

大地から学ぶ越路の

おいたち



白山手取川ユネスコジオパーク巡検（桑島化石壁 2024.9.8）

【主な内容】

- 白山手取川ユネスコ世界ジオパーク巡検報告 新潟県越路大地の会
- 令和6年度新潟県越路大地の会地学講座「中越地震と能登半島地震に学ぶ」
開催報告
第1回「新潟県中越地震をふりかえる」 - 被害は地盤の地形・地質に左右される -
..... 大地の会顧問 飯川健勝
- 令和7年大地の会新年会のご案内

白山手取川ユネスコ世界ジオパーク巡検報告

新潟県越路 大地の会

昨年の 30 周年記念事業として行ったジオパーク巡検が好評だったことから令和 6 年度から新規事業として行うこととしたもので、年度当初から担当幹事により企画が進められました。

今回は、令和 5 年にユネスコ世界ジオパークとなった「白山手取川ジオパーク」。ジュラ紀から白亜紀の恐竜化石を産出する「手取層群」の地層観察をはじめ手取川流域の地形地質などの見どころをジオパーク公認ガイドの案内で巡るとても充実した巡検となりました。ご説明いただいた磯部様、日比野様に感謝するとともに概要を簡単に報告します。

■期日：令和 6 年 9 月 7 日(土)～8 日(日)

■参加者：20 名

■巡検箇所

9 月 7 日 案内：公認ガイド 磯部様

- ①白山比咩神社 ②獅子吼高原 ③手取峡谷
- ④石川県自然保護センター ⑤ふくべの大滝

9 月 8 日 案内：公認ガイド 日比野様

- ①手取川ダム ②桑島化石壁 ③白山恐竜パーク
- 白峰 ④白山砂防科学館 ⑤白峰重要伝統的建造物保存地区

手取川流域の地質概要

手取川流域の地質はかなり複雑である。古生代の飛騨変成岩類(片麻岩)、中生代の手取層群(泥岩、砂岩、礫岩)、濃飛流紋岩類(約 7,000 万年前)、手取峡谷を形成する新第三紀中新世火山岩類(流紋岩類)が分布する。

なお、白山火山は約 40～30 万年前から活動を始めた火山でその噴出物は標高約 2000m 以上の地域に分布しており今回の巡検では観察していない。

巡検箇所の概要

1. 白山比咩(しらやまひめ)神社



図 2 白山比咩神社境内での磯部ガイドの説明と禊場



図 1 手取川流域と主な巡検地

白山比咩神社は霊峰「白山」をご神体として、創建は崇神天応の御代で二千百年を数えるとのこと。今日では全国にある三千有余社の白山神社の総本宮として「白山信仰」の中心をなしている。神社は手取川沿いの河岸段丘の平坦地にあり杉や檜の古木に覆われ厳かな雰囲気漂う。

境内には体を清め、罪やけがれを洗い流す「禊場」がつけられており、誰でもが禊を体験できるとのことである(図 2)。

2. 獅子吼(ししく)高原・手取川扇状地

白山比咩神社からほど近いところに獅子吼高原がある。ここからは手取川扇状地が一望できる。山麓からゴンドラで登ることができる。また、日本海からの向かい風で格好のパラグライダーの離陸場となっている。当日も天候と風に恵まれ多くの人が空中散歩を楽しんでいた。

手取川は急流河川で、昔から頻繁に氾濫を繰り返している扇状地上に住むに、なるべく洪水の危険を避けるため微高地である自然堤防上に集落を形成してきた。手取川沿いには「田子島」「中島」など島のつく集落が 19ヶ所点在しており「島集落」と呼ばれ



図3 手取川扇状地と説明用団扇

ているとのことである。

ガイドの磯部さんは手取川の扇状地と島集落などの立地について自作の団扇で説明された。なかなか面白いアイデアでありよく理解できた(図3)。

3. 手取峡谷 (不老橋・綿ヶ滝 (わたがたき))

手取川の中流部、火山活動の激しかった日本海形成時の噴火の際にできた凝灰岩類や流紋岩類の大地が、手取川の下方浸食により削られた約8 km、高さ20~30mの峡谷を形成している。

不老橋からは急流河川にみられる甌穴(ポットホール)が観察できた。綿ヶ滝は急な階段を下りて滝に近づくことができる。ダイナミックで迫力があり、侵食地形や断層、節理が観察できた(図4)。



図4 手取峡谷 綿ヶ滝

4. 石川県自然保護センター (環境省中宮展示館)

手取川の支川尾添(おぞ)川から蛇谷を遡ると白山スーパー林道(白山白川郷ホワイトロード)の入口に自然保護センター環境省の中宮展示館が併設されている。白山火山の成り立ちや白山の自然・文化についての展示がされている(図5)。



図5 中宮展示館(白山の地質)展示

5. 蛇谷峡谷とホワイトロード

蛇谷は極めて急峻なV字谷となっている。峡谷の岩壁は中生代の濃飛流紋岩類で多くは溶結凝灰岩とのことである。これを溪流が侵食することでV字谷や多くの滝が形成されている(図6)。



図6 蛇谷峡谷 蛇谷大橋付近の地形(V字谷)

この地域は豪雪地で積雪が3~4mに達するとのことである。ホワイトロードから蛇谷の対岸を見ると、尾根から谷に向かい岩盤をノミで削ったような溝が幾筋も観察できる。この溝は、高さ数百mに及び樹木が全く見られない。雪崩の通り道でアバランチシュートと呼ばれる地形で、積雪の多い山岳地帯ではよく見られる地形である(図7)。

ホワイトロードはスーパー林道として白山北側一帯の開発と森林管理を目的として1977年に石川県と岐阜県を結ぶ連絡道路として開設された山岳観光道路である。6月から11月までの供用で、9月は午



図7 蛇谷峡谷 アバランチシュート

前8時から午後5時まで通行可能とのことで、豪雨被害の復旧か、いたるところで工事が行われていた。

6. ふくべの大滝

ホワイトロードの中ほどにある沿道随一の名所で落差86mの滝。

上にもう一つの滝があることでふくべ(瓢箪)と名付けられたとのこと。水量は少なかったが、多い時には道路までしぶきが届くとのこと。下流の蛇谷では河床安定の施設が設置されていた。



図8 ふくべの大滝

7. 一里野高原ホテル「ろあん」で宿泊

とにかく静かな宿泊地として案内された。白山一里野温泉スキー場に近接するホテルである。2021年、白山一里野温泉の源泉(岩間温泉)の配管が山の崩落により温泉が供給されないとのことであった。

