるだけ長く通す越流水深を抑え、堰体の単位面積にかかる負荷を減じ、かつ水位変動を最小に抑えている、②河道全面積上げて河床低下を防いでいる、③堰の平面形状を上流側に向けて半楕円形を描くようにとり、越流する流れを河道の中心に集め、対岸への影響を防いでいる、④大洪水に対しては通過水量が限界を越えないよう、近傍で河道を分割したり、砂州全体を堰の一部に組み込んだりする工夫がなされている。

治水神・禹王の影響

以上見てきたように、中村哲の河川づくりは、アフガンの人びとを心から愛し、河川法に基づく治水・利水・環境の三つの目的すべてを取り入れて現場主義を貫く、バランスのよい施工法である。行基や空海などの池づくりの土木事業は利他的な行為であって、その根底には宗教的救済精神が貫かれているが、クリスチャンで医者である中村哲の精神にも通じるものがある。これらの精神を含めて、誰から河川哲学を学んだのであろうか。

ペシャワール会報(No. 140)に、「治水」と「洪水制御」東洋における水というテーマで「禹」を取り上げている。禹は五帝時代の聖王・舜に仕え、困難な黄河の治水・灌漑工事を行なって尊厳を集め、禪譲によって皇帝となり、後に夏王朝を開いた。禹は徹底した現場人間で、直接工事を指導していたといわれる。中村哲の河川哲学は、禹王、古賀百工の精神を貫き、時代的、地域的空間を超え、今アフガンの大地に花開いた。

最後に、禹王に関する書として、大脇良夫・植村善博編著『治水神 禹王をたずねる旅』(人文書院・2013年)、王敏著『禹王と日本人―治水神』(つなぐ東アジア) (NHK出版・2014年)、植村善博+治水神・禹王研究会著『禹王と治水の地域史』(古今書院・2019年)を挙げる。(アフガンの大地に水を引いた日の中村医師の輝く笑顔)(瀧上裕幸)

溜池と水路と若者

—小規模高齢化集落の現在

棚田が蘇った美作市・上山地区
(提供:認定NPO法人英田上山棚田団)

(岡山県津山市、久米南町、美作市)

人口減少期の地域政策を研究する中庭光彦さんが「地域の魅力」を支える資源やしくみを解き明かす連載です。



中庭 光彦

なかい わみつひこ

多摩大学経営情報学部
事業構想学科教授

1962年東京都生まれ。中央大学大学院総合政策研究科博士課程退学。専門は地域政策・観光まちづくり。郊外・地方の開発政策史研究を続ける一方、1998年からミツカン水の文化センターの活動に携わり、2014年からアドバイザー。「コミュニティ3.0 地域バージョンアップの論理」(水曜社 2017)など著書多数。

溜池の水をぶどうの栽培に活かす久米南町・山手集落





2



4



3



6

5



1

1 津山市の知和集落を流れる加茂川 2 3 NPO法人スマイル・ちわの活動拠点土壁の米貯蔵庫を改修したもの。訪ねた日は忘年会で、その準備も進んでいた 4 法政大学の学生たちによる知和集落での活動報告。中山間地域の豊かさに驚く記述も 5 NPO法人みんなの集落研究所 首席研究員の阿部典子さん 6 NPO法人スマイル・ちわ理事長の國米彰さん

溜池と水路

中国地方の集落は過疎化のスピードが早く、老年人口比率が50%を超えるところもある。「人口減少は大問題」という枠組みで見れば、「大変！」となるが、この連載は水文化と地域づくりを考える企画である。現代人の水文化から過疎と言われる集落を眺めたら異なる風景が見えるのではないかと？

そう考えて訪れたのは岡山県津山市知和集落、久米南町山手集落、美作市上山地区の3カ所だ。吉備高原の東側で、溜池が多い。実際岡山駅から車で北上するとなだらかな山々の間に多数の谷筋と用水に沿った耕地が広がっており、ともに上流に位置する。

この景観で思い出したのが、かつて農業経済学の観点から水文化論を展開した玉城哲（1928-1983）である。溜池用水と水路用水の違いについて興味深いことを記しているのだ。

「ある池の場合、田頭会（耕作者の全員集合）は溜池の堤の上でひらかれ、池の水をみながら協議するという慣行をもっている…この平等主義的な自治の根幹は、個々の耕作農民が、同じ立場で溜池の水に

直接のかかわりをもつということにある」。対して水路用水については「水路の上流と下流とでは水をとる条件に差異があり：原則として上流側が有利な立場にあるという点にある」とし、水路の取水施設は地域共通の水源であることから用水組合といった村々の組織ができる」と記している。早い話、溜池は個人の自治、水路用水は組織自治と40年以上前に書いている。

今回の訪問地を紹介してくれたのは、NPO法人みんなの集落研究所の阿部典子さんだ。阿部さんは小規模高齢化集落（注）の現場に、自治のしくみを根づかせようとしている地域プランナーだ。

阿部さんは、自らの役割について「私たちはまず誇りと自信を引き出す場の設計をしています。地域住民の方が『地域に関することは、他の誰でもないここに住むわれわれこそが知っている』という誇りと自信を再確認したうえで、一つひとつみんなが考えることができれば地域は動きます」と言う。その言葉に促され、私たちは向かった。

個人の困り事は 地域で解決

最初は津山市から車で30分ほど加茂川沿いに北上した場所にある

（注）小規模高齢化集落

例えば農林水産省は「農家戸数19戸以下で農家人口の高齢化率が50%以上の集落」としているが、厳密な定義はない。今回訪ねた三つの地区・集落はいずれもこの条件に合致しないものの、「世帯や人口が減って高齢化率が徐々に高まっている集落」という意味で用いた。



