

苗場山麓ジオパーク 研究集録

第7号 2025

学術研究奨励事業報告

城坂城トレッキングコースをめぐる自然と暮らし

苗場山麓の自然を考える会 代表 涌井泰二 2

域外在住中学生による苗場山麓ジオパークの

認識の変化とジオパーク理解の課題

—海城中学校1年生による夏冬の訪問から—

名倉一希 16

秋山郷におけるトチノミ利用と栃林に関する民俗学的研究

井上卓哉 19

苗場山麓の縄文集落遺跡における

赤色顔料原材料の産地推定と交易史

河野摩耶 27

ユニバーサルツーリズムセンターと連携した

苗場山麓ジオパークにおけるユニバーサルツーリズム

研修と検討課題

山口弘幸 33

苗場山麓の積雪に現れる雪氷生物の活動期間とその要因の解明

—苗場山山頂台地に現れる赤雪現象を形成する雪氷藻類の多様性—

阿部稜平・竹内望 40

講演録

苗場山麓ジオパーク認定10周年記念講演会

苗場山麓ジオパーク推進室 46

寄稿論文

近年の津南町における土器付着炭化物の理化学的分析

吉田邦夫・宮内信雄 60

寄稿 報告

2024年度 栄村希少動植物調査事業

苗場山頂台地における動植物調査報告

栄村希少動植物調査員 広瀬明彦・涌井泰二 65

信濃川沿いの露頭について その1

—信濃川右岸の正面～下船渡本村の区間—

苗場山麓ジオパーク推進室 78

レポート

苗場山麓ジオパークにおける石材分析について 苗場山麓ジオパーク推進室 86

苗場山麓ジオパーク振興協議会

は じ め に

全国的にも有数の豪雪地である津南町と栄村が手と手を携えて、地形地質（ジオ）・生態（エコ）・歴史文化（カルチャー）の3つの視点を大切に、苗場山麓ジオパークとして取り組んでいるところであります。

そんな中、苗場山麓ジオパークは2度の再認定を経て、令和6年12月22日に日本ジオパーク認定10周年を迎えました。これは、津南町・栄村の両町村の住民自身が地域の宝物を「探求」し、「学習」し、「大切」にしてきた賜物だと感じています。

さて、苗場山麓ジオパークは、保全、教育、持続可能な活動を行う上で、科学的根拠をもとに活動していく必要があります、さらなる調査研究が求められています。しかし、大学などの研究機関がなく、またそれらの機関から遠く離れた苗場山麓ジオパークは、地域研究を行う人材が少ない現状です。

そのような中で、保全や教育、学習の基礎となる研究を持続させるために行っているのが「苗場山麓ジオパーク学術研究奨励事業」であり、その研究結果をまとめたのが「苗場山麓ジオパーク研究集録」です。

この研究集録も本号で第7号となり、自然、民俗、地形、学習、ユニバーサルデザインなど幅広い分野で価値や魅力、それらを基にした可能性について掘り下げていただいております。

この取組で得た学術的な資料や知識をこの地で暮らす子どもから大人まで、また日々活動いただいているガイドの皆さんに還元して、苗場山麓ジオパークにより一層興味を持ち、郷土愛を育んでももらいたいと期待しています。

最後に、本研究集録の編集にあたり、ご寄稿くださいました皆様、ご指導いただきました学術指導委員の先生方に深く感謝申し上げますと共に、ここに第7号が刊行されることを慶び、巻頭の言葉といたします。

令和7年3月3日

苗場山麓ジオパーク振興協議会

副会長

宮川 幹雄

城坂城トレッキングコースをめぐる自然と暮らし

苗場山麓の自然を考える会 代表 涌井 泰二

1. はじめに

栄村の平滝地区にある特別養護老人ホーム「フランセーズ悠さかえ」の千曲川をはさんだ対岸には、岸辺からほぼ垂直に崖や急傾斜地が、まるで衝立のように連なっている。この急傾斜地の尾根筋には、栄村箕作集落と野沢温泉村明石集落とを結ぶ古道が通り、その途中には中世の山城である城坂城跡も見つかっている。この古道は、かつて明石集落の中学生の通学路でもあったという。

近年、地元有志らによって、荒れ果てて廃道になっていた古道や城跡の刈り払いなどの整備がなされた。それによってすでに地元住民にも忘れ去られていた立派な山道や城跡が姿を現し、城坂城トレッキングコースとして復活した。

しかし、その古道は現在の国土地理院地図にも記載されていない。また、周辺の植物等の自然環境については、ほとんど未調査と思われる。さらには、この付近には「明石玄武岩」と呼ばれる珍しい岩石もあると言われている。

我々は、城坂城トレッキングコースとして復活した古道とこれまでの人々の暮らしや自然を記録に残し、今後のトレッキングコースの利活用など、地域住民による地域作りの資料となることを願って、調査研究をすることにした。

2. 調査研究の概要

(1) 調査研究の対象

今後のトレッキング活動などでの活用を視野に、主に

次の2つを対象に調査することにした。

①かつての古道と住民の暮らし

トレッキングコースとして復活した古道が、かつてどのように住民の暮らしの中で使われていたのか。また、古道の経路を測量等によって地図上に落とす。その作業と並行して、今後のトレッキング活動で活用できそうなコース沿いに残る石造物等の位置も記録する。

②トレッキングコース周辺の自然環境

トレッキングコース沿いには、変化に富んだ地形や環境があるため、主に次の2点から自然環境の現状を記録に残すことにした。

1) トレッキングコース沿いの地形・地質

2) トレッキングコース沿いの植物

(2) 調査方法

①現地調査

図1に現在のトレッキングコースを示す。今回の調査では、古道として残る箕作集落側の小箕作川橋たもとから明石集落側の県道408号線に出るまでの約2.2kmを対象とし、現地踏査による調査を基本とした(図1 ピンク色の部分)。以下の5回、現地踏査により植物や地形・地質等の調査を行った。

第1回：4月24日 第2回：5月15日

第3回：6月19日 第4回：8月21日

第5回：10月23日

なお、第1回、第3回の2回は、明石集落の住民である江尻正人氏からご同行いただいた。

また、トレッキングコースの正確な位置を地図上に落とすため、国土調査図面等をもとに専門業者に測量を依頼した。



図1 城坂城トレッキングコース(地図内のピンクと青の部分) ※ピンク色の部分が古道部分。①、②は岩石試料採取地点
田中測量事務所の測量図をもとに国土地理院地図に加筆(涌井)

②地元住民への聞き取り調査

古道がかつてどのように地域住民の暮らしの中で利用されていたのか等、住民の暮らしとのかかわりについて聞き取り調査を行った（図2）。

◆聞き取り調査実施日

2024年11月27日 箕作公民館にて

◆参加地元住民

明石集落：江尻正人（81才）

箕作集落：大庭栄一（87才）、久保田元明（75才）

大庭光一（73才）、上倉久佳（60才）

平滝集落：上倉和美（74才） 計 6名



図2 地元住民からの聞き取り

3. 調査結果

（1）城坂城トレッキングコースについて

①トレッキングコースの概要

本トレッキングコースは、仮に特別養護老人ホーム「フランセーズ悠さかえ」をスタートとゴールとするならば、1周約3.7kmの周遊コースである。

そのうち、今回調査した千曲川右岸側の古道について、地元住民からの聞き取り調査をもとに以下に記す。

この古道が通る付近は、中世においては敵対する武田方と上杉方の最前線の一つであり、城坂城をめぐる攻防にかかわる軍事的に重要な道であったと考えられる。

その後、江戸時代に入り、1700年頃からは人々の往来が活発になり、善光寺街道として地域の重要な街道の一つとなった。栄村においては、志久見集落から小滝古道を経て、小滝、月岡、箕作の各集落を通して明石集落へと続く千曲川右岸側の善光寺街道の一つの道筋が見えてくる。

その街道筋は、地元の人々からも忘れ去られて荒れ果てていたが、2021年に地元生産森林組合で境界確認を

行っていたところ、尾根の上には城跡があるらしいとの話をもとに古道の刈り払いを始めた経緯がある。

現在生産森林組合は解散したが、その後も箕作集落の公民館事業として地元有志らによって古道及び城跡周辺の刈り払いと整備が続けられ、2024年で4年目となった。

近年千曲川にかかる明石大橋及び箕作平滝大橋の2つの橋の完成によって、県道408号線を利用して千曲川左岸の田園地帯を通してフランセーズまで周回するトレッキングコースが完成している。

現在は、公民館事業として地元住民などを対象としたトレッキングや、苗場山麓ジオパーク推進室主催のトレッキングなどが行われている（図3）。



図3 ジオパーク推進室主催の城坂城トレッキング。
本丸跡でジオガイドからの説明を聞く（2023.6.11）

②古道側（城坂道）トレッキングコースの区間ごとの状況

トレッキングコースのうち、今回調査した古道部分はかつて「城坂道」と呼ばれていた。その約2.2kmについて、環境等の違いから以下の4区間に分けてその概要を述べる。後述する植物調査でも、この4区間ごとに調査を行った。

1) A区間：小箕作川橋たもと～登城口（約310m）

本区間は登城口まで農道が続く。始点は小箕作川橋たもとであり、標高は約285mである。そこから小箕作川と水田にはさまれた幅2mほどの平坦な農道が続く（図4）。

入り口から20mほど進んだ右側農道脇に、現在でも石の道標が残っている（図5）。高さ50cmほどのその道標には、「右 善光寺 左 山道」の文字が現在でも読むことができる。

さらに「左 山道」方向へ100mほど進むと、農道西



図4 A区間の入り口付近



図5 農道脇にたたずむ道標



図6 登城口に建てられた立派な道標。ここからB区間の登り坂となる



図7 コース脇にある横井戸跡



図8 ホオノキの大木に付けられた無数の熊の爪痕



図9 石組みが残る炭焼き窯の跡

画像提供：大庭光一氏

側には斜面が迫り、東側はススキやアシなどが繁茂している。その付近は、登城口あたりまで小箕作川と農道の間にかつては水田があったが、現在は原野になっている。

2) B区間：登城口～本丸跡（約 620 m）

農道と別れ、標高約 295 m 付近からいよいよ城坂城本丸跡まで、標高差約 100 m の登り道となる。ここには、2023 年秋に村上市の山城愛好家から寄贈された「城坂城 登城口」と書かれた立派な道標が立てられている（図 6）。

ここまでの農道はさらに奥へと続き、かつては台地上の泉平集落へと続く重要な生活道であったが、現在は廃道となっている。

また、以前この農道を拡張した際、登城口付近が工事によって削られてしまったため、地元有志による古道整備の際に、改めてしっかりした登り口が付けられている。

登城口からは、樹林帯の中を幅 1～1.5 m ほどのはっきりとした山道が続いている。山道の傾斜は、さほどきつくない。

途中、山道がつづら折りに曲がる角から 10 m ほど山側に入ると、標高約 347 m 付近の斜面下に横井戸の跡が残っている（図 7）。入り口はすでに半分以上土砂で埋まっているが、幅 1.5 m 以上、奥行きも 1 m 以上ある横穴が確認できる。現在でも、春季には穴から水が流れ出ている。山城があった当時、使用されていたものと思われる。

次のつづら折りの角には、大きなホオノキが立っており、幹にはツキノワグマの爪痕が多数確認できる（図 8）。さらに登っていくと最後のつづら折りの角付近山側斜面に窪地がある。そこには石組みも残っており、年代は不

明であるが、炭焼き窯の跡であることが分かる（図 9）。

そこから少し登ると右手に、今でもはっきりと分かる大きな溝状の地形が見えてくる（図 10）。城坂城の堀切跡である。その左手斜面が本丸直下の切岸跡である。それを横に見ながら過ぎていくと、周りは気持ちのよいブナ林となり、平らな地形となる（図 11）。そこから北側の小さな尾根の急坂を少し登ると、本丸跡の広い平坦地に出る（標高約 392 m）。この本丸跡とすぐ南側の一段下にある曲輪跡付近は、地元有志らの整備によって灌木が刈り払われて平坦地の規模がよく分かるようになった。往時の山城の様子が想像できる。

3) C区間：本丸跡下～谷街道東通り下り口（約 670 m）

本区間は、本丸下から西側に延びる尾根上に古道が続いている。その道に進む前に本丸跡下の南東側に続く尾根にも立ち寄りたい。ここにも尾根上に曲輪や堀切が造られている。すでに灌木の刈り払いが済み、かつての曲輪の状態がよく分かる（図 12）。

古道に戻って、尾根上の道を進む。両側にはブナが続く気持ちのよい道となる。所々痩せ尾根となり、直下に千曲川、その向こうに平滝集落や野々海方面の山並みが眺望できる。

この区間の古道は、道幅が 1.5～2 m はあり、平坦で立派な道が続く。かつての古道の面影もよく残っている。途中、14 年前の長野県北部地震によって古道沿いに段差ができた場所もあり、震災の被害状況をとどめている（図 13）。

また、板状節理の小さな露頭（後述）も見ることができる。さらに進むと、尾根道が広がった広場北側の崖際に金毘羅大権現を祭った石祠が現れる（標高約 398 m）



図10 今でもはっきりと残る堀切跡



図11 本丸跡直下のブナ林と古道



図12 2023年に刈り払いが終わり、曲輪の跡がよく分かるようになった



図 13 段差が見られる尾根道。長野県北部地震で尾根道の南側が一部ずれ落ちている



図 14 C区間の終点付近にある金比羅大権現を祭った石祠



図 15 祠の裏に彫られた文字。江戸時代後期、1829年に建立されたことが分かる



図 16 明石集落への下り口を示す案内板



図 17 明石集落へ下る谷街道東通り。立派な道が残っている



図 18 山道から林道に出た付近

(図 14)。裏側には、「文政十二己丑年 七月朔日」と読める文字が彫られている(図 15)。また、側面には「當所 願主 勢毘屋松之助 建立」とも読める建立者の名前も見える。文政 12 年は西暦 1829 年にあたり、江戸時代後期である。この頃盛んであった金比羅参りを成就させた信者がお礼に建立したものであろうか。

江尻正人氏は、子どもの頃、祖母に連れられてこの「金比羅様」にお参りに来たことがあったそうである。

この付近がC区間の終点であり、その先に明石集落に下る谷街道東通りと、明石集落から上がってくる林道に出る登り道との分岐点になる。ここには、江尻氏が立てた案内板がある(図 16)。

4) D区間：谷街道東通り下り口～明石集落県道 408 号線(約 600 m)

金毘羅大権現先の分岐点を明石集落へ向けて下る。集落から来る林道に出るまでは、北側斜面の樹林帯を通る。

下り口は、堀切と思われる溝地になっており、その後しばらくは幅が 2 m ほどある谷街道東通りと呼ばれるしっかりした道が続く(図 17)。江尻氏によるとこの下り口付近に、明石集落の名の由来となった大きな岩があったという。以下は、江尻氏から伺ったその岩についての伝承である。

『その昔、城坂城の武士がこの付近にあった大きな石のところで眠ってしまった。目覚めたときには、すでに朝で夜が明けていた。そこで、「明けた石」から「明石」と名付けた。』

江尻氏によれば、この話は 1700 年代の話と思われ、当時の明石集落は 11 軒だったとのことである。

ここからは斜面を明石集落目指して斜めに標高差約 100 m を下っていく。途中徐々に道は細くなるが、しっかりとした道が残っている。

集落のすぐ上まで下りると、ぱっと樹林帯から出て、集落から登ってくる林道とぶつかる(図 18)。その林道を 50 m ほど下ってから、直角に折れて農道に入り、県道 408 号線の舗装道路まで下る。

この最後の部分は、かつての古道と若干道筋が違っているようである。山道が林道に出た付近の斜面下には、大きな岩の上に役行者(えんのぎょうじゃ)像が彫られた石彫がある(図 19、20)。この石彫の近くには、「百番」と「四国八十八所」の文字が見える文政十年頃の碑も残っている。明石集落には、それなりの労力と財力をかけられた人物がいたことが窺える。

残念ながらこれらの石彫等については詳しく調査できなかったが、恐らく古くはこの石彫付近を通して集落へ下りる道があったと思われる。

(2) 古道と人々の暮らしについて

①「城坂道」の利用

地元住民の話によれば、この城坂城跡を経由する古道は「城坂道」と呼ばれ、昭和 45 年頃まで明石集落の中学生が横倉にあった北信中学校(現在栄小学校がある場所)に通う通学路でもあった。以下に聞き取りから当時の様子を記す。

- 明石は市川村、箕作は栄村で同じ下高井郡だったので村が違って同じ中学校に通うことができた。
- 戦前は、高等科があったので小学生も通ったが、戦後



図19 大きな岩の上に置かれた石彫。夏季は草藪となって近づけなくなる



図20 岩の上の役行者像。古くはこの付近に集落への道があったと思われる



図21 箕作集落側の細辺の道の入り口。この先は藪に覆われていた

は中学生だけが通った。

- ・夏場は、千曲川右岸の崖沿いの細辺（ほそべ）の道を通った。冬になると雪崩などで危険なため、12月から春まで明石集落から山に上がり、「城坂道」を通って箕作まで出て中学へ通った。
- ・少なくとも3学年で10人、多いときで20人くらいで歩いた。その頃の北信中学は、3学年3クラスずつで9クラスあったので、全校で300人くらいだった。
- ・冬の間は寄宿舎に泊まっていたので、「城坂道」を歩いたのは週に1度だけ。土曜日に明石に戻り、日曜日に寄宿舎に戻った。そのときには、スキーを使って歩いた。
- ・春、5月中旬頃に行われる常慶院の大般若に間に合うように細辺の道が整備され、通学で通れるようになった。

これらの話から、当時は細辺の道がメインルートであり、「城坂道」の尾根道は晩秋から冬期間の通学路であったことが分かった。この道を通ると明石集落から当時横倉集落にあった北信中学校までは4km以上あり、現在では到底考えられないほどの苦労をしながら通学していたことが分かる。

「城坂道」沿いには前述したように、現在でも炭焼き窯跡が残る（図9）。また、後世になって昭和30年代前半まで、城坂城の曲輪跡を利用して水田が作られていた。そのため、地元の人々の炭焼きや耕作、山菜採りなどに利用されていたようだが、明石集落と箕作集落との人々の交流等は、もっぱら細辺の道を通して行われていた。

②細辺道の利用

地元住民からは、千曲川沿いの崖の途中に作られた細辺の道についても過去の数々の話を聞くことができた。

- ・細辺の道がいつ頃できたかは不明だが、かつては軍隊が大砲を運んだほど広かった。軍隊というのは明治維新の官軍の長岡攻めの時のこと。
- ・昭和40年頃、明石で火事があり、箕作からポンプ車を引っ張って行った。それほど広い道だった。
- ・昭和30年頃は、軽トラックが通れるくらい広かった。
- ・箕作集落から明石集落まで祭りに行った。東大滝まで

も何回も歩いて祭りに行った。

- ・細辺の道の途中から崖を下りて鯉を釣ったことがある。岩盤が少し張り出したところに渦が巻いていて、そこに6尺の鯉がいた。

住民の話から、かつては細辺の道を利用して箕作・明石両集落の交流が行われていた様子が窺える。また、近年までこの道はなんとか通ることができたようであるが、2011年に発生した長野県北部地震の際に複数か所で崩落してしまい、現在は全く通行不可能となっている。

我々は、第1回調査時の4月23日に地元の江尻正人氏の案内でこの細辺の道の跡をたどってみた（図1 緑の経路）。

箕作集落側は、小箕作川橋のたもと近くに現在も残る石の道標の「右 善光寺 左 山道」の案内にしたがって、農道から右に折れ山際を進むと、蔓や灌木で覆われながらも道跡を確認することができた（図21）。さらに道標から約250m先まで進んだが、その先は崩落して通行不可能であった。

同じ日、明石集落側からも細辺の道をたどってみた。現在のトレッキングコースが、県道408号線に出る少し上から細辺への道跡が残っていた。こちらも荒れてはいるが、なんとか道の跡を確認することができた。

明石側も約300m進んだ付近で崩落のため、通行できなくなっていたが、かつて軽トラや大砲も通ることが可能であった道幅が十分に納得できた。

（3）城坂城について

「城坂道」の途中には、「城坂城」といわれる中世の山城跡が現存することが確認されている。以前から地元の人々の間では、付近には「狼煙台」があると言われていたが、その実態については全く忘れ去られていた。

城坂城跡については、長野県の城郭研究の第一人者である宮坂武男氏の著書『宮坂武男と歩く戦国信濃の城郭（図説 日本の城郭シリーズ3）』の中で、『「市河文書」の伝来で名高い市河氏の城』として4頁に渡って詳しく紹介されている¹⁾。一部を引用する。

立地については、『高倉山から北東に延びた山尾根が千曲川の谷へ落ち込む地点に城坂城がある。北側の千曲

川に面して急崖で、南側は小箕作川のために急斜面となり、東南の緩斜面にのみ登路がある。ここは、善光寺街道に接し、西から侵入する敵を防ぐには格好の位置である。』。また、城主については、『当城は、市河氏が箕作館の防衛のために造ったと思われる。市河氏が東に移った後は上杉方に属し、武田氏滅亡後は上杉景勝に属したので、再び市河氏の支配するところとなった。』と述べている。さらにまとめとして、『当城はそれほど広域ではないが、堀は大きく加工度も高い。縄張りも工夫されており、残存状態もよい貴重な遺構といえよう。』と城坂城の貴重性を述べている。

本丸のすぐ東側には、山城の防御施設である切岸と呼ばれる急傾斜の崖が作られている。その高さは15 mにも及び、現在でもはっきりと残っている(図22)。2022年、栄村公民館事業で中世の山城に詳しい遠藤公洋氏の現地説明会が行われた際、遠藤氏はこの切岸の大きさに驚き、「武田と上杉が争う最前線として切迫感を強く感じる造りである。」と述べている。また、「これだけの造りの山城は、市河氏だけではできず、恐らく武田や上杉の力が入っているだろう。」とも述べている。

図23は宮坂氏が平成12年頃に描いた城跡の縄張り図である。東西に延びる尾根上に本丸、二の丸などの多数の曲輪と敵の侵入を防ぐために山の尾根を切り欠いた堀切が描かれている。さらに本丸下には南東に延びる尾根上にも曲輪や堀切が描かれており、その規模が想像できる。

現在、箕作公民館事業として地元有志で行っている古道と城跡の刈り払いによって、木立や灌木に覆われていた本丸や二の丸、複数の曲輪などの跡が、すでにきれい



図22 本丸直下に造られた約15 mも標高差がある切岸(画面左側の急斜面)

に刈り払われ、この縄張り図に描かれた城跡の全貌がはっきりと姿を現してきている。城坂城トレッキングコースにおいては、歴史を語る際の大きな目玉となる重要な遺構である。

本城跡は、現在まだ村の史跡にも指定されていないが、本城跡の南東に位置する仙当城跡とともに、当地域の戦国時代の情勢を知る貴重な遺構として、一刻も早い史跡指定が望まれる。そのことが、さらに本トレッキングコースの価値を高めていくと考える。

(4) 本トレッキングコース周辺の地形・地質について

①城坂城跡付近の地形

城坂城は、千曲川とその支流の小箕作川の狭間に形成された東西に伸びる舌状の地形の丘陵部先端付近に造られている(図1)。南西から千曲川方向に流れてきた小箕作川は、おそらくこの東西に延びる固い岩盤に阻まれたため、東側に蛇行したと考えられる。それが城坂城付近の天然の掘割となっている。

城坂城の本丸付近は、その北側崖下の千曲川からは標

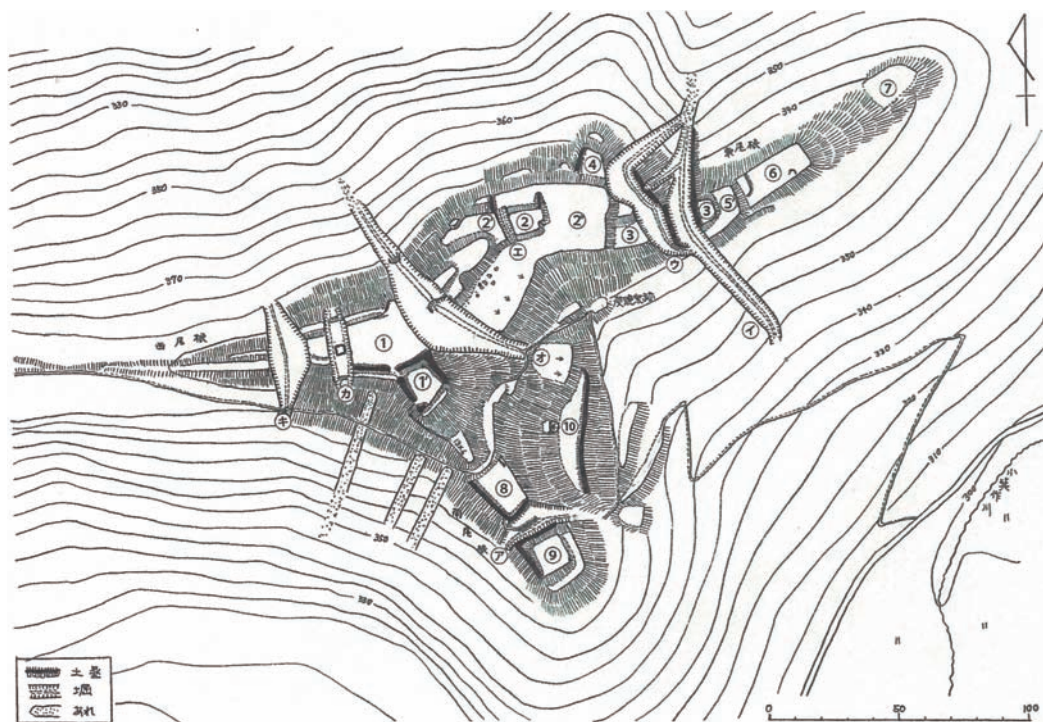


図23 城坂城縄張り図『宮坂武男と歩く戦国信濃の城郭(図説 日本の城郭シリーズ3)』(2016年発行)125頁から引用²⁾ ※図中①が本丸、その東側が切岸 ⑧、⑨が南尾根の曲輪

高差約 120 m、南側急斜面下の小箕作川からは標高差約 80 m ある。このように南北方向が急峻な地形のため敵は容易に近づけず、東西方向、すなわち千曲川上流及び下流方向からの敵を監視するための適地であり、防衛上の要衝を置いたための適地であったと考えられる。

②毛無山の火山活動

城坂城跡付近は、南南西約 10km に位置する毛無山の火山活動による形成過程でできたと考えられる。毛無火山は、今から 170 万年前から 100 万年前頃にかけて活発に活動した火山であり、活動時期・噴出の中心の違いで、ステージⅠ、Ⅱ、Ⅲの 3 期に分けられる (図 24、25)。

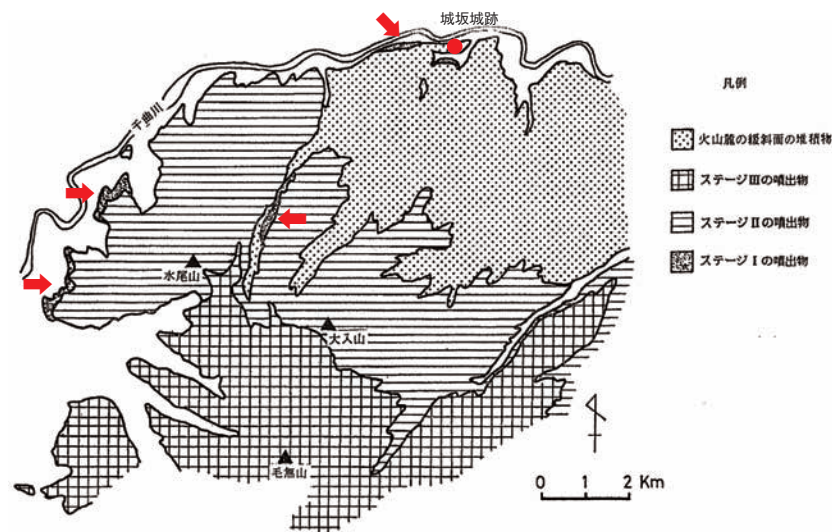


図 24 毛無山各ステージの噴出物の分布域

金子隆之「志賀高原北部 毛無火山の地質と岩石」『地質学雑誌第 94 巻第 2 号 1988』78 頁から引用³⁾。 ※図中、城坂城跡及び➡を加筆 (仲野)

ステージⅠの噴出物は、毛無火山の北西～北部にかけて斑晶の量 2 % 以下の無斑晶質の緻密な安山岩が点在する (図 24 中➡)。これらは、いずれも山体の基底部に特徴的に見られる。大部分がステージⅠすなわち、城坂城跡付近をつくる岩石は、毛無山が形成される初期の火山活動の溶岩流に覆われた最北端の地域と考えられる。

城坂城跡を含むステージⅠの堆積物は、ステージⅡの噴出物で覆われているため、露出した部分が限られている。ステージⅡの噴出物は、水尾山と大入山の山体をつくった。この 2 つの山体は、現在池の沢川によって分断されているが、もとは 1 つの山体をなしていた。ステージⅢは毛無山をつくり、この山体は水尾～大入山の南斜面を埋めるように成長した。

なお、野沢温泉村史 (1974 年刊)⁵⁾ の地質の中で、「明石玄武岩」についての記述がある。要約すると、『明石玄武岩は、この村の北東部に位置する明石に分布する。活動時期は明白でないが、基底溶岩以前のもので推測される。この玄武岩は、一般に新鮮で採取が容易で北信地方には稀少なものである。黒灰色・緻密・堅硬な岩石で、溶岩流として産出している。局部的には、熱水変質作用を受けているところもある。一見砂岩のような外観を呈し、斑晶は少ない。鏡下では、斑晶は斜長石・カンラン石とわずかな普通輝石からなる。石基は極めて微細粒で斑晶との区別が明瞭でない。』とある。

しかし、城坂城跡の頂部を構成する岩石は、その顔つきからいわゆる「無斑晶ガラス質安山岩」と考えられる。登城口から本丸跡付近にかけてのトレッキングコース上 (B 区間) には、この「無斑晶ガラス質安山岩」と思われる岩石がところどころで転がっており、実際に手に取って見ることができる (図 26)。形成年代は全く異なるが、まるで西日本に産出する「サヌカイト (讃岐岩)」を思わせる顔つきのものもあり、中には、木が朽ちたような模様が入る岩石も見られる (図 27)。

また、尾根道に出てからのトレッキングコース沿い (C 区間 試料採取地①付近) (図 1) では、板状節理となった「無斑晶ガラス質安山岩」の小規模な露頭も見ることができる (図 28、29)。

さらに、比較のために調査した千曲

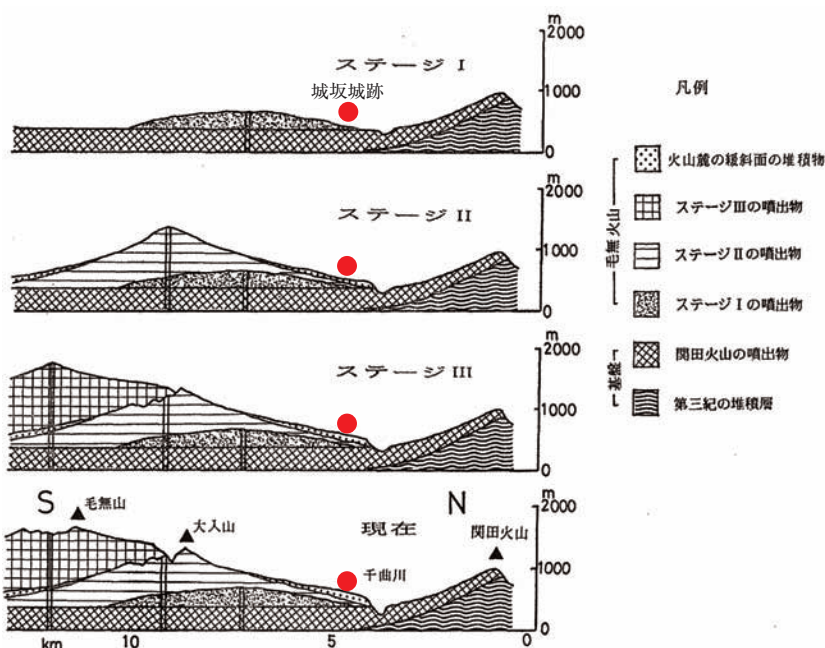


図 25 毛無火山の形成史 金子隆之「志賀高原北部 毛無火山の地質と岩石」『地質学雑誌第 94 巻第 2 号 1988』77 頁から引用⁴⁾ ※図中、城坂城跡を加筆 (仲野)



図 26 B 区間のコース沿いで見つかる無斑晶ガラス質安山岩



図 27 サヌカイトに似た顔つきの石も見つかる



図 28 コース脇にある無斑晶ガラス質安山岩（板状節理）の露頭（試料採取地①）



図 29 試料採取地①付近で採取した無斑晶ガラス質安山岩



図 30 試料採取地②付近の川原で確認したカルラン石玄武岩。



図 31 カンラン石玄武岩（拡大）

川川原の試料採取地②においては、『野沢温泉村史』に「明石玄武岩（カンラン石玄武岩）」⁶⁾と記載されているものと同じ岩石を確認することができた（図 30、31）。したがって、トレッキングコース北側崖下の川原沿いにある岩体と、トレッキングコースのある尾根の岩体では、岩質や形成年代が異なっている可能性がある。

今年度苗場山麓ジオパーク推進室から、今回採取した複数の岩石の岩質と絶対年代について、専門家から測定していただけることになった。毛無山の形成についての新しい知見が増えそうである。分析結果については、今後報告する予定である。

（5）植物調査結果について

城坂道部分のトレッキングコース沿いで見られる植物について、環境等の違いから先に述べた4つの区間に分けて、季節を変えて調査した。

①A区間の植物

1) 草本類

本区間では、春季から秋季まで5回の調査で全区間の中で一番多い122種（重複する種は1種として）を確認した（表1）。

本区間の始点の小箕作橋のたもと付近の標高は、約285mである。前半は、小箕作川と水田にはさまれた平坦で日当たりのよい農道が続く（図32）。そのため、農道周辺では田園地帯でごく普通に見られる植物相が中心である。

春季には、オニタビラコ、カキドオシ、キランソウ、スミレなどの在来種のほか、ハルザキヤマガラシ、ハル

ジョオン、ヒメオドリコソウといった外来種も多く見られた。

夏季から秋季にかけては、エノコログサやチカラシバ、アキノノゲシなどの在来種に加え、シロバナシナガワハギやアメリカセンダングサ、ヒメムカシヨモギ等の外来種が多く見られた。

区間後半、農道は小箕作川の谷筋に入っていく。西側には斜面が迫り、東側は水田が放棄されてススキやアシなどが繁茂する原野となっている（図33）。

春季には、山側斜面の縁で、アズマイチゲやキクザキイチゲ、タチツボスミレ、オオタチツボスミレなど、里山の植物を多く見ることができた。また、夏季から秋季にかけてススキやオオブタクサが成長し、農道沿いに群落を作っていた。山側斜面の縁では、オカトラノオ、ユウガギクやノコンギク、アカソ、クロバナヒキオコシなどが群生するほか、灌木にクズやヤマノイモなどが絡みついていていた。

この区間では、途中、ラッパスイセンやアスパラガスなどの園芸種や栽培種も見られ、かつて耕作地だった名残を残していた。

草本のうち、外来種は25種であり、A区間で確認した122種の草本の2割を占めた。また全区間で確認した草本外来種26種のうち1種を除くすべてがこの区間で見られた。中でも繁殖力が強く、在来種への影響が懸念される生態系被害防止外来種が4種確認された（オオブタクサ、セイタカアワダチソウ、セイヨウタンポポ、ヒメジョオン）。周辺が耕作地であることや農道への入り口付近が県道408号線に面していることなど、多くの外

表1 城坂城トレッキングコース（城坂道部分）の植物一覧（草本類）

草 本						
No.	種 名	調査区間				日本海 外來種 等
		A区間	B区間	C区間	D区間	
1	アオイスミレ	○	○			
2	アオソソ	○	○			栽培種
3	アカソ	○	○		○	
4	アカツメクサ	○			○	●
5	アカネ	○				
6	アキカマツ	○	○			
7	アキノエノコロ・キンエノコロ類					
8	アキノエノコログサ	○			○	
9	アキノキリンソウ			○	○	
10	アキノノゲシ	○			○	
11	アサヅキ	○				
12	アスバダガス	○				栽培種
13	アズマイチゲ	○				
14	アブラサスキ				○	
15	アマチャヅル				○	
16	アメリカセンダングサ	○				●
17	アレチマツヨイグサ	○			○	●
18	イカリソウ			○		▲
19	イケマ		○			
20	イタドリ	○	○	○	○	
21	イチリンソウ				○	▲
22	イヌガラシ	○				
23	イヌコウジュ				○	
24	イヌゴマ	○				
25	イヌタデ	○			○	
26	イヌビユ	○				
27	イヌワラビ	○				
28	イノコヅチ	○	○		○	
29	イワカガミ	○				
30	イワガネソウ				○	▲
31	ウド	○			○	
32	ウマノミツバ	○	○		○	
33	ウラボシ	○				
34	ワバミソウ				○	
35	エゾタチカバミ	○	○		○	
36	エノコログサ	○				
37	エンレイソウ				○	
38	オオイヌタデ	○			○	
39	オオイヌノフグリ	○				●
40	オオイワカガミ		○	○	○	
41	オオウバユリ	○	○			
42	オオタチツボスミレ	○	○		○	●
43	オオニシキソウ				○	●
44	オオバギボウシ				○	
45	オオバコ	○				
46	オオバタクサ	○			○	▼
47	オオヤマボクシ			○		
48	オカトラノオ	○	○			
49	オニタビラコ	○				
50	オニドコロ	○			○	
51	オニノゲシ	○				●
52	オヒシバ	○				●
53	オモダカ	○				
54	オランダミミナグサ	○				●
55	カキドオシ	○				
56	カゼクサ	○			○	
57	カタバミ	○				
58	カナムグラ		○			
59	カヤツリグサ	○				
60	カラスノエンドウ				○	
61	カラムシ	○	○			
62	ククサキイチゲ	○			○	
63	ククバドコロ				○	
64	クバナアキギリ				○	
65	キュウリグサ	○				
66	キラシソウ	○				
67	キンエノコロ	○				
68	キンミズヒキ	○			○	
69	クサアジサイ				○	▲
70	クサフジ	○			○	
71	クジャクシダ				○	
72	クズ	○			○	
73	クラムゴケ				○	
74	クルマバハグマ				○	●
75	クルマバハグマ				○	●
76	クルマバハグマ	○	○		○	●
77	クルマバハグマ	○	○		○	●
78	クルマバハグマ	○	○		○	●
79	クルマバハグマ	○	○		○	●
80	クルマバハグマ	○	○		○	●
81	クルマバハグマ	○	○		○	●
82	クルマバハグマ	○	○		○	●
83	クルマバハグマ	○	○		○	●
84	クルマバハグマ	○	○		○	●
85	クルマバハグマ	○	○		○	●
86	クルマバハグマ	○	○		○	●
87	クルマバハグマ	○	○		○	●
88	クルマバハグマ	○	○		○	●
89	クルマバハグマ	○	○		○	●
90	クルマバハグマ	○	○		○	●
91	クルマバハグマ	○	○		○	●
92	クルマバハグマ	○	○		○	●
93	クルマバハグマ	○	○		○	●
94	クルマバハグマ	○	○		○	●
95	クルマバハグマ	○	○		○	●
96	クルマバハグマ	○	○		○	●



図32 A区間前半は開けた農道が続き、田園地帯の植物が多く見られた



図33 A区間後半は西側に山の斜面が迫る来種が入り込みやすい環境にあるものと思われる。

2) 木本類

本区間での木本類は、区間後半の農道沿い西側斜面下にある低木層が中心となる。ヤマゲワ、ユキツバキ、ハイイヌガヤ、ハイイヌツゲ、ケアブラチャ、ツノハシバミなどの低木を中心に、アオツツラフジ、ノブドウ、ボタンヅルなどの蔓植物も合わせて、42種を確認した（表2）。

②B区間の植物

1) 草本類

登城口から本丸跡までの登り道は、南東側の比較的緩斜面の樹林帯の中を進む。そのため、草本類はアオイスミレやタチツボスミレ、オオタチツボスミレなどのスミレ類のほか、チヂミザサやオオウバユリ、トリアシショウマ、さらにはシダ類のシシガシラ、ジュウモンジシダなど、半日陰でも育つ植物が多く見られた。その中で道ばたに希少種のササユリ（長野県：準絶滅危惧）を確認した。

B区間の種数は、A区間に比べると3分の1の42種であった。

2) 木本類

本区間では51種の木本類を確認した。登城口から中腹にかけては、一部植林されたスギも混じるが、高木層は

表2 城坂城トレッキングコース（城坂道部分）の植物一覧（木本類）

木 本

●：日本海要素植物

▲：太平洋要素植物

●：外来種

▼：生態系被害防止外来種

No.	種 名	調査区間				日本海 太平洋	外来種 等
		A区間	B区間	C区間	D区間		
1	アオダモ			○	○		
2	アオツツラフジ	○					
3	アオハダ		○				
4	アカイタヤ				○		
5	アカシデ	○	○	○	○		
6	アカマツ			○			
7	アケシバ			○	○	●	
8	アズキナシ		○				
9	イヌエンジュ			○			
10	イワガラミ		○		○		
11	ウスノキ						
12	ウツギ	○	○			▲	
13	ウラボシヨウラク				○		
14	ウリノキ				○		
15	ウリハダカエデ		○	○			
16	ウルシ	○					栽培種
17	ウミズサクラ		○	○	○		
18	エンゾアジサイ		○		○	●	
19	エンツリバナ				○	●	
20	エゾユズリハ				○	●	
21	オオカメノキ			○	○		
22	オオバクロモジ		○	○	○	●	
23	オオバノキ		○				
24	オオヤマザクラ				○		
25	オクチョウジザクラ			○	○	●	
26	オニグルミ	○					
27	オノエヤナギ	○					
28	カスミザクラ				○		
29	カントウマユミ	○					
30	キハダ		○		○		
31	キブシ	○			○	▲	
32	キリ	○					
33	クレハノブドウ	○					
34	クサギ				○	▲	
35	クマイチゴ	○	○				
36	クマヤナギ	○					
37	クワ	○					栽培種
38	ケアブラチャン	○	○	○	○	●	
39	ケヤキ	○				▲	
40	コシアブラ		○	○	○		
41	コナラ		○				
42	コハチワカエデ		○				
43	コマユミ	○	○	○	○		
44	サルトリイバラ	○		○			
45	サワグルミ	○	○				
46	サワシバ		○	○	○		
47	サワフタギ	○	○		○		
48	サンショウ		○	○			
49	シロヤナギ	○					
50	スギ	○			○		
51	スノキ			○			
52	タカノツメ		○	○	○		
53	タニウツギ	○	○	○	○	●	

No.	種 名	調査区間				日本海 太平洋	外来種 等
		A区間	B区間	C区間	D区間		
54	タムシバ		○	○	○	●	
55	タノキ	○	○				
56	チシマザサ	○			○	●	
57	チマキザサ		○				
58	チャボガヤ			○	○	●	
59	ツタウルシ		○				
60	ツノハシバミ	○		○	○		
61	ツルウメドキ				○		
62	トチノキ				○		
63	トリガタハンショウヅル		○				
64	ナワシロイチゴ	○					
65	ニワトコ	○			○		
66	ヌルデ						▲
67	ネムノキ	○					▲
68	ノブドウ	○			○		
69	ハイイヌガヤ	○	○	○		●	
70	ハイイヌツグ	○				●	
71	ハチワカエデ			○	○		
72	ハクウンボク				○		
73	ハナカサ				○	▲	
74	ハナヒリノキ		○	○			
75	ハリギリ		○	○	○		
76	ヒメアオキ		○		○	●	
77	ヒメコウゾ	○					
78	フジ	○	○	○	○		
79	フジキ	○					▲
80	ブナ		○	○	○		
81	ホオノキ		○	○			
82	ボタツツ	○			○		
83	ホツツジ			○			
84	マタタビ		○		○		
85	マルバマンサク	○	○	○		●	
86	ミズキ				○		
87	ミズナラ		○		○	▲	
88	ミツバアケビ	○	○		○		
89	ミヤマイボタ		○				
90	ミヤマガマズミ		○	○			
91	ミヤマハハシ	○			○		
92	ムラサキシキブ		○	○			
93	モミジチゴ				○		
94	ヤマウルシ		○				
95	ヤマグリ		○	○	○		
96	ヤマダモ	○	○				
97	ヤマツツジ		○	○			
98	ヤマボウシ			○	○		
99	ヤマモミジ	○		○	○	●	
100	ユキグミツツツジ		○	○		●	
101	ユキツバキ	○	○		○	●	
102	リュウブ		○	○			
103	レンゲツツジ		○	○			
区間計		42	51	41	56	18	0
本確認種合計		103				9	

※合計は、重複する種を除いた種数。



図34 登城口からしばらくは、ユキツバキの間を進む



図35 ホオノキとキハダの幹が融合したように立つ「寄り添いの木」



図36 珍しいトリガタハンショウヅル

ホオノキやコナラ、ミズナラ、アカイタヤ、サワグルミなど、落葉広葉樹林帯が続いていた。

低木層には、登城口からしばらくは道の両脇にユキツバキの群落が続き、ケアブラチャンやコマユミ、サンショウ、ムラサキシキブなどが多く見られた（図34）。

途中にある横井戸（標高約347m）のすぐそばの登山道の一段上の斜面上には、ホオノキとキハダのそれぞれ大木の幹が2本融合したように立っており、「寄り添いの木」と名付けて良さそうである（図35）。トレッキングの際にはぜひ見てほしい樹木の一つである。

また、途中、クレマチスの日本産原種の一つでもあるトリガタハンショウヅルを確認した。比較的珍しい植物である（図36）。部分的に数株が点在しており、5月15日の調査時には、釣鐘型で淡黄白色の花を咲かせていた。

本丸跡下まで登ると見通しのよい平坦地があり、ブナ林となっていた。本丸跡は、これまでの古道の整備活動ですでに灌木が刈り払われている。平坦地にヤマツツジやオオバクロモジ、ウスノキなどの萌芽や幼木を見るこ

とができた。

③C区間の植物

1) 草本類

本丸跡下から谷街道東通り下り口まで約670mに渡って、気持ちのよい尾根道が続く。道筋の草本類は、これまでのA・B区間に比べて、急に少なくなる。道の両側が切り立った崖や急斜面になっているため、風通しがよく適度に日差しも入る環境である。そのため、比較的乾いた環境であるためか、春季から秋季まででアキノキリンソウ、イカリソウ、オオイワカガミ、タガネソウ、ヒメカンズゲ、ワラビなど、わずか14種に留まった。

本丸跡下付近では、シュンランが点在していた。江尻正人氏からは、自分たちがここを通過していた頃もたくさんのシュンランが咲いていたとのことだった。

途中から、道沿いにオオイワカガミの群落が現れる（図37）。特に尾根が細くなり、北側の展望が開ける通称「のぞき」付近では、北側の崖の縁に大きな群落が続き、本区間の草本類を特徴付けていた。

また、4月24日の調査時には、ナガハシスミレもこ



図 37 C区間の尾根道で多く見られるオオイ 図 38 ナガハシスミレ。花の基部から後ろに 図 39 尾根道のすぐ下に1本だけあったアカマツ
ワカガミの群落 伸びる距が長い カマツ

の区間で確認した（図 38）。本種は、全区間でこの区間だけであった。尾根上の道沿いは乾燥傾向にあるため、本種が好んだと思われる。

途中の無斑晶ガラス質安山岩の路頭付近では、板状節理の隙間に根を下ろしたトラノオシダを確認した。全区間でここだけであった。

2) 木本類

本区間では、木本類を 41 種確認した。本丸跡下からしばらくは、ブナを中心とした高木の広葉樹林帯を進む。北側の崖際に、風雪に耐え荒々しい姿となったブナの大木も見られる。樹林下の道沿いには、ユキグニミツバツツジやヤマツツジ、アクシバ、ハナヒリノキといったツツジ類のほか、タムシバ、リョウブなどの低木が見られた。