夜のスキー場ゲレンデはイルミネーションで飾られていた(図9)。



図9 一里野温泉スキー場ゲレンデ

ジオパーク巡検2日目

2日目はガイドの日比野さんに案内いただいた。日比野さんは「手取層群」を研究されているとのことである。

8. 手取川ダム

手取川ダムは高さ153mで日本でも最大級のロックフィルダムである。ダム天端には自由に行くことができないが近接地に展望台と公園がつくられておりダムについて知ることができる。

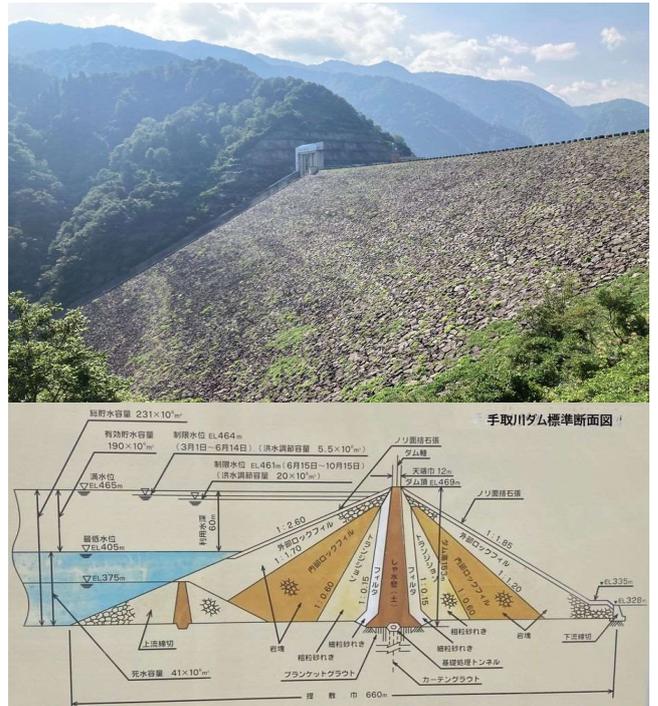


図10 手取川ダムとダム断面図

公園には手取川ダムのロック材である礫岩が磨かれて展示してあった(図11)。ロック材に使用されている礫岩は約1億5千万年前の手取層群の礫岩で、その礫種は「片麻岩類」「花崗岩類」「結晶質石灰岩」などとのことである。

ロック材の礫岩は実に緻密で硬く美しく、感動してみんなで時間を忘れて見入っていた(図12)。



図11 手取川ダムロック材の礫岩とガイドの日比野氏



図 12 礫岩に見入る

なお、ここには2億数千万年前の古生代の飛騨変成岩類(片麻岩)の展示(図 13)もあり、古い岩石に触れ合いとても楽しい時間を過ごさせていただいた。



図 13 飛騨変成岩(片麻岩)

9. 桑島化石壁

手取川の中流手取湖の右岸に化石壁はある(図 14)。中生代白亜紀手取層群桑島層(約 1 億 3000 万年前)で頁岩、砂岩の互層で、有名となった「カガリユウ」をはじめ多くの化石が産出する。

現在化石壁にはトンネルが掘られている。明治のはじめドイツのライン博士が植物化石を採取したこと因み「ライントンネル」と名づけられている。

トンネルで採取した岩石は「恐竜パーク白峰」に運ばれ化石の研究が続けられている。今後百年分程度研究を続けられるほどの量があるとお聞きした。

この地は立木のままの「珪化木」が発見され日本最古の森林があったことで国指定の天然記念物となっているとのことであった。



図 14 桑島化石壁(くわじまかせきかべ)の観察

桑島化石壁にほど近い沢では手取層群に含まれるという「オルソクォーツアイト」(正珪岩)の礫を教えていただき採取することができた。90%以上が球形に近い形に円磨された石英からなる岩石でとても珍しい。大地の会の岩石標本に加えたいと思っている(図 15)。



図 15 オルソクォーツアイト

10. 白山恐竜パーク白峰

桑島化石壁の手取湖を挟んで対岸の丘の上に斜面を利用して展示館がつけられている。ここでは桑島化石壁で発見された化石の展示と研究調査が行われている(図 16)。桑島化石壁のトンネル掘削の貴重な岩石が広げられており、化石発掘体験ができる。時間の関係で発掘体験はできなかったことが残念。



図 16 白山恐竜パーク白峰の展示見学

11. 白山砂防科学館

白山は活火山地域であることから地すべりや土石土砂崩れが発生しやすく何度も土石流が発生してきた。百万貫の岩を流下させた昭和 9 年手取川の大洪水は流域に大きな被害をもたらした。



図 17 白山砂防科学館



図 18 重要伝統的建造物群保存地区の散策

白山の谷では1916(大正元)年から100年以上にわたり砂防事業が行われているとのこと。砂防科学館は日本列島や白山地域の成り立ちや地質, 土砂災害, 砂防施設などの展示が充実し見ごたえのある施設となっている(図 17)。

12. 白峰重要伝統的建造物群保存地区

手取川左岸の河岸段丘の限られた空間に, 豪雪地という気候風土や養蚕という生業に適応した厚い土壁と連なる石垣が特徴の伝統的な建造物が通りに面して建ち並び, 山間地とは思えない町場のような景観を形成している(図 18)。

(パンフレットや当日の解説から記述, 文責は大地の会)

ジオパーク巡検記 手取川とハンググライダー

長岡市若草町 本山文雄

手取川巡検の最初の目標地は, 獅子吼(ししく)高原だった。

ロープウエーで山頂部へ 上がる。ロープウエー乗り場で, 私の目の前に大きなリュックを背負った若い女性がいた。山頂からハンググライダーをする人のようだ。「いくつですか」と聞いた。「26 です。」との答え。

山頂部で, 目の前に広がる扇状地と点在する「島集落」, それらを作った手取川の流れを見ながら, 地元ジオパーク解説員磯部さんの話を聞く。目の前にもう一つ気になることが。ハンググライダーをする人だ。

「吹き流しの揺れる向きは良い。」初めて見るハンググライダーのスタート! 耳は解説員の説明に, カメラを持った手と目は, ハンググライダーに! 目の前で飛び出すハンググライダー。スタートは勿論, ゆうゆうと飛び交うハンググライダーの姿と重なって見える手取川や扇状地の姿は格別だった。



『白山手取川ユネスコ世界ジオパーク巡検』

燕市小池町 笹川澄子

■基礎情報・ユネスコ世界ジオパーク:

世界ジオパークを前身とし 2015 年ユネスコ加盟国 195 ヶ国の批准を経て設立された, 国際地質科学ジオパーク計画の一事業。

趣旨は国際的に価値のある地質遺産を保護し, 地質遺産がもたらした自然環境や地域の文化への理解を深め, 科学研究や教育, 地域振興等に活用することによって, 自然と人間との共生および持続可能な開発を実現すること。日本には 10 ヶ所 (世界には 48 ヶ国 213 ヶ所, 2024 年 3 月現在)。