7 山手集落のぶどうは作業効率のよい「H型短梢剪定」で栽培。樹上に雨除けのシートを張って病気も抑える 8 10年前より生産者の平均年齢が10歳以上若返った山手集落 9 久米南町が力を入れているぶどうの主力品種「シャインマスカット」のタグ 10 JAつやまブドウ部会連絡協議会会長の青山仁さん。水利組合副理事長も務める

知和集落だ。川沿い・水路沿いにある落ち着いた佇まいの集落だ。お会いしたのはNPO法人スマイル・ちわ理事長の國米彰さん。

知和集落の人口は180名、世帯数は65戸、高齢化率は49・4%と限界集落直前だ。國米さんによると、知和は他の集落同様、町内会は機能しており老人会や防災・防犯会、環境整備や草刈り、農地維持管理などの機能を果たしている。しかし、高齢化・過疎化が進むなか、除雪ができない、草刈りが大変といった、個人の困り事が噴出するようになる。そこで「地域の困り事は自分たちで解決しよう」と、町内会とは別に会員数47名のNPO法人スマイル・ちわを2012年(平成24)に設立した。

すひとりひとりがつながり、お互いが支え合い助け合いながら安心して住める、住みよい・明るいむらづくりに寄与する」とある。

従来の村の助け合いではなく、もっと住民個人に向かい合ったNPOなのだ。行なっている事業も、草刈り、墓掃除などの「便利屋」、余刺野菜や手づくり惣菜を売る「ふれあいマーケット」、田植えや炭焼きなどの「ワークシヨップ」、倉庫を改造して昼はワンコインカフェ、夜は500円居酒屋の「集える場づくり」など。「まずやってみよう」という國米さんの声で個人対応の集落に踏み出している。

これに先立ち2009年(平成21)、他の四集落を合わせた津山市上加茂地区(物見、河井、山下、知和、青柳の五集落)が連携して上加茂地区住民自治協議会がつくられている。加茂川の流域でまとまろうとの試みだがなかなかうまくいかない。

再度、國米さんの呼びかけとみんなの集落研究所の協力で2016年(平成28)ごろから話し合いを重ね、移動部会、空き家部会、福祉部会、地域資源部会が発足した。地域資源部会では法政大学の学生と協働で、「地域のお宝マップ」をつくり、住民はあたりまえと思っている地域資源に価値を与え共有した。「よそものとしての若者」が広域自治に踏み出す住民に力を貸した一例といえるだろう。

ぶどうで若者が帰ってきた

次に訪れたのは、津山市から南に40分ほど移動した久米南町の山手集落だ。坂を登っていくと、山手ダムと溜池が現れる。山手集落はこの水をポンプアップして使っている溜池用水の土地である。

「山手集落のある久米南町は明治37年(1904)に甲州ぶどうを導入以来、ぶどう産地として有名です」と説明してくれたのがJAつやまブドウ部会連絡協議会会長の青山仁さんだ。山手集落では、2006年(平成18)にシャインマスカットを導入し、それと並行して新規就農する若者も増えている。シャインマスカットの特徴は「粒が大きく、甘くて、種がない」。付

加価値が高いのだ。一戸当たりの栽培面積は89aで岡山県随一。選果が厳しいおかげで市場評価が高く、2018年(平成30)には出荷量184トン、販売金額2億2900万円に至る。市場を通じて台湾への販路も生まれた。農業で暮らしていけるわけだ。2008年(平成20)に63・4歳だった生産者平均年齢が、2018年(平成30)には53・2歳と若返り、耕作放棄地もぶどう畑に再生されている。

ここは溜池を資源に、自律的な経営法人にも見えるような集落に、若い新規就農者が生計を立てるために移住してきた例といえる。

世代をつなぐ 広場のような場所

最後に訪れたのが、美作市上山地区である。人口は約180名。大芦池という溜池から流れる四本の井出(用水路)で棚田に水が流れて下っている。また大芦池への集水路(掛井出)も二本ある。

水路を下ると棚田が見晴らしよく広がってくる。中腹に立つと、まるでどこにいても地区が見える広場のようだ。上山の棚田・歴史・水利についてはこの地で生まれた久保昭男氏の書に詳しい。お会いしたのは認定NPO法人

上山地区

英田上山棚田団の梅谷真慈さんと水柿大地さんだ。英田上山棚田団は2007年(平成19)から大阪のメンバーを中心に活動する。昔、上山には8300枚の棚田があったが、耕作放棄地となったのを2015年(平成27)に5haを再生。ただし、米をつくることだけを考えているわけではない。「棚田でスポーツしたり、棚田でアートしたり、もしかしたら棚田で哲学をしたり、棚田で○○することを考えています」と、棚田を「これから識している点は斬新だ」。

これまでの取り組みは古民家再生、「日本ユネスコ未来遺産」登録、台湾の棚田との交流、夏祭りや獅子舞踊りの復活、環境教育、田植え・稲刈り体験、みんなのモビリティプロジェクトといったおもしろそうなプロジェクトばかりで、外から若い人々が集まっている。水柿さんは神社の総代などを任されている。まさに若手が多様な動機で通ってくる今様の棚田コミュニティを象徴している。

1989年(平成元)生まれの水柿さんは法政大学の学生だった2010年(平成22)に休学し地域お

こし協力隊の一員として上山にやってきた。「豊かさって何だと思えますか?とよく訊かれるんですけど、選択肢があることが豊かさだと答えています。上山の人は都会が嫌いで来ているのではなく、上山がおもしろいので来ている」。