尾根道は途中いったん高木が途切れる。その付近の北側には、尾根道の少し下にアカマツが1本あった（図 39）。この付近は、小滝集落で近年見つかった一里塚跡からちょうど一里ほどの距離となる。一里塚には、よくエノキや松が植えられる。小滝の一里塚跡にもエノキとアカマツが植えられていた。しかし、このアカマツが果たして一里塚の目印として植えられたものかどうかは定かではない。

尾根道は再びブナやアカシデなどの樹林内に入り、金毘羅大権現の石祠付近に至る（図 40）。

④D区間の植物

1) 草本類

尾根道を離れ、北側斜面にある谷街道東通りの山道へ入る。上部はブナ林が続くが次第にミズキ、トチノキ、ミズナラなどの広葉樹林帯となり、下部はスギ植林地内

の道となる。

明石集落上の林道に出るまでは、山道が続く。北側斜面の道のため、これまでの区間に比べ一番湿り気のある環境である。エンレイソウ、スミレサイシン、チゴユリ（図 41）、ツルアリドオシ、ウワバミソウ、オオバギボウシ、ダイモンジソウ、クジャクシダなどが現れる。

また、ミヤマカンスゲ、ミヤマシラスゲ、ヤマテキリスゲなどの湿気のある場所を好むスゲ類が多く見られた。集落そばのスギ林内まで下ると、空中湿度のある場所を好むシダ類の一種クラマゴケが道沿いに群落を作っていた（図 42）。

林内を出て、集落から登ってくる林道に出会うと、急に日差しの当たる田園地帯となる（図 43）。そのため、この付近から県道 408 号線まで下る約 120 m区間は、A区間の前半と同様の植物相となる。クサフジ、スイバ、ヨモギ、チカラシバ、ノコンギク、ユウガギク、ヒルガオといった田園でよく見られる植物が中心となる。外来種も、再び多くなり、ハルジオオン、ヒメジオオン、アレチマツヨイグサ、オオブタクサなどを確認した。

本区間では、外来種 5 種も含め 91 種を確認した。

2) 木本類

本区間での木本類は 56 種を確認し、全区間で最高の種数であった。上部のブナ林から中腹、下部の広葉樹林帯、さらにスギ植林地と多様な環境が見られた。そのことが種数の多さにつながっている。

高木層は、ブナ、アカシデ、オニグルミ、トチノキ、ミズナラなど。低木層は、エゾアジサイ、エゾユズリハ、エゾツリバナ、ハナイカダなど、やや湿った半日陰を好む低木のほか、モミジイチゴが中腹から下部にかけて点

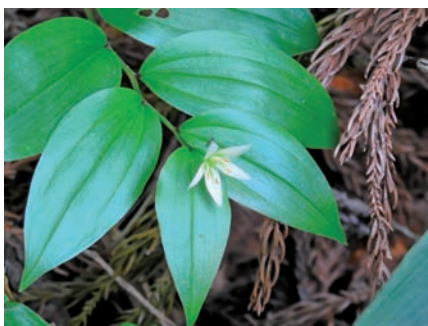


図 40 尾根の南側に城坂道が通っている。気 図 41 杉林まで下ると林床にチゴユリが現れ 図 42 空中湿度を好むシダ植物のクラマゴケ
持ちよい道が続く る



図 43 山道から林道に出た付近。下に見えるのが明石集落



図 44 城坂道沿いでは唯一のカスミザクラの大木



図 45 太平洋要素植物であるフジキ。10本ほどの大木が群生していた

在していた。

山道を抜け、集落から上がってくる林道に出た付近の斜面下には、大きなカスミザクラが1本あった。4月24日の調査時には、白い花が満開であった(図44)。コース沿いでは、唯一の高木になる桜である。

なお、6月19日の調査時、C区間の終わりからは、谷街道東通りに下りず、上の集落からの林道に出て、その林道沿いに集落まで下ってみた(図1 破線)。林道沿いは、北側斜面ではあるがD区間に比べ、開けていて昼頃からは日光もよく当たる。

ここでは、D区間や他の区間でも見られなかったメグスリノキやオオバボダイジュ、イヌエンジュなど、日光を好む木本類を確認することができた。さらに、花は終わりにかけていたがフジキが部分的に群生しており、高木を10本ほど確認した(図45)。

⑤植物調査全体を通して

城坂道部分のコース全体を通して、草本類187種、木本類103種を確認した。植物は、季節によって大きく変化するため、今回だけの調査では恐らく見逃しも多くあったと思われる、実際の種数はさらに多くなると考える。

希少種として特記する種はほぼ確認できなかったが、変化に富んだ環境によって区間ごとに植生が異なり、季節によっても異なる植物を見ることができた。このトレッキングコースの楽しみの一つとも言える。

このコース沿いでは、以前からギフチョウが見られることが知られていたが、今回の調査でも5月15日の調査時に、A、B、Cの各区間でギフチョウの飛翔を目撃した。しかし、コース沿いではまだ食草のコシノカンアオイを確認していない。恐らく尾根の南側斜面に群落があるものと思われる。

1) 外来種

区間ごとの草本類の外来種数は、表1の下欄のとおりである。区間内に、県道と接し日当たりのよい田園地帯があるAとD区間では、外来種が見られた。特にA区間では25種と圧倒的に多くなっていた。

一方、トレッキングコースが山道となるB及びC区間では、今回外来種は確認できなかった。近年の往来がなかったため、想像した以上に古くからの植生が残っていると考えられる。

木本類の外来種は、今回の調査では確認できなかった。小箕作川の河口付近では、すでに多数見られる外来種のハリエンジュについても、コース沿いでは幼木も含め、まだ侵入していなかった。

2) 日本海要素植物・太平洋要素植物⁷⁾

これらの植物については、表1、2の中で●及び▲で示した。城坂道部分では、草本類と木本類の合計290種を確認したが、日本海要素植物26種に対して、太平洋要素植物は15種となっている(表3)。また、日本海要素植物に対する太平洋要素植物の割合は、0.58である。

我々が2021年に調査した小滝古道トレッキングコース周辺の植物⁸⁾と比較してみると、草本類と木本類の合計457種を確認したが、日本海要素植物44種に対して、太平洋要素植物は19種であった。日本海要素植物に対する太平洋要素植物の割合は、0.43である(表3)。

城坂道も小滝古道もどちらも日本海要素植物が多いことは共通している。日本海側の植物帯に太平洋側の植物が侵入した形で分布していることが分かる。

しかし、城坂道の方が、若干太平洋要素植物の比率が高くなっている。小滝古道の方が、直線距離で約4km、千曲川の下流側で新潟県寄りに位置する。わずかな差で、城坂道付近の方が太平洋要素植物の影響を多く受けているのであろうか。

表3 日本海要素植物と太平洋要素植物の割合

◆城坂城トレッキングコース(城坂道部分)

植物のタイプ	草本	木本	合計	太平洋要素植物 /日本海要素植物	草本・木本 確認種合計
日本海要素植物	8	18	26	15/26≒0.58	290種
太平洋要素植物	6	9	15		

◆小滝古道トレッキングコース

植物のタイプ	草本	木本	合計	太平洋要素植物 /日本海要素植物	草本・木本 確認種合計
日本海要素植物	21	23	44	19/44≒0.43	457種
太平洋要素植物	8	11	19		

(6) 城坂城トレッキングマップの作成

今後、城坂城トレッキングコースを様々な場面で活用していく際、特に城坂道部分で見所となる主なポイント等について、表4にその位置をまとめてみた。また、今後のトレッキングの際に活用できるように鳥瞰図的なトレッキングマップも作成した(図46)。



Handwriting practice lines with dashed midlines on a solid background.

中正堂

※城坂城跡付近の様子、宮坂武男氏のスケッチ及び縄張り図⁹⁾をもとに作画(中澤英正)

表4 城坂城トレッキングコース（城坂道部分）見所等の位置

※北緯・東経の値は、誤差があるので参考値。

No.	コース上の見所等	区間	位置	北緯	東経	標高m	備 考
1	石の道標	A	小箕作橋近くの農道脇	36° 58' 56" 960	138° 31' 53" 780	283	碑文「右、善光寺 左、山道」
2	横井戸跡	B	本丸に向かうコース脇	36° 58' 49" 930	138° 31' 44" 670	347	コース屈曲部から北東側に10mほど入った斜面下。
3	寄り添いの木	B	横井戸先の本丸に向かうコース上斜面	36° 58' 49" 240	138° 31' 44" 280	349	ホオノキとキハダの大木の幹が融合したように寄り添っている。
4	熊の爪痕	B	本丸に向かうコース脇	36° 58' 49" 040	138° 31' 43" 210	355	コース屈曲部にあるホオノキの幹に爪痕。手前のスギには古い皮剥跡。
5	炭焼き窯跡	B	本丸に向かうコース脇	36° 58' 50" 920	138° 31' 43" 290	365	大きな切岸手前にあるコース屈曲部山側。
6	大きな切岸跡	B	本丸跡西側直下	36° 58' 50" 210	138° 31' 42" 230	372	北西～南東に尾根を横切る大きな切岸の南東側末端。城坂道に接する。
7	本丸跡	B	東西に延びる尾根上	36° 58' 50" 360	138° 31' 40" 610	392	約25m×20mほどの平坦地。西側下には天水井戸跡と思われる石垣。
8	南尾根の曲輪跡	C	本丸下の南東に延びる尾根上	36° 58' 48" 570	138° 31' 42" 160	371	約20m×15mほどの平坦地。さらに南東側に堀切と曲輪跡が見られる。
9	のぞき	C	尾根道の狭窄部	36° 58' 50" 120	138° 31' 31" 180	385	尾根道の一番狭窄部。北側の展望が開け、眼下に千曲川も眺望できる。
10	無斑晶質安山岩露頭	C	尾根道コース沿い	36° 58' 50" 300	138° 31' 29" 880	394	尾根道のコース沿いのすぐ脇に露頭。
11	尾根の一本松	C	尾根道コース脇	36° 58' 50" 920	138° 31' 28" 310	392	コース脇の斜面に赤松が1本。小滝の一里塚からほぼ1里。
12	「金毘羅大権現」石の祠	C	谷街道東通り下り口の上	36° 58' 50" 480	138° 31' 18" 220	398	コース脇に祠。「金毘羅大権現 文政十二年己丑年七月朔日」の文字。
13	明石の由来となった大岩のあった場所	D	谷街道東通り下り口の下	36° 58' 51" 050	138° 31' 17" 150	394	明石集落への下り口の下、山側斜面。現在、すでに岩はない。

このトレッキングマップを片手に、城坂道を一人でも多くの人たちに歩いてほしいと願う。四季折々の動植物に触れながら、地形や露頭、そしてコース沿いに見られる岩石などからは悠久の大地の歴史が見えてくる。さらには城坂城跡にたたずむと、その遺構の大きさや造りから上杉と武田の緊迫感ある攻防が、そして善光寺参りに歩いた人々、さらには通学で歩いた子どもたちの暮らしが見えてくる。

4. 2024年の調査研究を通して

今回の調査は、城坂城トレッキングコースのうち、古道である城坂道について行った。地元住民らの熱意によって、荒れ果てた古道が復活し、長い年月を経て城跡が再び大勢の人々の目に触れるようになった。

古道「城坂道」は、まさにジオ・エコ・カルチャーが融合した貴重で素晴らしいトレッキングコースと言える。今後の活用を考えたとき、継続的な維持・管理とともに、さらに訪問者を案内する地元ガイドも必要である。現在まだ苗場山麓ジオパークのジオサイトには認定されていないが、ジオパークガイドの活躍の場としても大いに期待できる。

しかし、何よりも箕作・明石両集落の地元住民にとって、地元にあるこの古道の価値に改めて気づき、地域の自慢として活性化につなげていける大きな可能性を秘めていると考える。

また、現在通行不可能な千曲川沿いの細辺の道が改修され通行できるようになれば、城坂道とつながる周回ルートとして、さらに価値が高まる。

最後に調査にご協力いただいた地元住民の皆様をはじめ関係各位に、この場を借りて御礼申し上げる。

なお、本報告をまとめるに当たっては、調査員で分担し、地形・地学関係は仲野浩平、城坂城関係は中澤謙吾、植物関係は中澤英正・石沢憲一郎、聞き取り調査関係は石沢憲一郎、イラストマップ作成は中澤英正が担当し、涌井泰二が一つの報告書としてまとめた。

註

- 1) 宮坂武男 2016 『宮坂武男と歩く戦国信濃の城郭（図説 日本の城郭シリーズ3）』 124-128 頁 戎光祥出版
- 2) 前掲、註1の文献と同様 125 頁
- 3) 金子隆之 1988 「志賀高原北部 毛無火山の地質と岩石」『地質学雑誌 第94巻 第2号1988』 75 - 89 頁 日本地質学会
- 4) 前掲、註3の文献と同様 77 頁
- 5) 岸 亮（村史編纂委員） 1974 「野沢温泉村地質図」『野沢温泉村史』 10 頁 野沢温泉村史編纂委員会
- 6) 前掲、註5の文献と同様 6 頁
- 7) 津南町の自然植物編・編集委員会 1994 『津南町の自然 植物編』 171 - 180 頁 津南町教育委員
- 8) 苗場山麓の自然を考える会 2022 「小滝を探る－小滝古道及び四ツ廻りの自然と住民のかかわり－」『苗場山麓ジオパーク研究集録 第4号 2022』 25 頁 苗場山麓ジオパーク振興協議会
- 9) 前掲、註1の文献と同様 125 頁

域外在住中学生による苗場山麓ジオパークの認識の変化とジオパーク理解の課題

—海城中学校1年生による夏冬の訪問から—

名倉 一希

1. はじめに

(1) 研究背景

学校教育におけるジオパーク学習に関しては、「自然調査と社会参画を組み合わせた総合的なジオパークの学習が課題」¹⁾とされている。そのため、一般的な中等教育における理科の授業の一環としてのジオパーク学習ではなく、学校行事を通じた総合的なジオパーク学習での実践の蓄積が求められると考えられる。

(2) 研究目的

本研究では、首都圏在住の中学生が持つ苗場山麓ジオパークに対する認識の変化を、対象地域への来訪前と後で比較することによって明らかにした上で、中学生のジオパーク学習における課題を明らかにすることを目的とする。

(3) 研究方法

研究対象は、筆者の勤務先である私立海城中学校（東京都新宿区）の2024年度1年生とする。2024年度の同校中学1年生（328名）は夏季に2泊3日の校外研修で津南町を訪問し、苗場山麓ジオパークのジオサイト見学等を行った。また、彼らのうち95名は冬季に3泊4日のスキー教室を同じく津南町で行っている。これらの生徒への苗場山麓ジオパークに関するアンケートを訪問前後で複数回行うことにより苗場山麓ジオパークに対する認識の変化を明らかにする。

また、実際に苗場山麓ジオパークでガイドや学校団体の受け入れに携わっている方々への聞き取りを通じ、ジオパーク理解の課題の考察を行う。聞き取り調査は2024年8月28日に津南町内にて3件行った。

2. 域外在住中学生による苗場山麓ジオパーク学習の例

(1) 夏季における津南町への訪問

前述の夏季における宿泊研修は、1学年（8クラス）を4クラスずつ2隊に分け、2024年7月22日～24日及び7月24日～26日に行った。宿泊先はニューグリーンピア津南（以下、NGP津南と表記）であった。主な行程は次の通りである。

1日目

午前：東京駅（新幹線）越後湯沢駅（バス）NGP津南

午後：とうもろこし収穫体験@沖ノ原

2日目

午前：NGP津南内での集団活動

午後：信濃川ラフティング

3日目

午前：苗場山麓ジオパークジオサイト訪問、見学

午後：津南町（バス）越後湯沢駅（新幹線）東京駅

なお、3日目のジオサイト並びに関連見学先は津南町観光協会の協力も得ながら、龍ヶ窪、石落し、川の展望台、雪室見学²⁾、森林組合（きのこ収穫体験）からクラス毎に4箇所選択して訪問することとし、川の展望台と龍ヶ窪には全生徒が訪問することとなった。3日のジオサイト訪問では1クラス（約40名）につき1名のジオパークガイドに解説と案内を依頼した。

苗場山麓ジオパーク訪問にあたり、事前学習では中学校社会科（地理的分野）の時間を2時間、各ホームルームでの学習（教員作成の映像視聴）を1時間行った。

地理的分野では、河岸段丘の形成過程と河岸段丘の土地利用の特徴（地形図利用）、統計から把握する津南町の概要（人口、年齢別人口、産業別従事者割合、面積、農業生産額など）、津南町における農地開拓の経緯、津南町の農業の特徴、主要農産物などを扱った。

また、各ホームルームでは、地学教員から苗場山麓ジオパークに関する地質や気候についての解説も行った。

さらに、2024年5月24日に放送された「ガイアの夜明け」（テレビ東京系列）「空からニッポンを拓く！～異色のエアライン大作戦～」では、新規LCCのAirJapanが訪日観光客を津南の観光資源や自然環境を生かして呼び込む取り組みが紹介されていたことから、全クラスで視聴した。

以上のような事前学習によって、生徒が表面的な地形学習に留まらず、苗場山麓ジオパークにおけるジオ・エコ・カルチャーの地域要素を総合的に理解することを目指した。

(2) 冬季における津南町への訪問

前述の冬季におけるスキー教室は2024年12月25日～28日にNGP津南にて行った。同校のスキー教室は毎年12月下旬に行われていることから、十分な積雪に恵まれないことも多く中止となった年もあったが、2024年12月は降雪に恵まれ³⁾、生徒は津南町の降雪を実感する機会を得られた。

スキー教室では、学校からNGP津南までの往復は大型バスを利用した。生徒は車窓からも津南町の積雪状況や冬季の景観を観察する機会に恵まれた。また、スキー講習は現地に到着する初日の午後から始まり、最終日の午前まで、約2時間の講習が6コマ行われた。同校は首都圏に立地することからスキー経験の無い生徒も一定数おり、今回のスキー教室参加者は全員が初心者であった。これは多くの生徒が豪雪地域の景観を実際に見た機会が少ないことにも繋がっており、後述のアンケートで似た反応が得られた理由と考えられる。

3. 中学生の認識の変化

生徒へのアンケートは大きく分けて2回実施した。1回目は夏季の訪問の直後であり、2回目は冬季の訪問後である。

(1) 夏季の訪問による認識の変化

夏季の訪問では、訪問前に事後アンケートがある旨を伝えた上で、事後に苗場山麓ジオパークに対する印象やイメージの変化を聞いた。質問は次の通りである。「今回3日目に見学・訪問したものの感想を具体的に、詳細に記述してください。特に、『訪問前』にはどのように捉えていて、『訪問時』にはどう捉えたか、印象やイメージの変化（もしくはイメージ通りだったか）を文章で書いてください。」

次に回答の代表的なものA～Eを原文のまま掲載する。

A 今まで河岸段丘を図でしか見ていなかったの、河岸段丘の大きさや規模をあまり理解しておらず、段丘面は幅が狭く、崖は急になっていて、規模はあまり大きくないと勝手に思っていた。しかし、川の展望台で実際に見てみるとまずその広さに驚いた。想像よりも奥まで河岸段丘が広がっていて、段丘面も一つ一つ大きさが違ったり、いつも見ていた図よりも複雑で綺麗ではなく、想像とかなりちがうものだった。また、移動中のバスで思ったことだが、崖が思っていたよりも短く、段丘面同士の高低差が小さい所もあったので、迫力はあるながらも意外と緩やかだった。崖のところは人が住めないため木が生えているということも、理科の資料などで見ていただけでは気がつけなかったの面白かった。

B 見玉公園について。柱状節理についての写真を先生から見せられた時には柱状節理を見るだけかと思っていたが、実際にしてみると柱状節理だけではなくその下に地層ができていて見た時はとても驚いた。また、間近で見れるのかと思っていたが、ついた瞬間川の向こうに広がる東京タワーほどの高さの地層が広がっていて、今まで見たことがなくびっくりした。さらに、節理以外にもジオパークの人が説明してくれたブナの下の土が水を吸収していてふわふわしていた理由についての話も興味深かった。龍ヶ窪の池は先生が見せてくれた写真と同じだったが、湧水はとても美味しかった。

C 一番自分がイメージしていたのとは違った所は龍ヶ窪です。訪問する前は湧水が出ることによって池になっていることからそれほど規模は大きくないだろうと思っていました。けれど訪問すると龍ヶ窪は自分が予想していた規模以上に大きく、また湧き水も飲んでいい程綺麗だったのでとても驚きました。

D 石落しの柱状節理は予想以上に大きかった。また「石落とし」というのは理由もなくボロボロ石が落ち

ていくから「石落とし」というのだと思っていたが、実際は春先に流れる雪解け水によって石が落ちていくということをガイドの方に説明してもらった時は驚き、納得もしました。

E 雪室を訪問する前はただ雪が保管されている倉庫のようなものだと思っていたが、実際は、雪が保管されている部屋ではないのに夏なのに真冬のように感じるほどが寒かったです。また、その寒さ（気温の低さ）を利用して、植物を育ててるということに驚きました。

A、Bに関しては、事前学習の内容がそれなりに定着していることが読み取れる。その上で実際のジオサイトを見学した際の驚きや予想外のスケールを述べている。

教育現場においてもICT関連機器の充実が図られているが、壮大な自然環境を学習するジオパーク学習においては、現地に実際に足を運んで見学する意義がこの感想からも言えるだろう。

B～Eに関しては、いずれも五感にうったえるものの存在をあげている。湧水の味や石落しの音、雪室の寒さなど視覚以外の情報によって、訪問前にあったイメージが変化する代表例となろう。こちらも現地に実際に足を運んで見学する意義がわかる。

以上から、夏季の訪問による認識の変化は、実際のジオサイトを見学することによるものが大きく、ICT関連機器などでは補完できないものであった。

(2) 冬季の訪問による認識の変化

冬季の訪問では、事後に次のような3点を質問した。

①夏の津南の風景と比較した津南の風景の感想。

②今回のスキー教室(移動中の車窓見学も含め)で、津南の自然環境で、驚いた点や、予想していなかった点、新たに気がついた点とその理由。

③夏に学んだ津南の自然環境(ジオパーク)と冬季の津南の自然環境を合わせて、ズバリ、津南の自然環境の特徴はどんなところにあると思いますか?あなたの考えを教えてください。

①に関しては、生徒が予想していた以上の豪雪を上げる記述が多く目立った。夏季の宿泊研修の事前学習や今までの学習の中で、生徒は豪雪地帯の生活の工夫(建物や道路の作りなど)を学んではいたようだが、それらが実際にここまで機能するのか、実際に体感したようであった。また、夏季に訪問した際に何のためにあるのかわからない、日常では見慣れない設備などが機能しているのを見て驚いたというものもあった。

②に関しては、スキー教室を経て雪質の違いによる滑走性の差を体感したことが多く表現されており、新雪は思ったよりもフワフワだったが滑りにくかった、固い雪の方が滑りやすい、などの記述が目立った。

③に関しては、季節によって気候が大きく変化する

点、夏の緑の多さが冬の雪によるものだと考えられる点、夏と冬それぞれの自然環境を生かした産業をしている（農業、スキーなどの観光業）点などが挙げられた。特に夏と冬で自然環境がダイナミックに変化する点は首都圏在住の中学生には大変新鮮であったようで、過半数が季節による自然環境や景観の大きな変化に触れたり、強調したりしていた。

以上から、冬季の訪問による認識の変化については、夏季の認識が前提にあった上で、生徒の想像以上に自然環境や景観が変化する点が最も多く挙げられた。また、夏季のジオサイト訪問時と異なり、スキーという自然環境を相手にする体験活動が続いたことで、より具体的な雪質への認識変化も見られた。

4. ジオパーク理解の課題

(1) 生徒のアンケートから

生徒のアンケートでの記述から、事前学習を充実させる工夫をしたとしても、ジオパークへの訪問によって、はじめてスケール感や自然環境の特徴、ジオサイトの価値が認識されることがわかった。今回の訪問は学校行事として新幹線と大型バスを利用したため、生徒が交通の不便を感じることは少なかったかもしれないが、実際に津南町へのアクセスの厳しさは指摘されている。訪問して初めて理解されるジオパークにどうアクセスするか、個人観光の場合は大きな課題となる。

一方で、学校行事による訪問は、①生徒の趣味や志向ではなく学校側の教育意図で訪問の機会を与えられる点、②交通手段を大型バスなどで確保できる点で前述の課題を解決できる可能性がある。学校行事には①のような役割があるからこそ、今回のような生徒の認識の変化があったのではなかろうか。

(2) 受け入れ側からの聞き取りから

では、ジオパークとして学校団体を受け入れる主体による課題としてはどのようなものが挙げられるか明らかにするため、本研究では、苗場山麓ジオパークのガイドの方と観光協会に聞き取りを行った。

学校団体へのジオパークガイドに関しては、①ジオパーク関連に使える総合的な学習の時間や学校行事の減少、②地元出身者や苗場山麓ジオパークに詳しい教員の減少がまず挙げられ、域外からの学校団体受け入れに関しては、③見学時間の制約、④大人数であった場合や高頻度でのガイド需要があった場合のスタッフ確保が困難な点が挙げられた。

観光協会による学校団体受け入れの認識に関しては、①域外在住学校団体が大人数であった場合に大人数を収容できる宿泊施設が限られる点、②農家民宿や中小規模の宿泊施設で分宿した場合の学校側の管理の難しさ、③新型コロナウイルス感染症流行後の民宿での感

染対策の難しさなどが挙げられた。

5. おわりに

本研究では、新宿区に立地する海城中学校1年生の夏冬2度にわたる苗場山麓ジオパーク訪問の機会から、ジオパークに対する認識の変化を分析し、ジオパーク理解の課題を検討した。

域外在住の中学生は、当然ではあるが対象地域の自然環境に馴染みはなく、複数の季節にわたって同じ地域を訪問することでの自然環境の変化に対する驚きは大きい。また、在京時の事前学習を念入りに行ったとしても、実際のジオサイトの魅力は唯一無二であり、むしろ事前学習中に生徒がイメージしたものと実際のジオサイトのギャップが見られた。

これらのイメージのギャップや季節によるイメージの変化は、ジオパークが持つ地域づくりに包含される地元での「人づくり」⁴⁾とは異なり、域外在住者の記憶に強く訴えられるものである。受け入れ側の課題があるものの、域外在住者が持ちうるこれらのイメージのギャップを重視することが、ジオパークの価値の理解につながっていくのではないだろうか。

ただし、4. で挙げられた課題に加え、ジオパークの事前学習を十分に行える環境はあまりない。同校の事例は、たまたま中1学年のスタッフに地理、地学をそれぞれ専門とする教員が配属された。域外在住の中学生がジオパーク学習をする際は、丁寧な事前学習が行えてこそ、認識やイメージに変化がもたらされ、効果的な学習効果が得られるとも考えられる。

註

- 1) 日本ジオパークネットワークウェブサイト「学校教育調査結果」による。
<https://geopark.jp/jgn/research/p20151002.html>
(最終閲覧日：2025/01/30)
- 2) 津南町内の雪室保有施設2団体に協力を得た。
- 3) 気象庁ウェブサイト「過去の気象データ検索」による。
https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/daily_al.php?prec_no=54&block_no=0543&year=2024&month=12&day=&view= (最終閲覧日：2025/01/30)
- 4) 伊豆半島ジオパーク事務局「この本はなぜ書かれ、何を伝えたいのか」佐藤 真久・辻 修次・山本 隆太 編著『ジオパークからはじめる地域づくり・人づくり』12頁 静岡新聞社

参考文献

- 1) 伊豆半島ジオパーク事務局「この本はなぜ書かれ、何を伝えたいのか」佐藤 真久・辻 修次・山本 隆太 編著『ジオパークからはじめる地域づくり・人づくり』12頁 静岡新聞社

秋山郷におけるトチノミ利用と 栃林に関する民俗学的研究

井上 卓哉

1. はじめに

秋山郷の人々にとって、トチノキは全国的にも希少な伝統工芸品である秋山木鉢の材料として重要な価値を有するとともに、トチノキから得られるトチノミは、当地で生きるために重要な食糧のひとつとして、古くから利用されてきた。

こうした重要性を有するがゆえに、秋山郷の小赤沢集落や和山集落では、トチノミの採集をおこなうことができる期日、いわゆる「ヤマノクチ」が設定されていたことが知られている¹。

また、トチノミを採集するために伐採が禁止されていた「止め山」という場所が設定されていたという²。筆者も、これまでの小赤沢集落における聞き取り調査の中でこの止め山について、「栃林」という名称であるということ、そして、小赤沢集落周辺に3ヶ所の栃林が設定されていたというお話を伺っていた。

しかしながら、現在ではトチノミを利用する家庭が減少したこととともない、ヤマノクチの慣習は見られなくなり、長く守られてきた栃林について知る人もわずかとなっている。

そこで、本研究では、現地踏査などからかつての栃林の現状について明らかにするとともに、現在のトチノミの採集や加工に対する参与観察や聞き取り調査から、その技術の記録化を図ることを試みたい。

2. 小赤沢集落周辺の栃林の現状

筆者は平成11年（1999）より、山菜やキノコの利用、秋山木鉢の製作などに注目し、秋山郷における山地資源利用についての調査研究を実施してきた。その中で、平成12年（2000）頃に、小赤沢集落周辺の地名についての聞き取り調査を実施している中で、秋山郷周辺の国有林の伐採事業に携わった方や、猟師としてクマ猟に携わった方などから、小赤沢集落の周辺のヤビツ・トウゲ・カエリという場所において、伐採が禁じられた栃林があったということを伺う機会に恵まれた。

このうち、ヤビツについては、中津川を挟んで小赤沢集落の対岸に位置する場所である。享保2年（1720）には、6戸ほどの集落であったとされるが、天明の飢饉の際に全滅し、以降は小赤沢集落の地籍となっていたという³。

トウゲは、小赤沢集落の東に位置する松ノ峰（標高1211メートル）という山の周辺を示す場所である。そして、カエリは、小赤沢集落を流れる小赤沢川を苗場

山に向かってやや登った場所となる。

なお、これらの場所はいずれもかつては小赤沢集落の共有地であったが、明治時代以降段階的に個人へと分割されており、現在では一部を除いて個人所有地となっている。

また、この聞き取りの際には、2万5000分の1の地形図を見ながら、地名についてお話を伺ったのみで、実際に現地を確認することは出来なかった。

そこで、令和6年（2024）5月に、あらためて小赤沢集落の方々から、栃林に関する聞き取り調査を実施した。その結果、カエリの栃林についての情報は得られなかったものの、トウゲとヤビツの栃林については、福原唯雄氏（昭和6年生まれ）から以下のような情報が得られた。

まず、ヤビツの栃林については、かなり大きなトチノキが数多くあったというが、第二次世界大戦後、トチノミの利用が減少したこともあり、業者が入ってすべて伐採してしまったという。

一方、トウゲと呼ばれる場所のすぐ近くのマツミネと呼ばれる場所にも栃林があり、唯雄氏自身も幼少の頃に家族でトチノミ拾いにいったことがあるという。ヤビツに比べればトチノキの本数、面積共に少ないが、伐採したということは聞いたことがなく、そのまま残っているのではないかとのことであった。

ただし、唯雄氏は高齢のため、現地をご案内いただくことが叶わなかった。そのため、マツミネに土地を持ち、その場所で山菜やキノコの採集をおこなっている福原照一氏に栃林についてお聞きしたところ、マツミネの中にトチノキの巨木があり、その周囲にもトチノキが多く見られる場所があるとのことであった。

そこで、令和6年（2024）7月に、照一氏に上記の場所へご案内いただいた。その場所は、図1に示したように、小赤沢集落の温泉施設である楽養館から松ノ峰に向かう道中に位置している。かつては、徒歩でしか向かうことが出来なかったが、昭和40年代に林業のための道路が開かれ、現在ではこの場所のすぐ近くまで車で行くことが可能となっている。

道路の終点の近くには、弘化4年（1847）3月24日に発生した善光寺地震によって地形が変わって流れるようになったという伝承を持つ「ジシンノユリコンダサワ」という沢があり、その急傾斜な沢を200メートルほど遡上した場所に、周辺の樹木と比較して明らかに大きい2本のトチノキを確認することができた。

この2本のトチノキについて、胸高幹周を計測したところ、約400cmと約417cmを計り、いずれもその胸高直径は1メートルを超えていた（写真1）。昭和63年（1988）に実施された、環境省による巨樹・巨木調査において、対象とした巨樹・巨木は、「地上から約130cmの位置での幹周（囲）が300cm以上の樹木」としており⁴、



図1 マツミネの栃ノキ位置図（地理院地図にGPSのログデータを表示して作成）



写真1 2本のトチノキの巨木



写真2 沢に沿って生育するトチノキ

マツミネの2本のトチノキはその基準を充分に超えるものであった。

生育する環境によって差異はあるが、金子によるとトチノキの巨木の樹齢は300年から700年程度とするとともに、胸高幹周3メートル、胸高直径1メートル程度の大径木で樹齢200年程度と指摘しており⁵、マツミネのトチノキの巨木も数百年にわたってこの場所に存在してきたということが指摘できる。

さらに、目視の範囲であるが、この2本のトチノキの周囲の沢沿いには、他の樹木と比較して相対的にトチノキが多く分布していることが推測された。また、沢の周辺には、トチノキの果皮を確認することができ、

沢に向かってトチノミが集まってくるような環境が形成されており、広い範囲を移動しなくとも沢沿いだけでトチノミを採集することが可能な場所であるといえよう（写真2）。

残念ながら、時間や機材の問題があり、この場所の詳細な立地環境や植生の調査については実施することが出来なかったため、この点については今後の課題としたい。

なお、後日この場所で撮影した写真を福原唯雄氏にお見せしたところ、マツミネの栃林で間違いなしのお話を伺うことができた。

また、昭和22年（1947）および、昭和46年（1971）

に撮影された航空写真を用いて、上記の場所を確認すると、明らかに周辺の植生とは異なり、広葉樹が優先する状況となっていることから、長く伐採が禁じられてきた栃林の可能性が高い。

2. 先行研究にみる秋山郷のトチノミ利用

前述したように、秋山郷ではトチノミが貴重な食糧のひとつとされており、採集の競合をさけるためのヤマノクチ、安定した採集を可能とするための栃林が設定されていた。

しかし、トチノミは採集してもすぐに利用することはできず、複雑な加工を経てサポニンを中心とするアク抜きを実施する必要がある。この加工とトチノミの利用については、天保2年（1831）に成立した鈴木牧之の『秋山記行』にも詳細に記録されている。以下、少し長くなるが、その部分を引用したい⁶。

此谷は栃たくさんので、真直に、幾抱となき大きなが何程もある、其実は八月笑落たを拾ふて、胡桃の如き皮あるをむき、又栗の皮のやうなもむいて煮る。是を手にて粉にし、荒ら簀に懸け、渋を取り、竹の簀のうへに布を敷、其のうへに粉を乗せ、平らにならし其上へに水を打、粉の散らぬやうにしつとりと致し、掛水の自然と流れ来る底へ沈め、かやうにすれば自ら垂る。此水中に投する事凡四日くらいにして揚げ、木綿袋に入て絞り。左様すれば水は皆出流れて粉は袋に残る。其白き事雪を欺。是を其儘椀に盛り喰ふ。又、栃餅と云ふは皮を剥、小流へ数日入れた後、内へ持来て三日灰に附、暖めて、又、灰を掛る。夫れよりばて籠やうの物に入て灰を濯き取る。其のうへ煮て餅に搗く。餅にしては少し鼠色がゝり、又栗糠と稗を一つに煮交れば堅くなる。（中略）尤、只の栃は沢山あれども、餅にする栃は稀なりと云。

ここに見られるように、江戸時代末期の秋山郷においては、旧暦の8月（現在の8月下旬から10月上旬）にトチノミを拾い、それをトチノミを粉にして食べる形（コザワシ）と、餅について食べる形（トチモチ）の2種類の利用があったことがわかる。それとともに、餅に搗くことができるトチノミを得られるトチノキが限定的であったことが記される。

ただし、『秋山記行』で記載のあった、トチノミを雪のように白い粉にして食べるという形は、いつしかおこなわれなくなったようで、1950年代から60年代にかけて調査を実施した市川の研究⁷、70年代から80年代にかけて調査を実施した松山の研究⁸では、トチモチのみの加工方法が報告されている。

なお、市川は当時の秋山郷のトチモチの加工方法に

ついて以下のようにまとめている⁹。

- (1) 実の採集
- (2) 一週間位水につける。
- (3) 天日で乾燥する。
- (4) 湯の中に一日浸す。
- (5) 皮むきをする
- (6) 再び水の中に一週間位浸す。
- (7) 二日間程度アクにあわせる。
- (8) 水から上げてアク出しする。
- (9) ふかす
- (10) つく

『秋山記行』におけるトチモチの加工方法では、皮をむくまでの方法は詳細に記されていないものの、皮をむいた後の工程は、市川がまとめた方法とほぼ同様のものとして捉えることができる。

また、平成25年（2013）に発行された栄村の食文化のレシピ集「ばあのごっつお うんめーのし ハレのひ ケのひ」（栄村食文化レシピ編集委員会編・第3版）にもトチノミの加工方法についての記載がみられる。その内容は、上記の市川の報告に準じたものであるが、(7)のアクにあわせるという部分については、「桶などのような物に入れ、灰を振りかけて熱湯をそそぎ、1週間くらい置く」というやり方、(8)の水から上げてアクだしするという部分については、「灰を洗い流し、水から煮て煮こぼす。もう一度水から煮て、トチノミが溶けるようになったらザルでこして、渋皮などのゴミを取る」、そして、「布の袋に入れ、しっかり絞り、粉にする」というやり方が示されている¹⁰。

このように、時代により多少の差異はみられるものの、江戸時代から近年にかけてのトチノミの加工方法については、大きな変化がみられなかったことが指摘できる。

3. 秋山郷における現在のトチノミ利用

現在の秋山郷（長野県側）において、トチノミを採集・加工し、食用利用している家庭は限定的であり、聞き取りによれば、7軒程度となっている。それゆえに採集で競合することがないため、第2節で取り上げた栃林まで採集に向かうということはなく、それぞれの家庭で異なる場所での採集をおこなっている。

本研究では、現在でもトチノミを採集・加工している4軒（小赤沢集落の福原和人氏・福原とも子氏・福原とし子氏、上ノ原集落の山田ひろ子氏）において、聞き取り調査と参与観察を実施しており、以下では前節で取り上げた先行研究も踏まえながら、現在のトチノミ採集や利用の状況について把握することを試みる。

(1) トチノミの採集

令和6年5月中旬の調査時には例年よりも早くトチノキの花が満開になっていたことから、聞き取りをおこなった方はいずれも、トチノミの採集は例年の9月15日前後よりもやや前倒しになるのではないかと予想されていた。

その予想通り、令和6年のトチノミの採集は9月5日から9月13日の間に実施されていた。なお、各家庭における主な採集日と採集場所、採集量(計測家庭のみ)については、以下のとおりである。

表1 トチノミの採集日と場所、採集量

採集者	主な採集日	採集場所	採集量
福原和人	9月11日	見倉	7.8kg
	9月13日	和山	9kg
福原とも子	9月5日	屋敷 栃川	2.8kg 3.2kg
福原とし子	9月10日	屋敷	未計測
山田ひろ子	9月13日	切明	未計測



写真3 道路に落ちたトチノミ (福原とも子氏撮影)



写真4 採集したトチノミ (福原和人氏撮影)

各家のトチノミの採集において共通しているのは、いずれの方においても、採集地は自動車道沿いにトチノキが多く生育している場所で、その場所まで自動車移動している。時期になるとトチノミが道路に落下し、それを採集するという形を取っているため、採集にかかる時間はそれほど長くない(写真3・写真4)。

また、上記の表では主な採集日を挙げているが、自動車移動している際に、道路にトチノミが落ちていれば採集するといったような形で、採集をおこなう場合もある。

なお、山田ひろ子氏は、例年前倉で採集をおこなっているが、令和6年は道路工事のため例年の採集場所まで行くことができなかったため、切明にて採集をおこなっている。なお、切明のトチノミは、前倉のトチノミと比べて実が小さいとされ、令和7年は切明よりも大きな実になるという前倉か、親戚のいる和山で採集をおこなう予定であるという。

このように、場所によりトチノミの大きさの違いがあるということは他の家においても認識されており、できるだけ大きなトチノミを拾うことができる場所が採集地として選択されていることが明らかとなった。今回の調査にあたっては、各家で採集したトチノミのいくつかをサンプルとして持ち帰り、以下のように実の大きさを計測している。

表2 各家庭で採集したトチノミの最大幅と平均幅

採集者	サンプル数	トチノミの最大幅(mm)	トチノミの平均幅(mm)
福原和人	4	37.8	36.2
福原とも子	12	38.6	35.0
福原とし子	17	33.2	28.1
山田ひろ子	54	34.9	27.6

※採集後に水に浸けて、その後乾燥させた状態のものを計測

今後、他の場所のトチノミを採集し、比較することで、この認識についてより詳細に分析することが可能になると思われる。

また、場所によっては皮が剥きにくい、老木は実があまり大きくならないといった認識があることも確認することができた。

(2) 水浸(1回目)

採集してきたトチノミは、その日のうちに水に浸けられることになる。4家のうち、山田ひろ子氏は流水に浸けておき、福原和人氏と福原とも子氏、福原とし子氏は桶に水を張り、その中にトチノミを浸けておくという方法をとっている(写真5)。なお、流水に浸け

ておく場合は水を替える必要はないが、桶を使用する場合は定期的に水を替えている。

トチノミを水に浸けておく期間は家庭によって異なっている。福原とし子氏と山田ひろ子氏は1週間程度である。福原和人氏は令和6年については1週間水に浸けておいたが、例年は3.4日程度だという。また、福原とも子氏による水浸期間は、3日間であった。



写真5 山田ひろ子氏が採集したトチノミを水に浸けておく水槽

(3) 乾燥

一定期間の水浸の後、トチノミは天日で乾燥される。いずれの家も、天気良ければザルやカゴに広げたトチノミを屋外で乾かし、天気が悪ければ屋内で雨に濡れないようにする（写真6）。

そうしてトチノミの皮に充分に皺が入り、中の実がカラカラと音を立てるようになれば乾燥が終了となるが、天候の状況で乾燥期間は異なる。令和6年は、採集・水浸が終了した9月下旬から10月上旬にかけて、晴れた日が少なかったということもあり、10月11日にお話を聞かせていただいた山田ひろ子氏のお宅では、は10月20日まで干す予定にしていた。それ以外の家庭も10日程度の乾燥期間を経て、乾燥が終了したトチノミを網袋に入れて、風通しの良い屋内に吊して保管することとなる（写真7）。



写真6 天日で乾燥されるトチノミ



写真7 乾燥後に屋内で保管されるトチノミ

(4) 水浸（2回目・皮むきの準備）

1月から2月にかけて、皮むきの作業が実施される。皮むきの作業をおこなう前日に、網袋に入れて保管していたトチノミを水に浸ける。この際、まずは水に浸けておき、その後、沸騰しない程度のお湯に浸けることとなる。お湯に浸けるタイミングは、各家庭で異なり、前日の段階でお湯に浸ける家もあれば、皮むきの当日の朝にお湯に浸ける家もある（写真8）。



写真8 皮むき前日に水に浸けられたトチノミ

(5) 皮むき

2回目の水浸の翌日には、皮むきの作業をおこなう。かつては皮むきをおこなう家庭に女性が集まり、おしゃべりをしながら皮を剥いていたとのことだが、現在では皮を剥くトチノミの量が減少したことから、人が集まることはなく、各家庭でそれぞれ実施されている。

聞き取りによれば、かつては皮むきは口でおこなっていたという。口で皮を剥く場合、アクが渋くて唇が荒れたが、剥いた後のお茶が甘くなり、とても美味しかったとお話を伺うことができた。

ただし、現在は口で剥くことはなく、家庭により用いる道具が異なっている。具体的には、福原和人氏と福原とも子氏のお宅では、ムジリという道具を使用する。山田ひろ子氏は漬物石の上にトチノミを置いて金

槌で叩くことで皮を剥いている。福原とし子氏は、栗を剥く「栗くり坊主」という鉋状の道具を用いている(写真9)。



写真9 福原和人氏宅で用いられるムジリ

令和7年1月19日に、福原和人氏・福原とし子氏のお宅で確認させていただいた実際の皮むきの作業では、桶から取り出したトチノミを鍋に入れ、薪ストーブで暖めながら、ひとつずつ取り出し、ムジリあるいは「栗くり坊主」を使って皮を剥いていく。特に、ムジリに関しては、二枚の板でトチノミを挟むことで皮に亀裂を入れ、さらに、二枚の板で捻るようにして亀裂から実を押し出していく(写真10・写真11・写真12)。



写真10 ムジリを用いたトチノミの皮むき



写真11 栗くり坊主によるトチノミの皮むき



写真12 皮をむいたトチノミ

なお、実を取り出した皮については、捨てずに保管しておき、春になれば畑に撒くことでスギナ(ツクシ)の発生を抑えることができるという。

(6) 水浸(3回目)

皮を剥いたトチノミは、網袋に入れて1週間から10日ほど水に浸けておく。水に浸けると、すぐにアクの成分の泡が出てくる。そのため、この3回目の水浸では、いずれの家庭でも流水に浸けている(写真13)。



写真13 流水に浸けられたトチノミ

(7) 灰に漬ける

水から上げたトチノミは、桶などに入れて、その上から灰をかけてよく混ぜる。その上から熱湯を注ぎ入れ、1週間程度置いておく。

いずれの家庭も灰は薪ストーブに貯まったものを用いていることから、まとまった量の灰を確保できる1月から2月の時期に皮むきが実施されている。また、灰については、ブナやナラなどの堅い木を燃やしたものが良いとされており、それ以外の樹種の灰ではアクが抜けにくいといったことや、ブナやナラの灰よりも多くの量が必要になるとのことであった。

なお、山田ひろ子氏は、灰に漬けた後にアクが抜けているかどうかを確認するために、粒を出してアルミ

ホイルで包み、ストーブの上で焼いた状態で潰れるかどうかという方法を用いている。

(8) 灰を落として茹でる

灰に漬けてアクが抜ければ、トチノミを洗って灰を落とす。この際にトチノミの渋皮も取るが、渋皮の残り具合によってトチモチの仕上がりの色や風味が異なるため、綺麗に渋皮を取る家庭もあれば、ある程度渋皮を残す家庭もある。

福原和人氏、福原とも子氏、福原とし子氏の家では、この状態で、1kgずつ小分けにして冷凍保存し、トチモチを作る際に使用する分だけを解凍している。

一方、山田ひろ子氏は、渋皮を取った後にトチノミを鍋で茹でる。この際、火力が強かったり、煮る時間が長いと粒が潰れてしまうため、煮立たせないように茹でていく。粒が潰れない程度に茹でた後に、1kgずつ小分けにして冷凍保存している。

なお、トチモチではなく、アンボ¹¹を作る際には米粉と混ぜて団子状に整える必要があるため、灰を落とした後に、煮立たせないように鍋で茹で、2,3回茹でこぼしたうえで、袋に入れて絞り、布で漉して粉にする。そして、粉にしたものをある程度水分を絞った状態で冷凍保存することになる。

(9) 蒸す

トチモチを作る際には、小分けにして冷凍保存していたトチノミを一晩水に浸けておくなどして解凍し、餅米と一緒に蒸す。ただし、餅米と同時に蒸し始めるのではなく、ある程度餅米を蒸した後に、餅米の上にトチノミを乗せて蒸すという方法がとられている。

なお、各家庭の餅米とトチノミの配分は以下の表のとおりである。

表3 各家庭におけるトチモチの配分量

家庭	餅米の量	トチノミの量
福原和人	2 升	1.6kg
福原とも子	1.6 升	0.8kg
福原とし子	2.5 升	1.5kg
山田ひろ子	1.8 升	1kg

(10) 餅につく

餅米とトチノミが蒸し終われば、いずれの家庭も餅つき器でトチモチをつく。つき終わったらのし餅に仕上げ、切ってから袋に詰めて冷凍保存する（写真 14）。

なお、トチモチは家庭でつく場合が多いが、山田ひろ子氏のように、村内の加工所（栄村特産加工センター）に餅米とトチノミを持ち込み、トチモチをついてもらう場合もある。この持ち込み期間は例年 12 月に設定さ

