

大地から学ぶ越路の

おいたち



令和元年東日本台風による信濃川の出水（小千谷市旭橋）2019.10.13 9:10

【主な内容】

■令和4年度大地の会地学講座開催報告

第2回「降雨と流出・洪水発生仕組み」-信濃川・渋海川に洪水をもたらす雨-

..... 長岡工業高等専門学校准教授 山本隆広

第3回「信濃川水系における治水対策」-令和元年東日本台風と流域治水-

..... 国土交通省信濃川河川事務所調査課長 石田卓也

■30周年記念春の野外観察会開催案内

■大地の会令和5年度活動カレンダー

1. 地球になぜ液体としての水が存在できているか

地球が誕生したのは46億年前といわれており、微惑星8個程度が衝突して適度な大きさの地球ができたといわれている。

地球に液体としての水が存在する理由は、「太陽と地球の距離」、「地球が大気を宇宙空間に逃がさないだけの十分な質量と重力をもっていること」、「惑星大気の温室効果」などによる。

太陽と地球の距離は1億5000万km(1天文単位au)であり、金星は0.7au、太陽系で最も遠い惑星である海王星は30.4auである(図1)。

地球の温度は太陽からの放射エネルギーと地球からの放射エネルギーが釣り合うところで決まり、太陽放射に対する地球の反射率は0.3、太陽定数が 1366W/m^2 であるとき、シュテファン・ボルツマンの法則から計算される地球の放射平衡温度は -18 度である。ここに大気の温室効果により地球の平均気温は 15°C となっている。



図1 太陽と地球の距離

温室効果ガスは、水蒸気、二酸化炭素、メタンなどがあり水蒸気が最も温暖化効果が高い。近年、地球温暖化で悪者のようにいわれるが、地球に液体としての水が存在するためには温室効果ガスが必要であることも理解しておく必要がある。

これまでの地球の気候変化

地球の誕生からこれまでも地球の気候はダイナミックに変化している。ただし、今回の地球温暖化(気候変化)は人類の温室効果ガスの排出(人為的なもの)に主因があることが新しい。

- ・38億年前、岩石から最古の生物の痕跡
- ・数度の巨大隕石の衝突(地殻津波、海洋全蒸発)
- ・6億年前、光合成生物の活発化による大気中のメタン減少(全球凍結)
- ・火山活動のマグマとして地球内部の熱が大気の放出(全球凍結の終了、地球の温度が 50°C 、現在の二酸化炭素濃度の300倍:ハイパーハリケーン(最大風速 300m/s 、高潮 110m に及ぶ)の発生。

・スーパーブルーム(マントル活動)によって膨大な二酸化炭素とメタンが大気に放出(北極付近で 25°C)。

地球はこれまでにこのような大規模な気候変化を経験してきている(NHKスペシャル地球大進化より)。

2. 流出・洪水のメカニズム

降雨があり土壌に浸透・流出し河川に流れるとき、その流出過程・メカニズムは基本的には山腹斜面系と河道網により構成されその相互作用により洪水などの現象を起こしている。

変動流出寄与域

流出メカニズムではキーワードとして「変動流出寄与域」がある。河川の近くは地表面と地下水面が概ね同じであるが、山腹斜面では地下水位は地表面より深くなっている。山腹斜面は涵養域といわれ、地下水位面までが深いので、数百ミリの降雨があっても地表面までは到達しないが、河川の近く(流出域)では地下水位面が浅いので、数十ミリの降雨で地表面まで飽和する。これが変動流出寄与域といわれる(図2)。

土壌中の水は「毛管水」と「重力水」があり、毛管水は土粒子間に毛管力で保持される水であり植物の根から吸収され蒸散される。毛管水の容量を計算すると河川の近くで 100mm 程度であり降雨により河川の近くでは流出が生ずる。重力水は重力の作用で土中を移動する水である。腐植土層を卓越して流れる中間流出と地下水として流れる地下水流出がある。

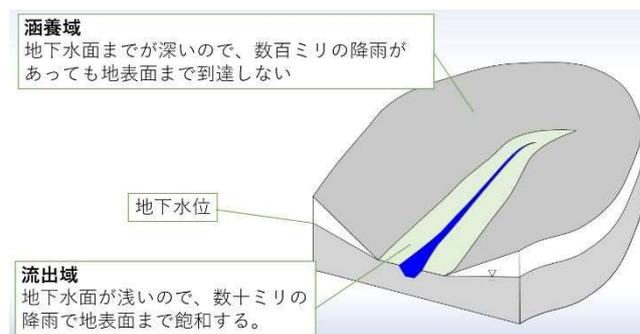


図2 流出のメカニズム(変動流出寄与域)

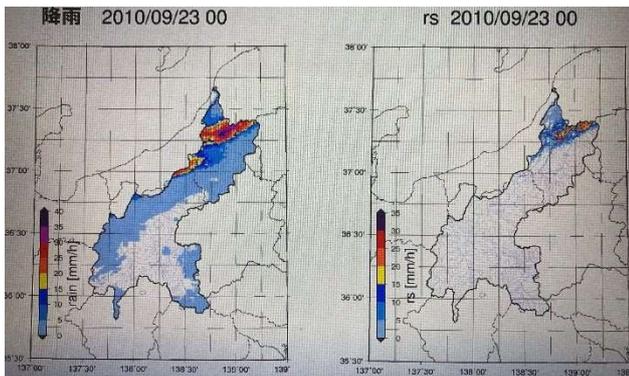


図3 信濃川中流域の降雨(左)と流出(右) 2010.9.23

降雨があると中間流出，地下水流出そして表面流出として河川に流出することとなる。表面流出は弱い降雨では発生しないが徐々に河川の近くから流出が始まることが分かる(図3)。

国土利用構成の現状

日本の国土利用は約 38 万 km² のうち森林が 66% を占めている。森林に次いで大きな面積を占める農用地は継続的に減少しており宅地などが増加している。森林の割合は国有林が 31%，民有林が 69% となっており，民有林の内訳は公有林 11%，私有林 58% である。森林の荒廃による洪水低減機能の減少が危惧されているところである(図4)。

森林の公益機能

森林の多面的機能の評価額については，三菱総研の資料によれば・二酸化炭素吸収(1.2兆円)・表面浸食防止(28.3兆円)・表面崩壊防止(8.4兆円)・洪水緩和(6.5兆円)・水資源貯留(8.7兆円)の計約53兆円/年と試算している。無林地や裸地をベースに試算されている。しかし，仮に森林管理を放棄したとしても森林はあり続けると思われるため，試算結果には十分留意する必要がある。

森林の役割(土壌の生成と保持)

森林の土壌は地表面から A0 層(落ち葉や枝が積もった層)，A 層(落ち葉などが分解された腐植土層；中間流出が行われる層)，B 層(腐食が少なく褐色，たいいてい塊状の構造)，C 層(岩石が土になる途中)