フォッサマグナとして知られる糸魚川は 2015 年, 今回の白山手取川は 2023 年認定。

■印象記

1. 獅子吼高原：

まさに手取川が作った、広くて素晴らしい扇状地が一望できました。その手取川の様子がよく見えました。高原麓から、広い河川敷を形成しながら、十数回くねくねと蛇行して日本海に注いでいました。好い日よりの中でハンググライダーを楽しむ人々が見えました。

2. 手取川ダム：

ロックフィル式ダムの記念公園（手取川総合開発記念館の公園）に置かれた大きな石は、この地の地質を見事にあらわし、会員諸氏はここぞとばかりに特徴的な岩石をなぞり地質の形成を確認していました。時間オーバー、名残惜しい限りでした。

3. 桑島化石壁：

ガイドさんの指導の下で壁に近づき、化石発見に挑戦しました。植物の化石は容易に発見できましたが、動物の化石はやはり難しいと感じました。1984年に恐竜の歯の化石が発見され、国指定天然記念物となった中生代白亜紀前期の化石の産地は生物進化を改めて感じさせました。

4. 白山恐竜パーク白峰：

いつ頃か恐竜は大ブームを惹き起こすや、人々の関心・ロマンを益々かきたて続けています。日本ではフクイリュウを掲げ大人気の福井県が恐竜先進地と思っていましたが、カガリュウの石川県が初発、2番手の福井県にお株を奪われて久しいそうです。そのせいか、ダム湖の手取湖を挟んで桑島化石壁の対岸の丘に建つ恐竜パークはいっときブームになりましたが、今は訪れる人も少ないそうです。

5. 宿泊のホテルろあん：

ロビーの一角に「避難者用」という張り紙とバスタオルや浴衣が積まれているのを見つけました。今年の能登半島地震で被災した人々の避難場所の一つになっていたと理解しました。

6. オーバーツーリズム：

コロナ禍が下火になるや官民挙げて観光立国が再び叫ばれ、円安も手伝って特に外国人旅行者が急増しています。その結果、多くの観光地は内外の観光客で満ち溢れ、オーバーツーリズムという大問題が起きています。一方で観光客とは殆ど無縁の地も多く、白山手取川地区もそのような地の一つと感じました。おかげでオーバーツーリズムに出会うことなく、しっかりと巡検できたのは幸いと言えるかもしれません。

2023年度入会、2度目の県外巡検です。このようなことを経験する機会が少なかった私にとって全てが新鮮で、自身が生まれ立つ大地の成り立ちを知る上でも実に有益でした。文末に、事業の企画立案と遂行にお骨折りいただいた役員その他の皆様に心より感謝いたします。

アンケート結果からの総括

アンケート結果から、今回のジオパーク巡検では主な目的地である「白山比咩神社、獅子吼高原・手取川扇状地、手取峡谷、蛇谷峡谷、ふくべの大滝、手取川ダム、桑島化石壁、恐竜パーク、砂防科学館」などの観察地についても興味深く見学でき、そして、現地のガイドさんから丁寧に説明していただいたことで理解が深まり充実した巡検ができた。と高い評価が多くありました。

一方、少し詰め込みすぎで箇所を減らして一か所に時間をかけた方がいいとの意見もありました。また、宿泊ホテルの食事については手違いもありかなり不評でした。旅先での食事の時間は参加者と交流の場でありとても大切であると実感しました。

次回への要望などでは、ジオパーク巡検の継続実施を望む声が多く、殊に現地ガイドの話は深みがあり良かったとの意見が多かったことが印象的です。

白山手取川ユネスコ世界ジオパーク巡検では、手取川流域の多様な地形地質から大地の成り立ちを学ぶ感動の地質巡検となったと考えています。

改めて今回ガイドを務めていただきました磯部様、日比野様に感謝申し上げます。

来年度に向けて

立山黒部、下仁田、磐梯山、箱根、伊豆半島、筑波山、銚子などに加え新潟県内の糸魚川、佐渡などについても要望があります。今回のアンケート結果を踏まえ、新潟県越路大地の会の活動の一環として継続実施することとし、早めに企画提案したいと考えています。

令和6年度大地の会地学講座 「中越地震と能登半島地震に学ぶ」 開催報告

2024(令和6)年は、2004(平成16)年10月23日の中越地震から20年にあたります。大地の会では地震発生直後の12月19日に「新潟県中越地震調査緊急報告会」を開催するとともに、2005年「中越地震と地盤災害の教訓」、2006年「中越地震から学ぶわが家の地盤補強と耐震対策」をテーマとした地学講座を開催し地震防災を学んできたところです。

その後、2007年：中越沖地震、2011年：東日本大震災、2016年：熊本地震、2018年：北海道胆振東部地震と数年おきに大きな被害を伴う地震が発生し、そして今年1月1日能登半島地震がありました。

能登半島地震は半島全体に被害をもたらすとともに新潟市でも液状化による住宅被害が報告されています。この地震は時間の経過とともに被害の大きさが明らかになって、殊に海岸が4m隆起したとのことは驚きでした。一体何が起きているのか、日本列島はどんな状況になっているのか、中越地震を振り返るとともに能登半島地震のメカニズム・被災地の現実から改めて地震防災を考える講座としました。

今年の地学講座は長岡技術科学大学地震工学研究室のご協力で実現しました。ご多忙の中、詳細な資料を作成いただきご講演していただきました講師の皆様に感謝申し上げます。

地学講座の内容は本号と次号で報告します。

- 第1回講演：2024年9月27日(金) 参加者：41名
「新潟県中越地震をふりかえる」 - 被害は地盤の地形・地質に左右される -
講師：大地の会顧問 飯川健勝氏
- 第2回野外観察会：2004年10月6日(日) 参加者：37名
「中越地震から20年、被害からの復旧・復興状況から防災を考える」 案内：大地の会顧問
観察地：妙見崩壊現場、小千谷市吉谷地区、川口きずな館、山古志油夫川地区、おらたる、寺野地区、山古志闘牛場、木籠、中山隧道、東竹沢地区、濁沢地区
- 第3回講演：2024年10月18日(金) 参加者：43名
「地震を知って地震に備える、近年発生した地震から学ぶこと」
講師：長岡技術科学大学教授 池田隆明氏
- 第4回講演：2024年10月25日(金) 参加者：44名
「地震による液状化の被害と現地調査」
講師：長岡技術科学大学助教 志賀正崇氏