れており、その年に採集したトチノミを使うことができない。そのため、山田ひろ子氏は、前年に採集し、アクを抜いたトチノミすべてを家庭でつくのではなく、一部を加工所に持ち込むものとして冷凍保存して確保している。



写真 14 きな粉をまぶしたトチモチ

4. おわりに

ここまで述べてきたように、秋山郷ではかつてトチノミが貴重な食糧のひとつであったことを背景に、伐採が禁じられ、トチノミの採集地として利用されていた栃林が存在していた。そうした場所の多くは、トチノミの利用の減少にともない、伐採された栃林もあったことが明らかとなった。しかしながら、本研究を通して、伐採されずに現在まで残されている栃林の可能性が高い場所を把握することが可能となった。今後、この場所の詳細な調査を実施することで、栃林が成立する立地や条件などを明らかにすることが可能になると思われる。

また、本研究では、栃林の現状調査に加えて、現在のトチノミ利用についての聞き取り調査や参与観察を実施した。その中では、江戸時代の『秋山記行』に記されたトチモチの加工方法をベースとしながら、各家庭で工夫を加えながら利用が続けられていることが明らかとなった。

さらに、本研究による聞き取り調査の中では、管見の限り、これまでの先行研究では取り上げられていなかったトチノミを焼酎に漬け、湿布薬として利用する



写真 15 焼酎に漬けられたトチノミ（湿布薬として用いる）

というトチノミの薬用利用についてのお話や、実際に焼酎に漬けられたトチノミを確認することができた(写真 15)。

このように、現在でも秋山郷においては、トチノミを巡る多様な民俗事例を確認することが可能であり、それらを広く発信していくことで、近年日本各地で見られるトチノミの持つ多様な価値に注目した地域作り活動などに貢献することが可能であるといえよう。

最後に、本研究を進めるにあたっては、秋山郷の皆様に多大な御協力をいただいた。ここに期して深く御礼申し上げます。

註

- 1) 市川健夫 1995 『平家の谷 信越の秘境秋山郷』 61-62 頁 令文社。
- 2) 前掲、註 1 の文献、61 頁。
- 3) 前掲、註 1 の文献、42。
- 4) 環境省編 1990 『環境省委託調査 第 4 回自然環境保全基礎調査 巨樹・巨木林調査（全国版）』 千代田デイムズ・アンド・ムーア株式会社。
- 5) 金子有子 2012 「安曇川源流域のトチノミ伐採に関する一考察」『地域自然史と保全』 34（1） 54-55 頁。
- 6) 前掲、註 1 の文献、150-151 頁。
- 7) 前掲、註 1 の文献、62 頁。
- 8) 松山利夫 1982 『ものと人間の文化史 47 木の実』 336 頁 法政大学出版局。
- 9) 前掲、註 1 の文献、62 頁。
- 10) 栄村食文化レシピ編集委員会編 2013 『ばあのごっつお うんめえーのし ハレのひ ケのひ』 24-25 頁。
- 11) 米やソバなどの穀物の粉を生地とし、中に野沢菜などの具を入れたもの。

苗場山麓の縄文集落遺跡における 赤色顔料原材料の産地推定と交易史

河野 摩耶

1. はじめに

古来より人々は「赤」という色を好み多用したことが出土資料から把握できる。

赤色顔料には、酸化第二鉄のベンガラ、硫化水銀の朱、四三酸化鉛の鉛丹がある。

縄文時代にはすでにベンガラと朱両方が利用され、使い分けられていたことを筆者は昨年度に本研究助成報告書でふれている（河野 2024）。

昨年度では主にベンガラに焦点をあて、その産地推定の可能性を示唆した。

本稿では、新潟県津南町正面ヶ原 A 遺跡出土の縄文土器・耳飾に塗布された朱の硫黄同位体比分析による産地推定の分析報告に加え、他の遺跡についてもふれ、比較検証することで考古学的な解釈に導くことにする。

2 研究の背景

日本において遺跡朱が初めて取り上げられたのは E.S. モースと F.F. ジュウエットによる東京都大森貝塚での朱の発見である。その後、『人類学雑誌』では盛んに「赤色色料」と称する赤色顔料に関する論文が数多く取り上げられるようになる。この時期の論点は自然科学的な分析に限定されたものではなく、学際的にひらけた研究であった。

その後、松田寿男や矢島澄策のように自然科学と歴史地理学による共同研究もあったが一時的なものにすぎず、近年まで自然科学と考古学各々が独立して存在し研究が分離して進められていた。自然科学であれば主成分元素の同定であったり、考古学であれば赤いものに関係する出土資料の研究にとどまっていた。

2000 年代初頭に入り南武志、今津節生らが朱の硫黄同位体比分析による産地推定法（高橋 2018、南他 2004、2008、2019）を初めて考古資料に導入し、研究の新たな可能性を示した。

ただし、当初は試料採取に際して、文化財に対しメスを用いた破壊分析を余儀なくされ、塗彩土器や付着土器等の朱の分量に限られるものに関しては硫黄同位体比分析には制約があり、研究方法自体に常に課題が求められた。

そのようななか、近年分析機器の開発により、朱の量が「米粒 1 粒」あるいは超微量であっても朱に含まれる硫黄の同位体が十分に感知できる同位対比質量分析計が朱の産地推定の研究に導入された（Takahashi et al.2019）。本稿ではこの方法を用いて分析結果を導き出

している。

一方、ベンガラの産地推定に関しては研究途上にある。これについては、今後検証していくことのできる重要なテーマといえる。現在解明されているのは、津南町をフィールドとする縄文時代遺跡周辺産出ベンガラと、縄文時代中期と晩期の考古資料との比較研究である。これは、津南町の縄文時代中期を主体とする道尻手遺跡と晩期の正面ヶ原 A 遺跡出土のベンガラ原料とベンガラ塗彩資料の産地推定を検証するもので、道尻手遺跡では遺跡出土のベンガラ原料も含め遺跡近隣の複数種類のベンガラが器種に関係なく塗彩されていたことが判明している。それに対し、正面ヶ原 A 遺跡では遺跡出土ベンガラ原料はほとんど考古資料からは確認されず、考古資料には遺跡周辺の大きさが単一の大型のパイプ状ベンガラが塗彩されていたことが究明された。

ここで注目したいことは、津南町近隣および周辺地域で産出する「パイプ状ベンガラ」の形状に特徴があり、「大型パイプ状ベンガラ」「小型パイプ状ベンガラ」「らせん状ベンガラ」が地域により分かれて分布し、この中で正面ヶ原 A 遺跡では赤色塗彩遺物から「大型パイプ状ベンガラ」が突出して検出されたことである。また、正面ヶ原 A 遺跡では朱も検出された。ただし、中越地域には少なくとも朱の原料である辰砂の鉱山は現段階では見いだせていない。

そこで、今回検証する朱が考古資料から検出されたということは、少なくとも近隣あるいは周辺地域から獲得されたものではなく、遠隔地から交易等により入手されたものととらえた。ただし、これはあくまでも推察に留まるため、朱の硫黄同位体比分析を用いた産地推定法を用いて、正面ヶ原 A 遺跡出土朱の産地をある一定程度までおさえることにし、さらに他の遺跡との比較を行うことでより鮮明な歴史像を描きたい。

3 研究対象と研究目的

対象遺跡は津南町にある河岸段丘、正面面に立地する正面ヶ原 A 遺跡である（図 1、図 2）。この遺跡周辺には段丘面との間に湧水があり、正面ヶ原 A 遺跡で検出されたパイプ状ベンガラの多くはこの段丘中の湧水から見いだされた。遺跡北側には信濃川があり、物資運搬に有利な立地上にある。この集落は出土土器から縄文時代後期後葉～晩期中葉が主体であるが、本稿では晩期前葉資料を対象とする。正面ヶ原 A 遺跡の晩期の土器の主体をなすのは佐野 I 式（大洞 B C と C 併行）・II 式（大洞 C 2 併行）期であり、佐野 I 式土器は粗製土器が多いとされる。この粗製土器は信州中・下流域に分布するローカルな土器であり、正面ヶ原 A 遺跡は佐野式文化圏内にある。そもそも「佐野式土器」は、長野県小諸市佐野遺跡に出土した土器である。これは、亀ヶ岡系の影響を間接的もしくは直接的にうけつつ、一方で、この「佐野式土



図1 正面ヶ原 A 遺跡の所在地



図2 正面ヶ原 A 遺跡出土土器

とから、信濃川を介した関連性があると推察されている。

本稿での分析対象は、正面ヶ原 A 遺跡出土の縄文時代晩期の朱塗彩土器・朱塗彩土製耳飾である（図2、図3）。青森県八戸市是川中居遺跡出土土器と朱も比較資料としてとりあげる（図3）。

なお、分析に供する前に、サンプリング時に実体顕微鏡下で明確に朱と判断できた計 11 点を選択した。試料採取には使い捨て用の竹串を用いて採取部分を試みた。

4 朱の硫黄同位体比分析の分析原理と方法

分析原理

朱は水銀（HgS）と硫黄（S）の化合物である。このなかの硫黄（S）に含まれる同位体は 4 つ存在する。そのなかで、存在比率の高い ^{32}S と ^{34}S に注目し標準物質であるキャニオン・ディアブロ隕石との比較により $^{34}\delta\text{S}(0/0^\circ)$ で表す。プラスの値にあるのは中国産朱、マイナスの値にあるのは国産朱（列島朱）とし、これまで研究をすすめてきた（河野ほか 2019）。

しかし研究を進めていくなかで、プラスの δ 値のなかに日本の北海道産の朱が該当することが解明し、青森県の縄文遺跡晩期の集落遺跡で北海道産の朱が用いられていたことがわかった（河野ほか 2014）。また、筆者自身の調査のなかで、東京都の縄文晩期集落においても同様の傾向にあると推定している。

分析方法

朱の硫黄同位体比分析には以下の過程により分析を行った。試料採取は筆者が行い、それを奈良県立医科大学の南武志氏を経由し、理化学研究所の高橋和也氏へ送

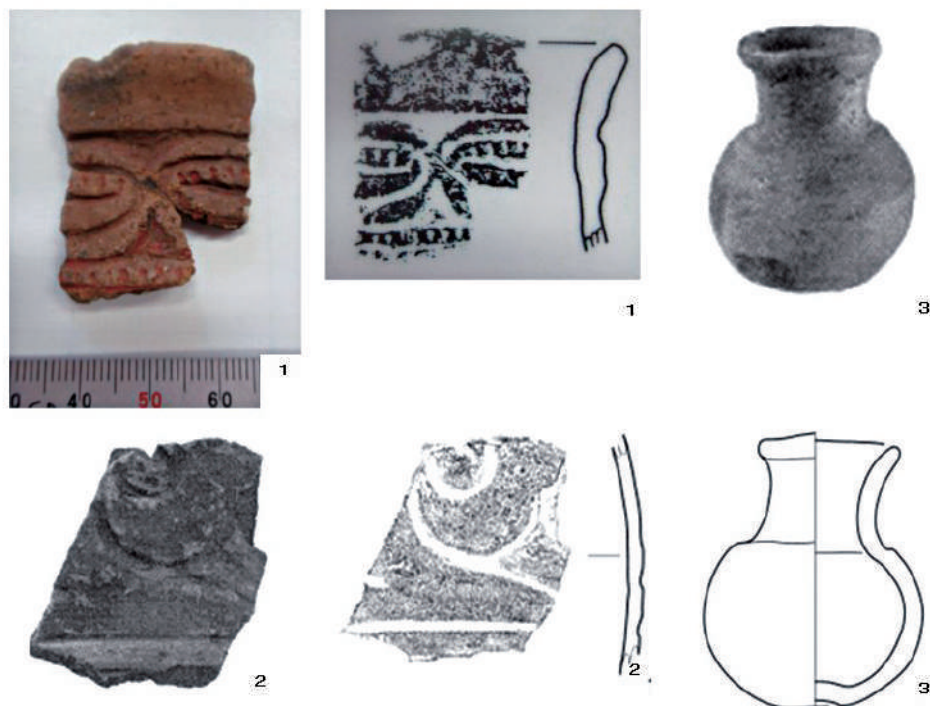


図3 正面ヶ原 A 遺跡出土土器（1）、是川中居遺跡（2・3）の分析試料の一部（縮尺不同）

（是川中居遺跡出土土器は（河野ほか 2014）を引用）

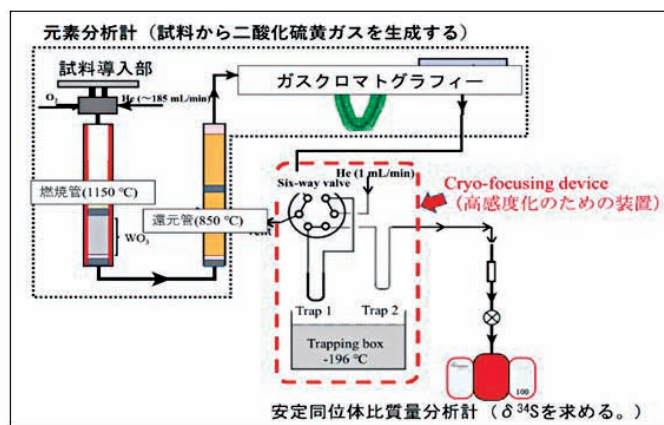
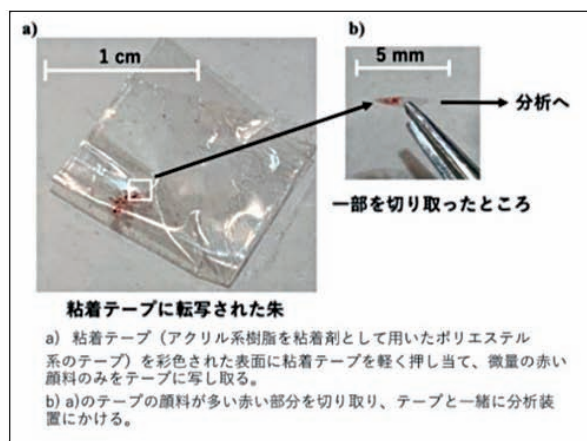


図4 テープで採取した朱と分析機器に挿入する直前の朱（左）、装置の概念図（右）（高橋氏、南氏作成図を引用）

付し、理化学研究所設置の安定同位体質量分析計で分析が行われ、データが得られた。参考資料として図3を示した。

理化学研究所に送られた試料は高橋氏により図4のように安定同位体比分析用質量分析計（IRMS：Isotope Ratio Mass Spectrometer）による導入分析を行った。

すなわち、赤色部を竹串の先で押さえながら硫黄を含まない特殊なテープで赤色部のみを実体顕微鏡下で、ピ

ンポイントで貼り付け採取した。

実体顕微鏡下では、正面ヶ原A遺跡出土の赤色顔料塗彩土器・土製耳飾に塗彩される朱はいずれも胎土上に厚く塗彩され、沈線にも朱の層が厚く認められた。今回の分析には、土器・土製耳飾の選定に際し、胎土の産地に関する情報を除外し採取している。

本稿の研究目的は、佐野文化圏にある正面ヶ原A遺跡の土器等をはじめとした考古資料以外の赤色顔料（朱、

表1 北海道・青森の辰砂鉱山の硫黄同位体比

都道府県	鉱山	硫黄同位体比 (δ ³⁴ S‰)
北海道	生長鉱山	-4.95
北海道	龍昇殿鉱山	-0.79 ± 4.34
北海道	ウツツ鉱山	-7.42 ± 2.12
北海道	常呂鉱山	-1.39 ± 1.90
北海道	北ノ王鉱山	1.99
北海道	卯内原鉱山	-4.18
北海道	イトムカ鉱山	-4.93 ± 1.37
北海道	天塩水銀鉱山	-4.50
北海道	幌加内鉱山	9.47
北海道	ユーヤンベツ鉱山	6.43
北海道	三石鉱山	-1.03
北海道	西舎鉱山	2.87
北海道	様似鉱山	6.36 ± 9.34
北海道	明治鉱山	9.22 ± 10.36
青森	碓ヶ関鉱山	-20.87

着色部は正面ヶ原A遺跡の朱の推定産地

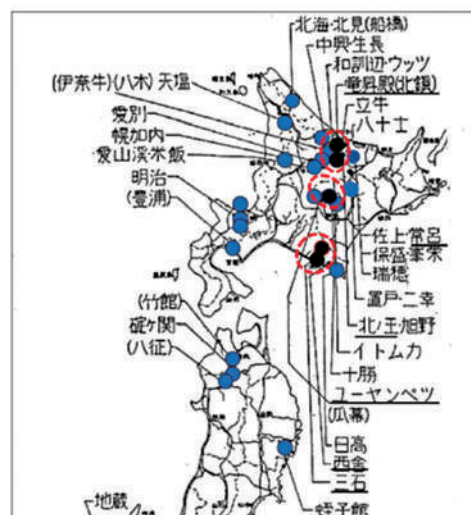


図5 北海道・東北の主な辰砂鉱山分布図

表2 正面ヶ原A遺跡出土朱の硫黄同位体比分析の結果

No.	遺跡名	時期	遺物	試料名	δ ³⁴ S
1	正面ヶ原A遺跡	縄文晩期	土器	SMA (1-6) 朱彩土器 No. 135 O P17	5.61
2	正面ヶ原A遺跡	縄文晩期	土製品（耳飾）	SMA-17-P1 第43（第567図）	1.41
3	正面ヶ原A遺跡	縄文晩期	土製品（耳飾）	SMA-J14-170-P1 第57（第568図）	2.68
4	正面ヶ原A遺跡	縄文晩期	土製品（耳飾）	SMA-N7 第88（第570図）	1.39
5	正面ヶ原A遺跡	縄文晩期	土製品（耳飾）	SMA-N13-18 第116（第571図）	0.90
6	正面ヶ原A遺跡	縄文晩期	土製品（耳飾）	SMA-H6-20 図111（第571図）	1.71
7	正面ヶ原A遺跡	縄文晩期	土器	SMA N9-7-2H 3152（第408図）No. 1	2.30
8	正面ヶ原A遺跡	縄文晩期	土器	SMA H6-2853 692 第232図 No. 2	2.52
9	正面ヶ原A遺跡	縄文晩期	土器	SM-A-7J 未図化土器片（外内面塗彩）No. 3 2023.8.8	0.15
10	正面ヶ原A遺跡	縄文晩期	土器	SMA LS-SK1-1160 5259 第535図 2023.8.8	0.75
11	正面ヶ原A遺跡	縄文晩期	土器	SMA1287 第272図 No. 5 2023.8.8	1.80

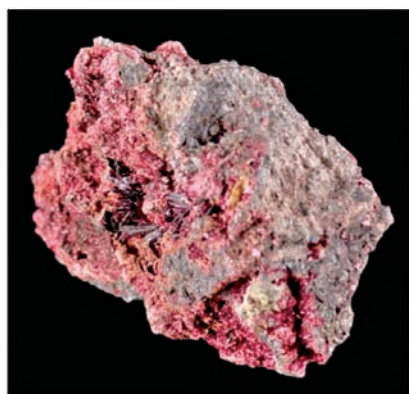
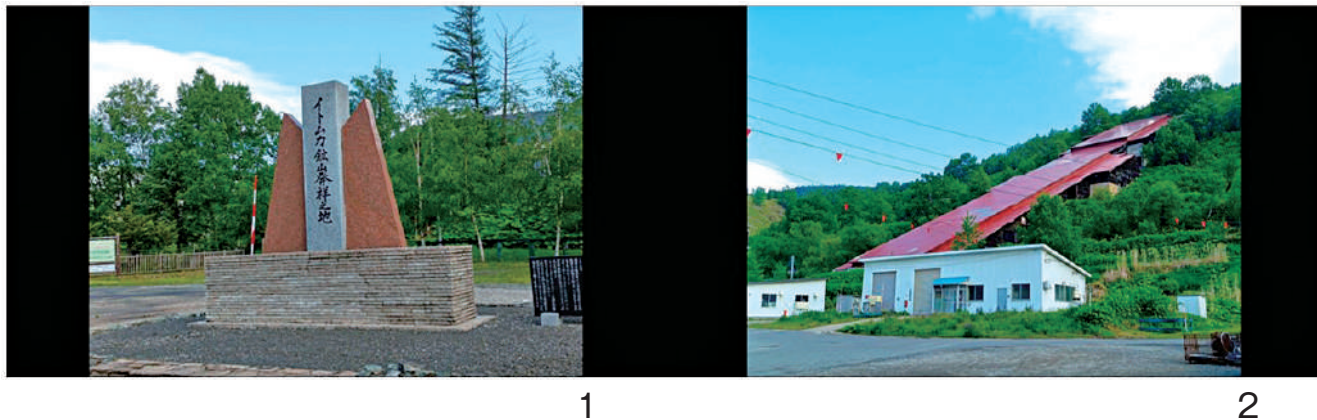


図6 北海道イトムカ鉱山跡（1・2）、北海道産辰砂（3・4・5）、道内出土の北海道産朱の事例（6）

表3 青森県八戸市縄文時代後期晩期の朱の硫黄同位体比分析結果

No.	遺跡名	調査区・グリッド		層位	時期	器種	硫黄同位体比（‰）
1	風張 1 遺跡	—	G23	Ⅲ	+ 腰内 3	鉢	— 1.98
2	風張 1 遺跡	—	E23 F24	I	+ 腰内 3	注口土器	— 3.06
3	風張 1 遺跡	—	F18	Ⅲ	+ 腰内 3	注口土器	— 2.14
4	風張 1 遺跡	—	2W4	Ⅲ	+ 腰内 3	注口土器	— 3.79
5	中居遺跡	H 区	43-F2	I	+ 腰内 5	壺	— 0.38
6	中居遺跡	泉山コレクション			大洞 C2 式	壺	1.78
7	中居遺跡	H 区	43-F2	I	大洞 A-A' 式	浅鉢	— 1.89
8	中居遺跡	H 区	43-D1	I	晩期	鉢	— 1.27

（河野他 2014）を引用改変、着色部の No. 6 は図 3 の No. 3、No. 8 は図 3 の No. 2 を表す

HgS)の産地を推定し、同時に、佐野式土器と間接的もしくは直接的に影響を及ぼしていたとされる亀ヶ岡文化圏にある青森県八戸市の是川中居遺跡出土土器(縄文時代晩期、大洞C2)も比較することで、朱の交易史の一端を見出すこと。そして、朱の硫黄同位体比分析では、朱に含まれる硫黄の同位体比を測定することにより、朱の産地にある。推定し、科学的根拠から考古学的成果を補強することも目的とする。

5 分析結果

表2は北海道・青森の辰砂鉱山の硫黄同位体比である。まず、正面ヶ原A遺跡出土の赤色顔料は朱(HgS)と推定され、朱の硫黄同位体比分析の結果は、表3の結果を得た。表2の分析試料11点はすべてプラスの δ 値にあり、北海道産と推定された。これら朱の多くは北海道道東から道南におよぶ北海道の広範囲に朱の原産地が推定された。

パイプ状ベンガラと朱(辰砂)の産地の観点からみると、パイプ状ベンガラの産出地(生息地)は遺跡からの距離が半径10キロ圏内にあり、豊富な湧水にとともに大量にベンガラ原料が採取できる。一方、朱(辰砂)は近隣あるいは周辺には産地がないにも関わらず、遺跡では多種多様な器種に厚く塗り重ねられている。詳細にみると、中越地域に産出するパイプ状ベンガラには形状と大きさは3種類あり、地理的に生息分布域が異なる。正面ヶ原A遺跡近隣に産出するパイプ状ベンガラは2種類ある。これらのパイプ状ベンガラは縄文時代中期の道尻手遺跡出土土器・土製耳飾では検出されたが正面ヶ原A遺跡からは現時点では見いだされていない。正面ヶ原A遺跡では、それよりも遠方に産出する「大型パイプ状ベンガラ」が土器・土製耳飾から検出された。そして、正面ヶ原A遺跡では「赤」としてベンガラのほかに新たに朱が加わるのが特徴としてあげられる。正面ヶ原A遺跡では、肉眼上、朱とベンガラで色調が異なる。肉眼上、赤色顔料は多少の変色はあろうがほぼ退色しないので、正面ヶ原A遺跡の人々は「赤」を色調別に見分けられ、使い分けをしていた可能性がある。その根拠のひとつとして土製耳飾はベンガラよりも朱が塗彩されている事例が多く、その色調は土器よりも鮮やかである。ただし、このデータ提示と考察は別稿に譲り、ここでは差し控えることとする。今回分析した朱は今後分析点数を増やす必要があり、それによって将来、より鮮明な歴史が描けるにちがいない。

本研究は、新潟県津南町教育委員会の佐藤信之氏と長澤展生氏らのご協力によるところが多い。そのなかで特に、津南町教育委員会の佐藤雅一氏と皇居三の宮尚蔵館の建石 徹氏による長年のご指導によってはじめて成り立つ基盤研究の成果の一部である。ここで改めて謝意を表します。

引用参考文献

- 市毛 勲 1975 『朱の考古学』 雄山閣
- 宇田川滋正・三浦麻衣子・建石 徹・二宮修二 2010 『津南学叢書第13輯 正面ヶ原A遺跡から垣間見る縄文社会－北信濃の縄文後期後葉から晩期前葉－』 新潟県津南町教育委員会 信濃川火焰街道連携協議会
- 伊藤征司郎総編 2008 『顔料の事典』 朝倉書店
- 長田友也 2010 「石製品からみた正面ヶ原A遺跡の精神文化」『津南学叢書第13輯 正面ヶ原A遺跡から垣間見る縄文社会－北信濃の縄文後期後葉から晩期前葉－』 新潟県津南町教育委員会 信濃川火焰街道連携協議会
- 河野摩耶・南 武志・根岸 洋・市川健夫 2014 「是川遺跡・風張遺跡出土の土器付着赤色顔料の成分分析と同位体分析」『八戸市埋蔵文化財センター是川縄文館研究紀要』 第3号 八戸市教育委員会
- 河野摩耶 2024 「苗場山麓の縄文時代における赤色顔料原材料の獲得と交易に関する基礎的研究」『苗場山麓ジオパーク研究集録』 第6号 苗場山麓ジオパーク振興協議会
- 佐藤信之 2010 「正面ヶ原A遺跡と周辺地域の石器の在り方」『津南学叢書第13輯 正面ヶ原A遺跡から垣間見る縄文社会－北信濃の縄文後期後葉から晩期前葉－』 新潟県津南町教育委員会 信濃川火焰街道連携協議会
- 佐藤雅一 2010 「正面ヶ原A遺跡の調査概要」『津南学叢書第13輯 正面ヶ原A遺跡から垣間見る縄文社会－北信濃の縄文後期後葉から晩期前葉－』 新潟県津南町教育委員会 信濃川火焰街道連携協議会
- 佐藤雅一 2010 「正面ヶ原A遺跡の意義」『津南学叢書第13輯 正面ヶ原A遺跡から垣間見る縄文社会－北信濃の縄文後期後葉から晩期前葉－』 新潟県津南町教育委員会 信濃川火焰街道連携協議会
- 津南町教育委員会編 1997 『津南町遺跡発掘調査概要報告書』 津南町教育委員会
- 津南町教育委員会編 1998 『津南町遺跡発掘調査概要報告書』 津南町教育委員会
- 津南町教育委員会編 1999 『津南町遺跡発掘調査概要報告書』 津南町教育委員会
- 津南町教育委員会編 2000 『津南町遺跡発掘調査概要報告書』 津南町教育委員会
- 増田 修・佐藤雅一 2010 「耳飾りと抜歯」『津南学叢書第13輯 正面ヶ原A遺跡から垣間見る縄文社会－北信濃の縄文後期後葉から晩期前葉－』 新潟県津南町教育委員会 信濃川火焰街道連携協議会
- 南 武志・今井 亮・豊 遙秋・富田克敏・比佐陽一郎・岡山真知子・楊 主明・今津節生 2004 「中国貴州省と湖南省辰砂鉱石の硫黄同位体比測定」『考古学と自然科学』 第46号 日本文化財科学会
- 南 武志 2006 「出雲市西谷墳丘墓出土の赤色顔料の分析」『西谷墳墓群』 出雲市教育委員会
- 南 武志 2008 「遺跡出土朱の起源」『地学雑誌』 117号 東京地学協会

- 山ノ内町教育委員会 2006 『佐野遺跡X I』山ノ内町教育委員会
- 渡邊裕之 「正面ヶ原A遺跡からみた縄文時代晩期の土器様相」2010 『津南学叢書第13輯 正面ヶ原A遺跡から垣間見る縄文社会－北信濃の縄文後期後葉から晩期前葉－』新潟県津南町教育委員会 信濃川火焰街道連携協議会
- Takahashi, K., et al. 2020. High-sensitivity sulfur isotopic measurements for Antarctic ice core analyses: Rapid Communications in Mass Spectrometry, vol 32.
- Takeshi Minami, Kousuke Hatanaka, Yuko Mochizuki, Yoichi Nakai, and Kazuya Takahashi 2019. A method of collecting trace amounts of vermilion from artifacts for source estimation by sulfur isotope ($\delta^{34}\text{S}$) analysis: use of sulfur-free adhesive tape to minimize damage to the artifact body during sampling: Journal of Archaeological Science Reports, vol 28..

ユニバーサルツーリズムセンターと連携した 苗場山麓ジオパークにおけるユニバーサル ツーリズム研修と検討課題

山口 弘幸

1. はじめに

筆者は、2021年度に学術研究奨励事業として、苗場山麓地域の観光振興とユニバーサルツーリズムの推進を図ることを目的に、苗場山麓ジオパークを活かした障害者や高齢者に配慮した魅力あるジオツアーコースの企画開発の検討を行った。調査の結果からは、津南町周辺地域を中心に対応可能性のあるジオ拠点のゾーニングとともに宿泊、多目的トイレ、買い物や食事等も踏まえたジオツアーコースのパッケージ化を行い、一部配慮を要する点もあるが、適切な情報提供と無理のないバリアフリー状況の改善、介助者の手配を行えば、現行の各施設の取り組みからも概ねコース設定が可能であることを考察した。さらに2022年度の学術研究奨励事業では障害当事者及びユニバーサルツーリズム専門家との実証研究を行い、それらを踏まえた苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の推進に向けた課題と発展の方向性として、①継続的なコースの点検と見直し、②ユニバーサルツーリズムセンターとの連携強化、③地元福祉関係者との連携協働が重要であることが見出せた。

こうした苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の推進課題を踏まえつつ、さらなる前進を目指していくためには、ジオパークにおける人材育成と基盤整備の取り組みが重要であり、コースを育む内部関係者の意識の醸成や対応力の向上が不可欠である。そのためには障害当事者やユニバーサルツーリズムの専門家の視点も踏まえつつ、コースの更なる検証や人材育成を進めることが必要であると考えた。

そこで本研究では、これまでの調査研究の結果を踏まえて、苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の更なる意識醸成とツアーガイドにおける対応力向上を目的に、ジオガイド及びジオパーク関係者への企画研修を実施し、アンケート調査の中から苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の推進方策について検討を行いたい。

II. 調査の展開と研究方法

これまでの調査研究で明らかにした苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の推進に向けた今後の課題と発展の方向性として、①継続的なコースの点検と見直し、②ユニバーサルツーリズムセンターとの連携強化、③地元福祉関係者との連携協働の3点を挙げている。調査の展開として、その内②ユニバーサルツーリズムセン

ターとの連携強化において、ソフト面の対応充実に向けたガイド研修の企画等を通じて連携体制の構築を課題に位置づけており、ユニバーサルツーリズムセンターのサポーターを講師として招聘し、研修を企画した。さらにこれまでの調査研究の中で検討した「苗場山麓の営みと絶景を辿るコース（案）」について、コースの実現可能性をジオガイドやジオパーク関係者の視点から検証できるように、コース内での実技研修を計画した研究方法として、企画研修を踏まえたアンケート調査を実施した。

アンケート調査については、研修終了後の集合調査にて実施した。調査の対象者は午前・午後の研修に参加したジオガイドやジオパーク関係者、観光協会職員、福祉課職員、ボランティアら15名であり、回収率は100%であった。調査内容はユニバーサルツーリズム研修の意義、車いす利用の方への移動のサポートの可能性、ユニバーサルデザイン・ジオツアーの実施に不安に思うことなどである。倫理的配慮として、個人の回答内容が特定されないよう、統計的处理と匿名性の確保について配慮を行った。それらのアンケート調査の結果を踏まえてユニバーサルツーリズムの実現可能性の検証および課題について検討を行った。

研修企画及び調査の実施日時は2024年11月16日である。（表1）

表1 研修全体のスケジュール（2024.11.16）

午前の部（農と縄文の体験実習館なじょもん）	
○10:30～11:00	山口氏による講話
○11:10～12:10	押見氏、高橋氏、殖栗氏による講話
○12:10～13:00	休憩・昼食
午後の部	
○13:00～13:40	農と縄文の体験実習館なじょもん巡検
○13:40～14:00	移動
○14:00～14:30	川の展望台巡検
○14:30～15:10	移動
○15:10～15:40	石落とし巡検
○15:40～16:00	アンケート実施及びふりかえり

III. ユニバーサルツーリズム研修の実際

2024年11月16日に苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の推進を目的に認定ジオガイド及びジオパーク関係者に対する講義及び実技研修を実施した。

午前は講義ということで、「ジオパークのユニバーサルデザイン化の必要性和苗場山麓ジオパークの期待と可能性」について、研究代表者が講義を行った。ジオパークにおけるユニバーサルデザイン化の必要性や各地の取り組み、これまでの調査結果を踏まえた苗場山麓ジオパークへの期待と可能性や心のバリアフリー認定制度な

どについて報告が行われた。



写真1 山口氏の講義の様子

次に「ユニバーサルツーリズムの意義と可能性～できることから始める、車いす利用の方への旅行支援～」と題して、柏崎ユニバーサルツーリズムセンターの押見氏、よりそう Smile の高橋氏、株式会社ノブサーズの殖栗氏より講義が行われた。押見氏自身の体験を踏まえたユニバーサルツーリズムの意義と必要性、旅をサポートする移動支援器具の紹介、柏崎ユニバーサルツーリズムセンターの実践や今後の新潟県内の取り組みの方向性について報告が行われた。午前の部の参加者は15名であった。



写真2 押見氏の講義の様子



写真3 高橋氏の講義の様子



写真4 殖栗氏の講義の様子

午後からは車いすの実技講習ということで、車いすの操作法について学習し、ジオガイドは乗り手役と介助役のペアに分かれて、交互に交替しながら車いすの移動介助講習を行った。実技講習では、車いす利用者の目線からコースの中でのバリアの状況に実際に触れるとともに、旅の移動をサポートする「JINRIKI」や「AQURO」、次世代型電動車いすの「WHILL」の利便性を体感するとともに、身近なタオルを活用して段差を乗り越える移動介助の方法などを実践した。また「農と縄文の体験実習館なじもん」、「川の展望台」、「石落し」の3か所で



写真5 車いすの操作の説明



写真6 「JINRIKI」の活用

巡検を行った。研修について、午後の部の参加者は15名であった。



写真7 「AQURO」の活用



写真8 「WHILL」の活用

IV. 研修終了後のアンケート調査の結果概要

講義及び実技研修に参加者15名に対して、研修終了後にアンケート調査を実施した。回収率は15名中15名(100%)である。研修の意義に関連する項目として、いずれも「はい」が100%であった。(図1・2)

講義及び実技の研修形態において、障害当事者の視点から学ぶこと、ユニバーサルデザインの視点から実際に課題等を発見するプロセスが高い回答につながったと推測される。

図1 研修の意義①

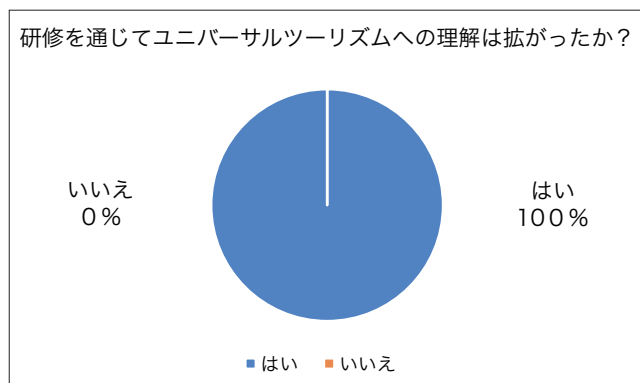
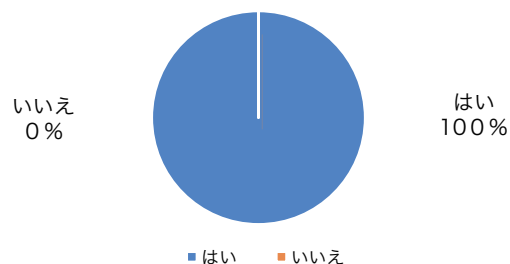


図2 研修の意義②

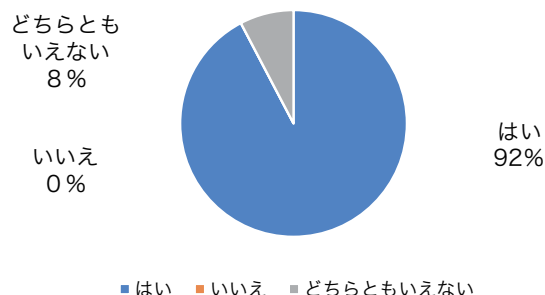
ジオツアーにユニバーサルデザインを取り入れる必要性はあるか？



移動サポートへの意識について、必要に応じた車いす利用の方への移動のサポートは可能かの回答を求めたところ、「はい」が92%、「どちらともいえない」が8%、「いいえ」が0%であった。(図3)「はい」の理由の中には「状況による」、「何名を相手にするかなど状況によると考える」が挙げられている。ガイド時の状況にあわせた対応が求められていることが伺える。

図3 移動サポートへの意識

必要に応じた車いす利用の方への移動のサポートは可能か？



実地研修の施設の中で、ユニバーサルツーリズムに対応するツアーの実施にあたり、各拠点施設で環境整備を行う必要がある点について尋ねたところ、次の通りであった。複数回答があったものは(複数)としてまとめた。

農と縄文の体験実習館なじもんについては、多目的トイレの大人も活用できるユニバーサルシートへの変更について複数の回答が寄せられた。また展示の高さ、車いすが通れるスペースの確保、筆談用具や盲導犬の理解に関する回答があった。

川の展望台については、ウッドデッキの補修、展望台スロープの転落防止の安全対策、分かりやすい川の展望台への案内標識について複数の回答が寄せられた。そして展望台の木道と舗装道路の段差を小さくすることや駐車場の整備について回答が寄せられた。

石落しについては、奥の開けた部分までの舗装の延長、車いすがすれ違える舗装の幅の確保、多目的トイレの設置について複数回答が寄せられた。また入り口の坂道の対応、車いすの方の目線にあわせた看板の設置、小さなベンチなどの回答が寄せられた。

各施設拠点それぞれに環境整備にあたり留意すべき点があることが見出せる。

(表2) ユニバーサルツーリズムに対応するツアーの実施にあたり、環境整備を行う必要がある点

施設名	環境整備を要する主な意見
農と縄文の体験実習館 なじょもん	・展示物の調整。 ・筆談用具が必要。盲導犬の理解も必要と感じた。 ・車いすが通りづらいところの広さの確保。 ・展示をする時車いすの高さ目線を意識する。 ・多目的トイレのベビーシートを大人も使用できるサイズに。(複数)
川の展望台	・ウッドデッキが荒れてきているので補修が必要。(複数) ・舗装道路から木道の間の段差を小さくする。 ・展望台までのスロープで転落防止。(複数) ・駐車場。 ・展望台へ行くまでに標識があると良い。あったが分かりづらい。(複数)
石落とし	・奥の方の展望スペースへアスファルト敷きを。(複数) ・舗装幅が狭く車いすのすれ違いが不便。(複数) ・入口の急坂の対応。 ・お手洗いが欲しかった。(複数) ・看板が車いすの高さで設置すると分かりやすいと思った。 ・トイレは無理でも少し休める小さなベンチ。景観を損ねない程度に。

ユニバーサルツーリズムに対応したツアーを実施する上で不安に思うこと、心配な点について尋ねたところ、回答された意見を分析する中で次の3つのカテゴリーに分類できた。(表3)

まず①環境面の整備の推進として、車いすの装備の充実、今後のユニバーサルデザインの整備とジオサイトの増加の必要性などが挙げられている。

次に②学習機会の確保の必要性として、意識の向上、十分な研修の必要性などが挙げられている。

そして③課題への対応として、受け入れ側、利用者側のコスト面、調査や広報に充てるマンパワーの不足が挙げられている。

環境面の整備、学習機会の確保の必要性、課題への対応がユニバーサルツーリズムに対応するツアーを実施する上での課題であることが推測される。

表3) ユニバーサルツーリズムに対応するツアーを実施する上で不安に思うこと、心配な点

カテゴリー名	主な意見
環境面の整備の推進	・車いすの装備の充実に図ってほしい。 ・今後もユニバーサルデザインの整備とジオサイトを増やす必要があると感じた。 ・宿泊・飲食の選択肢
学習機会の確保の必要性	・意識の向上をいかに図るかが大事である。 ・十分な研修が必要(緊急時も含め) ・観光庁の話など勉強になった。
課題への対応	・受入側、利用者側どちらにとってもコスト面。 ・調査や広報にさくマンパワーがないのが悩み。だが多くの方に体感してもらいたい。

V. 苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の推進方策の検討

苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の更なる意識醸成とツアーガイドにおける対応力向上を目的に、ジオガイド及びジオパーク関係者を中心とした企画研修を実施し、アンケート調査を行った。それらを踏まえて苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の推進方策について述べたい。

ユニバーサルツーリズムセンターと連携した認定ジオ

ガイドやジオパーク関係者を中心とした企画研修を行う中で、参加者は少人数であったが、アンケート調査の結果からは、満足度の高いものとなった。アンケート調査によるジオガイドの意見として、各施設のハード面・ソフト面の両面から見た課題の認識とともに今後の推進に向けて、福祉行政や観光協会の方々の研修への参加がみられ、積極的かつ前向きな意見が寄せられた。総じてコースを育む内部関係者の意識の醸成とともに対応力向上に向けた意識づけにつながったことが推測される。

また研修の様子は、地元紙である新潟日報や妻有新聞に掲載され、苗場山麓ジオパークの普及とユニバーサルツーリズムの啓発にもつなげることができた。新聞記事については文末資料として参照されたい。

苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の推進に向けた課題と発展の方向性として、①ニーズを踏まえた環境整備の推進、②継続した研修機会の確保、③今後の推進に向けた課題への対応の3点が考えられる。

①ニーズを踏まえた環境整備の推進として、車いすの装備の充実、ユニバーサルツーリズムに対応するジオサイトの整備、宿泊や飲食を含めた選択肢の検討が課題として挙げられている。これらの対応について、ユニバーサルツーリズムセンターとの連携の中で対応を進めていくことが重要である。特にユニバーサルツーリズムセンターによる施設面のハード整備や旅行支援器具の導入等の助言、食事や宿泊処のバリアフリー調査を踏まえて体制整備を進めていくことは、その後の相談対応やプロモーションのための情報把握や介助付き旅行の展開にも結びつくメリットは大きい。観光協会やDMO等で検討部会を設置することから始めていくことが重要である。

②継続した研修機会の確保については、意識の向上や緊急時の対応を含めた十分な研修の機会の確保が求められている。モデルコースを活用しながらガイドと接遇のあり方についての継続的な学びと様々な障害等の理解を通じた意識や対応力の向上を図ることが必要である。本研修に関わったユニバーサルツーリズムセンターにおいては、地域の中で「観光施設による心のバリアフリー認定制度に関する研修」を担っており、継続した研修機会の確保において、更なる連携を図っていくことが重要である。

③今後の推進に向けた課題への対応については、受け入れ側、利用者側のコスト面の検討や調査や広報に充てるマンパワーの不足が課題として挙げられている。本研修の中では様々なバリアへの対応を考える上で、ハード面の物理的環境の改善以外にも「JINRIKI」等の支援器具の活用や人的サポートによる対応からアプローチの可能性を示したが、これらを組み合わせた検討を進めていくことが受け入れ側のコスト面の対応を考える上でも重要である。利用者側のコスト面の対応については、個人

旅行としての訪問では、法定外サービスとしてコスト軽減は難しい面があるが、通所型のサービスによるレクリエーション活動等であれば、職員同行の下での日中活動支援の一環として対応を考慮することができる。

波名城(2022)は、地域の福祉事業者に対するアンケート調査を行う中で、高齢者や障害者等が訪れやすいジオパークの構築として、①高齢者や障害者層を意識した広報パンフレットの作成、②多様なニーズに対応する教材の作成と提供、③ジオパーク専門部会等への福祉事業所の参画について指摘しているが、①と②の対応状況について、情報が事前にわかると地域の福祉事業者が訪問に向けた検討と準備ができるため、モデルツアーコースのパンフレット制作や、1泊2日で楽しむ苗場山麓ジオパークの動画の作成など観光協会等と連携して取り組みを進めていくことが重要である。

おわりに

本稿では、これまでの学術研究の結果を踏まえつつ、苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の更なる意識醸成とツアーガイドにおける対応力向上を目的に、ジオガイド及びジオパーク関係者を中心とした企画研修を実施し、アンケート調査を行った。

苗場山麓ジオパークのユニバーサルデザイン化の推進に向けた今後の課題と発展の方向性として、ニーズを踏まえた環境整備の推進、継続した研修機会の確保、今後の推進に向けた課題への対応について見出すことができた。これらの検討課題をジオパーク内の問題に留めるのではなく、観光行政、観光事業者、ユニバーサルツーリズムツアーセンター等との連携や支援の中で、できることから対処をはじめていくことが重要であり、観光協会を柱としたユニバーサルツーリズムセンターとの連絡相談や連携推進により、今後のユニバーサルツーリズムの受け入れ態勢の整備に向けた相談対応のスキームの確立が重要な課題であると考えている。

津南町総合振興計画基本構想・前期基本計画の「つなぐ型ツーリズム」の推進において、様々な関係者を巻き込み、観光資源を観光の物語として連携させることやユニバーサルツーリズム等の新たな旅行の考え方を踏まえて、自然・文化・産業等の地域資源を生かした魅力ある旅行商品の開発を進めることが目指すべき方向性として明示されている。

様々な機関との連携協議を通して、誰もが苗場山麓ジオパークを安心して楽しめる環境づくりに結びついていくことを祈念したい。

謝辞

本研究は、令和6年度苗場山麓ジオパーク学術研究奨励事業助成金及び令和6年度鎮西学院大学地域総合研究所共同研究費の助成を受けて実施したものである。本調査に快くご協力頂きましたよう Smile 高橋様、柏崎ユニバーサルツーリズムセンター押見様、株式会社ノブサーズの殖栗様に心より感謝申し上げます。そして企画運営から会場の手配等大変お世話になりました農と縄文の体験実習館なじょもん様にも厚く御礼申し上げたい。また本調査の推進にあたり、貴重なご意見を頂いた研修参加者の皆様にも心より感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 秋山哲夫・大西康弘・佐藤貴行 2013「観光困難階層にとってのユニバーサルツーリズム」『観光科学研究』第6巻 111-125 項 首都大学東京 大学院都市環境科学研究科 観光科学域
- 2) 肖鋌 2016「日本のジオパークにおけるジオツーリズムの現状と課題：苗場山麓ジオパークを事例に」『北海道大学大学院文学研究科研究論集』(16) 231-243 項 北海道大学文学研究科
- 3) 竹内敏彦 2019「ユニバーサルツーリズム促進に向けた考察
—旅行者の意識改革とその実践—」『日本国際観光学会論文集』第26号 23-31 項 日本国際観光学会
- 4) 妻有新聞 2022年12月10日「誰でも行きたい場所に行っていていい」ユニバーサルツーリズム」第2866号6
- 5) 妻有新聞 2024年11月30日「誰でも楽しめる環境づくりを」ユニバーサルデザイン研修会」第2866号6
- 6) 苗場山麓ジオパーク振興協議会 2024「苗場山麓ジオパーク振興協議会だより」Vol.70
- 7) 新潟県津南町 2021「第2節つなん型ツーリズムの推進」『津南町総合振興計画基本構想・前期基本計画令和3年度～令和12年度』114 - 116 項 津南町総務課
- 8) 新潟日報 2024年11月19日「『誰もが楽しめるへー丸』車いす 移動や介助体験 津南でガイドら研修」第29374号
- 9) 波名城翔 2022「栗駒山麓ジオパークにおける地域福祉事業者の利用に関する研究」『人間科学』42号 39-69 琉球大学
- 10) 深見聡 2010「ジオパークとジオツーリズムの成立に関する一考察」『地域総合研究』38(1) 63-72 項 鹿兒島国際大学
- 11) 山口弘幸・開浩一 2022「島原半島ユネスコ世界ジオパークにおけるジオガイドへのユニバーサルツーリズム研修と検討課題」『長崎ウエスレヤン大学地域総合研究所研究紀要』20(1) 105-114 項 長崎ウエスレヤン大学地域総合研究所
- 12) 山口弘幸 2022「苗場山麓ジオパークにおけるユニバーサルデザイン・ジオツアーの企画開発の検討」『苗場山

