

一般社団法人
日本応用地質学会 東北支部

第 21 回研究発表会講演集

2013年7月19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21回 研究発表会プログラム

開催日：平成25年7月19日

会 場：せんだいメディアテーク 7F スタジオシアター

講演集：1,000円

協 賛：東北地質調査業協会

開 会

10:00 開会

10:00～10:10 支部長挨拶（橋本）

発表（午前の部） ……（座長：小野寺、副座長：大内）

10:10～10:20 大水深域における学術ボーリング調査

～猪苗代湖湖心部における湖底堆積物の不攪乱サンプリング～

○大内拓哉、畚野 匡（日本工営㈱）

10:20～10:40 地形解析及び動態観測による地すべり変動範囲解析事例

○原 勝宏、菅野孝美、榊原信夫、山地孝昌（川崎地質㈱）

10:40～11:00 土木研究所との共同研究への参加報告

ーすべり層のサンプリングと認定方法に関する研究ー

○水野直弥（㈱建設技術研究所）

11:00～11:20 平成24年に北海道で発生した地すべり災害（中山峠における地すべり災害）

○鈴木俊司（㈱ドーコン）

……………*……………*……………*……………*

11:20～11:30

（休 憩）

……………*……………*……………*……………*

11:30～11:50 断層活動性の認定手法に関する2、3の考察

○三和 公、鳥越祐司、坂東雄一、橋本修一（東北電力㈱）

11:50～12:10 津波堆積物を対象としたWG活動経過報告

○小林俊樹（日本応用地質学会東北支部）

……………*……………*……………*……………*

12:10～13:30

（休憩、昼食）

……………*……………*……………*……………*

特別講演 司会：小林

13:30～15:00 「東日本大震災、巨大津波の実像」

ー海底地形・堆積物に残された痕跡及び津波を巨大化させた沿岸沈水地形ー

原口 強氏（大阪市立大学大学院理学研究科准教授）

……………*……………*……………*……………*

15:00～15:10

（休 憩）

……………*……………*……………*……………*

発表（午後の部） ……（座長：畚野、副座長：三川）

15:10～15:30 オートマチックラムサウンディング試験の実施による地質解析事例

○柴田健幹（応用地質㈱）

15:30～15:50 土壌の放射線汚染の現状と除染に関する二三の実験

○田野久貴（日本大学工学部上席研究員 正員）

15:50～16:10 東北地方の地震時斜面災害の特性と類型化の試み

○高見智之（国際航業㈱）

総合討論 座長：本田、副座長：工藤

16:10～16:30

閉 会

16:30 閉会

16:30 副支部長挨拶（高見）

懇 親 会

17:00～19:00 シェルブール

一般社団法人
日本応用地質学会 東北支部

第 21 回 研究発表会講演集

2013年7月19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 21 回 研究発表会

発 表

- ① 大水深域における学術ボーリング調査
 ～猪苗代湖湖心部における湖底堆積物の不攪乱サンプリング～ 1
 ○大内拓哉、畚野 匡（日本工営(株)）
- ② 地形解析及び動態観測による地すべり変動範囲解析事例 3
 ○原 勝宏、菅野孝美、榊原信夫、山地孝昌（川崎地質(株)）
- ③ 土木研究所との共同研究への参加報告
 ーすべり層のサンプリングと認定方法に関する研究ー 5
 ○水野直弥（(株)建設技術研究所）
- ④ 平成 24 年に北海道で発生した地すべり災害（中山峠における地すべり災害） . . . 7
 ○鈴木俊司（(株)ドーコン）
- ⑤ 断層活動性の認定手法に関する 2，3 の考察 9
 ○三和 公、鳥越祐司、坂東雄一、橋本修一（東北電力(株)）
- ⑥ 津波堆積物を対象とした WG 活動経過報告 11
 ○小林俊樹（日本応用地質学会東北支部）
- ⑦ オートマチックラムサウンディング試験の実施による地質解析事例 13
 ○柴田健幹（応用地質(株)）
- ⑧ 土壌の放射線汚染の現状と除染に関する二三の実験 15
 ○田野久貴（日本大学工学部上席研究員 正員）
- ⑨ 東北地方の地震時斜面災害の特性と類型化の試み 17
 ○高見智之（国際航業(株)）

