

大地から学ぶ越路の

おいたち



立体地図展 (2011.9.2 カーネーションプラザ)



立体地図展野外観察会(2011.9.18 片貝断層)



長生橋と見学会・錆止め塗装後の粘土による型取り作業

【主な内容】

- 新連載第1回：金井さんのボーリング資料から大地の会顧問 渡辺文雄
- 長岡の大地をめぐる3Dツアー開催報告
長岡の大地をめぐる3Dツアー：野外観察会資料（抜粋）大地の会顧問 渡辺秀男
- 平成23年度地学講座開催報告
第1回 「北部地震の被害について」
ー建物被害と地盤との関係に焦点を当ててー元小千谷高等学校 吉越正勝
第2回 「北部地震による雪崩や斜面の災害」
ー積雪期の地震ではこんなことも起きる防災科学研究所 上石 勲
- 長生橋見学会 永井千恵子

金井さんのボーリング資料から 連載第1回

大地の会顧問 渡辺文雄

(1) ぶろろーぐ

お宝ともいえるボーリング資料

大地の会の顧問をつとめておられる金井幸次さんは長く井戸掘り（ボーリング）を仕事とされてきました。大地の会とは、前身の「越路講座」以来30年になろうとする長い「お付き合い」ということになりますが、きっかけはご自分の仕事に役立つよう地質学の基本を学びたいということだったそうです。毎回熱心に受講された内容が、たとえ一部ではあっても実際の仕事に活かされたならどんなに素晴らしいことでしょう。

逆に私たちも金井さんから、林道ができて新しい露頭（地層の見える崖）が見えるとか、どこそこのボーリングではこんな結果が得られたとか、地質にかかわる知見をたくさん頂戴しました。たとえば金井さんが発見した塚野山の地下水温水ゾーンについては、会報61号（2010年6月発行）で紹介したとおりです。越路町域周辺の露頭や地下地質については私たち顧問よりも金井さんがはるかに詳しいといっただいしょう。

その金井さんの地下地質についての情報の元である貴重な「ボーリング資料」を、このほどまとめて見せていただきコピーも取らせてもらいました。

私たちの地質調査は野外の露頭観察から始まります。露頭がないところ、たとえば平野の地下について踏査はまったく無力です（せいぜい砂利取り場くらいでしょうか）から、ボーリングのデータは垂涎のまゝ、貴重なお宝ともいえるものです。地震の被害と地盤の関係を追究するときにも地質調査ボーリング資料がずいぶん役立ったことは、大地の会の講座でも何度か報告されているとおりです。

金井さんの資料から、越路町の地下についてどんなことが分かるか、これから何回かにわたって連載していきたいと思います。

抜群の記憶力 ―― ボーリング位置について

金井さんのボーリング柱状図（土質と電気検層結果）は手書きで60本あまりが残されていました（初期のころは柱状図を施主に渡してしまって手元にコピーを残さなかったものが多いそうです）。コピーを取りながら次にすべきことはボーリング地点位置を

2,500分の1（図上の1cmが実際の25mにあたる）程度の大縮尺の図面に記入することでした。これには住宅地図が役立ちました。柱状図表書きに書かれている施主名および場所（地名）から、すぐに住宅地図で位置が判明するものも多かったのですが、地名が字名しかないとか施主名が地図に載っていない（世代が交替した、引っ越したなど）ときは、ご本人と奥様（一緒に仕事をした現場も多い）の2人で、この小路をこう入って左に曲がったからここだ、いやこの用水にはぶつからない、もう一本こっちの道だ、などと当時の記憶を必死に呼び覚ましてもらって確定することができました。この住宅地図ではこう描かれているけれども当時はこうだったとか、しだいに細かいところまで思い出されて、何十回と通った現場とはいいいながら、お二人の記憶力には脱帽させられました。

ボーリング位置が明らかになると、塚野山・西谷・飯塚・片貝・小国の5地域についてそれぞれボーリングが9～13本ずつあり、集中度が高いため、地質の解析に好都合であることがわかりました。

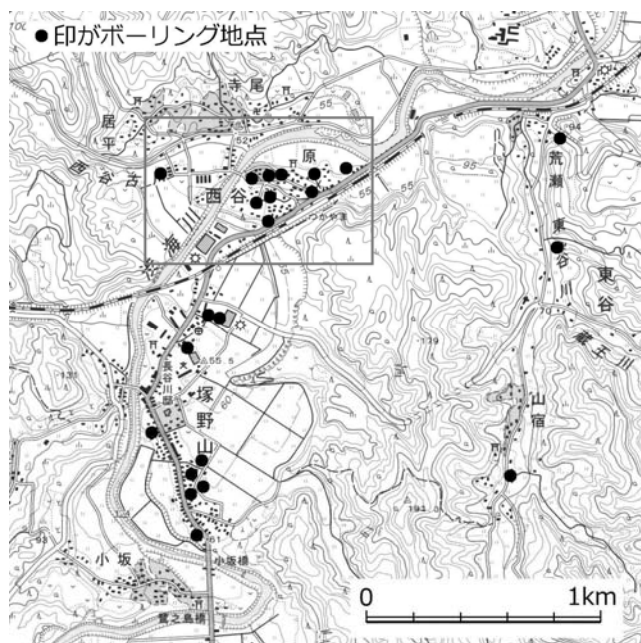


図1 ボーリング地点位置図（一部）
四角の枠は図3の範囲を示す

砂利は砂れき、粘土は泥に、用語の統一

史料・資料を残すさいには原典にはいっさい手を加えないという原則があるはずで、金井さんのボーリング資料を保存するという点ではその原則を守るべきですが、金井さんの資料をこの会報で紹介するにあたっては、金井さんの記載をこれまで大地の会で学び、親しんできた次の用語に統一することにし

ました。

(金井さん) → (会報) の順で

玉石→れき、砂利→砂れき、小砂利→細れき、
ネンド→泥、岩 (がん) →泥岩

金井さんは、握りこぶしより大きな石を玉石と記載することになっていたとのことですが、以下教科書言葉の「れき」とします。岩 (がん) は地質調査屋さんに便利につかわれていた言葉で(「基岩」のことか?)、多くの場合に泥岩を指しました。また金井さんは細粒堆積物を砂とネンドに区分していましたので、金井さんのネンドは「泥」※(砂より細粒なもののすべてをさす)と表記することにしました。なお金井さんの砂・砂岩・泥岩などはそのままです。

※泥は、滑らかな(細かい粒子である)粘土と、粘土より粒子が大きくややザラつきのあるシルトを合わせて言う。

(2) 西谷篇その1

まえおきが長くなりました。連載の第1回は金井さんの地元である西谷地区を取り上げます。図4からわかるように塚山駅裏から西北西に突き出したような台地は、標高 66~68m の高い面と、標高 59~64m の低い面からなる2段の河岸段丘です。集落の大半がここに立地します。段丘の地下はどうなっているのでしょうか。渋海川沿いに大きな露頭があるので、ボーリング資料と比較しやすい地区です。

まずボーリング柱状図(図2)とそれらの位置(図3)をご覧ください。と書いてきたところで紙数がつきました。図2~4からどんなことがみちびきだされるでしょうか。皆さんもいっしょに考えていただければと思います。以下次号。

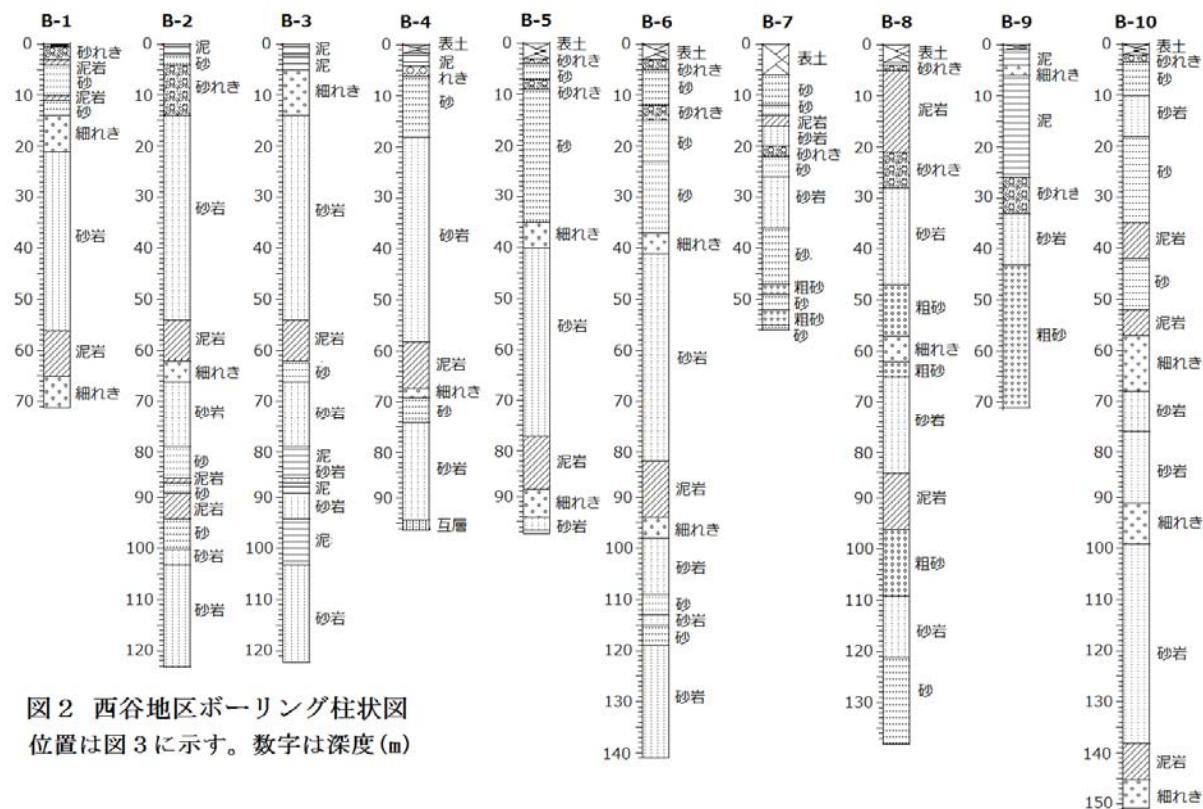


図2 西谷地区ボーリング柱状図
位置は図3に示す。数字は深度(m)