麓ジオパーク研究集録』第4号 38 - 46 項 苗場山麓ジオパーク振興協議会

- 13) 山口弘幸 2023「ユニバーサルツーリズムセンターと連携したユニバーサルデザイン・ジオツアーの実証研究」『苗場山麓ジオパーク研究集録』第5号 40 - 47 項 苗場山麓ジオパーク振興協議会

妻有新聞

<https://www.t-shinbun.net>

毎週土曜日発行

月額購読料14

「誰でも楽しめる環境作りを」

ユニバーサルデザイン研修会

鎮西学院大
山口弘幸教授

年齢や性別、障がいの有無などに関係なく「誰でも行きたいところに行ける環境」を作る意識醸成を図るユニバーサルデザイン。長崎・諫早市の鎮西学院大・山口弘幸教授（46）は、2021、2022、さらに今年「苗場山麓ジオパーク学術研究奨励事業助成金」を受け、ユニバーサルデザイン実現に向けた環境整備提言や情報発信、さらに人材育成を検討している。その一環で今月16日に津南町なじもんで行ったジオガイド研修会でユニバーサルデザインとは何かを講義。さらに同館芝生広場や川の展望台、見玉公園など参加者が車いすに乗り散策するなど実体験。「普段と目



車いすに乗り目線や段差など体験しユニバーサルデザインを検討（16日、川の展望台で）

線が全然違う」と驚いていた。ユニバーサルデザインとは障害の有無、年齢、性別、人種などにかかわらず多様な人々が利用しやすいよう環境をデザインするもの。高齢者や体

に不自由な方に対応できる福祉環境整備と観光を組み合わせたユニバーサルツーリズムは、国土交通省推計では潜在的市場規模は現状より年約1200万人拡大できる見通しを示す。同研修会では県内で先駆的に取り組んでいる柏崎ユニバーサルツーリズムセンターや南魚沼市よりそうSmileの関係者が講師となり、ジオガイドに「誰でも楽しめる環境づくり」の一端をアドバイスした。

山口教授は地質研究に興味があり、全国各所のGPを巡るなかで苗場山麓を知る。現在は国内GP9カ所のユニバーサルデザイン化を調査研究。福祉と観光を組み合わせたツアー策定、心のバリアフリー化、さらに今年4月施行の障害者差別解消法で共生社会をめざし民間事業者に義務付けられた「合理的配慮の提供義務」に対応した観光地づくりなど研究する。

苗場山麓では2016年に見玉公園に車いす利用者が園内移動できるよう一部アスファルト道を整備し、さらに車いす専用駐車場2台分を用意するなどハード面整備を行っている。山口教授は「小さい自治体であり、福祉・観光など行政職員の横の連携が取れている。ただ整備したものを、どう発信していくか。障がいを持つ方などは、安心して行ける場所や食事できる店の情報を探している。その方たちに情報を届ける必要がある」と情報発信の必要性を指摘する。

2021年にユニバーサルデザインを前提にした観光ツアーコース案策定、翌22年はそのツアーを実証。今年24年は実証を通し浮かび上がった課題を踏まえ人材育成の一環で研修会を開いた。山口教授は「日本GPの再認定審査では、障がい者用ツアーがあるか、インフォメーションセンターで障がいがある方のサポートはあるかなど審査項目になっている。苗場山麓ユニバーサルデザイン化の進展に期待している」と話している。

苗場山麓の積雪に現れる雪氷生物の

活動期間とその要因の解明

－苗場山山頂台地に現れる赤雪現象を形成する雪氷藻類の多様性－

阿部 稜平, 竹内 望

1. はじめに

近年、日本国内および世界各地の山岳域における積雪や氷河といった雪氷環境には、様々な生物が生息することが明らかになっている。積雪や氷河といった寒冷で貧栄養な環境では、雪氷藻類などの光合成微生物、ワムシやクマムシ、トビムシ、セッケイカワゲラといった無脊椎動物、バクテリアなどによる独自の生態系が形成されている。

雪氷藻類とは、氷河や雪渓の雪氷表面で繁殖する光合成微生物である。光合成微生物とは、光合成によってエネルギーを生産する独立栄養生物の総称で、代表的な光合成微生物には、光合成細菌や藻類などが挙げられる。藻類は、主に水中や湿地に生育する植物の一種で、土壌、岩や樹皮、温泉、雪氷などさまざまな場所にも生息している。中でも雪氷藻類は、雪や氷の上で繁殖する特殊な藻類である。雪氷藻類は、貧栄養な雪氷環境において有機物を生産する独立栄養生物として、他の従属栄養生物の生命活動を支配している。このようにして、雪氷藻類は、氷河生態系の中で一次生産者としての役割を果たしている¹⁾。

雪氷藻類が雪の表面で繁殖することによって雪が着色する現象を、彩雪現象という。雪氷藻類の細胞内には多様な色素が含まれるため、藻類が繁殖した積雪表面は、緑色や赤色を示す。緑色や赤色に色づいた積雪は、それぞれ緑雪や赤雪と呼ばれる。

緑雪や赤雪といった彩雪現象の色の違いをもたらし原因の一つは、積雪中で繁殖する雪氷藻類の細胞中に含まれる色素の違いである。雪氷藻類の細胞内に含まれる色素は、主にクロロフィルとカロテノイドである。クロロフィル *a* やクロロフィル *b* といった緑色系の光合成色素は、雪氷藻類の細胞中に一般に含まれ、光合成のための光エネルギーの吸収の役割を担っている。クロロフィル *a* は、光合成の反応中心であり、クロロフィル *b* は、光エネルギーを捕集するアンテナの役割を果たす。このようなクロロフィル類の色素は、青色光 (430–450 nm) と赤色光 (630–690 nm) を強く吸収し、残った緑色光を散乱・反射させることで緑色を発色する。また、赤雪を引き起こす雪氷藻類は、アスタキサンチンなどのカロテノイド類の色素を多量に含んでいることが多い。カロテノイド類の色素は主に、青色光を強く吸収することで黄色から赤色を発色する。雪氷藻類がこのような赤色のカロテノイド類の色素を持つ理由は、雪氷上などの強光

環境において細胞が光阻害を受けるのを防ぐためであると考えられている²⁾。

彩雪に含まれる色素構成が異なる要因の一つは、雪氷藻類の種の違いによるものである。例えば、緑雪と赤雪を形成する藻類の種はそれぞれ異なることが報告されている。例えば、スバル諸島での赤雪は、*Chloromonas nivalis* が48%と優占し、他に *Chloromonas* 属の5種の藻類などによって構成される一方、緑雪は *Microglена* 属の藻類が99%を占め、単一の藻類によって構成されることがわかっている³⁾。また、北海道旭岳の赤雪では、*Chloromonas platystigma* が約50%、次で *Chlamydomonas nivalis* が約25%、その他に *Chloromonas* 属の3種の藻類などによって構成される一方、緑雪では *Chloromonas polyptera* が99%を占め、単一の藻類によって構成されることがわかっている⁴⁾。また、赤雪の間でも、採取時期や地点によって、構成藻類の種はそれぞれ異なり、赤色の色味や濃さが異なることが報告されている。富山県立山の赤雪では、それぞれ *Sanguina nivaloides* が優占するタイプ、*Chloromonas* 属の藻類が優占するタイプ、*Chlainomonas* 属の藻類が優占するタイプなど、種の多様性があることがわかっている⁵⁾。このように、彩雪中に含まれる雪氷藻類の種構成は、緑雪や赤雪といった彩雪の色の決定とも関連している。

一般に、赤雪を構成する藻類種として代表的なものは *Sanguina* 属と *Chloromonas* 属に分類される種である。*Sanguina* 属藻類による赤雪は、2次カロテノイド類の色素を大量にもつことから濃い赤色を示すことが多いのに対し、*Chloromonas* 属藻類による赤雪は、1次カロテノイド類の色素も比較的多く含むことから橙色や桃色みがかった赤色を示すことが多い。雪氷生物の活動期間とその要因を理解するためには、一次生産者である雪氷藻類種の繁殖の変化を指標として用いることができる可能性がある。しかしながら、このような種構成の異なる赤雪の分布やその分布を決定する要因は、ほとんどわかっていない。そこで本研究では、種構成の異なる赤雪の分布についての報告がまだない苗場山山頂付近の残雪で調査を行い、赤雪に含まれる雪氷藻類の種構成を明らかにすることを目的とした。

2. 調査地

本研究調査地は、苗場山山頂の苗場山自然体験交流センター（苗場山頂ヒュッテ）の南側の残雪（標高2140 m）である。苗場山自然体験交流センター（苗場山頂ヒュッテ）は、苗場山の山頂に位置する自然体験拠点施設および山小屋施設である。苗場山自然体験交流センター（苗場山頂ヒュッテ）からは高層湿原が一望できることから、本研究調査時も、多くの観光客が往来する様子がみられた。

苗場山自然体験交流センター（苗場山頂ヒュッテ）の周囲は、東側と西側はオオシラビソ群集、北側はコケモモ—ハイマツ群集で覆われている。試料採取を行った南東側は、イワイチョウ—ショウジョウスゲ群集が分布する、僅かに南東側に傾斜する地形で、上空は開けていた。

調査は、融雪期の2024年6月7日から8日にかけて実施した。調査時は、六合目付近から、一部の日当たりの悪い斜面で残雪がみられ始め、九合日以降は大規模に残雪がみられた。試料採取は、苗場山自然体験交流センター（苗場山頂ヒュッテ）の南東側の30 m × 50 m四方の同一の残雪パッチ上で全て行った。7日は、15時頃から18時頃にかけて赤雪の反射スペクトルの測定とサンプル採取を行った。天候は曇りで、日没が近づき周囲が暗くなり次第調査を終了した。8日は、天候は晴れで、日出から正午にかけて赤雪の反射スペクトルの測定とサンプル採取を行った。

3. 研究方法

(1) 赤雪の反射スペクトルの測定

目視で認識することのできない彩雪の色の違いを明らかにするため、積雪表面の太陽光の反射スペクトルを、携帯型分光放射計（MS-720, 英弘精機, Japan）を用いて、可視光から近赤外域を含む波長350 nmから1050 nmまで1 nmごとの連続測定を行うことで求めた。分光放射計は、開口角を25°に設定し、測定対象表面から20 cmの高さの位置に三脚で固定し、測定対象に機器や測定者の影が入り込まないように留意した。標準白板は、50 cm程度の一脚の先端に取り付け、対象表面の直上に標準白板が位置するように差し伸ばし、白板上に測定者の影が入り込まないように留意した。測定は、対象表面と標準白板の順に行い、これを3セット繰り返し測定した。標準白板の測定値の平均を入射照度、対象表面の測定値の平均を反射照度として、波長350 nmから1050 nm各波長の入射照度に対する反射照度の比をそれぞれ求め、3セットの平均をとることで積雪表面の反射スペクトルを求めた。測定表面は、肉眼で赤色と判断した積雪表面14か所である。木の枝や樹木片が大量に堆積していた積雪表面は、測定前にスクレーパーを用いて積雪最表面数mm程度を削り取り、これらの除去を行なった。

(2) 積雪表面サンプルの採取

反射スペクトルの測定を行った14か所について、各分析で用いる積雪表面サンプルの採取を行った。1か所につき、各分析の用途に分け、3つの15 mL遠沈管（Violamo Centrifuge Tube II, 15 mL, AS ONE, Japan）に採取した。反射スペクトル測定積雪表面の12 cm × 12 cm、深さ1 cm程度を、共洗いした金属製のハンドスコップとスクレーパーを用いて採取し、スクレーパー上で混合した後、3つの遠沈管へそれぞれ封入

した。採取したサンプルは、下山までは積雪中へ埋没させ低温環境を保持し、下山後は冷凍便（−15℃）で実験室へ輸送した。分析処理までは冷凍庫内（−20℃）で保管した。

(3) 雪氷藻類細胞の顕微鏡観察と細胞濃度の算出

採取したサンプルに含まれる雪氷藻類細胞の形態と、濃度を求めるため、光学顕微鏡を用いた観察と計数を行った。採取後、冷凍保管していたサンプルは、室温（25℃）下の暗室で4-5時間程度静置し融解させた。融解したサンプルは攪拌後、メンブレンフィルター（Hydrophilic PTFE membrane, 直径13 mm, 孔径0.45 μm, Merck Millipore, USA）を取り付けたフィルターホルダー（Swinnex Filter Holder, 13 mm, Merck Millipore, USA）へと注入し、ろ過を行った。注入量は、各サンプルの細胞濃度に応じて10-50 μLの範囲で調節した。ろ過したフィルターはスライドガラスに乗せ、プレパラートを作成し、透過型光学顕微鏡（BX51, Olympus, Japan）を用いて、雪氷藻類細胞を色と形態の特徴ごとに分けて分類し、細胞数の計数を行なった。細胞の計数は、フィルター全面に対して行い、一つのサンプルに対して上記の手順で3枚のプレパラートを作成し、3回の計数を行った。これら3回の平均値を求め、各フィルター注入量で割ることで、融解水中の細胞濃度（cells mL⁻¹）を算出した。

(4) 雪氷藻類細胞の大きさの測定

採取したサンプルに含まれる雪氷藻類の形態から種を推定するために、雪氷藻類細胞の大きさの測定を行った。雪氷藻類細胞数の計数と同時に、光学顕微鏡（BX51, Olympus, Japan）と三眼鏡筒に据付のデジタルカメラ（DP27, Olympus, Japan）で雪氷藻類細胞を撮影した画像データをもとに、藻類球形細胞の直径を測定した。使用倍率は接眼10倍、対物40倍で、無作為に撮影した各50細胞について、画像処理ソフトウェア（Image J 1.53t, National Institutes of Health, USA）を用いて解析を行い、それらの平均直径を求めた。球形細胞は直径、楕円形および四角形細胞は、長径と短径を測定した。

(5) 抽出色素のHPLC分析

採取したサンプルに含まれる雪氷藻類の持つ色素の構成を分析するため、HPLC（高速液体クロマトグラフィ）を用いた抽出色素の分離、定量を行った。採取後、冷凍保管していたサンプルは、冷蔵庫（5℃）で24時間程度静置し融解させた。融解後、サンプルは、ガラス繊維ろ紙（Whatman Glass Microfiber Filters, GF/F, 直径25 mm, Cytiva, USA）で吸引ろ過を行った。吸引ろ過後のろ紙を3 mLのDMF（N,N-ジメチルホルムアミド、濃度99.5%）を分注したポリプロピレン製

チューブに入れ、冷凍庫内で24時間静置し、色素を抽出した。HPLC分析は、送液ユニット（LC-20AD, 島津製作所, Japan）、デガッサー（OGU-20A5R, 島津製作所, Japan）、カラムオープン（CTO-20AC, 島津製作所, Japan）、フォトダイオードアレイ検出器（SPD-M30A, 測定範囲190–700 nm, 島津製作所, Japan）、蛍光検出器（RF-20Axs, 島津製作所, Japan）、オートサンプラー（SIL-20AC, 島津製作所, Japan）およびシステムコントローラ（CBM-20A, 島津製作所, Japan）で構成された装置を用い、逆相カラム（LUNA-C8(2), 3 μ m, 150 $\times$ 4.6 mm, Phenomenex, USA）を用いたグラジエント分析法による測定を行った。定量対象は、雪氷藻類の主要色素であるクロロフィル3種、カロテノイド9種である。分析色素の内訳は、クロロフィルa、クロロフィルb、ルテイン、 β -カロテン、アスタキサンチン（フリー体、モノエステル体およびジエステル体）、ピオラキサンチン、アンテラキサンチン、ゼアキサンチン、カンタキサンチン、ネオキサンチン、フェオフィチンaである。

4. 結果と考察

(1) 観察された彩雪現象

2024年6月7日、8日の調査時は、苗場山の小赤沢三合目から六合目付近までは残雪はみられず、六合目以降は一部の日当たりの悪い斜面で残雪がみられ始めた。九合目以降は大規模に残雪がみられ、部分的に赤色の彩雪現象が観察された。大規模な赤色の彩雪現象が観察されたのは、頂上付近のみであった。調査の結果、苗場山山頂付近では、苗場山自然体験交流センター（苗場山頂ヒュッテ）の南東側の30 m $\times$ 50 m四方の同一の残雪一帯上で、赤色の彩雪現象を観察することができた。この周囲は、約700 haの高層湿原が広がっており、樹木などの上空を遮る遮蔽物は存在しなかった。赤雪は残雪上に不規則に分布していたが、一つ一つの赤雪は約10 cmから30 cm程度の円形状で、濃淡を持ちながらパッチ状に存在するものが最も多かった。色は、赤色が主であるが、やや茶色みがかった暗色の赤色から、比較的鮮やかで茜色に近い赤色までが存在した（図1）。

前年度までの調査で、苗場山の小赤沢三合目付近（標高約1300 m）では、毎年緑雪が現れることがわかっているが、今回調査を行った苗場山山頂や、登山途中で残雪を観察した九合目付近では、緑雪は見られなかった。苗場山山頂の彩雪現象が主に赤雪であったのは、雪面への日射を遮る樹木のない高山帯であるためと考えられる。高山帯である苗場山山頂台地は、一部にオオシラビソがわずかに生えているが、調査地付近は背の低いイワイチョウやショウジョウソグが部分的に生えているのみで、積雪面を覆う樹木は存在していなかった。高標高の環境は、大気による散乱を受けにくいいため紫外線強度は強くなる。加えて樹木が少ない環境では、積雪表面は太

陽からの直達光を大量に受け取ることとなる。そのためこの場所で繁殖する雪氷藻類は、自らの細胞を保護するために赤色の色素を大量にもつことで、鮮やかな赤雪のみが観察され、緑雪がみられなかったものと考えられる。また、赤色にも、茶色みがかった赤色や茜色のような鮮やかな赤色などの色の僅かな違いが見られたことは、色素構成の異なる、複数種の藻類が異なる構成で積雪中に含まれていたためと考えられる。

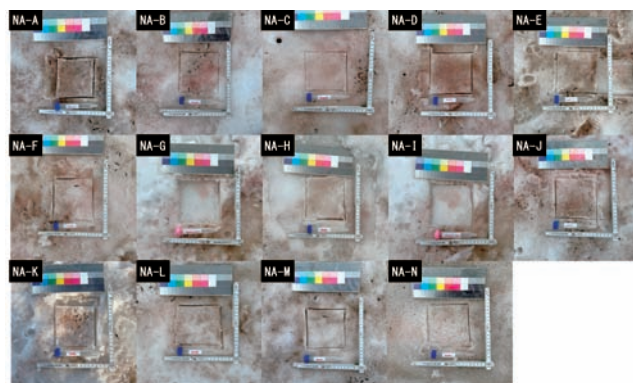


図1 苗場山山頂で観察された赤雪

(2) 測定した積雪表面の反射スペクトル

苗場山で測定した合計14か所の赤雪の可視域太陽光反射スペクトルは、いずれも彩雪現象に特徴的なスペクトル形状を示した。赤雪の表面反射スペクトルは、長波長側と短波長側に2つの反射率の低下域が見られた。短波長側では、380 nm付近から550 nm付近にかけて、広い波長域で反射率の低下域が見られた。長波長側では、650 nm付近から700 nm付近にかけて、局所的に反射率の低下域が見られた。この結果、赤雪の表面反射スペクトルは、450 nm付近で極小値をとり、550 nm付近から急激に反射率が上昇し、600 nm付近で極大値をとった。さらに、650 nm付近からふたたび緩やかに反射率は低下し、675 nm付近で極小値をとり、その後700 nm付近にかけて反射率は急激に上昇した。以降は、極大をとり、近赤外域にかけて微減していくというスペクトル形状を示した。

一方で、短波長側450 nm付近の反射率低下域のスペクトルには、測定した赤雪によって曲線に違いがみられた。14か所の測定結果のうち、4か所では530 nm付近から急激に反射率が上昇するのに対し、10か所では、550 nm付近から急激に反射率が上昇した。

以上の結果、苗場山山頂で観察された赤雪は、緑色光に対応する530–550 nm付近の光の反射スペクトルが異なる二つのタイプの赤雪が存在することが明らかになった。

(3) 採取したサンプルに含まれる雪氷藻類の細胞形態

計14か所の赤雪のサンプルを光学顕微鏡で観察した結果、色や形態の異なる雪氷藻類細胞がそれぞれ含まれていた。観察された雪氷藻類細胞は、色と形態から

(1) 赤色球形細胞, (2) 緑色球形細胞, (3) 緑色楕円形細胞, (4) 緑色四角形細胞, (5) 橙色ラグビーボール形細胞, (6) 橙色楕円形細胞の6種類に分類した(図2). (1) 赤色球形細胞は, 直径 $18\ \mu\text{m}$ 程度で細胞内全体が濃赤色の色素で満たされた球形細胞であった. 一部の赤色球形細胞は, 細胞の中心部に存在する緑色の葉緑体が透けて見えるものもみられた. (2) 緑色球形細胞は, 直径 $12\ \mu\text{m}$ 程度で, 緑色の球形細胞である. 緑色球形細胞は, 中心部に濃い緑色の葉緑体を持ち, その他の部分は薄い緑色を示していた. (3) 緑色楕円形細胞は, 長径 $19\ \mu\text{m}$, 短径 $11\ \mu\text{m}$ 程度で, 細胞内全体が緑色の色素で満たされた楕円形の細胞であった. (4) 緑色四角形細胞は, 長辺 $19\ \mu\text{m}$, 短辺 $11\ \mu\text{m}$ 程度で細胞内全体が緑色の色素で満たされ, 緑色楕円形細胞と酷似していたが, 細胞の四つ角が突出した特徴を持つ細胞であった. (5) 橙色ラグビーボール形細胞は, 長径 $47\ \mu\text{m}$, 短径 $25\ \mu\text{m}$ 程度で, 細胞内は橙色と緑色の色素で満たされ, 細胞両端が急峻な紡錘形の細胞であった. (6) 橙色楕円形細胞は, 長径 $25\ \mu\text{m}$, 短径 $21\ \mu\text{m}$ 程度でわずかに短径に比べ長径が長く, 球に酷似した楕円形細胞であった. 細胞内全体は橙色の色素で満たされていたが, 一部では, 細胞の中心部に存在する緑色の葉緑体が透けて見えるものもみられた.

細胞の形態から, (1) タイプの雪氷藻類細胞は, 赤雪に典型的な *Sanguina* 属の藻類, (2), (3), (5), (6) タイプの雪氷藻類細胞は, *Chloromonas* 属の藻類と考えられる. また, (4) タイプの雪氷藻類細胞は, *Oocystis* 属の藻類であると考えられる. *Sanguina* 属の藻類は, 前年度までの調査で, 苗場山の小赤沢三合目付近(標高約 1300 m) で採取したサンプル中からは観察されなかった. 彩雪の藻類群集が複数種で構成されていることは, 富山県立山での先行研究の結果と類似していた. 特に, (5) 橙色ラグビーボール形細胞を含む赤雪は, 富山県立山で2014年から2015年の融雪期の月別に計5回, 7地点で採取したサンプルのうち, 2015年の7月に採取したサンプルに限って見られる⁶⁾のものであり, 比較的珍しいタイプの赤雪であるが, 今回苗場山山頂で採取した14サン

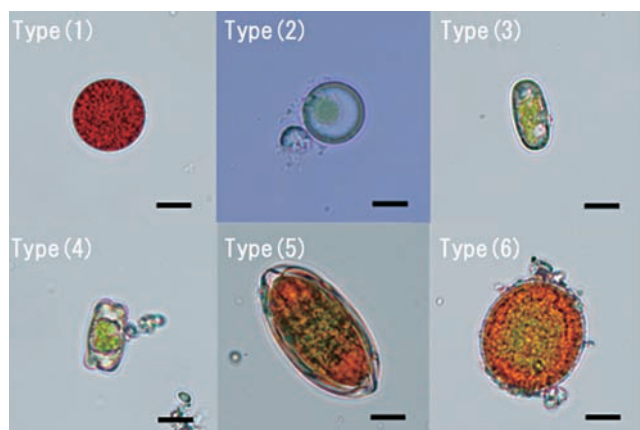


図2 採取した赤雪に含まれる雪氷藻類 (Bar: $10\ \mu\text{m}$)

プル中には, 共通して *Chloromonas* 属藻類の休眠胞子と考えられる (5) 橙色ラグビーボール形細胞が含まれていた.

(4) 採取したサンプルに含まれる雪氷藻類細胞濃度, 細胞構成

計14か所の赤雪のサンプルに含まれる色や形態の異なる6種類の雪氷藻類細胞を, それぞれ計数し細胞濃度を求めた結果, 各地点で含まれる雪氷藻類の濃度は大きく異なることがわかった. 色と形態から分けられた (1) 赤色球形細胞, (2) 緑色球形細胞, (3) 緑色楕円形細胞, (4) 緑色四角形細胞, (5) 橙色ラグビーボール形細胞, (6) 橙色楕円形細胞のそれぞれの細胞濃度を求めた. 全ての細胞タイプを合計した雪氷藻類細胞濃度は, 1.57×10^4 – $2.50 \times 10^5\ \text{cells mL}^{-1}$ の範囲であった. タイプごとの雪氷藻類細胞濃度は, (1) 赤色球形細胞 (0 – $2.07 \times 10^5\ \text{cells mL}^{-1}$), (2) 緑色球形細胞 (0 – $4.87 \times 10^3\ \text{cells mL}^{-1}$), (3) 緑色楕円形細胞 (6.67×10^1 – $1.86 \times 10^4\ \text{cells mL}^{-1}$), (4) 緑色四角形細胞 (0 – $2.97 \times 10^3\ \text{cells mL}^{-1}$), (5) 橙色ラグビーボール形細胞 (2.07×10^2 – $7.56 \times 10^4\ \text{cells mL}^{-1}$), (6) 橙色楕円形細胞 (0 – $1.18 \times 10^5\ \text{cells mL}^{-1}$) であった.

細胞計数結果をもとに, サンプル中の細胞構成を求めた結果, それぞれ最も多く含まれる細胞形態は, 地点により異なっていることがわかった(図3). 14か所のうち, 10か所では, (1) 赤色球形細胞が最も多く含まれ, 3か所では, (5) 橙色ラグビーボール形細胞が最も多く含まれ, 1か所では, (6) 橙色楕円形細胞が最も多く含まれていた. 14か所の赤雪のサンプルにおいて, それぞれの細胞が含まれる割合は, (1) 赤色球形細胞 (0 – 84%), (2) 緑色球形細胞 (0 – 12%), (3) 緑色楕円形細胞 (0 – 29%), (4) 緑色四角形細胞 (0 – 2%), (5) 橙色ラグビーボール形細胞 (1 – 97%), (6) 橙色楕円形細胞 (0 – 73%) であった.

同一の残雪パッチ内で, 赤雪の藻類の群集構造に違いがあったことは, 苗場山山頂の赤雪の特徴的な点であると考えられる. 今回, 同一の調査日に同一の残雪パッチ上でサンプル採取したにも関わらず, 一般に赤雪に優占する雪氷藻類である *Sanguina* 属と考えられる (1) 赤色球形細胞の含まれる割合が, サンプル間で 0 – 84% と大きく異なった. 一般に, 彩雪中に含まれる雪氷藻類の種構成は, 標高や季節によって変化し, 多様性があることがわかっている⁷⁾⁸⁾が, 今回地理的条件や季節の条件が同一である, 苗場山山頂の同一の残雪パッチ内で多様性があったことは特徴的な点である. 今回の調査では, 積雪中の溶存化学成分や含水率などの化学的・物理的な性質の分析を行っていないが, 同一の残雪パッチ内において, 特定の種の藻類の繁殖を促進させる物理化学条件が異なったことで, このような多様性が生じている可能性

がある。

(5) 橙色ラグビーボール形細胞は、全てのサンプルに共通して含まれ、その割合は1-97 %とサンプルによって大きく異なった。この藻類細胞は、形態の特徴から *Chloromonas* 属藻類の休眠孢子であると考えられる。この形態の細胞は、日本国内では富山県立山の融雪の後期(7月)の赤雪の一部⁹⁾や、滋賀県伊吹山の消雪直前の時期(4月)の、目視で着色の観察できないほど藻類細胞濃度の低い積雪に含まれることが報告されている¹⁰⁾。いずれの報告からも、浅い積雪深でこのタイプの藻類が繁殖することが示唆されている。本研究調査時も、残雪が頂上付近の一部にしか存在しないほど融雪が進行していた。融雪の後期でこのタイプの藻類が現れた点は、両地域と整合的であるが、積雪深が全て同程度であった苗場山山頂の同一の残雪パッチ上の14か所の間でも、含まれる割合に大きな幅があることは、特徴的な点である。標高や季節、積雪深のほかにも、この(5) 橙色ラグビーボール形細胞の繁殖を決定する要因があることが示唆された。

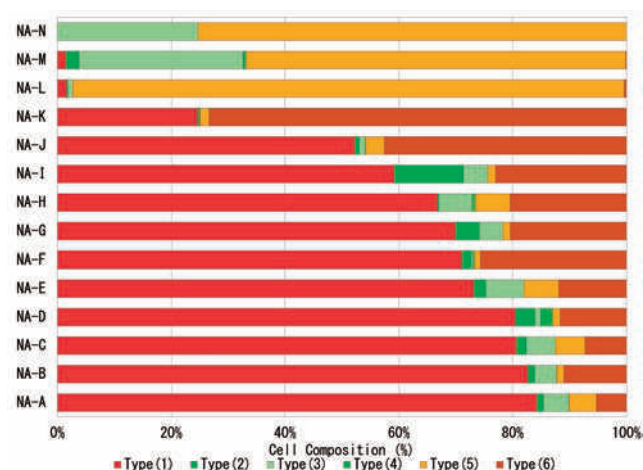


図3 採取した赤雪に含まれる雪氷藻類の細胞構成

(5) 採取したサンプルに含まれる雪氷藻類の色素構成

積雪表面サンプルより抽出した色素について、HPLC分析によって得られたクロマトグラムと、スタンダード色素の検出時間およびスペクトル波形の比較から、合計で11種類の色素を同定した。含まれていた色素のうちクロロフィル類は、クロロフィルaおよびクロロフィルbに加え、フェオフィチンaも検出された。同定されたカロテノイド類は、一次カロテノイドであるネオキササンチン、ビオラキサンチン、アンテラキサンチン、ルテイン、 β -カロテンと、二次カロテノイドであるアスタキサンチンであった。アスタキサンチンは、フリー体アスタキサンチンに加え、それぞれフリー体に脂肪酸が結合したモノエステル体アスタキサンチン、ジエステル体アスタキサンチンがそれぞれ検出された。エステル体のアスタキサンチンは、クロマトグラムで複数のピークを示した。モノエステル体アスタキサンチンは14か所、ジエステル体アスタキサンチンは8か所のピークが存在し

た。

14か所の赤雪のサンプルに含まれる色素の構成は、地点によって大きく異なることがわかった(図4)。14か所の赤雪のサンプルにおいて、二次カロテノイド類であるアスタキサンチン(フリー体、モノエステル体、ジエステル体合計)が色素全体の29-78%を占め、そのうちの大部分はモノエステル体(15-75%)であった。一次カロテノイド類(ネオキササンチン、ビオラキサンチン、アンテラキサンチン、ゼアキササンチン、ルテイン、 β -カロテン)が占める割合は、色素全体の4-25%であり、そのうちの大部分はルテイン(0-16%)であった。クロロフィルaが占める割合は13-32%、クロロフィルbが占める割合は5-15%、フェオフィチンaが占める割合は0-2%であった。また、色素構成は、一次カロテノイド類と二次カロテノイド類の占める割合で二つのタイプに大別されることがわかった。一つは、一次カロテノイド類の色素を二次カロテノイド類の色素に対して約10%程度含むサンプルである。14か所のサンプルのうち、11か所がこの色素構成であった。もう一つは、一次カロテノイド類の色素を二次カロテノイド類と同程度から、約50%程度含むサンプルである。14か所のサンプルのうち、3サンプルがこの色素構成であった。このうち一次カロテノイド類を比較的多く含むサンプルは、藻類群集内で *Chloromonas* 属藻類の休眠孢子と考えられる橙色のラグビーボール形細胞が優占するサンプルと一致した。このことは、地点ごとに異なる色素構成の要因が、優占する藻類種の違いによるものであることを示唆している。一般に、赤雪に典型的な *Sanguina* 属の藻類は、二次カロテノイドであるアスタキサンチンを大量に含むものに対し¹¹⁾、*Chloromonas* 属藻類の休眠孢子は、二次カロテノイド類である少量のアスタキサンチンに加え、ビオラキサンチンやゼアキササンチンなどの一次カロテノイド類を大量に持つ¹²⁾ことが明らかになっている。一次カロテノイド類と二次カロテノイド類の色素を異なる割合で特有に含む雪氷藻類が、それぞれ異なる割

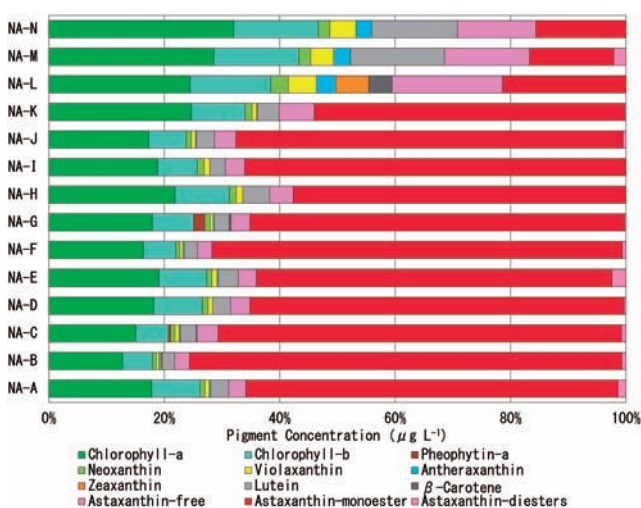


図4 採取した赤雪に含まれる色素構成

合で積雪中に含まれることで、14か所の赤雪間でも多様な色素構成がみられるものと考えられる。さらに、この特徴的な3サンプルは、反射スペクトル測定結果から2タイプに大別された地点のうち、530 nm付近から急激に反射率が上昇する測定結果が得られた地点で採取されたサンプルと一致することがわかった。*Sanguina* 属の藻類と *Chloromonas* 属の藻類が異なる割合で含まれ、それが赤雪の僅かな色の違いとして現れることで、苗場山山頂で観察された多様な色の赤雪を形成していると考えられる。

5. おわりに

2024年6月7日から8日にかけて苗場山山頂の残雪で、雪氷生物の調査を行った結果、雪氷藻類の繁殖によって形成される彩雪現象が観察された。苗場山山頂では、赤色の色素を含む雪氷藻類の繁殖により形成される赤雪のみが観察され、苗場山の三合目などで典型的な緑雪は観察されなかった。苗場山山頂台地は、高標高かつ背の高い樹木が存在しないことから、積雪上は強光環境であるため、自らの細胞を強い光から防御するために赤い色素を蓄えた雪氷藻類が繁殖することで赤雪が形成されているものと考えられる。

また、14か所の赤雪のサンプルの顕微鏡観察結果や、色素分析の結果から、苗場山山頂の赤雪は、色や形態の異なる6タイプの雪氷藻類細胞がそれぞれ異なる割合で含まれ、含まれる雪氷藻類の細胞形態や種構成・色素構成が多様であることがわかった。一般に、赤雪を形成する雪氷藻類の種構成は、標高や季節に依存することが多いが、同一の残雪パッチで全ての試料採取を行ったにも関わらず、含まれる雪氷藻類が多様であった点は、苗場山山頂の赤雪に特徴的であるといえる。

加えて、苗場山山頂の残雪に形成される赤雪には、赤雪に典型的である *Sanguina* 属と考えられる赤色球形細胞の他に *Chloromonas* 属藻類の休眠胞子と考えられる橙色のラグビーボール形細胞が優占する地点があることがわかった。*Chloromonas* 属藻類によって形成される赤雪は、日本国内では観察できる地域が限られている。今後さらに苗場山山頂台地での調査を行うことで、*Chloromonas* 属藻類によって形成される赤雪の形成要因を明らかにできる可能性がある。雪氷藻類は、貧栄養な積雪環境における一次生産者であるため、各藻類種の繁殖の変化の理解は、今後、より上位の栄養段階の雪氷生物の活動期間とその要因の理解にも貢献しうる。

謝辞

千葉大学大学院融合理工学府の赤林哲也氏、竹間遼太郎氏には、本研究遂行に係る調査に同行・協力いただきました。ここに感謝の意を表します。

註

- 1) 幸島 司郎 2006「氷河生態系の生物」『極限環境微生物学会誌』5 79-83 頁
- 2) Bidigare Robert R., Ondrusek Michael E., Kennicutt II Mahlon C., Iturriaga Rodolfo, Harvey H. Rodger, Hoham Ronald W., Macko Stephen A. 1993「EVIDENCE A PHOTOPROTECTIVE FOR SECONDARY CAROTENOIDS OF SNOW ALGAE」『Journal of Phycology』29 427-434 頁
- 3) Lutz Stefanie, Anesio Alexandre M., Field Katie, Benning Liane G. 2015「Integrated 'Omics', Targeted Metabolite and Single-cell Analyses of Arctic Snow Algae Functionality and Adaptability」『Frontiers in Microbiology』6 1323- 頁
- 4) Terashima Mia, Umezawa Kazuhiro, Mori Shoichi, Kojima Hisaya, Fukui Manabu. 2017「Microbial Community Analysis of Colored Snow from an Alpine Snowfield in Northern Japan Reveals the Prevalence of Betaproteobacteria with Snow Algae」『Frontiers in Microbiology』8 1481- 頁
- 5) Nakashima Tomomi, Uetake Jun, Segawa Takahiro, Procházková Lenka, Tsushima Akane, Takeuchi Nozomu 2021「Spatial and Temporal Variations in Pigment and Species Compositions of Snow Algae on Mt. Tateyama in Toyama Prefecture, Japan」『Frontiers in Plant Science』12 689119- 頁
- 6) 中島 智美, 竹内 望 2017「富山県立山の融雪期に現れる雪氷藻類による赤雪の多様な色素構成」『雪氷』79 549-563 頁
- 7) Takeuchi Nozomu 2001「The altitudinal distribution of snow algae on an Alaska glacier (Gulkana Glacier in the Alaska Range)」『Hydrological Processes』15 3447-3459 頁
- 8) Suzuki Takumi, Takeuchi Nozomu 2023「Influence of vegetation on occurrence and color of snow algal blooms in Mt. Gassan, Yamagata Prefecture, Japan」『Arctic, Antarctic, and Alpine Research』55 2173138- 頁
- 9) 前掲, 註6の文献(中島・竹内2017)と同様
- 10) 竹内 望, 角川 咲江, 武藤 恭子 2011「伊吹山頂上の残雪表面の雪氷藻類」『雪氷』73 271-279 頁
- 11) Remias Daniel, Lütz-Meindl Ursula, Lütz Cornelius 2005「Photosynthesis, pigments and ultrastructure of the alpine snow alga *Chlamydomonas nivalis*」『European Journal of Phycology』40 259-268 頁
- 12) Remias Daniel, Karsten Ulf, Lütz Cornelius, Leya Thomas 2010「Physiological and morphological processes in the Alpine snow alga *Chloromonas nivalis* (Chlorophyceae) during cyst formation」『Protoplasma』243 73-86 頁

<講演録>

苗場山麓ジオパーク認定 10 周年記念講演会

苗場山麓ジオパーク推進室¹⁾

「私たちの暮らしと地球温暖化～食と農を通じた地球とのかかわり～」

(桑原会長) 皆様こんにちは。本日は公私共にたいへんお忙しい中、苗場山麓ジオパーク認定 10 周年記念講演会にお越しくださいませ誠にありがとうございます。気候変動・環境変動が叫ばれる中で、津南町でも紅葉や農作物に影響が出ているかもしれませんし、夏が暑くなったり雪が少なくなったりといった傾向が続いております。また令和元年には東日本台風による千曲川・信濃川の洪水被害を受けるなど全国的にも災害が激甚化している状況です。本日は大岩根尚先生をお迎えして、環境変動・気候変動について身近に考えていただく機会になればと思っております。本日は講演会を行いまして、明日はこれまで整備してまいりました中津川の散策道を歩いていただくというイベントも開催いたしますので、本地域の自然を満喫していただければ幸いです。本日はどうぞよろしくお願いいたします。



(佐藤) ありがとうございました。本日の講演は「私たちの暮らしと地球温暖化～食と農を通じた地球とのかかわり～」と題しまして、大岩根尚先生にお越しいただきました。大岩根先生は元三島村・鬼界カルデラジオパークの専門員でいらっしやまして、皆様のお手元の資料にもプロフィール等掲載しておりますのでご覧になっていただければと思います。皆様にはグループ毎に机に分かれていただきましたが、本日の講演会は通常のものとは異なり、先生の講演の後はグループでお話をいただき、また先生のお話があるというような3部構成のワークショップ形式で進めていきます。ジオパーク活動はボトムアップ型とも言われており、参加者の皆様1人1人が今回のテーマについて感じたことなどを話し合っただいただければと思っております。それでは大岩根先生に講演をお願いしたいと思います。よろしくお願いいたします。

します。

(大岩根) よろしくお願ひします。初めまして、大岩根といいます。僕の自己紹介についてはお手元の資料にもありますので、わかりやすいところからお話しします。僕は2011年に気候変動の研究者をしていました。大学院を卒業して国立極地研究所に就職し、南極地域観測隊として100日間南極に滞在しました。そこではキャンプをしながら石を採って分析し、気候変動が今までどうなってきたか、これからどうなるのかを予測するチームにいました。今回こちらに来させていただいたのですが、僕はキャンプが大好きなので津南キャンプ場に昨日から家族で泊まらせていただいて、ちょうど無印良品キャンプ場の30周年イベントが行われておりましたので妻と子供2人は今もそこで遊んでいます。その後はそこを辞めて三島村のジオパークの専門職員になり、ジオパークの立ち上げに携わりました。2015年に認定を取得しましたので三島村も来年には10周年になります。三島村は「三つの島の村」という名前の通り竹島・黒島・硫黄島の3つの島からなっており、人口は3つ合わせて約370人です。その真ん中に位置しているのが硫黄島ですが、役場はこの島ではなく鹿児島市の市内にあるので、僕が三島村役場職員になった時は鹿児島市内に住んで月に何回か硫黄島に通うという生活をしていました。煙が山頂から上がっていると思いますが、硫黄島は火山の島です。この煙の上がり方や、海の周りが温泉によって色づいていますが、これが満潮・干潮や大潮・小潮などの気象条件によって変わっていく様子があまりにも美しいのです。これはフェリーが入ってくる港ですが、港の中でもこちらは鉄分の多い茶色の海になっていて、これも日々変わっていきます。大きな火山が大噴火を起こしてできた火口である鬼界カルデラの縁が後ろに見えていますが、ついこの前この崖の下の特設ステージで中村勘九郎さんによる「俊寛」という歌舞伎の上演が行われました。硫黄島の硫黄岳という火山ではこのような硫黄がたくさん採れまして、その硫黄を使って花火を作ることに取り組んでいるのですが、僕も花火職人に弟子入りしてついこの間、きれいに作れるようになりました。このように火山ガスが海底から湧いている場所もあり、そこは潜っていくと泡のカーテンの中を飛ぶように潜ることができるという経験もできるすごい場所で、火山マニアである滝沢秀明さんと一緒に番組を作らせてもらうということもやっています。僕は今では硫黄島が好きになりすぎて鹿児島市内から通うのが嫌になり、三島村役場を辞めて会社を立ち上げて硫黄島に移住して7年になっています。仕事としてはこのような講演活動や、遊びに来てくれた人たちと一緒に遊ぶことも仕事にしています。そんな僕から、本日はお話しさせていただきます。

本日は普通の講演会形式ではなくテーブル形式にしま

したが、その方が理解しやすかったり自分の方に得るものが多かったりということが僕の今までの経験上すごくあったので、わざわざこのような形式にさせていただきました。本日皆様と一緒にテーブルに座っている方々の中には初めましての方もいらっしゃると思いますので、5分ほど時間をとって、ご自身の名前と、自分が感じている温暖化や自然環境の変化について、感じていなければそれでも構いませので話し合っていたらと思います。また、わざわざ土曜日の午後という他にやりたいこともあるであろう時間にこちらに来てくださった理由や、今日はこういったことが知りたくて来たのだという具体的な問いがあればそれについても、グループの中で共有していただけますでしょうか。グループの中で本日最も早く起きた方から時計回りでやってみてください。お願いします。



(グループトーク)

(大岩根) それでは進めていきたいと思います。今日はぜひこれが聞きたいというテーマがある方はいらっしゃいますか。

(参加者) ぜひ南極の話を知りたいです。

(大岩根) 南極の話はそれだけで2時間くらいかかってしまいますね。とても寒かったです。景色は綺麗でした。

(参加者) 線状降水帯が様々な場所でできているようですが、それについて聞いてみたいという意見が出ました。

(大岩根) 線状降水帯ですね。僕は気象の専門家ではないので正確には答えられませんが、入れられたら入れてみます。

(参加者) こちらではカメムシのことを「ヘクサムシ」と言いますが、あれと気候変動は関係あるのでしょうか。

(大岩根) 難しいですね。あるかもしれないし、ないかもしれません。

(参加者) ヨーロッパの方では氷河が無くなって地面が出てきたという情報がテレビなどから流れてきますが、南極や北極でも氷が解け続けるという状況が進んでいるのでしょうか。

(大岩根) 進んでいます。南極の水は陸地の上に乗っているんで解けるととどろろ海に流れ込み、世界で年間1ミリメートルほど海水面が上がっています。この辺りは大丈夫ですが僕は硫黄島に住んでいるのであまり海が上がってくると困りますし、世界中の大都市の多くが海沿いにありますので、いつどのくらい海面が上がってくるのかをしっかりと予測しようということで僕らは南極に行きました。

(参加者) 学者によっては、北極と南極の氷が解けると、冷たい水なので海の底を通して外周から出てきて、温暖化というより寒冷化するのではないかという説を唱えている方がおられるようですが、それについてわかることがあればお願いします。

(大岩根) それについては後でお話しします。

(参加者) この地域でもシカやイノシシがたいへん増えてきているのですが、それに関する日本の状況などを聞かせていただければと思います。

(大岩根) ありがとうございます。そのことについては3つ目のトピックで話ができると思います。さて、今言っていたいたようなことを皆様が疑問に思っておられるということで、だいたいのことには触れていけると思いますが、もし話が終わってもまだわからないということがあればもう1度質問していただければ改めてお答えします。

今日は大きく3つの話を用意してきましたので、1番・2番・3番それぞれのトピックが終わったら皆様と感想共有や質疑応答をしていくつもりです。さて、ここにいる皆様はすでに気候変動が大変だと感じている方が多いと思いますし、昔に比べて気候変動に関するニュースが増えてきたという実感も持っておられると思います。近くでは千曲川や信濃川の氾濫も起きていますし、日本中で毎年このような水害が起きています。「50年に1度の雨」という言葉も毎年聞きますよね。感覚としてもわかりますが、実際に気象庁が出している1975年から2020年のデータを見ても、1時間に50ミリ以上という傘を差しても濡れてしまうような雨の回数が増加しています。これは日本だけのことでなく、年間降水量の4分の3が1週間で降ってしまったり、北海道より緯度の高いカナダで最高気温49.6度を記録したりと異常な話が世界中で頻発しています。これは2023年に世界の