新潟県中越地震（2004）をふりかえる

—被害は地盤の地形・地質に左右される—

飯川 健勝

1. 信濃川地震帯

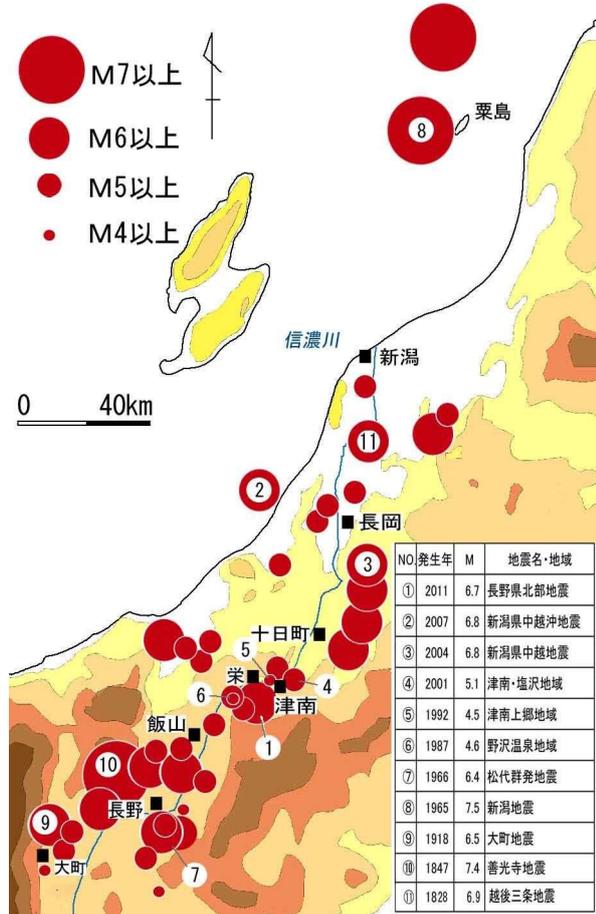


図1 信濃川沿いに発生した主な地震

あらためて20年前の地震を振り返り、その地震を引き起こした要因あるいはその地質学的な背景を探りながら越後平野南端部の地盤と地質構造並びに変動する大地をもう一度おさらいしてみます。

図-1は長野県北部から新潟県にかけて発生した主な地震の分布域です。信濃川に沿って発生していることから信濃川地震帯と呼ばれています。大きな河川は視点を変えれば大きな山地の境界にあたります。そこには必然的に大きな歪みが集積することになります。

長野県松代町で群発地震（M6.4，1965–1970年）が発生したとき、ときの町長中村兼治郎氏（当時）のこぼ「もの・金より学問が欲しい」「対策が立てられるから」は、今も語りつがれているようです。当然のことながら、私たちは中越地震の痕跡から身の周りの被害の現実・大地の変動



図2(上) 妙見の大崩落【正しくは地すべり】
(長岡地域振興局による)



図3(下) 横渡の地すべり

とその背景を集团で学びとり、できる範囲で対策を考えようとしています。

2. 新潟県中越地震（M6.8，2004.10.23）の発生と被害

2-1 妙見・横渡の地すべり

罹災地の調査は、地形・地質の記載から始まります。妙見と横渡(図2・3)では、至近距離にありながら現象としてはわかりやすい横渡の「地すべり」に対し、妙見の

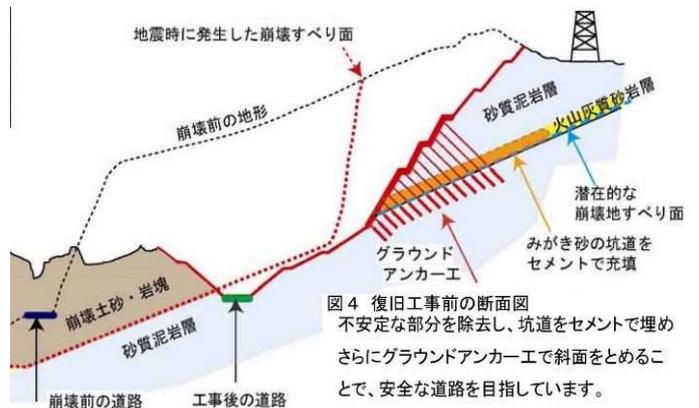


図4 復旧工事前の断面図
不安定な部分を除去し、坑道をセメントで埋めさらにグラウンドアンカー工で斜面をとめることで、安全な道路を目指しています。

図4 復旧工事の断面図（長岡振興局原図）

「崩落」が際立っていました。現場に入れない私たち（中越地震査団）は当事者（長岡地域振興局）の調査結果を待ちました。

図4は長岡振興局原図の一部を文字の移動などの加工をしたものです。図は東西断面図（原図ではスケールは未記入）です。

図面の水色に塗色されている砂質泥岩層の傾斜は図面上の計測で20°です。また崩壊前の地形が想定されています。その砂質泥岩層の中に火山灰質砂岩層（黄色で着色）の連続面がこの地域の地層の走向・傾斜（地層面のひろがり）を決定づけています。この地層面（ここではすべり面と一致）の傾斜は横渡の地すべり面（図3）とほぼ一致します。

図4には興味を引く記載があります。①潜在的な崩壊地すべり面 ②みがき砂の坑道 ③20°の傾斜した砂質泥岩。この砂質泥岩層は粘土層よりすき間（水が充満）のある地層です。「みがき砂」とは細～中粒の火山灰を指していることは明らかです。この部分が復旧工事によりセメントで充填されました。すなわち地震発生前までは空洞で地下水が充満していたこととなります。火山灰層が今のクレンザーの代用品として利用価値があったため、人為的に掘り進められたに違いありません。こうして推理してみると、火山灰層の下面がすべり面として、いつ地すべりが発生してもおかしくない状態が続いていたこととなります。

2-2 田麦山の扇状地地形

田麦山の大型地区のある住民は、「冬季の除雪車の往来で家が揺れるのでゆっくり走向してほしい」とお願いしたことがある、とのことでした。この地域

は、軟らかく水分の多い砂層・砂質粘土層からなる扇状地性堆積物が厚く堆積しています。

田麦山の緩傾斜の地形は、魚野川の蛇行により形成された盆地状の低地に河岸段丘が形成されました。この地域一帯は隣接する山本山を含めた隆起運動の著しい地域です。隆起運動にともない形成される河成段丘が分布しています。背後の魚沼丘陵は崩れやすい泥質な山地です。その崩落土砂が南部の段丘面上に扇状地を形成しています。

扇状地の先端ほど傾斜が強く、段丘面に接しています。ここでは段丘面や扇状地の大半が農耕地に利用され、住宅等建物は段丘崖に近いところや扇状地の山麓沿いの地域に建てられており、要注意です。

