

大地から学ぶ越路の

# おいたち



ジオパーク秩父・浅間山北麓ジオパーク巡検 長瀬岩畳 2023.9.2

## 【主な内容】

- 2023 年度大地の会 30 周年記念講演会  
「地層と岩石からみた新潟県の成り立ち」  
中越地域の丘陵・山地と盆地はいかにしてできたか? …… 新潟大学理学部教授 豊島剛志
- ジオパーク秩父・浅間山北麓ジオパーク巡検報告 …………… 新潟県越路 大地の会
- 令和 5 年度岩石加工講座開催報告 …………… 大地の会顧問 竹越 智
- 令和 5 年度地学講座開催案内

## 「地層と岩石からみた新潟県の成り立ち」

～中越地域の丘陵・山地と盆地はいかにしてできたか？～

新潟大学理学部教授（理学博士）豊島剛志

### 1. 地層・岩石が意味すること

中越地域を特徴づける地形は、北北東－南南西方向の丘陵・山地と盆地・平野の配列で、新潟県の成り立ちを示しており、日本海形成とその後の東西圧縮と地震によって形成された。中越地域の地形的特徴の意味、新潟県の成り立ちは地層と岩石から知ることができる。

川岸や海岸、山の縁、道路脇など、様々な場所には、地下にある地層や岩石が地表に露出している場所「露頭」があり、そこで地層・岩石を観察することができる。そこは、地下の地層や岩石を直接見ることができる「地球の窓」である。

露頭で見られる地層は大きく傾いている場合が多い（図 1 左）。地層の縞模様の面は堆積した当時は水平に堆積する。大きく傾くということは非常に大きな地殻変動を受けた結果を示している。地殻変動の一部は地震の可能性もある。特に新潟県中越地域は、地球の歴史の中で比較的新しい地層が非常に大きな地殻変動を受けて傾いていることが特徴となっている。

例えばアメリカにも数万年前の新しい地層があるが、西海岸地域を除いてほぼ水平である。地震や大きな地殻変動がないことによる。

露頭の地層や岩石からは、深海、浅い海、海岸、河口、河川、湖、山のそばなどの堆積した時の環境や堆積時の水の流れの強さなどがわかる。

巣穴が確認できる場所は当時浅い海であったことが分かり、そしてその方向からかつての水平面が分かることとなる（図 1 右）。新潟県に広く分布する七谷層は泥岩や凝灰岩が主体であるが、泥岩が堆積した場所は深い海であることがわかる。

八海山は礫岩でできている。その礫は丸みを帯びており、現在の姫川の河口のような場所（急峻な山地から流れ出た川の河口付近）にたまったと考えられる。

八海山は 2000m 近い山であり、たまってから相対的に 3000m 上昇したことになる。日本海ができはじめた頃にたまったものと考えられている（図 2）。



図 1 露頭の様子 地層面の傾斜（左）と巣穴（右）



図 2 八海山山頂の礫岩と現在の姫川の河原

清津峡の有名な柱状節理の岩石は、海底下約 2 km の地層に平行に貫入した直径 10 km、高さ 3 km のマグマだまりが固結したものである。冷却する際に垂直に柱状節理ができ、地殻変動により大きく傾きながら上昇して地表まで露出し、川により削られ峡谷となった（図 3）。

なお、清津峡の周りの岩石である七谷層の凝灰岩、黒色泥岩、砂岩泥岩互層が大きく傾いているのも、大きな地殻変動が起こった証拠である（図 4）。

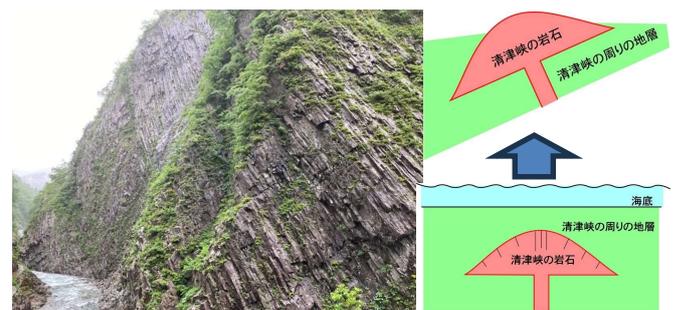


図 3 清津峡の柱状節理（石英閃緑ひん岩）と地史



図 4 清津峡周辺の地層（七谷層・黒色泥岩）

褶曲の形成



沖積平野の形成

段丘の形成  
山地の急激な上昇、扇状地の形成

第四紀火山  
海・内湾・河川成・扇状地堆積物（広域的隆起で陸になる）

海が浅くなる  
海が深くなる。海成層が厚く堆積

激しい火山活動

日本海の拡大（大陸から大きく離れる）

陸上火山活動はじまる（日本海形成のはじまり）  
約2000万年前

日本海の形成前後で大きく分けられる

白亜紀後期～古第三紀中期の花崗岩の形成

中生代ジュラ紀の付加体堆積物

古生代の変成岩と古生代後期の付加体堆積物

図5 新潟県の地質系統及び地史  
新潟県（2000）に加筆

○ オリストリス（岩塊）として産出する 新潟県（2000）に加筆

また、小千谷市片貝にみられるように平らなはずの段丘面が傾いていることは、地殻変動が現在も活動中であることを物語っている。

## 2. 新潟県の地層と岩石の概要と地史

新潟県には約4億年前から現在までにできた地層や岩石がある。これらは日本海の形成前にできたものと日本海形成時からその後形成されたものとの、大きく二分される（図5）。

### 日本海拡大（形成）前・直後の日本列島

日本海形成前の日本はまだアジア大陸の東縁にくっつき、大陸の一部となっていた。そこでは、海でできた地層や岩石が東側に付加したり（付加体の形成）、付加した地層が地下深部に持ち込まれて変成岩になったり、安山岩や花崗岩などの火成岩が作られたり、それらが時々地表に顔を出したりしていた。新潟県は約4億年前から1.7億年前頃まで海中にあり、アジア大陸東縁で付加体が作られる場所であった。

新潟県は約1.7億年前から数千万年前までは陸地となった。この頃、日本の東や南に大洋が広がっていた。新潟県やその南東にも海が広がっていたが、日本海はなく、大陸と地続きであった。その頃の古い地層・岩石は、新潟県の東部、南西部、佐渡島に分布している。

### 日本海拡大（形成）時の日本列島

2,200-2,300 万年前頃になると、アジア大陸の東側に裂け目がたくさん入り、陸上の火山がたくさん噴火するようになった。裂けた所に水がたまり、大きな湖がたくさんできた時期で、日本海の形成のはじまりである。

当時の火山活動の産物は、例えば、佐渡島や新潟県と他県との境界付近にまとまって見られ、大きなカルデラもできたらしい。

陸上の火山活動が活発となってから間もなく、約1600万年前に、アジア大陸東縁の細長い部分（日本列島の土台）が大陸本体から分離し、急速に南に移動して大陸から離れた（図6）。

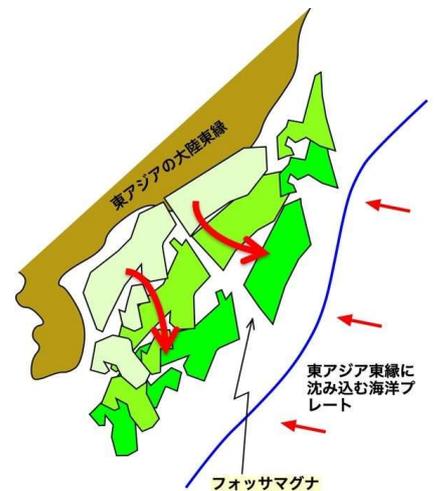


図6 1700万年前-1500万年前頃のユーラシア大陸東縁の古地理図  
（志岐・立石, 1990; Jolivet and Tamaki, 1992; Jolivet et al., 1994 から作成）