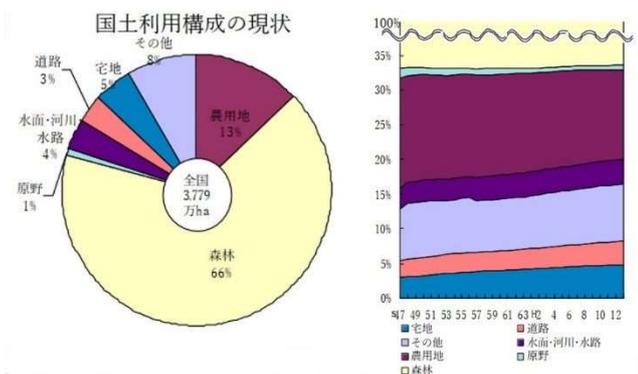


図4 国土利用構成の現状と推移
国土利用計画研究会 (H17) 国道交通省HP

に分類される(図5)。

A 層は中間流出を担う層であり，洪水においても無視することができない。土壌はスポンジの働きにより洪水を低減する効果があり，森林を放置して土壌の流出がおこれば流出が早くなるなどの影響がある。

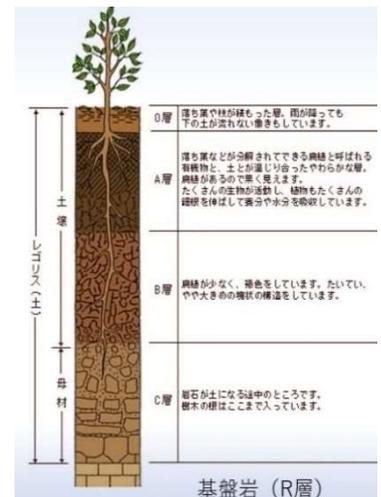


図5 土壌断面の模式図

しかし，実際の流出解析において，逐一計算しているわけではない。

森林の洪水ピーク流量への影響については以下のように取り扱われている。

森林の役割(国土交通省の考え方)

- 一般に森林は宅地や農地と比べ保水機能が高く，森林を保全していくことは治水上也重要。
- 森林は中小洪水に対して洪水緩和機能を発揮するが，治水計画で対象とするような大洪水に対しては顕著な効果は期待できない。
- なお，治水計画に用いている流出計算モデルでは，流域に降った実際の降雨と下流河道での観測流量により再現性を確認しており，森林を含む流域の流出特性を暗に反映している。

このことについてはその通りであるが，ただ今後，森林が荒廃していった時の予測が不可能である。日本の人口が減少していったとき森林の管理が適切にできるのかを考えていく必要がある。

日本の人口の推移

世界の人口は1950年25億人，2000年61億人，2100年109億人であるが日本の人口は2000年をピークに減少している。2020年の国立環境研究所の推計では高位推計(SSP1)でも2100年には8千万人。最悪(SSP3)で4千万人と予測され，新潟市では



図6 2100年新潟県人口推移(左)と
新潟市・長岡市の現在の人口と2100年の人口予測

SSP1 : 46 万人, SSP3 : 23 万人。長岡市では SSP1 : 12 万人, SSP3 : 6 万人との予測がある (図 6)。

3. 降水のメカニズム

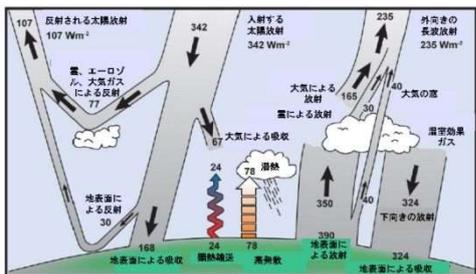
地球規模の熱・放射収支

地球の大気上端に到達する太陽エネルギーは、 $1,366\text{W/m}^2$ であるが全地球で平均すると 342W/m^2 である。このうち雲、エアロゾル、大気ガス及び地表面で反射及び大気により吸収されるものを除く 168W/m^2 が地表面に吸収される。一方地球からは 390W/m^2 放射されそのうち温室効果ガスによる下向きの放射により 324W/m^2 が地表面に吸収される。放射収支は $168-390+324=102\text{W/m}^2$ となる (図 7)。

これでは地球は過熱する一方であるが実際にはそうならなくて、顕熱輸送、あるいは潜熱輸送によって上空に水蒸気が供給することにより地表面の熱が上空に運ばれる。

潜熱は液体の水が蒸発して水蒸気となる時、分子が活発に動く際に投入されるエネルギーである。

潜熱輸送は雨がどのように降るかに関わってくる。太陽エネルギーの変化や温暖化による温室効果ガスによる下向きの放射が変わると潜熱の輸送の仕方が変化し雨の降り方に影響を及ぼすこととなる。



放射収支 $168-390+324=102\text{W/m}^2$ 地球が過熱する一方??
⇒ 潜熱輸送は上空に水蒸気を供給する

図 7 熱エネルギーの放射収支 (気象庁HPより)

南北方向の大気大循環

赤道付近は地球放射エネルギーに比べて太陽エネルギーが高く上昇気流が発生し、上昇した大気は南北に移動し緯度 30° 付近で下降し地表を赤道に向う大気の循環をハドレー循環という。一方、北極や南極では下降気流が発生し緯度 60° 付近で上昇気流が発生するこれを極循環があり、ハドレー循環と極循環によって発生する大気の流れをフェレル循環とい



図 8 北緯 30° 緯度帯

う。緯度 30° 付近はハドレー循環とフェレル循環の両方の下降気流が生じる。

下降気流が発生する緯度 30° 付近は高気圧が発達し降水量が少なくなり亜熱帯高圧帯と呼ばれ陸地では砂漠となることが多い (図 8)。日本では梅雨や台風などで多くの雨が降るが、地球全体から見ると日本を含めたこの緯度帯は降水量の少ない (雨が降りにくい) 地域である。

夏のアジアモンスーン気候

日本に $1,800\text{mm}$ もの多くの雨をもたらす理由はアジアモンスーン気候にある。湿った南からの大気の流れがチベット高原により流れを東に変えアジア地域に多くの雨を降らせる。梅雨期においては、南西からのモンスーン気流と暖かい太平洋高気圧に伴う湿った気流が北からの乾いた気流とぶつかることで梅雨前線が発達し、停滞することにより集中豪雨を降らせることになる (図 9, 10)。

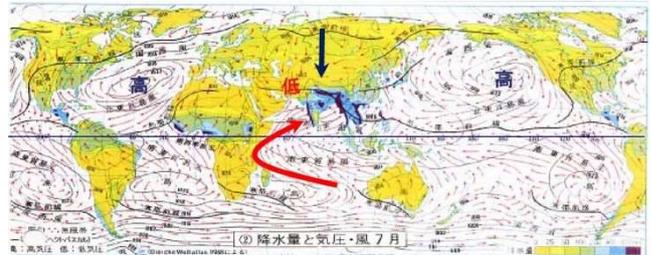


図 9 7月の降水量と気圧・風

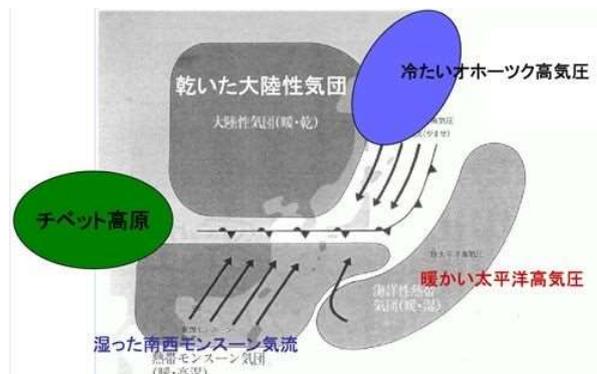


図 10 梅雨期の気団

4. どのような雨が信濃川や渋海川に洪水をもたらすのか?