大水深域における学術ボーリング調査 ～猪苗代湖湖心部における湖底堆積物の不攪乱サンプリング～

日本工営株式会社仙台支店 大内 拓哉・畚野 匡

1. はじめに

磐梯朝日遷移プロジェクト¹⁾の一環として、福島県の中央に位置する猪苗代湖で古環境解明を目的とした大水深水上ボーリングを行なった。外部の影響が少ない静かな堆積環境でサンプリングを行なうため、掘削地点は猪苗代湖湖心部の水深約 90m の地点を選定した。

全国における湖底堆積物調査の例としては、福井県の水月湖（最大水深 34m）、秋田県男鹿市の一ノ目潟（最大水深 48m）等が挙げられる。

本調査は猪苗代湖（湖面標高 514m、湖面積 103km³、最大水深 94m）湖心部と全国にもほとんど例がない程の大水深水上ボーリングである。さらに表層のブロックを含め、不攪乱試料としてサンプリングを行なう必要性があった。本発表では掘削作業からコア処理までに施された工夫点を中心に紹介する。

2. 調査方法

(1) 調査位置

本調査は猪苗代湖湖心部の水深約 90m を掘削地点とした。(図 1) 既往調査で行なわれた音波探査記録²⁾をもとに GPS にて掘削場所を決定し、目印としてブイを設置した。



図 1 調査位置図

(2) 作業足場

ボーリング調査のための足場は、フロート台船を使用した。猪苗代湖南部の湖南港で台船（本船とアンカー揚収船）を組み立て、2 台を繋ぎ、曳航船にて台船のボーリングポイントまで曳航した。

掘削地点では台船にアンカー 6 丁を用いて固定した。(図 2)



図 2 フロート台船

(3) 掘削方法

サンプラーは不攪乱試料を採取するため、1m の水圧式シンウォールサンプラーを使用した。

サンプラーやケーシングを確実に湖底まで導くために、周りにはガイド管を設置した。ガイド管の底部には可動式の底盤があり、湖底の状況によらず安定させることができた。

ガイド管は湖心部の水流により倒れないようにするため、サスペンド工法³⁾によりガイド管に自重と浮力を働かせることで自立させた。(図 3)

また、サンプリングに関しては、湖底の表層部に浮遊するブロックを採取するため、水深を考慮した上で底盤を湖底まで降ろさず、湖底のやや上部から 1.5 m の水圧式シンウォールサンプラーを用いて、不攪乱で水ごと採取した。

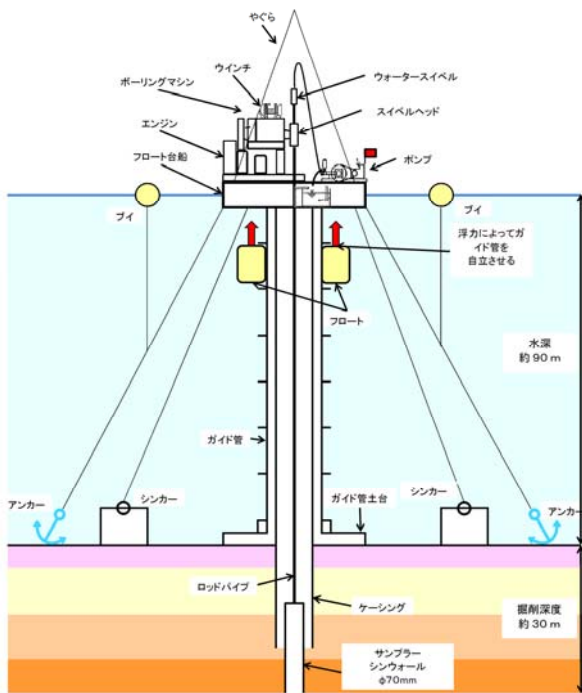


図3 ボーリング作業場全体図

3. ボーリングコア処理・観察

採取されたコアはシンウォール管から取り出すまでできるだけ立てた状態で保管し、運搬時は複数のゴム等で衝撃を緩和した。

シンウォールサンプラーに採取されたコアはアングルドリルを用いたコア押し出し器を使用し、塩化ビニル製パイプを半割したものに押し出した(図4)。さらにコアを断面で観察ができるように金属製ワイヤーで半割した。

なお粒度が大きい試料などコア押し出し器が入らない場合は、シンウォール管を半割し取り出した。



図4 コア押し出し状況

4. ボーリング調査結果

本調査では湖底から深度28mまでサンプリングを行なった。26.9mまでは縞状の粘性土が主体で、沼沢-沼沢湖火山灰層(Nm-NK)や始良-Tn火山灰層(AT)等の火山灰層を挟む