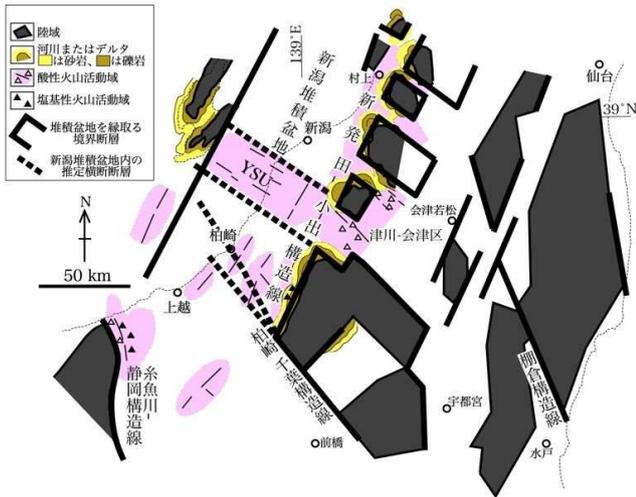


図7 日本海拡大後の新潟県 豊島(2014)に加筆

離れてできた隙間に海が侵入した。これが日本海である。日本海の拡大についてはさまざまな説がある。一番すごいのはフランス人学者が唱えているもので、インドの衝突によって押された地下のマントルが、遠く離れたアジア大陸東縁において上昇し、日本海が拡大したというものである。さらには大西洋の拡大の影響などの説もある。オーソドックスには、海洋プレートの沈み込みによる地下の熱い物質の上昇が成因として考えられている。

#### 日本海急拡大の1600 - 1500 万年前頃

日本海の形成に伴って、新潟県を含む東北日本の日本海側には、たくさんの深い凹地(堆積盆地と呼ばれる)ができ、厚い地層が有機物とともに堆積した。激しい火山活動も起こった。この時堆積した有機物が石油や天然ガスのもととなっている。

新潟県では、深い海に泥岩が厚く堆積した。1600-1500 万年前の新潟県周辺は東に陸域のある多島海のような様相を呈していた(図7)。

新潟県では、深い海に泥岩が厚く堆積した後、海の深さがまちまちなり、浅い海の地域も生まれた。火山活動も活発で、たとえば新津丘陵には1100-900 万年前の火山があった。

その後、次第に海が浅くなり、浅海から内湾そして河川、扇状地へと、隆起によって陸の環境になっていった。

この時、西北西-東南東方向の水平圧縮によって、地層が褶曲し、丘陵や山地の隆起が進んだ。第四紀火山も噴火をはじめた。さらに、段丘や沖積平野が形成された。

新潟県では、第四紀の260 万年前から160 万年前にかけて、米山・八十里越・守門岳・浅草岳などの火山が活動した。110 万年前頃に榊形山が、30-20 万年前頃に飯士山なども噴火している。

以上のように、新潟県は、日本海という深い海ができた後、どんどん隆起して陸地になった地域である。

これは地震に関係した隆起であり、現在の地震発生につながっている。

### 3. 日本海拡大時に多数の堆積盆地ができた理由

新潟県を含む東北日本では、反時計回りの回転とともに、西北西-東南東方向に地殻が引っ張られて、地殻が薄くなり、多数の正断層や横ずれ断層が動いたためである(Sato, 1994; 岡村ほか, 1992, 1996; Okamura et al., 1995; 佐藤比ほか, 2004; 豊島, 2014 など)。この時、3 方向の断層が動いた(豊島, 2014)。

多数の盆地ができた過程を知るには、新潟県周辺の3 方向の断層、構造線を理解する必要がある。

### 4. 新潟県周辺の構造線(地層・岩石の分布を支配)

新潟県周辺には異なる方向の4 つの構造線(大きな断層)がある(図8)。

- (1)新発田-小出構造線: NNE-SSW 方向
- (2)糸魚川-静岡構造線: N-S 方向
- (3)柏崎-千葉構造線: NW-SE 方向
- (4)棚倉構造線: NNW-SSE 方向

糸魚川-静岡構造線と棚倉構造線は断層として観察・追跡されている。新発田小出構造線と柏崎-千葉構造線の断層としての性格はよくわかっていない。

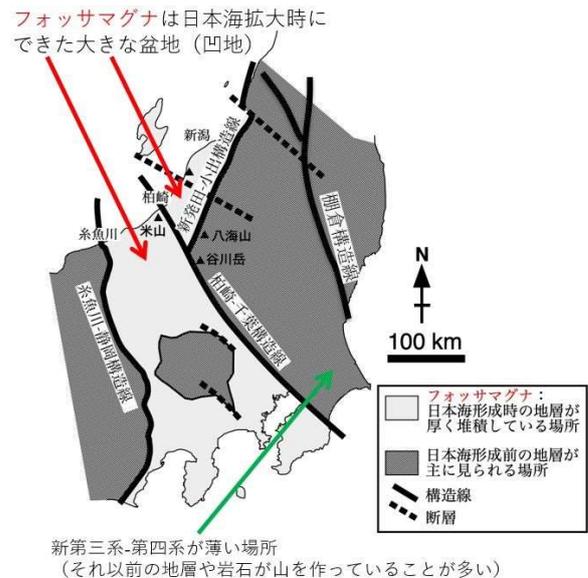


図8 新潟県周辺の構造線

#### (1)新発田 - 小出構造線

新発田小出構造線は破間川上流の1 か所のみで断層として観察され、他の場所では不整合境界のようである。本構造線は古い地層と新しい地層の直線的な境界となっていることから構造線と呼ばれている。その東側では中生代や古生代の地層や岩石が山地をつくっているのに対し、西側では日本海形成時以降の新第三系・第四系が6000m 以上の高度差の凹地を埋積している。本構造線の実態は日本海拡大時に形成された大きな凹地のへりで、そこには小さな正断層が集中している(図9)。

新発田 - 小出構造線の西側の地層の特徴は新第三紀層と第四紀層の地層が厚いことと、その地層が浅海から深海、浅海、内湾そして河川や扇状地に至る堆積環境の変

化を記録していることである。

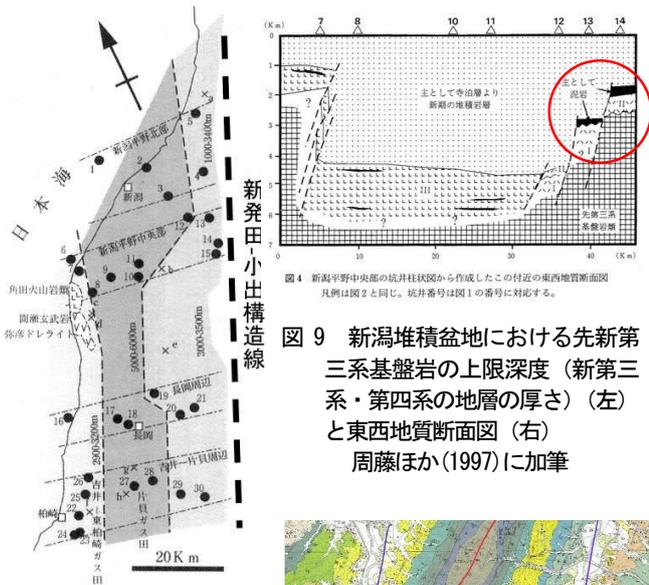


図9 新潟堆積盆地における先第三系基盤岩の上限深度(新第三系・第四系の地層の厚さ)(左)と東西地質断面図(右) 周藤ほか(1997)に加筆

(2) 柏崎 - 千葉構造線

柏崎 - 千葉構造線は柏崎の米山の東側から千葉を通る、フォッサマグナ東縁を限る島弧横断断層であるといわれているが、地表では観察できない。中越沖地震では本構造線を境に破壊が南に進展しないことから震源断層の活動をコントロールしたとされている。

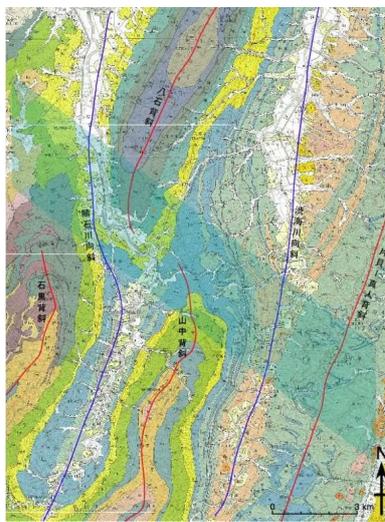


図10 柏崎 - 千葉構造線位置図 小林ほか(1989)に加筆

中越地域の八石背斜と山中背斜の屈曲部を通ると予想される(図10)が、その実態は不明であった。調査の結果、中越地域の本構造線は、地下深部の大きな断層として存在するにしても、地表付近では八石背斜と山中背斜の間に推定されるNW - SE方向の断層など、小さな断層の集合からなると推定される(豊島ほか, 2009)(図11)。