どこでどのような異常気象があったのかをまとめたものですが、毎年世界のどこかで異常気象が起っています。これは気象災害や山火事などによる経済損失額を1970年代から10年ごとにまとめたものですが、台風や洪水のような大雨に伴った災害の被害額が右肩上がりに増えています。

津南町は昔に比べて暑くなりましたか？これは西暦1年から2020年までの気温の変化を示したのですが、この約170年間で1度以上気温が上がっています。また、現在は過去10万年間で最も暑い期間となっていることや、2023年までの8年間は観測史上最も暑い8年間であったこともわかり、暑さの記録が更新され続けている状態です。さて、温暖化の原因は二酸化炭素をたくさん排出しているからだと思われていますが、江戸時代あたりから見てみると明治時代に産業革命で石炭を燃やし始めてから大気中の二酸化炭素の量が増え続けて今に至っています。もう少し長い時間スケールで縄文時代から見てみると、化石燃料を掘り出すことができない縄文人は山の木を切って燃やすくらいしかしませんでしたので二酸化炭素が増えませんでした。山の木はもと大気中の二酸化炭素だったものを葉っぱや枝に変えているので、二酸化炭素は地上で二酸化炭素→木→葉っぱとくるくる回るだけですが、地下から掘り出したものをどんどん燃やしていくことによって大気中に二酸化炭素が増えてしまったらしいのです。中には「自然な変動なのではないか」「地球の大きなリズムの中でまた寒冷化するのではないか」と言う人もいますが、これが地球の自然なリズムです。地球は太陽の周りを80万年間回ってきましたが、その軌道には楕円形であったり綺麗な丸であったりといった数万年単位のサイクルがあり、それによって暖かくなったり寒くなったりが決まります。およそ80万年前から約10万年の周期で暖かくなったり徐々に寒くなったりというパターンで来ていて、今はここにいますが、二酸化炭素の量が全く違いますよね。自然のリズムから逸脱したところに僕たちが押し進めてしまったと言えます。そして、これによってこのようなことが起こったということを僕たちは研究しています。皆さんの子供時代である1940～1970年代にかけてこのくらい増えたという感覚があると思いますが、このまま放っておくと今3歳と4歳である僕の子供たちが成長していく頃にはこれがもっと増えていくことが想像できます。では、僕たちのように気候変動を研究している人たちは南極など様々な場所に行って何をしているのかというと、昔から今までにどのような変化があったかわかれば今後どうなっていくのかもわかるので、それを調べています。その研究者たちは、温暖化が進むにつれて極端なことがますます当たり前になるようになるという結論を出しました。たまに10年に1度の暑さを記録する日があると思いますが、この10年に1度の暑さ

が毎年起こるようになったり、それがもっと暑くなったということも起きてきます。先ほど線状降水帯の話が出ましたが、ものすごい雨が增えたり、逆に降らない日が増えたりということもあり得ますし、高潮の頻度や強度も上がります。それから去年は米が不作で1等級の割合がおおよそ15パーセントしか無かったと聞きましたが、このように皆さんも農作物の変化を感じていると思います。それにも温暖化が関係しているという見方もあり、このようなことはもっと増えていくでしょう。



皆さん、お寿司は好きですか？陸上だけではなく海にも変化が起きます。これはインターネット上で見ることができる『寿司が消える日』というサイトで、皆さんが大好きなお寿司の写真が載っていますが、時間が経つにつれて温暖化に伴う海洋環境の変化が起こり、寿司ネタが食べられなくなっていくことを示しています。2098年のお寿司はシャリしかありません。魚だけではなくお米も「穫れれば良いな」という状態になりますし、海苔もマイクロプラスチックが大量に混ざってきているのでちゃんと食べられるかどうかわかりません。このまま放っておけばこのような未来に向かってしまいます。

今日は特に「食と農を通じた地球とのかかわり」というテーマですし、農業に携わられている方も多いと思うので農業に特化して話を進めます。全体的に生育の障害や品質の低下が見られますが、稲は特に高温による品質や収量の低下などの影響を受けます。果樹もそうで、果樹は1度生えたら10年から20年はそこにいますが、その場所が暖かくなって適さなくなったとしてもすぐには移植できませんので品質の低下などが起こります。長野にいる知り合いも「リンゴが穫れなくなってきたのでやめた」「逆にミカンなど南の方の作物を育てるようになった」という話をしていました。そういったことを考え始めなければならなくなっているということです。稲や大豆が短くなって生育期間が短くなったり、露地栽培をしているものの収穫期が早まったりなど、異常な暑さによって生育期に障害が出ています。畜産関連でも、暑すぎて牛や豚の元気がなくなるという話が出ています。カメムシの話がここに関わるかはわかりませんが、昔は南にしかいなかったような生き物が今は北上してきている

という状況もあります。海でもそうです。天候については、短期間にまとまった雨が降ることがあったり、全く降らないことがあったりと言われていています。農業に関してはこのような影響が出てくると言われています。あまり暑くなってくるとこのような影響がますますひどくなるので、暑くなってほしくないですね。皆さんは「1.5度以下に抑えよう」「2度以下に抑えよう」という話を聞いたことはありますか？「パリ協定」については聞いたことがあると思いますが、その中で温暖化の幅を産業革命で化石燃料を使い始める前から2度より上がらないようにしよう、できれば1.5度以下に抑えようという目標が掲げられました。朝と夜でも0.5度以上気温が違うので0.5度というわずかな差に思えるかもしれませんが、この差というのはかなり大きく、2度に達してしまったら温暖化が温暖化を呼ぶ悪循環が暴走して止まらなくなると言われています。1.5度であればおそらくまだ安全ラインなので、ここでブレーキをかけようとパリ協定で決まりました。しかし今は1.45度まで来ていて、安全ラインを踏み越えるギリギリのところまで来てしまっていますので、早めになんとかしなければなりません。ここまでが1番目のお話です。ここで一旦止めますので、またグループ内でここまでのお話を振り返って「この話がよくわからなかった」「これについてもう少し聞きたい」などの感想を共有してみてください。

(グループトーク)

(大岩根) それでは聞いてみたいと思います。

(参加者) 日本海側から冷たい風が吹いてくると雪が多く降るという話があり、たまにドカッと雪が降ることもあるのですが、海の温度と雪の量には何か関係があるのでしょうか。

(大岩根) 専門ではないので正確にはわかりませんが、一般的にはあると言われていています。海水温が上がると水の蒸発量が増えるので雨が降るようになりますが、そのサイクルが早く強くなる、つまりたくさん蒸発してたくさん降るのです。もともとは少ししか蒸発せずに内陸の方まで雨雲が行って内陸の方で雨が降っていたのが、手前で落ちてしまうので内陸がさらに乾燥すると言われていています。なので、ここでの雪の降り方も変わってくる可能性が大いにありますが、実感としてはどうですか？

(参加者) たまに4メートル近くドカッと降ることがあります。

(参加者) 非常に湿った重たい雪が降る傾向が強くなっています。

(参加者) 12月と1月に多く降りますが、その後になる



とここ10年は平均以下です。

(大岩根) おそらく水蒸気も含めた大気中の水の循環パターンや気候の仕組み、大気の流れや水の流れが変わってきているのだと思います。天気予報もよく外れますよね。この変化はこれからも続くのではないかと予想しています。ありがとうございます。

(参加者) 二酸化炭素が槍玉に上がっていますが、他の気体が及ぼす影響についてはあまり一般向けに説明がありませんので教えていただきたいです。

(大岩根) メタンや、クーラーに入っている媒質などの影響はありますが、それについては次のトピックでお話しします。

先ほどは取りこぼしてしまいましたが、「寒冷化する

のではないかという説もあるがどうか」と質問していただきました。例えば、最近では温暖化しているので北極・アラスカ・カナダ・ロシア・シベリアなどの場所がとて暖かくなり、永久凍土と言われているような場所でも氷がどんどん解けて沼のようになっています。とはいえまだかなり寒いので、その沼にいきなり多くの生き物が来ているわけではありませんが、微生物はたくさん発生しています。それらが発生することでメタンというガスが出ますが、そのメタンもまた二酸化炭素の25～28倍の温室効果を持つガスなので、それが大気中に排出されるとさらに温暖化が加速し、温暖化が温暖化を呼ぶループになってしまいます。グリーンランドもほとんど氷に覆われていますが、その氷が今どんどん解けています。その辺りはもともとすごく寒いので海の上で海水が凍って氷になった海水というものができますが、水はH₂Oだけで凍ろうとするので海の中に塩分が残り、海水は濃く重たい水となって沈み込んでいきます。その沈み込んだ水が大西洋を南下して、2000年ほどかけて太平洋に湧き出すと、ここが冷えます。このような約2000年をかけた海洋の大循環がずっと起きていて、今までは地球を冷やすクーラーの役割をしていました。しかし、この氷がどんどん解けて海に流れ込むことによって海水の塩分が薄まっていて、もしこれが寒さで氷になったとしても残っている海水はあまり重たくないので沈み込みません。ここが染み込まないことによってこちらでの湧き出しも止まりますし、そもそもヨーロッパが暖かいのはここで沈み込みが起こることによってこちらからメキシコ湾流が流れ込んでいたからで、それが止まりかけてしまうとヨーロッパでは大寒波になりますが、もう止まり始めているという話も出てきています。このように温暖化が温暖化を呼ぶサイクルがあり、温暖化によって一部が寒冷化することもあります。それが全体としてどのようなようになっていくのかというところはおそらく温暖化が勝っていくのではないかと予想されています。



(大岩根) それでは次に行きます。前から「温暖化を止めよう」という話は出ているのになぜまだ止まっていないのかというお話です。皆さん、温暖化を進めている原因は何だと思いますか？映画などでは世界征服を企む悪

の組織が絶海の孤島で何かを開発していることもありますが、実はそのような話ではなく、ここに載っている写真のような私たちの日常が温暖化を進めているのです。今日は「農」が1つのテーマでもあるので、このような話題を持ってきました。皆さん、牛肉は好きですか？だいたいの人が好きだと思います。僕が住んでいる鹿児島も黒毛和牛の生産が日本一であり、育てている人がたくさんいますが、それが温暖化に効いているのです。二酸化炭素以外にもメタンやフロンガスなどの温室効果ガスがありますが、食べ物や農業を通じて排出されるものが人類全体のうち最大の30パーセントを占めるとされており、そのうちの約15パーセントは畜産に起因しています。これはお肉を1キロ作るために二酸化炭素を始めとする温室効果ガスがどのくらい出るのかを表したグラフで、上に行けば行くほど温暖化に効いているのですが、牛肉・牛乳・ヤギ、羊の肉・ヤギ、羊のミルク・豚肉・鶏肉・卵の順になっています。牛は牛でも温室効果ガスを大量に出す育て方と、そうではなく自然の中で育てるという育て方があるので幅がありますが、これが平均値になります。牛が約290であるのに対して豚は約50なので、牛を1回食べるより豚を5回食べた方が平均値としてはまだ環境に優しいことになります。こちら側が三島村の牛ですが、その辺りに生えてくる草を食べさせているため環境にはまあまあ優しい育て方になっています。一方で、環境に悪い育て方はこのようになります。これはアメリカの乳牛生産の現場で、牛がゴマ粒ほどに見えますが、全く草が生えていないようなところにたくさんの牛がいます。グーグルアースでも見ることはできますが、ここにある牧場におそらく何千頭もの牛がいて、その周りは丸い畑になっており、真ん中にある井戸から吸い上げた水を撒いて牛にあげるトウモロコシを育てています。この土地を九州に合わせてみるとここからここまですべて鹿児島から熊本県北部に当たるほどだったので、長野県全体や新潟県の半分に匹敵するほどのとても広いエリアでこのようなことが行われています。これは南米のボリビアの写真で、1975年には熱帯雨林が広がっていたところが畑に変わっています。ブラジルでは森林や熱帯雨林を切り拓いて牛の放牧を行っていましたが、牛が食べるものが無くなるとさらに切り拓いていき、それによって熱帯雨林がどんどん無くなっています。また、熱帯雨林が無くなった跡に作った畑で育てられた大豆が中国に輸出されてお豆腐になり、お豆腐のカスが牛の餌として日本にも来ているという繋がりもあります。二酸化炭素を吸収してくれる森をどんどん伐っているため吸収が滞り、二酸化炭素が溜まっていきますし、牛の食べ物を作るために大量の二酸化炭素や一酸化二窒素やメタンなどの温室効果ガスが出ることに加えて、牛のゲップにも39.1パーセントの温室効果ガスが含まれているので、急激な温暖化の要因となっています。また、海外産

の牛肉を安く買えるのは大量生産のために農場を大型化して生産を効率化したためですが、それも温室効果ガスを大量に出すことになり温暖化に繋がっています。

話はそれだけではありません。中東のシリアでは温暖化の影響で2006年から3年間連続で雨が降らず、そのために約100万人の農民が仕事を失って都市に流れ込んだことで仕事の価値が暴落し、スラム街ができ、政情が不安定になり、それが今も続いている内戦の引き金の1つとなったと言われています。アメリカではトウモロコシの栽培のために飛行機やドローンを使って農薬を撒きますが、そのことが年間4300人の人が早くに亡くなっている原因に繋がっている可能性も出てきています。さらに、このような生産体制の中で腸管出血性大腸菌O-157が出てきたとも言われていますし、牛肉だけが原因ではありませんが、ラテンアメリカでは1970年から2018年の間に野生の動物の94パーセントが減少しています。このように私たちが牛丼屋さんやハンバーガー屋さんや自分の家で安い牛肉を食べることに紐付いて本当は起こってほしくない様々なことが起こっており、その中心には「安い牛肉を食べたい」と思っている私がいるのです。

私たちが食べるために世界の裏側から運ばれてきた食べ物は牛だけではなくありません。皆さんは「フード・マイレージ」という言葉を聞いたことはありますか？どのくらいの重さ×量のものを輸入しているかを表したのですが、先進国諸国に比べて日本がダントツでトップです。世界中に環境的負荷や社会的負荷をかけ、生き物たちを苦しめながら食べ物をかき集めては捨てているのが日本で、日本人は1人につきご飯茶碗1杯分の量を毎日捨てていると言っても良いほどの食品ロスをしています。それでいて食料自給率は40パーセント以下ですから、めちゃくちゃですよ。以上、牛肉を食べると温暖化が進むという話題から派生して様々な問題が起こっているというお話でした。

今日は「食と農を通じた地球とのかかわり」というテーマに絡めて今のお話をしましたが、牛肉を食べてはいけないと言いたかったわけではなく、様々な場面でそのような話があると言いたかったのです。「オシャレをする」と温暖化が進む、「スマートフォンを使う」と温暖化が進む、内戦に繋がる」という話もあります。皆さん、スマホは使われていますか？スマートフォンや電化製品には必ずバッテリーが入っていて、スマホの電極に使われているのはコバルトという鉱物です。今では世界の人口よりスマホの数が多いと言われるほど作られています。そのバッテリーに使われるコバルトの60パーセントがコンゴ民主共和国から来ており、この写真では左側に積んであるコバルトの鉱石の横で中国人がアイフォンをいじっているのを現地の人たちが見えています。では、スマートフォンにどのようにコバ

ルトが入っているかという話をしていきます。ここにAmazonやAppleなどの携帯電話を売っている会社があり、Appleにバッテリーを提供しているATLやサムスンやLG化学などの会社があり、これらのバッテリー屋さんはL&FやシャンシャンやPuleadなどの会社から電極を買っています。電極屋さんには中国系のCDFやHuayouなどがあり、コバルトを精製している会社からコバルトを買っていますが、コバルトを売る会社は「by hand」とあるように手掘りをしているコンゴ民主共和国の小さな鉱山の人たちや、会社として鉱山採掘を行っている人たちから買っています。実はこのサプライチェーンが見えるようになってきたのはおよそ10年前からだと言われており、それまではコバルトがどのようにしてここに入ってきているのか誰もわからなかったのです。これだけ長いサプライチェーンがあれば温室効果ガスも発生しているのですが、実は根っこにあるコンゴの方が酷い状況です。ルワンダの内戦の話は聞いたことがありますか？フツ族とツチ族の紛争から飛び火して泥沼の内戦になってしまったのですが、ルワンダの内戦が飛び火してコンゴでも内戦状態になり、10以上の武装勢力が割拠して争っていて、その武装勢力や国軍が鉱山を違法に制圧して違法労働をさせ、コバルトを売って儲けたお金を武器に換えているという状況を、東大の先生が現地に入ってまとめた論文の中で報告しています。つまり僕たちが日本で何も知らずにスマホを使っていると、彼らに人を殺すためのお金を流していることになるのです。コバルトがどのように採掘されているかという点、このようにヘルメットもしていない人が素手・素足で潜って24時間手掘りして2〜3トンの鉱石を上げており、それが2〜3ドルに換わっています。そのようにして掘ってきた鉱石にコバルトが入っているかどうかを確かめるために川で洗うのですが、この川は生活用水なので、畑に撒いたり飲み水に使ったりすると体の中に重金属が入って、「birth defect」とあるように先天性異常が何倍にも増えたと言われています。また、鉱山での採掘が始まるとそこで人が暮らし始めることによって食べ物が必要になり、ゴリラなどの本当は保護されるべき動物も捕えられてしまいます。構図としては1つ目にお話しした牛肉の話と同じで、僕たちが便利に牛肉を食べたりスマホを使ったりすることで世界の裏側では大変なことが起こっているのです。ちなみにバッテリーに使われているコバルトは、パソコンや、環境に良いとされている電気自動車にも大量に使われています。

今ではSDGsの話をよく耳にしますが、何番を特に頑張ろうというよりは全てが大事なことであり、問題が繋がっているのもバッテリーをコバルトではなく別の鉱物に変えれば良いという話でもなく、例えばリチウムはリチウムで問題が起こります。「世界はつながっている」「私も起点」とあるように、僕たちの何気



ない購買行動が世界中の様々なところに繋がっていることに気付いていくことが大事であるというのが今日の話のポイントです。今日は食と農というテーマだったので最初に牛肉の話をしたのですが、牛肉が悪いという話ではなく、僕たちの暮らしの様々なところが地球温暖化に繋がり、それ以外の良くないことにも繋がっているというお話です。「温暖化を止めようというのは世界全体でなんとかしなければならない話なので私にはどうしようもない」と思いがちですが、世界は国の集まりであり、国は地域の集まりであり、地域は家庭や組織や学校の集まりで、それは私自身の集まりであるとも言えます。この座布団の1番上に座っている私自身が行う「牛肉を買う」「スマホを使う」という選択によって世界全体の問題が起きているので、私がこの座布団の色を変えたり少し動いたりしない限りは何も変わりません。つまり私が今日の晩御飯に何を食べるか、明日スマホを買いに行く時

に何をかうかという選択が実は効いているのです。例えば今日はジオパークの協議会の方々がこの場に招いてくださりましたが、ジオパークという組織があり、ジオパークという組織が影響を与えている地域があります。自分自身にしか影響を与えられないと思いがちですが、家庭や組織や地域もあるので、頑張って皆さんでそこに働きかけていきませんかという僕からのお誘いです。「私なんか何かやっても大したことはない」と思うかもしれませんが、そのようなことはありません。日本は世界第5位の温室効果ガス排出大国であり僕たち1人分がアフリカのどこかの人の10人分を出しているのです、それを節電や節水によって少し絞ることが実はかなり効いてくるのです。何が温暖化を進めているのか、それは私たちの日常であるというお話をさせていただきました。それでは5分ほどグループ内で感想共有をしてみてください。

(グループトーク)

(大岩根) それでは聞いていきたいと思います。ここまでのお話の中でもう少し聞いてみたいことやわからないことはありますか？

(参加者) 牛のゲップについての話はよく耳にしますが、それはどのような測定方法で測っていて、牛は1日に1頭あたりどのくらいのゲップをするのでしょうか。また、それがそこまで影響するものなのでしょうか。

(大岩根) 測定の仕方は、牛をガラス張りの部屋に入れて、換気扇をつけて呼吸した息を吸い込み、その中にどのくらいのメタンが含まれているのかを機械で測定します。牛1頭あたりからは、かなりの量が出ていると思います。例えば世界中にいる全ての牛を集めて1つの国を作らせたなら人間の排出量よりも多くなるというほどのメタンが出ており、メタンという気体自体が二酸化炭素の25倍の温室効果を持っているので、地球温暖化にはかなり効いていると思います。それをどのように減らしていくのかということも考えられていて、「カギケノリ」という海藻を餌に混ぜて食べさせると胃の中の環境が変わってメタンを発生させる菌が減り、最大98パーセント削減することができるという話があります。最初はオーストラリアの会社が開発していましたが、最近では日本でも鹿児島県山川町の漁協がカギケノリの養殖を始めており、アルヌールという会社と一緒に牛向けの餌を作っています。これらがここ2～3年での進歩になります。

(参加者) 牛の餌を変えることによってそれらの問題が解消される可能性があるのでしょうか。

(大岩根) メタンの排出量は減る可能性があります。ただ、僕たちも購入を検討しましたがまだ市販されていなかったり高く買えなかったりしました。農家さんにもそれを買うメリットが無く、輸入の飼料もすごく高くなっているので「メタンが減ります」と言われても「それより安い方が良い」という考えになってしまいます。農家さんにとっては実際に使ってみて牛が元気になるのか、良い肉がとれるのかということの方が重要なので、環境面の話と農家さんにとってのメリットとの擦り合わせが大事になります。

(参加者) 大岩根先生の話聞くまではメタンの温室効果が二酸化炭素よりおよそ25～28倍も多いということにあまり関心がありませんでした。そういうことなら二酸化炭素ももちろんのことメタンガスについても危機感を持つような運動があっても良いようなものですが、あまり聞きません。その辺りはどうなっているのでしょうか。

(大岩根) メタンガスを発生させている原因が牛ならば畜産農家さんへの訴求が必要になります。お米を育てる水田からもポコポコと泡が出ていると思いますが、あれもメタンですので、「水田の中干し期間を長くしましょう」と言われています。このようにポイント毎に訴求がされているとは思いますが、畜産農家さんや水田を持っている農家さんでなければあまり聞かないかもしれません。僕たちのような一般の消費者がどこでメタンを出しているかというとならうくらいなので、「オナラを止めろ」とはさすがに言えませんよね。またクーラーに入っている冷媒の温室効果は二酸化炭素の約1万倍ですので、クーラー付きの空き家を放っておくと冷媒のガスが漏れ出て大変なことになってしまうという背景があり、今では冷蔵庫やクーラーの回収が行われています。環境省のホームページなどには書いてあるかもしれませんが、そのような背景があることが一般消費者にはなかなか知らされないということもありますので、こちらの町ではそういった宣伝に力を入れていただければと思います。

今お話ししたスマホの話と牛肉の話以外にも、資料には洋服に関する話やプラスチックに関する話、空き家の話も載せていますので、何か気になる話がありましたら後で教えていただければと思います。それでは今から10分間の休憩とします。

(休憩)

(大岩根) そろそろ再開します。1番目に「温暖化が大変だ」という話をして、2番目に「私たち自身も原因になっている」という話をしてきました。ここからは、こ

れから先の自分の暮らしや、自分の子供たち孫たちの暮らしが温暖化によって脅かされないようにどうしていくかということに繋がるヒントをお話ししていこうと思います。今日は主に左上のスマホの話と左下の牛肉の話をしましたが、自分自身も問題の起点であり、自分にしか届けられない相手がいるから自分でも何かしてみようというお話でもありました。

皆さん、温暖化を止めるために自分がやってみようと思うことが何か思い浮かんでいますか？そう聞かれても、何をすれば良いのかわからない方もいると思います。参考になるかならないかはわかりませんが、こちらに『ドローダウン』という本があります。温暖化だけを止めようと思っても、先ほどお話しした牛肉の話のように「メタンの排出量を減らすより安い餌の方が良い」という方もたくさんおられますので、様々な考え方を紹介していこうと思います。

牛の話と同じで、ポテトチップスのようなスナック菓子に使われているパーム油のために森林伐採によって大きなヤシ農園が作られ、二酸化炭素が増えて温暖化に繋がっています。さらに、森林伐採に伴って生き物がいなくなったり、安く作るために児童労働が行われていたりもします。そういったことをやめましょうという話でもあります。ポテトチップスとは要は芋と油なので地元でも作ることができるのに、それを安く大量に作ろうとするから様々な問題が起こるという話でもあるのです。海外から油を買ったり、安いからという理由で北海道産のじゃがいもを大量に買ったり、地元でも油やじゃがいもを作っている人たちがいるのに安いからという理由でポテトチップスを買ったりするとこの連鎖が起き、農家の継ぎ手の減少にも影響を及ぼしています。海外からもしくは地域外から買うと地元のじゃがいも農家さんや地元で油を作っている人たちに払われるはずだったお金が彼らに入らず海外や地域外に行き、彼らが暮らせなくなり、仕事が無いから若い人たちが出て行って継ぎ手がいなくなり、産業が無いから外から買うしかなくなるという地域衰退ループに繋がってしまいます。

海外などから安いものを買うということが、地域から人口が減っていくことや農業ができなくなることにダイレクトに効いていて、そこに気候変動も紐付いているので、これを逆に回そうという考え方があります。「地消地産」とも呼ばれますが、地域で買えるものは地域で買う、地域で消費されているものは地域で作るという考え方で。例えば、パンを買う世帯が300世帯あるのなら地域に1軒パン屋を作ってそこから買ってもらうようにすれば1軒のパン屋さんが暮らせまし、移動距離も短いので気候変動にも良い影響を与えます。

そういった話を実際に実践している鹿児島県の知り合いがいて、「日当山無垢食堂」という取り組みを行っているので紹介します。無垢食堂を運営している「株式会社

無垢」という会社の社長さんは僕と同世代の女性で、食堂や物産館だけでなく保育園も2つ経営しており、保育園を始める前は出産祝いに特化したオンラインショップを運営していました。誰かが出産祝いを買って贈る時には子育てのヒントのような良いメッセージが入っていて、それが刺さった人たちから「ぜひ保育園を経営してください」と言われ始め、「わかりました」ということで保育園を1つ経営し、それから2つに増えていったのです。その保育園ではとても良い教育をしていて子供たちものびのびと育ちますが、小学校に行くとそこで育った子供たちには合わない詰め込み型の教育になってしまうので、「小学校も作ってくれ」と言われて小学校も作り始めているという少し変わった経営者の方なのです。その方が経営しているのがこの日当山無垢食堂というレストラン兼物産館で、ここに置いてある野菜類は全て霧島市内の顔の見える農家さんから購入したもので、知っている人から買うということしかしていません。隣にレストランがありますが、そこで出すものもほぼ全て出店録から買い、どうしても入荷できなかった時だけ他から買う、なるべく近くから買うという取り組みをしています。例えば冬にトマトを作ろうとするとビニールハウスでボイラーを焚かなければなりませんし、「二十四節気ごとに変わる料理」と書いてあるように土地の旬のものを使った方が近くからその時のものを持ってくるので環境負荷も低くなります。メニューはものが入ってから考えることもあるようで、「来週は何々が穫れる」「そろそろ何々は終わりだね」とその時々に合わせて24回は変わりますし、調味料や調理方法もなるべく地元のものを使っています。また、保育園2つとレストラン・物産館も運営しているので必ずロスが出てきますが、それらは自分たちで堆肥にして畑に戻すようにして、畑からやってきた食べ物を畑に返すという循環を作っています。それから、こちらでも耕作放棄地の問題が出てきていると思いますが、その耕作放棄地を買い取って自分たちの手で田んぼに戻していくという活動も行っていますし、その田んぼもただ農家さんとして耕すのではなく、子供たちに農業体験をさせながら「自分たちで育てたお米を自分たちで食べる」という食育の一部としての機能も持たせています。こちらでは毎年味噌作りも行い、保育園の子供たちが三枚おろしや揚げ物も普通にできるように育っていくというすごいところなのです。

このように土地のものや「あのおじちゃんがつけている野菜」を買わせてもらって自分たちで食べ、堆肥をまたそこに持って行くことで、子供たちは地域や季節の循環の中に自分たちが暮らしているという感覚を掴むことができるのです。環境側から見ても、遠くから持ってこないし無理をして育てないので環境負荷が低くなります。この話は今では特別なものに思えるかもしれませんが、昔は当たり前に行われていたことで、全く難しい話

ではないどころか皆さんも覚えているのではないのでしょうか。これらの取り組みは、今は親と先生にしか会わない子供たちがそれ以外の大人にも当たり前を支えられているという状態を日常的に引き起こそうとしているということなのです。この方は今では小学校作りにも携わられていて、僕もアドバイザーのような立場でたまに遊びに行かせていただき、京都大学の総長を務めていた山極さんにも関わってもらいながら、特別なことではなく日本全国どこでも普通に真似できるようなモデルとして作ってこうとしています。

最近の僕たちの暮らしは、世界のどこかから買った誰が作ったかわからないものをスーパーに行って買って使って食べて捨てるというもので、こちら側は全く見えていませんでした。しかし昔は「この季節になったらこれができる」「あの人のところからあれを買う」「自分たちはこれを売る」という循環が地域の中にあっただけなので、この「買う」から「捨てる」までのグルグル／サイクルをどんどん小さくしていくことが大事なのではないかと思えますし、こういったことがある暮らしの方が温かいではないですか。ここから得られるヒントは、実際に活動している人がいるように食や教育を通じて地域の循環の形をもう一度作ることができるのではないかといいことや、僕たちからするとお祖父さん・お祖母さんの世代のように地元の旬のものでしか何かを作ることができなかった時代に生まれてきた文化や温かみ、そしてこの地域で続けられるという地域だからこそその持続性を今の僕たちの世代が引き継がなければならないということです。また、「自分たちの昔の文化は良かった」とローカルの中だけで閉じるのではなく、それが世界の役にも立っているという視点を結び付けながら考えることが大事なのではないかと思えます。今日は温暖化がテーマなので「温暖化対策にこれをやろう」という話をしてきましたが、それは「地域にあるものをちゃんと大事にしよう」という話でもありますし、「地域の食べ物を食べよう」という話でもあります。そして、例えば伝統の料理をお祖父さんやお祖母さんから受け継いで自分たちでも食べられるようにしていくといったことができれば、縦世代にも繋がっていくので良いのではないかと思います。

もう1つご紹介したいのは鹿児島県大隅半島の「南州エコプロジェクト」というもので、最初は37頭から始めて今では約1万頭の豚を生産している業者さんの事例です。薩摩半島には鹿児島市があって新幹線が通っていますが、そうではない方の半島が大隅半島なので言ってしまうと田舎であり、そこでは過疎・高齢化、耕作放棄地の増加、獣害、集落の衰退、肥料・飼料・原料の高騰、堆肥余剰などの問題を抱えています。堆肥が余るといのは畜産農家特有の問題かもしれませんが、人口減少、企業・地域の人手不足、地域全体の衰退など皆さん

も思い当たるものがあるのではないのでしょうか。それらにどのように対処しているかという、例えばお爺さんやお婆さんが辞めていった耕作放棄地をまとめて借り受け、大きな機械で1枚の大きな畑にする「集約化」をして大きな農機が入れるようにして、トウモロコシや小麦などの輸入に頼っているものを作るという活動をしています。その活動に携わっているのは新規就農者として福岡や東京などの都会から移住してきた人たちで、彼らを鹿屋市などの大きな市ではなく集落に住まわせることで近くのお爺ちゃんやお婆ちゃんが「あの祭りをもう1回やろう」「草刈りを一緒にやろう」と喜ぶようになるので、この会社では集落で新規就農した若者だけではなく会社の人たち全員で行って活動しています。面白いのは副業の推進をしていることで、遠くから来た若者がその会社で農業だけをしていては繋がりができないので他のところでも働くように言っているのです。例えば僕が話をさせてもらった方は週1回のペースで新しくできたゲストハウスで働いており、そこで新しい繋がりができて、「この地域は楽しいですよ」と言っていました。このように、移住者が地域から出ていかないケースが起こっているのです。こうして頑張った作った飼料用のトウモロコシを自分の牛や豚に食べさせ、小麦などもパスタにして自社レストランで食べています。僕がこの話を聞いたのは去年の9月でしたが、その後はウクライナ情勢もあって飼料用のトウモロコシなどの輸入品が高くなりました。その時点ですでに輸入品と比べて約1.3倍の値段になると言っていますが、輸入品の価格はそこからさらに上がっている、今ではとんとんか国産の中でも安いところに漕ぎ着けられていると思います。それだけではなく、このような地域課題の解決にも繋がっている、とても素敵な事例なのではないかと思っています。

これらの事例を通して僕がお伝えしたかったのは、温暖化対策をするというよりは地域全体を見渡して地域全体を良くしていくという視点で取り組んでいくことができれば、地域に繋がりができて自分たちの町のような小さな範囲で暮らしを回していけるのではないかということです。

気候変動には止める側の話と適応する側の話の両方がありますが、ここからは適応する側のお話です。これは農水省が出しているもので、これから温暖化によってリンゴや水稻などこの地域で作られているものにこのような影響が出るので気を付けましょうと呼びかけており、暖かいところでも育つ品種に変えることなどが書かれています。それから、「環境再生型農業」という言葉を聞いたことはありますか？一般的に僕たちが「畑」と聞いてイメージするのはこのように同じものがずらっと並んでいるものだと思いますが、環境再生型農業の1つである協生農法は約140種類の作物の種をばら撒き、真ん中に高い木を植えて、そこで1つの生態系を作るといった

考え方になります。実は、生き物同士や土の中の微生物同士が共生関係を作ること、耕さず肥料も撒かず水もやらずにとっても大きなキャベツが収穫できるという話があります。これはソニーのコンピュータサイエンス研究所が最終的に開発したやり方で、これによってアフリカの砂漠を緑化することができ、さらに家族4人がおよそ2畳分のスペースで約1年間食えることができました。環境再生型農業の考え方には様々なものがありますが、今までイメージされていた大量の大根や野菜系を出荷するような農業とは少し異なるものなので、本当にこれでやっていけるのかということについてはまだまだ検証が必要です。しかし、耕さない・肥料もいらない・水もやらないという今までコストがかかって大変だった部分をやらなくてもよくなる方法が開発されてきているというのは面白いところだと思います。皆さんは蜂がいなくなっているという話を聞いたことがありますか？花粉を媒介する生き物がいないので作物が育たないという話がかかり出てきているのですが、それは農薬を撒くことが原因となっていると考えられているので、そういった生き物の住処を作りながら自分たちの作物も育てることができるという側面もあります。こちらに枝廣淳子さんという有名な環境ジャーナリストの方が出された『農業が温暖化を解決する！』という本がありますので、よろしければこちらを参考にしてみてください。

それでは、ここまでの話をまとめていきます。最初にお話ししたのは温暖化が大変な状態になっているということ、2つ目の話は自分たちの暮らしがそれに加担しているということ、3つ目にそれでは何をやっていけば良いのだろうという考え方のヒントをお話ししました。今日は気候変動の話ばかりになりましたが、今回の話も全く同じ構造の問題を抱えています。気候変動については、森を伐りすぎたり自然を破壊しすぎたりすることで二酸化炭素を吸収してくれる森がなくなって温暖化が進んでいるという話がありました。コロナウイルスも森の中にいた生き物で、それを僕たちが自然破壊をしすぎたために引き出してしまったのです。今の僕たちは、そういったことがない世界や地域に戻していこうという段階にいます。今までの暮らしは大量生産・大量消費で確かに便利で楽になった部分はたくさんありますが、これを持続けていけば地球が保たないし、水害が増えたり暑すぎたりして今までの伝統ある暮らしができなくなるなどの悲しみもたくさん増えてくるので、そうではない未来を今から作っていきたいという話なのです。ここまでの話を受けて、「自分自身にできることは何だろう」「自分は何をやりたいだろう」という問いについてグループで話をしてみてください。

(グループトーク)

(大岩根) それでは聞いていきます。レクチャーはこれで終わりになるので、グループ内で出た感想や全体を通じた質問などがあれば挙げていただきたいと思います。が、いかがでしょうか。

(参加者) コロナの話がありましたが、温暖化によって解けた氷の中にもコロナのような菌が入っている可能性があるのでしょうか。

(大岩根) シベリアやロシアの永久凍土や南極の氷の中に自分たちの知らない病原菌がいる可能性があるということは言われていますし、僕もその可能性は十分にあると思っています。

(参加者) まだ新しい病気が出てくる可能性があるということですか？

(大岩根) その可能性はありますし、既存の病気についても、例えば寒すぎて日本に入らなかった病原菌が温暖化によって暖かくなったことで北上するということも今後は十分あり得ると思います。僕が住んでいる硫黄島では、蚊が冬でもいなくならず年中いるようになりました。

(参加者) こちらのグループではゴミの分別をすること



や脱石油 100 パーセントを目指すことに普段から取り組んでいる方の意見が出ました。マイクロプラスチックなどの問題について聞きたい方もいらっしゃいましたので、補足できることがあればお願いします。

(大岩根) それでは、プラスチックと温暖化の繋がりについてお話しします。こちらではプラスチックごみの分別はどうなっていますか？

(参加者) 今は燃えるゴミですが、来年からもう少し細かく分別されます。

(大岩根) ありがとうございます。自治体によって燃えるゴミにしているところと分別回収しているところがありますが、燃えるゴミにしていると、もともと地下に埋まっていた石油を掘り出して燃やすので大気中に二酸化炭素が増えてしまいますし、もし分別回収をしているとしてもその後はどうするのかという話になってきます。分別回収をした後はリサイクルする場合と埋め立てる場合があります、リサイクルもサーマルリサイクルとマテリアルリサイクルの2通りあります。マテリアルリサイクルとは、例えばペットボトルを回収したら、それをもう1回原料に戻して卵のパックやCDのケースなど別のプラスチック製品にすることです。サーマルリサイクルは燃やしてしまうので海外では「リサイクル」とは言いませんが、日本では「リサイクル」と呼ばれているグレーなものです。焼却炉が大型化すると高い温度で燃やす必要がありますが、そこに石油であるプラスチックを入れると火が点いて燃えるので、助燃剤としてプラスチックを使うことを「リサイクル」と呼んでいるのです。これではもちろん温室効果ガスが出て温暖化に繋がりますので、予算の問題もあるとは思いますが、プラスチックを分別した後にどうするのかということを町でも考えていただきたいと思います。

今日はお話しできませんでしたが、鹿児島県大崎町の事例を載せています。大崎町では約 83 パーセントのものをリサイクルしていて、プラスチックもリサイクルしています。町民の方々がペットボトルやトレイを完全に綺麗にして出すのでとても綺麗な状態で出荷されて、ゴミではなくお金に変わり、それらのプラスチックを売ったお金を貯めて「リサイクル奨学金」という高校や大学に進学する人たちの奨学金にしています。また、リサイクルで得たお金を貯めて町民に「リサイクル商品券」という商品券を配る活動も行われています。

マテリアルリサイクルがどのように行われているかということ、国内で行われていた場合もありますが、2018 年まではかなり中国に輸出していました。しかし中国でも経済成長に伴ってプラスチック製品がかなり増えてしまい、「国内のものを回しきれないので止める」と言って止めてしまったので、プラスチックの行き先がなくなって東南アジアに送るようになりました。ただ、例えばベトナムやフィリピンなどの施設は「リサイクル施設だ」と言い張ってはいるもののきちんと運用されているわけではなく、中国ほどしっかりと設備も無いので、リサイクルのためにプラスチックを洗った際に出る処理水が川に流れていたり、実は燃やされていたりという話があります。ただ埋め立てられているだけという事例もあり、それらが流出して、例えば観光地として有名なインドネシアのバリ島にあるビーチでは泳げないほどのゴミが海岸に溢れています。もちろんそれらは海岸に留まらず波に乗って太平洋に流れ出して日本に戻ってきてお

り、またミッドウェー諸島では鳥が大量のゴミを食べて死んでしまうということも起こっています。

これは、僕が硫黄島で撮ったゴーストネットの写真です。壊れたり縛れたりした魚を獲るための網を、「持って帰って処理するよりは海に捨てた方が早い」という理由で多くの人が捨てていき、誰にも回収されずに海へと流されていった網が生き物を捕らえてしまうのです。このカメは生きていたので助けることができましたが、そうではない場合も多くあります。

海外から運ばれてくるゴミの中には金属製品やおもちゃなど地元では価値のあるものに替えられる有価物が混じっていることもあるので、それらを集めに来る人たちもいて、子供が学校にも行かずにこういったところで働くという児童労働が発生し、危ない場所にも人が働きに入っていくこともあります。これによってリサイクル率が意外と良いという話もあります。

これらが今プラスチックに関連して起こっていることで、海に浮かんでいるプラスチックが劣化してマイクロプラスチックが放出されるということも大いにあります。今では南極の氷の中やエベレストの山頂近くからもマイクロプラスチックの粉末が出ており、人間の血液やビール瓶の中など、僕たちは毎週おそクレジットカード1枚分のプラスチックを摂取しているとも言われています。マイクロプラスチックやナノプラスチックなどが見えないサイズの粉末となって地球にばら撒かれているとも言われていて、地球温暖化にも繋がりますし環境にも良くないので、なるべくプラスチック製品は使わない方が良いということです。僕の知っているプラスチックの話はこのくらいになります。

(大岩根) 今日はこのような話を聞いていただきました。「良い話を聞いたな」と思うだけでは意味が無いので、何かアクションをしてみませんかというお誘いをさせていただきます。テーブルに模造紙と付箋があると思いますので、それに自分が今回の話を聞いて感じたことや取り組んでみようと思うことを書いてみてください。僕たち事務局側からすると皆さんがどのようなことを考えてくださったのかをぜひ知りたい、今日の話を受け取ってどのような成果があったのかを見たいという思いもありますので、無かったら無かったということでも良いのですが、ぜひ書いてみていただければでしょうか。節電や節水、なるべく地元の野菜を買うなど小さなことでも構いません。

(グループトーク)

(大岩根) それでは、まとまっていなくても良いので今日の感想や学んだことを共有してくださる方はいらっしゃいますか？自分が取り組みたいことでも良いです

よ。

(参加者) 今日はいろいろと話を聞きまして、自分自身も含めて人間はあまりにも便利さを求めすぎているのではないかと思いました。昔はご飯を食べる時は自分の茶碗で食べていましたが、今はコンビニで買ったものをそのまま食べてトレーも箸も捨てるだけで終わってしまい、お茶を飲むのもペットボトルを買って捨てて終わってしまいます。食べ終わった空容器を集めて捨てて、何をするにしても人間は次の便利さや簡単さを追求しすぎているのではないかと感じました。みなさんの中にも自分の水筒を持っている人がいますが、そういった活動が広がればペットボトルが少なくなるのではないかと思います。私も麦茶をヤカンで沸かして空いているペットボトルに入れて持ち歩くことを心がけていますが、自分自身でも便利さや簡単さを追い求めすぎているように思いますし、また次の便利で簡単なものについても考えてしまっていると今日話を聞いて感じました。そして、できるだけ自分で作ることができるものは作っていった方が良いのかなとも思いました。

(大岩根) ありがとうございます。他にいかがでしょうか。

(参加者) 3～4日前に2人の子供たちが来ていたのですが、東京生まれ東京育ちのお嫁さんが山菜から何からみんな美味しいと言っておかわりもしてなんでも食べてくれるのです。彼らが来るたびにゼンマイなどの山菜や椎茸を入れてけんちん汁を作るのですが、大きなお鍋に作ってもおかわりしてくれて、2食ほど食べて帰る時にお土産として渡したら「また帰って食べられる」と喜んでいました。そうやって1食ごとに作ったものが全部なくなって、次は何を作ろうか、また同じものでは悪いと頭を使いながら、家の野菜を利用していろいろと作りました。私の家では自家野菜がとても豊富で、お父さんがナスやきゅうりやミニトマトなど何十種類も作ってくれているので助かっています。それから、生ゴミはみなコンポストに入れて、プラスチックごみや牛乳パックなどはリサイクルに出し、どうしても捨てるものもありますが、あまりゴミを出さないような取り組みをしています。

(大岩根) 先ほどもお話ししましたが、地元の旬のものがちゃんと食べられるというのは幸せで豊かなことなので、きっとそれを子供さんたちも楽しんでらっしゃるのではないかと思います。ありがとうございます。

(大岩根) そろそろ時間になりますので、最後に僕から1言お伝えしたいと思います。今日はこのようなテーマでお話をしてきましたが、温暖化のことだけではなくプラスチックなど環境全般のことを含めて地球が大変な状

況になっているという事実があります。しかしそれは、先ほど言ってくださったように僕らが便利さを求めすぎることが原因の1つであり、反対に失っているものもあります。便利だからこそ地域の繋がりがなくなっていき、地域が衰退したり仕事がなくなったりということもありますので、そこをどのようにして取り戻していくのか、自分たちの地域にあった豊かな暮らしをどのように取り戻していくのかという話でもあるのではないかと僕は思っています。温暖化対策のために我慢するという側面もあるのかもしれませんが、豊かになるという側面もきっとあると思っているので、この地域ならではの豊かで素敵な暮らしを大事にいただければ良いなと僕は思っています。これが、僕が伝えなかったことです。ご清聴ありがとうございました。

(佐藤) 大岩根さん、本当にありがとうございました。テレビのニュースや新聞でいろいろなことが報道され、みなさんも「温暖化」という言葉を聞いたり、「今年は暑かった」「雪が少なかった」「去年はお米が不作だった」という意見が出たり、暮らしの中でも少しずつ自分が子供だったときとは違うと感ずることがあるかと思えます。今日は大岩根さんからお話ししていただいて、地域のことにまいりますし自分のことにまいります。実は世界に繋がっているという一面もあり、小さなことかもしれませんがまずは知っていただくことから始めて、暮らしの中の何かしらを我慢せずに変えていくことが大事なのだと思います。今日の私の反省は、講師の先生にペットボトルのお水とプラスチックのコップを用意してしまったことで、「失敗したな」と思いながら聞いていました。先ほど話していたのですが、私が学生の頃は水差しというものがあって瓶もコップも洗って使い、おしほりもタオルを使い回すという講演会がありました。それがいつの間にかペットボトルになり、おしほりも使い捨てになっているので、昔やっていたことが実はエコに繋がっていたのかと感じました。今回は10周年ということで大岩根さんに来ていただきましたが、全国大会でもこういった講演会があり、幕張メッセで今年行われた地球惑星科学連合大会でもお話しされていて、全国的にも世界的にも注目されているテーマなので、本日はみなさんにも聞いていただきました。本日はご参加いただきまして本当にありがとうございました。大岩根さんは明日も10周年事業である中津川散策に参加してくださいますので、明日も参加される方は一緒に歩きながら今日のことも聞いていただければと思います。大岩根さんにもう一度大きな拍手をお願いいたします。最後に津南町教育委員会の島田教育長より閉会の挨拶をいただきたいと思いますので、よろしく願いいたします。

(島田) こんにちは。津南町教育委員会教育長の島田と

申します。本日はたいへんありがとうございました。まず、本日は大岩根先生にご講演いただき誠にありがとうございました。鹿児島県の三島村から4日ほど前にいらっしゃったということで、硫黄島と聞いてパッと浮かぶのは小笠原諸島の島でしたが、鹿児島にもあるのだなと思いました。遠いところからご家族でいらっしゃり、山伏山のキャンプ場に泊まりながら、楽しい講演をありがとうございました。