1986年(昭和61)生まれで奈良出身の梅谷さんは岡山大学で農業土木を学び上山にやってきた。人とのつながりのなかで循環を意識した暮らしをしたいと考えたと

いう。「田舎のコミュニティや棚田を、いろいろな分野の人とかかわるための『余白』として活かすことで、過去とは違う多様な関係を築くことができると思っています。例えば棚田の活動で、農業に興味がある人だけでなく、ドローン撮影が好きの人に携わってもらえば『春夏秋冬を撮りたい』と通いはじめられるかもしれません。この『余白』の多いコミュニティに可能性を感じています」。

多様な使い方を
する場としての
棚田、それを
支える溜池。こ
こに多様なおも
しろさを感じて
若い人が集まっ
てくる。



〈魅力づくりの教え〉
人口が減るなかで支え合おうとすれば、ムラ・マチ組織ではなく個人の場をつくらねばならない。そこにどんな若い人がかわる場をつくるかが、小規模高齢化集落変化の鍵になる。

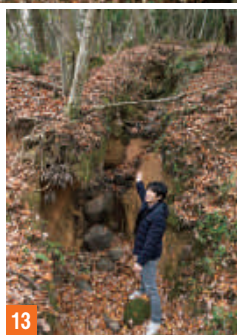
(2019年12月20〜22日取材)

集落×水路・溜池×若者 || 場? :

今回は課題最先端地域と呼べる小規模高齢化集落を取材したが、皆さん精力的だった。そこには三者三様の暮らしの立て方があり、若い人々のかかわり方もそれぞれ違っていた。溜池と水路の文化の違いも感じられたが、若い人々のかかわり方がそうした文化に変化を与えるようにも思えた。

過疎や限界集落という「現象」だけにとらわれると、小規模高齢化集落の可能性は見えない。水文化という人々の安全を支えるしくみこそが大事なのだと社会共通の価値になってさえば、世代が変わっても人とつながる余白は見えつづけるのかもしれない。

小規模高齢化集落は、将来に向けた多様な水循環と若者の関係を考えさせてくれる。



11 上山地区の棚田を潤す溜池「大芦池」 12 山々からしみ出る水を大芦池へ運ぶ集水路。周辺の森の手入れも欠かせない 13 大芦池から水を配る用水路。このように険しい場所では若者の力も必要 14 上山地区の「棚田米」。移住者が増えたため販売できる米の量が足りなくなるといううれしい悩みも 15 16 英田上山棚田団の水柿大地さん(右)と梅谷真慈さん(左) 17 交通困難という課題と向き合い、暮らしつづける方法を模索する「上山集楽みんなのモビリティプロジェクト」で導入された小型電気自動車。今は15台が集落内を走る

寒冷な気候と豊かな水がつくる

角寒天

水と風土が織りなす食文化の今を訪ねる「食の風土記」。毎年12月から2月、長野県の諏訪地域でつくられる「角寒天」を紹介します。

海のない土地で
栄えた寒天産業

稲刈りを終えた田んぼに組まれた干し場に、きらきらと輝く寒天の列が整然と並ぶ。青い空の向こうにそびえるのは八ヶ岳だ。ここは長野県中南部の茅野市。全国でこの地域だけに残る天然角寒天づくりが最盛期を迎えていた。

寒天の起源は江戸時代前期。京都の旅籠に鳥津の殿様が滞在した際、戸外に捨て置いたところてんが凍結し、乾物のようになっていたのを主人・美濃太郎左衛門が見つけ、試しに溶かし固めてみると、くさみがなく透明度も高いものが出てきた……というのが通説だ。その後、丹波の宮田半兵衛が製造法を確立。1839年(天保10)、丹波に行商に来ていた諏訪郡の小林糸右衛門が製法を習得し農閑期の手仕事として持ち帰り諏訪地域(注)の地場産業となった。

海藻が原料の寒天が、なぜ海から離れた諏訪地域で栄えたのか。長野県寒天水産加工業協同組合の松本修治組合長はこう答える。

「寒天づくりで重要なのは、寒冷な気候と豊かな水。この地域はその条件にぴったりでした。山々に囲まれた諏訪盆地は、冬は厳しく冷え込み、雪も少ない。そして何

水分を抜くために天日干している角寒天

角寒天の製造手順



1

テングサとオゴノリはよく洗い、清浄な水に3日ほど浸けてアクを抜く



2

テングサを3回に分けて釜に入れて2時間ほど煮る。最後にオゴノリを入れて蒸らす



3

ろ過した寒天液をむろぶたと呼ばれる型に流し入れる。常温でも数時間で固まる。それを約4cm幅に切る



4

干し場に運び、手作業で並べる。2〜3日かけて夜間に凍結、日中は陽光に当てて水を融かす。その後さらに2週間ほどかけて完全に乾燥させる



3



1



5



4



2

1原料の海藻は水で洗ったあと、さらに水にさらしてアクを抜く。豊富な地下水がなければ成り立たない 2夜は冷え込むが、日中は晴天が多いという諏訪地域の気候が角寒天づくりを支える 3角寒天を水で戻し、一口大にちぎって入れる「豆腐とアボカド、そのまま寒天サラダ」(提供:長野県寒天水産加工業協同組合) 4長野県寒天水産加工業協同組合の組合長を務める松木修治さん 5角寒天生産者で組合の広報も担当する五味嘉江さん

自然の力を借りて ゆっくりゆっくり

より良質な地下水が豊富です。茅野市の上水道は、今も地下水のみを水源としているんですよ」

角寒天の原料となるテングサや

オゴノリは国内外から集められる。それを地下水で丁寧洗い、3日ほどアク抜きしてから径2mもある巨大な釜でじっくりと煮込む。

釜屋といわれる職人がつきつきりで釜を見守り、状態に合わせて性質の違うテングサを10種類以上混ぜながら品質を整えていく。勘と経験が頼りの難しい工程だ。

最後にオゴノリを加え、煮上がったら8時間ほど蒸らし、ろ過した液を型に流し入れ固める。それを四角く切って、夕方、干し場に並べていく。その後、2〜3日かけて、夜の冷気が内部の水分を表面に浮き上がらせて凍結した水を、昼の日光が融かす。さらに2週間ほど乾燥させて完成となる。