図11 柏崎 - 千葉構造線付近の小断層

5. 日本海拡大に関わって発達した異なる3方向の構造線

東北日本には、日本海拡大に関わって発達した3方向の地質分布・構造がある。

- ・ NNW - SSE ~ N - S 方向：糸魚川静岡構造線、棚倉構造線
- ・ NNE - SSW 方向(新潟方向)：新発田 - 小出構造線
- ・ NW - SE 方向(横断方向)：柏崎 - 千葉構造線

これらの構造線はいずれも、日本海拡大時の3方向のリフト系(堆積盆地)を縁取る断層として発達した。1方向の拡大軸(大きく開いた盆地)と2方向のフェイルドリフト(途中で開くのをやめた盆地)の組み合わせからなる。

地殻や地面が水平に引っ張られるとき、3方向に割れ目ができる。理想的には120度で交差する。一番大きく割れて開く方向を主リフト、そうでない方向をフェイルドリフトといっている。

■日本海拡大時の日本海盆・大和海盆を主拡大軸とするリフト系(1次オーダーのリフト系)：幅1000kmの主リフトと幅数100kmのフェイルドリフトの組み合わせ

主リフト・拡大軸：

- ① ENE - WSW 方向の日本海盆・大和海盆

フェイルドリフト：

- ② 新潟堆積盆地をはじめとする NNE - SSW 方向の盆地
- ③ 糸魚川 - 静岡構造線に沿ったフォッサマグナなどの N - S ~ NNW - SSE 方向の盆地



■新潟堆積盆地を主拡大軸とするリフト系(2次オーダーのリフト系)：幅数100kmの主リフトと幅数10kmのフェイルドリフトの組み合わせ(図12)

- ① NNE - SSW 方向の新潟堆積盆地及び山形県~青森県の日本海沿岸地域の堆積盆地
- フェイルドリフト：
- ② 津川 - 会津地域などの NW - SE 方向のグリーンタフ盆地
- ③ 東北日本の N - S ~ NNW - SSE 方向の中新世初期~中期の堆積盆地

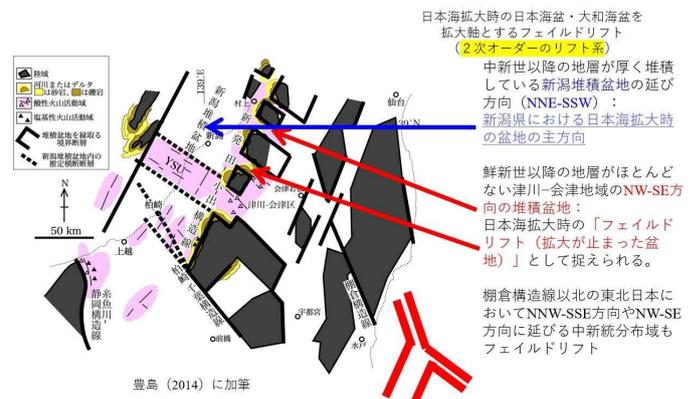


図12 新潟堆積盆地を拡大軸とするフェイルドリフト 豊島(2014)に加筆

## 6. 日本海拡大後の反転テクトニクスと褶曲・逆断層の発達：現在の地震につながる地殻運動

2,200 万年前ごろ、日本海の形成が始まる。日本海拡大の時、地殻が水平に引き伸ばされて、たくさんの正断層ができ、それに伴って、新潟堆積盆地をはじめ多数の盆地が形成され、その盆地を埋めて厚い堆積物が溜まり地層を作ることとなる。引き伸ばされていた場所が、その後、約 300 万年前には逆向きに圧縮される場所（東西水平圧縮場）となり、新潟方向の褶曲が形成され、その活動は現在も続いている。引張から圧縮に変わったことで、日本海拡大時の正断層が動きを反転させ、逆断層として動いている（岡村ほか、1992、1996；Okamura et al., 1995 など）。このような地殻変動は反転テクトニクスと呼ばれ、横ずれ断層も動きを反転させている。

新潟県においては、日本海拡大時に形成された 3 方向の構造線ごとに異なる運動となっている（図 13）。

- ① NNE - SSW 方向(新潟方向)：褶曲形成，逆断層として運動
- ② NW - SE 方向(横断方向)：運動せず，あるいは左横ずれ断層
- ③ NNW - SSE 方向(糸魚川静岡構造線方向)：左横ずれ断層

### 新潟の褶曲と丘陵・盆地，活断層

東西圧縮に変わること（反転テクトニクス）によって、その前に堆積した地層が曲がり、新潟方向(NNE - SSW 方向)に延びる褶曲を作った。この褶曲による地形的凹凸が中越地域を特徴づける新潟方向(NNE - SSW)の丘陵（凸部）・盆地（凹部）である。すなわち、東西圧縮され

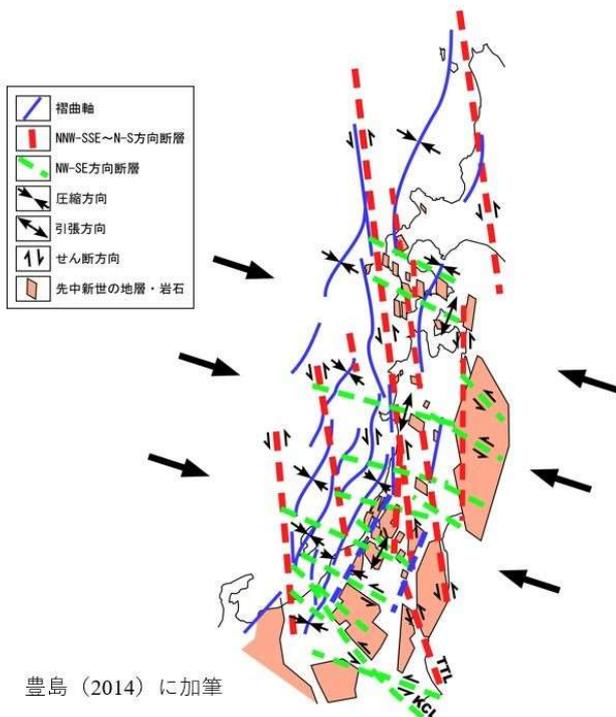


図 13 東西圧縮による褶曲・活断層の発達  
豊島 (2014) に加筆

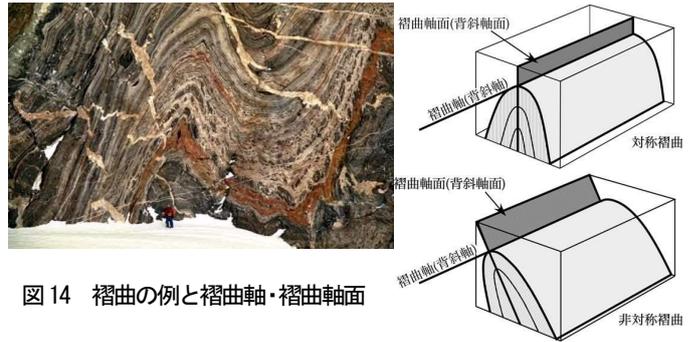


図 14 褶曲の例と褶曲軸・褶曲軸面

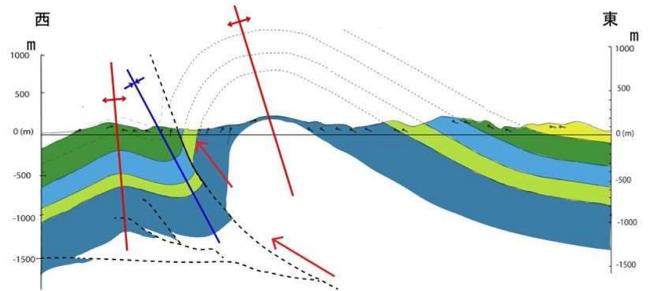


図 15 三条市下田丘陵地下の非対称褶曲と逆断層  
(品田, 2013MS ; 品田・豊島, 2013)