大形地区は、田麦山地域で最も被害が大きく、大半の建物が全壊状態でした（図6）。

台地の縁辺部、山麓（扇状地）、崩落土の末端部は被害が大きくなる要因が多いことは中越沖地震（2007.7.16）でも確認されました。



図6 大形地域の被害

2-3 和南津地域

和南津地域は魚野川が著しく狭く、かつ蛇行しているところです。この地域は地形的な面からも交通の要衝となっていて、国道17号・関越自動車道・JR上越線・JR新幹線が狭隘な地域で魚野川を渡っています。

この地域は長岡・東山から連なる丘陵の南端部に位置しており、南部に延びる魚沼丘陵との結節点にあたる地域です。そのため、両地域に分布する大小多数の背斜軸・向斜軸が堀之内-川口間の魚野川沿いに表れ、浸食に対する抵抗力の強弱から断崖絶壁・著しい蛇行となって、地形に反映されています。当然複雑な褶



図5 川口・田麦山地域の罹災（地団研専報原図）

曲構造は、大きな歪みをもたらします。このことにつきましては後に「地震の項」で改めて述べることにします。

この地域の背後の山地には魚沼層の砂質シルトが分布し、周辺には地すべり地形が見られます。川沿いには平坦な段丘面、緩傾斜の扇状地が分布し、魚野川とは数mの段丘崖をなしています。

地震の被害は、水田の陥没・トンネル内壁の崩れ、鉄橋の橋脚の亀裂等があり（図7）、建物の被害等は多岐にわたりましたが、家屋の倒壊は平坦な段丘面では少なく、扇状地の末端部では多くみかけました。一般的な地形の縁辺部での被害発生はよく見かける例です。特に横揺れが増幅する傾向があります。

また各集落の木造建造物の倒壊・大破率をみると、全域的には30%以下であるのに対して激震ゾーンと指摘されている地域では30%を越える集落が多く分布しています。「地震の項」で再考します。



図7 魚野川にかかる新幹線の橋脚に発生した曲剪断破壊（地団研専報原図）

2-4 山古志地域の災害

山古志地域では、余震域は広域におよび各地に地すべり・崩落が発生し（図8）、河道閉塞・湛水域が発生しました（図9）。図8では眼下の谷地形（梶金向斜軸の位置、図9参照）を越えて対面の檜の木山肌によくの地すべり崩壊が確認できます。



図8 大久保から檜の木種地域の崩落の痕跡を望む

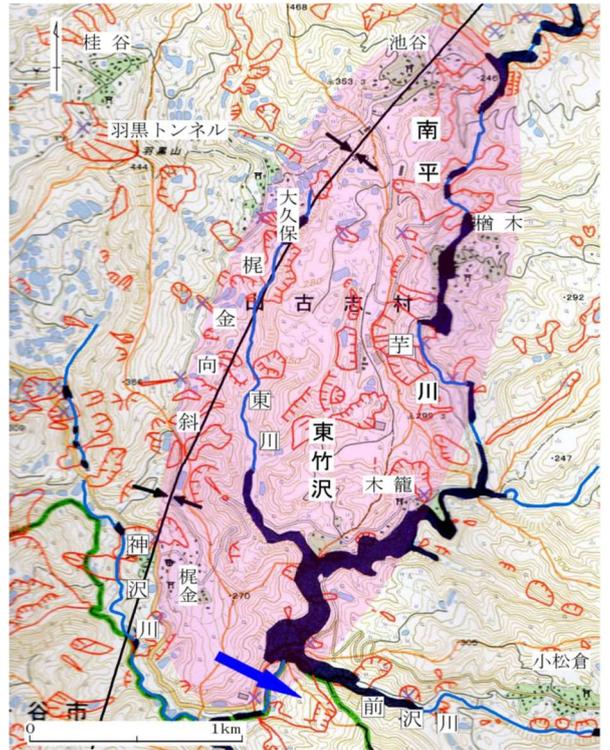


図9 東竹沢地域は梶金向斜軸に沿う谷地形で、崩壊とそれに伴う湛水域が発生した

図8の撮影位置（大久保）を図9の東竹沢地域の地図で確認してください。東竹沢地域は向斜軸と並走する芋川・東川とともに谷地形を形成していることから、地下水が集りやすく、また砂泥層が多い傾斜地であることから地すべりが発生頻度の高い地域と思われます。

図9の下辺に書き込まれている矢印の位置に注目してください。やや大きめの地すべりマークが書き込まれているところが地震で発生したすべり面です。大量の崩落土が芋川を乗り越え、対岸の国道291号を覆いました。湛水した天然ダムが最大に広がったとき、面積約27ha最大水深15mに達しました。上流約1kmの木籠集落では家屋が水



図10 東竹沢の地すべりで発生した天然ダムで水没した家屋（国交省湯沢砂防事務所提供）

没し、水深位は民家の屋根の高さに達しました
(図 10)。同様に檜の木地域も湛水しました。

2-5 地盤による被害の差 【長岡・高町団地の切土と盛土】

高町団地は標高 70m、視界の広がる高台にあって長岡市街地はもとより越後平野を越えて弥彦山・角田山を眺望できるすばらしいところです。

高町団地は、1980 年頃に造成開発されました。団地開発前の地形図 (図 11) の等高線に注意を払うと 2つの 90m の頂部が確認され、開発前は複峰型の里山だったことがわかります。標高 70m の造成平坦面を広げる方法として切り崩した土砂を縁辺部の盛土として利用したことがわかります (図 11・12)。

それが周縁部の地盤被害の引き金になったことは「推して知るべし」といったところでしょう。切り土と埋め土では固結度の差は論を待ちません。まして縁辺部では側方は空白です。地震時の縦揺れ・横



図 12 団地北西部における盛土の水平変位にともなう開口亀裂



図 13 高町団地北西部の崩落地の復旧工事現場 (2005 年 9 月 10 日撮影)