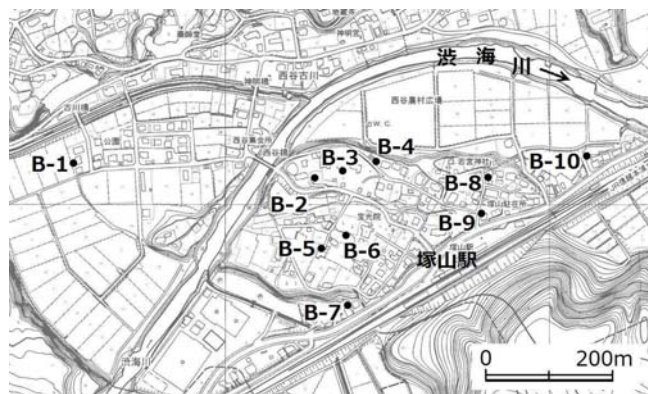


図3 西谷地区ボーリング位置図

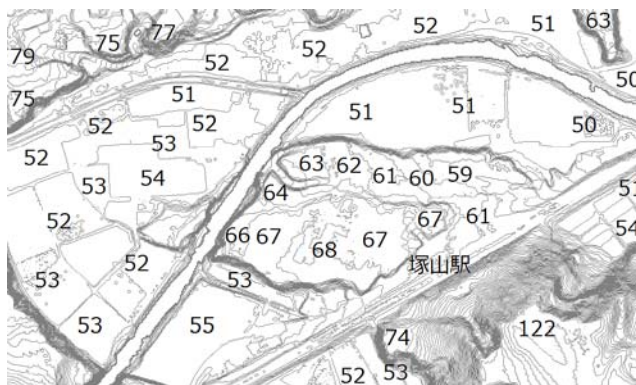


図4 等高線および標高(m)図 等高線は1mおき

平成 23 年度立体地図展「長岡の大地をめぐる 3 D ツアー」

立体地図展 367 人、野外観察会 47 名、好評のうちに無事終了

残念だった市民活動団体助成の落選

立体地図展は昨年度、ながおか市民センターでの開催がとても好評だったことを受け、引き続き内容を充実して実施することが役員会で話し合われ準備してきました。

恒例行事である地学講座や野外観察会に会費収入のほとんどが費やされるために、立体地図展の開催には活動資金が不足します。そのために長岡市の市民活動団体助成の獲得は必要不可欠なものと考えていました。

昨年の実績とさらにパワーアップした内容に自信を持って本年 4 月、助成申請書を提出しました。一次審査は無事通過、二次審査は公開プレゼンテーションです。……結果は落選。

落選通知に審査員の講評として「……貴団体は、市民活動団体としてすでに成長を遂げている、という印象を受けました。企業のスポンサーなどとの連携で事業を行うことも、一案かと思います。……」

総会直前の通知でした。落選は残念だったものの、中越地震を経験し、また各地で発生している地震や水害、土砂災害などの自然災害の被害が、地形や大地の成り立ちに深く関係していることから、「長岡市民を対象として生活の基盤であるふるさとの大地の成り立ちを分かりやすく解説し、洪水や斜面崩壊などの自然災害と地形との関わりについて関心を高める」ことを目的としたこの立体地図展は、大地の会の活動展開として意義があるものと思え統一し、気を取り直して実施に向けて取り組みました。

立体衛星写真の作成展示と野外観察会の実施

今年度の立体地図展は名称を「長岡の大地をめぐる 3 D ツアー」とし内容は、①昨年作成した「立体地図」に加えて同じ場所の「立体衛星写真」を作成し並べて展示する立体地図展。②昨年実施した併設講演会で現地を見ることで理解が深まるとの意見から立体地図を持ての野外観察会を行う。こととしました。立体衛星写真は顧問の渡辺文雄先生から引き受けていただきました。迫力のあるとても分かりやすい立体衛星写真パネルができあがりました。

以下に立体地図展の開催状況と野外観察会について概要を報告します。

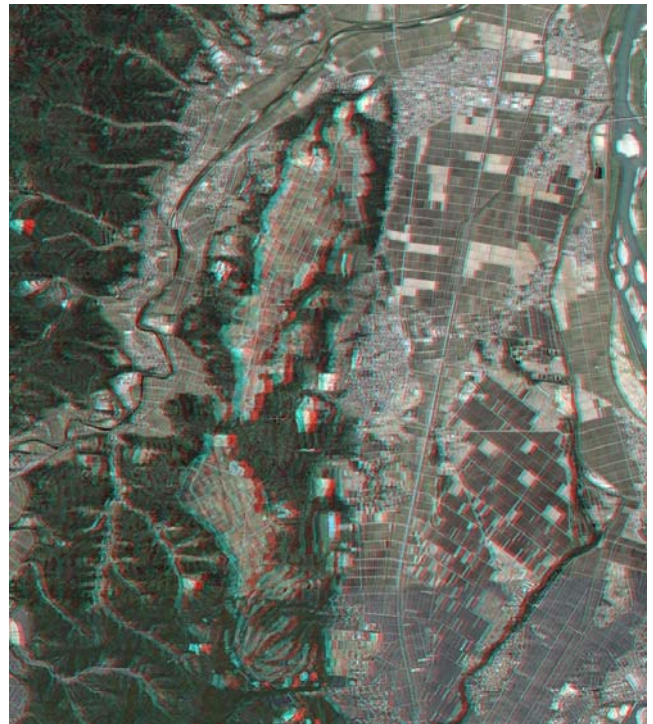


写真-1 立体衛星写真:越路原小栗田原

■立体地図展

- ・第1回目 日時：9月2日（金）～4日（日）
会場：カーネーションプラザ（旧大和）

昨年の反省から開催日を大手通りに歩行者天国などのイベントが開催される日にあわせて行うこととしたものです。入場者 2 日：43 人、3 日：88 人、4 日：83 人の計 213 人、初日の 2 日には長岡ケーブルテレビの取材があり、後日放映されました。

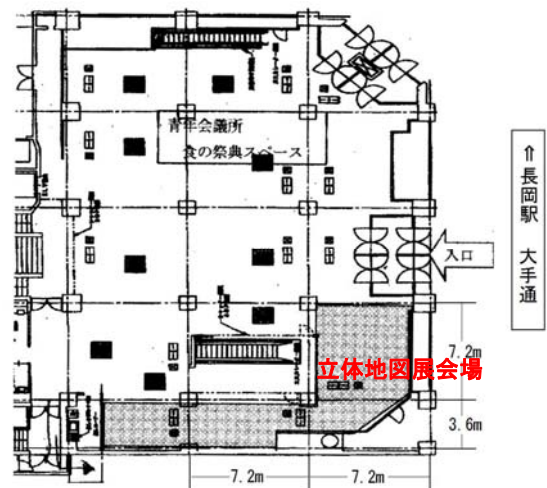


図-1 カーネーションプラザ 会場位置図



写真-2 長岡ケーブルテレビの取材

・第2回目 日時：9月17日(土)・18日(日)
会場：長岡技術科学大学 環境システム棟2階

長岡技術科学大学都市計画研究室との共催で技大祭に併せた立体地図展を開催しました。技大での来場者は154人でした。



写真-3 長岡技術科学大学での展示風景

・来場者アンケートから

アンケート回収数は46、(回収率12.5%) 昨年に比べ回収率がとても悪かったことは反省すべき点ですが、主な意見や感想、活用への期待は以下です。

- ・すべての図が大変興味深いものでした
 - ・自分の住んでいる場所の地形が良くわかった
 - ・鋸山の険しい山並みが印象に残りました
 - ・非常にリアルに体感できました
 - ・太古からの流れにロマンを感じたし身近なものと考えられ楽しめた。
 - ・立体地図の作成により詳細な防災計画の資料作成に効果大きい
 - ・地域の災害との関連がよくわかりました
 - ・一冊の書籍としてまとめられたらどうでしょう
 - ・冊子にしてメガネつきで子供達にみせるとよい
 - ・DVDにして図書館や学校に配布してはどうか
- 等々、ほとんどが好意的な評価でしたが、否定的な意見は3通ありました。