て地層が褶曲することにより、新潟県、中越地域の丘陵・盆地の地形ができたということである。この褶曲は褶曲軸面が傾いた非対称褶曲で、新潟方向(NNE - SSW)に延びる逆断層を伴っている（図 14、15）。

地下に隠れている逆断層は地下で傾斜の緩い逆断層になっていることが、地震探査によって示されており（佐藤比・加藤，2010 など）、地質調査と地質構造解析によっても示されている（品田，2013；品田・豊島，2013；岡田，2014MS，佐藤，2014MS など）。これら逆断層が地震を起こすとされて、震源断層モデルが示されている（佐藤比・加藤，2010 など）。

新潟平野を横切る地質断面図（新潟県，2000）で見ると、長波長の向斜と短波長の非対称背斜からなり、非対称背斜の短翼部に逆断層があることが分かる（図 16）。

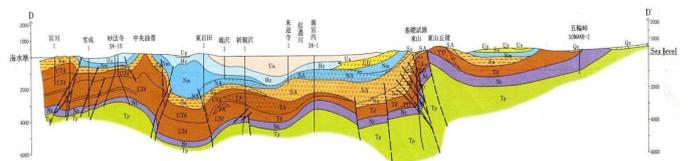


図 16 新潟県中越地域地質断面図の一例（新潟県，2000 から）

## 7. 新潟県および中越地域の地震と東西圧縮

太平洋側で生じる太平洋プレート・北米プレート間の海溝型地震では、地震の揺れそのものより津波によって大きな被害が起こりやすい。一方、内陸や新潟県周辺の地震は直下型地震となることが多いので、地震の揺れによって大きな被害が起こる。

日本海東縁では 1940～2004 年の間に 7 回の巨大地震が発生しており、これはおよそ 9 年間に 1 回という頻度である。地震が多発する原因は、アムールプレートと北



図17 日本列島東部と周辺地域のプレート配置、変動帯と主な地震 (各種の地震に関する資料, 平 (2000), Sagiya et al. (2000) などを用いて作成)

米プレートの西端にあたる東北日本、太平洋プレートが東西に押し合っているためである (図18)。これらが押し合っているため、東西圧縮の地殻変動は現在も続き、日本海側に日本海東縁変動帯と新潟-神戸構造帯という2つのひずみ集中帯が生まれ、ひとつながりになっている (図17, 18)。前者はサハリンから新潟まで延びている。

新潟県は、日本海東縁変動帯の南部 (陸上に上がったところ) と新潟-神戸構造帯の北部にあたり、ひずみが集中する場所で、いつ地震が起こってもおかしくない場所 (地震頻発帯) である。なかでも中越地域は日本有数の変動帯で、小千谷市北部では活褶曲と呼ばれる段丘面が変形する運動が起こるとともに、地震が多発する場所となっている。このため、地震に対する備え・注意が必要である。

引用文献

新潟県, 2000, 新潟県地質図及び説明書. 新

潟県商工労働部商工振興課, 200p.

岡村行雄ほか, 1992, 構造地質, 38, 47-58.

岡田謙也, 2014MS, 平成26年度課題研究, 新潟大学理学部地質科学科卒業論文.

Okamura, Y. et al., 1995, The Island Arc, 4, 166-181.

岡村行信ほか, 1996, 海洋地質図NO.47, 地質調査所, 34p.

Sagiya, T. et al., 2000, Pure and applied geophysics, 157, 2303-2322

Sato, H., 1994, Journal of Geophysical Research, 99, 22261-22274.

佐藤比呂志ほか, 2004, 石油技術協会誌, 69, 145-154.

佐藤比呂志・加藤直子, 2010, 地質学雑誌, 116, 592-601.

佐藤元紀, 2014MS, 平成26年度課題研究, 新潟大学理学部地質科学科卒業論文.

志岐常正・立石雅昭, 1990, 月刊地球号外, 3, 106-112.

品田航也, 2013MS, 平成24年度課題研究, 新潟大学理学部地質科学科卒業論文.

品田航也・豊島剛志, 2013, 日本地球惑星科学連合大会要旨, SCG-68-P11.

周藤賢治ほか, 1997, 石油技術協会誌, 62, 45-58.

平朝彦, 2002, 日本海東縁の活断層と地震テクトニクス, 東京大学出版会, 3-15.

豊島剛志ほか, 2009, 日本地質学会第116年学術大会講演要旨.

豊島剛志, 2014, 石油技術協会誌, 79, 203-211.

(当日の講演内容といただいた資料から記述, 文責は 大地の会)

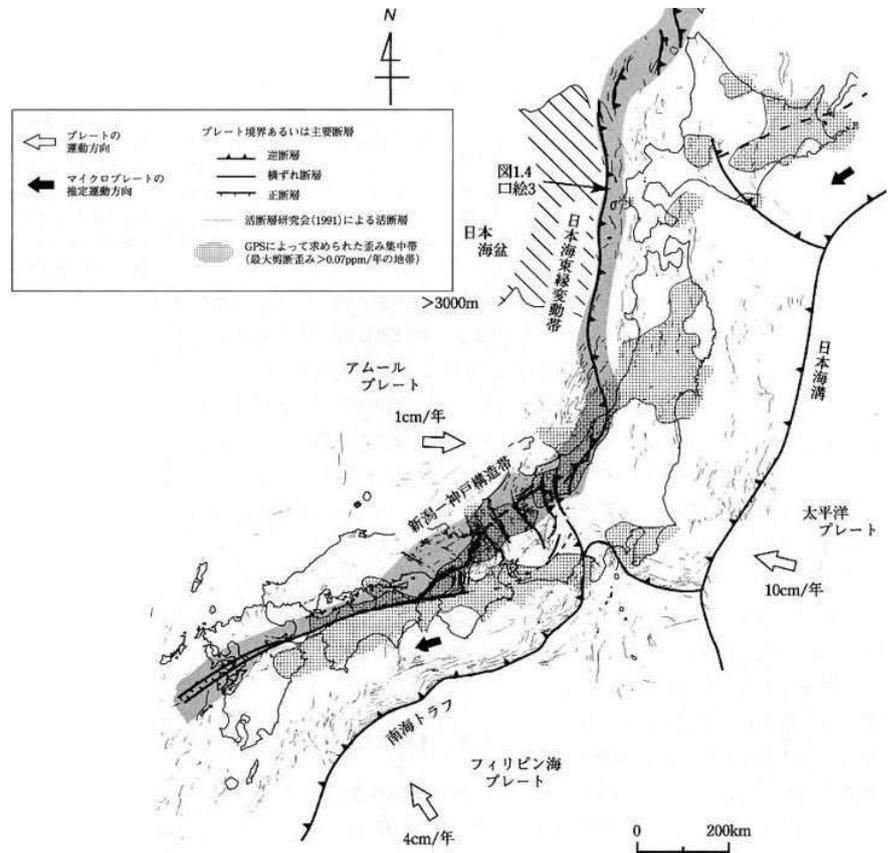


図18 歪集中帯と変動境界 (平朝彦, 2002, 日本海東縁の変動と日本列島のテクトニクス: 「日本海東縁の活断層とテクトニクス」).