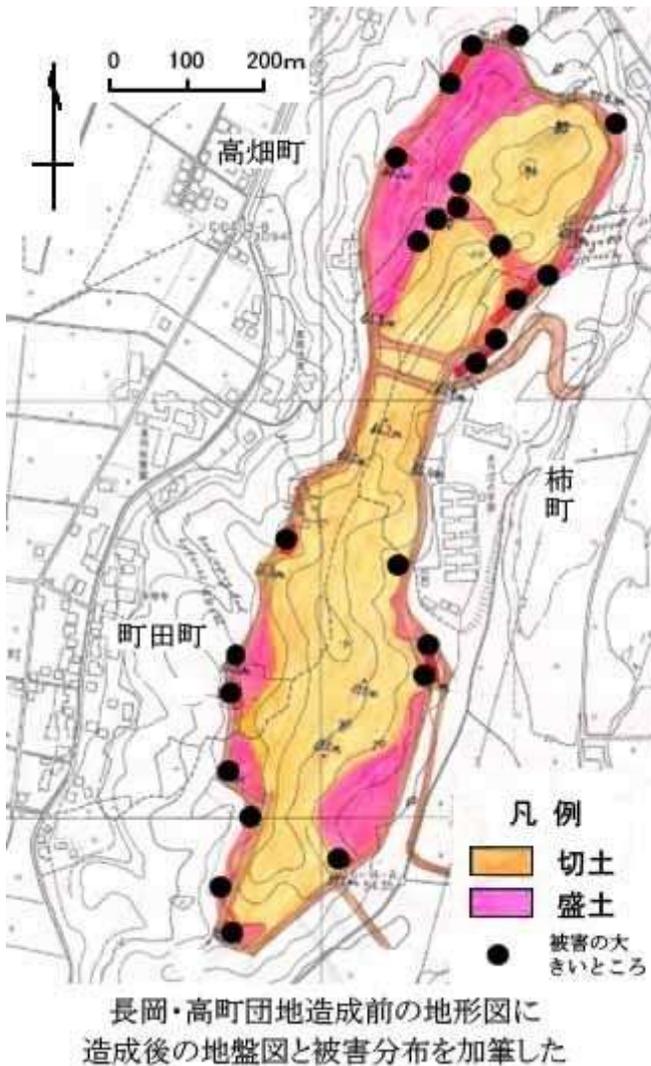


図 11 切土・盛土で造成された高町団地団地

揺れは想像をはるかに越えたことでしょう。図 12 は北西部の末端部の変位そのものです。

また北東部には等高線を詳しく見ると 80m の閉曲線が確認されることから小さな鞍部があったことがわかります。私自身この地域の被害調査をしました。現地で「切土地域なのに被害が発生していること」に疑問をもちましたが、後に図 11 の地形図を見て思わず「膝を打つ」の感をもちました。原地形が谷地形だったのです。

高町団地の地質

中越地震から約 1 年後 2005 年 9 月、中越地震調査団の有志は、巡検・再調査を行いました。図 13 は高町団地北東部の復旧工事現場の壁面 (露頭) です。下半部はシートで覆われておりましたが上半部は遠望することができました。

下位から順に①【魚沼層】: 黒っぽく波打つ地層から上位の青灰色のシルト~粘土層とその上の薄い黄色の粘土層 (←) まで。見かけ上 10° 左 (南) 方へ傾斜。②【御山層】: 矢印から上位③層の下面まで「小円礫を含む黄褐色砂交じり粘土

層。③【人工移動土（積み土）】下面旧地形面。以上が観察の要点でした。

3. 越後平野南部の地殻変動と地震

3-1 地域の地層（地質）の骨格を知るために

地震の被害は地表の軟らかい地盤のところ増幅しますが、地盤を支えるいわゆる硬い部分【中越地域では寺泊層（1200 万年前）～魚沼層（50 万年前）】の変動がどのようにして現在の地形・地質構造(大地の骨格)を作り上げたのか、そして「いま」どうなのかについても関心を深めてほしいと、願っています。

そのために少し硬い話をします。

図 14 は「走向線図」の上に中越地震のマグニチュード 4 以上の震央と被害の大きかった地域のほか、背斜軸・断層に加えて国道 17 号に沿う一等水準路線を載せたものです。大きな向斜軸は基本的には 2 本の背斜軸の間に位置しますので省略しました。山古志地域で被害の集中した東竹沢地域は図 14 の「山古志」の文字付近と考えてください。



図 14 走向線図上書き入れた震源分布と被害の大きかった地域

走向線図は地域の地層がどの方向に連続し（走向といいます）、最大傾斜はどれくらいかを主眼にしてつくられたものです。図では、地層が水平に続く方向（走向と言います）を滑らかな曲線で表されています。傾斜の強さは走向線の間隔で表現します。地層の傾斜は高角ほど狭く、緩いほど広く表現します。

図 14 には傾斜の強さを表すスケールを書き込むことが本来必要なのですが、縮尺の関係で読み取れませんので略しました。小千谷付近の間隔で 30～40° 西傾斜と読み取って下さい。図 14 の下絵になっている「走向線図」は一般市民の方がたにはあまり見かけないことと思いますが、地域の山地の概要(地質の骨格)をとらえるのに便利です。

具体的に見ていきましょう。八方台から山古志辺りまでは、尾根付近の走向線はまばらです。背斜軸のマークと合わせ考えると傾斜のとても緩い馬の背状の背斜構造をしていることがわかります。他方、川口から田麦山に連なる走向線は、三段重ねの“跳び箱”状の構造をしているようです。そして大きな地震が跳び箱の縁に発生してい

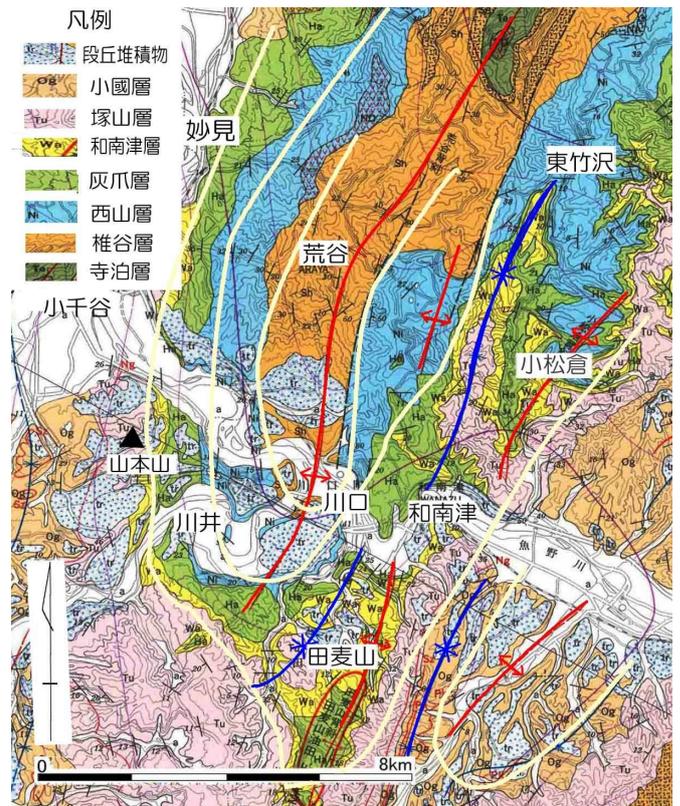


図 15 背斜構造を意識して地層の境界に黄色のラインほか凡例。スケール等を書き入れた（地質図は地質調査所 1992）新潟県中部地域を引用した）

ることは、意味がありそうです。興味・関心が湧いてきます。

3-3 地質図と見比べてみると

図15は山古志・川口田麦山地域の地質図に背斜軸を意識して包括的に地層の境界を黄色の線を描き入れたものです。その輪郭は図14の走向線図に描き出されたイメージとよく重なります。

