

一般社団法人
日本応用地質学会 東北支部

第 28 回研究発表会講演集

2021年7月21日

一般社団法人日本応用地質学会
東北支部

一般社団法人日本応用地質学会東北支部 第28回 研究発表会プログラム

開催日：令和3年7月21日（水）

会場：せんだいメディアテーク 7F スタジオシアター

協賛：東北地質調査業協会

開 会

- 13:00 開会
13:00～13:05 支部長挨拶

発 表

- 13:05～13:25 2021年2月福島県沖地震による常磐自動車道切土のり面崩落災害
本復旧に向けた3次元地質モデルの活用例
○柏原 真太郎（基礎地盤コンサルタンツ株式会社）
奥野 俊 （東日本高速道路株式会社 いわき管理事務所）
- 13:25～13:45 空中写真を用いた御嶽山2014年噴火におけるインパクトクレーターの
分布と火山岩塊の噴出条件の推定
○川口 永介（国際航業株式会社）
- 13:45～14:05 「災害碑」調査のすゝめ
○橋本 修一（一般社団法人日本応用地質学会 災害地質研究部会）
- 14:05～14:25 給水井戸検討の手法および事例
（井戸位置、仕様を決めるための現地調査手法と検討事項の事例）
○秋山 純一（株式会社ダイヤコンサルタント東北支社）

.....**.....**.....

- 14:25～14:35 (休憩)

.....**.....**.....

- 14:35～14:55 長町利府断層・村田断層上盤隆起に伴う仙台・川崎段丘群の形成
○遅沢 壮一（カワオソ分子生命地質研究所）
- 14:55～15:15 仙台南部地域における長町ー利府線断層帯の分布と
その活動による地形発達への影響
○中村 朋暉（東北大学大学院理学研究科）
遠田 晋次（東北大学災害科学国際研究所）
- 15:15～15:35 ボーリングデータに基づく長町ー利府線断層帯の活構造マッピング
○高橋 直也（東北大学災害科学国際研究所
都市直下地震災害（応用地質）寄附研究部門）
- 15:35～15:55 横断構造物地質調査からみた長町ー利府線断層帯の鉛直分布
（断層3次元構造の推定）
○村上 智昭（株式会社復建技術コンサルタント）

総合討論

15:55～16:25

閉会

16:25 閉会

16:25 副支部長挨拶

一般社団法人
日本応用地質学会 東北支部

第 28 回 研究発表会講演集

2021年7月21日

一般社団法人日本応用地質学会
東北支部

目 次

一般社団法人日本応用地質学会東北支部 第28回 研究発表会

発 表

- ① 2021年2月福島県沖地震による常磐自動車道切土のり面崩落災害
本復旧に向けた3次元地質モデルの活用例 1
○柏原 真太郎 (基礎地盤コンサルタンツ株式会社)
奥野 俊 (東日本高速道路株式会社 いわき管理事務所)
- ② 空中写真を用いた御嶽山2014年噴火におけるインパクトクレーターの
分布と火山岩塊の噴出条件の推定 3
○川口 永介 (国際航業株式会社)
- ③ 「災害碑」調査のすゝめ 5
○橋本 修一 (一般社団法人日本応用地質学会 災害地質研究部会)
- ④ 給水井戸検討の手法および事例
(井戸位置, 仕様を決めるための現地調査手法と検討事項の事例) 7
○秋山 純一 (株式会社ダイヤコンサルタント東北支社)
- ⑤ 長町利府断層・村田断層上盤隆起に伴う仙台・川崎段丘群の形成 9
○遅沢 壮一 (カワオソ分子生命地質研究所)
- ⑥ 仙台南部地域における長町-利府線断層帯の分布とその活動による地形発達への影響 . . 11
○中村 朋暉 (東北大学大学院理学研究科)
遠田 晋次 (東北大学災害科学国際研究所)
- ⑦ ボーリングデータに基づく長町-利府線断層帯の活構造マッピング 13
○高橋 直也 (東北大学災害科学国際研究所
都市直下地震災害(応用地質)寄附研究部門)
- ⑧ 横断構造物地質調査からみた長町-利府線断層帯の鉛直分布(断層3次元構造の推定) . . 15
○村上 智昭 (株式会社復建技術コンサルタント)

2021年2月福島県沖地震による常磐自動車道切土のり面崩落災害 本復旧に向けた3次元地質モデルの活用例

基礎地盤コンサルタンツ株式会社 柏原 真太郎
東日本高速道路株式会社 いわき管理事務所 奥野 俊

1. はじめに

2021年2月13日23時08分頃、福島県沖（北緯37.7度、東経141.8度、震源深さ55km）を震源とした最大震度6強・マグニチュード7.3の地震が発生¹⁾した。この地震により、常磐自動車道下り線（仙台方向 KP.268.9）切土法面の崩落が発生した。崩落土砂は上り線にまで到達し、車両の通行が完全に不可能な状態となった。本線は仮復旧により2月17日18時から通行止め解除となっている。

本稿では、本復旧に向けた詳細地形・地質データから、3次元地質モデルを用いて本復旧計画を検討した事例を紹介する。



図-1 崩落発生箇所

[国土地理院地図から引用して加筆]

2. 地形・地質の特徴

調査地は標高40～90m程度で西から東に延びる尾根状地形と、その間の谷底低地を横切る形で常磐自動車道がほぼ南北に走っている。約1.5km西方には活断層である双葉断層帯が存在し、周辺には南北走向に卓越する直線的な地形も多く見られる。

調査地には、主に暗灰色を呈する泥・シルト岩が分布し、凝灰岩が挟在する。これらは新第三系鮮新統に属する仙台層群の向山層～大年寺層（非海成～海成の砂・シルト・泥岩、凝灰岩）に対比される。走向傾斜はN10°W～NS, 10°～15°Eであり、下り線のり面は本線に対して流れ盤構造を有することとなる。

3. 地質調査の概要

崩落発生のり面を対象に詳細地質調査を実施した。図-2の平面図のうち、桃色の線で応急復旧のり面形状を示している。

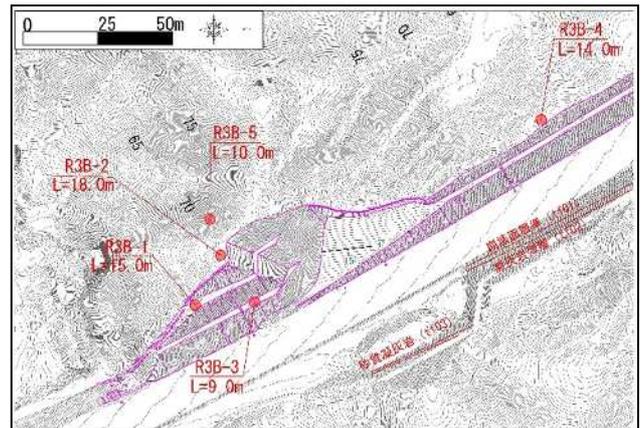


図-2 調査地周辺の平面図

以下より、実施した地質調査内容について詳述する。

1) UAV レーザ測量

応急復旧完了後の地形データを迅速に得ることを目的として、UAVによるレーザ測量を実施した。測量範囲はおよそ0.25km²である。得られた点群データと空中写真から調査地周辺の詳細な地形データおよび路線横断面図を取得した。

2) ボーリング調査

調査地周辺の地質分布・構造を把握するため、残存のり面の5地点でボーリング調査を実施した。各ボーリング地点では孔内傾斜計観測孔（本孔φ86mm）と水位観測孔（別孔φ66mm）を設置し、のり面の安定性を監視するための動態観測を継続的に実施した。

3) ボアホールスキャナ観測

本孔において、ボアホールスキャナ観測を掘進作業と併行して実施し、岩盤に発達する亀裂や層理面の走向傾斜・深度・性状を詳細に観察・解析した。

4. 調査結果

ボーリング調査の結果、暗灰～暗灰青色を呈するやや軟質なシルト岩を主体とする地質であることが判明した。その中に脆弱な凝灰岩の薄層が複数枚挟在しており、このうち、

崩落の原因となったと考えられる崩壊面層準 (tf01) は層厚が10~20cm程度で薄く粘土を挟む軟質な凝灰岩層として確認された。また、上り線側のり面においても tf 層とみられる凝灰岩の露岩状況 (写真-1) が確認されており tf 層は全体的に連続性の良い単斜構造であることが想定された。崩落のり面の地質モデル作成にあたり、コア観察やボアホールスキャナによる亀裂解析から tf 層に番号を付け、細かく構造の変化を確認した (図-3)。その結果、残存のり面部のうち、仙台方向に離れた地点で掘進した R3B-4 においても tf 層に対比される層準が分布していた。図-4 に、ボアホールスキャナによって得られた層理面と tf01 の走向傾斜データを、シュミットネット投影した結果を示す。tf01 は層理面とほぼ同等の地質構造を示しており、連続的な単斜構造という想定と整合的である。また、現況のり面と tf01 の最大傾斜方向が約 30° 異なり、仙台から相馬側に向かって本線下に潜り込む構造を示す。よって、特異な回転を伴う崩落になったと考えられる。



写真-1 上り線側のり面露岩状況

5.3 次元地質モデルの活用

ボーリングデータと UAV レーザ測量による詳細な地形データから作成した 3 次元地質モデルを切土計画検討に活用した (図-5)。計画切土形状を変化させつつ、のり面に対して tf 層がどのように出現するかを視覚的に把握できることがメリットである。とくに今回の例ではシルト岩および tf 層が連続性の良い単斜構造を示すことからモデル上で検討を行うのに適していたと考えられる。