設立 30 周年記念の県外巡検は、猛暑の中での巡検となりましたが、体調を崩される方もなく無事に終了することができました。

参加者は 25 名。案内はジオパーク秩父：本間岳史先生(新潟県長岡市生まれ、元埼玉県立自然の博物館館長)、浅間山北麓ジオパーク：竹越 智先生(新潟県柿崎町生まれ、元高校教諭(埼玉県))にお願いしました。ご多忙の中詳細な資料を作成いただき、現地では分かりやすく丁寧に説明していただきました。感謝申し上げます。

秩父と浅間山、ダイナミックな地球の営みを体感することができました。長岡周辺では見ることのできない岩石と複雑な地質に感動の 2 日間でした。

作成いただいた資料やパンフレットから巡検内容を簡単に報告します。

■ジオパーク秩父見学地点

- ①長瀨岩畳・秩父赤壁～小滝の瀬 ②埼玉県立自然の博物館 ③親鼻の紅簾石片岩露頭 ④前原の不整合
- ⑤取方の大露頭 ⑥ようばけ

■浅間山北麓ジオパーク他見学地点

- ①白糸の滝 ②浅間火山の全景(六里ヶ原休憩所)
- ③鬼押し出し溶岩流(鬼押し出し園) ④鎌原観音堂

I ジオパーク秩父

長瀨駅前から岩畳へ

9 月 2 日 8 : 00 に長岡市越路支所を出発したバスは、11 : 00 秩父鉄道長瀨駅前に着、講師の本間先生と合流。

長瀨駅前には片岩のモニュメントと「長瀨は天下の勝地」と書かれた渋沢栄一 88 歳の時に書いた書をもとに作成されたという大きな石碑があった(図 1)。

土曜日であり長瀨駅前にはたくさんの人出で、岩畳に向かう道の両側には売店が並び大観光地の様相である。



図 1 渋沢栄一「長瀨は天下の勝地」の石碑(左は本間先生)

1. 長瀨・秩父地域の地質学的位置

秩父山地の地質は、おおよそ北から南へ、三波川帯(結晶片岩類および御荷鉢緑色岩類)、秩父帯北帯、山中白亜系および秩父盆地、秩父帯南帯、四万十帯に区分される。

中・古生界からなる地帯はおおよそ北西-南東方向にのびており、東縁と南縁を断層で限られた 秩父盆地(古秩父湾堆積層)は、これらの地層を切るようにして形成された陥没性の盆地である(図 2)。



図 2 地理部山地の地質図(地帯構造区分図)

長瀨が位置する西南日本列島最古の付加体は、能登半島から隠岐の島にかけて分布する地層・岩石で、飛騨帯および隠岐帯とよばれている。これらの地層・岩石は、3 億年以上も前にユーラシア大陸をつくらせていた大陸地殻の断片であると考えられており、古生代末以降は秋吉帯・秩父帯・三波川帯・四万十帯などが次々に付加し、日本列島は年輪のように大洋側へ成長していった。

長瀨でみられる変成岩は、関東から九州まで 700 km 以上も続き、この地帯は最初に研究が行われた群馬県南部の地名から「三波川帯」と呼ばれている(図 3)。

- ① 古生代以前の大陸地殻 (飛騨帯、隠岐帯: 3 億年以上前)
- ② 古生代末~三畳紀の付加体 (秋吉帯、周防帯、舞鶴帯など: 3~2 億年前)
- ③ ジュラ紀の付加体 (秩父帯、領家帯、美濃・丹波・足尾帯など: 2~1.5 億年前)
- ④ 白亜紀の付加体 (四万十帯北帯・三波川帯: 1.5~0.7 億年前)
- ⑤ 古第三紀~新第三紀初期の付加体 (四万十帯南帯: 0.7~0.2 億年前)

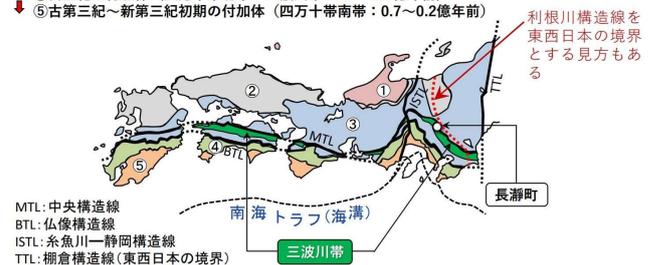


図 3 年輪のように成長してきた西南日本列島と三波川帯、秩父帯、四万十帯

2. 長瀨岩畳・秩父赤壁～小滝の瀬

◇片理と結晶片岩(片岩)

岩畳をつくる変成岩には「片理」とよばれる平らに割れやすい性質があり、岩畳では片理面がほぼ水平の平坦面をつくっているため、上を歩くことができる。片理は、

地下 20~30 km に沈み込んだ岩石が数千気圧の圧力と 200~300℃の温度のもとで、造岩鉱物などが平面状に並び変わってできた性質である。

この時、泥岩では石墨、火山岩や凝灰岩では緑泥石や緑簾石などの再結晶鉱物が生じ、黒色や緑色の光沢ある「結晶片岩」という変成岩に変わる。結晶片岩は原岩(変成前の岩石)の成分・構成鉱物・岩石組織などの違いにより様々な種類があり、また、変成時に新たに生じた変成鉱物(再結晶鉱物)により色彩も多様である(図4)。岩畳の大部分を構成する黒灰色の結晶片岩は石墨を生じた石墨片岩で、その原岩は大陸起源の泥岩と考えられている。

色	岩石名	主成分	密度	原岩
黒色	石墨片岩	C	2.6~2.8g/cm <sup>3</sup>	泥岩
銀白色	絹雲母片岩	Al		
淡紅色	紅簾石片岩	Mn	2.9~3.5g/cm <sup>3</sup>	砂岩・チャート・流紋岩 溶岩・流紋岩質凝灰岩
暗赤色	赤鉄鉱石英片岩	Fe/Si		
透明白色	石英片岩	Si	石灰岩	
乳白色	石灰質片岩	Ca		
暗緑色	緑泥石片岩	Fe/Mg	玄武岩溶岩・玄武岩質凝灰岩	
黄緑色	緑簾石片岩	Al/Fe		
褐色	スティルブ/メレン片岩	Fe/Al	凝灰岩	
青色	藍閃石片岩	Na/Mg		
青白色	滑石片岩	Mg	蛇紋岩	

図4 おもな結晶片岩の種類とその原岩

### ◇岩畳の微地形と四十八沼

岩畳の平坦面は高さによって4段に分けることができる。これは①から④の順で刻まれた荒川のかつての流れを示す(図5)。④に点在する沼が「四十八沼」で、沼と沼とを結んでいくとなめらかな曲線となり、かつての荒川の流路が再現できる。

地質時代の推移とともに、荒川の河道が東へ移動していき、荒川の攻撃面直下につくられた淵の部分が現在沼となって岩畳上に点々と残っていることがわかる。

### ◇白鳥島対岸

対岸の白鳥島には「折りたたみ褶曲」が見られる。ここは荒川に突き出した攻撃面にあっており、増水時には濁流が衝突して強く洗われ、このため、かつて水を含むと膨潤しやすい滑石片岩の薄層にそって岩が剥がれ、落盤事故が起きたことがあった(図6)。

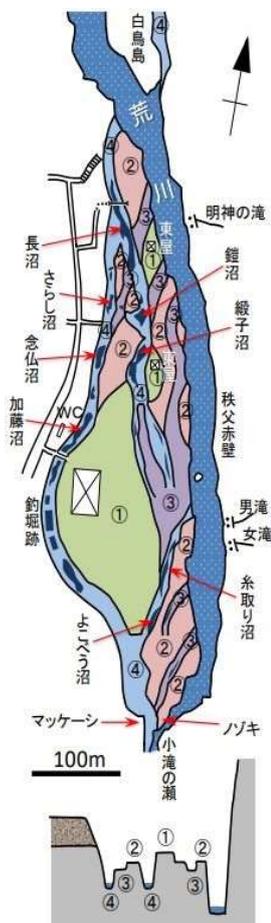


図5 岩畳の平面図(上)と断面図(下)



図6 白鳥島：折りたたみ褶曲と落盤か所

### ◇岩畳を歩く

岩畳周辺では、地殻変動による変形小構造(片理・褶曲・断層・節理・雁行脈)などが観察でき、これらの変形小構造の特徴と新旧関係などを識別することにより、当地域がどのような地殻変動を経てきたかを識別することができる(図7)。



図7 岩畳の断層観察(対岸は秩父赤壁)

2019年10月の台風19号に伴う荒川の増水により長瀬の荒川沿岸では各所に被害があった(千曲川の破堤を伴う信濃川が増水した出水)。荒川の水位は10m以上も上昇したとのこと。2021年12月、秩父赤壁の一部が崩落し、落下した大きな岩塊・土砂・樹木が荒川の流路を半分近く塞いだとのことである。