信濃川と渋海川の流域の形状

信濃川と渋海川 (信濃川に含まれる) の流域の形状は、ともに南北に細長い形状をしている (図 11)。

河川の氾濫指標の 1 つに「形状係数」があり、値が $\text{形状係数} = \text{流域面積} / \text{河道長}^2$

小さいほど羽状な形状で、羽状流域の特徴は、各支川が本川に合流する時間が違うため、洪水ピーク流量は小さく、出水期間は長くなる傾向にある。

信濃川は 0.0883 であり、全国 109 一級河川のうち第 13 位となっている。なお、第 1 位は大井川 (静岡) 0.0454 , 第 109 位は琵琶湖を抱える淀川 (大阪)



図 11 信濃川と洩海川の流域の形状

1.4649 である。(図 12)。洩海川について計算すると 0.0509 となり第 2 位相当となっている。

信濃川、洩海川共に全国に比較しても細長い形状であり羽状流域といえる。

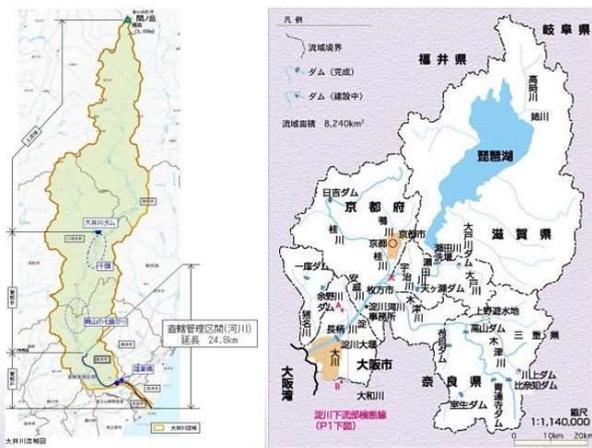


図 12 大井川(左)と淀川(右)の流域形状

信濃川の洪水到達時間

信濃川は、羽状流域により出水期間が長くなるのに加えて、川幅を見てみると立ヶ花・戸狩狭窄部による河道貯留により到達時間が長くなる。また過去の研究(大熊 1978)から洪水規模が大きくなると洪水ピークの到達時間が長くなる傾向がある(図 13)。

河川改修による長野県での堤防工事や狭窄部の掘削は、場合によっては新潟県側に負荷を与える可能性もあり調整が必要であると考えている。

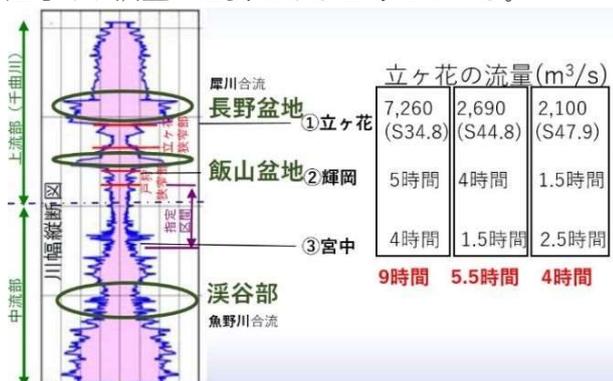


図 13 信濃川の川幅と流量による洪水到達時間

信濃川小千谷下流部の洪水形態

大熊先生(1978)は、小千谷地点における信濃川の洪水について、1613~1973年の約300事例の洪水資料を収集し、以下のように分類している。

- A型洪水・・・千曲川と魚野川流域に同時に降雨(魚沼水と信州水の時間差)；
- B型洪水・・・千曲川流域でのみ降雨(信州水のみ)
- C型洪水・・・上流から下流に雨域が移動(魚沼水と信州水が同時)

魚沼水のみは分類されておらず、小千谷地点においては魚野川単独での大きな出水は無いものと考えられる。資料によれば多くの洪水がA型洪水である。

信濃川にとって危険な洪水は上流から下流に雨域が移動するC型洪水である。1914(T3)年8月洪水は小千谷地点で9,200 m³/sとの記録がある。8月12日千曲川流域に100~150 mm, 13日に魚野川流域に110~180 mmの降雨があった。この他、C型洪水は1680年から1969(S44)年までに7回の洪水が記録されている。

2019(R元)年の台風19号による洪水は千曲川流域全体と魚野川流域で降雨がありA型洪水に分類され、小千谷地点での流量は観測史上第2位の9,609 m³/sで、長野市での破堤がなければさらに大きな流量となっていた(図 14, 15)。

順位	降雨要因	洪水名	実績流量(m³/s)
第1位	台風	S56.8.23	9,638
第2位	台風	R1.10.13	9,609
第3位	台風	S57.9.13	9,297
第4位	梅雨前線	H23.7.30	7,869
第5位	台風	S58.9.29	7,808
第6位	台風	H25.9.16	7,331
第7位	台風	S60.7.1	7,198
第8位	梅雨前線	H18.7.19	6,781
第9位	台風	H16.10.21	6,433
第10位	台風	H29.10.23	6,286

国土交通省HP

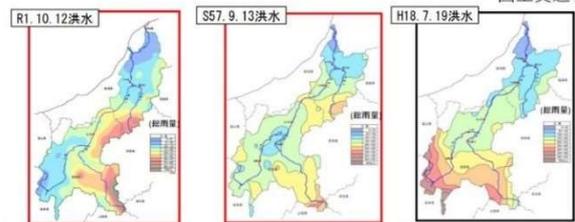


図 14 信濃川小千谷地点の実績流量と主要洪水の降雨分布

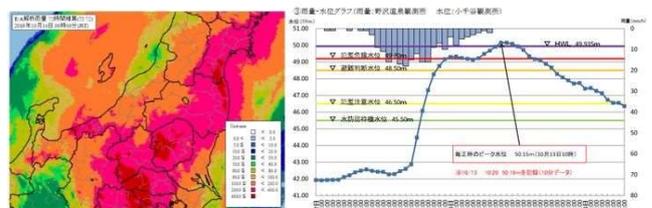


図 15 R元年台風19号の降雨(総雨量)と小千谷水位

分布型モデル 雨から河川流量を計算

降雨から河川流量を計算する手法として分布型モデルがある。降水や気温などの気象データ、標高や土地利用などの地理データを基に水文モデルより河

川流量を計算する（図16）。連続して計算するものでどのくらいの雨が降ったらどのくらいの流量があるかを見ることができる。

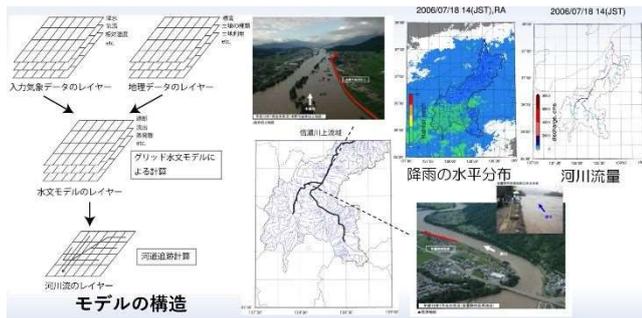


図16 分布型モデルの構造

渋海川の河川流量

1980年から2009年までの河川流量を計算した結果が図17である。なお、降水量は実際に降った雨の流域平均雨量であることから地点の観測雨量より小さな値となっている。