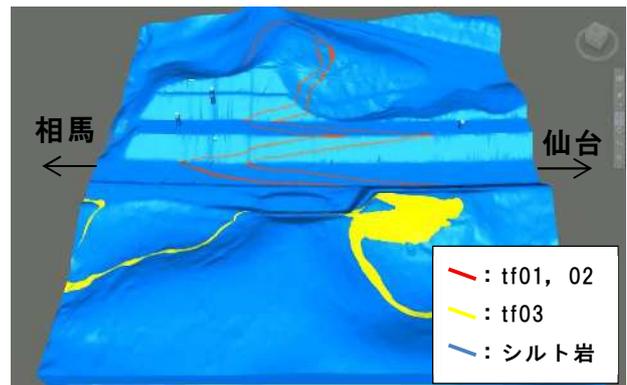


図-5 3次元切土モデルの一例

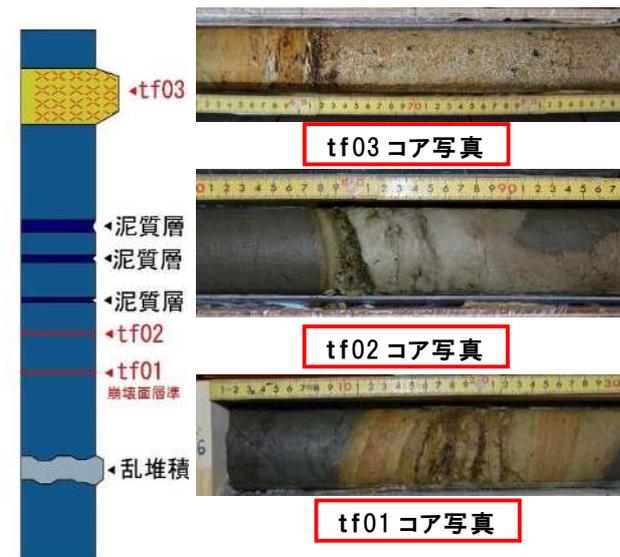


図-3 総合柱状図

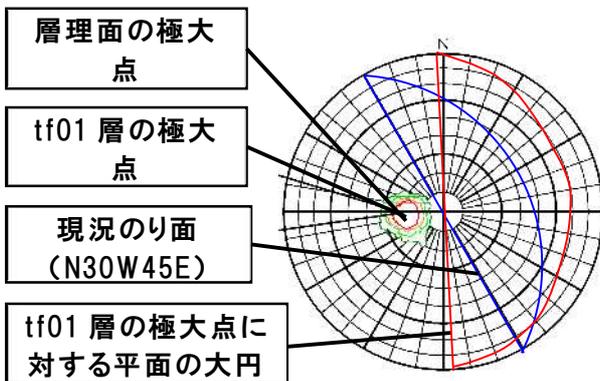


図-4 亀裂解析結果図

6. まとめ

崩落のメカニズムとして、低角度で流れ盤構造をもつ tf 層をすべり面、地山に発達する高角度の亀裂を分離面として、今回の地震により崩落が発生したと指摘されている²⁾。既往の地質調査や地質図においても流れ盤構造を示すことは報告されているが、崩壊面となった凝灰岩層の分布はリスク認識されていなかった。流れ盤を有するのり面に凝灰岩等の風化特性の異なる層が挟在する場合、地質リスクとしての検討が必要と考えられる。

参考文献

- 1) 気象庁：令和3年2月13日23時08分頃の福島県沖の地震について、報道発表資料、2021.2.14
- 2) 長尾和之・門間正挙・窪田賢司 (2021) 令和3年2月福島県沖の地震による常磐自動車道切土のり面崩落速報 Journal of JGS Vol.69 No.4 Ser.No.759 p33

空中写真を用いた御嶽山 2014 年噴火におけるインパクトクレーターの分布と火山岩塊の噴出条件の推定

国際航業株式会社 川口 永介

1. はじめに

火山岩塊とは爆発的噴火に伴い、弾道軌道を描いて飛行し、地表に降下する火山噴出物 (Taddeucci et al., 2017) であり、地表に着弾した際には、衝撃によってインパクトクレーターが形成される (佐々木・向山, 2006).

高い運動エネルギーをもった火山岩塊は、火口付近の人々や建造物に大きな被害を及ぼす可能性があり (Blong, 1984), 実際に御嶽山 2014 年噴火では、主に噴火で噴出した火山岩塊による損傷で 63 名の犠牲者が出た (Oikawa et al., 2016).

本研究では、御嶽山 2014 年噴火で噴出した火山岩塊について、空中写真による分布調査と数値モデルを用いたシミュレーションによって分布の推定を行い、この二つを比較することで噴出条件を推定することを目的とする。

2. インパクトクレーターの分布調査結果



図 1 御嶽山周辺の地形図と火口位置

空中写真の判読には、噴火当日と数日以内に撮影された空中写真を用いた。GISソフト上で空中写真の位置合わせを行い、各々のインパクトクレーターの位置情報を取得した。これによって得られたインパクトクレーターの分布から分布密度(単位面積あたりの個数)を算出した。その結果、剣ヶ峰、一ノ池、二ノ池の3エリア(図1)における平均的な分布密度は0.1947個/m², 0.1377個/m², 0.0083個/m²であった。御嶽山全体を写した写真からはインパクトクレーターの分布は火口から北東方向に多く分布していること、また、その

個数は火口からの距離500~600mにピークがあることが分かった(図2)。また、求められた分布の傾向を基に、シミュレーション結果と比較して火山岩塊の放出方向の推定を行った。

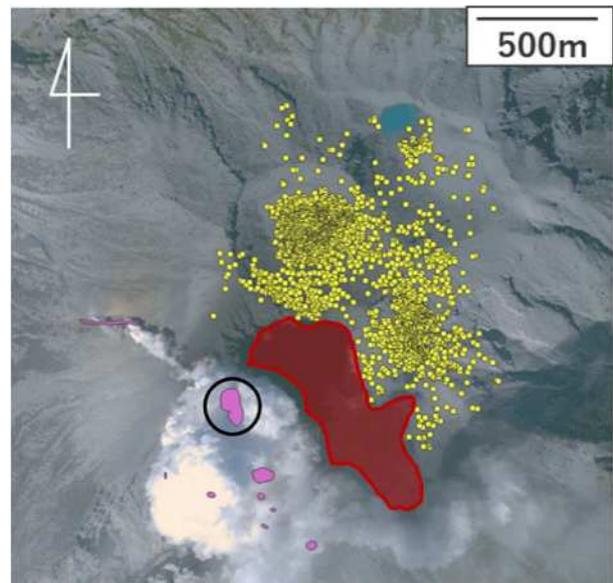


図2 インパクトクレーターの分布調査結果

3. シミュレーションによる噴出条件の推定

シミュレーションには数値モデル Ballista (Tsunematsu et al., 2016) を用いた。Ballistaとは噴火時の火山岩塊のパラメータを入力することでその落下位置を計算する数値モデルであり、以下の式(1)にしたがって計算が行われる。

$$m \frac{D\vec{v}}{Dt} = - \frac{AC_D \rho_a (\vec{v} - \vec{u}) |\vec{v} - \vec{u}|}{2} - m\vec{g} \quad (1)$$

式(1)において、 m , A , C_D , \vec{v} は火山岩塊の質量、断面積、抵抗係数、速度をそれぞれ表しており、 ρ_a は大気密度、 \vec{g} は重力加速度である。また、 \vec{u} は火山岩塊の周りにはたらく風速である。計算に必要なパラメータは粒子数、粒径、岩塊の密度、抵抗係数、方位角、噴出角、噴出速度である。

本研究では、先行研究 Tsunematsu et al. (2016)で推定された火山岩塊の噴出角 20° ,

噴出速度 145~185 m/s を参考に、噴出角は 10~50° を 10° 刻みで、噴出速度は 130~190 m/s を 10 m/s 刻みで変化させながら、シミュレーションを行った。

4. 議論

インパクトクレーターと火山岩塊とは分布の対象が異なるため、整合性を確認する上で判断の基準としたのは、実際のインパクトクレーターの分布とシミュレーションによる火山岩塊の分布の「分布密度の割合」と「火口からの距離に応じたインパクトクレーター(火山岩塊)の個数」である。

(1) 分布密度の割合

写真から取得できたインパクトクレーターの個数が 2191 個、シミュレーションを行う際に推定した合計の火山岩塊の個数が 13801 個と大きく異なったため、分布密度の割合は、調査範囲を 50 m 四方の格子に区切り、同一格子内で個数の割合を比較した。図 3(a)は画像判読により得られたインパクトクレーターの分布密度の割合、(b)はシミュレーション結果の一例(噴出角 30°、噴出速度 160 m/s)である。シミュレーション結果 35 通りを画像判読結果と比較し、近い分布となる噴出角・噴出速度の組み合わせを探した。