- ・ただ立体図より観点が大切、何をどう見るか
- ・強調せずとも生の数値を視覚化するだけでよい
- ・ちょっと目が回って気持ち悪くなった。

今年の来場者も昨年同様、圧倒的に長岡市の旧市内の方々が多く、周辺地域からの来場は少ない結果でした。今後、巡回展の取り組みが必要かと思われ、検討していきたいと考えています。

■野外観察会

- ・日時：9月17日(土)・18日(日) 8:30~16:30
- ・集合場所：カーネーションプラザ前

2日間、同じコースを巡ることで開催しました。予算の関係から2,000円の負担をお願いしたこともあり、思ったより参加者が少ない結果でした(28名)。なお、17日には糸魚川フォッサグナミュージアム友の会から19名の参加がありました。特に片貝断層の露頭では活断層の激しい変動に感嘆の声があがりました。

・観察地点

- ① 不動沢成出：魚沼層の向斜構造(越路)
- ② 塚野山：渋海川の瀬替え(越路)
- ③ 片貝：片貝断層群と段丘の変形(小千谷)
- ④ 山本山山頂：信濃川流域の地形観察(小千谷)
- ⑤ 東竹沢：中越地震で発生した大規模地すべりと河川閉塞(山古志)
- ⑥ 虫亀：地すべり地形と棚田(山古志)
- ⑦ 高寺町：波打つ段丘面の変形(長岡)
- ⑧ 寺泊中央海浜、円上寺隧道河口：大河津分水がつくった砂浜(寺泊)

おいたち本号で野外観察会資料の抜粋を掲載します。資料は渡辺秀男先生から作成して頂きました。



写真-3 片貝断層群の露頭

立体地図展後、長岡市危機管理防災課から「防災意識の啓発」の観点から活用できないかとの打診があるなど立体地図・立体衛星写真の作成は大きな意義があると実感した活動でした。来年度につなげていきたいと考えています。(文責 小川幸雄)

長岡の大地 3D ツアー：野外観察会資料（抜粋）

（観察地点1 成出：魚沼層の向斜構造）

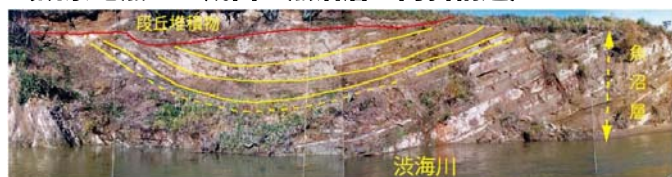


写真-1 不動沢成出の向斜構造

- ・凹型に変形した地層と、その上位にほぼ水平にたまった薄いれき（砂利）層が見られます。
- ・湾曲している地層は約 70 万年前頃に堆積した魚沼層で、地層ができた当初は水平でした。
- ・魚沼層の上に重なるれき層（砂利層）は、約 3 万年前頃の波海川の河原をつくっていた地層です。

（観察地点2 塚野山：波海川の瀬替え）



写真-2

写真-3

・波海川は蛇行した河川で有名です。江戸時代から流路をまっすぐにし、旧流路を水田に替えてきました。これを「瀬替え」と言います。旧塚山中学校裏の瀬替えで、旧河川の流路ではまわりより一段低い水田になっています（写真2）。

・写真3は塚山鉄橋の波海川の掘割です。ここでは瀬替えにより新しい流路が直線状になり、川のこう配が大きくなりました。そのため、流速が増して川底はけずられ（浸食され）、橋脚が洗い出されて列車落下事故の原因となりました。今回は時間の都合で行けません。地図は、現在の波海川と旧波海川の流路を示しています。



図-1 波海川 塚野山の瀬替え

大地の会顧問 渡辺秀男

（観察地点3 片貝：片貝活断層群と段丘の変形）

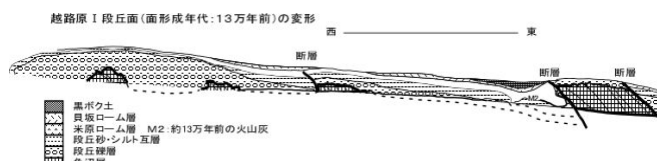


図-2 片貝断層群のスケッチ

- ・地層は下位より、垂直近く傾いた魚沼層（基盤）、それを横切るように重なっている段丘堆積物（れき層、砂層、粘土層）、その上位の赤土・黒土層（レス・火山灰層）からなります。
- ・段丘堆積物の地層は曲がりくねり断ち切られています。この地層は、約 14 万年前の信濃川の河原で堆積しました。たまたま当初はほぼ水平に広がっていました。
- ・地層が曲がり切られた原因は、地層ができてから現在までの、地震を起こした断層運動によるものです。赤土や地表面までも変形しているようすを観察してみてください。
- ・片貝断層群の運動は 14 万年前の信濃川の河床面を最大 100m くらい上昇させ、大地を大きく変形さ

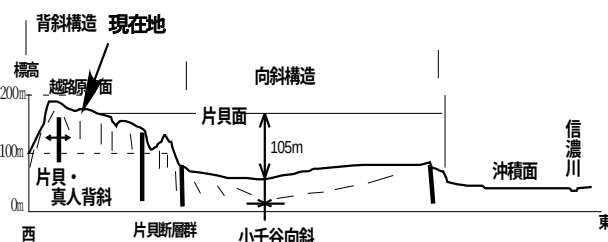
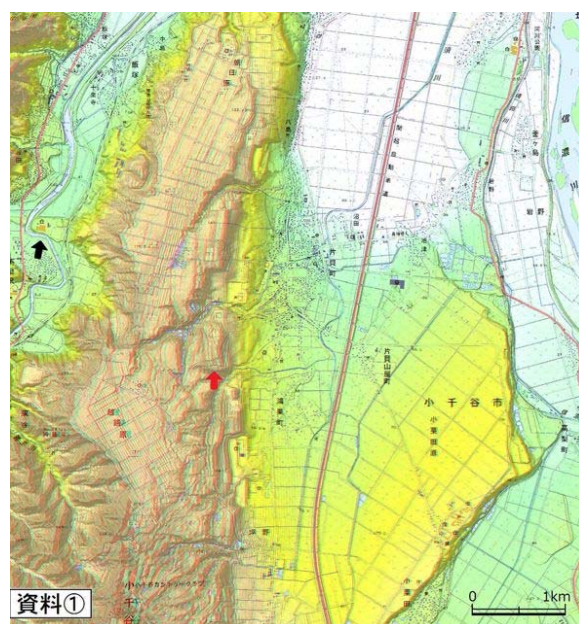


図-3 小栗田原・越路原の変形

せました。この崖の地層の変形から、それを読みとることができます。

・ここでは段丘面を上方に湾曲した褶曲構造（背斜（はいしゃ）構造）が見られ、越路原の背斜構造は石油やガスを貯めました。

（立体地図観察の視点）

・図の地形は波状にうねっています。地盤が波状に変形する「褶曲（しゅうきよく）構造」が地形にも現れます。上方に湾曲する越路原は馬の背構造で、背斜（はいしゃ）構造と言います。谷底部は逆に向斜構造（渋海川・小栗田原）です。

・立体地図で確かめてください。黒矢印は観察地点1、赤矢印は観察地点3地点の位置です。

・上方に湾曲した越路原面と下方に湾曲した小栗田原面を見てください。

・現在地の赤矢印あたりから南北にはしる線状構造地形（リニアメント）を読みとってください。断層による傷跡です。

（観察地点4 山本山山頂：信濃川流域の地形観察）

・下の写真は展望台からの大パノラマの一部です。展望台の南側では左手から守門岳（1538m）や浅草岳（1586m）、中央に越後三山（越後駒ヶ岳（2003m）・中ノ岳（2085m）・八海山（1778m））が、さらに右手に巻機山（1967m）や苗場山（2145m）が望めます。駒ヶ岳、巻機山、谷川岳（1963m）、苗場山は日本百名山です。

手前には魚沼丘陵、西には東頸城丘陵、眼下には信濃川と河岸段丘群が見えます。地形の遠望は中越地方の大地の成り立ちを説明しています。



写真-4 山本山展望台からの眺望

（大地の成り立ち）；末尾の資料参照

① 2億年～2000 万年前頃にできた岩石からなる越後山地越後山地は、地下深くでマグマが固まってできた深成岩や、古太平洋に1億数千万年前（中生代）に堆積してできた堆積岩（粘板岩やチャート）からなります。これらの山をつくっている地盤の上昇量（隆起量）は現在までに5000mをかるく越えると思われます。

八海山は2000 万年前（新生代）の古日本海ができた頃にはたまったれき岩層（石ころの地層）からなります。この石ころの供給源はすでに陸地になっていた越後山地からのものです。