ことが明らかにされた³⁾。26.9m以深は砂質土、さらに27.7m-28.0mは砂礫層が確認された。(図5)

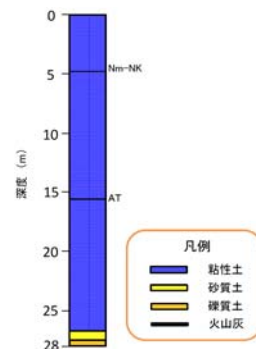


図5 簡易柱状図

5. おわりに

本調査から得られた大水深域での水上ボーリング地質調査での工夫と注意点を以下にまとめる。

- ・悪天候による工程管理および撤去方法
- ・近傍での掘削による継ぎ目の補完
- ・地質によるコア処理の方法選別
- ・湖底表層部不攪乱試料採取方法

本調査におけるサンプリングはほとんど乱すことなく進めることができた。コアは今後、福島大学等で解析が進められていく予定である。本調査のような学術ボーリングは、非常に興味深いものであり、今後全国で積極的に実施されることに期待したい。

謝辞

本調査を行なうにあたり、福島大学の長橋良隆教授、廣瀬孝太郎特任助教をはじめ、様々な方々にご指導をいただいた。また、関係機関の方々には調査に関する許可やご協力をいただき、無事に現場を終えることができた。ここに記した方々に感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 磐梯朝日遷移プロジェクトホームページ
<http://www.sss.fukushima-u.ac.jp/bandai-asahi-project/>
- 2) 井内・徳岡・高安・安問・牧野・楡井編 (1990) 湖沼の成因と環境・地質, 日本地質学会 地質学論集 36
- 3) 株式会社アテック吉村 (1994): 大水深域でのボーリング工法
- 4) 長橋・廣瀬 (2013) 猪苗代湖湖底堆積物の掘削の概要とコア試料の岩相層序, 福島大学地域創造, 24-2, 55-61

地形解析及び動態観測による地すべり変動範囲解析事例

川崎地質(株) 原 勝宏
菅野 孝美
榊原 信夫
山地 孝昌

1. はじめに

月山を源流とする立谷沢川支流濁沢川右岸の池の台地区では、平成 23 年 5 月 22 日に地すべり末端部が崩壊、濁沢川へ流出して河道閉塞が発生した（写真-1）。その後、下流域への土砂流出と工事の安全確保を目的として平成 23 年 7 月より崩壊地背後の地すべりブロックにおいて地盤伸縮計、GPS 観測などの動態観測が開始された。その結果、崩壊後も崩壊地背後の地すべり変動は活発であることが確認されている。本論ではさらに詳細な変動状況を把握するため、多年度 DEM、DSM (LP データ)を用いた地形解析、現地の動態観測行い、変動範囲及び土塊内部の変動状況（移動量、方向）の違いを明らかにしたので紹介する。



写真-1 崩壊地全景

2. 地形地質概要

池の台地区は月山（標高 1984m）北麓を北流する立谷沢川の支流濁沢川の右岸に位置する。尾根上は標高 800～900m で北へ向かって比較的緩やかに高度を下げるが、谷は急峻で谷底との高低差は 300～350m 程度に達する。濁沢川沿いには池の台地区をはじめ兩岸に幅 100m 以上大規模な地すべり地形が無数に認められる（図-1）。



図-1 地すべり地形区分図 1)

池の台地区周辺の地質は、新第三系中新統下部～中部層の変朽安山岩と火山礫凝灰岩、凝灰岩などの火砕岩より成る。特に池の台地区下部には、軟質で強度の低いチョコレート色の凝灰岩、いわゆる「チョコタフ」が分布する。一帯は南北方向の断層に起因すると考えられる岩盤の破碎、熱水変質による粘土化等により崩壊や地すべりが多発する地帯となっている。これらの凝灰岩の下位には堅硬な安山岩が分布し、不動土塊となっている。

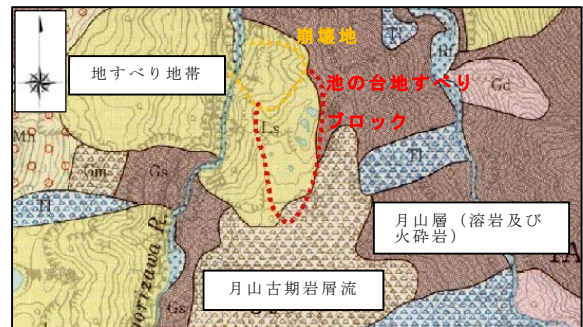


図-2 池の台地すべり周辺の地質平面図 2)