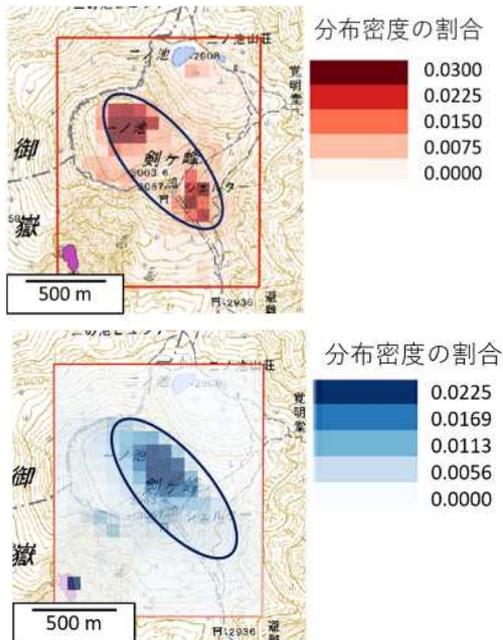


図 3 インパクトクレーターの分布密度の割合(a)と火山岩塊の分布密度の割合(b)

(2) 火口からの距離に応じた個数

画像判読結果から火口からの距離に応じたインパクトクレーターの数をヒストグラムで表したところ、500~600 m にピークがみられたため、シミュレーション結果もこの範囲内に火山岩塊のピークがくるものを探した。図

4(c)は分布調査結果における火口からの距離に応じたインパクトクレーターの数、(d)はシミュレーション結果の一例(噴出角 30°、噴出速度 160 m/s)における火山岩塊の数を表したヒストグラムである。同様にシミュレーション結果 35 通りを画像判読結果と比較しピークが近くなる噴出角・噴出速度の組み合わせを探した。そして、(1)、(2)の 2 つの条件を同時に満たすパターンを整合性がある値とした。

以上の基準をもとにシミュレーションを行い、最も整合性のある値を推定した。その結果、御嶽山 2014 噴火における火山岩塊の噴出角は 30~40°、噴出速度は 150~160 m/s と推定された。

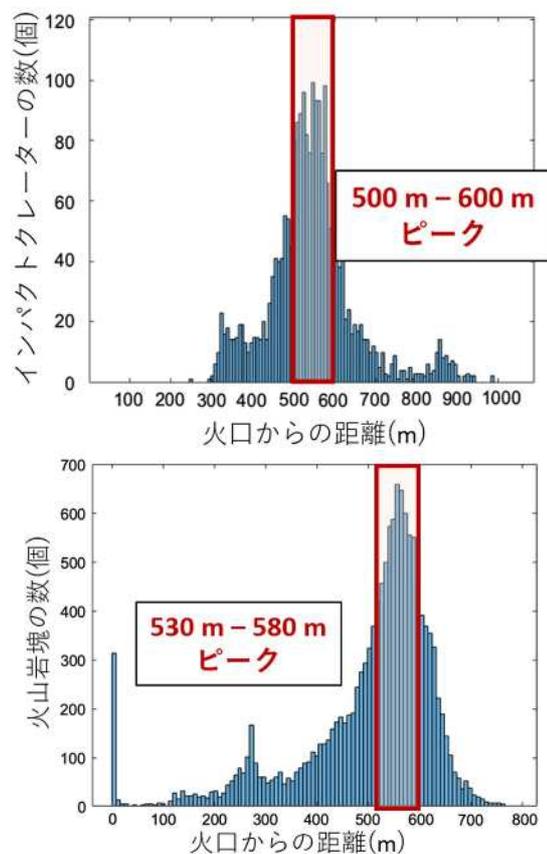


図 4 火口からの距離に応じたインパクトクレーターの数(c)と火山岩塊の数(d)

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、山形大学理学部の常松佳恵准教授には、研究手法、論文執筆など多岐にわたり懇切丁寧にご指導いただきました。信濃毎日新聞社、東京大学の金子隆之氏、東京都立大学の鈴木毅彦氏には、空中写真を提供していただきました。また、内閣府合同調査チームの方々には、火山岩塊の測定データを提供していただきました。この場を借りて感謝申し上げます。

「災害碑」調査のすゝめ

災害地質研究部会委員・支部顧問 橋本 修一

はじめに

応用地質学会災害地質研究部会では、「災害碑」のデータベース化を検討している。地域の自然災害事例と災害記録である災害伝承碑を紹介し、災害の応用地質学的背景を考察するというものである。

ここではその活動内容を紹介し、東北支部における災害碑調査への参加を呼びかけるものである。

1. 災害碑調査活動の背景

各地で顕彰碑、忠魂碑、歌碑、災害碑などさまざまな石碑類を目にする。災害碑には、災害の事実を記録した記念碑、津波到達地の碑、洪水水位を示す看板、災害遭難者慰霊碑など内容も様々である。設置者はこれらの石碑に銘文を刻み、後世の人々へのメッセージを託している。しかし、設置者のメッセージが後世に確実に伝承され『防災・減災』に役立っているとは限らない。

近年頻発している豪雨災害の地で、過去に建てられた多くの災害碑があるにも関わらず、同じ場所で深刻な災害が繰り返される例が知られている。津波碑に関しても、過去の津波碑の訓戒が必ずしも伝わらなかった。

2. 災害地質研究部会での議論

前述のような状況から、災害碑の保存や災害伝承について、今後の減災に貢献するための方法等について議論が盛んである。

災害地質研究部会では、3年前から議論をはじめ、各地の災害碑について、応用地質学的検討を加えた「災害碑調査票」を整理、今年度から学会誌アラカルトに連載する予定である。これに先立ち、災害碑の紹介¹⁾や石碑等の保存や災害伝承のあり方の問題点と対応策の考察²⁾も掲載されている。

また、国土地理院では、2019年6月から地理院地図に「自然災害伝承碑」を公開開始している(2021年6月25日現在985件)。

研究部会では、災害碑調査票の整備やデータ共有について、国土地理院や自治体との連携も視野に入れて議論も進めている。

3. 災害調査票とそのまとめ方

調査結果は災害碑調査票としてまとめることにしている(図-1)。エクセルシート形式で、位置情報等の必要事項を記入、特に碑建立の背景として応用地質的考察を加えることで、今後の地域防災・減災に、より貢献できるものと考えている。

4. 今後の展開と会員への要望

災害地質部会としては、災害碑調査を充実させるために、各支部の活動に期待している。東北支部においては、支部役員だけでなく、一般会員の協力を得て活動を展開していきたいと考え、支部役員会でも提案している。

新たに災害碑を探し出すことは難しいので、まずは既知の「自然災害伝承碑」をきっかけに調査を進めていきたいと考えている。伝承碑は東北6県で197件(6/25現在)が公開されている。津波関連が169件(86%)、それ以外は洪水・土砂、地震である。これらのうち、応用地質的背景を考察できる特徴的なものを選別して調査する。伝承碑未公開の災害碑を探し出して調査することも歓迎である。

今年度は支部予算にも災害碑調査のための予算を計上しており、調査地までの往復交通費等の必要経費は支弁することとしている。

災害碑選別の考え方、調査票の具体的記入例、必要経費の考え方については会場で説明する。

支部会員諸氏の、災害碑調査への積極的参加を期待する。

文献

- 1) 橋本修一(2019): 慶長会津の地震(1611年)と災害碑, 連載シリーズ 役立つ災害地質の知識-災害に学ぶ-(7), 応用地質第60巻第3号, pp. 125-127.
- 2) 上野将司(2020): 災害伝承としての石碑等について, 連載シリーズ 役立つ災害地質の知識-災害に学ぶ-(23), 応用地質第61巻第5号, pp. 272-278.

1	この調査票はすべての欄を埋めなくてもOKです。 わかる範囲で作成していただければと思います。
2	「支部」「都道府県」については選択式(プルダウン)です。 「File No.」については、現在検討中です。
3	「名称(碑名)」は、碑に書いてあるものそのまま記入してください。
4	「地理院地図」への掲載(は、作成日(は地理院地図を確認してください。 「碑の材質」は、わかる範囲で記載してください。 (可能であれば岩石名がわかるとよいです。)
5	「建立日」「建立者」は、わかる場合に記載してください。
6	「住所(場所)」は、碑の位置をわかりやすく示してください。 (単純に住所だけでもOKです。)
7	「名称」「東経」「北緯」は、地理院地図から読み取って記載してください。
8	「災害の種類(災害名)」は、わかる範囲で記載してください。 「分類」は選択式(プルダウン)です。
9	「発災年月日」は、わかる範囲で記載してください。
10	「西暦」「和暦」については碑に記載されている場合には、そのままお書きください。
11	「災害の特徴」は、碑への記載内容を書いてください。 なるべく、災害が建立された経緯などがわかると望ましいと思います。 記載内容がわからない場合には、「である調」でも構いません。
12	「内容の記載に当たっては『である調』での記載をお願いします。
13	「碑建立の背景」は、災害が発生した原因など書いてください。 応用地質学会の調査票ですので、地形や地質(に関連することなどの記載があると面白いと思います。 「内容の記載に当たっては『である調』での記載をお願いします。
14	「その他」には、上記以外で記載したいことを自由に記入してください。 (例えば、碑の劣化の程度、文字の読みやすさ、説明版の有無、など)
15	「キーワード」には、災害碑に関連するキーワードを記入してください。
16	「作成者」には、作成者のお名前を記入してください。
17	「作成(更新)日」には、作成日(あるいは更新日)を記入してください。