② 2000～200 万年前頃に堆積した地層からなる魚沼・東頸城丘陵。魚沼・東頸城丘陵の地層は、深海だった古日本海を埋め立てた泥や砂、れきの地層からなります。この地層は石油やガスを貯めています。また、海底火山活動でできた溶岩やギョウカイ岩層も厚く堆積しています。魚沼丘陵・東頸城丘陵は日本でも有数の地すべり地域です。地すべりを起こす地層はおもに深海にたまった泥岩層です。

③ 60 万年～25 万年前の火山活動でできた鳥甲火山・守門岳・浅草岳・苗場山

海底だった地域が200 万年前頃から隆起（りゅうき）して丘陵に変わっていきます。越後山地はますます隆起します。丘陵の周辺では守門岳、浅草岳、苗場山が火山噴火をしました。

④ 信濃川が段丘をつくった時代

40 万年前から現在にかけて、越後山地や魚沼丘陵と東頸城丘陵の間の低地には、六日町盆地や十日町盆地がつくられ、扇状地や河岸段丘がつくられています。

（河岸段丘の遠望）

一番高く古い段丘面は展望台と牧場のある平坦面です。約14 万年前は同じ古信濃川の河床でした。それ以降の断層により高低差が生じています。展望台は標高336mあり、信濃川河床との高度差は300m弱です。この数値は14 万年前から現在までの地盤の上昇量を示し、千年につき平均2mになります。この上昇速度は日本でも有数で、眼下の信濃川を見てそれを実感してください。中越地震でもこの辺りの地盤が一番上昇しました。

池中新田や市民の家のある段丘は約6 万年前にできた段丘で、塩殿は約3 万年前、小千谷市街地は約1 万年前にできた段丘です。



写真-5 山本山の遠景

（観察地点5 東竹沢：中越地震で発生した大規模地すべりと河川閉塞）

・中越地震により東竹沢地区に大規模な地すべりが発生し芋川が河川閉塞してダム湖ができました。

・地すべりは芋川に向かって傾いた砂質泥岩の地層面が滑り面になったことで発生しました。妙見もこのようなすべりで大規模崩壊が起きたとも言われています。

・芋川はせき止められダム湖をつくり、上流側の木籠地区の家（約10戸）が水没しました。



図-4 東竹沢の地すべりと天然ダム

（観察地点6 虫亀：地すべり地形と棚田）

・地すべりの一般的なメカニズムは、「山間地の傾斜した泥岩層やギョウカイ岩層の風化」→「地すべり粘土の生成」→「豊富な地下水の潤滑油となり」→「斜面をつくる地層が 重力による下側への移動」です。

・地すべりは春の融雪期に起こりやすいと言われています。中越地震では地震前の台風の接近による大雨で地盤に多くの水がしみこんでいたことが、地すべり被害を多発させた要因と言われています。



図A 虫亀の地すべり（1980年4月）
災害発生直後の状況（新潟県長岡地域振興局提供）



図-5 虫亀地すべり

（観察地点7 高寺町：波打つ段丘面の変形）

・長岡西部の段丘面はかまぼこ型に湾曲するのが特徴です。段丘面ができた当初はほぼ水平でした。その後の地盤の褶曲運動（地盤が波打つように変形する運動）で、波の山の部分の段丘面は押し上げられて「かまぼこ型」に変形しました。

・この地域の一番高い高寺段丘面（約10万年前の信濃川河床面）は最も大きく変形しています。高寺面は低位の関原面（6万年前の信濃川河床面）に埋没し、関原面が下位の平野に傾いて平野の地下にもぐっています。国道8号線と関越高速道路の交差するあたりは関原段丘面が平野（沖積面）に埋没する所です。

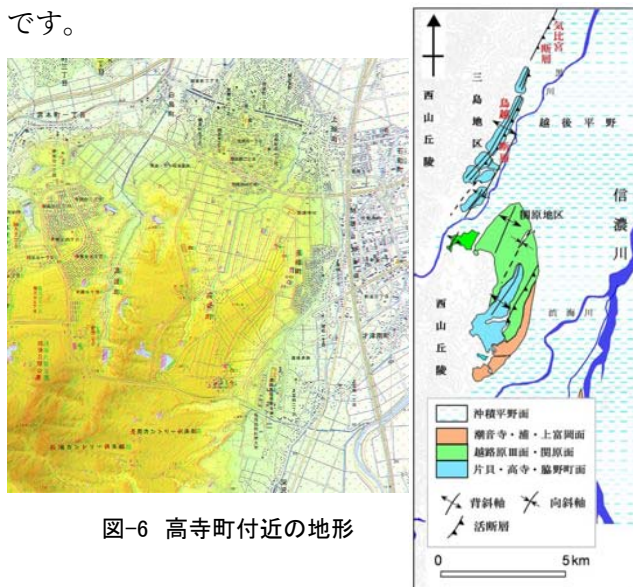
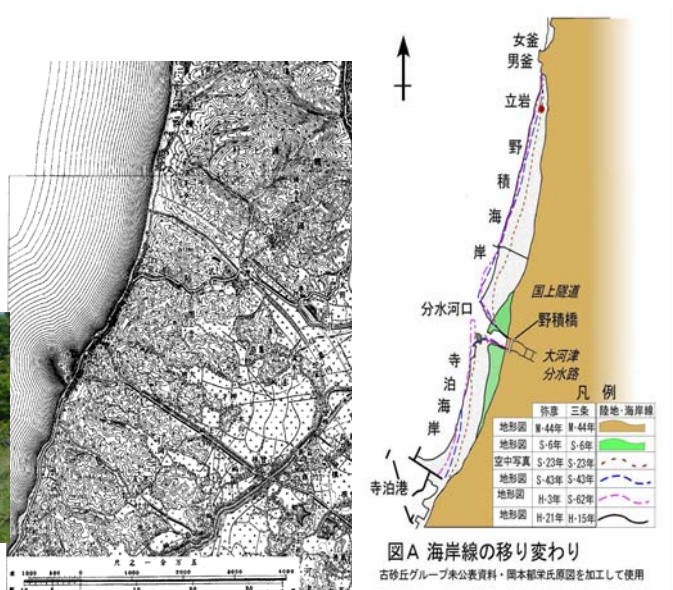


図-6 高寺町付近の地形

（観察地点8 寺泊中央海浜公園、円上寺隧道河口：大河津分水がつくった砂浜）

（地図）左は分水完成前の明治44年度版5万分の1地形図、右は完成後の海岸線の変化を示す。



図A 海岸線の移り変わり
古砂丘グループ表資料・関本郷家氏図を加工して使用

図-7 大河津分水河口の海岸線の変化

- ・越後平野の洪水被害をなくすため、信濃川の一部を海に流すように、全長 9.1km の大河津分水路が 1922 年（大正 11）年に完成しました。
- ・分水路の放水により土砂が多量に海に供給され、河口付近にたまった土砂は波浪に流され移動し、海岸沿いに砂浜をつくりました。
- ・昔は砂浜がほとんどなかった寺泊海岸や野積海岸に、現在は広い砂浜が広がっています。
- ・図は分水路が完成してから、両海岸の砂浜がどのように成長や変化をしたかを示したものです。
- ・観察地点 8 も大河津分水完成前海で、海が南側の岩山のふもとにあったと言われています。