3. 地形解析

長さ約 700m 最大幅約 400m に及ぶ池の台の地すべりブロック周辺について、DEM、DSM (LP データ)を用いた地形解析を行った。DSM データ（数値表層モデル）では、多年度の解析図を比較する際、高い樹木等をマーカーとして水平変位を把握した。DEM データ（数値標高モデル）では、多年度の解析図を比較する際、地形自体の変化から変動状況の概要を把握した。H23 年度-H24 年度 LP データによる DSM 解析図の比較、及び H21 年度-H24 年度 LP データの DEM 解析図の比較より変動範囲、及び変動方向を可視化した。一例として DEM 解析による結果を示す(図-3)。地形解析の結果、赤線で示した地すべりブロック内で、明瞭な変動があることが確認された。また、ブロック中の土塊の移動方向（赤矢印）は、ブロック中央やや東側に南北方向に連続的に分布する亀裂（黄線）を境に大きく変化し、その西側の移動方向は北～北北西方向で、地すべり主測線方向に近い。東側は西～北西方向に移動し、地すべり主測線方向と斜交する。

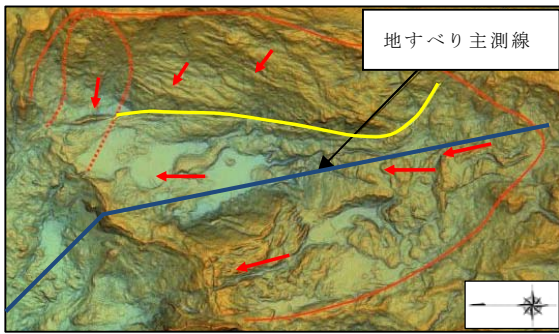


図-3 池の台地すべりブロック DEM 解析図

4. 動態観測

(1) GPS 観測

池の台地すべりブロックの 5 地点において GPS 観測を実施した。図-4 に H23.11.15～H24.11.5 間の変動ベクトルを示す。GPS-3 や GPS-4 では地すべり主測線方向に近い北西方向に大きな変動が認められる。ブロック東側の GPS-5 では変動は主測線に対して斜交する方向であり、変動量が小さい。

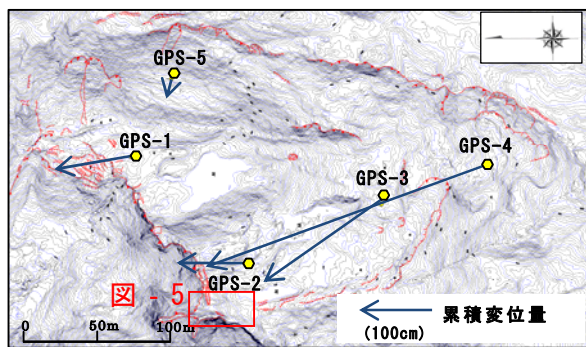


図-4 池の台 GPS 観測地点変動状況

(2) 移動杭観測

地すべりブロックの西側末端部において、6 地点の移動杭観測を実施した。図-5 に H24.7.25～H24.11.5 間の変動ベクトルを示す。開口クラックを隔てた東側では地すべりの主測線方向に近い北方向への顕著な変動が認められたが、西側では主測線に対して斜交する方向であり、変動が小さい。