「気温が低すぎて一晩で凍ってしまつと、水分が分離して形が崩れます。逆に凍結に何日もかかると変色してしまふ。こればかりは自然任せ。朝ちようどよく凍っているとそのたびに『ありがたい』と手を合わせています」と松木さん。

ごはんにもみそ汁にも 何にでも使える

天然寒天には、主に和菓子店など業務用で使われる糸寒天と、家庭向けの角寒天がある。戦後、気候や環境に影響されない工業的製法による粉末寒天が生まれて天然寒天の生産量は減り、角寒天の産地はほぼ茅野市だけとなった。

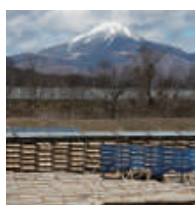
「角寒天づくりは、自然が相手でもこの地の特性に根ざした伝統産業ですから、何とか次世代に伝えないでいきたい」と松木さん。

干し場の様子を見に来た生産者の五味嘉江さんにも話を聞いてみた。五味さんは組合の広報担当としてテレビ番組などで寒天料理を紹介し、PRに努めている。

「豆腐とクルミを寒天で寄せた『クルミ豆腐』など郷土料理はいろいろあります。でもこのあたりの家庭で寒天は身近な食材。ごはんやみそ汁、鍋、サラダなどに調味料のように入れて使ってますよ」
ノンカロリーで食物繊維が多い寒天は、健康食材として改めて注目されている。ふだんの食卓に、気軽に取り入れてみるのもいいかもしれない。

(2020年1月10日取材)

取材協力:長野県寒天水産加工業協同組合
長野県茅野市宮川4013
Tel.0266-72-2039
https://www.kanten.or.jp/



(注) 諏訪地域

長野県の諏訪市、岡谷市、茅野市を中心とした地域。諏訪湖やハケ岳、蓼科高原など観光資源に恵まれ、戦後は豊富な水と清涼な空気が必要とする精密機械工業が発展した。



限られた水を使い尽くす文化の川 土器川

日本一小さな流域が
意味すること

109水系のなかで最小の流域面積の川はどこにあるかご存じですか？香川県丸亀平野を流れている土器川どきがわです。流域面積を改めて確認すると、「集水域」という雨を集めてくるエリアであることがわかります。集水域が小さいということは当然川に流れ込む水量も少なくなり、川そのものも普段はほとんど水がないことが想像されます。ただでさえ流域面積が小さく水の少なくなりがちな川ですが、さらに大変なことに、温暖で雨の少ないこの川は瀬戸内気候であり、この地域は年平均降水量1000mmと雨水も限られています。そんな小さな流域、気候などの

川系男子 坂本貴啓さんの案内で、編集部の方々が全国の一級河川「109水系」を巡り、川と人とのかわりを探りながら、川の個性を再発見していく連載です。

水事情を受け止めながら、人々はさまざまな工夫を凝らしながら豊かに生活しています。今回は水を得るための人々の工夫と努力に着目しながら、日本一小さな一級河川を巡ってみました。

ジャンプして渡れるほど 水量の少ない川

流域面積が小さい土器川がどう
いう特徴の川か、香川河川国道事務所の中岡昭浩さん、岡村政彦さん、造田康盛さんに聞きました。
「土器川は流域が小さいため、台風などで大雨が降ると一気に増水します。その反面、普段はとにかく水が少なく、水不足による被害にも悩まされてきました。生活や農業などの水を確保するため、土器川の水以外に上流から平野部まであらゆるところにある溜池の水も使っています」

実際、土器川周辺の丸亀平野の航空写真を見せてもらうと、川の左右のあちこちに溜池があります。川の水に頼れない分、いかに降った雨を海に流さず、溜め込もうとしているかがよくわかります。
「土器川渡るのにボートはいらん。長靴があればいいと言われていて、雨の降らない期間が続くと水の流れが途絶える瀬切れが起きていま



坂本 貴啓

さかもと たかあき

国立研究開発法人 土器研究所
水環境研究グループ
自然共生研究センター 専門研究員

1987年福岡県生まれの川系男子。北九州で育ち、高校生になってから下校途中の遠賀川へ寄り道をするようになり、川に興味をもちはじめ、川に青春を捧げる。全国の河川市民団体に関する研究や川を活かしたまちづくりの調査研究活動を行なっている。筑波大学大学院システム情報工学研究科修士。白川直樹研究室「川と人」ゼミ出身。博士(工学)。2017年4月から現職。



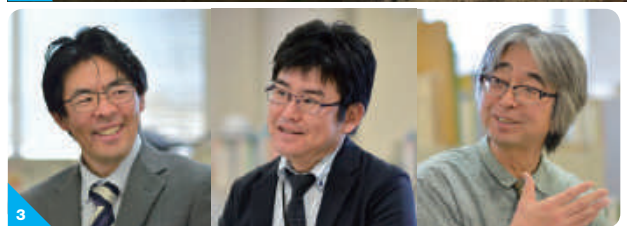
109水系

1964年(昭和39)に制定された新河川法では、分水界や大河川の本流と支流で行政管轄を分けるのではなく、中小河川までまとめて治水と利水を統合した水系として一貫管理する方針が打ち出された。その内、「国土保全上又は国民経済上特に重要な水系で政令で指定したもの」(河川法第4条第1項)を一級水系と定め、全国で109の水系が指定されている。