災害調査票	
支部	7. 福島県 仮tohoku01
名称(碑名)	見玉塔(供養塔)
地理院地図への掲載	掲載あり
碑の材質	流紋岩質軽石混成岩
建立日	1752年(宝暦二)
建立者	蓮華生住者のご子孫
住所(場所)	福島県耶麻郡西会津町下谷平始法房 小杉山集落内
北緯	37.525043
東経	139.676794
標高(m)※	496
災害の種類(災害名)	地震
分類	1. 地震
西暦	1611年9月27日
和暦	慶長十六年八月二十一日
発災年月日	
災害の特徴(碑への記載内容)	慶長16年会津の地震時の大規模な山崩れによる犠牲者を供養する石塔である。 供養塔は、現在は調に取られているが、長期開扉外にあったためか、碑の上部は欠落し、また、三面に刻まれ た建文も、輪郭が不明瞭になっている。 会津藩の公式記録(新編會津風土記、1803~1809編纂)によると、正面(上の写真)には「見玉塔」とあり、左右面 の碑文には「慶長十六年に飯倉山が崩れ、大杉(相)山村で100余名が犠牲になり、150箇年後(実際は141年後) 新編會津風土記には、さらに、災害時に生き残った5名が小杉山村に移転したこと、山崩れで白沼が生じたこと等 の記載がある。 現小杉山集落在住のご子孫への聞き取りによると、被災した旧大福村の地を100数十年を経て再度開墾する際 に、行方不明のままのご先祖を村中で供養したのではないかとのことであった。 なお、同地区では現在に至るまで、毎年旧暦8月21日に供養祭を行い、災害の記憶を伝えている。
碑建立の背景(応用地質的考察)	慶長16年会津の地震は、会津盆地西縁断層系を震源とするマグニチュード(M)6.9の地震で、家屋倒壊、山崩れ等 により死者3,700余名[に及ぶ]甚大な被害が生じた。このうち、盆地西側の山間地においては、多数の山崩れ、地す べり等が発生し、堰き止め沼も各所に生じたとされる。 飯倉山(標高783m)の大規模な山崩れ、大杉山村の埋没もこのうちのひとつである。 飯倉山の西側には、滑澤崖、溝状凹地、懸崖などの地すべり地帯の確地形が判識される。埋もれた旧大杉 山(白沼付近)、移転先の現小杉山地区も南北約1.3km、東西約1kmに及ぶ地すべり地形に含まれる。 周辺の地質は、主に前期中新世の火山砕屑岩類、火山岩からなるが、飯倉山は流紋岩質人岩からなり、低い崖 裾となっている。白沼の南側は地すべり移動体で緩斜面になっているが、その表面には、最大径数mに及ぶ大 小様々な流紋岩塊の角礫が流山として分布する。流山は白沼の南岸付近を取り囲むように分布するが、それ以 外には認められない。前縁地の微地形と合わせて考えると、その供給源は白沼東方の主滑落崖の限定された範 囲と推定される。
その他	白沼の沼底にも巨岩塊の存在は予想されるが、調査の結果、沼底は一部に岩塊の赤線とみられる突起部も見ら れるもののおおむね平坦であり、崩壊後の堆積物に覆われていることが示唆されている(京都大学・山崎新太郎 准教授による、コムホートに基きしたワイズスキャンナー(455kHz)とシンブルーム魚群探知器を用いた活産地 形調査、2019年実施、未公表)
キーワード	直下型地震、地すべり、前縁
作成者	橋本修一
作成(更新)日	2021年●月●日

※ 北緯、東経は、地理院地図から転記した。

図-1 災害調査票の記載例

給水井戸検討の手法および事例

(井戸位置、仕様を決めるための現地調査手法と検討事項の事例)

株式会社ダイヤコンサルタント東北支社 秋山 純一

1. はじめに

水源井戸確保の調査方法及び調査結果に基づく井戸の検討手法は種々ある。予算の関係で十分な調査が行われないうまま、さく井した結果、目的を達成できずに終わってしまう井戸を私は何度か見ているし経験している。

ここでは、現地調査および検討手法が共に十分と評価される調査検討事例として、東北管内において、自然災害、人為災害により既存給水施設（上水道）が被災し給水不能となった場合のバックアップ水源（代替水源）の確保および経費削減に資することを目的に実施した給水井戸の調査手法と検討事例を紹介する。

2. 調検討項目と実施フロー

2.1 調査及び検討の流れ

現地調査及び検討項目の流れを図1に示す。

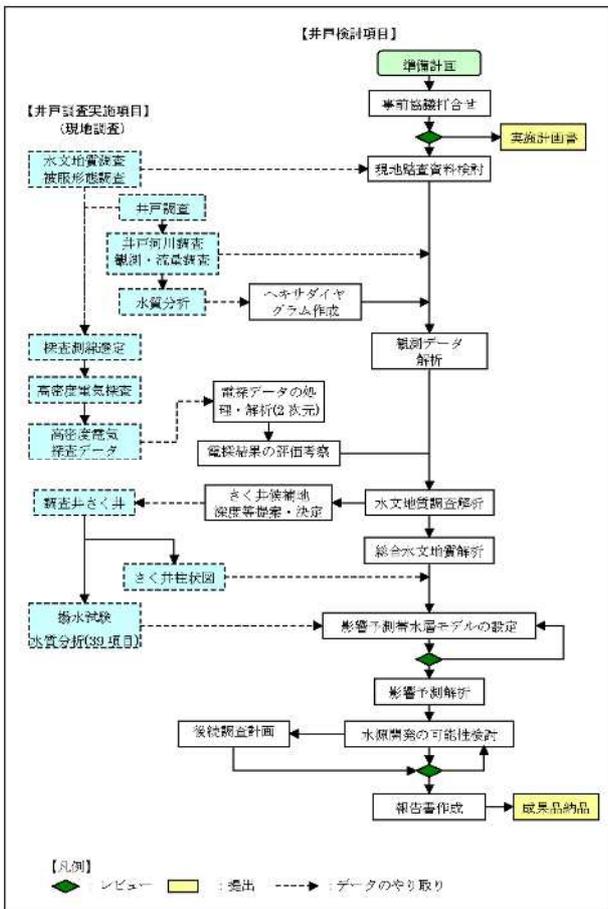


図1 現地調査及び井戸検討の流れ図

2.2 井戸検討の内容

井戸検討項目の主な内容とその検討が必要な理由を、表1に一覧する。

表1 井戸検討の内容と必要な理由

井戸検討項目と内容	検討が必要な理由
①計画準備 井戸に関連する法令、条例、利用団体等による規制がある場合はこれらを考慮して検討業務を計画する。	井戸設置において、地下水条例等による規制がある場合は規制内で要求する井戸計画が可能かを検討する必要があるため。手続きがある場合は、工事実施計画において工程に考慮が必要なため。
②現地踏査資料検討 現地確認踏査、既往資料収集（気象データ等）及び分析・検討、地形判読、空中写真判読を実施して詳細な計画立案に資する。	入手可能な資料と地形判読により地下水の開発可能性と、将来井戸掘削に必要な作業ヤードが確保できる地点を考慮して、電気探査実施位置の妥当性確認に資するため。 気象データの収集は、③「観測データ解析」の地下水位・流量との相関について検討するため。
③観測データ解析 地下水位等高線の作成と水位・流量の季節変化や降雨との相関を考察する。	地下水位の通年変化の把握と通年安定した地下水利用の可否を検討するため。 地下水位等高線は、⑦「総合水文地質解析」で解析する地下水流動状況の考察に必要なため。
④データ処理・解析 現地測定で得られた高密度電気探査データを、探査方式、電極配置に応じた方法で測定結果を見直す。必要に応じて測定データを補正した後、2次元解析を行い測線下の比抵抗断面図を作成する。	電気探査は、電極の接地不良や電極直下に異物がある場合等、大地の比抵抗が適正に測定できないことがあるため。 電気探査で測定した比抵抗値は見掛け比抵抗のため、大地の真の比抵抗値を解析する必要がある。

井戸検討項目と内容	検討が必要な理由
⑤調査結果の評価・考察(電気探査) 電気探査で得た大地の比抵抗分布と既往の地質文献及びボーリング結果とを対比し、測線下の大局的な地質構造を考察する。	高密度電気探査から解析した大地の比抵抗値のみでは、地層や帯水層及び地質構造の判定、特定精度が低いため。
⑥水文地質踏査解析 現地踏査及び高密度電気探査の結果を踏まえ、比抵抗断面図、水理地質平面図・断面図を作成し、地質構造と地下水の関係性を考察する。	項目⑤「調査結果の評価・考察」で得られた地質構造だけでは地層と地下水の関係性が明確にされないため、地下水の賦存する地層を考察し、水源開発の可能性の検討が必要のため。
⑦総合水文地質解析 既存資料、上記③⑥の解析及び水質分析によるヘキサダイアグラムを基に、水理地質構造及び帯水状況、地下水流動状況を考察する。	地下水の取水深度、取水対象地層、帯水度合い、地下水の流下方向によって、⑧「影響予測解析」で解析する周辺地下水に及ぼす影響形態が異なるため、これらの状況を考察する必要がある。
⑧影響予測解析 災害時における必要水量と検討地区における計画水量を設定する。関係法令等の規制を踏まえ、地下水流動状況の考察により、当該水源確保に伴う周辺地下水への影響を予測の上、水源確保の可能性を検討する。後続調査が必要な場合はその計画を立案する。	水源確保に際し、地下水等条例、規制の制約がある場合は、その規制の範囲内で水源を計画しなければならない。 新設する水源が周辺地下水に対して有害な影響を及ぼすようではなならないため。 井戸の取水量及び影響予測の精度が実施した調査数量で十分か考察するため。