この期間では500 m³/sを超える出水は5回あり、2005（H17）年6月末の梅雨前線による豪雨が一番大きく雨量は243mm、飯塚地点流量は1,441 m³/sとなっている（図17, 18）。

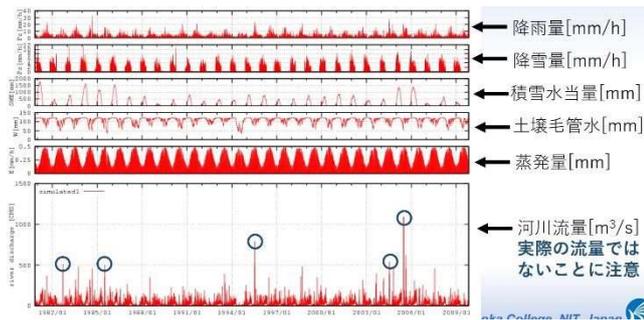


図17 1980～2009年渋海川の河川流量

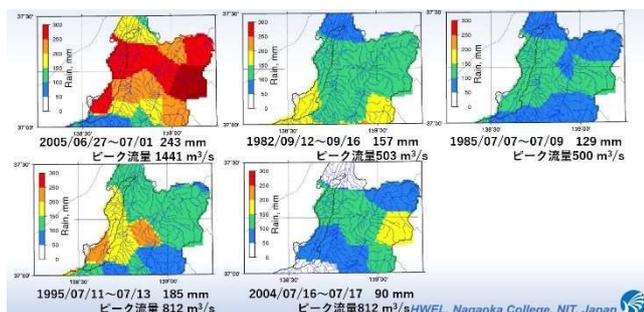


図18 渋海川 5つの大雨イベント 降雨とピーク流量

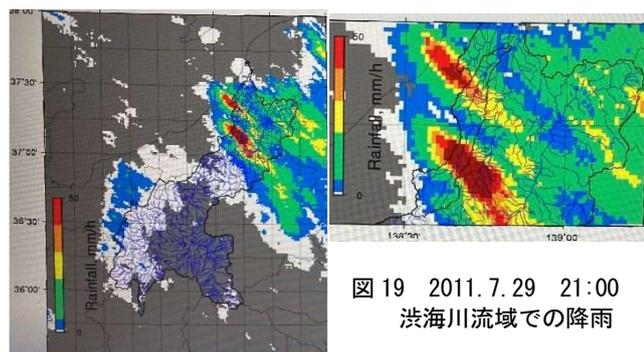


図19 2011.7.29 21:00 渋海川流域での降雨

2011（H23）年の新潟・福島豪雨では複数のエンジンの雲が発生して渋海川流域を横切っている（図19）。

このエンジン

状の雲は線状降水帯といわれるもので「大量の暖かく湿った空気の流入が継続し、局地的な前線や地形などの影響で雲が発生、大気の状態が不安定で湿潤な中で積乱雲が発達。上空の風の影響で積乱雲群が線状に並ぶことにより大雨を降らせる」というメカニズムである（図20）。

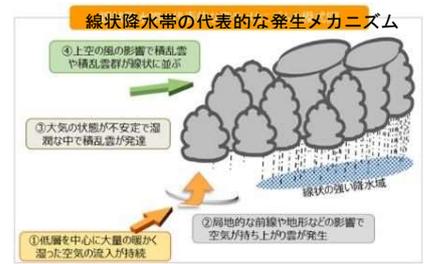


図20 線状降水帯の模式図

渋海川流域では一部の地域にかかったのみであることから大きな洪水とはならなかった。

気候変動への対応など

世界の平均気温が4℃上昇するという予測がある中で、気象研究所では全世界を60 km、日本周辺を20 kmの水平解像度で気候を計算した「地球温暖化に資するアンサンブル気候予測データベース（d4PDF）」が作成されている。将来気候とその影響を検討していくうえで有用と考えている。

5. まとめ

- ・将来、人口減少に起因する社会経済状況の変化によって、土地利用の変化（森林・農地の荒廃など）が生じ、洪水が大きくなる可能性がある。
- ・信濃川、渋海川ともに羽状流域であり、洪水ピーク流量は小さく、洪水到達時間が長くなりやすい。加えて、千曲川の狭窄部の河道貯留の影響により上記がさらに強化されやすい。
- ・江戸時代以降の記録をみると信濃川中流域（小千谷）では台風による洪水が多く、信州水と魚沼水の時間差による洪水が多い。
- ・1980年以降の記録をみると渋海川では前線が南北に移動することによる洪水が多い。
- ・地球温暖化により海面温度が上昇すると集中豪雨の頻度増加や台風の巨大化によって信濃川中流域渋海川の洪水が大きくなる可能性がある。

2100年はあるという間にやって来る。人口減少時代に我々がどのような社会経済を構築していくか考えることが重要である。また、将来気候を考えるうえで d4PDF 等は有用なツールとなり研究の推進が必要と考えている。

（当日の講演内容及び資料から編集，文責：大地の会）

1. 令和元年東日本台風の振り返り

令和元年台風19号による降雨と出水は記録づくめのものであった。信濃川流域における2日雨量は立ヶ花地点で196.8mm、小千谷地点で199.2mmで観測史上最大を更新し、水位では小千谷、長岡、大河津の各観測所で観測史上最高を更新している。

流量で見ると立ヶ花地点で8,387 m³/sと観測史上第1位であり、小千谷地点は9,609 m³/sで第2位となっているが小千谷地点の第1位は昭和56年8月の9.638 m³/sであり第1位に匹敵する流量となっている。