今日は「私たちの暮らしと地球温暖化」というテーマで話をさせていただきましたが、その中には3つの柱がありました。1つ目の柱は「私たちの未来があぶない」ということで、平均気温の上昇が1.5度を超えて2度になるとかなり危なくなってくるというお話があり、自分たちの子供や孫が生活する時代はどのようになるのか、それを食い止めるにはどのようにすれば良いのかと危機感を新たにしました。2つ目の柱は「何が温暖化を進めているのか」ということで、CO2が発生する根源を辿っていくと牛肉を食べることや火を燃やすことがあります。パソコンやスマホなどの電子機器に使われているコバルトのことも考えていくとアフリカで鉱石を採取している方々のところにまで辿り着き、場合によっては内戦などいろいろなところに繋がっていることがわかりました。他のものもいろいろなところに繋がっていて、その起源は私たちであると返ってきた時にはドキッとする部分もありましたし、何をすればその起源が断ち切れるのかというのは難しい問題だと思いました。最後の柱は「自分と地球と地域のこれからを考えよう」ということで、自分たちに何ができるのかグループでも話し合ってもらいました。私が考えたのはゴミを分別すること、冬はできるだけ着るものを工夫して暖房に気を付けること、野菜をできるだけ自分で作って食べることです。それから苗場山麓ジオパークでは、ガイドのみなさんからもご協力いただきながら子供たちがジオ学習ということで津南町のジオについて学んでいます。その中には環境や生活、歴史のことも含まれていますが、子供たちがジオ学習を通して学んだことがこれからの環境を守っていくことに何かしらの繋がりを持っていると確信しました。そういった意味でガイドのみなさんのお力には感謝しておりますし、子供たちがこれらのことを学んでいる素晴らしさをもっともっとPRしていかなければならないと思いました。大岩根先生のご講演のお礼にはならない部分もあるかもしれませんが、今日はお忙しい中、貴重なご講演をありがとうございました。これからの私たちがしっかりと考えていかなければいけないことを教えていただいたと思っています。ありがとうございました。最後になりますが、苗場山麓ジオパークは今年で10周年となります。ここまで来ることができたのは地域の皆様、そして何よりジオガイドの皆様がいろいろなところでPRしてくださり、子供たちの学習に協力してくだ

さったおかげであると思っております。来年や再来年は3回目の認定へ向かっていく大きな時期になりますので、これからも津南町の宝物としてのジオパークがさらに盛り上がるように、皆様からもまたご協力いただければと思っております。今日はお忙しい中お集まりいただきまして、たいへんありがとうございました。今後ともよろしくお願いいたします。

(佐藤) 教育長、ありがとうございました。最後に宣伝をさせていただきます。皆様の机の上に「苗場山麓豊かな自然と暮らし」というパンフレットをお配りしております。こちらでは1年間の中で旬を迎える様々なものが素晴らしいイラストで紹介されておりますので、ぜひ見ていただいて、また思い返して認識していただければと思っております。後ろには来年の苗場山麓ジオパークのカレンダーのデザイン案が見本として置いてあります。来月から観光協会さんの方で販売が始まりますので、興味のある方は見ていただければと思います。先生からご紹介いただいた本の実物も置いてありますので、見ていただければと思います。それから、来週は上越市で『掘る女』という映画が上映されます。こちらの映画では津南町も撮影地の1つとして入っておりますし、監督さんとのトークショーには前ジオパーク推進室長の佐藤雅一室長が登壇されてお話しされますので、興味のある方はぜひチラシをお持ちいただいて申し込んでいただければと思いますので、よろしくお願いいたします。最後に、今夜7時からジオ段丘花火が開催されますので、小島さんからご説明をお願いします。

(小島) みなさんお疲れ様です。ジオパーク推進室の小島です。街頭のみなさんからもご協賛いただきまして、河岸段丘を夜空に浮かび上がらせるための花火が今年で19回目を迎えます。今年は19回目にして始めて正三尺玉という玉が含まれ、日本一短いと謳っているだけあって今夜7時から概ね3分で演目が終わってしまいますが、もしご都合が合えば津南の夜空を見上げていただきたいと思います。正三尺玉はマウンテンパーク津南近くの上野の大杉の近くから打ち上げます。正三尺玉とは直径が約90センチの玉で、とても大きな大砲のような筒からドンと打ち上がります。今回の大岩根先生の講演の中には出てきませんでしたが、以前お聞きした話では戦争でも火薬などからかなりの二酸化炭素が出ているということでした。「筒を横に向けたら戦争に使う道具になってしまうが、上に向けたら花火が上がる」と花火師の方がよく言っているように、平和のために打ち上げるものですので、みなさんもし良かったらご覧ください。

(佐藤) ありがとうございます。これも省エネになるかもしれませんが、みなさんもそのひと時だけは電気を消

していただいて、暗い夜空で花火を見上げていただければとおもますのでよろしくお願いいたします。明日は中津川左岸を散策するというので、なじもんに9時に集合して出発する形になりますので、お申し込みをされている方は明日の9時までになじもんにご参集いただければと思います。お申し込みをされていない方は本日の受付も可能ですので、参加したいという方がいらっしゃいましたら受付の方へお声がけをお願いいたします。苗場山麓ジオパーク日本認定10周年記念事業1日目の講演会はこれで終了とさせていただきます。明日のご参加もお待ちしております。本日は本当にありがとうございました。



近年の津南町における土器付着炭化物の 理化学的分析

吉田 邦夫
宮内 信雄

1. はじめに

本論はこの数年に筆者らが携わり、未公表である、津南町内の遺跡から出土した土器の付着炭化物の理化学的分析結果について、報告するものである。今回報告するのは、赤沢尻 C 遺跡と芦ヶ崎入り遺跡、沖ノ原遺跡から出土した土器に付着した炭化物の分析結果である。

2. 分析方法

用いた理化学的分析の方法は、炭素・窒素安定同位体分析と放射性炭素年代測定法である。

炭素・窒素安定同位体分析は、炭素、窒素の安定同位体比である $\delta^{13}\text{C}$ 、 $\delta^{15}\text{N}$ に、C/N をくわえた 3 つの指標について、炭化物試料と C₃ 植物、C₃ 植物を摂取した草食動物、C₄ 植物、海産小型魚、海産大型魚、海棲哺乳類などのグループが持つ範囲¹⁾を比較することで、試料の由来について推定する方法である。

測定は、東京大学総合研究博物館タンデム加速器分析室設置の安定同位体比質量分析装置 (EA-IRMS: 元素分析計/質量分析計|元素分析計: vario ISOTOPE select、質量分析計: isoPrime visION(elementar UK 社製)により行った。安定同位体比のレファレンスガスは、超高純度ボンベガス (Grade 1; CO₂: >99.995 vol%, N₂: >99.99995 vol%) を用いた。また、国際標準試料は $\delta^{13}\text{C}$: IAEA-CO1 ($\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}}=2.49 \pm 0.1 \text{ ‰}$)、CO8 ($-5.76 \pm 0.03 \text{ ‰}$)、CH7 ($-32.15 \pm 0.05 \text{ ‰}$)、 $\delta^{15}\text{N}$: IAEA-N1 ($\delta^{15}\text{N}_{\text{Air}}=0.4 \pm 0.2 \text{ ‰}$)、N2 ($20.3 \pm 0.2 \text{ ‰}$) を使用し、測定用標準試料 (ワーキングスタンダード) は、L-Alanine (SI サイエンス社より購入、ナカライテスク社製、Lot No. AZ100 M9R2064 $\delta^{13}\text{C}_{\text{VPDB}} = -19.9 \pm 0.2 \text{ ‰}$ 、 $\delta^{15}\text{N}_{\text{Air}} = 1.79 \pm 0.2 \text{ ‰}$) を使用した。

試料については、年代測定の場合に常用される、酸アルカリ酸による前処理 (AAA 処理) を行っていない。

放射性炭素年代測定は、東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室によるもので、研究室の定法に則って、AAA 処理、炭素精製およびグラファイト化、AMS による年代測定が行われた。年代値は、5 年単位に値を丸めて示している。較正年代への換算は、丸める前の測定値について IntCal20²⁾の較正曲線を用い、較正プログラム OxCal v. 4.4.4³⁾によって行った。

3. 赤沢尻 C 遺跡

(1) 試料について

4 点の縄文時代早期の土器から炭化物を採取し、ASC-2021-1 ~ ASC-2021-4 の連番を付けた。ASC-2021-1、ASC-2021-2 と ASC-2021-4 は早期中葉の押型文土器である。ASC-2021-3 も縄文早期の無文土器とされている。口縁部の小破片であるため、文様の詳細は不明であり、細別時期不明と捉えている⁴⁾。ASC-2021-1 のみ内面付着炭化物で、その他の 3 点は外面付着炭化物である。

(2) 分析結果

炭素・窒素安定同位体分析の結果は、ASC-2021-1 の $\delta^{13}\text{C}$ は -24.4 ‰ であり、C₃ 植物に連なる食物連鎖系の生物を由来に含むと思われる。 $\delta^{15}\text{N}$ は 12.2 ‰ 、C/N は 9.5 で、サケ・マス類 and/or 海産魚類と C₃ 植物が混合しているものと推定される。ASC-2021-2 ~ ASC-2021-4 の $\delta^{13}\text{C}$ は -25 ‰ から -26 ‰ 前後であった。 $\delta^{15}\text{N}$ は ASC-2021-3 が大きく 11.8 ‰ 、他の 2 点は 7.5 ‰ 程度、C/N は 3 点とも 20 程度であった。 $\delta^{15}\text{N}$ は海産魚類に相当するか、近い値であるが、外面付着炭化物の $\delta^{15}\text{N}$ は大きくなる傾向が知られている⁵⁾。C/N の大きさを踏まえると、海産魚類の寄与があったとしても極めてわずかであると考えられる。よって、C₃ 植物の燃焼材が、炭化物の主体であると考えるのが合理的であろう。

ASC-2021-1 は採取できた炭化物量が少なく、また海洋リザーバー効果の影響を受けていることも予想されたため、放射性炭素年代の測定は断念した。ASC-2021-2 ~ ASC-2021-4 は、海洋リザーバー効果の影響は考えにくく、試料量も十分にあったため、放射性炭素年代の測定を行った。

放射性炭素年代は、ASC-2021-2 と ASC-2021-4 がほぼ同年代で $8600 \sim 8750 \text{ BP}$ 前後、ASC-2021-3 は新しく、 $7810 \pm 25 \text{ BP}$ であった⁶⁾。

4. 芦ヶ崎入り遺跡

(1) 試料について

縄文時代早期後葉の条痕文系土器 (絡条体圧痕文) 1 点の外面に付着していた炭化物である⁷⁾。母資料には『ASI-263-III』との註記があり、これを試料番号とした。

(2) 分析結果

炭素・窒素安定同位体分析の結果は、 $\delta^{13}\text{C}$ が -26.0 ‰ 、 $\delta^{15}\text{N}$ は 10.9 ‰ 、C/N は 22.0 であった。前節で触れたように、外面付着炭化物としてはよく見られる値の組み合わせであり、C₃ 植物の燃焼材が、炭化物の主体であると考えられる。よって、海洋リザーバー効果の影響は考えにくく、試料量も十分にあったため、放射性炭素年代の測定を行った。

放射性炭素年代は、 $6750 \pm 25 \text{ BP}$ であった⁸⁾。

5. 沖ノ原遺跡

(1) 試料について

縄文時代中期の火炎土器 A 群の一つであり、「王冠型土器 2」などと称される土器の⁹⁾、胴下部内面から炭化物を採取した。母資料は、正確には計測していないが器高 25cm を超える大形品である¹⁰⁾。試料番号は NGOKH-2024-01 とした。

(2) 分析結果

実施した分析は、炭素・窒素安定同位体分析のみである。 $\delta^{13}\text{C}$ は -22.7‰、 $\delta^{15}\text{N}$ は 1.8‰、C/N は 28.0 であった。炭化物の由来は、タンパク質をわずかしかなかった堅果類のような C₃ 植物を主体としていたと考えられる。

6. 考察とまとめ

(1) 縄文時代早期の炭素・窒素安定同位体分析結果

縄文時代早期の内面土器付着炭化物の炭素・窒素安定同位体分析例は多くなく、今回の赤沢尻 C 遺跡の ASC-2021-1 は、1 点ながら貴重である。

新潟県における縄文時代草創期の炭素・窒素安定同位体分析結果を概観すると、 $\delta^{15}\text{N}$ が海産魚類に相当するような大きいものが多い。続く縄文時代早期は、 $\delta^{15}\text{N}$ は依然海産魚類に相当するような値が優勢であるが、草創期にはわずかだった C₃ 植物に相当するような値が明確に増加する。さらに前期になると、海産魚類に相当するような値はわずかとなり、C₃ 植物に相当するような値が主体となっている。特に前期は測定点数が少ないが、現状としては上記のような変遷が考えられる。ASC-2021-1 は、サケ・マス類 and/or 海産魚類と C₃ 植物が混合しているものと推定された。縄文時代早期としては、一般的なあり方を示しているといえよう。

(2) 火炎土器の炭素・窒素安定同位体分析結果

沖ノ原遺跡の NGOKH-2024-01 の炭素・窒素安定同位体分析結果は、C/N が大きい特徴があり、堅果類などの煮炊きが想定される。同じ特徴を火炎土器のなかに求めると、いずれも大形の土器である¹¹⁾。もう一つ注目すべきは、典型的な火焰型土器（C 鶏頭冠）や、王冠型土器ではこの特徴が見られない点である。大きさだけではなく、文様の別によっても使い分けの意識があったことが示唆され、本例もその傾向を支持する結果となった。

(3) 新潟県における縄文時代早期土器の年代

赤沢尻 C 遺跡では押型文土器の 2 点を含めた縄文時代早期 3 点、芦ヶ崎入り遺跡で条痕文系土器の 1 点について放射性炭素年代測定を実施した。2019 年に筆者の一人である宮内がまとめた際は、当時公表されていた新潟県における縄文時代早期の土器付着炭化物の放射性炭素年代値は、11 点にしか過ぎなかった¹²⁾。今回は、測

定例が 1 点しかなかった押型文土器に上積みができたことは、意義が深い。

較正年代を比較すると、押型文土器の 2 点は、撚糸文土器の終末期に続く位置となった。報告書において、当該 2 点は、3 期に分けられた押型文土器の時期の最初期である卯ノ木 1 式に分類されている。得られた較正年代と型式学的な編年の位置の符合が見られた。また、最初期の押型文土器の較正年代値の情報を提供できたとも評価できる。ASC-2021-3 は、押型文土器の最終末期辺りに位置付けられた。

芦ヶ崎入り遺跡の条痕文系土器も、既測定例と調和する結果となった。

早期の土器についての年代測定値は、いずれも外面付着炭化物であることに留意しつつも、貴重な年代値が得られたことは評価できる。

本研究は、科研費基盤研究 (B) 20H01344 の助成を受けた。また、小澤仁嗣、堀内晶子、宮田佳樹の協力を得た。

放射性炭素年代測定は、東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室との共同研究として実施した。

註

- 1) Yoshida K., Kunikita D., Miyazaki Y., Nishida Y., Miyao T., Matsuzaki H. 2013. Dating and stable isotope analysis of charred residues on the incipient Jomon pottery (Japan). *Radiocarbon*, 55 (2・3) : 1322-1333.
- 2) Reimer, P. J., Austin, W. E. N., Bard, E., Bayliss, A., Blackwell, P. G., Bronk Ramsey, C., and others. 2020. The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0-55 cal kBP). *Radiocarbon*, 62 (4) , 725-757.
- 3) Bronk Ramsey, C. 2021. OxCal v.4.4.4 [software]. URL: <https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>
- 4) 津南町教育委員会（編） 2023『赤沢尻 C 遺跡』津南町文化財調査報告書第 83 輯 津南町教育委員会
- 5) 坂本 稔 2007「安定同位体比に基づく土器付着物の分析」『国立歴史民俗博物館研究報告』137 305-315 頁 国立歴史民俗博物館
- 6) 東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室報告書『P-21074』より
- 7) 津南町教育委員会（編） 2024『芦ヶ崎入り遺跡』津南町文化財調査報告書第 85 輯 津南町教育委員会
- 8) 東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室報告書『P-23002』より
- 9) 津南町教育委員会（編） 2005『道尻手遺跡』津南町文化財調査報告書第 47 輯 津南町教育委員会
- 10) 宮内信雄 2006「火炎土器の大きさ」『新潟考古』17 91-104 頁 新潟県考古学会
- 11) 宮内信雄 2012「縄文土器・土製品を科学の眼で見る」

表 1 資料一覧と炭素・窒素安定同位体分析の結果

遺跡名	試料No.	注記名	報告書分類	報告No.	採取位置	採取面	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{15}\text{N}(\text{‰})$	C(%)	N(%)	C/N	N/C*100
赤沢尻C	ASC2021-1	ASC B8-9-III 1	2群1類E	—	胴	内	-24.4	12.2	32.1	3.9	9.5	10.5
赤沢尻C	ASC2021-2	ASC B8-12-III 3	2群1類A	—	胴	外	-25.9	7.3	40.1	2.2	20.8	4.8
赤沢尻C	ASC2021-3	ASC C10-69-III 11	2群3類	65	口	外	-25.0	11.8	39.5	2.2	21.0	4.8
赤沢尻C	ASC2021-4	ASC C9-109-III 29	2群1類A-1	26	胴	外	-26.2	7.5	42.7	2.4	20.4	4.9
芦ヶ崎入り	ASI-263-III	ASI-263-III	2類1	9	胴	外	-26.0	10.9	43.1	2.3	22.0	4.6
沖ノ原	NGOKH-2024-01	23OKI-321J-1103	—	—	胴下	内	-22.7	1.8	53.5	2.2	28.0	3.6

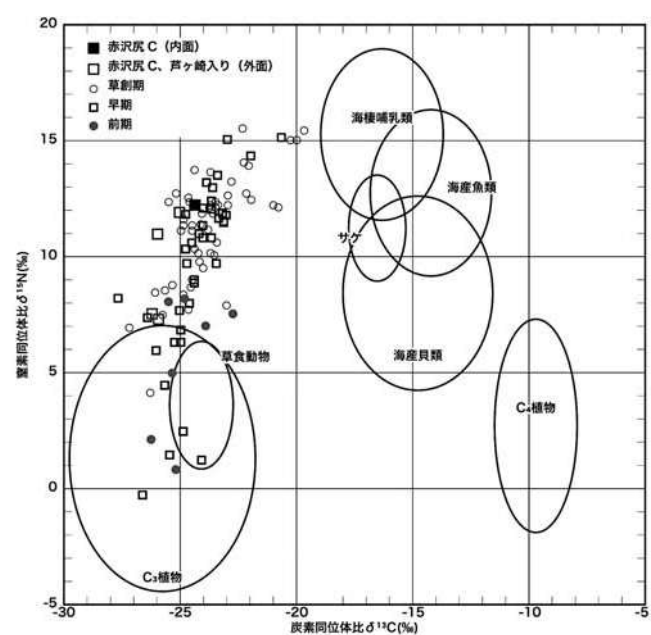


図 1 炭素・窒素安定同位体分析の結果
(赤沢尻 C 遺跡・芦ヶ崎入り遺跡)

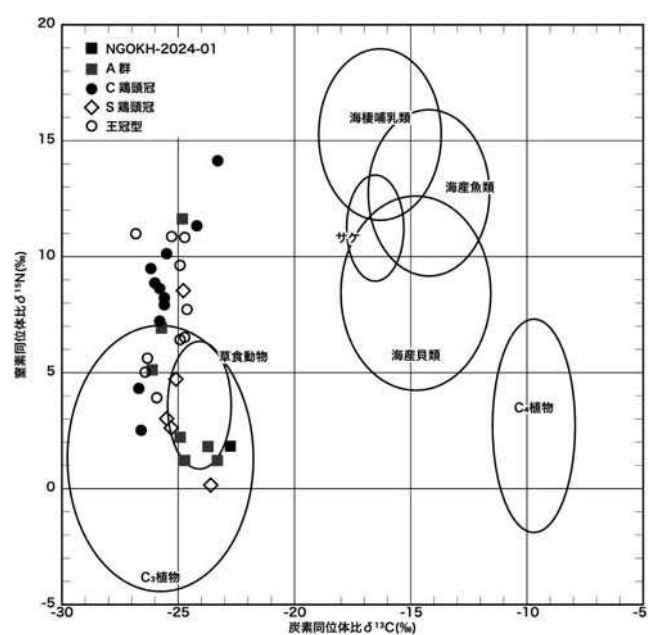


図 2 炭素・窒素安定同位体分析の結果
(沖ノ原遺跡)

遺跡名	試料No.	測定機関コード	¹⁴ C年代	誤差
赤沢尻C	ASC2021-2	TKA-24564	8760	30
赤沢尻C	ASC2021-3	TKA-24565	7810	25
赤沢尻C	ASC2021-4	TKA-24566	8615	30
芦ヶ崎入り	ASI-263-III	TKA-27243	6750	25

表 2 放射性炭素年代測定の結果

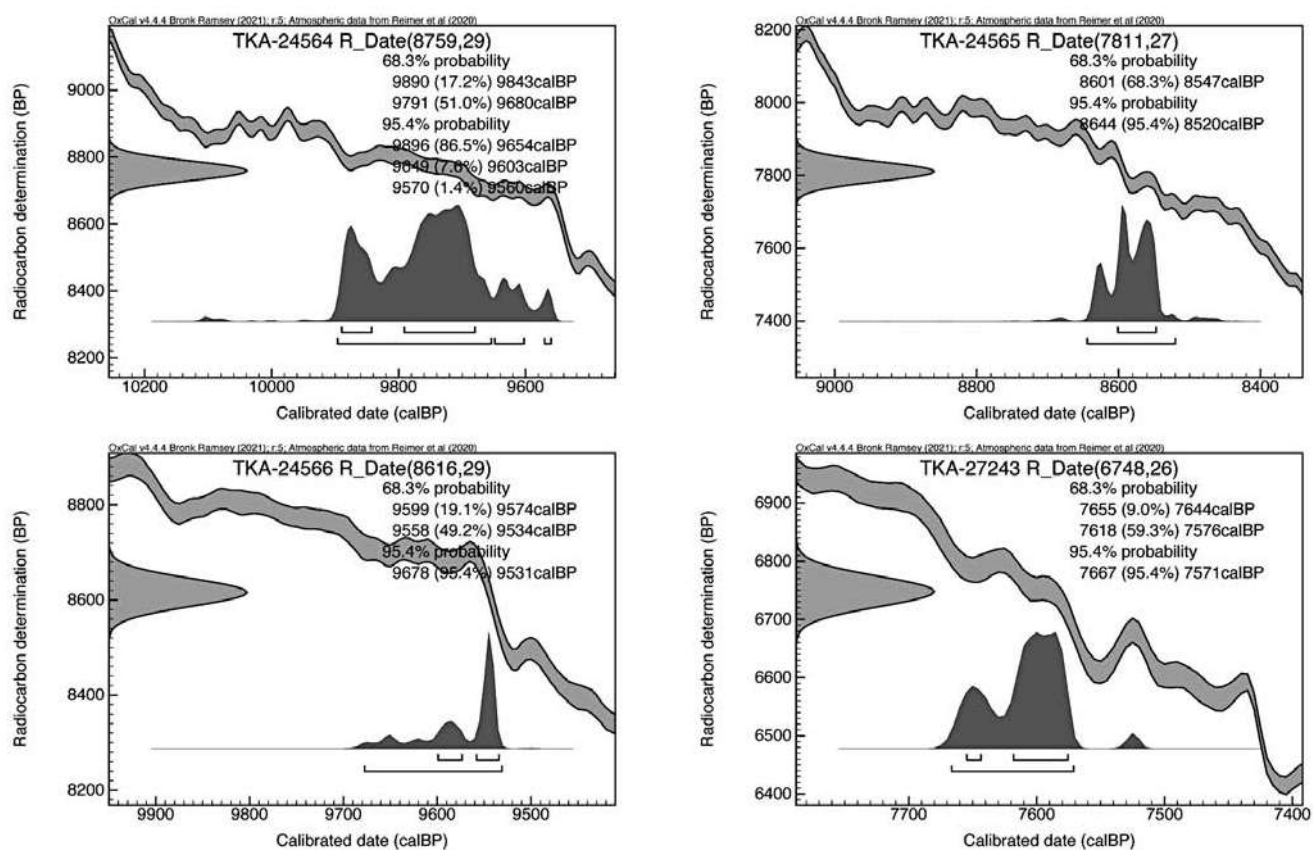
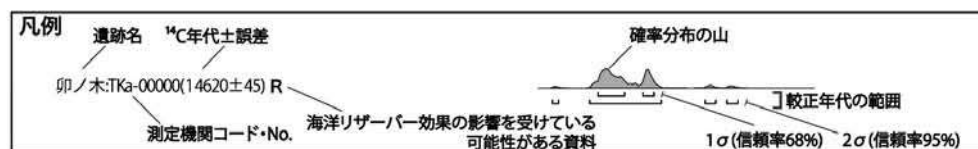


図 3 年代測定値と校正曲線・校正年代（赤沢尻 C 遺跡、芦ヶ崎入り遺跡）



OxCal v4.4.4 Bronk Ramsey (2021); r:5 Atmospheric data from Reimer et al (2020)

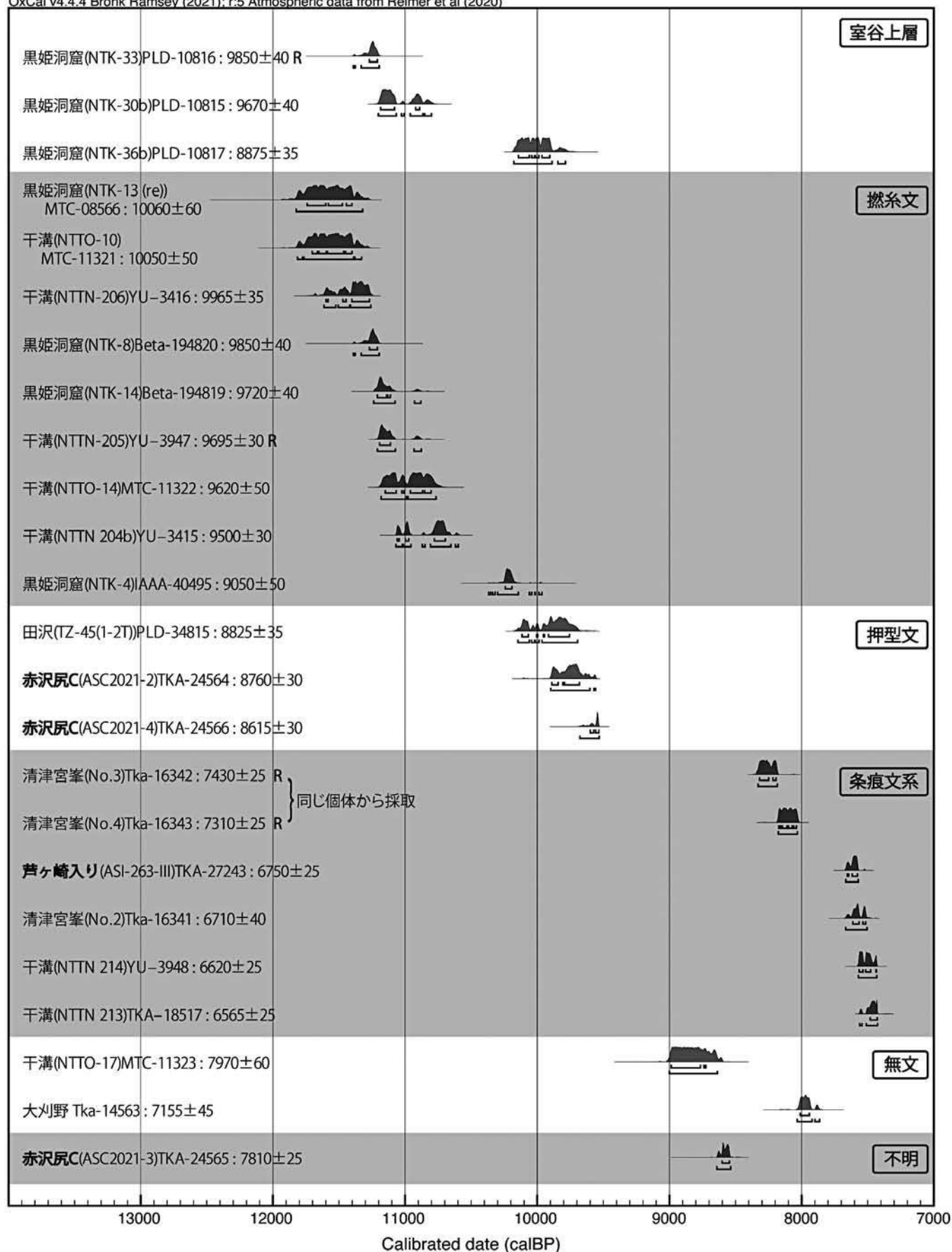


図4 新潟県における縄文時代早期土器の校正年代

＜寄稿 報告＞

2024 年度 栄村希少動植物調査事業

苗場山頂台地における動植物調査報告

栄村希少動植物調査員

広瀬明彦・涌井泰二

1. はじめに

栄村希少動植物調査事業が始まって、2024 年度で 5 年次となった。これまで村内の各集落内やその周辺の山間地を中心に、ギフチョウをはじめとする希少動植物調査を行ってきた。

調査最終年となった 5 年次は、これまでの懸案事項であった苗場山の山頂台地に立ち入っての調査を、各関係機関の許可・承認を得て実施することができた。今回調査した苗場山の山頂台地一帯は、上信越高原国立公園内の特別保護地区に指定されている。

以下にその概要と結果を報告する。

2. 調査の概要

(1) 調査の目的

栄村の南東部に位置する苗場山は、その山頂台地周辺に多数の池塘を含む広大な高層湿原が広がり、国内でも極めて特異な自然環境が残されている。

調査最終年となった本年度、そうした高層湿原地帯に生息する現在の動植物について調査を行い、栄村の自然の現状を知る資料として残す。

(2) 調査実施日及び調査参加者

①第 1 回：2024 年 7 月 23 日（火）～ 25 日（木）

参加者：4 名

広瀬明彦（栄村希少動植物調査員）、涌井泰二（同）、中澤英正（苗場山麓ジオパーク推進室植物関係専門員）、相澤優樹（栄村教育委員会事務局）

②第 2 回：2024 年 8 月 6 日（火）～ 8 日（木）

※第 1 回の調査結果をもとに、さらに細かな記録収集を行う予定であったが、悪天候のためやむなく中止。

③第 3 回：2024 年 8 月 9 日（金）

参加者：2 名

広瀬明彦、涌井泰二

※終日好天予報のため、日帰りで急ぎょ実施。

(3) 主な調査対象

山頂台地において、主に以下を対象として調査を行った。

①池塘及び高層湿原帯の植物

②チョウ類

③池塘周辺のトンボ類（池塘内の幼虫も含む）

※関連して、複数の池塘において簡易水質検査も実施した。

(4) 調査範囲（図 1）

調査地 1：自然体験交流センター（山頂ヒュッテ）西側池塘群周辺（標高約 2130 m 前後）（図 2）

調査地 2：龍ノ峰北側池塘群周辺（標高約 2044 ～ 2048 m）（図 3）

調査地 3：自然体験交流センター南西側池塘群周辺（標高約 2048 ～ 2080 m）（図 4）

調査地 4：坪場西側ピーク（前山）中腹周辺（標高約 2015 m 前後）（図 5）

調査地 5：龍ノ峰付近の池塘群周辺（標高約 2046 ～ 2050 m）（図 6）

(5) 調査方法

①植物・チョウ類・トンボ類

調査地を踏査しながら、目視にて調査。また、事前に届けたものについては、捕虫網もしくは水網にて採取。しかし、実際には現場で同定が可能だったため、標本作製のため、採取し持ち帰ったものはなし。

②簡易水質調査

調査地 1 と 5 においては 2 か所ずつ、調査地 2 において 1 か所、計 5 か所の池塘水で実施。気温、水温及び共立理化学研究所パックテストで pH の簡易測定を実施。

3. 調査結果

(1) 調査日ごとの調査状況

① 7 月 23 日（火）

調査時間：14:00 ～ 16:00

調査範囲：調査地 1 周辺

天 気：霧時々曇り

気 温：20.2℃（15:05）

小赤沢ルートより登頂。午後から調査地 1 周辺で植物及び、チョウ類、トンボ類を調査。

② 7 月 24 日（水）

調査時間：10:30 ～ 13:00

調査範囲：調査地 2 周辺

天 気：曇り一時晴れ、のち雨と霧

気 温：16.7℃（11:25）

朝、風雨のため山頂ヒュッテで待機。天気が回復してきたため調査に出るが、昼食頃から再び風雨が強くなり撤退。調査地 2 周辺で、植物、チョウ類、トンボ類を調査。

③ 7 月 25 日（木）

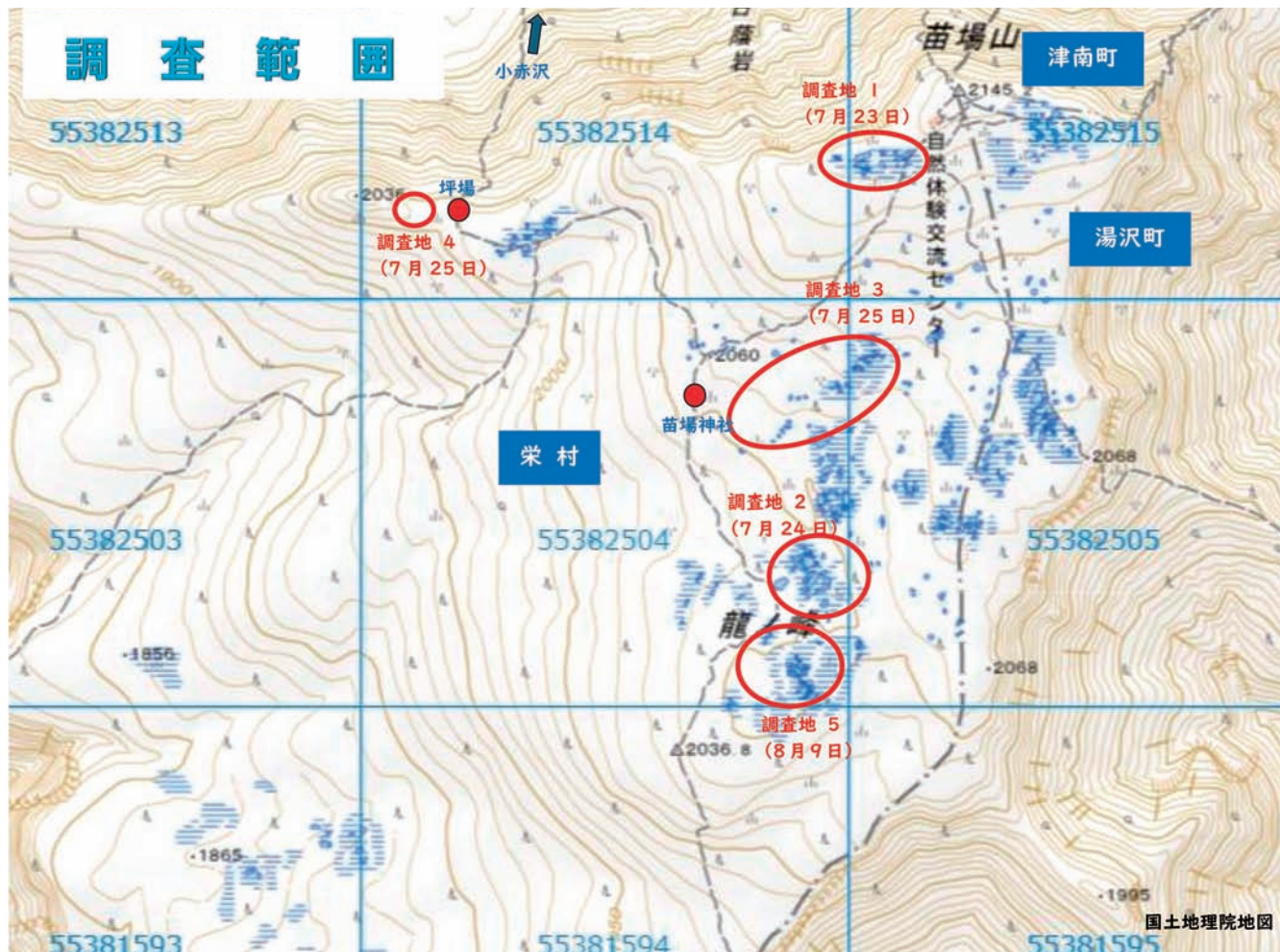


図1 およその調査範囲

国土地理院地図をもとに作成（涌井）

調査時間：7:35～8:35

調査範囲：調査地3周辺

天気：曇り時々小雨、のち一時晴れ

気温：測定できず

下山途中で山頂ヒュッテ南西側の池塘群周辺で植物、チョウ類、トンボ類を調査。発雷の可能性が高いため、早々に調査地4へ移動。

④7月25日（木）

調査時間：9:25～10:05

調査範囲：調査地4周辺

天気：晴れ

坪場まで下山後、西側にある通称「前山」中腹の植物を調査。雷雲発生前に下山。

⑤8月9日（金）

調査時間：10:30～13:20

調査範囲：調査地5周辺

天気：晴れ時々霧

気温：19.6℃（11:10）

日帰りで調査実施。調査地5の池塘群周辺でチョウ類・トンボ類を調査。



図2 調査地1周辺

国土地理院航空写真をもとに作成（涌井） ※以下同じ

A、B及び白丸は、水質を調べた位置。



図3 調査地2周辺

●はホソバタマミクリを確認した位置



図4 調査地3周辺



図5 調査地4周辺



図6 調査地5周辺

(2) 確認した動植物

①植物調査結果

1) 調査地1～調査地3について

第1回の調査時に、主に調査地1～調査地3の3つの池塘群周辺で草本と木本の調査を行った。

第2回の調査時には、9合目から上の登山道周辺の樹林帯や、池塘群と池塘群との間にある樹林帯で木本を中心に調査する予定であったが、悪天のため中止となった。したがって、第1回の調査結果を以下に報告する(表1～3)。

3つの調査地の池塘群周辺の高層湿原帯(図7～9)においては、カヤツリグサ科の植物、特にカワズスゲ(図10)やミタケスゲ(図11)を優占種としながら、キンコウカ(図12)が湿原全体に大きな群落を作り開花中であった。

池塘の中では、ミヤマホタルイ(図13)、ヤチスゲ(図14)といったカヤツリグサ科の植物が群落を作っている池塘が多く見られた。また各池塘の岸部周辺には、ほとんどすべての池塘でミズゴケ類の中にモウセンゴケ(図15)が大量に群落となり花を咲かせていた。

今回の調査では、池塘周辺でモウセンゴケのほかにナ

ガバノモウセンゴケの有無を調べたが、確認出来なかった。

草本については、調査地1は22種、調査地2は20種、調査地3は19種とほぼ同数であり、これらの調査地でおおよそ8割が共通種であった。また、木本については、主に池塘群の縁の灌木帯のみの調査となったが、草本同様、3つの調査地で樹種の多くが共通していた(図16)。

このことから、これらの調査地では思いのほか植物相の違いが少なく、同様の環境であることが分かった。

◆ホソバタマミクリ(ミクリ科)

本種(図17)については、調査地2の1か所のみで確認した。本種は、本州中部以北の亜高山帯から高山帯の池沼に生育する水生植物である。

苗場山の山頂台地においては、過去の調査においても確認されているが^{1) 2)}、その分布は局地的で以前から限られた池塘のみで生育していたようである。

山頂台地の池塘には、座布団1枚程度の小さなものから周囲が100 m以上ある大きなものまで確認出来たが、本種があった池塘は、龍ノ峰北側付近の登山道脇にある大きな池塘内(位置:北緯 36° 50' 9.07"、東経 138° 41' 8.72

表1 調査地1で確認した植物

＜草本＞ 青字：3つの調査地で共通だった種				
No.	種名	科名	出現頻度	備考
1	イワイチョウ	ミツガシワ科	○	花
2	イワオトギリ	オトギリソウ科	△	花
3	イワカガミ	イワウメ科	△	果実
4	イワショウブ	チシマゼキショウ科	○	蕾
5	オヤマリンドウ	リンドウ科	△	日本固有種
6	カワズスゲ	カヤツリグサ科	◎	果実
7	キンコウカ	キンコウカ科	◎	花、日本固有種
8	ゴゼンタチバナ	ミズキ科	△	花
9	コバイケイソウ	シュロソウ科	△	日本固有種
10	シラネニンジン	セリ科	○	花
11	ゼンテイカ	ワスレグサ科	△	花
12	タテヤマリンドウ	リンドウ科	○	花・果実
13	トキソウ	ラン科	△	花、 環：準絶、長：II類
14	ネバリノギラン	キンコウカ科	△	花、日本固有種
15	ヒゲノガリヤス	イネ科	○	花、日本固有種
16	ホソバノキンチドリ	ラン科	○	花
17	ミタケスゲ	カヤツリグサ科	○	果実
18	ミヤマイヌノハナヒゲ	カヤツリグサ科	△	花、日本固有種
19	ミヤマホタルイ	カヤツリグサ科	◎	花、池塘内
20	モウセンゴケ	モウセンゴケ科	◎	花、池塘岸部周辺
21	ヤチスゲ	カヤツリグサ科	○	花・果実、池塘内
22	ワタスゲ	カヤツリグサ科	○	果実、池塘周辺

＜木本＞

No.	種名	科名	出現頻度	備考
1	アカミノイヌツゲ	モチノキ科	○	花、日本固有種
2	ウラジロヨウラク	ツツジ科	△	日本固有種
3	オオシラビソ	マツ科	◎	果実
4	オオバスノキ	ツツジ科	△	果実
5	クロベ	ヒノキ科	△	
6	クロマメノキ	ツツジ科	△	
7	コメツガ	マツ科	△	果実、日本固有種
8	チシマザサ	イネ科	◎	
9	チングルマ	バラ科	○	果実
10	ツルコケモモ	ツツジ科	△	花
11	ナナカマド	バラ科	○	
12	ハイマツ	マツ科	△	
13	ハクサンシャクナゲ	ツツジ科	△	花
14	ヒメウスノキ	ツツジ科	△	果実、日本固有種
15	ヒメシャクナゲ	ツツジ科	△	
16	ベニサラサドウダン	ツツジ科	○	日本固有種

”付近) (図3、18) であった。

この池塘は周囲が100 m近くあるもので、水深も深いところで1 m以上はあった。その池塘の西側に部分的に群落となっていた。

◆コバイケイソウ (シュロソウ科)

本種 (図19、20) は、山頂台地において大きな群落が多数あり、山頂台地の初夏を彩る植物の一つである。しかし、数年に一度しか開花しない性質を持つため、毎年その開花状況に大きな差がある。

今回の調査時には、すべての調査地や登山道周辺も含めて開花株はもちろん、開花した痕跡も全く見ることはできなかった。長年苗場山に登っているが、ここまで見事に一斉に花のない経験はこれまでなかった。

表2 調査地2で確認した植物

＜草本＞ 青字：3つの調査地で共通だった種				
No.	種名	科名	出現頻度	備考
1	イワイチョウ	ミツガシワ科	○	花
2	イワカガミ	イワウメ科	△	果実
3	イワショウブ	チシマゼキショウ科	○	蕾
4	オヤマリンドウ	リンドウ科	△	日本固有種
5	カワズスゲ	カヤツリグサ科	◎	果実
6	キンコウカ	キンコウカ科	◎	花、日本固有種
7	コバイケイソウ	シュロソウ科	○	日本固有種
8	コバノトンボソウ	ラン科	△	花、日本固有種
9	シラネニンジン	セリ科	○	花
10	タテヤマリンドウ	リンドウ科	○	果実
11	トキソウ	ラン科	△	花、 環：準絶、長：II類
12	ネバリノギラン	キンコウカ科	△	花、日本固有種
13	ホソバタマミクリ	ミクリ科	▲	池塘内、1か所のみ
14	ホソバノキンチドリ	ラン科	○	花
15	ミカヅキグサ	カヤツリグサ科	△	花
16	ミタケスゲ	カヤツリグサ科	◎	果実
17	ミヤマホタルイ	カヤツリグサ科	◎	花、池塘内
18	モウセンゴケ	モウセンゴケ科	◎	花、池塘岸部周辺
19	ヤチスゲ	カヤツリグサ科	○	花・果実、池塘内
20	ワタスゲ	カヤツリグサ科	◎	果実、池塘周辺

＜木本＞

No.	種名	科名	出現頻度	備考
1	アカミノイヌツゲ	モチノキ科	○	花、日本固有種
2	ウラジロヨウラク	ツツジ科	△	日本固有種
3	オオシラビソ	マツ科	◎	果実
4	オオバスノキ	ツツジ科	△	
5	クロベ	ヒノキ科	△	
6	クロマメノキ	ツツジ科	△	
7	コメツガ	マツ科	△	果実、日本固有種
8	チシマザサ	イネ科	◎	
9	チングルマ	バラ科	○	果実
10	ツルコケモモ	ツツジ科	△	花
11	ナナカマド	バラ科	○	
12	ハクサンシャクナゲ	ツツジ科	△	
13	ヒメシャクナゲ	ツツジ科	○	果実
14	ベニサラサドウダン	ツツジ科	○	日本固有種

表中の出現頻度 ◎:多い ○:やや多い △:やや少ない ▲:少ない



図7 調査地1の池塘群 (2024.7.23)



図8 調査地2の池塘群 (2024.7.24)



図9 調査地3の池塘群 (2024.7.25)

表3 調査地3で確認した植物

<草本>

青字：3つの調査地で共通だった種

No.	種名	科名	出現 頻度	備考
1	イワイチョウ	ミツガシワ科	○	花
2	イワカガミ	イワウメ科	△	果実
3	イワショウブ	チシマゼキショウ科	○	蕾
4	オオバショリマ	ヒメシダ科	△	
5	カワズスゲ	カヤツリグサ科	◎	果実
6	キンコウカ	キンコウカ科	◎	花、日本固有種
7	コバイケイソウ	シュロソウ科	◎	日本固有種
8	シラネニンジン	セリ科	○	花
9	タカネヒカゲノカズラ	ヒカゲノカズラ科	△	
10	タテヤマリンドウ	リンドウ科	○	花・果実
11	トキソウ	ラン科	△	花、環:準絶、長:II類
12	ネバリノギラン	キンコウカ科	△	花、日本固有種
13	ホソバノキソチドリ	ラン科	○	花
14	ミタケスゲ	カヤツリグサ科	○	果実
15	ミヤマドジョウツナギ	イネ科	△	花
16	ミヤマホタルイ	カヤツリグサ科	◎	花・果実、池塘内
17	モウセンゴケ	モウセンゴケ科	◎	花、池塘岸辺周辺
18	ヤチスゲ	カヤツリグサ科	◎	花・果実、池塘内
19	ワタスゲ	カヤツリグサ科	◎	果実、池塘周辺

<木本>

No.	種名	科名	出現 頻度	備考
1	アカミノイヌツゲ	モチノキ科	△	花、日本固有種
2	チシマザサ	イネ科	◎	
3	チングルマ	バラ科	△	果実
4	ヒメシャクナゲ	ツツジ科	△	果実
5	ツルコケモモ	ツツジ科	△	花
6	オオシラビン	マツ科	○	果実



図10 カワズスゲ



図11 ミタケスゲ



図12 キンコウカの群落



図13 ミヤマホタルイ



図14 ヤチスゲ



図15 モウセンゴケ



図 16 池塘群の縁の灌木帯 (調査地 1)



図 17 ホソバタミクリ



図 18 ホソバタミクリがあった大きな池塘
(龍ノ峰北側)



図 19 調査時のコバイケイソウ群落



図 20 一斉開花した年のコバイケイソウ
(2013.8.4)



図 21 ホソカワモズク

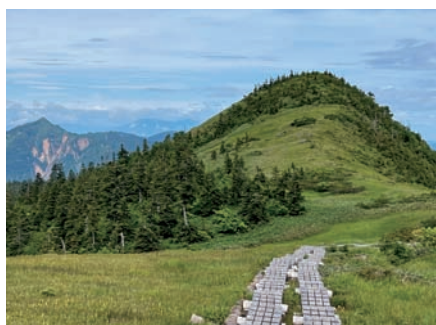


図 22 坪場付近から見た前山



図 23 コケモモ



図 24 アオノツガザクラ

◆ホソカワモズク (カワモズク科)

これまで山頂台地の池塘内では、藻類の一種であるホソカワモズク（環境省：絶滅危惧Ⅱ類、長野県：絶滅危惧Ⅱ類）の存在が知られている。今回の調査では、調査地 1～3、及び調査地 5 の池塘群において多数の池塘内で本種を確認することができた（図 21）。また、山頂台地の登山道沿いの池塘内でも確認しており、本種が山頂台地の池塘に広く分布し、その個体数も多いことが確認できた。

2) 調査地 4 について

本調査地は、小赤沢からの登山道がちょうど山頂台地に出た坪場の西側にある通称「前山」と呼ばれるピークの中腹にある（図 22）。

この付近には、過去に山頂台地での調査経験がある中澤調査員によると、アオノツガザクラが確認されている。本種は、本州中部以北の高山帯に分布するツツジ科の常緑小低木である。