3. 実施事例紹介

上述の図1及び表1に示した現地調査と検討を青森県内、岩手県内、宮城県内3箇所及び山形県内で実施した。

現地調査データに基づく解析及び検討結果を表2に示す項目に要約して、口頭発表にて実施事例を紹介する。

業務の契約期間の制約を受け水位観測及び水質分析回数は2回に止まったため、地下水の現況把握、即ち地下水の季節変化の把握は十分とは言えないと考察した。地下水位・水質の季節変化は、影響の有無の判定基準とな

るため、現況把握調査として後続調査に計画した。

水位低下量が0.5m~2.0m程度の影響が及ぶと予想される井戸が既存する地区があり、これらの地区では予測の検証が望ましいため、新設井戸の影響の実測調査として今回設けた調査井の再連続揚水試験と水位観測井の追加を後続調査に計画し、提案した。

表2 解析及び検討結果の事例紹介フレーム

検討項目	青森県内	岩手県内	宮城県内 1
条例等	地下水採取規制など		
電気探査解析評価 井戸位置	<ul style="list-style-type: none"> 高密度電気探査測線配置平面図 比抵抗断面図 調査井の候補位置とさく井深度の検討結果 		
地下水流動状況	<ul style="list-style-type: none"> 地下水位等高線図と水質ヘキサダイアグラムの季節変化図 水位と水質、地形、地質構造から推定した地下水流動方向図 		
帯水層モデル	粘性土層		浅層帯水層
	取水帯水層 (T, S 設定)	取水帯水層 (T, S 設定)	取水帯水層 (T, S 設定)
	基底層	基底層	基底層
周辺地下水への影響	距離 r=100m まで予測 t=1, 3, 7 日	距離 r=600m まで予測 t=1, 3, 7 日	距離 r=800m まで予測 t=1, 3, 7 日
井戸計画	深度 80m Qm φ 150 mm Qp φ 300 mm	深度 80m Qm φ 150 mm Qp φ 300 mm	深度 60m Qm φ 150 mm Qp φ 150 mm
今後の調査	現況把握調査(水位水質観測) 影響実測調査	現況把握調査(水位水質観測)	現況把握調査(水位水質観測)

(注) T : 透水量係数, S : 貯留係数,
Qm : 災害時最低給水量, Qp : 現状計画給水量,
φ : 井戸径, t : 井戸の揚水時間

4. おわりに

本紙で紹介した井戸調査検討業務は、災害時のバックアップ水源の確保のためには極めて有効・有用な手法と考えられる。現地調査における観測回数を増加し、解析検討技術の更なる精度向上が今後望まれる。

〈以上〉

長町利府断層・村田断層上盤隆起に伴う仙台・川崎段丘群の形成

カワオソ分子生命地質研究所 遅沢 壮一

東北大学には、短期留学生プログラムという留学生交換事業がある。そのような留学生は地質・地理教室にはこれまでいないが、何故か地質・地理教員は川内留学生センターでその授業を分担担当し（単位認定のまとめ役は大変だが免れた）、前期に一度のみであるが、引っ張り出される。工学部などの留学生に（短プロ担当の教授ポストは工学部にあり；筆者らは無償奉仕；地下鉄代も出ない）、工学部留学生に地質の座学をしてもしかたがないので（ただし外出前に本日のルートの簡単な基礎知識を板書）、中ノ瀬橋河原の竜の口層と広瀬川凝灰岩（留学生センター前にはメタセコイア有り）の露頭観察を兼ねて、川内から郵便局や美術館前の坂を下るハイキングとした。少なくとも2つの段丘崖があるが（現河床面を含めると3つ；さらに講義棟の崖を含めると4つ）、郵便局を過ぎた最初の崖は（グラウンドとの崖も見える）、長町利府断層の活動による大地震に伴って、一気に10m隆起して生じた、平気な顔をして（分かり易いはず；大胆かも）、解説した（英語で；毎年）。諸君が急坂登りで難儀するのは、かつての大地震のせいであり、滞在中も注意されたい。川内は、礫層は広瀬川の露頭にしか見えないが（地下鉄工事中も見えず）、段丘が良く発達している地域である。

現・美術館は中町段丘上（仙台図幅では下町段丘）にあり、地盤は安定である。長町利府断層下盤に当たり、地盤が悪い平野上への移転は防災上、問題があると考えた。併せて、陸上調査では見えない平野部の地質を見てみた。新編仙台の地学1980にも解説がある。

ダイヤコンサルタント大友氏（地質教室1年後輩）などによる、“H9 宮城県：長町利府線断層帯（ボーリング調査）”によれば（長町利府断層 ボーリング で検索）、主断層下盤にあたる、国道286号線のすぐ西側、標高20m地点の、深度50m程のボーリングでは、青葉山、台原、仙台上町、中町段丘堆積物の順に、地層累重の法則に従って、礫層が重なっている柱状図が得られている。この対比は正しいか疑問点もあるが、台原段丘とされる堆積物に挟まれる火山灰が愛島軽石と同定されているのが重要である。

翻って、上記の川内など、古期の段丘はより高標高地にあり、地層累重の法則に反している典型例である。青葉山丘陵の青葉山段丘は標高100m~200mに分布、上位に愛島軽石が重なる。上記のボーリング地点では、深度20mに愛島軽石が認められ、すなわち標高0mに愛島軽石が分布する。従って両者間で、愛島軽石は100m以上、変位・隆起している。川内の高位段丘は標高60mにあるので、青葉山段丘形成に伴う隆起は40m以上で、この隆起は長町利府断層の上盤隆起に起因し、この時の断層垂直変位量は40m以上である。この断層運動は地質時代の巨大地震を伴っていて、将来も巨大地震は発生するであろう。これらの段丘形成・隆起は例えば海溝近傍の断層運動の反映でなく、また海水準低下とも無関係である。

広瀬川流域には、愛子付近も含めて、段丘が発達する。段丘は愛子断層にも切られるが（愛子断層の上盤も隆起している）、段丘全体の隆起は長町利府断層の上盤隆起を反映している。

釜房ダム上流の川崎一帯にも段丘群が発達する。これは菅生から遠刈田温泉まで20kmに渡って追跡した村田断層の上盤に当たる。村田断層は、断層地形は不明瞭であるが、川崎の段丘形成に呼応して活動しているので、危険な断層と言える。別名、円田断層であるが、円田に断層は無い。珪藻土は酸性凝灰岩主体の平沢層に含まれる。平沢層のU-Pb年代は3.8Maである。なお、村田断層下盤の、平沢-松川流域や村田-大河原には段丘は存在しない（対応する逆断層も無い）。

名取川と阿武隈川間の岩沼-久之浜線東側には、仙台図幅でも、青葉山段丘が図示されていて、筆者も礫岩を青葉山層とした。しかし、この礫岩は向山層で、広瀬川凝灰岩相当の厚さ2mのピソライト凝灰岩を伴う。同じピソライト凝灰岩と礫岩（青葉山層と誤認）は、厚さ1mで、志賀沢川右岸の採石場に、高館層玄武岩を覆って観察された（砕石の進展で消失）。従って、この地域に青葉山を含めて、段丘は存在しない。阿武隈川以南の図幅には段丘群が図示されているが、筆者はこれら段丘については未調査である。ただし、南相馬市

の双葉断層活断層露頭では、断層が段丘礫層を切るのを観察している（切るのは不明瞭）。

長町利府断層は名取川河床の茂庭層から大年寺層までの連続露頭に延長されない。これらの地層は北東に急傾斜しているの、延長されるとすれば、右横ずれ断層として認識される。しかし、そもそも、断層が認められない。名取川を超えて、さらに西方には、南北の青葉断層が存在し、その断層帯まで長町利府断層は延長され得ない。

追記：

今回の発表は“仙台西方地域の広域地質図”のみを用います。地質図（PDF）は10万円程度で如何でしょうか。下記にメール下さい。

kawaoso@icloud.com

AmazonのKindleで、“仙台西方地域の広域地質”として、電子出版予定です。地質図はごく縮小版になります。Kindle unlimitedか、2000円前後を考えています。

DNA関係の論文投稿に時間を割いてしまい、上記に時間を割けませんでした。DNA関係もなかなか出版に至りませんが、唯一（Preprintはいくつかありますが）、PlosOneで、osozawaで検索すると、無料でダウンロードしたりできます。

Osozawa, S., Kanai, K., Fukuda, H., Wakabayashi, J. (2021a) Phylogeography of Ryukyu insular cicadas: Extensive vicariance by island isolation vs accidental dispersal by super typhoon. PLoS ONE 16(5): e0244342. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0244342>

福田晴夫さんは80過ぎのこの道の大家で、蝶の図鑑など、多数出版されています。

徳之島、喜界島、沖永良部島のカラー地質図付きです（無料）。それぞれ調査観察のキーポイントがありますが、中川先生は外してません。さすがで（地質屋としては当然だが）、弟子として大変うれしい。

元になっている、琉球第四紀地質論文は（PlosOneでも、結構引用されていて、出世作になっているかも）、Reserch Gateに登録すれば、無料ダウンロードできます。出版