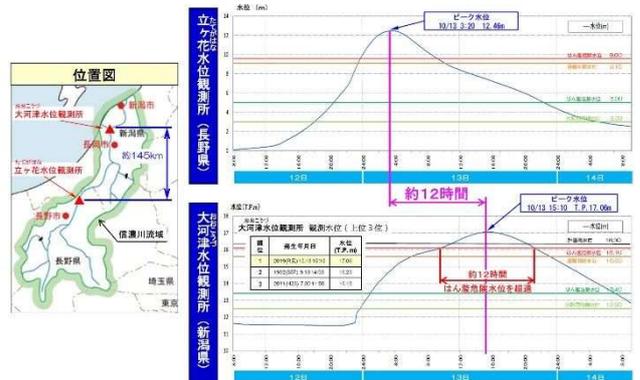
信濃川の中流・下流では堤防を越えてはいないが内水氾濫などで沿川の市街地などで大きな被害が出ている。上流千曲川で破堤して水位が下がっているにもかかわらず、下流では計画高水位を越え堤防が危険な状態となった。小千谷市の旭橋では計画高水位を超えて危険な水位は約3時間続き、大河津では約10時間続いた(図1)。

信濃川における洪水の特徴は、洪水が下流に到達するまでに時間がかかることである。立ヶ花から大河津までは約12時間かかる。また、大河津分水路の出口が狭いことから洪水が流れにくく高い水位が継続する。このことにより、堤防に洪水が浸透し漏水等を起こし危険な状態となる。大河津可動堰付近



では水位は1.2mまで迫っていた、今回は破壊に至っていないが、この状態がさらに続けば堤防が破壊された可能性もあった(図2, 3)。

立ヶ花と大河津の観測水位を見ると、

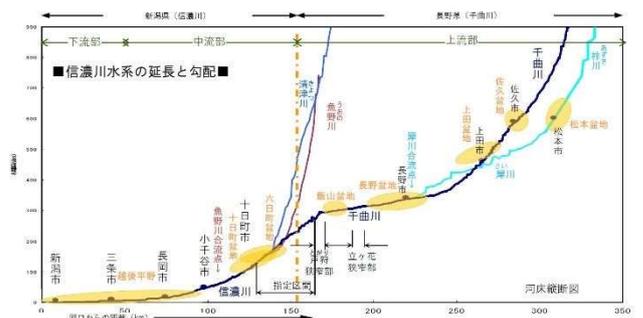


立ヶ花ではピークの立った三角形となっているのに対し大河津ではピークがつぶれなだらかになっている。流量が多いと下流では水位の高い状態が長く続くこととなる(図3)。

2. 信濃川水系の特徴

信濃川は全国の一級河川109水系のなかで幹線流路延長と年間流出量が第1位の日本一の河川である。流域面積は利根川、石狩川に次いで3位となっている。流域面積に比べ流出量が多いのは流域の地質と豪雪地帯であることによる。

源流からは急流で流下し、長野盆地・飯山盆地で勾配が緩くなり、県境付近の山間部では急流となって越後平野を流れる(図4)。急な河川と盆地が組み合わさっており治水の観点からは難しい河川である。



地形の特性として、上流部では立ヶ花や戸狩の山間狭窄部で洪水流下が阻害されその上流で越水氾濫や内水被害が生じやすく、中・下流部は氾濫した場合、広範囲にわたる浸水が発生する。

信濃川上流（千曲川）の地形と洪水特性

長野盆地下流の立ヶ花狭窄部及び飯山盆地下流の戸狩狭窄部のせき上げにより破堤すると人口・資産が集中する長野市街地まで洪水が到達し甚大な被害が発生する（図5）。



図5 戸狩狭窄部（左）と立ヶ花狭窄部（右）

信濃川下流の地形と洪水特性

信濃川下流では洪水時は大河津分水洗堰の全閉により上中流部の洪水を大河津分水路に全量放流する。下流部に広がる越後平野は海岸部を砂丘で閉ざされた水はけの悪い低平地であるため内水被害が頻発するとともに刈谷田川・五十嵐川などの支川での洪水が発生する（図6）。



図6 信濃川下流と大河津分水

信濃川中流の地形と洪水特性

河岸段丘を抜けた小千谷付近では扇状地が形成されており、かつては網状に流下していた（図7）。

中流部に洪水をもたらす降雨は、千曲川流域で大雨が降る場合と魚野川流域で大雨が降る場合の2パターンに分類される。千曲型は千曲川・犀川流域での増水の影響が大きく洪水到達時間が長い。また、魚沼型は魚野川流域での増水の影響が大きく、洪水到達時間が短い（図8）。

大河津分水路右岸で破堤した場合、人口・資産の集中する新潟市街地中心部まで洪水が到達し、甚大な被害が発生することとなる。



図7 信濃川の地形分類図

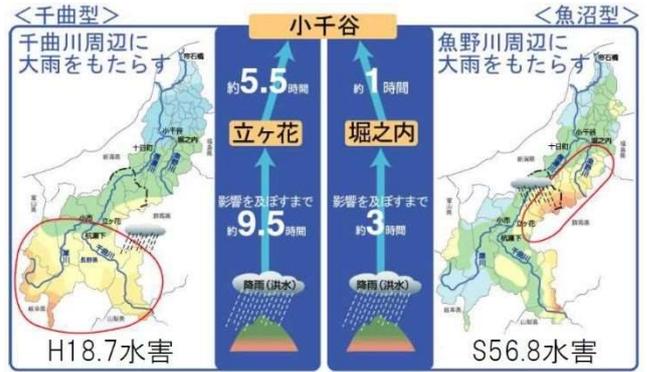


図8 千曲型と魚沼型の洪水到達時間

3. 信濃川水系緊急治水対策プロジェクト



図9 緊急治水対策プロジェクトと進捗状況

東日本台風により長野県での破堤など甚大な被害が発生した信濃川水系において国、県、市町村が連携し、緊急治水対策プロジェクトを進めている（図9）。緊急治水プロジェクトは再び令和元年のような洪水があった場合、河川の水位を下げて家屋の浸水がないようにすることが目標である。

河川における対策は、国と新潟県、長野県が行うもので、全体事業費1,800億円、令和9年度を目標に堤防の整備や河道掘削、遊水地の整備を行っている。

これと併せて、流域における対策として川が洪水にならないようにため池、田んぼ、グランドなどを活用した雨水貯留をすすめることとし、ソフト対策として東日本台風による洪水以上の災害に備えたまちづくりや住まい方の誘導による水害に強い地域

づくりの検討や従来克雪が目的とされた高床式住宅の推進、後で説明するマイ・タイムラインの普及などを進めることとしている。

河川の対策と進捗状況

河川における主要な対策の進め方は、上下流や本川支川の流域全体を見据え、●立ヶ花狭窄部上流の緊急的な堤防整備。●下流から計画的に行う堤防整備や河道掘削（大河津分水路改修，立ヶ花狭窄部掘削）。●上流で洪水を貯留するダム（大町ダム等再編）や遊水地の整備といった河川におけるハード対策をフル動員し、各管理者が連携・調整しながら段階的かつ緊急的に対策を講じている。

災害の原形復旧については3年が経過しほぼ完了し、小千谷市内(塩殿・川井・岩沢)で進めてきた堤防整備については完了している。河道掘削においては小千谷市東栄～木津地区で約 39 万³m³，長岡市植下～西藏王地区では約 47 万³m³を令和 6 年度までに掘削することとしている。