さらに中澤調査員によれば、湯沢側登山道沿いにも本種はあるが、山頂台地でこれまでに確認されている場所

はここのみとのことであった。

そのため第 1 回調査時の下山途中に立ち寄り、現在も残っているか確認を行った。前山頂上に続く登山道沿い周辺は、コケモモ（図 23）やハイイヌツゲ、タカネヒカゲノカズラ、ハイマツ等が確認され、草原的な環境であった。

その中腹にある岩の周辺で本種の小群落を確認した（図 24）。極めて局地的な群落ではあるが、現在も残存していることが確認できた。

②チョウ類調査結果

2024 年の夏は例年になく天候が不順で、好天が続いた日が少なかった。山頂台地の天候も不安定で、チョウ類の調査に適した時間帯は少なかった。

それでも高層湿原帯や木道周辺で、はっきりと確認できた種は 8 種、その以外の 3 種も含めると、以下の 11 種（図 25～30）を記録することができた。

- 1 キアゲハ（アゲハチョウ科）
- 2 モンシロチョウ（シロチョウ科）
- 3 アサギマダラ（タテハチョウ科）
- 4 ヤマウラギンヒョウモン（タテハチョウ科）
- 5 キベリタテハ（タテハチョウ科）
- 6 エルタテハ（タテハチョウ科）
- 7 ヒメキマダラヒカゲ（タテハチョウ科）
- 8 クロヒカゲ（タテハチョウ科）
- 9 アゲハチョウ sp.（ミヤマカラスアゲハ？）
- 10 シジミチョウ sp.（ルリシジミ？）
- 11 タテハチョウ sp.（ルリタテハ？）

これらのチョウ類のほとんどは、山麓で発生した個体が山の斜面を吹き上がる上昇気流などによって、山頂台地へ飛来したと思われる。

アサギマダラについては、村内における我々のこれまで 5 年間の調査結果から、春季から秋季までに 3 つの目撃のピークがあることが分かっている。① 5 月中旬～6 月下旬、② 7 月中旬～8 月中旬、③ 9 月上旬～11 月上

旬である。このうち②で目撃された個体は、山麓で発生していると考えられる。そのため、今回山頂ヒュッテ周辺で目撃した個体も山麓で発生したと思われる。

一方、山頂台地のチシマザサ帯で複数個体を確認したクロヒカゲやヒメキマダラヒカゲは、幼虫の食草がササ類のため、山頂台地で発生している可能性もある。今回は幼虫までは調査していない。表 4 にチョウ類の確認状況を記す。

高層湿原帯や池塘周辺には、キンコウカが花盛りで群落を作っており、ほかにもイワイチョウなども花も見られたが、その周辺ではほとんどチョウ類は見られなかった。調査時の天候や気温にも影響されていると思われる。

なお、小赤沢ルート 3 合目駐車場から坪場に至る登山道沿いでも、ヒメキマダラヒカゲやクロヒカゲを複数確認したほか、ルリシジミ（図 31）も確認した。

村内で過去に記録があるベニヒカゲ³⁾については、今回確認出来なかった。2023 年、涌井が湯沢側ルート（8 月 26 日に登った際には、神楽峰下の登山道で、ベニヒカゲ狙いの採取者と出会っている。



図 25 キアゲハ♀（標高 2135 m 付近）

表 4 2024 年調査 山頂台地で記録したチョウ類

No.	種名	科名	確認日	確認時刻	天気	標高	個体数	♂♀	確認場所・状況等
1	キアゲハ	アゲハチョウ科	2024.7.23	14:00頃	曇り時々霧	約2135m	1	♀	・山頂ヒュッテ下のニコウキスゲで吸蜜。
			2024.7.24	9:30頃	曇り時々薄日	約2105m	1	不明	・山頂ヒュッテ南西下の木道から飛び立つ。
2	モンシロチョウ	シロチョウ科	2024.7.23	14:00頃	曇り時々霧	約2135m	1	♂	・山頂ヒュッテ西側調査地1付近のチシマザサ帯で静止。
3	アサギマダラ	タテハチョウ科	2024.7.23	13:00頃	曇り	約2141m	1	不明	・山頂ヒュッテ周辺を飛翔。
4	ヤマウラギンヒョウモン	タテハチョウ科	2024.7.23	12:30頃	曇り	約2100m	1	不明	・山頂ヒュッテ手前の木道周辺の植物で吸蜜。すぐに飛翔。
5	キベリタテハ	タテハチョウ科	2024.8.9	9:20頃	晴れ	約2019m	1	不明	・坪場上の大きな池塘付近を飛翔。
				9:50頃	晴れ	約2061m	1	不明	・苗場神社への分岐にあるテラス付近。木道で静止。
				10:10頃	晴れ	約2048m	1	不明	・苗場神社を下った湿原帯の木道上で静止。
				13:25頃	晴れ時々霧	約2045m	1	不明	・龍ノ峰付近の大きな池塘の南側の木道上で静止。
6	エルタテハ	タテハチョウ科	2024.7.24	10:15頃	曇り時々日差し	約2135m	1	♂	・山頂ヒュッテ下の木道上の湿った部分で吸水。
7	ヒメキマダラヒカゲ	タテハチョウ科	2024.7.23	12:50頃	曇り	約2141m	1	不明	・山頂ヒュッテ周辺のチシマザサ帯を飛翔。
			2024.7.25	8:35頃	晴れ	約2048m	1	♂	・苗場神社南側チシマザサ帯の灌木の葉上で静止。
			2024.8.9	13:40頃	晴れ時々霧	約2041m	3	♂1, 不明2	・龍ノ峰北側の木道脇のササ帯で飛翔やササの葉上で静止。
8	クロヒカゲ	タテハチョウ科	2024.7.23	13:23頃	曇り時々霧	約2145m	1	♀	・山頂広場脇のコメツガの葉上で静止。
			2024.8.9	10:17頃	晴れ	約2055m	1	♂	・苗場神社付近のチシマザサ帯でササの葉上で静止。
			2024.8.9	13:38頃	晴れ時々霧	約2038m	1	♀	・龍ノ峰北側の木道脇のチシマザサ帯でササの葉上で静止。
9	アゲハチョウ sp.	アゲハチョウ科	2024.8.9	13:30頃	晴れ時々霧	約2044m	1	不明	・龍ノ峰付近の大きな池塘脇を飛翔。翅色からミヤマカラスアゲハと思われる。
10	シジミチョウ sp.	シジミチョウ科	2024.7.23	12:50頃	曇り	約2141m	1	♂	・山頂ヒュッテ周辺を飛翔。翅表の色合いや大きさからルリシジミと思われる。
11	タテハチョウ sp.	タテハチョウ科	2024.7.25	9:25頃	晴れ	約2008m	1	不明	・坪場周辺を飛翔。飛翔時に見えた翅色からルリタテハと思われる。



図 26 モンシロチョウ♂
(標高 2135 m 付近)



図 27 キベリタテハ♀ 不明
(標高 2048 m 付近)



図 28 エルタテハ♂ (標高 2135 m 付近)

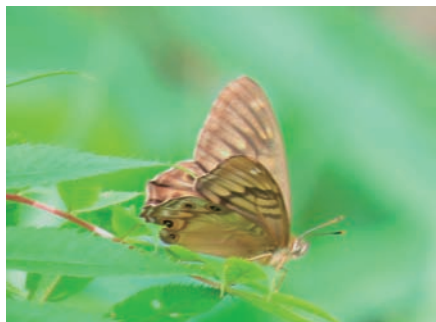


図 29 ヒメキマダラヒカゲ♀
(標高 2041 m 付近)



図 30 クロヒカゲ♀
(標高 2038 m 付近)



図 31 ルリシジミ♀
(標高 1480 m 付近)

③トンボ類調査結果

調査地 1～3、及び調査地 5 の池塘群周辺でトンボ類の成虫及び幼虫（ヤゴ）の調査を行った。チョウ類同様、不安定な天気の影響で気温が低く、トンボ類の調査に適した時間帯が少なかった。

山頂台地の樹林帯も含めて、各池塘群周辺で以下の 5 種のトンボ類の成虫及び 5 種の幼虫、合わせて 7 種を確認した。表 5 に調査地ごとのトンボ類の確認状況を示す。

- | | | |
|---|---------------------|-------|
| 1 | アオイトトンボ（アオイトトンボ科） | 成虫・幼虫 |
| 2 | オオアオイトトンボ（アオイトトンボ科） | 幼虫 |
| 3 | オオルリボシヤンマ（ヤンマ科） | 成虫・幼虫 |
| 4 | カラカネトンボ（エゾトンボ科） | 幼虫 |
| 5 | アキアカネ（トンボ科） | 成虫 |
| 6 | カオジロトンボ（トンボ科） | 成虫・幼虫 |
| 7 | ウスバキトンボ（トンボ科） | 成虫 |

1) 成虫について

第 1 回調査の 7 月 23 日は、午後から霧にまかれる不安定な天候だったため、調査地 1 で確認した成虫は、池塘の岸辺で静止するカオジロトンボ♂ 1 のみであった。

翌 7 月 24 日の調査地 2 では、一時的に天気が回復し日が差す時間帯があった。そうすると、その日羽化したばかりと思われるアオイトトンボのテネラルが、複数池塘周辺で目撃され、10 個体以上確認できた（図 32）。また、池塘内に浮かぶオオルリボシヤンマ♂の死骸を 1 個体確認した。

7 月 25 日の調査地 3 では、早朝の時間帯だったため、トンボ類の成虫はまだほとんど活動していなかった。池

塘周辺でヤチスゲなどに静止するアキアカネとカオジロトンボをわずかに確認したのみであった。

第 3 回調査の 8 月 9 日は、これまでの調査の中で一番の好天となった。時間とともに雲が湧き、時おり霧が山頂台地を覆ったが、調査地 5 の池塘群周辺も日が当たる時間帯があった（図 33）。そのため第 1 回の調査時とは異なり、多くの池塘周辺でアキアカネやアオイトトンボの成虫が多数確認できた（図 34）。

アオイトトンボについては、第 1 回の調査時に羽化し始めた個体を複数確認したが、8 月 9 日の調査時には、調査地 5 の多数の池塘周辺でテネラルだけでなく、成熟した個体を多数確認することができた。タンデムしながら交尾・産卵するペアも複数確認できた（図 35）。

第 1 回調査時にオオアオイトトンボの幼虫を多数の池塘で確認していたが、成虫は確認できなかった。第 3 回調査時も成虫は 1 個体も確認できなかった。本種は、山麓においてもアオイトトンボよりも遅れて、秋季に多数見られるようになる。山頂台地においても、アオイトトンボよりも遅れて発生するものと考えられる。

アキアカネは、平地や山麓の池沼、水田等で生まれた個体が夏季は高所に移動して成熟する。苗場山の山頂台地周辺にも、毎年多数のアキアカネの未熟体が上ってきて夏季を過ごす。

第 3 回調査時には、池塘周辺での確認とともに、複数か所で群飛を確認した。9 合目から上の高層湿原帯と樹林帯との境界付近や、調査地 5 のやはり灌木帯と高層湿原帯との境界付近である。それらの上空でおびただしい数の群飛が確認できた（図 36）。

山頂ヒュッテのご主人の話によると、「毎年 7 月に入

表5 2024年調査 山頂台地で記録したトンボ類

※個体数 ◎：多い ○：やや多い △：やや少ない ▲：少ない —：未確認

調査地	調査日	調査時間	天候	No.	種名	科名	成虫 個体数	幼虫 個体数	確認状況
調査地1	2024.7.23	14:00 ～16:00	霧時々曇り	1	アオイトトンボ	アオイトトンボ科	—	—	・霧のため、成虫は池塘の岸辺で静止するカオジロ♂1のみ。 ・幼虫は、いずれの種も複数の池塘内で複数個体を確認。特にアオイトの幼虫は多数。 ・オオルリボシの幼虫は、若齢～終齢まで複数を確認。カオジロの幼虫は、中齢と終齢を確認。
				2	オオアオイトトンボ	アオイトトンボ科	—	—	
				3	オオルリボシヤンマ	ヤンマ科	—	—	
				4	カオジロトンボ	トンボ科	●	▲	
調査地2	2024.7.24	10:00 ～13:00	曇り時々 晴れ、のち雨と霧	1	アオイトトンボ	アオイトトンボ科	●	△	・複数の池塘周辺でアオイトトンボ♀のテネラル10+を確認。天気の回復を待ってアオイトの成虫が発生し始めている。 ・池塘内のミヤマホタルイ等で静止するアキアカネ♀、カオジロトンボの成虫も複数確認。オオルリボシヤンマ♂の羽化直後の死骸もあり。 ・池塘内では、アオイト、オオアオイト、オオルリボシ、カオジロの幼虫を複数確認。ここでもアオイト多数。
				2	オオアオイトトンボ	アオイトトンボ科	—	—	
				3	オオルリボシヤンマ	ヤンマ科	●	△	
				4	アキアカネ	トンボ科	●	○	
				5	カオジロトンボ	トンボ科	●	△	
調査地3	2024.7.25	7:35 ～8:35	曇り時々 小雨、のち晴れ	1	アオイトトンボ	アオイトトンボ科	—	—	・調査時間が早朝であり、それまで小雨模様だったため、徐々に天気は回復してきたが、ほとんど成虫は活動していなかった。日が差してきた調査終了間際になって、湿原周辺でアキアカネ♀複数、カオジロトンボ♀1が確認できた。 ・池塘内の幼虫は、調査地1及び2と同様であった。
				2	オオアオイトトンボ	アオイトトンボ科	—	—	
				3	オオルリボシヤンマ	ヤンマ科	—	—	
				4	アキアカネ	トンボ科	●	▲	
				5	カオジロトンボ	トンボ科	●	▲	
調査地5	2024.8.9	10:30 ～13:20	晴れ時々 霧	1	アオイトトンボ	アオイトトンボ科	●	◎	・多くの湿地周辺でアオイトが多数。ミヤマホタルイなどに静止やタンデムで産卵。オオアオイトの成虫は、全く確認できず。 ・オオルリボシ♀が池塘の岸辺のミズゴケなどに産卵。♂が警護飛翔。ほかに数か所の池塘で、♂が単独で巡回飛翔。 ・カラカネトンボの幼虫は、1か所の池塘で1個体のみ確認。 ・アキアカネは、池塘周辺では植物で静止している個体が多いが、灌木帯と池塘の縁が接する周辺で多数が群飛。その中に、ウスバキトンボが混じっている。個体数では、はっきりと分ならず。
				2	オオアオイトトンボ	アオイトトンボ科	—	—	
				3	オオルリボシヤンマ	ヤンマ科	●	△	
				4	カラカネトンボ	エゾトンボ科	—	—	
				5	アキアカネ	トンボ科	●	◎	
				6	カオジロトンボ	トンボ科	●	△	
				7	ウスバキトンボ	トンボ科	●	▲?	

図32 羽化したてのアオイトトンボ♀
(調査地3付近)図33 調査地5の池塘群
(標高2052m付近)図34 池塘周辺のアキアカネ♂♀(未熟体)
(調査地5付近)図35 産卵するアオイトトンボ♀
(調査地5付近)図36 アキアカネ群飛
(標高2037mの登山道付近)図37 産卵するオオルリボシヤンマ♀
(調査地5付近)

るころにアキアカネが見られるようになり、大量に山麓から上がってくる。そうすると、ヒュッテ周辺のブヨ(ブユ)などがいなくなり、過ごしやすくなる。」とのことだった。

本種は、今回も山頂ヒュッテ周辺でも多数見られた。天気がよければ、毎年7月中旬から8月下旬にかけて群飛する様子が目撃される。

第3回調査時には、群飛するアキアカネの中に時おりウスバキトンボが確認できた。本種は、第1回調査時にも6合目付近の登山道でアキアカネに混じって目撃したが、山頂台地においても目の前2mほどを飛翔する個体をはっきりと確認できた。

第1回調査では死骸を1個体のみ確認していたオオルリボシヤンマについても、第3回の調査においては、個

体数は、まだ多くないものの複数の池塘で巡回飛翔する♂や池塘内の植物に産卵する♀を複数確認することができた(図37)。本種についても8月後半になると、さらに個体数が増加すると思われる。

カオジロトンボも苗場山において、山頂台地のトンボ類を特徴付けるトンボ類の一種である。第1回調査時から、調査地の池塘群周辺や登山道の木道周辺上で静止する♂♀を複数確認することができた(図38、39)。しかし、成虫の個体数としては、まだ発生のピークとなっていないせいか、第1回及び第3回もさほど多くはなく、所々の池塘で見られる程度であった。

過去の記録⁴⁾によると、山頂台地では、以下の10種のトンボ類が確認されている。

- | | | |
|----|--------------------|-------|
| 1 | アオイトトンボ (アオイトトンボ科) | 幼虫 |
| 2 | オツネイトンボ (アオイトトンボ科) | 成虫 |
| 3 | キイトンボ (イトトンボ科) | 成虫 |
| 4 | ルリボシヤンマ (ヤンマ科) | 成虫・幼虫 |
| 5 | オオルリボシヤンマ (ヤンマ科) | 成虫・幼虫 |
| 6 | タカネトンボ (エゾトンボ科) | 幼虫 |
| 7 | カラカネトンボ (エゾトンボ科) | 幼虫 |
| 8 | アキアカネ (トンボ科) | 成虫 |
| 9 | ナツアカネ (トンボ科) | 成虫 |
| 10 | カオジロトンボ (トンボ科) | 成虫・幼虫 |

今回の調査時に、アキアカネの中にナツアカネ等、ほかのアカネ類が混じっていないか注意して調査したが、確認できなかった。

また、ルリボシヤンマやタカネトンボについては、幼

虫・成虫ともに確認できなかった。さらに、生息の可能性のあるカラカネイトンボについても、今回の調査においては確認できなかった。

2) 幼虫(ヤゴ)について

今回の調査では池塘内の幼虫については、できるだけ水深や水生植物の有無などが異なる池塘をランダムに選択し調査した。その結果、5種の幼虫を確認した。

どの調査地の池塘中にもアオイトトンボ、オオアオイトトンボ、オオルリボシヤンマ、カオジロトンボの4種の幼虫を確認することができた(図40～44)。また、調査地5の灌木帯の縁の池塘では、カオジロトンボの幼虫に混じって、カラカネトンボの幼虫を1個体だけ確認できた(図45、46)。

アオイトトンボについては、いずれ調査地においても多数の池塘において確認でき、個体数も一番多かった。山頂台地の池塘に広く分布していると思われる。次いでオオアオイトトンボ、次にオオルリボシヤンマとカオジロトンボであった。

◆池塘水のpH等

こうした幼虫の生息環境を少しでも理解するために、以下の3つの調査地の5か所の池塘で、パックテスト(共立理化学研究所)を用いたpHを測定してみた(図2、3、6)。結果は、表6のとおり。

- ・調査地1 A及びB地点(図47、48)
- ・調査地2 C地点(図49)
- ・調査地5 D及びE地点(図50、図46)



図38 カオジロトンボ♂
(調査地2付近)



図39 木道に止まるカオジロトンボ♀
(標高2113m付近)



図40 アオイトトンボ幼虫
(調査地1付近)



図41 オオアオイトトンボ幼虫(左端はアオイトトンボ幼虫)(調査地1付近)



図42 オオルリボシヤンマ幼虫
(調査地1付近)



図43 カオジロトンボ幼虫
(調査地1付近)



図 44 カオジロトンボ幼虫 (腹面)
(調査地 1 付近)



図 45 カラカネトンボ幼虫
(調査地 5 付近)



図 46 カラカネトンボ幼虫を確認した小さな
池塘 (調査地 5 E 地点)



図 47 調査地 1 A 地点の池塘

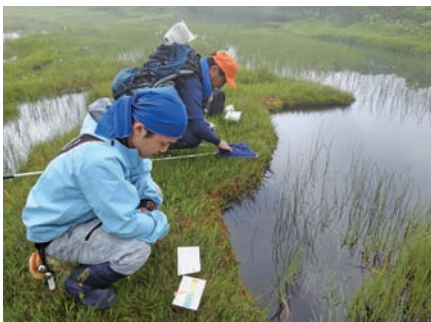


図 48 調査地 1 B 地点の池塘



図 49 調査地 2 C 地点の池塘

表 6 2024 年調査 山頂台地の池塘における簡易 pH 測定結果

No.	地点	測定日	位置		標高 (m)	池塘の大きさ (m)	水深 (cm)	測定 時刻	天気	気温 (°C)	水温 (°C)	pH	備 考
			北緯	東経									
1	調査地1-A	2024.7.23	36° 50' 40.660"	138° 41' 16.890"	2131	40×13	20~50	15:05	霧	20.2	23.0	5.5	南側岸に部分的にミヤマホタルイやヤチスゲの群落。北側に灌木帯。
2	調査地1-B	2024.7.23	36° 50' 40.224"	138° 41' 14.250"	2132	21×8	15~30	15:50	霧	17.8	24.3	5.0	山頂台地の縁近くの池塘。入り組んだ形でミヤマホタルイやヤチスゲが繁茂。
3	調査地2-C	2024.7.24	36° 50' 08.990"	138° 41' 09.290"	2043	33×25	40~100 以上	11:25	曇り	16.7	22.6	5.0	登山道沿いの大きな池塘。周囲は100m近くある。水深は深いところで1m以上か？
4	調査地5-D	2024.8.9	36° 50' 05.300"	138° 41' 07.410"	2046	13×5	30~40	11:10	晴れたり曇ったり	19.6	24.3	5.5	登山道から約15m、東側に入った池塘。
5	調査地5-E	2024.8.9	36° 50' 01.050"	138° 41' 08.630"	2053	3×2.5	30	12:30	曇り	18.8	22.3	5.5	灌木帯の隙の小さな池塘。背面の灌木帯には、クロベ、ハクサンシャクナゲ、チシマザサ等。

あくまでもごくごく簡易的な調査ではあったが、いずれの地点の池塘水も pH が、5.0 ~ 5.5 という結果であり、これまでも言われていたように酸性度がやや強い水質であることが理解できた。また水温は、いずれの地点でも気温よりも高いことが確認できた。

本来なら、さらに詳しい水質分析が必要であるが、機材等の関係で実施していない。今回の調査では少なくとも 5 種のトンボ類の幼虫が、こうした池塘水の中でも継続的に繁殖し生息していることを確認した。

なお、同定のために一時的に幼虫を採取したが、その場での同定が可能だったため、同定後はすべてもとの池塘内へ戻した。

④山頂台地で生息もしくはその可能性がある動物

今回の調査では、山頂台地における動物は調査対象ではなかったが、調査途中、いくつかの野生動物の痕跡等を確認したため、記録として次に記す。

1) ニホンジカ (ホンシュウジカ)

近年、当村内においては、各所に野生のニホンジカが



図 50 調査地 5 D 地点の池塘

入り込み、今後の農林業での被害拡大が懸念されている。2024 年夏の我々の苗場山頂台地の調査途中においても、複数か所でニホンジカと思われる糞や食痕、足跡を確認した。

◆糞及び食痕

第 1 回調査の初日 (7 月 23 日)、山頂台地に出たのち 9 合目上の樹林帯の登山道において、ニホンジカと思われる糞を確認した (標高約 2038 m)。その周辺にはオオバスノキがあり、実を食べたと思われる食痕もあった (図 51、52)。



図 51 山頂台地の登山道で見つけたニホンジカと思われる糞 (2024.7. 23)



図 52 糞があった周辺でオオバスノキの実と食痕があった (2024.7.23)



図 53 湿原に残されたニホンジカと思われる足跡 (調査地 5 2024.8.9)



図 54 こうした糞を調査地の複数か所で見つけた (調査地 5 2024.8.9)



図 55 山頂台地の登山道で見つけたホンドリツネと思われる糞 (2024.8.9)



図 56 4 合目付近の登山道に現れたヤマネ (2024.7.25)

◆足跡

同日、9 合目上の樹林帯を抜け、高層湿原帯に出た付近の木道脇の湿原内で、ニホンジカと思われる足跡を確認した (標高約 2061m)。

ほかにも、7 月 24 日調査地 2、さらに第 3 回調査時の 8 月 9 日調査地 5 でも、調査地周辺の池塘脇や高層湿原帯の複数か所で足跡を確認した (図 53)。

中には、蹄の痕が分かるものもあった。足先が沈む湿原内で、カモシカならば蹄の先がもっと開いているはずであるが、すべて閉じたままの痕であった。

今回確認した足跡は、すべて単独のものであった。

◆山頂ヒュッテご主人の情報から

我々が、ニホンジカらしい足跡を目撃したことを山頂ヒュッテのご主人に話したところ、4 年前 (2020 年) に坪場付近でニホンジカを 1 頭目撃したとのことだった。

雪解けとともに、山麓から山頂台地まで上がってくるようだ。

現在はまだ個体数が少ないようだが、今後高山植物等への食害が懸念される。

2) トウホクノウサギ

本種についても、山頂ヒュッテのご主人や従業員の方から山頂台地でよく目撃するとの話を伺った。

実際、我々も 7 月 24 日夕方、山頂ヒュッテ下の木道付近で本種を目撃した。我々のすぐ脇のササ藪から飛び出し、目の前の木道を駆けていった (標高約 2035m)。

また、調査中もそれぞれの調査地で糞を複数か所で確認した (図 54)。広範囲にかなりの個体数が生息していると思われる。

3) ホンドギツネ

8 月 9 日、第 3 回調査時に、9 合目から上の樹林帯の登山道でキツネと思われる糞を見つけた (標高約 2038 m、図 55)。糞の中に毛が混じっていた。ノウサギやネズミ類を餌にしていると思われる。

ニホンジカ同様、雪解けとともに山頂台地に上がってきている可能性がある。

4) その他、登山道で確認した動物

◆ヤマネ

第 1 回調査終了後の下山時 (7 月 25 日)、4 合目付近の登山道脇に現れたヤマネを目撃した (標高約 1500 m、図 56)。

ヤマネは日本固有種の齧歯類の仲間であり、1975 年国の天然記念物に指定されている。長野県では準絶滅危惧の小動物である。

本来は夜行性だが、目撃したのは 12 時頃で、雲が低く薄暗くなっていた。

◆ヒミズ

モグラ科の哺乳類で日本固有種である。第 1 回調査の登山時 (7 月 23 日)、8 合目上の登山道で死骸を見つけた (標高約 1986 m、図 57)。高山帯では、ヒメヒミズの可能性もあるが、尾の長さからヒミズのようなのである。

3. 調査を終えて

第 1 回調査は、第 2 回調査に向けて偵察的な意味合いも持っていた。第 2 回調査は、さらに調査ポイントを絞っ



図 57 登山道で死んでいたヒメズ
(2024.7.23)

て調査を実施する予定であったが、悪天に阻まれて中止となり、非常に残念であった。

しかしながら、第1回及び第3回調査において、ふだんは近寄れない山頂台地の複数の池塘群に入り、少なからず植物やチョウ類、トンボ類の調査を行うことができた。それはけっして十分でなかったにせよ、現在の山頂台地の自然を知る上で貴重な資料を得ることができた。

現在、山麓では近年の温暖化に伴う影響か、2024年もキマダラカメムシやマツヘリカメムシ等、暖地系の昆虫が複数新たに見つかっている。今後、山頂台地の自然環境がどのように変化していくのか、これからも時期や場所を変えながら継続的な調査が望まれる。

特に山頂台地の南西側に位置する天狗の庭（標高1870m付近）といわれる一帯には、大きな池塘が点在する場所があるという。付近には登山道がなく、樹林帯やササ藪に阻まれて近づくことが困難な場所でもある。今後、そうした高層湿原帯の動植物の現状も調査し、記録に残していく必要がある。

今回の調査を実施するに当たって、ご理解・ご協力いただいた関係機関に対して、この場を借りて厚く御礼を申し上げる。

註

- 1) 石沢 進編 1985 「長野県栄村自然調査記録 I」『苗場山・鳥甲山(長野：秋山郷)の維管束植物』 81頁 栄村教育委員会
- 2) 藤澤正平 1979 『志賀高原のトンボ(増補版)』 179頁 志賀高原研究会
- 3) 栄村誌編纂委員会 2022 『長野県栄村誌 自然編』 169頁 長野県下水内郡栄村
- 4) 前掲、註2の文献と同様 178-184頁

参考文献

- 1) 勝山輝男 2005 『ネイチャーガイド 日本のスゲ』 文一総合出版
- 2) 長田武正 1997 『増補 日本イネ科植物図譜』 平凡

社

- 3) 日本チョウ類保全協会編 2019 『フィールドガイド 日本のチョウ 増補改訂版』 誠文堂新光社
- 4) 尾園 暁・川島逸郎・二橋 亮 2021 『ネイチャーガイド 日本のトンボ 改訂版』 文一総合出版
- 3) 尾園 暁・川島逸郎・二橋 亮 2019 『水生昆虫③ ヤゴ ハンドブック』 文一総合出版

信濃川沿いの露頭について その1

－信濃川右岸の正面～下船渡本村の区間－

苗場山麓ジオパーク推進室

1. はじめに

苗場山麓ジオパークで実施しているジオラフティングを行う際に、千曲川・信濃川沿岸にみられる露頭について、解説するための基礎資料を知ることは重要な必須の課題である。この大露頭は、いわゆる「魚沼層群」相当の地層でできている。2020年度の苗場山麓ジオパーク研究集録、「津南町信濃川沿いの東頸城丘陵と十日町盆地南部の地形・地質学的な研究」(註1)において、中間報告がある。

しかし、このことについては、一般向けに理解を図るような説明は不足していると認識している。そこで、信濃川沿いの大露頭からわかる事物現象について、整理してみることにした。小学校の第6学年においては、理科学習に地層観察が盛り込まれている。学習指導要領(註2)の内容を垣間見ると、「土地は、礫、砂、泥、火山灰などからできており、層をつくって広がっているものがあること。地層は、流れる水の働きや火山の噴火によってできること。地層は流れる水の働き、火山の噴火によってできること、礫や砂が丸みをもつ、火山灰や穴あきの石が地層に含まれる。」とあり、地層という点、礫層・砂層・粘土層が必ず含まれていて、火山灰は、いわば付け足しの印象がある。かつて、津南小学校の北側の下部「信濃川沿いの大露頭」を観察地点に授業を展開したことがあった。露頭をつくる堆積物は、ほとんど火山性の堆積物の二次堆積物であり、児童には理解が難しいことがわかった。

そこで、小学校・中学校の理科学習に活かすためと、



図1 調査地点の位置

ここ数年来取り組んでいる「ジオラフティング」の普及に役立てるためにも、大露頭の姿を説明する必要があると考えた。

2. 調査の場所について

信濃川右岸の正面付近から下船渡本村までの1.5kmに及ぶ。信濃川が北東から東に大きく流路の向きを変え、蛇行し右岸を侵食(攻撃)する場に形成された急崖の続く大露頭である。

3. 報告の内容

本報告においては、堆積物に火山性の泥流と火砕流について触れておくことが重要と考え、このことについて冒頭に説明する。

(1) 泥流と火砕流について

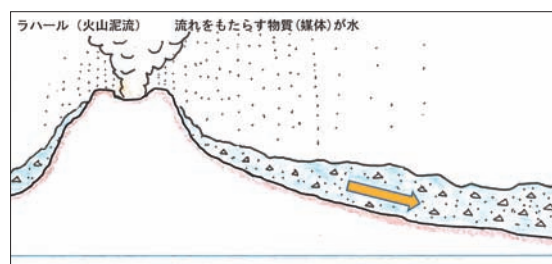


図2 泥流

泥流(註2)は、水分を含んだ泥質物や火砕物質が斜面を流下する現象をさす。土石が占める割合が大きいものから順に土石流、泥流、洪水などと区別してよばれる。土石を多く含む泥流は、粒子同士の反発力が働くので大きい粒子が流れの上部に集中する逆級化という現象(註2)が堆積物の断面に見られる。土石と水の混合するのは、大雨や火口湖の決壊あるいは水河との接触などが引き金として起こる。露頭での見分け方としては、水分を含みやすいので、地衣類などが生じやすいと考える。

火砕流は、火山噴出物と火山ガスが一体となって、高温・高圧で流れる現象である。火山ガスの大部分は、二酸化炭素や二酸化硫黄及び水蒸気である。高温で流下するため、溶結してしまうことがある。露頭における見分け方としては、泥流堆積物よりも水を含みにくく、砂利を含んだコンクリートといった顔つきである。

実際に、手で触れたり、ハンマーで地層を叩いてみるとその違いが見えてくる。

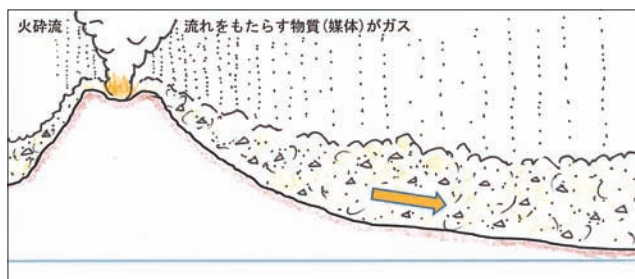


図3 火砕流

(2) 露頭の実際について

②正面地区…コーエイ KK 下付近…外丸から見た図（以下同じ）



図 4 露頭の位置

ア	○○○○○○○○ ○○○○○○○○ ○○○○○○○○
イ	△・▼・△・▼・▼・ △・▼・△・△・▼・ △・▼・△・▼・△・ ▼・△・▼・▼・△・ ▼・△・▼・△・△・ ▼・△・▼・△・△・ ▼・△・▼・▼・△・ ▼・△・▼・△・▼・ △・▼・▼・△・▼・ △・▼・△・△・▼・ △・▼・△・△・▼・ △・▼・△・△・▼・
ウ	▼・△・▼・△・▼・ △・△・▼・△・▼・ △・▼・▼・△・▼・ △・△・○・△・ ▼・△・▼・△・▼・ ▼・△・▼・△・▼・ ▼・△・▼・△・▼・ ▼・△・▼・△・▼・ △・▼・▼・△・▼・ ▼・△・▼・△・▼・ △・▼・△・△・▼・ △・▼・▼・△・▼・ △・▼・△・△・▼・ △・▼・△・△・▼・
エ	○○○○○○○○ ○○○○○○○○ ○○○○○○○○

柱状図



図 5 柱状図と露頭の様子

露頭の水準（242 m～197 m）

ア、上部から 4 m・・・段丘堆積物の礫層である。正面 面の段丘面ができる前の川原であったころの礫層と 考えられる。

イ、15 m 泥流状の堆積物と考えられる。上部は、概 ね径 30～40cmの円礫～亜円礫の礫層を含む。下部 には、灰白色の厚さ 0.2 mほどのシルト層を挟んで いる。このシルト層はどのようにして堆積したので だろうか？第 1 次の泥流が堆積した後一時収まり、 ほぼ水平な堆積面が形成され、細粒のシルト層が堆 積した。その後、再び泥流堆積物が堆積し、現在の

ような顔つきになったのではないかと。地層ができる 際の疑問の一つでもある。

ウ、17 m：火砕流状の凝灰角礫岩層 凝灰質シルト層 で鮮明に地層の区切りができています。灰色の約 2 m のデイスイト（註 3）質の角礫を含む。

エ、8 m 礫層 下部厚さ 3 mの①（P80）露頭の下 部の 礫層の連続した地層である。礫層となる。大 きさは、0.2～0.3 mの円礫の層となっている。水面 付近の約 5 mは、上部から崩壊してできた堆積物で覆 われている。

①信濃川展望付近



図 6 露頭の位置

ア	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
イ	・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・
ウ	△ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ ○ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ ○ ・ △ ・ △ ・ ○ ・ △ ・ ▼ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・ ▼ ・ △ ・

柱状図



図 7 柱状図と露頭の様子

露頭の水準 (240 m ~ 190 m)

ア、上部から 2 m … 段丘堆積物の礫層である。

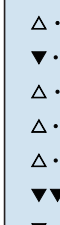
イ、11 m 泥流状の堆積物と考えられる。間に約 1.2 m の概ね径 0.2 ~ 0.5 cm の円礫 ~ 亜円礫の礫を含む。層の中に茶褐色のシルト層を挟む。

ウ、20 m 火砕流状の凝灰角礫岩層である。層内に 1.0 ~ 1.2 m の灰色の凝灰質シルト層を含む。この泥流状の堆積物中のシルト層の成因については、下流側 50 m の露頭では、減衰して消滅している。成因としては、一時期静水が流れる環境下で凝灰質の細粒火山灰が堆積したか、供給源についても疑問が残る所である。

エ、16 m … 水面まで、礫層となっている。礫は円礫で、大きさは、中礫 (径 65 mm 以下) である。

地層は、東 (左) に約 1 ~ 2 度傾いて堆積している。水面付近の 2 ~ 3 m は、上部から崩壊してできた堆積物に覆われている。

露頭写真の左側には、滝が流れ落ちている。この滝は、5 月から 9 月にかけて、夏期に農業用水が集約して流れ落ちる滝である。田を耕作している間は水量があるが、農閑期は中津川から田への水供給を停止しているので、水量は激減する。滝水の流下で周りの露頭は徐々に侵食が進んでいる。

ア	
イ	
ウ	

A photograph of a steep, eroded hillside. The upper portion of the slope is covered in dense green forest. Below the forest, the hillside is exposed, showing light brown soil and sparse green vegetation. A dashed line is drawn across the middle of the slope, indicating a geological boundary or erosion line. On the left side of the slope, a small waterfall is visible, cascading down a rocky outcrop. The base of the hill is a rocky shoreline with a mix of small and large stones. The sky is overcast and grey.

④上段…KK 津南油圧下



図 10 露頭の位置

ア	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○
イ	△・▽・△・▽・▽・ △・▽・△・△・▽・ △・▽・△・▽・△・ ▽・▽・△・▽・△・ △・▽・△・▽・△・ ▽・△・▽・△・▽・ ▽・△・△・▽・△・ ▽・△・▽・△・▽・ ▽・△・▽・△・△・
ウ	△・▽・△・▽・△・ ▽・▽・△・▽・▽・ △・▽・△・▽・△・ ▽・△・▽・▽・△・ ▽・▽・△・▽・△・ ▽・△・▽・▽・△・ ▽・△・▽・▽・△・ △・▽・▽・△・▽・ ▽・△・▽・△・▽・ △・▽・△・△・▽・ △・▽・△・▽・△・ ▽・▽・△・▽・▽・ △・▽・△・▽・△・ ▽・△・▽・▽・△・

柱状図



図 11 柱状図と露頭の様子

露頭の水準（240 m～195 m）

ア、上部から6 m 段丘堆積物の礫層である。正面面の段丘面ができる前の河床でたまった礫層と考えられる。

イ、15 m 泥流状の堆積物と考えられる。概ね径20～50cmの円礫～亜円礫の礫を含む。中には、1～2 mもの礫も含む。下部ほど大きな礫のつくりでなく上部ほど大きな礫をふくむ。このことを「分級が悪い。」という。

ウ、21 m 火砕流堆積物と考えられるが、この露頭の下半部を占めている。巨礫の割合は少なく、火山碎屑物で占められている。

川面から5～10 mまで上部からの崩積堆積物が被っている。火砕流の堆積物と考えられる。岩相は、角礫凝灰岩が主体である。

崩壊して堆積している量が多いことから、露頭をつくる堆積物の固結度が弱いことや露頭部分が、ややえぐられていることなどが原因として考えられる。

この露頭では、地層をつくる鮮明な境目が見にくくなっているため、区分けは難しくなっているが、詳細に観察すると、違いが見えてくる。

⑤下船渡本村～上段の区間の露頭



図 12 露頭の位置



図 13 露頭の様子

●貫入の意味・・・解説

地下深くから上昇してきたマグマが、周りの地層（ここでは、泥流状の堆積層）の隙間に侵入（貫入）し地表に噴き出すことなく冷え固まった岩石である。

信濃川右岸の露頭⑤では、輝石安山岩が魚沼層上部層中に岩脈として貫入する。ここでは、岩脈の幅が約25mでN65～70°E方向に泥流堆積物に貫入して、焼松付近に顔を出している。これを「焼松貫入岩」と呼ぶ。地表部では小さな小山をつくる。岩質は、シソ輝石・普通輝石安山岩で、石基には①斑晶鉍物を取り囲むような微少で細長い斜長石や輝石の流理模様が見られる。また、矢放神社にも岩脈が現れていて、岩脈の方向は、N60～70°E方向でほぼ垂直に貫入している。岩質は、



図 14 青枠の部分の拡大写真（註3）

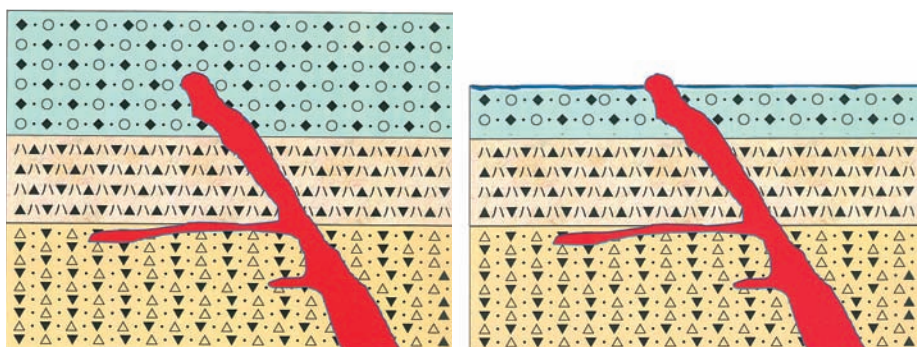


図 15 マグマが魚沼層を貫き冷えて固結 上部の堆積物が削られ、岩脈の一部が地表に出現

信濃川沿いの岩脈と同タイプである。貫入時期を更新世中期と推定している（註1）。

岩相は、角礫凝灰岩が主体である。水面付近の約5mは、上部から崩壊してできた堆積物がかぶっている。

4. まとめ

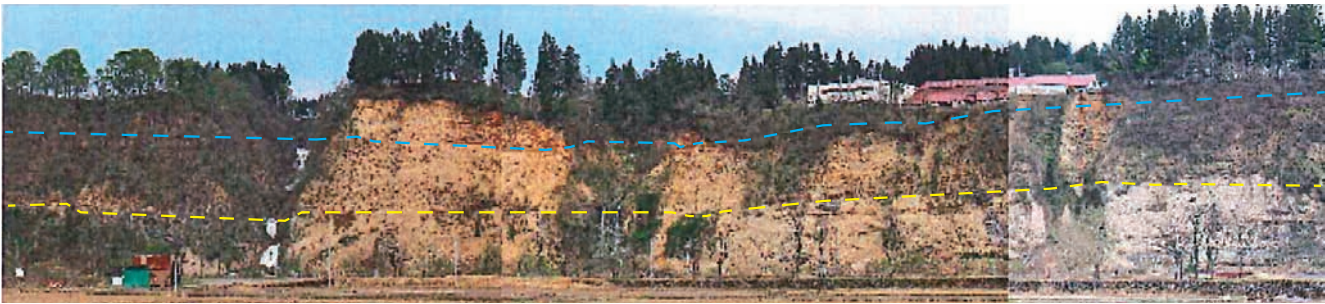


図 16 露頭全景と構成物の地層の広がり

(1) 火砕流の給源はどこか

今年度は、信濃川右岸の正面から下船渡本村にかけての露出している露頭のみ紹介したが、特徴的なことは、大量の泥流や火砕流が河岸段丘の下部に広がっていることである。いずれも、上流に給源があることは、予想される。そうすると、当地域の南側か西側か、つまり中津川上流域か信濃川上流かということになる。

津南町信濃川沿いの東頸城丘陵と十日町盆地南部の地形・地質学的な研究（註1）によれば、この火砕流の供給源について鳥甲山の活動による可能性を指摘している。

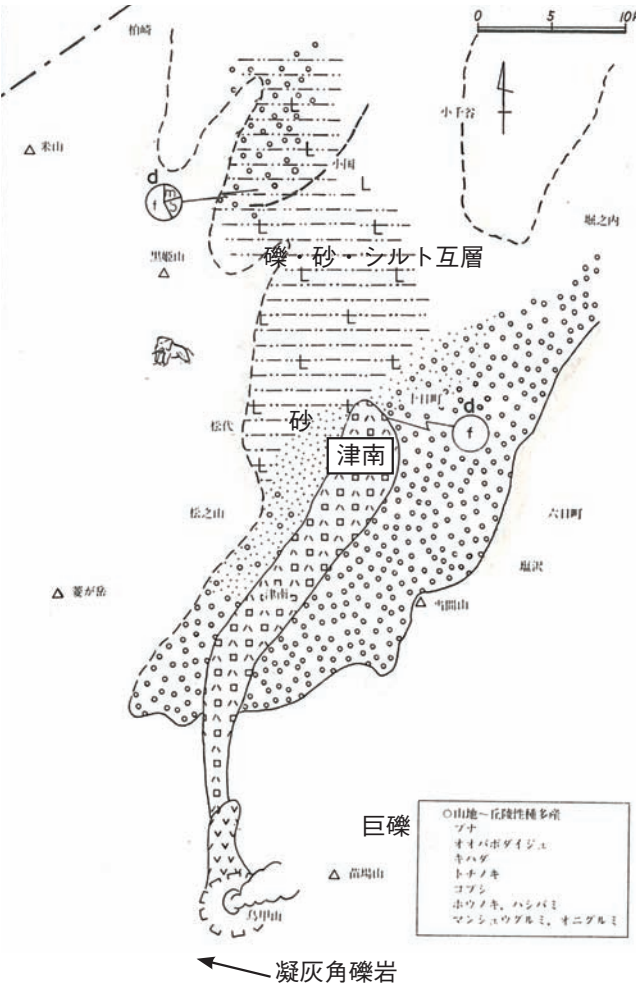


図 17 魚沼層群上部累層 SK020 層準付近の堆積期 (註4)

図 17 にあるように、魚沼層群中の SK020 堆積時（70 万年）の古地理図によれば、本報告の大露頭の火砕流や泥流の堆積とはほぼ重なるとも考えられる。

(2) 理科学習への活用について

この露頭を活用した学習指導の略案を紹介する。小学校の6学年における地層学習の一助になればと考える（註5）。

理科 学習指導案（略案） 本時の学習

- 1 本時の目標 土地（地層）は、単に礫・砂・泥だけでなく火山活動などが原因でできる地層があることに気づき、理解することができる。
- 2 評価
 - (1) 露頭の地層を観て、地層の違いをみつけることができたか。
 - (2) 地層は水平にひろがっていることをとらえることができたか。いずれも、児童の発言やワークシートの記録から確認する
- 3 展開

過程	学習活動	指導上の留意点	時間
つかむ	○土地（地層）の露頭を観て気づく。 ・高さは何mあるかな？ ・砂ではなさそうだ。 ・一番下には、丸い石の地層がある。	・立っているところの高さ（標高）は約 200 m（外丸本村）	10'
考える・話し合う	○砂や泥の地層ではなさそうなのに気づく。 ・砂や泥の地層ではなさそうだ。 ○いったい何でできているのだろうか？ ・火山灰というと、火山から飛んできたのだろうか？ ・苗場山？鳥甲山？ ・苗場山ができていないときだとすると鳥甲山かな？ ・泥流や火砕流のイメージを演示する。 ○地層のよう特徴をあげてみよう。 ・境目が見える。 ○観察場所を 200m 東に移り、地層の似ているところ、ちがっているところに気づく。	・事前に、砂や泥でできた岩やサンプルを用意しておく。	40'
まとめる	○地層の広がりを実感する。 ・大きい地層だな。 ・火山の活動でできた地層なんだ。 ・地層がほぼ水平につながっているんだ。	・泥流、火砕流ということばは直接伝えない。	10'

(3) ジオラフティングでの活用



図 18 露頭全景と構造物の地層の広がり つづき

苗場山麓を横断する千曲川と信濃川におけるジオラフティングについては栄村内の百合居橋から小滝四ツ廻りを通り、逆巻への「滝下りと楔石コース」、逆巻からクアハウスへの「滝と爪石発見コース」、割野から鹿渡新田の「鍵層と傾く地層コース」を試験的に実施している。実践事例は、苗場山麓ジオパークの研究集録にて実践の紹介をしている。