川名の由来【土器川】

上流は琴南町の山地に発し、下流は津野郷の一部で古くから土器をつくるものが住んでいたことから。

水量が豊富とはいえないものの讃岐平野を潤す貴重な河川「土器川」。後ろにそびえるのは讃岐富士という別名をもつ飯野山(標高422m)



1 讃岐平野を上空から見る。限られた水を余すところなく使うため溜池がひしめいているのがよくわかる 出典:国土地理院撮影の空中写真「善通寺市」(2009年撮影) 2 丸亀市の溜池「宮池」と飯野山(讃岐富士)。讃岐平野の溜池の多くは、農閑期になると水質を維持するために水を抜いて泥を乾かす 3 土器川について説明する国土交通省香川河川国道事務所の岡村政彦さん(右)、中岡昭浩さん(中)、造田康盛さん(左)

す」

実際に土器川に行くと、たしかにジャンプすると渡れるところが多くあります。流量の少なさを体感でき、流域の小ささを直感的にも感じることができました。

県内では稀有な川遊び溪流

香川県の川は短い川ばかりで、源流から約30km以内で海まで注ぎます。そのため、上流域に渓谷のような風景があまり見られませんが、そんななか、香川県で貴重な渓谷の風景が見られる上流域をもっているのが土器川です。この溪流を

活かして香川県の子どもたちに河川体験を提供できないかとプログラムの開発に取り組んでいる一般社団法人かがわガイド協会の谷光承さんにお話を聞きました。

実は谷さん、私が高校生のころからの「川仲間」で、谷さんが熊本^のの大学に通っていたころから熊本市内を流れる白川で河川体験活動に取り組んでいました。社会人になってからもNPO法人白川流域リバーネットワークの事務局として、河川教育や流域連携に携わってきた人です。

「川は、豊かな感性を育ててくれるだけでなく、自分の身は自分で

守るという意識や技術も培うことができます」

谷さんは、「熊本はいろいろな河川体験をするのにふさわしい場所がたくさんあり、カヌー、ラフティング、沢登り、川の安全講習などのメニューが行なえたそうです。しかし、地元香川県に戻ってきたら川の流れを使って遊べる場所が乏しいことに気づいた」そうです。そんな谷さんが、河川体験プログラムを開発できそうな場所として目をつけたのが、土器川上流域(支流の明神川)の美霞洞渓谷でした。

「水質がよく、小さな滝や淵が連続している場所があるため、水に

浸かりながら川遊び体験ができるスポットだと思い、調査をはじめました」

実際に美霞洞渓谷に行くと、小さいながらも谷深い立派な渓谷があります。また景勝地としてみると、雄淵、雌淵と呼ばれる淵があり、神社が岩陰に鎮座している風景は神々しさすら感じます。

香川県では稀有な渓谷で香川の子どもたちにもぜひ川を身近に体感してもらいたいです。

水を溜める苦労、水を流す喜び

土器川は渓流域を少し下ると、



5



4

4 一般社団法人かがわガイド協会の事務局長を務める谷光承さん。坂本さんがまだ高校生だったころから交流がある 5 谷さんが河川体験プログラムを開発している土器川上流域。香川県では珍しい溪流での遊びに子どもの顔もほころぶ 撮影：谷光承さん

水を分かつところがあります。分
流された土器川の水は人工的につ
くられた水路を通って、流域外の
金倉川を水源とする大きな溜池に
導水されます。この溜池こそが日
本最大級の灌漑用溜池の満濃池で
す。金倉川の水だけでは貯水量が
心許ないけれども、土器川も合わ

せたいくつもの川の水を一緒に溜
めておくことで、大きなストック
をつくっておける。これも小さな
流域ならではの事情といえそう
です。

この満濃池、今から約1300
年前につくられ、古くから重要な
水がめとして、この地で使われて
きました。しかし、長い歴史のな
かで何度も決壊してきました。時
には400年間修復がなされない
こともありました。それでも何度
も修復されこの地を潤してきた満
濃池の歴史を、まんのう池コイネ
ットの亀井幸彦さんに伺いました。
「修復には人手が必要ですから、
気運の高まりをいかにつくり出す
かが重要でした。821年(弘仁12)
の決壊の際には、地元出身の空海
さんに帰ってきてほしいと朝廷に
お願いし、帰ってきてもらうよう
にしました。空海さんは地元にと
って英雄なので人がみるみる集ま
り、わずか2カ月で改築工事を完
了させたともいわれています」
壊れてはまた積み上げ、水を溜
めることを繰り返し行なってきた
この堤の上に立つと、1300年
の歴史の重みすら感じます。

また、伝統的に続いてきた満濃
池の季節行事について、まんのう
町教育委員会生涯学習課の加納裕



6

6 満濃池の文化と歴史を教えてくれたまんのう池コイネット副会長の亀井幸彦さん(右)とまんのう町教育委員会生涯学習課の加納裕之さん(左) 7 満濃池の「ゆる抜き」を見るために押し寄せた人たち(右/かりん会館蔵)と現在の満濃池樋門(左) 8 日本最大級の溜池「満濃池」。洪水や地震で何度も崩れたが、そのたびに先人たちが修復してきた



7



8



編集部目 田に水を配る古来の知恵

干ばつになると節水はどう
しても避けられません。ま
んのう池コイネット副会長の亀
井幸彦さんは、讃岐平野の田
における伝統的な節水方法を
二つ教えてくれました。

一つめは「線香水」。それ
ぞれの田に公平に水を配るた
めに線香を用いることからこ
う呼ばれています。拍子木の

音を合図に線香に火を点け、
同時に一番目の田に水を送る。
そして線香が燃え尽きると番
人が太鼓で合図して次の線香
に火を点け、二番目の田に水
を配る。それを繰り返すので
す。