遊水地について県内では塩殿地区と真人地区の 2 か所で計画しており(図 10)，現在設計や地元説明会を行っているところである。来年度の着工を目指している。



図 10 塩殿・真人地区の遊水地整備計画

■大河津分水路の概要と改修工事

大河津分水路は 100 年前の大正 11 年(1922)に通水した。大河津分水路のしくみは、可動堰と洗堰を使い、平常時は信濃川下流へ必要な水量 270 m³/s を信濃川下流域が洪水時には全量を大河津分水路から日本海へ流すものである(図 11)。

大河津分水路は可動堰付近で川幅 720m であるが河口付近で 180m と出口で狭い漏斗状となっており、洪水が流れにくく、水位が上昇しやすく、堤防の決壊リスクが高いことが課題となっていた。

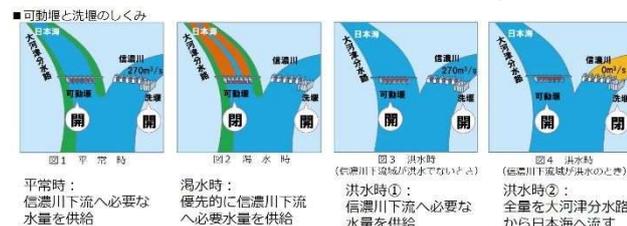


図 11 大河津分水路 可動堰と洗堰のしくみ



図 12 大河津分水路「令和の大改修」の内容



図 13 河川整備計画変更原案の内容

平成 27 年より令和 14 年までの計画で山地掘削，新第二床固工事，野積橋架替を内容とする「令和の大改修」を進めている(図 12)。出口の川幅を広げることにより長岡市街地付近までの洪水時の水位を下げるができる。なお，山地掘削の土量は約 1000 万³m³である。

また，河川整備計画を令和元年東日本台風と同規模の洪水に対して家屋の浸水被害を防止することとして，河道拡幅区間の範囲を変更することとしている(図 13)。

4. 信濃川水系流域治水プロジェクト

治水対策の転換

従来の治水は，国，県，市町村の河川や下水道等の管理者がそれぞれ役割分担を明確にしたハード対策が中心で，河川区域や氾濫区域における対策を実施してきた。近年の気候変動の影響や人口減少などの社会動向の変化により治水対策を転換し，国，県，市町村，企業，住民など流域全体のあらゆる関係者の協働による，河川区域や氾濫域のみならず，集水域を含めた流域全体で対策を実施する「流域治水」への転換が図られた。

河川管理者で国交省や県はこれまでと同様以上に治水対策を行うがそれに加えて流域の関係者の協働により流域全体で対応しようとするものである。

信濃川水系では令和元年東日本台風による緊急治水対策プロジェクトに加え再度災害防止，事前防災を進める必要があるとし「信濃川水系流域治水プロ



図14 信濃川流域治水プロジェクト(信濃川・千曲川)参考資料信濃川中流詳細図

プロジェクト」を令和3年3月に策定している。図14は県境から大河津分水路までの信濃川中流域の流域治水プロジェクトの詳細図である。プロジェクトの河川工事以外の取組み事例を紹介したい。

河川防災ステーションの整備

河川防災ステーションは洪水時に市町村が行う水防活動を支援し、施設被害が発生した場合等に緊急復旧を行う基地である。令和3年度から長岡市の信濃地先及び左近町地先で整備している。左近町地先では災害対策車両庫が完成し排水ポンプ車2台と照明車2台の配備が完了している。

既存ダムの事前放流(治水協定の締結)

事前放流は、洪水発生前に大雨に備えて発電などのダムの利水容量の一部を洪水調節のための容量として活用するものである(図15)。

信濃川水系には50の利水ダムで協定を締結した。水害対策のために使える容量の割合が25.8%から72.5%に増えた。

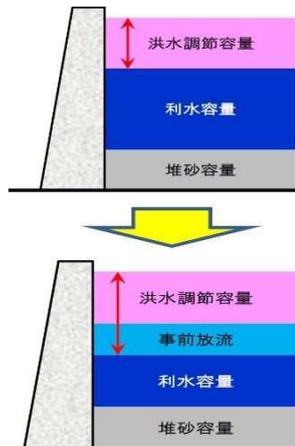


図15 ダムの事前放流

洪水時におけるWEBホットライン実施の体制整備

従前、洪水時の河川水位等の緊急性高い情報を市町村長へ個別に電話等で連絡し、避難指示や水防活動などの緊急対応を支援してきたが、これを強化するため、WEB会議システムを通じて情報伝達ができるよう体制を整備した。管内のすべての自治体に同時に、画像を用いて説明することが可能となった。

民間企業への水害BCP策定支援

近年の水害被害では事業所の設備被害が出て廃業に追い込まれるケースが見られる。管内企業の水害リスクを想定した事業継続計画(BCP)を策定した企業は少なく水害時の脆弱性が課題になっている。

地域防災力向上をめざし、水害BCPの策定支援セミナーを実施している。内容はハザードマップの見方や、企業における浸水対策・防災計画についてである。令和3年度は燕商工会議所で行った。

5. マイ・タイムラインについて

ハザードマップの見方と避難

長岡市のハザードマップは令和4年3月に更新し氾濫想定区域や浸水深が変わって驚かれたと思う。150年に1回の雨による洪水に対して策定されていたものが1000年に1回と想定最大の降雨による洪水に改定された。雨の量が1.6倍となっており、そのために浸水想定区域と浸水深が大きくなっている。

浸水深は黄色から紫色の6色で表現されている。黄色の0.5m未満は敷地には入るが1階床に浸水しない。0.5～3.0m未満は1階床上が浸水、3.0～5.0mは2階床上が浸水、5.0～10.0mは3階床上以上の浸水となっている。5.0mを越えたら木造家屋は基本的には浸水しない場所への水平避難が必要である。



図16 ハザードマップの例

家屋倒壊等氾濫区域は「氾濫流」と「河岸侵食」の2種類表示されており「氾濫流」は堤防が決壊した時に流される危険がある区域であり

「河岸決壊」は土地が削られて家屋が倒壊するおそれのある区域であり、浸水深と併せて確認しておく必要がある(図16)。

避難については基本的にはハザードマップに緑に表示された避難所であるが経路について地下道・アンダーパスや通行止めとなる橋などを確認しておく必要がある。なお、注意すべき点は垂直避難で車が守れないことである。生活に車は不可欠であり浸水しない場所に車で避難することが望ましい。

ハザードマップは信濃川や洩海川、黒川など河川毎に作成されていることから各河川のものを確認しておく必要がある。

災害が発生するおそれがある場合はいろんな情報が発信されるが、警戒レベル3では避難に時間がかかる高齢者等の避難の呼びかけであり、レベル4では災害が発生する危険性が高まり全員避難の指示である。またレベル5ではすでに災害が発生または差し迫った段階であり命の危険がある状態である。

水害は地震などの災害と異なり気象情報・洪水情報などが発表され備えられる災害である。ハザードマップなどを事前に読み解き準備しておくこととマイ・タイムラインの作成により災害時にとるべき行動を予め決めておくことで安全が確保される。