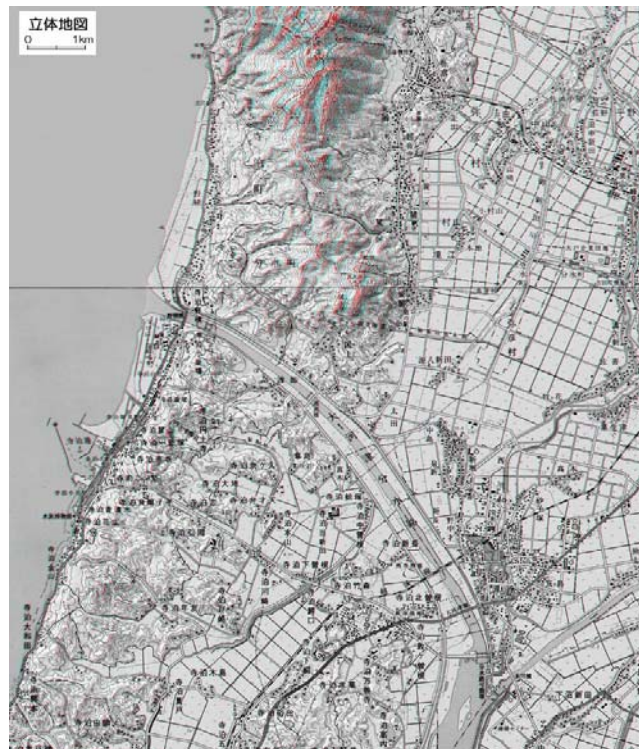


図-8 大河津分水路付近の地形

長岡とその周辺の地質図・断面図（新潟県 2000 年；一部簡略化）

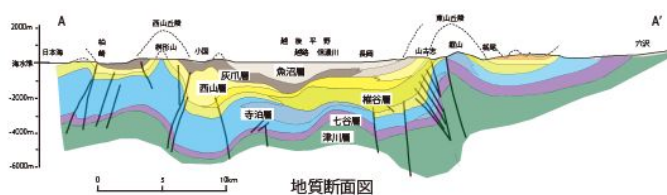
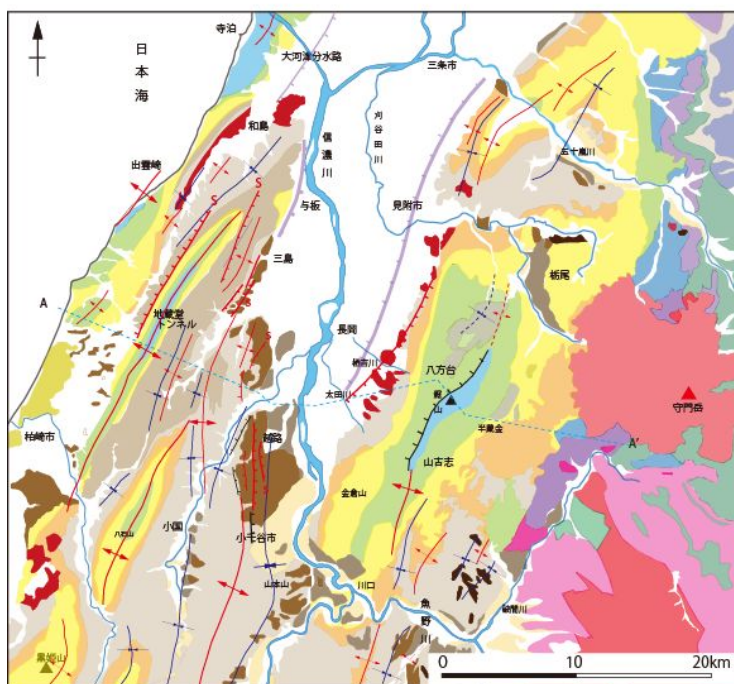
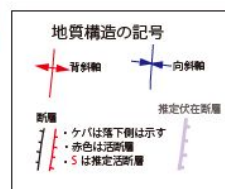


図-9 長岡とその周辺の地質図・断面図

地層の年代表

地質年代		万年前	地層名（種類）、沖積平野の地層は省略	長岡地域のようす
新生代	第四紀	完新世	地すべり堆積物 砂丘堆積物 沖積段丘（沖積層・れき層）	縄文時代 丘陵の形成期 越後平野形成期
		13	低位段丘（れき層） 中位段丘（れき層） 高位段丘（れき層）	
		70	御山層（れき層・砂層・泥層） 魚沼層（砂層・シルト層・れき層） 灰川層（砂層・シルト層）	
		260	白岩層（砂質シルト岩） 守門岳火山（火山岩）	
	第三紀	新世	西山層（泥岩層・砂岩泥岩互層） 権谷層（砂岩泥岩互層・火山岩層） 寺泊層（黒色泥岩・火山岩層） 七谷層（硬質黒色泥岩・ギョウカイ岩） 津川層（緑色火砕岩類・堆積岩類）	陸化する時代 浅い海の時代 深海底の時代 激しい火山活動 日本海の発生期
		500		
		1500		
		2000		
	古第三紀	2400		
	中生代	6500	足尾帯（粘板岩・砂岩・チャート） 花崗岩類	大陸と陸続きの時代



（本稿は野外観察会資料（渡辺秀男氏作成）を大地の会で抜粋・編集しました。）

平成 23 年度地学講座開催報告

「長野県北部地震」－さまざまな地震災害と最近の知見－

今年度の地学講座は 3 月 12 日に発生した長野県北部地震に焦点を当て開催しました。

前日の 3.11 東日本大震災の衝撃的な津波被害と、それに加えて福島第一発電所の放射能漏れにかかる連日の報道の陰に隠れ、ややもすると忘れられてしまうような長野県北部地震ですが、積雪期に県境付近の山間地域を襲った地震で、建物被害に加えて雪崩や地すべり、岩屑流などさまざまな被害があった災害でした。

今回の講座は、北部地震の被害とその特徴に加えて、地震の新しい見方（熱移送説）について講演を頂き、地震災害についていろんな角度から学ぶこととしました。

講演は各回、40～50 名の出席を頂き活発な質疑があり今年も大好評でした。以下に概要を報告します。

■第 1 回 9 月 27 日

【演題】「北部地震の被害について」

－建物被害と地盤との関係に焦点を当てて－

【講師】元小千谷高等学校 吉越正勝氏

【概要】北部地震の被害につて、長野県栄村の森地区、青倉地区、横倉地区を中心に、地盤の形成過程と被害との関係を詳しい調査に基づいた報告と、地震に弱い地盤について中越地震の小千谷・川口地区との比較から解説して頂きました。

【出席者】40 名 出席者からは「現地調査大変ご苦勞様でした」「悪い地盤と対策についてもっと話を聞きたい」などの感想とともに満足との評価でした。

■第 2 回 10 月 4 日

【演題】「北部地震による雪崩や斜面の災害」

－積雪期の地震ではこんなことも起きる－

【講師】防災科学技術研究所雪氷防災研究センター 学術博士 上石 勲氏

【概要】地震に伴ってたくさんの雪崩が発生しており、その雪崩は、いろんなところで起きており到達距離が長いなど、自然の雪崩の法則に違反しており大きな被害があったとのことで、積雪期の地震の怖さを再認識した内容でした。

【出席者】40 名 「冬に大地震がきたらと思うとゾーとします。雪国に住んでいるため大変良い勉強になりました」「積雪期の地震被害の大きさが良くわかった」「雪崩の実験がとても分かりやすかった」などの感想が寄せられました。



■第 3 回 10 月 16 日

【野外観察会】「北部地震の爪あとをめぐる」

－罹災の大小のところの違いを考える－

【講師】元大手高等学校 理学博士 飯川健勝氏
ほか顧問の皆様

【概要】地震で大きな被害を受けた津南町、長野県栄村（森、青倉、横倉）の被災地を巡るとともに 7.30 新潟福島豪雨によって大規模な土砂崩れと洪水被害を受けた羽根川の被災状況を観察しました。

【参加者】32 名 「実際の現場は報道されるものと比べられて良かった」「地質や場所により被害が異なることが理解できた」との感想があり、とても楽しい観察会でした。

■第 4 回 10 月 21 日

【演題】「地震の新しい見方」

－熱移送説で信越地域の地震を解く－

【講師】埼玉大学名誉教授 理学博士角田史雄氏

【概要】地震がなぜ発生するかはプレート説では説明できない。地球の外核から放射される熱エネルギーは南太平洋で湧き出し、火山噴火と地震を伴って周期的に日本列島に移送されてくる。この熱移送が地震の原因と解説されました。

【出席者】49 名 「熱移送説という初めて聴いたのに興味を持てた」「地震に対する新しい見方、地球規模の幅広い観点からの講話に関心が持てました」「地震の起こり方について、プレート説と思っておりましたが、熱膨張に依るものとの説明に大変感銘を受けました」など多数の感想が寄せられました。

なお、各講座の詳しい内容は、「おいたち」の今号と次号の 2 回にわけて掲載いたします。

（文責 小川幸雄）

長野県北部地震の建物被害について -建物被害と地盤との関係に焦点をあてて-

元小千谷高等学校 吉越正勝

六地蔵は住民を救ったか

長野県北部地震の話題として「飯山市西大滝の六地蔵、住民を救った」という情報がインターネットや新聞で報道されていました。記事によると、南を向いていた地蔵様が全部東の方、つまり北部地震の震源の方を向いて、地蔵が地震の波を防いでくれた。そのため西大滝では震度6弱もあったが、ほとんど被害がなかったというものでした。

西大滝地区には西六地蔵と東六地蔵そして馬頭観音があるのに、話は西六地蔵のこのみで、特に東六地蔵については、一切触れられていませんでした。なぜでしょう。

馬頭観音のある位置は野々海川がつくった扇状地の中央にあり、全高 3m 強の高さのところ、当時は 2m の圧雪があり竿石だけが出ていました。馬頭観音の竿石は 3t もの重いものですが、南から東へ反時計回りに 45° 回転していました。

話題の西六地蔵ですが扇状地の先端にあります。確かに 6 体の地蔵様が東を向いています。左端の地蔵様は、モルタルで固定されていますので動いていません。地蔵の高さは 63cm の楕円体で重さは 300kg 程、回転角を測ってみると 80°~95° となっています。

これに対して東の六地蔵は集落の東、固い岩盤を削って台石が固定されその上にのっています。全高は 63cm と西の六地蔵と同じです。当時はすっぽりと雪に覆われていました。そのために全く動かなかったものと思われます。

西の六地蔵の回転は、渡辺文雄さんの分析による



写真-1 西の六地蔵



写真-2 東の六地蔵



写真-3 南から東に回転

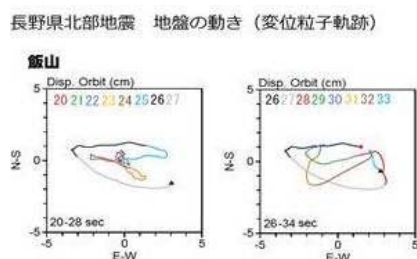


図-1 地盤の動き(渡辺文雄氏)