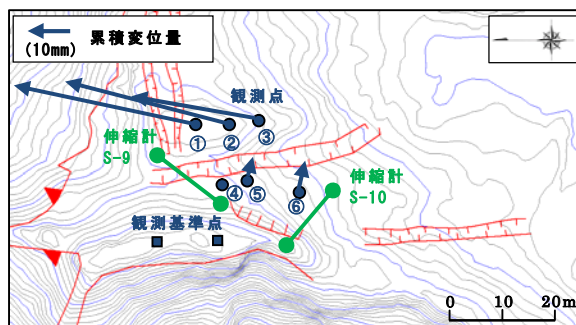


図-5 地すべりブロック西側部末端の移動杭観測状況

(3) 地盤伸縮計

観測データ比較のため、池の台地区全体の

変動地形及び亀裂発達状況を確認した上で図-6 に示す地点での観測を行った。その結果、S-7、S-9、S-10 で大きな変動が観測された。

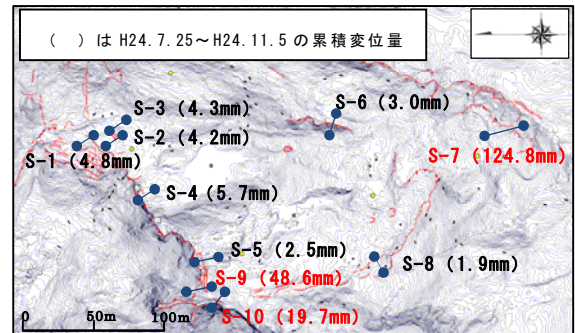


図-6 池の台地盤伸縮計変動状況

5. 考察

地形解析及び動態観測結果より、以下のことが明らかとなった。① 地すべりブロック内の中央部～西側は、地すべり主測線に近い北～北西方向に顕著な変動が継続している。② 中央部から東側の急崖部は西～北西方向へ、また、西側末端部は東方向へ地すべり主測線と斜交する方向に変動している。また、地すべりブロック中央部に比べ変動速度が小さい。以上の事から、地すべりブロック内の変動状況を区分したイメージ図を図-7 に示す。地すべりブロック内の中央部から西側(赤囲い)が地すべり移動体の主体部であると考えられる。地すべりブロック側部(黄囲い)では地すべり主体部の移動に伴って緩みが進行、斜面最大傾斜方向へ浅いすべりや斜面崩壊が頻発しているものと推察される。

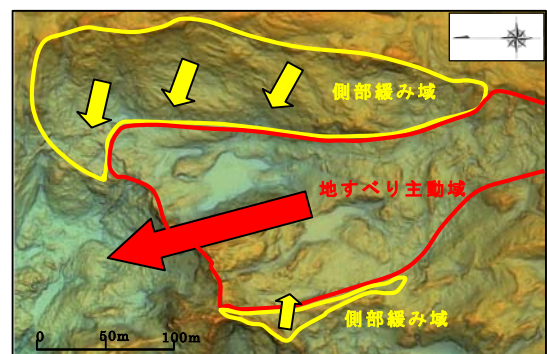


図-7 地すべりブロックの変動状況の区分イメージ図

6. 謝辞

地形解析に用いた LP データをご提供頂いた新庄河川事務所に深く感謝申し上げます。

《引用・参考文献》

- 1) 地すべり地形区分図：(独) 防災科学技術研究所 HP
- 2) 土地基本分類図「月山」5 万分の 1 地質図：国土交通省 HP 土地総合情報ライブラリー

土木研究所との共同研究への参加報告 —すべり層のサンプリングと認定方法に関する研究—

株式会社 建設技術研究所 総合技術部 地圏環境室 水野直弥

1.はじめに

地すべり対策では、すべり面位置の特定が重要であり、ボーリング調査や機器計測によって調査されている。近年、ボーリング技術の向上により、これまで採取が困難であったすべり面や地すべり土塊からも高品質なコアが採取可能になってきた。高品質なコアにより、破碎・変形構造が生じているすべり面を詳細に観察・分析し、その特性を明らかにすることで、すべり面の調査技術や認定確度を高めることが期待される。

平成 22 年から平成 23 年にかけて、土木研究所地すべりチームと民間 5 社（ハイテック株式会社、株式会社高知地質調査、株式会社地圏総合コンサルタント、応用地質株式会社、株式会社建設技術研究所）による共同研究「すべり層のサンプリングと認定方法に関する研究」が行われ、メンバーとして参加させていただいた。本稿では、この研究成果の概要を報告する。

2.研究方法

2.1 概要

すべり面はせん断変形を生じる部分であり、最も撓乱・変形を受けているゾーンであると考えられる。すべり面とその近傍（一連の撓乱・変形を受ける区間）の構造を詳細に観察し、特徴を明らかにすることは、すべり面の認定根拠の 1 つになり得ると考えられる。

本研究では、すべり面が明らかな 6 地区の地すべり（図-1）のコアを用いて、すべり面の樹脂固定標本作製し、すべり面の微細構造を観察し、その特徴を整理した。



図-1 研究対象地区¹⁾

2.2 樹脂固定標本の作製

樹脂固定標本の作製のためには、乱さずに連続したコアが必要である。すべり面付近のコアは、礫混じり土砂や軟弱な粘土、破碎された岩であるなど、そのままの状態では、切断して観察のための標本作製することは難しい。そこで、エポキシ樹脂等を用いてコアを樹脂固定し、その上で地すべりの移動方向に平行な鉛直面で切断し、切断面を研磨して樹脂固定標本作製した。作製手順²⁾を図-2に紹介する。