図8 岩畳 結晶片岩(石墨片岩)を観察

「秩父赤壁」の名は、中国湖北省の揚子江左岸の名勝地「赤壁」を詠んだ中国宋時代の詩人蘇東坡の「赤壁の賦」に由来する。

#### ◇マッケーシ〜小滝の瀬

岩畳の最上流端は、北へ向かって流れてきた荒川の流路が北東へ曲がり、増水時には「小滝の瀬」を勢いよく流れてきた水流が巻き返して渦を巻く場所で、「マッケーシ」（巻き返しの意）とよばれる。船下りでスリルのある場所で、この流路の変転の原因は、北北西-南南東方向に発達する節理・断層と、これらを切る東西性の胴切断層や節理が岩盤の弱線となり、この弱線に沿って荒川の浸食が促進したためと考えられている(図9)。



図9 岩畳上流端・小滝の瀬付近と船下り

### 3. 埼玉県立自然の博物館

秩父鉄道株式会社が設立した「鑛物植物標本陳列所」および、大戦により荒廃した陳列所を立て直した「秩父自然科学博物館」の伝統と資料を受け継ぎ昭和56年(1981)に県内唯一の自然系総合博物館として開館。地学展示ホールが充実している。案内いただいた本間先生が建設に携われたとのこと。3億年に及ぶ埼玉の大地の成り立ちを「大洋の時代」「大陸の時代」「古秩父湾の時代」「列島の時代」の4つのテーマに分けて紹介され、埼玉最古の岩石なども展示され見ごたえのある博物館である(図10)。

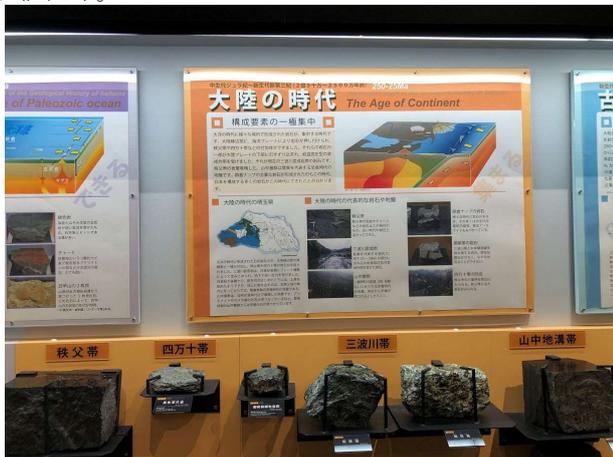


図10 埼玉県立自然の博物館 地学展示ホール

### 4. 親鼻の紅簾石片岩露頭

親鼻橋上流荒川右岸には、紅簾石片岩からなる露頭がある。紅簾石は、日本では結晶片岩に伴って産出し、これらの岩石は、明治20年(1887)に東大の小藤文次郎により、徳島市近傍の大滝山(眉山:びざん)で最初に発見され、その後、徳島・愛媛・埼玉・群馬・福島・和歌山の各県から発見された。埼玉県では、皆野町と小川町から報告され、この露頭はそのうちのひとつである。岩体の上面には大小2個のポットホールがある(図11)。



図11 紅簾石片岩露頭とポットホール

### 5. 前原の不整合 - 1億5千万年をまたぐ場所 -

約1億5千万年前の秩父帯の黒色粘板岩(大陸起源のジュラ紀の付加体)の上に、約1700万年前の古秩父湾堆積層の礫岩(秩父盆地層群白沙層)が重なる不整合露頭。礫岩の最下部付近には、大きな礫が入っており、礫は角が削れて丸くなっているものも多いので、土石流堆積物と考えられている(図12)。



図12 前原の不整合 (説明は本間岳史先生)

### 6. 取方の大露頭 - 深海の記憶を紡ぐ場所 -

この砂岩泥岩互層は、砂泥を大量に含んだ混濁流が浅海から流れ下って深海に運ばれ、約1600万年前に堆積したタービダイトである。赤平川右岸の攻撃面につくられた高さ約50m、幅約800mの連続性の良い露頭で、スランプ褶曲や砂岩層基底の荷重痕などもみられる(図13)。



図 13 露頭と解説看板

### 7. ようばけ - 生物の楽園の象徴 -

日(陽)の当たる(よう)崖(ばけ)という意味から「ようばけ」と呼ばれている。秩父町層は約 1550 万年前の泥質砂岩および砂岩泥岩互層からなり、下半部の奈倉層は、浅海性の環境を示すカニ化石などを多産する。「おがの化石館」のわきには、大正初期に秩父巡検で訪れた宮沢賢治と“心友”保阪嘉内の歌碑が建立されている(図 14)。

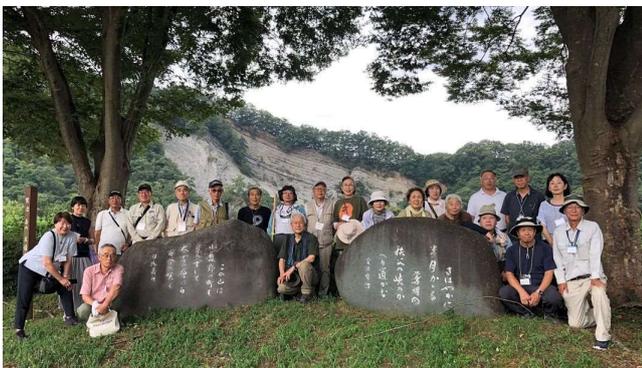


図 14 ようばけと宮沢賢治・保阪嘉内 歌碑

歌碑には

「さはやかに 半月かゝる 薄明の 秩父の峡のかへり道かな」宮沢賢治

「この山は 小鹿野の町も 見えずして 太古の層に白百合の咲く」保阪嘉内 と刻まれていた。

※今回案内いただいた「前原の不整合」「取方の大露頭」「ようばけ」は他の 3 件の露頭とともに「古秩父湾の誕生から消滅までの環境と約 200 万年間の変遷を示す地層」であること。化石標本として海棲哺乳類化石 9 件が貴重なものとして一連評価され「古秩父湾堆積層及び海棲哺乳類化石群」として平成 28 年(2016)国指定天然記念物となったとのことである。地層と化石が複合して国指定天然記念物となったのは日本初とのことである。

## II 浅間山北麓ジオパーク

### 白糸の滝から浅間山北麓ジオパークへ

宿泊地の磯部温泉から国道 18 号、白糸ハイランドウェイをとおる「白糸の滝」へ、白糸の滝はジオパークの範囲外であるが経路上にあることから立ち寄った。白糸の滝は長野県北佐久郡軽井沢町にある。日曜日でもあることから観光客であふれていた。

### 1. 白糸の滝

2.4 万年前の塚原岩屑なだれ堆積物のくぼみに堆積した湖成層(水平な粘土層)の上に白糸軽石層(2 万年前)が 5m の厚さで堆積している。さらにその上に前掛火山活動期の降下軽石層、天明 3 年(1783)の軽石層が重なる。伏流水は湖成層と白糸軽石層の境界から流れ出ている。

滝は半円状となっており、この形は 2 つの谷の湧水を間の尾根を開削してつなげ、下流に堰堤をつくり池を造成したものである(図 15, 16)。

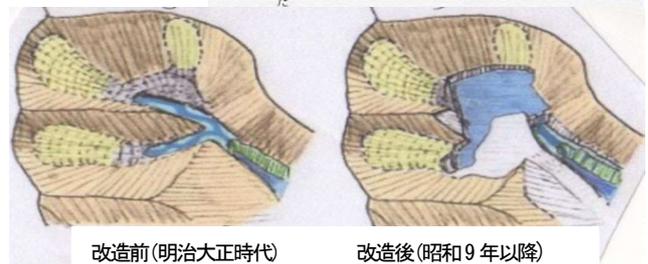
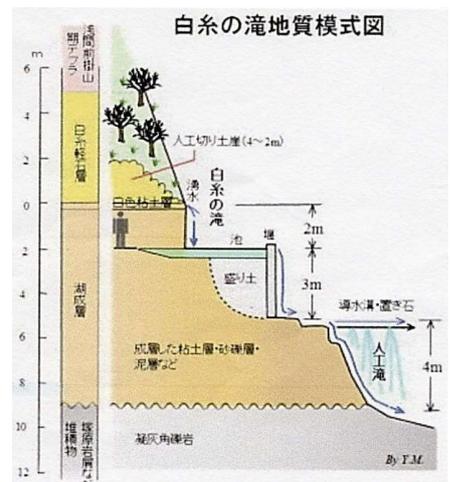