マイ・タイムライン

「マイ・タイムライン」とは水害に備えて、自分や家族のとるべき行動を整理し、時間ごとにまとめた「避難行動の計画」である。「いつ」「だれが」「どのように」準備や行動をするかを決めておくものである(図17)。

災害時、家族全員が安全に避難するために作成し活用されることを望んでいる。

(当日の講演内容及び資料から編集, 文責: 大地の会)

時間	2~3日前	1日前から当日	川のはららん
気象情報	【警戒レベル1】 早期注意情報、台風情報	【警戒レベル2】 大雨、洪水注意情報	【警戒レベル3相当】 大雨、洪水情報
川の水位	はららん注意水位に到達	避難判断水位に到達	はららん危険水位に到達
発表情報	長岡市の マイ・タイムライン	注意かん起 信濃川早期警戒情報	警戒レベル3 高齢者等避難
マイ・タイムライン	●確認すること ●準備・行動	●確認すること ●行動・(準備)	●確認すること ●行動
【参考】 備えと行動の例	●確認すること ●準備・行動	●確認すること ●行動・(準備)	●確認すること ●行動

図17 我が家の防災タイムライン(マイ・タイムライン)

2023 年度「大地の会 30 周年記念」春の野外観察会のご案内

笹川流れと津川層・七谷層の探訪



笹川流れの全景と眼鏡岩に見られる花崗岩

笹川流れと呼ばれる県北地域の地形は葡萄(ブドウ)山地が海にせり出し、海岸線は海流に洗われ険しいところです。荒々しい地形は、小川型花こう岩と呼ばれる中生代(日本列島が大陸の東端だったころ: 2億5,000万~6,500万年前)の岩石が海に洗われてできたとされています。その景観は、誰しも一度は行ってみたいと思われるところです。一方、高坪山の近くにある、あらかわ運動公園(村上市)周辺は、新潟地域では海底に堆積した最古の地層(津川層・七谷層)が分布する地域です。県北で新潟県の最も古い地層を体感してみましょう。

主な観察地: 笹川流れ・あらかわ運動公園周辺・シンクルトン博物館採石場 など

期日: **2023年5月21日(日)** 雨天決行

集合場所: 長岡市越路支所(長岡市浦715番地 TEL: 0258-92-3111)

時間: 8時00分集合、8時15分出発、17時30分越路支所帰着予定

- 対象: どなたでも参加できます。
- 募集人員: 40人(先着40人で締め切ります)
- 案内者: 佐藤和平さんほか「あらかわ大地の会」の方がた
- 参加費: 大地の会会員 2,000円, 一般 2,500円。
(参加費はバス代・資料代など。当日ご持参ください)
- 申し込み: 4月28日(金)までに、電話またはFAXで下記へ。

電話: 0258-92-5910 FAX: 0258-92-3333(長岡市越路支所地域振興課)

※昼食・飲み物は各自ご持参下さい。動きやすい服装及び靴(運動靴など)をお願いします。

主催 大地の会/長岡市越路公民館

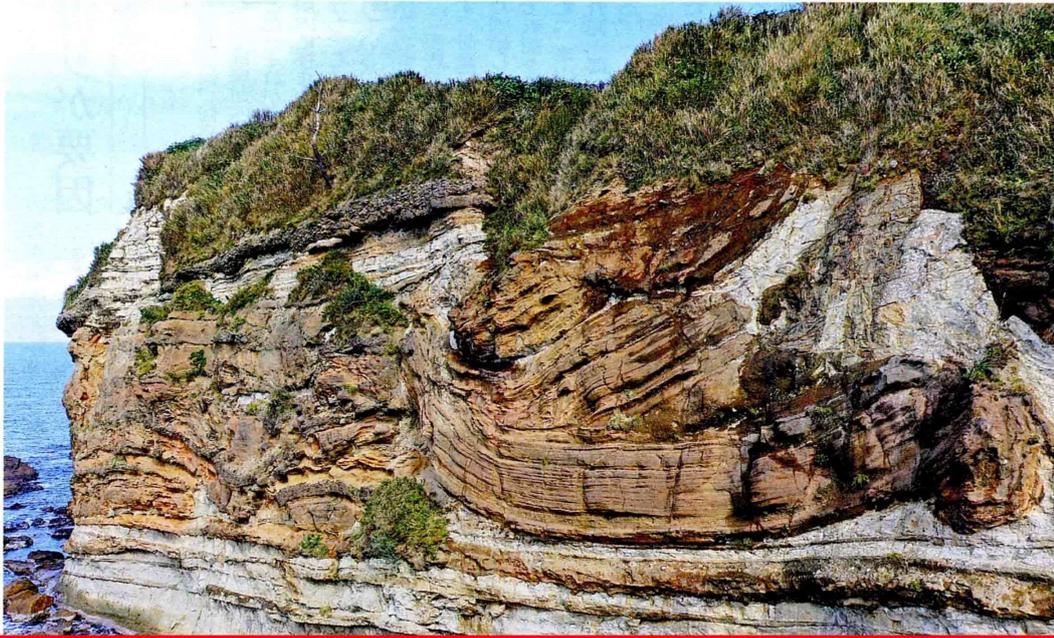
不動沢成出の向斜構造が新潟日報記事に

不動沢の向斜構造が 2022 年 12 月 8 日付けの新潟日報 Otona+に「露頭が語る大地の歴史」として「田塚鼻の層内褶曲」、「角田岬の火道（岩脈）の露頭」と共に掲載されました。

露頭が語る大地の歴史

地層と言えば、色合い、風合いの異なる土がほぼ水平に積み重なり、きれいなしま模様をなしているものとか、海に突き出した岬「田塚鼻」に、それは思っていた。そんな先入観を打ち砕く地層に出合った。

柏崎市と上越市にまたがる霊峰・米山（993.6m）の山麓、柏崎市等島の岬の西側の崖には、地層が露出した



変形数十万年 今もなお

長岡・不動沢の向斜構造



長岡市不動沢の河岸にある向斜構造の露頭について解説する飯川健勝さん。対岸の崖に見える地層が浅い皿のようになっている。

長岡市を流れる浪海川の河岸に日本地質学会の「日本の地質構造100選」に選ばれた露頭がある。

長岡市越路地区の不動沢集落から田んぼ道を少し歩くと、浪海川に出る。対岸の崖を見ると、地層が浅い皿のようになっている弧を描いているのがはっきりと見てとれる。「不動沢の向斜構造」という露頭だ。近くには越路の住民らが地質を学ぶ天地の会（小川幸雄会長）の協力で立てた解説看板もある。地域の宝として愛されていることが分かる。