と飯山における地盤の動き（反時計回り）と一致しています。馬頭観音と西六地蔵の動きの差（45°と90°）は石の大きさによる摩擦力の違いと考えられます。もし圧雪がなかったら転倒していたでしょう。

長野県北部地震の位置づけと特徴

北部地震は、東北地方太平洋沖地震の誘発地震と考えられます。北北東-南南西方向で長さ 500km 幅 300km の地震が起きた後、同じ方向に各地で地震が起きています。多くは、フォッサマグナより東のブロックで起きています。

津南での観測では、最大加速度 804gal となっています。この地震は逆断層タイプでマグニチュード (M) 6.7、深さ 8km の非常に浅い地震です。また、この地震は震度の大きな地域が中越地震に比べて非常に狭いことが特徴です。



図-2 北部地震(上)と中越地震(下)の震度分布比較

各地域の建物被害と地盤 栄村 森地区

栄村森地区は、森宮野原駅に近い地域と千曲川に沿う地域の被害が大きく、そこに挟まれた中央部の被害は小さい。その理由は、中央部に流れ山がありその背後には厚く泥が堆積しています。この地盤の差が被害の差に関係しています。(図-4)



写真-4 森地区の被害



図-3 森地区の建物被害と地形面区分図

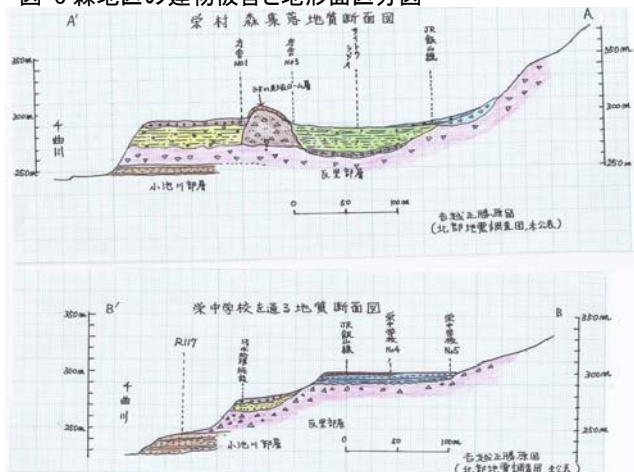


図-4 森地区の地質断面図

青倉地区

青倉地区は、今回の地震で一番被害が大きかった地域です。戸数 58 戸のうち 28 戸が全壊で更地となっています(48%)。中越地震の小千谷市打越集落の大

きな被害、震度 6 強で 60%が全壊という状況によく似ています。

集落の西側の仲の川に沿う地域を地元のひとは「のけま」と呼んでいます。いつもだらだら崩れる場所を、そう呼ぶのだそうです。この下では飯山線の路面が崩壊し線路が宙づりになりました。

集落の西側半分に大きな被害があり、東側半分は被害が少ない地域です。西側には柔らかい泥質の堆積物があるものと考えられます。

また、青倉地区を流れる中条川の上流では、大崩壊による岩屑流が発生しました。トマトの国の建物付近まで流れてきました。岩屑に雪が混ざっていたことから、遠くまで流下したといわれています。中条川は、1847 年にも大規模な崩壊があり岩屑流が発生したとのことです。中条川に沿って断層があることに起因するという話もあります。



図-5 津南新聞記事



写真-5 青倉地区の家屋被害

横倉地区

横倉地区は、細長い狭い地形の場所に集落が集中して建っているところです。ボーリングデータによると地表から 5m 位までが泥で、その下 3m 程度が礫層となっています。ここも被害が大きく、鉄筋コンクリートの建物が崩壊するなどの被害がありました。



写真-6 横倉地区の家屋被害



写真-7 横倉地区の道路施設被害

北部地震の被害

長野県北部地震は、中越地震と比較すると非常に被害が少ないことが分かります。少ないからいいというものではありませんが、人口が密でないところで起こった地震ということでしょう。

主な被害

地域		人的被害		住宅被害			非居住構造物
		軽傷	重症	全壊	半壊	一部損壊	全半壊
新潟県	長岡市	0	0	0	0	21	1
	柏崎市	2	0	0	0	2	2
	十日町市	9	0	21	103	729	105
	上越市	3	1	2	17	184	44
	南魚沼市	3	0	0	0	9	5
長野県	津南町	37	0	6	45	628	206
	栄村	10	0	33	169	480	266
	飯山市	0	0	1	0	14	0
	野沢温泉村	1	0	0	0	1	0
	長野市	1	0	0	0	0	0
	合計	66	1	63	334	2068	629

図-6 長野県北部地震の被害

被害と地盤

地震の建物被害と地盤との関係について、中越地震でまとめられているものを見ると、①地形的に細いところ ②泥の堆積物が厚いところ ③段丘の上に崖錐のようなものが被さっているところ ④切盛を行ったところ などが被害が大きいところです。分かりやすく図にしたものを図-7に示します。

地震に弱い地盤の形成

長野県北部地震における建物被害は、栄村森地区の一部、青倉の西側半分、横倉で大きかったです。

その理由には 5m 以上の厚い粘土層・シルト層の存在があります。中越地震の小千谷面上の厚い粘土層（ここでは最大 20m）の存在と建物被害の関係を比較することにより分かってきます。

北部地震地域で中越地震地域と違うところは、マウンド（流れ山）の存在があります。マウンドは堆積面と千曲川の本流を妨げるように川に平行して存在し(図-4)、このマウンドの内側は泥質な弱い地盤となっています。

それは、千曲川両岸の斜面崩壊や土石流によって本流が堰き止められ、そのために上流に細粒の堆積

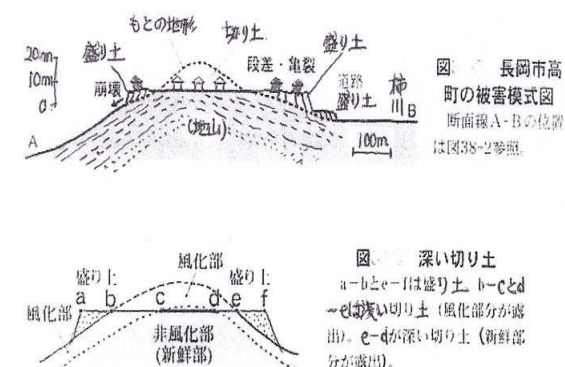
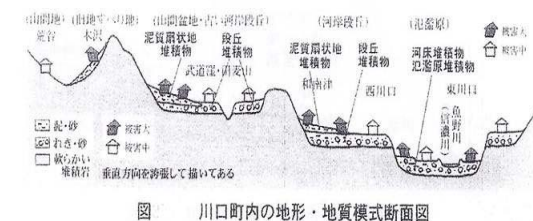
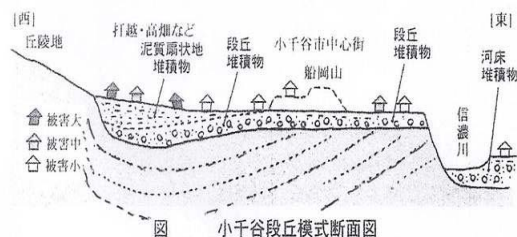


図-7 建物被害と地盤の関係(中越地震)

物が堆積したことがあったのではないか、ということが想像されます。

実際、1847年の善光寺地震では、千曲川の上流長野盆地で山が崩れて川を堰き止め、大被害があったことを考えると、この付近でも千曲川が堰き止められたことがあったのではと思います。しかし、まだ調査に十分な時間がかけられていないため、簡単には結論を出すことができません。

長野県側の峡谷は堆積物の分布範囲が限られているため、今の段階では地層の連続がうまくできていません。

この地層をつなげるためには、火山灰鍵層を使って
行く必要があります。

ただし、今年来年ぐらいいは地震と豪雨で露頭が連続してよく見えていることから、この1・2年が大切と考えています。

青倉に行って感じたことは「地盤が悪い所に建っている家と分かっても、どのようにしたら安価で補強できるのか」、住民の方の思いの方が先に行っています。地質屋の自己満足に終わらないようにしないといけないと、思っています。

長野県北部地震による雪崩や斜面の災害

－積雪期の地震ではこんなことも起きる－

防災科学技術研究所雪氷防災研究センター 上石 勲（かみいし いさお）

1. 長野県北部地震と平成 23 年豪雪

東日本太平洋沖地震の約半日後、3月12日午前3時59分に長野県と新潟県の県境付近を震源とするマグニチュード6.7の地震（以下長野県北部地震）が発生しました（図1）。地震は雪が大量に積もっている時期に発生し、とくに地震によってたくさんの雪崩が発生しました。

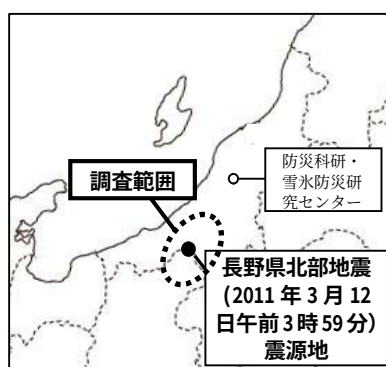


図1 長野県北部地震震源地と調査範囲

2010-11年冬期は日本海側を中心に豪雪となり、新潟県長岡市にある防災科研雪氷防災研究センターでは最大積雪深225cmを記録し、昭和61年以来25年ぶりの豪雪となりました。長野県北部地震周辺地域はわが国でも有数の豪雪地帯で、アメダス津南観測点では1月31日に最大積雪深338cmを記録し、地震が発生した3月12日でも227cmと多くの雪が残っていました。