二つめは「土瓶水」。田に
入れる水さえないような干ば
つ時は、やかんの水を稲の根

元に少しずつかけていきます。
こうすることで稲は大きくは
なりませんが、枯れることは
免れません。そして雨が降るの
を待っていたわけです。しか
し1939年(昭和14)の干ば
つ時には、県の指導もあって
土瓶水を繰り返し返したものの、
収穫は皆無だったそうです。

之さんに教えていただきました。

「満濃池に満々と溜まった水は田植えの際に大活躍します。溜め込んだ満濃池の水を讃岐平野一帯に配りはじめる日の行事が『満濃池のゆる抜き』です。このゆる抜きの日は香川県内の夕方のニュースのトップで伝えられるほど、香川の人にとっては大切なものです」

「ゆる」とは、溜池の栓のことで、これを抜くと堤のなかの水が抜け、樋管から水が轟轟と流れ出します。このゆる抜きの音は「日本の音風景100選」^{〔注〕}にも選ばれているそう、地域の風物詩として大事にされています。この音が聞こえる風景こそが、讃岐平野が潤されていく証であり、人々の生活を今年も豊かにしてくれる大切なものなのだと感じました。

実際、昔のゆる抜きの写真を見せてもらおうと堤の上や堤の下流にはぎっしり人がいて、ゆる抜きにより流れ出てくる水を見に来ている人がたくさん写っています。最近のゆる抜きの写真も同じように賑やかで、今も昔も変わらないゆる抜きに対する喜びが満濃池にあります。満濃池に水を溜め、流域外の満濃池から水を流すことによつて、間接的に土器川流域の水を満たしているすごい地域です。



9

山を隔てた吉野川の水を分けてもらう

大きな満濃池や数多くの溜池によってなんとか水資源を自活しようとしてきた香川県ですが、土器川のような小さな流域では、今日の水資源需要の高まりに因應するには限界があります。この需要に応えるべく地域がとった選択は「吉野川の水を分けてもらう」こ



10

9 吉野川の水がトンネルを通過して香川県側に初めて現れる香川用水の「東西分水工」。雨の少ない香川県を支える重要な水はここから配水される 10 香川用水の重要性について語る水資源機構香川用水管理所の中島洋介さん(右)と四宮弘智さん(左)

とでした。高知県と徳島県を流れる吉野川から導水される香川用水です。香川用水について水資源機構香川用水管理所の中島洋介さん、四宮弘智さんにお話を伺いました。「香川から阿讃(あざん)山脈を越えると吉野川が貫流する徳島県ですが、この二つの地域は雨の降り方が大きくアンバランスです。吉野川の方は年間3000mm近く降るのに、山を隔てて香川県の方は1



新堀湛甫

祓川橋

コラム「こんぴらさん」と土器川

土器川の河口付近には丸亀藩の本城だった丸亀城。その北方に湊がありました。その痕跡は江戸講中燈籠などが建つ船溜まり「新堀湛甫」に見ることができま

きます。この湊、実は「こんぴらさん」と呼ばれ親しまれている金刀比羅宮(金毘羅大権現の参詣客が上陸する地で、門前湊として大いに栄えました。金刀比羅宮は海

000mm程度しか降りません。そのため、吉野川から山を貫通して導水トンネルをつくり、香川を横断するかたちで水を配る香川用水がつくられました」

これができたことによつて香川の水事情は大きく改善しました。川の水量がもとと少ない土器川が水を平野の隅々まで配り届けることは難しいですが、香川用水という新たな用水を活用して、流域

〔注〕日本の音風景100選 各地に残る音風景を守るため、1996年(平成8)に環境省(当時は環境庁)が選定したものだ。



編集部目録—今も残る「雨乞い」神事

香川県 特に土器川が流れる讃岐平野は少雨です。人々がいかに雨を欲していたかを表すのが、今も伝わった雨乞いの踊りです。

888年(仁和4)、讃岐の国司だった菅原道真は日照りて苦しむ民を救うため雨乞いをしました。すると雨が降りつづき、喜んで人々が踊ったことが「滝宮の念仏踊」の起源とされています。今も毎年8月25日に念仏踊を奉納していますが、干ばつときには特

別に雨乞いの念仏踊を奉納します。

綾川町教育委員会生涯学習課の三好勇太さんによると、雨乞いの念仏踊のときは、笠に垂れ下がった房(シゴ)が金色ではなく水色になり、団扇にも「雨」や「水」などの文字が記されるそうです。

平成時代に限っても平成6年(1994)、平成17年(2005)、平成20年(2008)は香川用水の水がめ・早明浦ダム^{さあけあきら}の貯水量が0%

となり、生活に支障をきたしました。

幸い平成17年は大雨に よって一晩で満水に、平成20年も雨が降りましたが、平成6年ほどどうにもならず8月8日に雨乞いの念仏踊が奉納されました。これは約20年ぶりで、香川用水完成後は初めてのことでした。

100年以上も前から、讃岐平野では雨乞いの神事が脈々と受け継がれているのです。



雨乞いのための念仏踊(1994年撮影)



毎年奉納される滝宮念仏踊(常例踊)
上写真2点:綾川町教育委員会蔵



三好勇太さん

の 水需要は満たされています。 渇水を切り抜ける 最後の手段は「雨乞い」

私が今回ちょっとおもしろいと感じたのが、行政の方が渇水対策について語るときの一幕でした。

河川事務所の方は流域で渇水が起きたときの渇水対策協議会の話をしてくれましたし、水資源機構の方は渇水時の香川用水の運用についても話してくれました。

行政的なプロセスを踏んで渇水被害をできるだけ低減させようと知恵を絞っていらっしやるのですが、共通するのが「もうどうしようもなくなったら、最後の手段は雨乞いかな……」と言われることです。半分ユーモアだけど、半分は本気。実際この地域には雨乞いの神事(上記参照)が今も残っています。渇水対策協議会と同じレベルで雨乞いが話題に上がる地域なんて、きつとここを除いてほかにはないと思います。