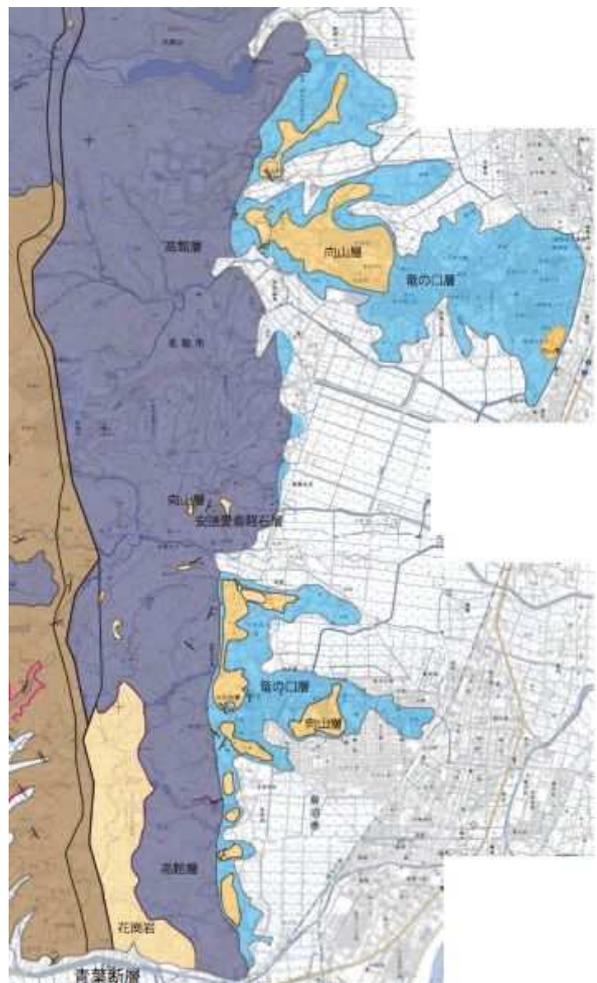
社のサイトからだとは有料になってしまいます。メール頂ければ、添付もできます。

Osozawa, S., Shinjo, R., Armig, R., Watanabe, Y., Horiguchi, T., Wakabayashi, J. (2012) Palaeogeographic reconstruction of the 1.55 Ma synchronous isolation of the Ryukyu Islands, Japan, and Taiwan and inflow of the Kuroshio warm current. International Geology Review, 54, 1369-1388.

堀口敏明さんは（地質教室先輩）は、奄美などで修論のころ同行頂きました。徳之島の石灰岩の調査をされましたが、今回の地質図には賛同できないそうです。

渡邊康志さんは（地質教室後輩）は、沖縄卒論で、下宿の娘と結婚し、そのまま在住です。GIS沖縄研究室 運営してます、ご覧下さい。www.gis-okinawa.jp/

第2回ワクチンの1週間後なので（昨年ジンマシンと免疫暴走したことが不安；第1回は無事）、Teamsで失礼します。



仙台南部地域における長町-利府線断層帯の分布とその活動による地形発達への影響

東北大学大学院理学研究科 中村 朋暉
 東北大学災害科学国際研究所 遠田 晋次

1. はじめに

都市直下および近傍の活断層による大地震は甚大な被害に直結する。政令指定都市の1つである仙台市でも、長町-利府線断層帯が市中心部を横切る。この断層帯は1970年代から本格的に活断層としての調査が進められてきたが、構成する活断層の多くは地表面まで達しておらず、人工改変の進んだ市街地に伏在していることから調査は容易ではなかった。そのため、平均変位速度や活動間隔、最新活動時期などの活動性評価の基礎データが十分に得られていない。また、活断層の分布や発達過程について、変動地形学的観点からの検討の余地も残されている。

長町-利府線断層帯のうち、広瀬川と名取川で挟まれた仙台南部地域はその分布が非常に複雑なことから、断層運動が河川地形形成と深く関連していると考えられる。また、同地域は活断層のセグメント境界・接合点ともなっており、断層構造や連続性、将来の地震規模を検討する上では非常に重要な地域である。そこで本研究では、同地域を主な対象として、地形判読・現地調査・地形解析により断層運動と絡めた地形発達史を検討すること

で、長町-利府線断層帯の分布や活動様式を再検討した。

2. 方法

2.1 地形判読

地形判読には、1947年米軍撮影の縮尺約1万6千分の1の航空写真、1961年国土地理院撮影の縮尺1万分の1の航空写真を主に用いた。また、傾斜量図や陰影起伏図、鳥瞰図なども作成し、これらにより段丘や断層変位地形を抽出し、その結果を地形分類図にまとめた。

2.2 現地調査

現地調査の主な内容は、1)地形判読結果の一部補完、2)仙台南部地域における段丘露頭の調査、3)同地域内を流下する名取川の河床露頭における断層調査、である。2)に関しては、露頭の探索・記載のほか、テフラ検出の可能性のある箇所ですり採取を行い、テフラ分析も行った。3)に関しては、調査結果としてルートマップを作成した。長町-利府線断層帯は名取川を挟んで分布していると考えられていることから、名取川河床露頭を調査することで第四紀後期の断層運動の証拠が得られることが期待される。

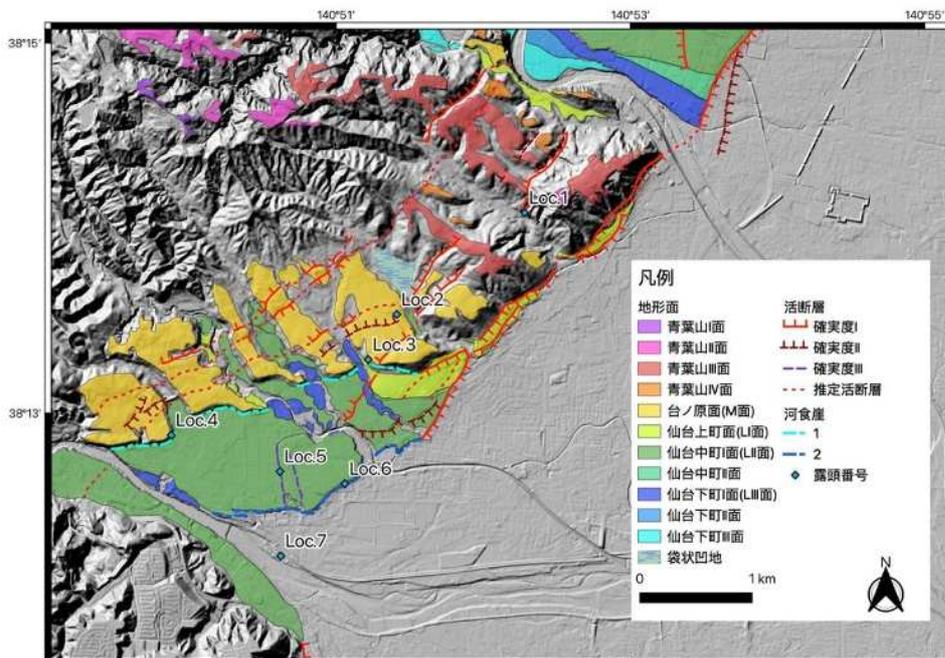


図1. 仙台南部地域の地形分類図

2.3 地形解析

地形解析では QGIS3.10 を活用し、主に断層変位地形を抽出する目的で傾斜量図や鳥瞰図、地形断面図などを作成した。その際には、米軍撮影の航空写真から写真測量により作成された 5mDEM (旧地形 DEM ; (株)復建技術コンサルタントより提供) を使用した。しかし、この旧地形 DEM は断片的な範囲にしか存在しないため、そのデータ欠損部を国土地理院発行の 5mDEM (現地形 DEM) で補完して使用した。

3. 結果

地形面は、七北田川流域では七北田 I 面、同 II 面、同 III 面、同 IV 面、同 V 面、同 VI 面の 6 面に分類した。また、広瀬川・名取川周辺では中田ほか(1976)に準じて、青葉山 I 面、同 II 面、同 III 面、同 IV 面、台ノ原面、仙台上町面、仙台中町 I 面、同 II 面、仙台下町 I 面、同 II 面、同 III 面の 11 面に分類した。ただし、仙台南部地域の中位・低位段丘面については、広瀬川以北の中位・低位段丘面とは形成プロセスに關与する河川が異なると考えられるため、M 面(台ノ原相当面)、L I 面(仙台上町相当面)、L II 面(仙台中町相当面)、L III 面(仙台下町相当面)というように区分した。リニアメントに関しては、活断層研究会(1991)に準じて活断層としての確実度が高い順に I, II, III と分類した。

段丘露頭に関して、土手内の工事現場に現れた M 面の露頭(図 1 ; Loc. 2)では、黄褐色を呈する軽石層が一部観察された。そこで軽石層およびその上位の風化火山灰層、ローム層から試料を採取しテフラ分析をしたところ、いずれの層からも大量の石英、角閃石系の鉱物で特徴的な安達愛島軽石 [Ac-Md ; 90~100ka (町田・新井, 2003)] が検出された。他の M 面の露頭(図 1 ; Loc. 3, 4)ではテフラは確認できていないが、段丘礫はかなり風化が進行しているのが確認された。

名取川河床露頭では第四紀後期に活動があったと考えられる断層は確認されなかった。これについては明瞭な未固結断層ガウジは確認できていないが、比較的新鮮であり、第四紀後期に層面すべり断層として動いた可能性は否定できない。