多くの家屋では冬の間に数回の雪下ろしをしていたので、地震の発生時には屋根に大量の雪は載っていなかったのですが、図2に示すように屋根に雪が残っていた建物では、屋根雪が崩落している



図2 長野県北部地震で落下した屋根雪（長野県栄村）

状況も見られました。また、避難所までの移動やライフラインの復旧作業などには積雪による影響があったようです。

2. 自然の雪崩発生法則

自然の雪崩の法則はつぎの4つが特徴的なものです。

- ①勾配30度以上で発生する。
- ②雪崩予防柵のあるところや木がたくさん生えているところでは発生しづらい。
- ③たくさん雪が降っているときは表層雪崩、暖かいときは全層雪崩が発生しやすい。
- ④表層雪崩は最大で見通し角18度、全層雪崩は最大で見通し角24度まで到達し、雪が大量だと遠くまで流れる。

3. 長野県北部地震で発生した雪崩

長野県北部地震ではこれらの法則に反する多数の全層雪崩や表層雪崩が発生し建物や道路など被害を与えました（図3、4）。



図3 地震による雪崩によって被災した建物（新潟県十日町市）



図4 雪崩予防柵上部・中間から雪崩発生（新潟県十日町市）

勾配 10 度の屋根雪からも積雪が崩落したり、雪崩予防柵が設置してある斜面からも雪崩が発生しました（図 5）。



図 5 雪崩予防柵上部斜面から生じた雪崩が道路を埋積（新潟県十日町市）

また、新潟県津南町辰之口や長野県栄村では土砂崩壊に伴った全層雪崩が発生し、見通し角 18 度、14 度まで到達する現象も見られました（図 6）。

地震発生時、雪崩が自然に発生しやすい気象条件（大量の降雪や気温が高い状態）ではありませんでしたが（図 7）、現地での積雪の強度測定などの調査から、斜面の積雪に地震動が働くことにより積雪が破断し、雪崩が発生したことが分かりました。

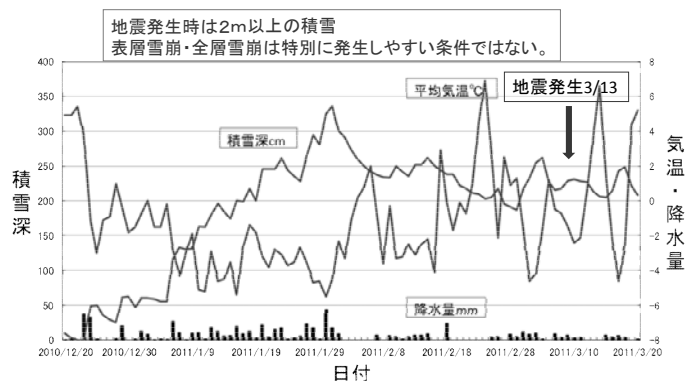


図 7 積雪・気温・降水量（津南アメダス）

さらに、地震によって発生した雪崩が川を塞ぎ、上流の水がダムのように水位が上昇している状況も見られました。

地震発生直後の幹線道路沿いの調査から、地震によって多数の雪崩が誘発された個所は、長野県栄村、新潟県津南町と十日町市旧松代、旧松之山地区に分布していたことが分かりました。これは震度 6 弱を観測した範囲とほぼ一致しています。

融雪後の調査では、雪の下から地面の割れ目が確認され、一部では水田の耕作ができないなどの状態であることも判明しました（図 8）。



図 8 融雪後に確認された地面のクラック（長野県栄村）

4. まとめ

今回長野県北部地震で発生した雪崩は、自然の雪崩の法則をすべて違反しています。実は積雪に発生した地震でこれほど雪崩が発生した例はありません。今年の 1 月末の大雪時に地震が起きていたらもっと被害が大きくなっていた可能性があります。地震が積雪に及ぼす影響や、雪と土砂が混ざって流れるとなぜ、流下距離が長くなるかなど、もっと明らかにしていかなければなりません。

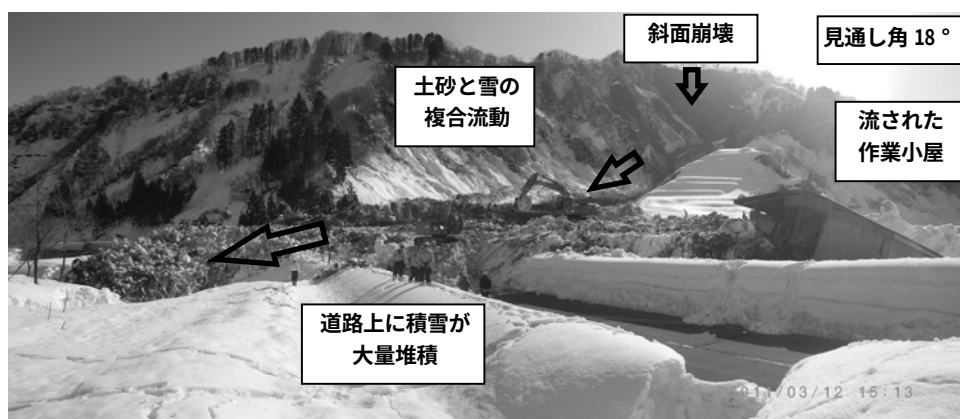


図 6 地震による土砂と雪の複合流による被害（新潟県津南町）

74 年間長岡の交通を支える長生橋の秘密

長岡で信濃川にかかる橋と言えば、長生橋ですが、ほぼ 10 年間隔で補修・塗装工事が行われており、現在、その足場がかけられています。この機会を利用して長生橋の構造や長岡空襲の焼夷弾の跡などを観察する見学会を 11 月 12 日(土)9:00~12:00 に開催しました。



長岡市民の心のかけはし「長生橋」

(長岡大空襲と中越大地震を乗り越えて)

新潟県長岡地域振興局地域整備部維持管理課の渡邊和彦様と中野高広様よりご案内頂きました。



長生橋の歴史と塗装・補修等工事

初代橋竣工 1876 年(明治 9 年 12 月橋名は臥竜橋、中州を挟む大小の橋)総工事費 1.2 万円余。2 代目橋竣工 1915 年 11 月(大正 4 年橋名は長生橋、当時木橋として日本一)総工事費 12 万円余。3 代目現在の長生橋竣工 1937 年 10 月(昭和 12 年)総工事費 85 万円余。その後補強工事を施工し、塗装工事は 1981 年に 1 回目、1992 年 2 回目全面塗装工事、2005 年から 3 回目全面塗装塗替(総工事費約 6 億 3 千万円)と補修他の工事が行われていて今年で完了します。

長生橋の概要・構造の説明

橋長は 851m、橋脚形式：オープンケーソン基礎＋ラーメン式橋脚 12 基、橋台形式：オープンケーソン基礎＋半重力式橋台 2 基、耐荷力:20 t 耐荷重相当、「下路式ゲルバー鋼ワーレントラス」という構造形式の橋です。この形式の橋では日本一の長さを誇

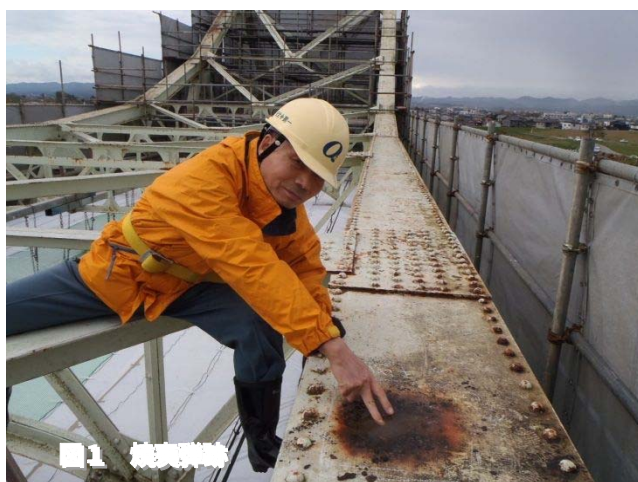
ります。

長生橋と萬代橋(新潟市)の比較

長生橋初代橋の竣工は明治 9 年で萬代橋初代橋より 10 年早いこと。長生橋、萬代橋とも初代目 2 代目とも木橋が架けられていたこと。現在の長生橋が 74 歳、萬代橋が 82 歳であること。そして、管理者はそれぞれ新潟県と国土交通省で、総工費は長生橋 85 万円に対し萬代橋は 240 万円であること。萬代橋は鉄筋コンクリート連続アーチ橋であることなど比較し説明がありました。