流域面積が小さい川と 人々の水意識

ジャンプして川を渡ってみて、この流域がいかに小さいかを感じることができたと同時に、水を流域内で賄えないという、小さな川

の宿命のようなものを感じました。しかし、その宿命を受け止め、限られた水をいかに溜めるか、いかに使うか、いかに融通してくるかという発想につながっていったことを目の当たりにしました。

酒々と流れる川とは違う個性をもつ土器川、日本一小さな一級水系の流域ゆえの水の集め方は何重もの水配分の工夫と人々の努力と 思いにより成り立っています。

コラム—命の水が濁く「出水」

土器川をはじめとする讃岐平野の川沿いには「出水」と呼ばれる取水施設が各所にあります。これは湧き水を主に農業用水として用いるもので、以前は飲料水にも使われました。土器川のそばにある「竜王出水」を訪ねると、清らかな水のなかで魚が泳いでいます。水面のところどころに波紋が広がるのは今も水

竜王出水



第14回「発見!水の文化」 船でめぐる名古屋の水辺～堀川・中川運河編～開催

—2019年11月30日(土) 午前の部 9:20-11:40 午後の部 13:00-15:20

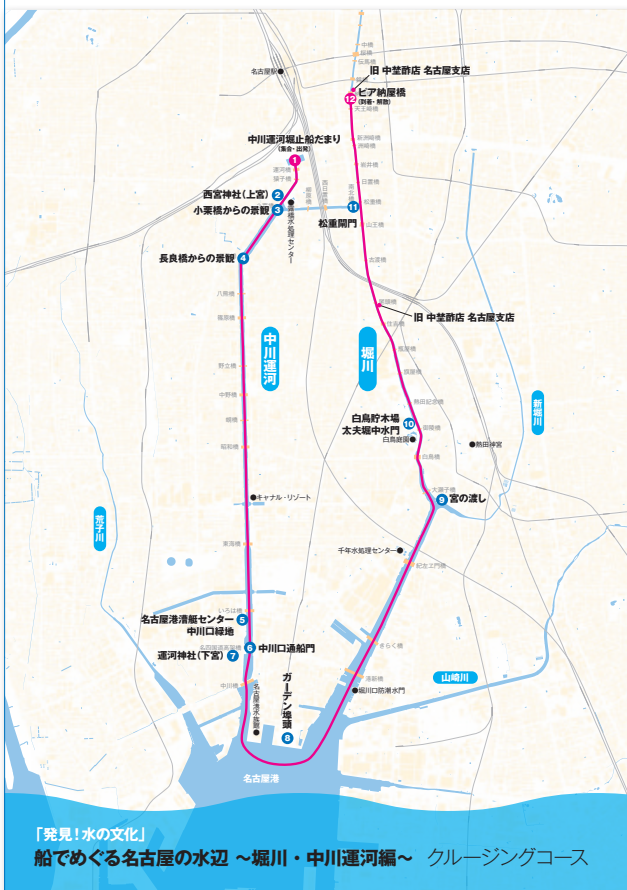
Webで公開中!

講師:川地 正教(かわち まさかず)さん
一般社団法人中川運河チャンネルアート 理事 川地建築設計室 主宰
柳田 哲雄(やなぎだ てつお)さん
NPO 法人伊勢湾フォーラム

参加者数:総勢 58名



午後の部 集合写真



堀川・中川運河をめぐって 「水辺の歴史と文化」学ぶ

2019年11月30日(土)、愛知県名古屋市にて第14回「発見!水の文化」イベントを実施しました。今回の「発見!水の文化」は、2018年に引き続き、一般社団法人中川運河チャンネルアートの協力を得て実施しました。中川運河と堀川を一気に巡ることのできる特別コースを2艘の船に分かれ、講師の川地正教さん、柳田哲雄さんの解説を聞きながらめぐりました。

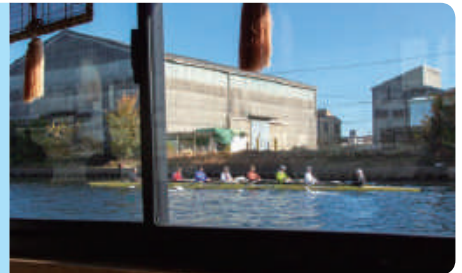
中川口通船門

水位差のある名古屋港と中川運河をつなぐ役を果たす中川口通船門



中川運河

水質が年々回復している中川運河。カヌーを楽しむ人たちの姿も



堀川

400年ほど前につくられた堀川。左岸と右岸で取扱品が異なっていた



まつしげこうもん 松重閘門

昭和7年ごろから昭和43年ごろまで堀川と中川運河の水位差を調整していた松重閘門



当日は天気にも恵まれ、心地よい水辺を感じながらの実施となりました。講師の解説を通じて堀川・中川運河の水辺の歴史や文化、発展に向けた取り組みなどを知ること、水と人とのかかわりを感じることができました。

参加者の皆さんからは、「通船門を通り実際にしくみを体験できおもしろかったです」「大変わかりやすい説明で楽しめました」

「名古屋にずっと住んでいるが知らないことも多く勉強になりました」などの感想をいただきました。参加者の皆さん、ありがとうございました。

また、当日の様子は当センターのホームページでも公開中です。ぜひご覧ください!