図15に見える長大な荒谷背斜の縁辺部には田麦山地域までそろって塚山層・和南津層・灰爪層が荒谷背斜の南端部を取り巻くように分布しています。さらに段丘上の堆積物の存在やこの地域の信濃川・魚野川の著しい曲流が走向線図を走り抜けるように見える図には“目を見張る”思いがします。

少なくとも塚山層・小国層（魚沼層のこと）が堆積していた数十万年前のころには両河川が縦横に氾濫して長岡をも飲み込む広大な扇状地でした（関原の段丘礫がその一例）。その後島影状に見えた東山が荒谷背斜を主翼とする複数の背斜構造が地震をともしつつ勢いをつけて隆起運動が始まると河川は流路を失って氾濫と著しい蛇行・浸食を繰り返すことになりす。その痕跡が合流点近傍に残されています。著しい曲流や浸食崖が好例です。

3-3 いまに続く段丘面に表れている地殻変動 山本山の段丘面に残された変動地形

山本山（337m）は前節の川口に隣接し、信濃川と魚野川の合流点の左岸に位置しています。河川は著しく蛇行しながら取り巻くように流れています。山本山の南東側斜面は両河川の浸食にさらされて平坦な段丘面とともに急峻な段丘崖が形成されています。他方反対側の北西の斜面は顕著な浸食にさらされることもなくドーム状に隆起した姿が残されてい

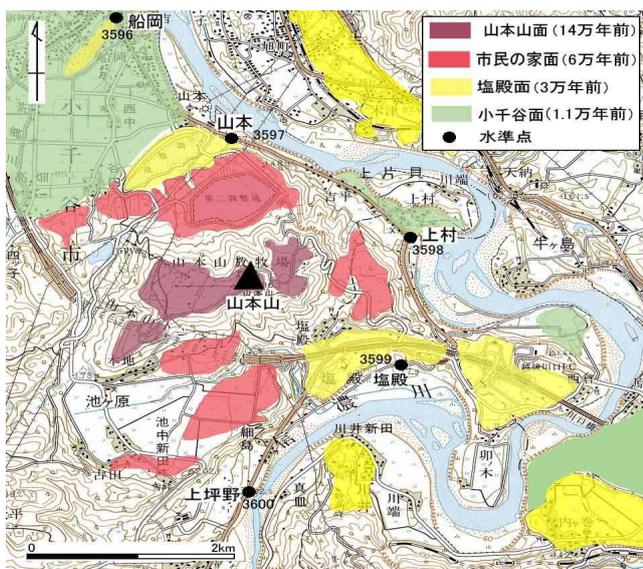


図16 山本山とその周辺に分布する段丘面
古い段丘面ほど山頂に近い位置に配置されていることが読み取れる

ます（図16）。段丘面はそこに堆積している火山灰の年代測定から図16のように四つの年代区分されました。山頂部(14万年)から順に市民の家面（6万年前）・塩殿面(3万年前)・小千谷面(1.1万年前)です。新しい面ほど外側へ広がって離水していった様子を読みとれます。同様のことが越路原・小栗田原をはじめとする各地の段丘面の変形に表れています。

3-4 地震にともなう地殻変動はこれまで見てきた変動の延長上にある

3-4-1 山本山の例

図14でみたとおり全国の主要国道にはほぼ1km（地域によっては2km）間隔に一等水準点が設置されていて、国土地理院に管理されています。通常10年間隔で海拔高度が計測されていますが、この手法は、明治時代に近代国家建設を目指した陸軍陸地測量部で1880年代に始められたものです。すでに140余年のデータが蓄積されています。一方航空航測技術の開発は、測地測量においても進められていることは皆さんご承知のとおりです。

図17は国道17号・117号に沿う水準点の変動データ解析から山本山周辺の変動様式(1894~1943年)をとらえたものです。山本山が等高線と調和的にドーム状に隆起していることは一目瞭然です。図17の等高線図・図16の段丘分布図と対比してみると、山本山は段丘堆積物を山頂に積もらせ

14万年前から地震を伴いながら継続的に隆起してきたことが読み取れます。

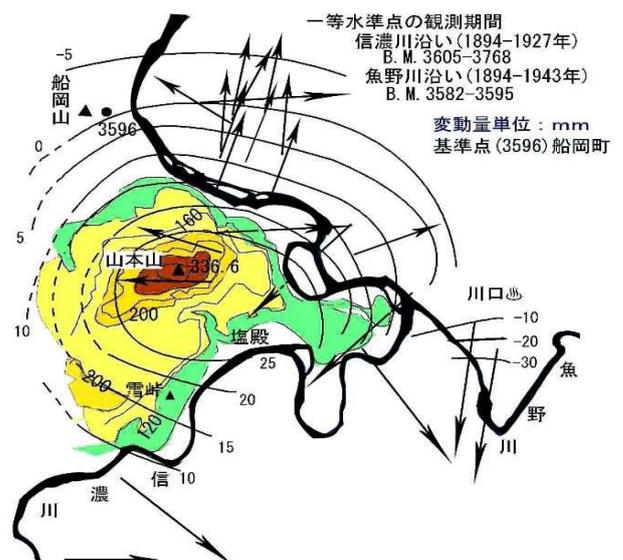


図17 山本山を取り巻くように配置された国道17号・117号に沿う水準路線の測地データ解析したもの。等高線と調和するようにドーム状に隆起していることが読み取れる

図 18 は中越地震直後に国道 117 号に沿う路線の旭町（十日町市）～船岡山（小千谷市）間の水準点変動解析結果です。水準点の位置は図 16 を参照してください。上村―塩殿付近が大きく隆起していることがわかります。

山本山の例では、14 万年前信濃川・魚野川の合流点付近の付近の河床で産声を上げた後、信濃川・魚野川の浸食と堆積作用に鍛えられながら段丘面を形成し、そこに堆積した火山灰で面輪を重ねてきました。その間大小さまざまな災害・自然現象・地震等とともに隆起・成長し、現在標高 336.6m です。信濃川の付近の現河床 56m として単純計算すると、年平均 2mm の成長ということになります。

同様の例は小千谷北部の越路原・小栗田原でも観測されています。山本山・越路原・小栗田原は不動沢の向斜構造とともに変動地形のメッカとして地形・地質関係者にはよく知られていて、見学者が時折訪れています。