図 15 白糸の滝断面図(上) 改造推定鳥瞰図(下) 「滝の地学記録カード、浅間山東麓白糸の滝」より転載



図 16 白糸の滝

### 2. 浅間火山の全景展望 - 六里ヶ原休憩所 -

六里ヶ原休憩所からは浅間山の全景を展望しながら、鬼押出溶岩(1783)、上舞台溶岩(天仁溶岩 1108)、下舞台溶岩(4 世紀)、仏岩火山、小浅間山(仏岩火山の側火山)、などを確認した(図 17)。



図17 浅間山全景を望む 説明は竹越先生

### 3. 鬼押し出溶岩流の上を歩く - 鬼押し出園 -

鬼押し出園は、群馬県吾妻郡嬬恋村ある公園で、一帯は天明3年(1783)におきた浅間山の噴火の際に流れ出た溶岩で、溶岩が風化した結果形成された奇勝を巡回できる。経営は株式会社プリンスホテル。

今から240年前に流れ出た鬼押し出溶岩の上を歩くこととなる。遊歩道に沿って歩くと、そこかしこに大小様々な溶岩を次から次へと見ることができる(図18)。



図18 鬼押し出溶岩と浅間山

共通しているのは、表面がガザガサしているが、内部は緻密なことである。中には、大小の溶けて固まった溶岩片の集合体の溶岩もある。

最近、山頂からドロドロと流れ下った溶岩と、噴泉状のマグマのしぶきがくっついてできたものがあることがわかってきた。鬼押し出園の東端(道路ぎわ)が鬼押し出溶岩の末端となっている。

### 4. 鎌原土石(岩屑)なだれとともに運ばれた大岩(車窓)

鬼押し出園から鎌原方面に向かう途中、プリンスランドの敷地内や道路の両側には、角張った巨大な岩塊があちこちに見える(図19)。

これらの岩塊は、天明噴火の際の鎌原土石(岩屑)なだれの中に入っていた巨大岩塊である。表面がひび割れているのが特徴で、内部はまだ熱くふくらむのに、表面は冷えはじめるのでひび割れる。



図19 道路わきにみられる巨礫

### 天明噴火(1783)の経過

5月8日 噴火始まる

噴煙柱が上がり降灰。降下軽石積もる。

6月25日 午前11時ころ噴火再開、噴煙柱が高く上がり、各地に降灰。以降、小康状態

7月17日 午後8時頃、3回目の大きな噴火。

鎌原で降灰10cm。

7月25日 午前5時 一段と大きな噴火、8月2日までつづく。

8月3日 午後2時ころから、きわめて大きな噴火。大量の降灰。

8月4日 夕方火砕流発生(=吾妻(あがつま)火砕流)

8月5日 午前10時ころ、土石(岩屑)なだれ(=鎌原土石(岩屑)なだれ)と溶岩流(=鬼押し出溶岩流)発生。土石(岩屑)なだれは、浅間山北麓の鎌原村(高台にあった観音堂をのぞいて)を埋没させたあと、吾妻川に流入して泥流(=天明泥流)となり、吾妻川や利根川沿いに激甚な災害を引き起こした。

8月9日 天明泥流は100数十km下流の利根川河口の銚子、江戸川河口の東京湾に達した。

死者・行方不明者は群馬県歴史博物館によれば1523人(気象庁要覧では1151人)である。

なお、鬼押し出溶岩の流出時期について、鎌原土石なだれの直後(5日)とする説と、4日の夜半から流出を始めたとする説がある。

## 5. 鎌原観音堂 - 浅間火山災害の現場 -

今から240年前の8月5日朝、鎌原村を襲った土石(岩屑)なだれによって、鎌原村民570人のうち477人が犠牲となり、93人が村はずれにあった観音堂に駆け上がって助かっている(図20)。

昭和45年の発掘で、観音堂石段の15段下に折り重なった二人の遺骨が発見され、親子(母と娘)と判明した。その下には35段の階段が埋まっています。観音堂付近では厚さ6m以上の土石(岩屑)なだれが堆積しており、「日本のポンペイ」と言われる所以である。

近隣の孺恋郷土資料館には、鎌原土石(岩屑)なだれによって埋没した鎌原村を発掘した際に発見された遺物が数多く展示されており、また、鎌原の悲劇を後世に語り継ぐために、さまざまな催しが開かれている。



図20 鎌原観音堂

なお、下流の「やんば天明泥流ミュージアム」には、鎌原岩屑なだれが山を下り、吾妻川に流れ込み泥流(水を含んだ土石=天明泥流)となって、下流域で大災害をもたらした記録を残した資料が数多く展示されている。

(当日の巡検資料などから編集・記載 文責は大地の会)

### 【付録】八ッ場ダム：帰り道に見学

利根川の支流吾妻川の中流部に建設された多目的ダム。ダム高116m 総貯水量1億750万 $m^3$ 。民主党政権時一時中止となったが再開され、運用開始前の試験湛水開始後間もない10月中旬に令和元年東日本台風(台風19号)の影響で、水位が満水近くまで急上昇する状況が起きた。約7500万 $m^3$ を貯留、治水効果を評価する意見が多くあった。



## アンケート結果から

寄せられた主な意見を列挙して報告とします。

### ■総合評価

- ・見どころが多くて充実した旅だった。
- ・長瀬に来てよかった。家族で来てでも見るだけだが、ベテラン先生の説明付きでよくわかった。
- ・説明が分かりやすく情報盛沢山で収穫も多かった。
- ・単なる旅ではない同じ興味を持つ皆様との今回の旅は大変学びの多い実りある旅となった。
- ・参加者同士のコミュニケーションがスムーズで、多くの人と話し合えた。
- ・説明、解説、資料とも丁寧であった。
- ・企画立案がしっかりしていた。時刻も正確。
- ・「見る」「聞く」すべてが体験学習。巡検の意図が少し理解できた。

### ■ジオパーク秩父

- ・暑くて疲れたが大自然に触れ感動
- ・楽しそうに説明してくれていい気持ちになれた。
- ・素人には少しレベルを下げていただきたかった。
- ・案内者は知識豊富でやさしい紳士です。
- ・岩畳：地下4000mの圧力と横向きの力でミルフィーユ状態になることを知った。
- ・紅簾石片岩は有名なのに出来る過程を知らなかった。
- ・結晶片岩が分かってよかった。
- ・長瀬はライン下りと思っていたが地質学的に大変珍しい岩石や断層の標本のような所だった。
- ・博物館などの見学により現地と説明で理解が深まった。
- ・岩畳のコースは勉強になった。竹藪は危険を感じた。
- ・特色のある場所を選定していただき楽しく勉強できた。
- ・重要ポイントがしっかり組み込まれていた。
- ・初めて見る地層で驚きの連続でした。

### ■浅間山北麓ジオパーク

- ・大地の会の特徴があり楽しかった。
- ・細かく研究され、分かりやすい説明で楽しかった。
- ・浅間山の雄大さに見入って、鬼押し出溶岩に驚愕し鎌原観音堂に降りて噴火の恐ろしさを実感した。
- ・大地、山を知ることの楽しさ学びの喜びを得た。
- ・登れないが見るだけで満足、火山岩に迫力を感じた。
- ・説明が丁寧で理解しやすかった軽石など直接手で触れることができ感謝。
- ・白糸の滝が人の手が加えられてできたことを知った。
- ・浅間山の溶岩の流れがよく理解できた。
- ・鬼押し出はもう少し時間が欲しかった。
- ・初めての1泊巡検、楽しく勉強させていただいた。