足場にあがり、焼夷弾の跡も見学

前の塗装から 10 年間余り経て、特に川からの湿気で鉄骨の下面は腐食が激しいそうです。時間も予算もかかる作業と実感しました。



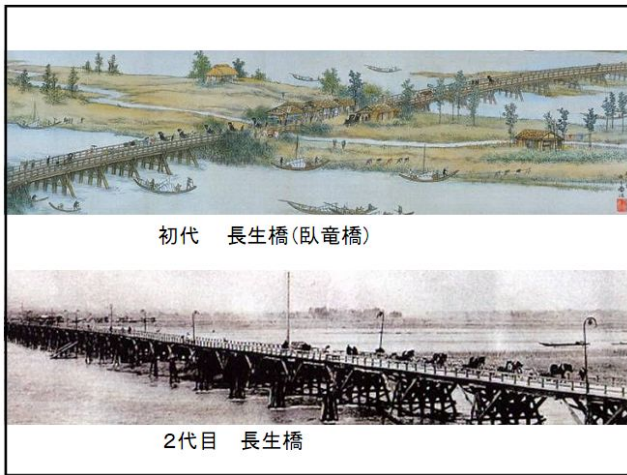
昭和 20 年 8 月 1 日の長岡空襲焼夷弾の跡(図 1)と見られる円形状の錆びた痕跡が 66 年前に確かに戦争があったことを記録していました。参加者の太刀川秀雄さんから、空襲の時に長生橋を渡って逃げたことは今でも忘れられないと当時の様子を伺いました。また、会員の三浦則夫さんから提供いただいた「昭和 6 年上越線全線開通記念博覧会時の長岡市全図」という貴重な写真を見ながら、昭和の歴史を遡っていき、長生橋にまつわる様々話を聞ける良い機会にもなりました。

長生橋を取り巻く交通環境とこれから

74 歳の長生橋の交通量は H17 年には一日約 2 万台です。脇に架る若い橋とほぼ同量の仕事をこなしています。長生橋はまさにあえいでいるように見えます。ぜひ名前の如く長生きして欲しいものと参加者 23 名が心より願いました。ご案内ご協力いただきました関係者の方々どうもありがとうございました。

(会員 永井)

長生橋資料



長生橋の歴史(1)

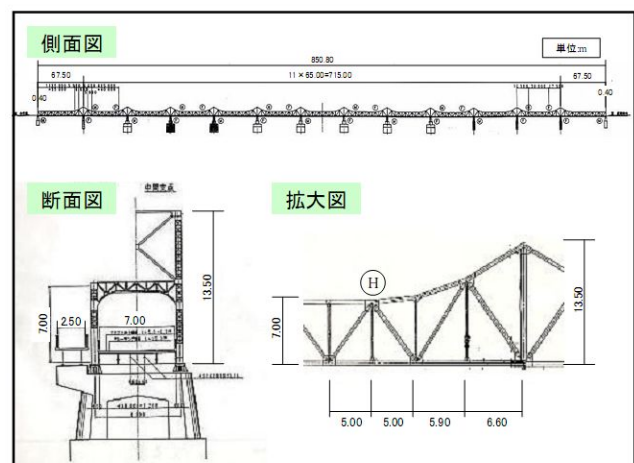
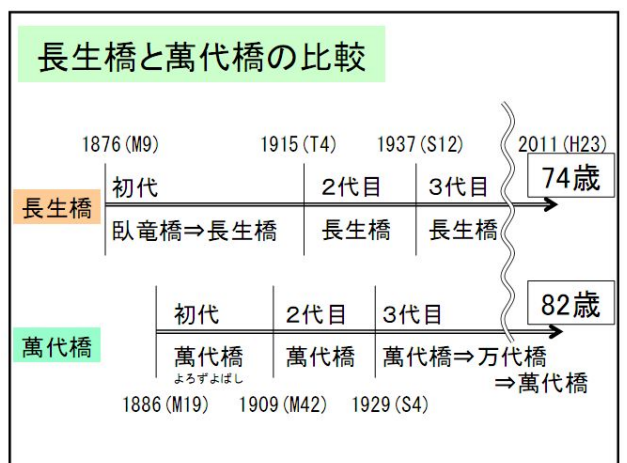
西暦	年月	事象
1874	明治7年12月	三島郡岡村古新田(現 長岡市緑町3丁目)の庄屋・広江椿在門 私有料橋の架橋を申請
1876	明治9年4月	初代橋架橋工事着手(中州挟む、大小2橋)
1876	明治9年10月	初代橋竣工(橋名:臥竜橋)L=505.5m 大橋 L=418.2m、(中州)L=327.2m、小橋L=87.3m 総計 L=832.7m、総工事費11,552円余
1891	明治24年12月	県に管理移管 通行料金無料となる
1914	大正3年12月	2代目長生橋着工
1915	大正4年11月	2代目橋竣工 L=872.7m W=5.5m(載荷重1.5t) (当時木橋として日本一)総工事費12万円余
1920	大正9年4月	県道 柏崎長岡線に認定

長生橋の歴史(2)

西暦	年月	事象
1934	昭和9年1月	3代目橋着工、下部工より着手
1937	昭和12年10月	3代目長生橋竣工(鋼ゲルバートラス橋) L=850.8m W=7.0m 総工事費850,190円
1952	昭和27年12月	一般国道8号線に指定(知事管理)
1962	昭和37年5月	一般国道8号指定区間指定、建設省直轄管理に移管
1972	昭和47年9月	側道橋(歩道橋)竣工 L=850.7m W=2.5m
1973	昭和48年12月	主要地方道 長岡西山線として県管理に移管
1974	昭和49年11月	一般国道351号に指定
1975 ~ 1976	昭和50年10月 ~ 昭和51年11月	20t荷重対応のための補強工事 橋軸付近床組縦桁増設 n=316本 C=112,000千円 床版軽量化補強(グレーチング20t床版) C=205,951千円 橋面舗装打換(L851m×W7.0m) C= 9,158千円 飯桁部、床組部、高欄塗装塗替 C= 18,710千円

長生橋の歴史(3)

西暦	年月	事象
1981	昭和56年 8月~11月	トラス部塗装工事
1982	昭和57年 6月~7月	高欄部塗装工事
1992	平成4年 6月~12月	全面塗装塗替(歩道橋舎)(P9~A2間約260m) 総工事費 130,296千円
1993	平成5年 5月~12月	全面塗装塗替(歩道橋舎)(A1~P9間約590m) 総工事費 256,940千円
1994 ~ 1997	平成6年3月 ~平成9年3月	床組・トラス補修、ヒンジ ・支取交換、落橋防止装置設置 総工事費 515,519千円
2005 ~ 現在	平成17年12月 ~継続中	床組・トラス補修、ヒンジ取替 全面塗装塗替(道路橋)(A1~A2) 総工事費(道路橋のみ) 約630,000千円



信濃川に架かる橋梁(長岡)

	日交通量 (H17)	橋長 (m)	工事着手年	供用年月日
越路橋	23,313	596.0	平成7年	平成10年
長生橋	20,456	851.0	昭和9年	昭和12年
大手大橋	20,401	878.3	昭和52年	昭和61年
蔵王橋	21,283	808.0	昭和62年	平成6年

岩田文化祭に立体地図・立体衛星写真を出展

11月13日に開催された岩田文化祭に大地の会で作成した立体地図・立体衛星写真を出展・展示しました。

展示した立体地図・写真は、岩田地区近傍の「小栗田原・越路原の変動地形」「渋海川の蛇行と瀬替え」「山本山の隆起運動と信濃川の大蛇行」の立体地図及び立体衛星写真です。地域の皆様から関心を持って見ていただき、会のよいPRになりました。関係者の皆様に感謝申し上げます。



長生橋見学会：日報の記事と焼夷弾痕跡の模型づくり

平成23年11月12日に行った見学会が新潟日報の記事として掲載されました。記事に大きく取り上げられた焼夷弾の跡は、「戦災資料館に残したい」との会員：三浦則夫さんの熱意により、陶芸を行っておられる佐野さん（長岡市在住）と長岡地域振興局が協力し、11月29日型取りが行われ、石膏による復元模型がつけられました。



越路公民館「幸齢者教室：ふるさと歴史クラブ」

今年度の越路公民館主催の幸齢者教室へ大地の会への講師派遣要請があり、大地の会顧問の先生方から4回の講座を受け持っていただきました。大地の悠久の歴史の講演は、新鮮で高い評価を受けました。先生方、大変ご苦労様でした。

■6月9日 康平・寛治の越後図から考える：渡辺文雄先生

■6月23日（巡検）

越路とその周辺の大地のつくりと成り立ち：渡辺秀男先生

■7月28日 長岡の大地のおいたち：飯川健勝先生

■10月6日 大地と人のかかわり：山崎興輔先生



不動沢成出の向斜構造が「日本の地質構造百選」に

大地の会のシンボルとして調査を行い、教育委員会によって看板が設置されている成出の向斜軸の露頭が、来年発行される「日本の地質構造百選」に掲載される予定です。

結成20周年の記念の年の出来事で、とてもうれしいことです。皆様ご期待ください。



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 ■有限会社広川測量社
- 高橋調査設計株式会社
- 株式会社長測 ■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 67号

2011.12.15 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課教育支援係

担当 渡辺鉄也 TEL 0258(92)5910