<http://www.mizu.gr.jp/hakken/houkoku/>

水の文化 Information

■「水の文化」に関する情報をお寄せください

本誌「水の文化」では、今後も引き続き「人と水のかかわり」に焦点をあてた活動や調査・研究などを紹介していきます。

ユニークな水の文化楽習活動や、「水の文化」にかかわる地域に根ざした調査や研究がありましたら、自薦・他薦を問いませんので、事務局まで情報をお寄せください。

■ホームページのお問い合わせ欄をご利用ください。

<http://www.mizu.gr.jp/>

■水の文化 バックナンバーをホームページで

本誌はホームページからPDFファイルとしてダウンロードできるほか、冊子をご希望の方はホームページの「最新号のお申し込みボタン」からお申し込みいただけます。どうぞご利用ください。

■「水にかかわる生活意識調査」ホームページで公開中

20年以上にわたり、ほぼ同じ内容で日常生活と水とのかかわりや意識、水と文化に関する生活意識調査を実施しています。結果はすべて公開していますので、ぜひご利用ください。

皆さまの感想を お待ちしております！

『水の文化』64号について、アンケートにご協力ください。
今後の機関誌をよりよくしていくための参考にさせていただきます。

◆アンケートへの回答はこちらから。

<http://www.mizu.gr.jp/form64.html>



※アンケート用紙をお持ちの方は、FAXまたはメールにて
下記へご返信いただく形でも結構です。

FAX: 03-3568-4025

メールアドレス: mizubun@mizu.gr.jp

編集後記

取材前にお会いした方から水河と水循環のお話を伺い、新たな知識や視座を得る期待感の高いテーマでした。ご協力いただいた方のお話はどれも知識欲を満たす内容でしたが、それ以上に水河の秘めた魅力やそれに携わる方々の考え方や人間性から、水河を通して地球規模で考えることで環境や水循環に対する考え方が変わるような気がして、そこには清々しさにも似た感覚を得ることができました。(五)

「水河」は漠然とした存在だったが、熱い情熱を持った日本の研究者たちが世界をリードしながら研究を進めていることを知り、彼らの口から研究意義を聞くことで一気に興味が沸いてきた。同様に今号で水河に興味を持った方には、「南極・北極科学館」をお勧めしたい。極地観測の歴史や研究成果が分かりやすく展示・解説されており、更なる水河の魅力にもふれられる。実物の南極水河にもふれられます！(松)

水河という特集テーマを聞いた時、「ずいぶん遠い場所の話だな」と感じていました。しかし特集記事を読み込んでいくうちに、地球規模の大きな水循環の中で、実は自分たちの生活から遠くない場所に水河が関わっているという事を知りました。無関心というわけでは無かったけれど、もっと気候変動や水河について関心を持つべきだと思いました。(飯)

昨年「宇宙よりも遠い場所」というアニメを観た。高校生が南極を目指す物語だが、タイトルの通りある意味宇宙に行くよりも困難な極地だということがリアルに描かれている。私の「水河」のイメージも、宇宙と同等の肌で感じることで、きない遙か彼方の世界。しかし「水河」が地球の水循環に大きな影響を与えていることを知った。生活に直結するわけでもないスケールの大きな話だが、不思議と身近に感じた。(力)

生態学者、人類学者で探検家でもあった今西錦司氏は、生前に「ヨーロッパは水河の影響をまともに受けてきたからこそ、自然を『征服すべきもの』と思っているのではないか」と述べている(『季刊大林』No.15 1983)。日本にも水河はあるもの、もっとも寒い時期でも本州の平野部まで拡大した痕跡はないという。日本と西欧の自然観の違いに、水河の分布範囲も関係しているとすれば興味深い。(前)

ミツカン水の文化センター機関誌

水の文化 第64号

ホームページアドレス

<http://www.mizu.gr.jp/>

発行

ミツカン水の文化センター

〒104-0033 東京都中央区新川 1-22-15 茅場町中埜ビル

株式会社 Mizkan Partners

Tel. 03 (3555) 2607 Fax. 03 (3297) 8578

発行日

2020年(令和2年)2月初版1刷

企画協力 (氏名50音順)

沖 大幹 東京大学未来ビジョン研究センター教授

古賀邦雄 水・河川・湖沼関係文献研究会

陣内秀信 法政大学名誉教授

鳥越皓之 大手前大学学長

中庭光彦 多摩大学教授

制作

浦本五郎

松本裕佳

小林夕夏

久保悦史

飯野真奈実

編集製作

前川太郎 編集

中野公力 デザイン・撮影

蔵田 豊 デザイン

執筆

秋山健一郎 (pp.14-17)

佐々木 聖 (pp.10-13)

手塚ひとみ (pp.22-25)

開 洋美 (pp.18-21)

前川太郎 (pp.6-9, pp.26-34)

撮影

大平正美 (p.6, p.11)

葛西亜理沙 (p.15, p.22)

川本聖哉 (p.18, pp.26-31)

鈴木拓也 (pp.42-43)

中野公力 (pp.44-49)

藤牧徹也 (pp.32-34, pp.38-41)

描画

赤木あゆ子 (p.7, p.12, p.19,

p.20, p.23, p.34)

印刷

中埜総合印刷株式会社

※禁無断転載複写転売



ミツカン水の文化センター

表紙:日本の立山にある内蔵助水河(くらのすけひょうが)。融け出した水が川となって水体を穿ち、「ムーラン」という縦穴をつくり出す(撮影:川本聖哉)

裏表紙上:グリーンランドの「ボードイン氷河」。氷河の末端が崩れて海に落ちると氷山になる(提供:杉山 慎さん)
裏表紙下:「内蔵助水河」へ降りていく。この谷そのものが「カール」と呼ばれる氷河地形(撮影:川本聖哉)