しかし、川面から観察できる露頭のやや詳しい解説は不足している。

そこで、当地域に拘わる地質論文や報告等を駆使して、一般の住民や子どもたちにもある程度理解できるような資料を作成する予定である。

5. おわりに

本報告では、正面から下船渡本村にかけての信濃川右岸の露頭の紹介を試みた。

露頭の中の泥流と火砕流堆積物の水平変化の様子を確認した。また、下層の礫岩層は、露頭中央部付近で減衰し、河床面下に没する。上部の段丘礫については境界が明瞭でないところもあるが、ニッパンレンタルKK 付近まで対比できることがわかる。

砂岩層や泥岩層を織り交ぜた典型的な地層が近隣で見つからないことから、火山成の本調査の露頭を積極的に使おうという試みを紹介した。年々、大露頭の崖に植物や樹木が繁茂してきている。そのため、地層をつくる堆積物の水平的な広がりを把握しにくくなっていることも事実である。

そこで、植物が繁茂する前の写真や映像を残し、できるだけ、全体をつかめられるように工夫する。

苗場山麓の特徴としての苗場山や鳥甲山の火山活動についても、この露頭を活用できればと考える。

ジオラフティングでの活用については、ガイド向けには、概ね定着してきている。新規に参加するガイドも増えつつある。また、ここ数年小学生のガイドも参入するように成り、児童生徒への啓発も効果があると思う。今後、一般住民に対しても安価に参加できる環境を整え、ジオラフティング人口を増やしたいと考え

ている。

註

- 1) 津南町信濃川沿いの東頸城丘陵と十日町盆地南部の地形・地質学的な研究—中間報告—『苗場山麓ジオパーク研究紀要』4号 苗場山麓ジオパーク推進室
- 2) 宇井忠英 2023「現場で熱を感じ探る 火山の仕組み」ベレ出版 239 頁



図 19 礫の大きさが上部ほど大きい。泥流の特徴

逆級化・・・泥流の特徴地層の下半分をみると、下の方ほど粒が小さく上の方は粒が大きいものになっている。堆積物は、一般に大きい粒は下方に、上ほど粒が小さくなる場合と逆である。このことを「逆級化」という(上半分も同様)

- 3) 「ジオラフティング」の実践で見える地質素材『苗場山麓ジオパーク研究紀要』3号 苗場山麓ジオパーク推進室
- 4) 地学団体研究会 1983 地団研専報/26 魚沼層群 p168
- 5) 文部科学省 小学校学習指導要領理科編 2017 p91

苗場山麓ジオパークにおける石材分析について

苗場山麓ジオパーク推進室¹⁾

1. はじめに

苗場山麓ジオパークにおいては、多様な岩石が分布する。けれども、それらの調査研究は少なく、岩石の分布、そして、その岩石の分析などが必要である。また、先史時代において、地域資源である岩石を利用して様々な道具を製作していた。これらは、発掘調査によって遺跡から石器として出土するが、考古学においてもこれら石器の石材がどのようなものか、どこに分布するのか、そして、どこで採取したのを明らかにすることは、当時の人々の動きを考える上で大変重要である。地域に分布する石材であれば、直接採取したことが想定されるが、本地域から遠く離れた場所に分布する石材であれば、当時の行動範囲やネットワークを明らかにする一助となる。そのため、本地域に分布する石材や遺跡から出土した石器石材の科学分析を行うことは、その成果をまた地域に還元することとなりジオパーク活動においても重要なことである。

本稿では、令和5年度にパリオ・サーベイ株式会社に分析を依頼した信濃川河床と長野県白馬村内で採取した岩石と、津南町本ノ木遺跡および上原B遺跡出土の石器のマイクロスコップ観察および化学分析(蛍光X線分析・X線解析分析)の分析結果の報告である。

2. 分析の目的

信濃川河床で採取された岩石は、北緯37度ラインの場所である信濃川に架かる田中橋の下で採取した岩石である。大変な水害をもたらした令和元年の台風19号によって、信濃川河床も影響を受けた。それまで堆積されていた土砂が洗い流され、これまで見ることができなかった基盤層(岩盤層)が確認された。そこには、黒色の光沢のある岩石が確認された。これは、田中集落に住むジオガイドからの情報で調査および採取を行った。もともと、毛無山火山を起源とする無斑晶ガラス質安山岩が分布する。それらに類似するものの比較すると光沢が強く、あたかも「黒曜石」のようであるとのことであった。そのため、現地を踏査し、サンプルを採取して、分析を行った。そして、白馬村採取の岩石も併せて行った。

また、本ノ木遺跡および上原B遺跡出土の石器は、肉眼観察から岐阜県下呂市に分布する湯ヶ峰流紋岩、いわゆる「下呂石」の可能性が指摘されていた。けれども、化学的分析が行われていなかった。本地域と下呂市は直線距離で180kmも離れており、この石材名が明らかになることは、石材の動きを明らかにすることができものである。本ノ木遺跡出土の石器は尖頭器で、旧石器時代から縄文時代草創期となる時期の資料である。上原B遺

跡の石器は剥片である。杉久保系ナイフ形石器や神山型彫器が出土した遺跡であり、同時期の資料と考える。

3. 分析結果について

以下は、パリオ・サーベイ株式会社の分析報告を掲載する。

I. 石器・岩石のマイクロスコップ観察および化学分析

1. 試料

試料は、下呂石と推定される本ノ木遺跡から出土した石器(尖頭器)1点、上原B遺跡より出土した石器(剥片)3点と、信濃川に架かる田中橋下の信濃川河床より採取された無斑晶ガラス質安山岩と推定される岩石1点、さらに長野県白馬村より採取された滑石と推定される岩石1点の計6点である。なお、これらの試料については、便宜上No.1～6の試料番号を付している。試料の詳細および分析項目の内訳を表1に示す。また、試料の外観を図版1に示す。

今回の分析では、本ノ木遺跡および上原B遺跡から出土した石器(No.1～4)と田中橋下より採取された岩石(No.5)は非破壊分析が条件とされたことから、肉眼およびマイクロスコップによる岩石表面の組織および構成鉱物の観察および非破壊によるエネルギー分散型蛍光X線分析(EDX)を実施した。一方、滑石と推定される試料(No.6)については、不定方位法によるX線回折分析により岩種の判定を実施した。

表1. 試料および分析項目

No.	遺跡名/ 採取地点	注記	器種など	分析項目		
				マイクロ スコップ観察	蛍光X線分析 (非破壊)	X線回折分析
1	本ノ木	123 008f	尖頭器	●	●	
2	上原B	292 C3-7-5-III	剥片	●	●	
3	上原B	403 D3-1-40-IV	剥片	●	●	
4	上原B	85 C2-23-8-II	剥片	●	●	
5	田中橋下	-	(岩石)	●	●	
6	白馬	-	(岩石)			●

2. 分析方法

(1) マイクロスコップ観察

岩石表面の組織および構成鉱物の観察を目的として、デジタルマイクロスコップ(キーエンス VHX8000)による観察・記録を実施する。観察は、風化面が認められない箇所や注記記載がない箇所を選択した。およその観察対象とした範囲を図版1に、各箇所拡大写真を図版2～3に示す。

(2) 蛍光X線分析

今回の分析に供された試料は、非破壊分析を前提としたことから、汚れが少なく、風化が進んでいない面を測定対象としている。本分析で使用した装置は、エネルギー分散型蛍光X線分析装置(リガク製 NEX DE)であり、Rh管球、管電圧:最大60kV、管電流:自動(最大電力12W)、測定時間:合計300秒、コリメーター:10mmφ、ヘリウム雰囲気条件で元素分析を実施した。本装置は下面照射型の装置であるため、分析にあたっては試料を

薄膜 (Prolene 層厚 $4\ \mu\text{m}$) を底部に張った試料カップで保持して測定を実施した。取得した特性X線スペクトルは元素定性を実施した後、成分形態を酸化物とした条件でFP法 (ファンダメンタルパラメーター法) を用いたスタンダードレス分析によって相対含有率を求めた。

(3) X線回折分析

試料は、乾燥器において 60°C 以下で 12 時間以上乾燥させた後、メノウ乳鉢を用いて微粉碎する。微粉試料は、X線回折用アルミニウムホルダーに充填し、以下の条件でX線回折分析を実施する。

装置：理学電気製 MultiFlex Divergency Slit: 1°
Target: Cu (K α) Scattering Slit: 1°
Monochrometer: 湾曲 Graphite Recieving Slit: 0.3mm
Voltage: 40KV Scanning Speed: $2^\circ/\text{min}$
Current: 40mA Scanning Mode: 連続法
Detector: SC Sampling Range: 0.02°
Calculation Mode: cps Scanning Range: $2 \sim 61^\circ$

3. 結果

(1) マイクロスコブ観察

No.1 は黒雲母流紋岩に鑑定された。黒雲母が極めて微量程度に表面に散在し、弱い流離構造が認められる。微細ではほぼ等粒の斜長石が石基を埋めている。No.2~4 は流紋岩に鑑定された。No.1 と類似する岩相を示し、弱い流離構造が認められる。微細ではほぼ等粒の斜長石が石基を埋めている。なお、No.1~4 は、破断面表面にざらつきが認められる。No.5 は無斑晶ガラス質安山岩に鑑定された。斑晶量が少なく、斜長石斑晶がスポット状に表面に分布する。破断面は貝殻断口状を呈し、ガラス質で暗灰色を示す。

(2) 蛍光X線分析

結果を表2に示す。主要10元素は、No.1~4 はおよそ近似した値を示す。各元素の wt% は、 SiO_2 が $74.6 \sim 76.2$ 、 TiO_2 が $0.16 \sim 0.88$ 、 Al_2O_3 が $11.5 \sim 12.1$ 、 Fe_2O_3 が $1.02 \sim 1.40$ 、 MnO が $0.07 \sim 0.09$ 、 MgO が $0.17 \sim 0.32$ 、 CaO が $1.13 \sim 1.32$ 、 Na_2O が $5.17 \sim 5.99$ 、 K_2O が $3.23 \sim 3.70$ 、 P_2O_5 が $0.26 \sim 0.37$ である。一方のNo.5 は、 SiO_2 が 63.2 、 TiO_2 が 0.84 、 Al_2O_3 が 14.1 、 Fe_2O_3 が 8.10 、 MnO が 0.19 、 MgO が 1.37 、 CaO が 5.71 、 Na_2O が 4.47 、 K_2O が 1.41 、 P_2O_5 が 0.63 である。

(3) X線回折分析

分析結果を図1に示す。なお、結果の同定解析は、X線粉末回折線解析プログラム JADE を用い、測定回折線の主要ピークと回折角度から原子面間隔および相対強度を計算し、それに該当する化合物または鉱物を PDF (Powder Diffraction File) データから検索し、同定した。図中の上段は試料の回折チャートであり、下段が同定された結晶性鉱物もしくは化合物の回折パターンである。量比は、最強回折線の回折強度 (cps) から、多

量 ($>5,000\text{cps}$)、中量 ($2,500 \sim 5,000\text{cps}$)、少量 ($500 \sim 2,500\text{cps}$)、微量 ($250 \sim 500\text{cps}$) およびきわめて微量 ($<250\text{cps}$) という基準で判定した。

不定方位法によるX線回折分析の結果、No.6 からは多量の滑石が検出される。 $9.3\text{\AA}$ ($2\theta: 9.5^\circ$) および $3.12\text{\AA}$ ($2\theta: 28.6^\circ$) の底面反射は $10,000\text{cps}$ 以上で尖度の高い回折線を示しており、結晶度は良好とみられる。

表2. 蛍光X線分析結果

試料番号	試料 (通称名/採取地・注記・標種等)	主要元素(wt%)										Total (%)
		SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	
No.1	本ノ木 123 008f 尖頭器	75.70	0.20	11.80	1.40	0.09	0.32	1.31	5.17	3.70	0.26	99.95
No.2	上原B 292 C3-7-5-III 剥片	75.90	0.16	11.90	1.02	0.07	0.25	1.13	5.99	3.23	0.26	99.91
No.3	上原B 403 D3-1-40-IV 剥片	76.20	0.18	11.50	1.13	0.08	0.17	1.16	5.84	3.42	0.26	99.94
No.4	上原B C2-23-8-II 剥片	74.60	0.88	12.10	1.14	0.08	0.27	1.32	5.84	3.41	0.37	100.00
No.5	田中橋下 (磨石)	63.20	0.84	14.10	8.10	0.19	1.37	5.71	4.47	1.41	0.63	100.02

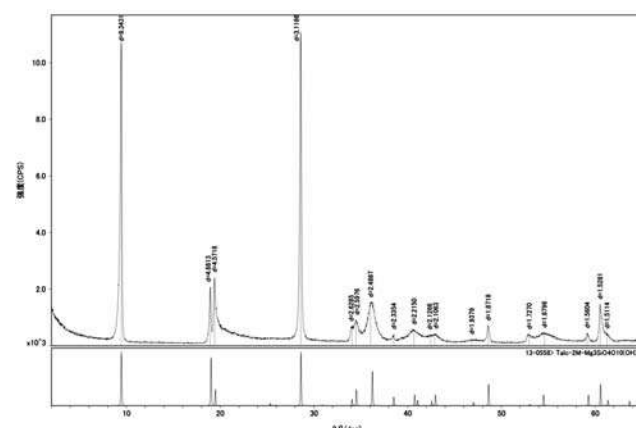


図1 No.6 (白马) の不定方位法 X 線回折チャート

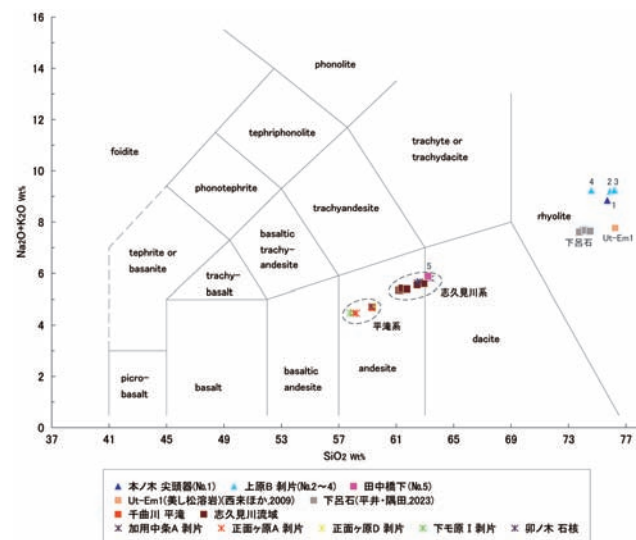


図2 TAS (Total Alkali-Si) 図 (Le Maitre, 2002)

4. 考察

(1) 本ノ木遺跡・上原B遺跡出土石器 (No.1~4)

本ノ木遺跡および上原B遺跡の石器4点 (No.1~4) は、肉眼およびマイクロスコブによる観察の結果、No.1 が黒雲母流紋岩、No.2~4 が流紋岩に鑑定された。また、エネルギー分散型蛍光X線分析 (EDX) による定性分析では、No.1~4 は近似した値を示すことが確認された。参考として、火山岩の分類によく使用される Le Maitre (2002) の TAS 図 (図2) にプロットすると、いずれも流紋岩 (rhyolite) の領域に位置し、鑑定結果

を支持する。

流紋岩の分布については、津南町域内では確認されていないことから、尖頭器および剥片に利用された石材は搬入と推定される。流紋岩類の石器石材に関しては、いわゆる「下呂石」が挙げられる。下呂石は、岐阜県下呂市の湯ヶ峰（標高 1067m）の山頂部を構成するガラス質黒雲母流紋岩である。この流紋岩は、約 10～12 万年前の湯ヶ峰火山の活動に伴って流出した溶岩であり、岩体は阿寺断層の主断層に平行する湯ヶ峰断層に沿って噴出した溶岩円頂丘が断層谷を埋めたものとされている（山田ほか,1992）。下呂石は、これまでの研究から、後期旧石器時代から弥生時代まで中部地方を中心として、遠方では関東および関東地方まで流通した石器石材として知られている。近年では、下呂石の石質の細分や細分された石質を網羅する波長分散型蛍光X線分析（WDX）による全岩化学組成分析（定量分析）が実施されており、石質に関わらず均一な化学組成であることが確認されている（平井・隅田,2023）。

また、平井・隅田（2023）では、下呂石は斑晶鉱物やガラス質、流理構造の有無などから、I 型からIV型までのタイプに石質が分類がされている。今回の観察を行ったNo.1～4 は、黒雲母の含有に差異があるものの、岩相は類似しており、「長石類が目立つ」、「表面がざらつく」などの特徴を有する平井・隅田（2023）のⅢ型あるいはIV型に近いと考えられる。

なお、流紋岩の分布としては、霧ヶ峰火山の東方に隣接する大門峠周辺地域も挙げられ、南北に並んだ2つの流紋岩質溶岩ドームの北側は美し松溶岩、南側は大門峠溶岩と称される（西来ほか,2009）。西来ほか（2009）の岩相記載によれば、美し松溶岩は、流理構造が発達した黒雲母流紋岩であり、黒曜石を伴う。斑晶として自形の斜長石、黒雲母、石英を含み、石基はガラス質な部分と結晶質な部分があり、ガラス質な部分はスフェルライトが発達する。結晶質な部分は隠微晶質で斜長石、石英、不透明鉱物、少量のガラスからなる。大門峠溶岩は、斜長石斑晶が目立つ緻密で流理の発達した角閃石流紋岩である。斑晶として自形ないし半自形の斜長石、角閃石をふくみ、角閃石はオパサイト化している。角閃石は少量の単斜輝石、直方輝石を包有することがある。石基は隠微晶質で不透明鉱物、斜長石、石英からなる。

ここでは、平井・隅田（2023）の下呂石および西来ほか（2009）の美し松溶岩の全岩化学組成結果を SiO_2 （二酸化珪素含有率）を横軸、 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ （アルカリ成分含有率）を縦軸とした TAS 図（図 2）に示した。図 2 に示されたプロットと今回試料のプロットは、WDX と EDX の特性や試料の状態の違いから厳密な比較には至らないが、No.1～4 は比較的近い位置にまとまる傾向や、下呂石および美し松溶岩のいずれからも離れた位置にあることが確認される。

（2）田中橋下（No.5）

田中橋下より採取された岩石（No.5）は、貝殻状断口や破断面の平滑さから、ガラスに富む無斑晶ガラス質安山岩と判断される。津南町では、これまでに遺跡から出土した石器石材の産地を検証するため、現地調査および分析調査が実施されている。これらの分析では、無斑晶ガラス質安山岩の全岩化学組成結果も蓄積されている（佐藤・石岡,2015）ことから、その結果を TAS 図（図 2）に示した。

これまでの津南町内の遺跡から出土した石器および河床・露頭等から採取された無斑晶ガラス質安山岩を対象とした分析では、無斑晶ガラス質安山岩が多産する志久見川流域に由来する志久見川系と、新潟県と長野県の県境に近い千曲川流域の平滝（長野県下水内郡栄村）周辺で採取できる平滝系の 2 種類が識別されている。志久見川系の無斑晶ガラス質安山岩および無斑晶質安山岩は、前期更新世～中期更新世の毛無山火山噴出物に由来するものである。今回の分析に供されたNo.5 は、条件はNo.1～4 と同様であるが、TAS 図（図 2）では安山岩（andesite）とデイサイト（dacite）の境界付近にプロットされ、上記した志久見川系の試料に近い位置にあることが確認できる。

（3）長野県白馬 滑石？（No.6）

X 線回折分析の結果、滑石が検出された。滑石は、 $\text{Mg}_3\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ の理想式をもつ粘土鉱物であり、白色または緑色の塊状～葉片状集合体をなす。比重は 2.7～2.83 であり、モース硬度が 1 ときわめて柔らかい鉱物である。滑石は、かんらん岩の熱水変質により蛇紋岩に伴うほか、結晶片岩中に滑石片岩を形成することもある。また、変成作用を受けたドロマイトやマグネサイトに含まれる場合もある。

白馬村に産する滑石は、蛇紋岩に伴うものであり、レンズ状や脈状をなして小規模に産することが一般的である。No.6 における緑灰色部は、蛇紋石や緑泥石などが主体になっていると推測される。

Ⅱ. 本ノ木遺跡・上原 B 遺跡出土石器の産地推定

1. 試料

試料は、I 章の分析から黒雲母流紋岩および流紋岩に鑑定された試料 4 点（No.1～4）（表 1）である。本章では、これらの試料が下呂石であるかを検討するため、後述する望月（2004）の手法を用いて、産地推定を行った。

2. 分析方法

（1）エネルギー分散型蛍光X線分析装置（EDX）による測定

本分析の特徴は、試料の非破壊による測定が可能であり、かつ多元素を同時に分析できることが利点として挙げられる。一方、非破壊分析である以上、測定は試料表

面のみが対象となることから、表面が汚れた試料や風化してしまっている試料については試料の洗浄あるいは測定面の選択が必要となる。なお、本分析では試料が貴重な遺物であることから、洗浄等を行わず、汚れが少なく、風化が進んでいない面を選択して測定を行っている。

本分析で使用した装置は、エネルギー分散型蛍光X線分析装置（セイコーインスツルメンツ製SEA2120L）であり、X線管球はロジウム（Rh）、検出器はSi（Li）半導体検出器である。測定条件は、励起電圧 50kV、管電流自動設定（ μ A）、測定時間 600 秒、コリメータ（照射径） ϕ 10.0mm、フィルターなし、測定室雰囲気は真空である。測定元素は、Al（アルミニウム）、Si（ケイ素）、K（カリウム）、Ca（カルシウム）、Ti（チタン）、Mn（マンガン）、Fe（鉄）、Rb（ルビジウム）、Sr（ストロンチウム）、Y（イットリウム）、Zr（ジルコニウム）の 11 元素であり、測定試料全てにおいてマイラー膜（PE,2.5 μ m；ケンプレックス製 CatNo107）を介して元素X線強度（cps）を測定した。

（2）産地推定方法

産地推定は、望月（2004 など）による方法に従い、測定結果（元素X線強度（cps））から、5つの判別指標値を求める。5つの判別指標値は、Rb分率 $\{Rb \times 100 / (Rb + Sr + Y + Zr)\}$ 、Sr分率 $\{Sr \times 100 / (Rb + Sr + Y + Zr)\}$ 、Zr分率 $\{Zr \times 100 / (Rb + Sr + Y + Zr)\}$ 、 $Mn \times 100 / Fe$ 、 $\log (Fe/K)$ である。

一方、産地推定に必要な原産地の資料に関しては、望

月（2004）で用いられている原産地試料の分析データを使い、原産地判定用資料を作成する。今回産地推定に用いた黒曜石原産地を図3に示す。

原産地試料のデータを、Rb 分率と $Mn \times 100 / Fe$ 、Sr 分率と $\log (Fe/K)$ についてグラフ化する。また、グラフを元に作成した二次元正規密度分布、ならびに判別指標値から作成した多次元密度分布の結果から、原産地を元にした判別群を設定する。その名称ならびに判別群と原産地との関係を表3に示す。

表3 黒曜石原産地試料一覧

大分類	中分類	判別群	記号	該当する原産地
東北	深浦	深浦	深浦	岡崎浜、深浦公園、日和見、六角沢、八森山
東北	岩木山	出来島	出来島	出来島
東北	男鹿	男鹿1群	男鹿1	金ヶ崎、船本
東北	男鹿	男鹿2群	男鹿2	船本
東北	月山	月山1群	月山1	西川町志津、朝日町代沢など
東北	月山	月山2群	月山2	鶴岡市今野川、鶴岡市大瀬川
東北	北上	北上1群	北上1	水沢折居、花泉日形田ノ沢、雫石小赤沢
東北	北上	北上2群	北上2	水沢折居、花泉日形田ノ沢、雫石小赤沢
東北	北上	北上3群	北上3	水沢折居
東北	湯ノ倉	湯ノ倉	湯ノ倉	湯ノ倉
東北	秋保	秋保1群	秋保1	秋保土蔵
東北	秋保	秋保2群	秋保2	秋保土蔵
東北	色麻	色麻	色麻	色麻町根岸
東北	塩竈	塩竈港群	塩竈	塩竈市塩竈港
東北	小泊	小泊	小泊	青森小泊村折腰内
関東	天城	柏峠1群、2群	柏峠1, 柏峠2	天城柏峠
関東	箱根	煙宿	煙宿	箱根煙宿
関東	箱根	鍛冶屋	鍛冶屋	箱根鍛冶屋
関東	箱根	黒岩橋	黒岩橋	箱根黒岩橋
関東	箱根	上多賀	上多賀	箱根上多賀
関東	箱根	芦ノ湯	芦ノ湯	箱根芦ノ湯
関東	神津島	恩絶島	恩絶島	恩絶島、長浜
関東	神津島	砂糠崎	砂糠崎	砂糠崎、長浜
関東	高原山	高原1群	高原1	甘湯沢、板沢
関東	高原山	高原2群	高原2	七湯沢
信州	霧ヶ峰	男女倉1群	男女1	ぶどう沢、牧ヶ沢、高松沢、本沢下
信州	霧ヶ峰	男女倉2群	男女2	ぶどう沢、牧ヶ沢
信州	霧ヶ峰	男女倉3群	男女3	ぶどう沢、牧ヶ沢、高松沢、本沢下
信州	霧ヶ峰	鷹山系	鷹山	星賀峠、鷹山
信州	霧ヶ峰	西霧ヶ峰系	星ヶ塔	星ヶ塔、星ヶ台
信州	霧ヶ峰	和田峠1群	和田1	古峠、土屋橋北
信州	霧ヶ峰	和田峠2群	和田2	丁子御領、芙蓉バーライト、霧ヶ峰
信州	霧ヶ峰	和田峠3群	和田3	小深沢、芙蓉バーライト、新和田トンネル、土屋橋北、土屋橋東、18地点、24地点、26地点、丁子御領、霧ヶ峰
信州	霧ヶ峰	和田峠4群	和田4	小深沢、芙蓉バーライト、新和田トンネル、土屋橋北、土屋橋西、土屋橋東、18地点、24地点、26地点、丁子御領、霧ヶ峰
信州	霧ヶ峰	和田峠5群	和田5	24地点、25地点、26地点、小深沢
信州	霧ヶ峰	和田峠6群	和田6	小深沢、芙蓉バーライト、24地点、25地点、26地点、土屋橋西、土屋橋東
信州	霧ヶ峰	和田峠7群	和田7	東新屋、芙蓉バーライト、古峠、丁子御領、霧ヶ峰、土屋橋北
信州	霧ヶ峰	和田峠8群	和田8	25地点、26地点、土屋橋東
信州	北八ヶ岳	横岳系双子池	双子池	双子池
信州	北八ヶ岳	横岳系亀甲池	亀甲池	亀甲池 猫鉢池
信州	北八ヶ岳	冷山・麦草系	麦草系	冷山、麦草峠、双子池、流ノ湯、八ヶ岳7、八ヶ岳9、長門美しの森
信州	北八ヶ岳	中ツ原	中ツ原	中ツ原(遺跡試料)
北海道・北陸	新潟	新発田	新発田	新発田板山
北海道・北陸	新潟	新津	新津	新津金津
北海道・北陸	新潟	大白川	大白川	大白川
北海道・北陸	新潟	佐渡1群、2群	佐渡1, 佐渡2	奥光寺、金井ニッ坂
北海道・北陸	富山	魚津	魚津	草月上野
北海道・北陸	富山	高岡	高岡	二上山
北海道・北陸	岐阜	下呂市	下呂	湯ヶ峰
中国・四国	隠岐	久見	久見	久見
中国・四国	隠岐	峠地区	峠地区	隠岐峠
中国・四国	隠岐	箕浦系	箕浦系	箕浦、加茂赤土、岸浜



図3 黒曜石産地一覧

Rb 分率と $Mn \times 100 / Fe$ 、Sr 分率と $\log (Fe/K)$ のグラフ中に、各判別群の重心より 2σ （約 95%）の範囲を示す楕円を描く（原産地試料の各分析データは図が煩雑になるため割愛している）。これに、遺跡出土試料の分析結果を重ね合わせることで、産地推定の指標の一つとなる。一方、各判別群の5つの判別指標値について、それぞれの基本統計量（平均値や分散、共分散など）を求める。この値をもとに、遺跡出土試料と各判別群とのマハラノビス平方距離を計算する。マハラノビス平方距離による判別は、先に述べた5つの判別指標値を使う方法（望月,2004 など）と、基本的に Zr 分率を除くグラフに使った4つの判別指標値を使うが、群間の判別が難しい場合に Zr 分率を加える方法（明治大学古文文化財研究所,2009,2011; 明治大学文学部,2014a,b）がある。今回は、4成分、5成分双方の結果を掲載する。測定試料と各判別群全てについて、4成分、5成分のマハラノ

ビス平方距離を求め、測定試料に近いものから3判別群を表に示す。これらについて χ (カイ) 二乗検定を行い、 3σ (99.5%) の範囲に入った場合を「TRUE」、入らなかった場合を「FALSE」とする。

3. 結果および考察

各試料の元素X線強度 (cps) および判別指標値を表4に示す。また、Rb分率 - $Mn \times 100/Fe$ 、Sr分率 - $Log (Fe/K)$ について、原産地試料の重心から 2σ (約95%) の範囲を記したグラフに、各試料の結果を重ね合わせた図を、図4.5に記す。表5には、測定試料に近いものから3原産地分のマハラノビス平方距離を示し、これらについて χ 二乗検定を行なった結果を示す。

表4. スペクトル強度と判別指標値																		
No	強度(cps)												判別指標					
	Al	Si	K	Ca	Ti	Mn	Fe	Rb	Sr	Y	Zr	Rb 分率	Sr 分率	Zr 分率	Mn×100 /Fe	log (Fe/K)		
1	58.05	423.64	52.84	30.48	5.69	8.80	138.46	12.06	35.91	4.37	23.04	15.99	47.64	30.57	6.36	0.418		
2	54.77	405.17	49.69	30.48	5.02	8.14	120.19	11.46	36.86	4.06	23.96	15.01	48.28	31.39	6.77	0.384		
3	60.19	442.90	55.59	34.27	5.94	9.43	136.01	12.18	39.23	4.34	24.18	15.24	49.08	30.25	6.93	0.389		
4	54.20	385.86	51.68	35.36	31.23	8.73	129.58	11.49	35.71	4.02	21.88	15.71	48.85	29.90	6.74	0.399		

表5. 産地判定結果

No	4成分								
	第1候補			第2候補			第3候補		
	原産地	距離	判定	原産地	距離	判定	原産地	距離	判定
1	中ツ原	28.2	FALSE	下呂	153.0	FALSE	麦草系	274.7	FALSE
2	中ツ原	35.6	FALSE	下呂	60.6	FALSE	麦草系	313.1	FALSE
3	中ツ原	32.2	FALSE	下呂	36.3	FALSE	麦草系	348.7	FALSE
4	中ツ原	30.5	FALSE	下呂	66.4	FALSE	麦草系	331.5	FALSE

No	5成分								
	第1候補			第2候補			第3候補		
	原産地	距離	判定	原産地	距離	判定	原産地	距離	判定
1	中ツ原	29.6	FALSE	下呂	170.0	FALSE	麦草系	275.6	FALSE
2	中ツ原	36.1	FALSE	下呂	62.6	FALSE	麦草系	313.5	FALSE
3	中ツ原	32.2	FALSE	下呂	41.1	FALSE	麦草系	349.4	FALSE
4	中ツ原	31.0	FALSE	下呂	75.6	FALSE	麦草系	332.3	FALSE

距離:マハラノビス平方距離. 判定: χ 二乗検定(3 σ)の結果.

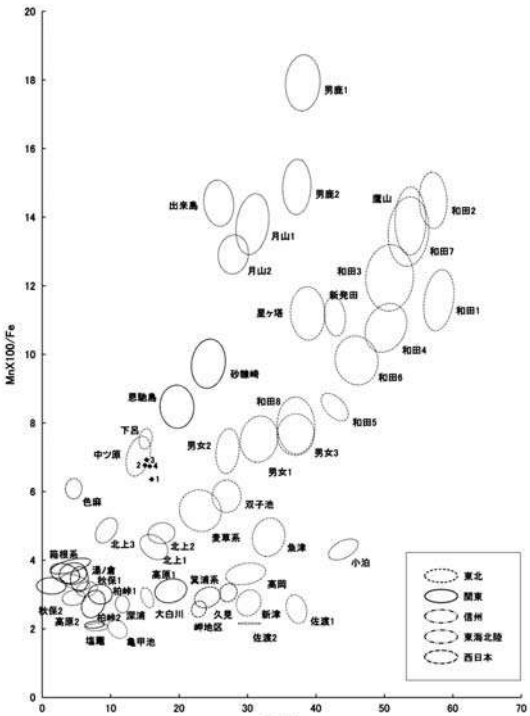


図4 黒曜石産地推定結果(1)

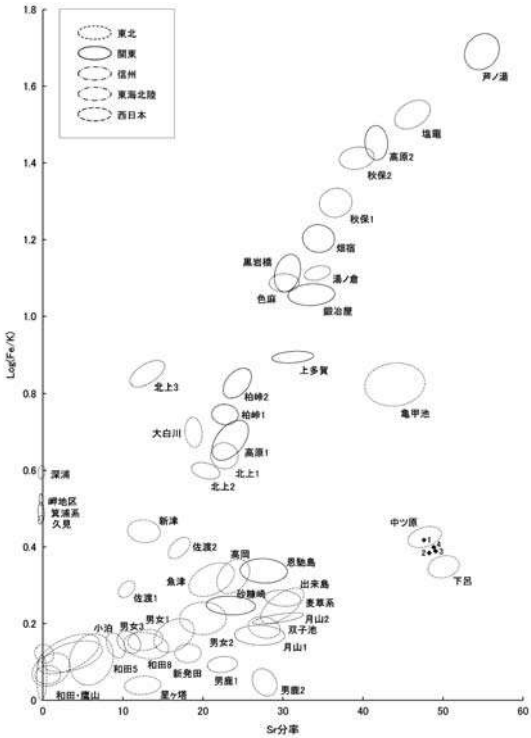
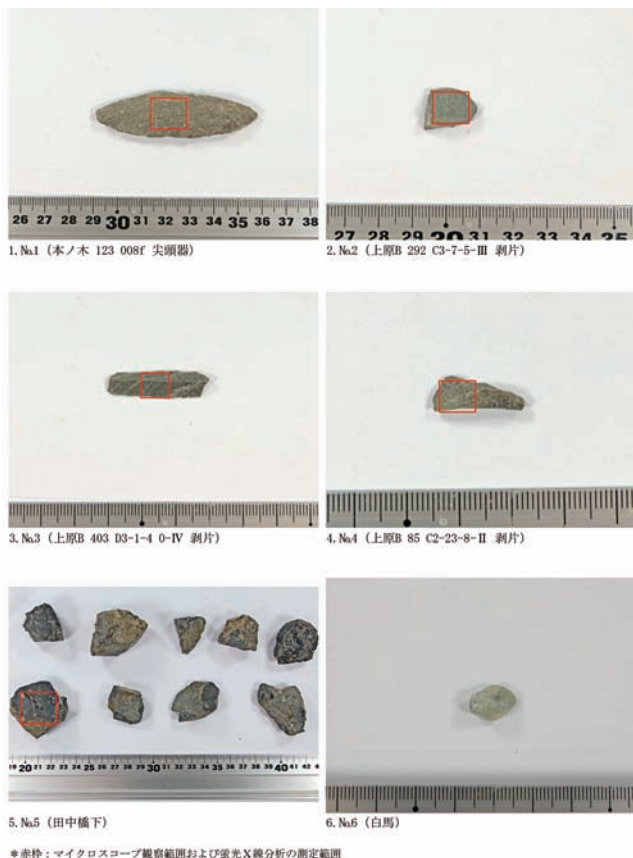


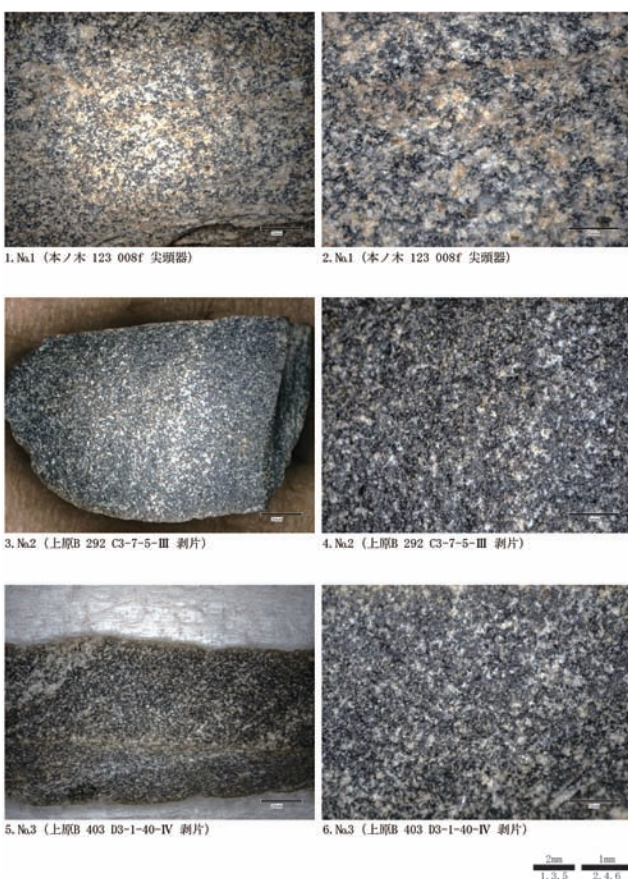
図5 黒曜石産地推定結果(2)

測定の結果、分析に供したNo.1~4は図4.5において、いずれも比較的まとまりのある一群として捉えられる。詳細にみると、本ノ木遺跡の尖頭器 (No.1) と上原B遺跡の剥片3点 (No.2~4) とのまとまりに識別される。また、これらがプロットされた位置は、図4では「中ツ原」判別群の範囲内およびその付近、図5では「中ツ原」判別群の範囲内および「中ツ原」判別群と「下呂」判別群の範囲付近にある。

次に、4成分および5成分のマハラノビス平方距離により候補とされた3判別群は、いずれも中ツ原 (第1候補)、下呂 (第2候補)、麦草系 (第3候補) であった。第1候補とされた「中ツ原」は、中ツ原遺跡から出土した黒曜石製石器の産地判定において「不明NK群」とされた判別群 (堤・望月, 2014) であり、第3候補の麦草系は北八ヶ岳の冷山・麦草系の黒曜石の判別群である。流紋岩類のNo.1~4が下呂石であるかの判定については、表5の結果では、「下呂」判別群は「中ツ原」判別群に次ぐ候補となったが χ 二乗検定では 3σ の範囲には入っておらず、今回の結果からは下呂石と判定するには至らない。なお、今回の石器試料は、貴重な遺物であったため石器表面の洗浄や研磨などは行っていない。そのため、石器表面の汚れや風化により測定に影響があった可能性もあり、測定結果についてはこの点を踏まえた評価が必要と考える。



図版 1 試料外観



図版 2 マイクロスコープ像(1)



図版 3 マイクロスコープ像(2)

4. おわりに

以上、分析結果、本ノ木遺跡出土の尖頭器が黒雲母流紋岩、上原 B 遺跡出土の剥片は流紋岩と鑑定された。本地域周辺では流紋岩は確認されていない。残念ながら「下呂石」とは、一致しなかった。ただ、非破壊法による分析であり、石器の風化面での分析であることから、今後、風化した表面部分の現生標本のデータを蓄積することも必要であり今後の課題としたい。

田中橋下で採取された岩石は、肉眼的には黒曜石に類似するものの分析結果の鑑定としては、無斑晶ガラス質安山岩である。これは、志久見川流域採取の分析値の範囲内を示し、志久見川系の無斑晶ガラス質安山岩であると考えられる。

また、白馬村採取の岩石は、X 線解析の結果から滑石であるとの鑑定であった。蛇紋岩に伴う、レンズ状や脈状をなして小規模に産することが一般的である。滑石は、縄文時代の石製品の素材として使われるものである。滑石は、本地域には分布しない石材である。今後、本地域で出土した滑石製石製品を分析するための基礎資料となると考える。今後も、このような岩石分析を行い、基礎データの蓄積を行う必要がある。この活動が将来的に岩石の原産地分析につながっていくと考えられる。

最後に、本稿の執筆にあたり、田中橋下の岩石の情報をいただいた苗場山麓ジオパークジオガイドの滝沢義人氏に感謝を申し上げる。また、津南町教育委員会の佐藤雅一氏、長澤展生氏からは、貴重な資料の分析にご了承をいただき、日々指導に感謝を申し上げる。また、分析に当たっては、パリノ・サーベイ株式会社の石岡智武氏・千葉博俊氏・坂元秀平氏にご協力をいただいた。記して感謝申し上げる。

<引用文献>

- 金成太郎,2014,黒曜石製遺物の原産地推定結果(2010～2013年度未公開分).資源環境と人類, No.4,99-104.
- 堤 隆・望月明彦,2014,中ッ原遺跡群第5遺跡B地点および第1遺跡G地点における削片系細石刃石器群の産地推定.資源環境と人類, No.4,73-81.
- 西来邦章・及川輝樹・太田 靖・松本哲一・宇都浩三・三宅康幸,2009,長野県大門峠に分布する流紋岩質溶岩ドーム:諏訪-八ヶ岳火山地域の流紋岩類の活動時期について.火山,54,61-71.
- 平井義敏・隅田祥光,2023,下呂石の石質分類からみた原産地の産状と全岩化学組成.資源環境と人類,13,113-122.
- 明治大学古文化財研究所,2009,蛍光X線分析装置による黒曜石製遺物の原産地推定-基礎データ集1-.明治大学古文化財研究所,294p.
- 明治大学古文化財研究所,2011,蛍光X線分析装置による黒曜石製遺物の原産地推定-基礎データ集2-.明治大学古文化財研究所,294p.
- 明治大学文学部,2014a,蛍光X線分析装置による黒曜石製遺物の原産地推定-基礎データ集3-,杉原重夫編,森 義勝監修,明治大学文学部,170p.
- 明治大学文学部,2014b,日本における黒曜石の産状と理化学分析-資料集-,75,杉原重夫編,森 義勝監修,明治大学文学部,170p.
- 望月明彦,2004,和野 I 遺跡出土黒曜石製石鏃の石材原産地分析.和野 I 遺跡発掘調査報告書,岩手県文化振興事業団埋蔵文化財調査報告書,452 集,476-480.
- 佐藤信之・石岡智武,2015,信濃川・魚野川上流域の地質・石材環境.第29回東北日本の旧石器文化を語る会予稿集,東北日本の旧石器文化を語る会,
- 山田直利・柴田 賢・佃 栄吉・内海 茂・松本哲一・高木秀雄・赤羽久忠,1992,阿寺断層周辺地域の火成岩類の放射年代と断層活動の時期,地質調査所月報,43 (12),759-779.

1. 投稿を受け付ける原稿

苗場山麓ジオパークを対象とした学術調査及び研究（地質学・地形学・考古学・歴史学・地理学・民俗学・植物学・生態学・社会学・観光学など）に関する論文、報告、事例紹介等

2. 投稿要領

(1) 入稿方法

文字原稿のデジタルデータ（word）とその印字原稿、図版（ポジ、印画紙写真、デジタルデータ、図面等）等を併せて提出してください。

図版のデジタルデータは、イラストレーター（拡張子 Ai）、スキャンデータは tiff（グレイ・白黒 = 1200dpi）、写真は jpeg（350dpi 以上）

※万一の場合に備え、原稿提出の際には必ず手元に控えを残しておいてください。

※デジタルフォーマットをご希望の方は、E-mail にて事務局にお問合せください。

(2) 分量

論文：20 ページ以内

研究ノート：10 ページ以内

(3) 体裁

[版組]

A 4 判（余白：上 15mm 下 15mm 左 20mm 右 15mm） 2 段組み 25 字× 49 行

[各種フォント]

[例]

表題：MS 明朝太字 11p

苗場山麓ジオパーク

副題：MS 明朝 10.5p

—苗場山麓ジオパーク—

氏名：MS 明朝 10.5p

苗場 太郎

※肩書きについては、巻末の執筆者一覧に掲載します。

章題：MS 明朝太字 10.5p

1. ○○○○（頭：全角数字）

節題：MS ゴシック 10p

(1) ○○○○（頭：括弧閉じの数字）

項題：MS ゴシック 10p

①○○○○（頭：丸数字）

※上記にあてはまらない場合は、事務局にて編集いたします。

本文：MS 明朝 10p

※章題・節題は前文章と 1 行空ける。

図表キャプション：MS ゴシック 9p

図 1 ○○○○

※位置：図は下・表は上の中央

図版内キャプション：MS ゴシック 7p

図版内番号：MS ゴシック 6p

[註・参考文献の要項]

本文中表記：上付き片括弧 ●) ○○○○ 1)、○○○○○ 2)。

※引用文献に関しては、註引きにて記述をお願い致します。そのため、本文中には（○○ 1990）という引用が入りません。註番号は頭から連番とし、上付き片括弧 ●) で記載下さい。また、同じものが幾度か出てくる場合も連番で記載ください。

文末表記：29 字× 53 行 フォント：MS 明朝・9p

（個人論文の場合）

1) ○○○○ 2009 「○○○○○○○○○○○○○○○○について」『苗場山麓ジオパーク研究紀要』創刊号 1-20 頁 苗場山麓ジオパーク推進室

(機関編集本の場合)

1) 津南町教育委員会編 2014『魚沼地方の先史文化』津南学叢書第32輯

(前掲文献の場合)

「前掲、註●の文献と同様」

また、前掲の註に複数の文献があり、その内の一つ(および複数)を再度引用する場合は以下のように記載して下さい。

「前掲、註●の文献(○○2000・○○2004)と同様」

提出頂いた際に註引きになっていなくとも、体裁はこちらで変えさせていただきますので、何卒ご容赦下さい。引用の仕方を変更すると、改行の位置や文頭の位置が動いてきますので、なるべく皆様の方で体裁を整えて頂けると助かります。

引用文献の他にも参考文献がある場合は、註に続けて列挙して下さい。表記の仕方は前掲の(個人論文の場合)(機関編集本の場合)と同様です。

(4) 図版の著作権申請

写真等掲載に関する所蔵者・著作権者からの許諾等取得は、執筆者が行ってください。

3. 原稿送付先(お問合せ先)

原稿は下記宛に送りいただくか、ご持参ください。

〒949-8201 新潟県中魚沼郡津南町大字下船渡乙835
苗場山麓ジオパーク振興協議会事務局
TEL 025-765-1600 FAX 025-765-5511
E-mail naeba36@naeba-geo.org

4. 日程および申込・校正手順

(1) 日程(予定)

申込締切 2025年10月末日 表題・ページ数を原稿送付先へご連絡ください。

入稿締切 2025年12月末日

発行予定 2026年3月末日

(2) レイアウト

レイアウトはフォーマットに基づき、執筆者の希望を尊重して行いますが、最終的には事務局で調整します。また、入稿された時点での原稿が予定のページ数より増えている場合、執筆者に調整をお願いする可能性があります。

(3) 校正

入稿締切までに入稿された場合、執筆者には校正を1回行っていただきます。入稿締切が守られなかった場合は、この限りではありません。

5. その他

(1) 掲載の記事・写真などの無断転載を一切禁じます。全ての著作権は苗場山麓ジオパーク振興協議会と資料所有者および機関に所属します。

(2) 執筆者には、刊行本を2部贈呈します。抜き刷りの贈呈はありません。

執筆者一覧（敬称略・掲載順）

苗場山麓の自然を考える会 涌井泰二・中澤謙吾・石沢憲一郎
中澤英正・仲野浩平・佐藤信之

名倉 一希 海城中学高等学校 教員
井上 卓哉 静岡県富士山世界遺産センター
河野 摩耶 京都芸術大学 芸術学部 非常勤講師
山口 弘幸 鎮西学院大学 現代社会学部 社会福祉学科 教授
阿部 稜平 千葉大学大学院 融合理工学府 博士課程

苗場山麓ジオパーク 研究集録
第7号

発行日 令和7(2025)年3月30日
編集・発行 苗場山麓ジオパーク振興協議会
〒949-8201 新潟県中魚沼郡津南町大字下船渡乙835
電話 025-765-1600 FAX 025-765-5511
印刷 ほおずき書籍株式会社