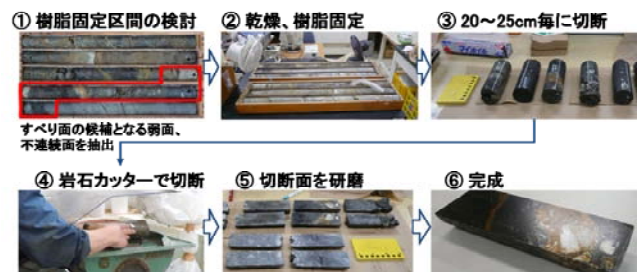


図-2 樹脂固定標本の作成手順

3.樹脂固定標本による微細構造分析

3.1 樹脂固定標本の観察結果

研究対象とした 6 地区（入谷，譲原，怒田・八畝，甚之助谷，由比，当間）のすべり面近傍の樹脂固定標本を観察した結果、以下のような特徴が認められた。

- ・入谷地区、譲原地区、怒田・八畝地区では、すべり面の傾斜と調和的な礫の配列や細粒分の配列などが観察され、すべり面に向かって下方で細粒化、円磨度が増すなどの傾向が観察された。
- ・甚之助谷地区では、すべり面直下の基盤岩とされる岩盤部に、地すべり滑動により破碎を受けたダメージゾーンが認められた（図-3 参照）。岩盤部の破碎の亀裂には複合面構造が見られた。また、すべり面直上のマトリクスでは、細粒部と粗粒部が交互に分布することで縞状構造が形成されていることが観察された。
- ・由比地区では、 ϕ 数 mm ～ 数 cm の角礫の粒径や岩種（泥岩，砂岩）、風化度の違いが、幅数 mm ～ 数 cm でバンドをなす縞状構造が観察された。

- ・当間地区(小ブロックの浅いすべり)では、すべり面周辺で破碎され、細粒化している様子が観察された。

樹脂固定標本観察の結果、すべり面とその近傍で確認された特徴的な微細構造を表-1に整理した。これらの微細構造は、すべり面の認定の際に参考になるものと考えられる。

表-1 すべり面(近傍)で確認される微細構造

地区名	すべり面(近傍)で確認された特徴的な微細構造
惣田・八畝地区 入谷地区 譲原地区	・礫の配列(長軸の定向配列) ・細粒分比率の上昇 ・礫円磨度の上昇
基之助谷地区	・基盤におけるダメージゾーン ・複合面構造 ・縞状構造
由比地区	・縞状構造
当間地区	・破碎による細粒化