向斜とは、地層が凹型へこむようにたわんでいる地形や地質構造を指す。逆に、地層が凸型に盛り上がるようにたわんでいるものは「背斜」と呼ばれる。

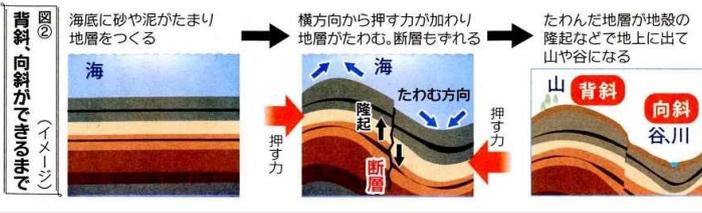
長岡平野（越後平野南部）周辺には、向斜（川谷と背斜山、台地の凹凸が連続する）の山、台地の凹凸が連続する。しわのような地形が広がっている。もともとは海底で水平に積もっていた地層が数十万年もの長い時をかけて両脇から押され、隆起しながらきたもの（図2参照）。

「地層が湾曲している底の部分に向斜軸といえます。不動沢は向斜軸がはっきりと見られる珍しい露頭です。大地の会の会場で、中越地域の地質に詳しい飯川健勝さん（80）に長岡市IIは力を込める。地質学の世界では、川や谷

中腹だけで、上下の地層はほぼ水平なことだ。長い年代をかけてゆっくりとねじ曲がっていったのなら、上下の地層も一緒に曲がっているはずだ。

になっている地形や、地層が斜めに傾いている露頭などから向斜軸の場所を推定することが多いと、向斜軸のものが確認できる不動沢は「向斜構造の全体を見ることができる重要な露頭」日本の地質構造100選と評価されている。

飯川さんは「この向斜は今でも変形が続いている活褶曲」とも話す。もし人類が数万年後まで存在し、この場所には、深淵のように角度のある凹型を見るのかもしれない。



図② 背斜、向斜がどうやってできるか

海底に砂や泥がたまり、地層をつくる

横方向から押す力が加わり、地層がたわむ。断層もずれる

たわんだ地層が地殻の隆起などで地上に出て山や谷になる

取材メモ

貴重な自然遺産である地層の露頭を訪ね、考えさせられた。どの場所も、地質ファンや観光客を迎える環境が整っていない。たどり着けたとしても解説がなければ価値を知ることができない。自治体にはもっとアピールしてもらいたい。



今回紹介した露頭ポイント

※国土地理院地図電子版を加工して作成

令和5年度大地の会活動カレンダー

※予定です。行事は個別にご案内します。

令和5年度大地の会 CALENDER 1							令和5年度大地の会 CALENDER 2						
4月		5月		6月		7月		8月		9月			
1土		1月		1木		1土		1火		1金			
2日		2火		2金		2日		2水	長岡まつり	2土	30周年記念県外ジオパーク巡検		
3月		3水	憲法記念日	3土		3月		3木	長岡まつり	3日			
4火		4木	みどりの日	4日	■成出草刈り	4火		4金		4月			
5水		5金	こどもの日	5月		5水		5土		5火	おいたち原稿締切		
6木		6土		6火	おいたち原稿締切	6木	中越沖地震(2007)	6日		6水			
7金		7日		7水		7金		7月		7木			
8土		8月		8木		8土		8火		8金			
9日		9火		9金		9日		9水		9土	■成出草刈り		
10月		10水		10土		10月		10木		10日			
11火		11木		11日		11火	関川堰川水害(1895)	11金	山の日	11月			
12水		12金		12月		12水		12土		12火			
13木	定例学習会・役員会	13土		13火		13木	新潟福島余震(2004)	13日		13水			
14金		14日		14水		14金		14月		14木	定例学習会・役員会		
15土		15月	薩平地すべり(1984)	15木	定例学習会・役員会	15土		15火		15金			
16日		16火		16金	新潟地震(1964)	16日		16水		16土			
17月		17水		17土		17月	海の日 加治川水害(1966)	17木	定例学習会・役員会	17日			
18火		18木	定例学習会・役員会	18日		18火		18金		18月	敬老の日		
19水		19金		19月		19水		19土		19火			
20木	長年構を要する会費会費徴収金点検式	20土		20火	おいたち112号発行	20木	定例学習会・役員会	20日		20水	おいたち113号発行		
21金		21日	野外観察会(村上)	21水		21金		21月		21火			
22土		22月		22木		22土		22日		22水			
23日		23火		23金		23日	■成出草刈り	23月		23木	秋分の日		
24月		24水		24土		24日		24火		24水			
25火		25木		25日	30周年総会・講演会	25火		25月		25木			
26水		26金		26月	洪水川破堤(1978)	26水		26火		26土			
27木		27土		27火		27木		27日		27水			
28金		28月		28水		28金		28月	羽越水害(1967)	28木			
29土	昭和の日	29日		29火		29土	岩石加工講座	29火		29金	地学講座第1回		
30日		30水		30木		30日	新潟福島余震(2011)	30水		30土			
31月		31火		31水		31月		31木		31火			

令和5年度大地の会 CALENDER 3							令和5年度大地の会 CALENDER (令和6年) 4						
10月		11月		12月		1月		2月		3月			
1日		1水		1金		1月	元旦	1木		1金			
2月		2木		2土		2火		2金		2土			
3火		3金	文化の日	3日		3水		3土		3日			
4水		4土		4月		4木		4日		4月	おいたち原稿締切		
5木		5日		5火	おいたち原稿締切	5金		5月		5火			
6金	地学講座第2回	6月		6水	溝原沢土石流(1986)	6土		6火		6水			
7土		7火		7木		7日		7水		7木			
8日		8水		8金		8月	成人の日	8木		8金			
9月	スポーツの日	9木		9土		9火		9金		9土			
10火		10金		10日		10水		10土		10日			
11水		11土		11月		11木		11日	建国記念日	11月			
12木		12日		12火		12金		12月	振替休日	12火			
13金		13水	東日本台風(2019)	13土		13日		13火		13水			
14土		14火		14木	定例学習会・役員会	14日		14水		14木			
15日	地学講座第3回巡検	15水		15金		15月		15木	定例学習会・役員会	15金			
16月		16木	定例学習会・役員会	16土		16火		16金		16土			
17火		17金		17日		17水	民権院大震災(1995)	17土		17日			
18水		18土		18月		18木		18日		18月			
19木		19日		19火		19金	大地の会新年会	19月		19火	おいたち115号発行		
20金		20月		20水	おいたち114号発行	20土		20火		20水	春分の日		
21土		21火		21木		21日		21水		21木	定例学習会・役員会		
22日		22水		22金		22月		22土		22金			
23月	(中越地震2004)	23木	鳥かごの日	23土		23火		23金	天皇誕生日	23土			
24火		24金		24日		24水		24土		24日			
25水		25土		25月		25木		25日		25月			
26木		26日		26火		26金		26月		26火			
27金	地学講座第4回	27月		27水		27土		27火		27水			
28土		28火		28木		28日		28水		28木			
29日		29水		29金		29月		29土		29金			
30月		30木		30土		30火		30水		30土			
31火		31水		31日		31月		31木		31火			

賛助会員紹介

- 国際石油開発帝石株式会社
- 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 ■ 株式会社広川測量社
- 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 111号

2023. 3. 20 発行

大地の会事務局

〒949-5411 長岡市来迎寺甲 1381 永井千恵子

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 星野文孝 TEL 0258(92)5910