3-5 水準測量からわかった山古志―田麦山に連続する三段重ねの跳び箱のすがた

図 14 の水準路線（青く太い線）が国道 17 号線に沿っておよそ 2 km 間隔で配置されています。路線上の●がその位置です。路線は”跳び箱“の三段目を横断し、かつ荒谷背斜を横切っています。

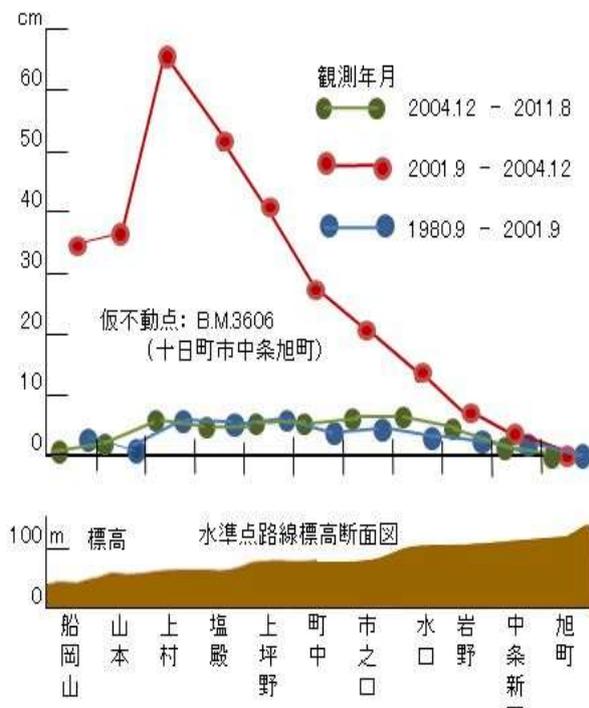


図 18 山本山山麓を通る国道 117 号沿いの水準点変動。山本山山麓（上村―塩殿）変動から山本山の隆起が読み取れる。

著しい浸食作用がそうさせていることになりすが、未解明の謎が多く秘められています。

図 19 では東山背斜としていますが、荒谷背斜と読み替えてください。北堀之内・小千谷駅等の地名を頼りにして図 19 の地名を配置してみてください。いずれにせよ川口に連続する山古志の山体が大きく隆起した実態が明らかになりました。

走向線図から 3 段の“跳び箱”，地質図からは灰爪層・西山層・椎谷層が主体となっている背斜構造が破壊的な変動を引き起こしたことになります。

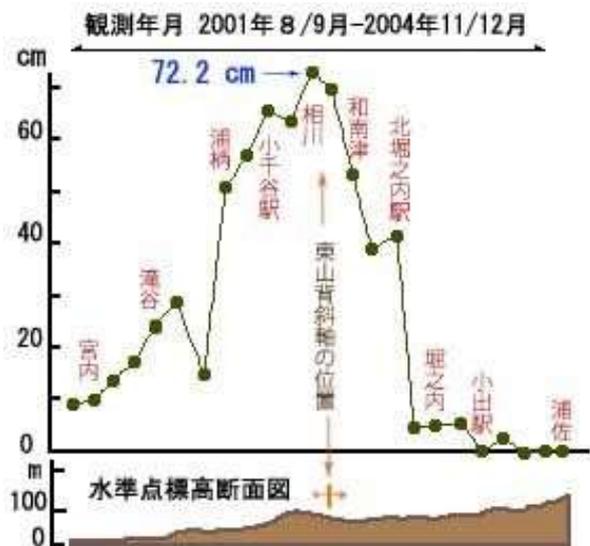


図 19 浦佐-宮内間の一等水準点変動

前述の被害地震の項で川口・田麦山地域の被害と「激震ゾーン」について後述する旨保留にしておきました。すでに荒谷背斜の変動隆起に伴い、図 14 の震源分布で明らかなおと、軟弱地盤に加えて著しい隆起運動が伴っていたことも大きな要因とみてよいでしょう。



越路西小学校・青葉台小学校の校外学習

越路西小学校（10月16日）と青葉台小学校（11月5日）の6年生の皆さんから不動沢向斜構造の露頭を観察していただきました。大地の成り立ちへの興味を持つきっかけとなればと思っています。



越路西小学校(10/16)



青葉台小学校(11/5)

令和7年大地の会新年会のご案内

令和6年は大地の会の活動開始から30年が経過し新たなスタートの年でした。春の野外観察会では大河津分水路改修工事の山地掘削現場見学、総会記念講演会では株式会社INPEXのエネルギーやカーボンニュートラルにおける最先端の取組を学び、新たな年間行事として行ったジオパーク地質巡検では「白山手取川ユネスコジオパーク」で飛騨変成岩類を基盤とした手取層群などがつくる地形・地質に感動しました。

地学講座は中越地震から20年であり、元旦には能登半島地震が発生したことから中越地震をふりかえり、4m隆起と伝えられる能登半島地震のメカニズムと被害の実態を学ぶ地震講座としました。地学講座も多数の聴講があり、大地の会にとって充実した1年であったと考えています。

これまでの大地の会の活動を振り返り、今後の夢や来年度の活動方針などを話し合いながら楽しい新年会としましょう。なお、新年会には今年度地学講座の講師を勤めていただいた長岡技術科学大学の池田先生・志賀先生をお招きし、さらに密度の高い情報交換をさせていただきたいと考えています。皆様の参加をお待ちしています。

■日時：令和7年1月17日(金) 18:00～

■会場：和ダイニング 朔

長岡市東坂之上町2-6-1 近藤ビル1F

■会費：5,000円(当日会場で申し受けます)

■申込：下記のいずれかに電話かメールで申込み下さい。

・佐藤 隆(大地の会幹事長) Tel : 090-2980-4446

Mail : sato-sn@xqd.biglobe.ne.jp

・大地の会事務局

Mail : koshiji@daichinokai.sakura.ne.jp

■申込締切

令和7年1月10日(金)



会場案内図

賛助会員紹介

■株式会社INPEX JAPAN 長岡鉱場

■朝日酒造株式会社

■有限会社越路地計

■株式会社エコロジーサイエンス

■大原技術株式会社

■高橋調査設計株式会社

■オムニ技研株式会社

■エヌシーイー株式会社

(順不同)

新潟県越路 大地の会会報 おいたち 118号

2024.12.20 発行

大地の会連絡先

〒940-0096 長岡市春日1-2-10 (佐藤 隆)

e-mail : koshiji@daichinokai.sakura.ne.jp

URL : <http://daichinokai.sakura.ne.jp/>

問合せ先

新潟県越路 大地の会

幹事長：佐藤 隆 090-2980-4446