4. 考察

図 1 で示した名取川由来と考えられる河食崖の分布から、名取川はかつて現在よりも北方を流下しており、次第にその流路を南下させてきたことが分かる。また、長町-利府線断

層とそのバックスラストとして発達する大年寺山断層に挟まれた隆起帯は南西にかけて不明瞭になる。これらのことから、1)長町-利府線断層は南西方向へ成長中であり、2)その成長に伴って名取川の河道移動が生じている可能性が考えられる。

本研究における M 面は、Loc. 2 で Ac-Md が検出されたこと、下位の段丘面との比高が十分大きいこと、段丘礫の著しい風化具合から、従来通り台ノ原面に対比されると考えられる。従って、長町-利府線断層帯の平均変位速度の評価は従来と変わらない。

本研究における L I 面は断層に沿って分布しており、またその分布も三神峯公園付近以北に限られる。これより、L I 面は長町-利府線断層帯の活動に伴って離水した段丘である可能性があり、従来のような仙台上町面との対比は見直す余地があると考えられる。したがって、ローカルな段丘面群の対比には気候変動だけでは不十分でテクトニックな観点も不可欠である。

名取川河床露頭では、第四紀後期に活動があったと考えられる断層は確認されなかった。また、名取川河床露頭の北側で宮城県(1996c)が行った反射法地震探査の反射断面からは、特に活断層は検出されていない(藤原ほか, 2013)。これよりリニアメント a, b (図 1) は活断層である可能性が低い。しかしリニアメント a の延長線上付近で層理面に沿った直線的なクラックが確認されたことから、リニアメント a は層面すべり断層によって変位して形成された断層崖である可能性もある。

5. 引用文献

- 1) 藤原 治・鈴木紀毅・林 広樹・入月俊明, 2013, 仙台南西部に分布する東北日本太平洋側標準層序としての中・上部中新統および鮮新統. 地質学雑誌, 119, 96-119
- 2) 活断層研究会編, 1991, 新編日本の活断層 一分布図と資料一. 東京大学出版会, 437p
- 3) 町田 洋・新井房夫, 2003, 新編 火山灰アトラス[日本列島とその周辺]. 336p, 東京大学出版
- 4) 宮城県, 1996c, 平成 7 年度地震調査研究交付金 長町-利府線断層帯に関する調査業務(物理調査)成果報告書. 26p.
- 5) 中田 高・大槻憲四郎・今泉俊文, 1976, 仙台平野西縁・長町-利府線に沿う新規地殻変動. 東北地理, 28(2), 111-120

ボーリングデータに基づく長町—利府線断層帯の活構造マッピング

東北大学災害科学国際研究所 寄附研究部門（応用地質） 高橋 直也

1. はじめに

活断層などの活構造の位置を把握することは、地震ハザード評価の第一歩である。地表地震断層を伴う地震が発生すると、震源断層から離れた地点でも多数の地表変位が生じることがある（遠田・石村, 2019）。したがって、そのような地震を起こしうる活断層とその周辺において活構造を詳細にマッピングすることは重要である。長町—利府線断層帯は仙台平野の西縁に位置する活断層帯であり、西傾斜の逆断層である長町—利府線の周辺に、大年寺山断層などの活構造が複数存在している。これらの位置は主に空中写真や数値地形モデル（DEM）を用いて検討されてきたが、既存研究間で結果が異なっている。特に沖積平野や都市部においては、変動地形の認定が困難であり、地形情報のみから断層等の位置を把握するには限界がある。本発表では、断層帯周辺で行われたボーリングデータから推定される地下浅部の变形構造をもとに、長町利府線周辺の活構造について議論する。

2. 地形地質概要

産業技術総合研究所（2010）をもとに、長町—利府線断層帯の地形的特徴について述べ

る。主要な断層である長町—利府線沿いには、明瞭な撓曲崖が存在しており（宮城野撓曲）、バックスラストである大年寺山断層が撓曲崖の西縁に存在している。大年寺山断層のさらに西側には、八木山撓曲と呼ばれる撓曲帯がある。八木山撓曲の北部延長にあたる広瀬川左岸—台原間では、段丘面群が背斜変形を受けているとされているが（産業技術総合研究所, 2010）、変位量が数 m 程度と小さく、人工改変が激しい市街地であるため、変動地形として記載されない場合もある（例えば、今泉ほか, 1996）。八木山撓曲内には鹿落坂断層が存在し、広瀬川右岸—名取川の間にも南東側隆起の断層崖が分布する。

断層帯周辺の表層地質は長町—利府線を境に大きく異なる。西側は新第三系の堆積岩が主に分布しており、仙台市街地—八木山周辺では鮮新統の仙台層群を中期更新世以降の段丘堆積物が覆っている（北村ほか, 1986）。長町—利府線の東側では沖積層が地表から数 10m 堆積しており、最下部の礫層を後氷期の海進以降に堆積した砂・粘土層が覆っている（松本, 1981）。宮城野撓曲の基部は沖積層下に埋没している。

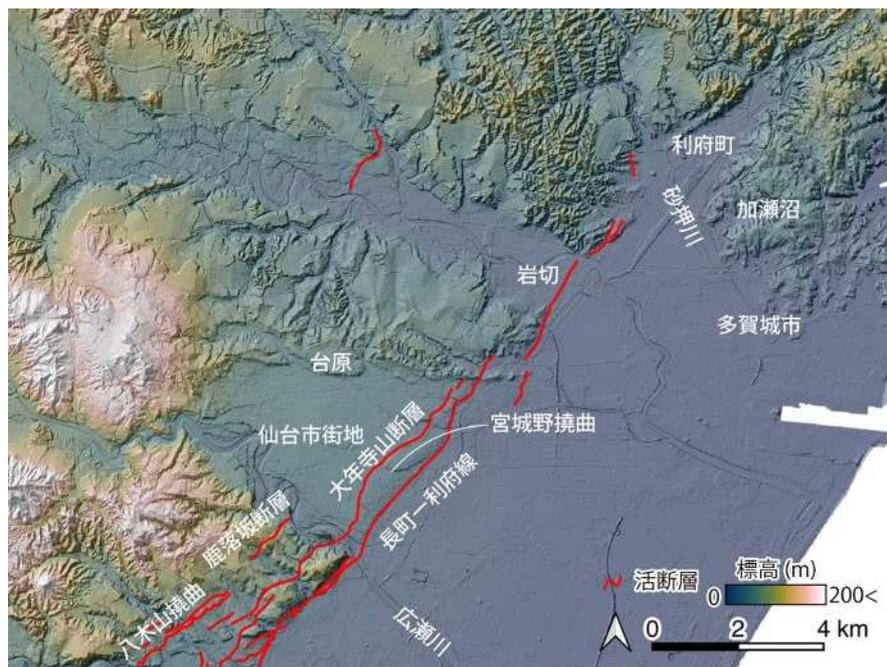


図 1, 長町—利府線断層帯周辺の地形図。活断層トレースは今泉ほか（1996）による。

3. 使用データ

本研究では、みちのく GIDAS(森・布原, 2012)で公開されているデータを用いた。ウェブで取得したテキストデータから、岩層区分や標準貫入試験結果などを自動抽出し、地質断面図を作成した。岩層区分は、人工物、腐植・泥炭、砂礫、砂、泥、岩盤の7つに簡略化した。孔口標高は国土地理院の10mDEMから求めた。造成地においては、現在の標高とコア掘削時の孔口標高が一致しない可能性があるが、現時点では具体的に検討していない。また、色調や観察事項が含まれるデータも存在するが、データ数が少ないため使用していない。

4. 結果, 考察

作成した地質断面図をもとに、(1) 利府町砂押川周辺における断層変位 (2) 八木山撓曲の北部延長 (3) 宮城野撓曲の範囲、について検討した (図1)。

(1) 利府町砂押川沿いにおいて、長町利府線を横断する地質断面図を作成したところ、既存の活断層図で推定された断層トレースを境にして、沖積層の基底高度が約20m異なっていた。同様に、多賀城市加瀬沼付近でも、丘陵地と平野の境界付近で沖積層との基底高度が20m前後急変している。加瀬沼付近には丘陵側を隆起させる活構造が見出されていないことから、この高度差は、最終氷期に形成された谷とその縁辺部との落差を表していると思われる。このことを考慮すると、利府町砂押川付近で見られた沖積層基底高度の差の大部分が、沖積層下の埋没谷との落差を表していると考えられる。また、仙台市岩切において、8-9千年前の礫層の高度が断層を境に5-6m異なっていることを考慮すると、岩切と利府町では、長町一利府線の平均変位速度が大きく異なる可能性がある。

(2) 仙台市街地の広瀬川左岸一台原間において、北西一南東方向に断面図を作成したところ、産業技術総合研究所(2010)で示された背斜軸周辺において、局所的に岩盤高度が高くなっていた。ただし、岩盤の局所的な高まりは、産業技術総合研究所(2010)が推定した背斜軸と宮城野撓曲との間で複数存在しているため、八木山撓曲の北部延長についてさらに検討していく予定である。

(3) 仙台市街地で作成した北西一南東方向の断面図では、宮城野撓曲周辺において、地形から推定される撓曲帯よりも広い範囲で撓曲変形が見られた。小坂ほか(2014)は、宮

城野撓曲頂部における断層露頭の観察から、大年寺山断層が地下浅部において複数に分岐していると述べた。ボーリングデータから個別に分岐断層の位置や変位量を明らかにすることは困難であるが、宮城野撓曲の範囲は再検討されるべきであろう。

5. おわりに

ボーリングデータの解析から、長町一利府線断層帯の活構造について検討したところ、地形的証拠のみからでは調査が困難であった活構造についても、詳細に検討できる可能性があることがわかった。本研究は現在進行中であり、利用可能なボーリングデータがあれば、随時データを追加しているところである。最後に、みちのく GIDAS に関係する方々に感謝申し上げる。

6. 文献

- 今泉ほか, 1996, 都市圏活断層図「仙台」.
小坂ほか, 2014, 応用地質, 55(4), 166-176.
産業技術総合研究所, 2010, 「活断層の追加・補完調査」成果報告書, No. H21-3.
遠田・石村, 2019, 第四紀研究, 58(2), 121-136.
北村ほか, 1986, 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅).
松本, 1981, 地理学評論 52(2), 72-85.
森, 布原, 2010, 地盤工学会誌, 60(10), 18-19.