3.2 樹脂固定標本による画像解析

樹脂固定標本のうち、礫混じり粘土化部の画像解析により、礫の含有率、礫径、礫の形状(円磨度)、礫長軸の傾き等と深度との関係进行分析した(図-3、図-4)。

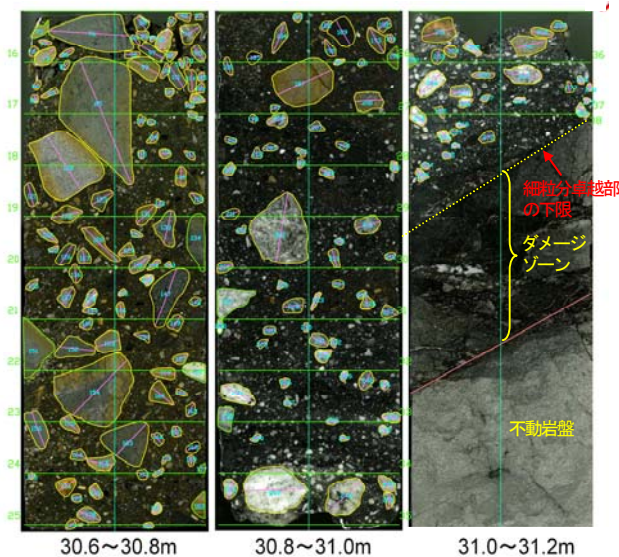


図-3 樹脂固定標本のスキャン画像

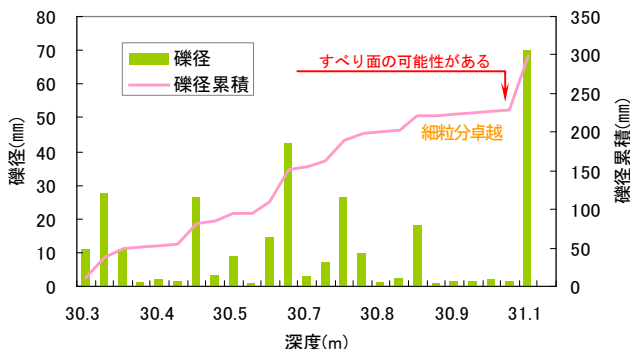


図-4 深度と礫径の関係

4. 樹脂固定標本における微細構造の分析手法とすべり面の認定

コアによってすべり面を認定するためには、まず、その候補となる弱面、不連続面を抽出する必要がある。コアによるすべり面の認定については文献³⁾などを参考にされたい。

すべり層の可能性のある弱面を抽出するためには、コア性状の観察のみではなく、地すべり地の地形、地質条件、既往の調査・検討資料を踏まえた総合的な評価が必要である。

前述の観察結果及び画像解析結果を踏まえると、樹脂固定標本によるすべり面認定の留意点としては、以下に示す項目が提案される。

表-2 樹脂固定標本によるすべり面認定の留意点

- ① 細粒分比率の上昇
- ② 礫円磨度の上昇
- ③ 破碎による細粒化
- ④ 礫の配列(長軸の定向配列)
- ⑤ 縞状構造の存在
- ⑥ 基盤におけるダメージゾーンの存在
- ⑦ 複合面構造

5. おわりに

本稿では樹脂固定標本を用いたコアの微細構造分析手法とすべり面の認定手法について紹介したが、樹脂固定標本には他にも様々な活用方法が考えられる。樹脂固定標本とすることで、従来は保存することが難しかったすべり面を半永久的に保存することができる。そのため、数年前に掘削したボーリングのすべり面標本と比較しながらすべり面を認定することもでき、すべり面認定の確度向上に寄与することが期待される。また、すべり面の存在やせん断の証拠などが明瞭な標本は、検討委員会や住民説明会等における説明のためのツールとしても活用できる。

《引用・参考文献》

- 1) (独)土木研究所、ハイテック株式会社、株式会社高知地質調査、株式会社地圏総合コンサルタント、応用地質株式会社、株式会社建設技術研究所:すべり層のサンプリングと認定方法に関する研究、共同研究報告書、第449号、2012
- 2) (独)土木研究所土砂管理研究グループ地すべりチーム:樹脂固定法によるすべり面標本の作製マニュアル(案)、土木研究所資料、第4227号、pp.1~18、2012
- 3) 国土交通省砂防部、独立行政法人土木研究所:「地すべり防止技術指針及び同解説 平成20年4月」、2008

平成 24 年に北海道で発生した地すべり災害 (中山峠における地すべり災害)

株式会社 ドーコン 鈴木俊司

1. はじめに

北海道札幌市国道 230 号の中山峠付近では、平成 24 年、25 年と 2 年続けて融雪期に道路斜面災害が発生した。

平成 24 年 5 月 4 日に発生した道路斜面災害は、KP40.6 の地すべり災害と KP40.8 の盛土法面崩壊であった。本報告では、この内、主に地すべり災害 (KP40.6) における対応について報告する。



図-1 災害発生箇所位置図

2. 災害の概要

災害は、定山溪温泉より約 10km 南西方向の斜面で発生した。KP40.6 では道路延長 80m の範囲で路面が変状し、最大約 20cm 程度の亀裂が発生した。また、KP40.8 では道路延長約 40m の範囲で路肩が崩壊し、約 13,000m³ の土砂が下方に流出した。この影響により、当区間を含む延長 14.3km の区間が 5 月 4 日から 23 日までの 19 日間全面通行止めとなり、対面通行までさらに 3 日間を要した。

被災箇所の地形は、豊平川上流部の左岸斜面に位置し、集水地形が発達した斜面を形成している。また、地すべり地形が多く、被災箇所周辺にも複数の地すべり地形が判読されている。地質は、新第三紀の火山岩（安山岩）が分布し、熱水変質作用を受けている。

被災区間は平成 24 年 4 月 9 日以降、融雪が進行し、被災箇所より 2km 程離れた無意根観測所（北海道開発局・道路テレメータ）では、4 月 9 日から発生当日の 5 月 4 日までの累積換算雨量（降雨量+融雪水量）は 905mm であった。また、発生前日の日換算雨量は 80mm、当日の日換算雨量は 126mm を記録し、過去 10