ご案内いただいた本間先生、竹越先生、そして熱心に学習していただいた参加者の皆様に改めて感謝申し上げます。ありがとうございました。

# 令和5年度 岩石加工講座開催報告

大地の会顧問 竹越 智

## 「やってみよう！石をきって、みがけば たからもの」

7月29日、夏休みに入ってから最初の土曜日、第13回子ども向け岩石加工講座を実施しました。7人の小学生（と保護者のみなさん）が成出運動広場管理棟に集まりました。

目的は硬い岩石を岩石カッターで切断し、岩石を磨いて、岩石の中に含まれる化石を確認し、何の化石かを調べるというものです。

岩石にはいろいろな種類があります。今日は化石（フズリナ）が含まれる石灰岩という石を切って磨くことにしました。磨かなくても表面にはうっすらと丸い（だ円形）をした模様がみえます。これらはすべてフズリナ化石です。



説明を聞く参加者

### A 石を選んで切る

1. 化石がたくさん入っているような石を選びます。  
大体は化石が入っていますが、気に入ったものを選びます。
2. 切る前に適当な大きさに割っておかないと岩石カッター一台の上に載らないので、大きすぎるのはあらかじめ割っておきます。
3. 石は硬いので、木材を切るような普通のノコギリでは切れません。ダイヤモンドが埋め込まれた円形のノコギリをモーターで高速で回転させ、ノコギリが焼けないように水をかけながら石を切ります。  
石材工場（墓石工場）では大型のノコギリで切りますが、今回は小型のノコギリ（ダイヤモンドカッター）で石を切ります。

### B 磨いて磨いてまた磨く

表面がツルツルになるまで磨きに磨く

1. 荒削り：切った石をグラインダー（電動石磨き器）



ダイヤモンドカッターで石を切る

で80番の磨き粉で磨きます。磨き粉をグラインダーの上にまき、水を少し垂らして、スイッチを入れると回転します。切った面をグラインダーにおいて平らにします。

2. 中削り：320番のみがき粉で石を磨きます。磨き粉を鉄板の上にまき、水を少したらし、石をおいてさらに平らにします。
3. 細かいみがき：800番のみがき粉をガラス板の上にまき、中削りと同じように、磨きます
4. 仕上げみがき：1500番の磨き粉で仕上げをします。
5. ピカールを布につけ、石の表面がピカピカにします。水で洗って完成です。

### C 化石を観察する

化石の模様がちゃんと表れているかどうか、目と顕微鏡で確かめてみます。

化石の内部の様がよくわかるもの、あまりよくわからないもの、いろいろなものがありました。みんな違ってはいますが、世界で一つの宝物です。



双眼実体顕微鏡でフズリナ化石を観察する

## D 解説と実験

1. フズリナ化石が含まれるのは石灰岩の中です。石灰岩は古生代後半（約3億年前の地層）にでき、全国各地に分布します。新潟県では青海町、ほかに栃木県 葛生、金生山（岐阜）、武甲山（埼玉）、秋吉台（山口）などが有名で、セメントの原料として現在も採掘しています。日本では数少ない自給できる地下資源です。



黒板に貼られた資料

2. 石灰岩やホタテ貝にサンポールを垂らすとブクブクと泡が出ます（下の写真）。泡の正体はなんだろう？



石灰岩以外の石では泡はできません。

2-1 泡の正体は、石灰岩の成分がサンポール（薄い塩酸）と反応して泡（二酸化炭素）が発生したのです。

2-2 石灰岩のかげらをガラスびんのなかに入れ、サンポールを石がかくれるまで注ぎ、あわがたくさん出てきたら、火をつけたろうそくをびんの中に入れてみます。するとろうそくの火が消えます。ビンの中は発生した二酸化炭素で充満したため、ろうそくの火が消えたのです。

## E おまけ・・塩原湖成層の標本のプレゼント

ミルフィーユみたいな薄い層が重なっている標本。層にそって割ると、葉っぱの化石が出てくることが多い（下の写真）。



プレゼントの「木の葉石」

栃木県那須塩原市に分布する塩原湖成層は数十万年前湖に堆積したで、「木の葉石」として有名です。

参加者にプレゼントしました。

## F 参加者の感想

○石をみがくのが楽しかったです。石の中に虫がたくさんいたのがいんしょうに残りました。とても楽しかったです。

○たのしかった。けんまきがやりたかった。

○たのしかったです。石を切って、みがくのが大変でした。何十年前の化石がでてきたことにおどろきました。またやりたいです。

参加者の皆さん、保護者の皆さま、大地の会の皆さま、たいへんお疲れさまでした。



岩石加工講座集合写真 (2023. 7. 29 成出運動公園管理棟)

# 中越地域の野と山の成長物語

～日本海のはじまりから魚沼丘陵・東頸城丘陵の形成まで～

- 会場：長岡市越路総合福祉センター3階(長岡市来迎寺 3697番地)  
(野外観察会は、長岡市越路支所 8:30 集合 8:45 出発)
  - 受講料：会員 500 円、一般 1,000 円(野外観察会は別に 1,500 円)
  - 申し込み：10月20日(金)までに電話、Fax、Mailで申込みください。  
電話：0258-92-5910 Fax：0258-92-3333(長岡市越路支所)  
Mail：koshiji@daichinokai.sakura.ne.jp(大地の会事務局)
- ※野外観察会は大型バス1台で出かけます。(定員：40名、先着順)  
はきなれた靴、雨具、昼食、水をご持参ください。

●日程・内容

回	日時	演題等	講師
第1回	<b>11月5日(日)</b> 越路支所集合 8:30 越路支所解散 16:30	<b>野外観察会「魚沼・八海山麓の岩石のルーツをさぐる」</b>	<b>案内：荒川勝利氏 竹越智氏 飯川健勝氏</b>
	越路・長岡地域で身近な古い地層・岩石と言えば、八海山山麓で観察される〔津川層：1,600万年前、堆積岩〕、〔花崗岩：1億年前、深成岩〕、粘板岩・変はんれい岩〔2億年前、変成岩〕などです。佐梨川・水無川・三国川の河床や露頭で、手に取って古い岩石とその歴史を体験してみましょう。		
第2回	<b>11月8日(水)</b> 開講式：18:30～19:00 講演：19:00～20:30	<b>講演「深海底から山脈へ」</b> — 中期中新世～更新世の新潟の地殻変動を地層から読む —	<b>新潟大学理学部 准教授 栗田裕司氏</b>
	中期中新世(1600万年前)～更新世(200万年前)の新潟地域では、深海底の堆積作用から山脈形成に至る大きな変化をもたらす地殻変動が起きました。その変動は現在も続いていて、ときおりの内陸地震の原因にもなっています。この変動の大きな特徴の一つは「断層再活動」という様式にあり、そのような一連の変動はテクトニックバージョンと呼ばれています。講演では、この変動の特徴と、それがどのような地層の証拠から復元されているか、実例をあげながら紹介いたします。		
第3回	<b>11月17日(金)</b> 講演：18:30～20:00 閉講式：20:00～20:30	<b>講演「白亜紀後期・古第三紀から前期中新世末までの新潟県・中越地域の地質学」</b> — 新潟県・中越地域がアジア大陸と地続きだった時代から日本海が開き始めるまで —	<b>新潟大学理学部 教授 豊島剛志氏</b>
	おおよそ1億7千万年前から2200万年前の間、新潟県・中越地域はユーラシア大陸と地続きで東には海が広がっていた。それが約2200万年前になると、激しい火山活動が起り大地が裂け湖沼が広がり、日本海の元ができた。1600万年前になるとさらに激しい火山活動とともに、海が大きく広がりはじめた。日本海の形成である。陸から海へと大きく変化し、豊かな越後平野のベースを作った大事件の始まりの話をします。		

主催：大地の会／長岡市越路公民館

賛助会員紹介

- 株式会社INPEX 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)

大地の会会報 おいたち 113号  
2023. 9.20 発行

大地の会連絡先  
幹事長 佐藤 隆 〒940-0096 長岡市春日 1-2-10  
e-mail：koshiji@daichinokai.sakura.ne.jp  
URL：http://daichinokai.sakura.ne.jp/  
問合せ先  
長岡市越路支所地域振興・市民生活課  
担当 高橋克明 TEL 0258(92)5910