横断構造地質調査からみた長町-利府線断層帯の鉛直分布 (断層 3 次元構造の推定)

株式会社復建技術コンサルタント 村上 智昭

1. はじめに

長町-利府断層帯は仙台市の中心部を縦断することから、一般にも高く認識されている活断層である。地形としては断層の撓曲崖が緩く傾斜していることが現地を確認できる程度である。平成初期の活断層調査でトレンチ調査や反射法弾性波探査による断層の存在は把握できているが、活断層の存在を観察できる状況にはない。また、長町-利府線の断層面を観察した記録は残っていない。

今回は仙台市市街地での新幹線、地下鉄および道路構造物における地質調査結果で断層を横断する箇所を抽出し、ボーリング柱状図から判断できる地質状況を取りまとめ、地表での断層トレースの位置と地層の鉛直分布から地中での活断層位置について考察を加える。

2. 断層の概要

長町-利府線断層帯は、仙台平野の西縁に位置する活断層帯であり、長町-利府線断層帯は、宮城県の宮城郡利府町から仙台市を経て柴田郡村田町にかけて、概ね北東-南西方向に延びている。全体として長さは 21~40km で、西側が東側に対して相対的に隆起する逆断層である。断層帯の走向は $N40^{\circ} E$ 、傾斜は $35\sim 45^{\circ}$ の西傾斜であると反射法弾性波探査から推定されている。



図. 1 長町-利府断層帯位置図¹⁾

3. 地形・地質状況

仙台駅を中心とする市街地は広瀬川によって形成された段丘面が 3 段あり上町・中町・下町段丘に分類される。基盤となる地質は新第三紀鮮新世の砂岩・凝灰岩・泥岩の堆積岩

を主体とする仙台層群が層厚 100m 以上分布していると考えられている。広瀬川の河岸には仙台層群の竜ノ口層や向山層の露頭が確認される。鮮新統を覆っている第四系は段丘堆積物であり砂礫が主体である。

4. 地質データの抽出方法

今回は仙台駅よりも南東側で広瀬川よりも北側の範囲とし、長町-利府断層と大年寺山断層の鉛直変異を把握する目的でボーリング柱状図を抽出した。

ボーリング柱状図は、みちのく GIDAS³⁾に登録されている XML データや地下鉄工事誌から、断層トレースの横断箇所地質断面図を作成した。みちのく GIDAS のデータは地盤高が現況とかけ離れているものが存在しているため 3m 以上現況と相違がある場合は現況地盤高程度と判断した。地表面標高については国土地理院の 5m メッシュ DEM から地表面の断面形状を作成した。

長町利府断層帯の断層トレースについては中村(2021)²⁾にしたがい DEM 上にトレース線を合わせた。

地質については第四系が砂礫主体で薄層を挟む程度であるため、顕著な層以外は砂礫として分類している。基盤となっている鮮新統は竜ノ口層の砂岩・凝灰岩が主体となっているため、泥岩以外は同様の地層として判断している。以下、断面ごとに地層の鉛直分布についてまとめる。

5. 市道「新寺通り」

大年寺山断層の横断として A 断面を長町-利府線の横断として B 断面を作成した。

断層に挟まれた隆起帯は第四系の層厚が 3~4 m 程度であり、大年寺山断層の西側では層厚が 5~6 m 程度となっており、A 断面で大年寺山断層を挟んで地層の不連続は確認されるが断層の落差は 2 m 以下であると推察される。B 断面では第四系の基底面が EL=10m 付近と EL=-5m に存在し、長町-利府線に複数の逆断層が存在している結果であり、基底面の最大落差は 26.5m であると考えられる。



図.2 地質断面検討位置図

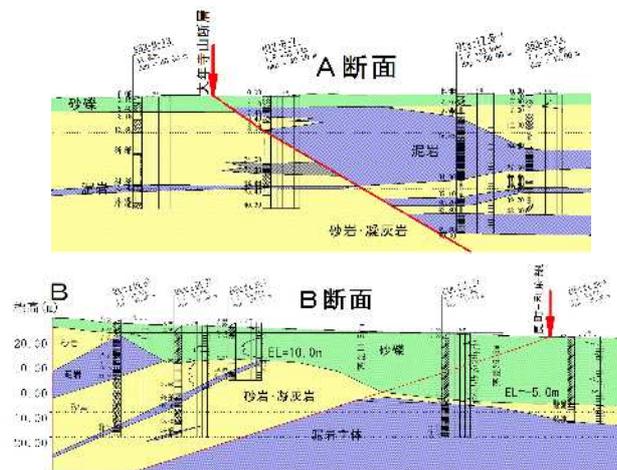


図.3 地質断面図

6. 地下鉄東西線

C断面で長町－利府線の地下鉄連坊駅付近で第四系基底面が EL=-3m 付近、最大落差は 30.5m であると考えられ、基底面は東に向かって緩く傾斜している。大年寺山断層の変位は不明瞭であり、断層の西側で第四紀段丘堆積物の層厚が 6~7m とやや厚くなるのを確認できる程度である。

7. 東北新幹線

D断面における長町－利府線の落差は 26m 程度、断層トレースに隆起帯を示す第四系基底面が高いボーリング位置が近接しているため、逆断層の勾配が 40° 程度であり他の断面より高角度になると推定される。大年寺山断層についてはC断面同様に不明瞭である。

8. 地下鉄南北線

地下鉄南北線においては愛宕橋駅～河原町駅の間を開削工法で施工しており、長町－利府線より東側が砂礫基礎になり不同沈下を考慮して函型の構造で施工している。砂礫の分布を把握するために開削時の地層分布につい

て記載が残されている⁶⁾。この結果から北西～南東に向かって新しい地層が分布し、竜ノ口層、向山層、大年寺層、第四紀層の青葉山礫層、段丘礫層となっている。地層の傾斜は 20~40° 南東方向であり、長町－利府線の撓曲構造を示している。南東傾斜の逆断層が確認されている。

9. まとめ

ボーリングデータの再整理から判明した点をまとめると以下のとおり。

- ①長町－利府線の鉛直落差は 30m 程度、下盤の第四系の基底面は EL=-5m 程度である。
- ②大年寺山断層の変位量は最大で 2m 程度と推察され、上盤の第四系は薄く深度 3~4m 程度である。

長町－利府線は撓曲崖を伴う明瞭な活断層であるが第四紀の砂礫を変形させているために建設工事にでも認識されにくい可能性はある。今後も市街地の造成斜面から痕跡を随時確認したい。

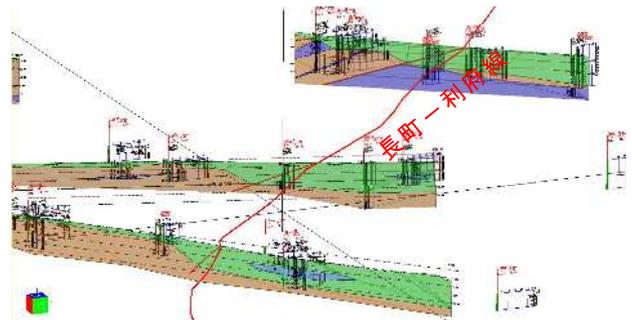


図.4 長町－利府線 準3次元モデル

文献

- 1) 地震調査研究推進本部：長町-利府断層帯
https://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_katsudanso/f020_nagamachi/
- 2) 中村朋暉(2021) 仙台南部地域における長町－利府線断層帯の分布とその活動による地形発達への影響,東北大学卒業論文
- 3) みちのく GIDAS 運営協議会：
<https://www.michinoku-gidas.jp/>
- 4) 仙台市交通局高速鉄道建設部(1988)仙台市高速鉄道南北線建設工事記録,pp.543-569
- 5) 仙台市交通局高速鉄道建設部(2016)仙台市高速鉄道東西線建設事業記録誌,pp.453
- 6) 宮城県(1996)平成7年度長町-利府断層帯(地形・地質調査)に関する調査成果報告書：
<https://www.hp1039.jishin.go.jp/danso/Miyagifrm.htm>

一般社団法人日本応用地質学会 東北支部
第 28 回研究発表会講演集

令和 3 年 7 月 21 日発行

編 集 一般社団法人日本応用地質学会東北支部事務局

応用地質株式会社 東北事務所 内

仙台市宮城野区萩野町 3-21-2 TEL:022-237-0471

学会 E メール : tohoku@jseg.or.jp

ホームページ : <http://www.jseg.or.jp/tohoku/>