年間の融雪期における日換算雨量と比較して、それぞれ 3 位と 1 位の値である。

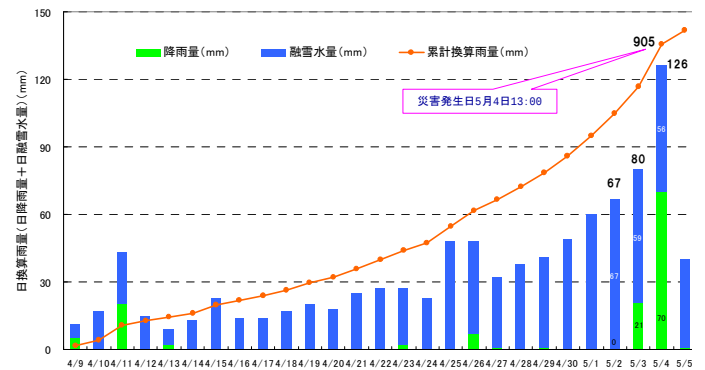


図-2 換算雨量（降雨量+融雪水量）



写真-1 路面亀裂の状況

3. 調査結果

(1) 調査概要

路面の段差や亀裂など確認されたことから、ボーリングおよびパイプ歪計、孔内水位観測を行った。

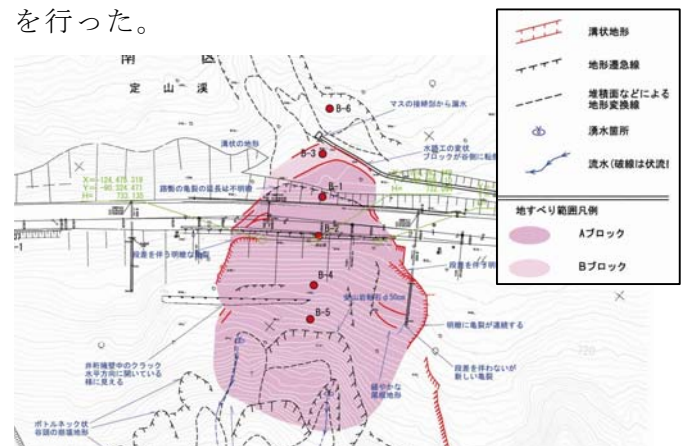
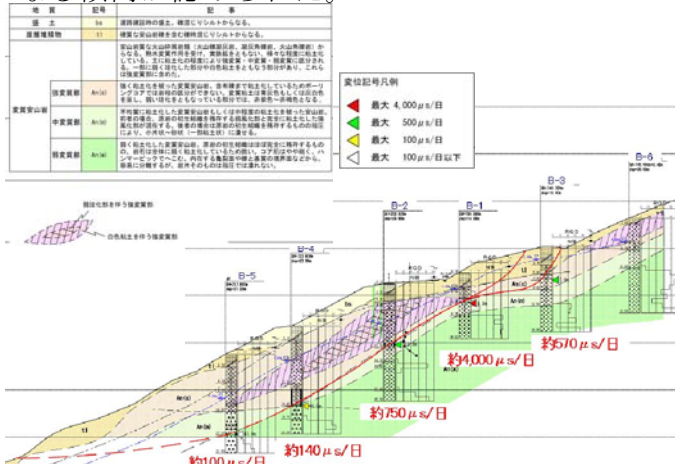


図-3 調査位置図

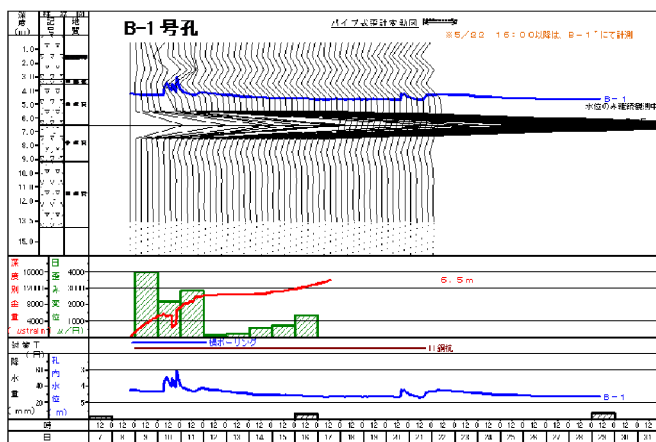
(2) 調査結果

基板岩は安山岩質火砕岩類で、熱水変質作用を受け粘土化しているが、一部に珪化変質も受けている。特に、既設抑止杭の基礎地盤は珪化変質を受けているが、その深部には強変質部が確認された。

パイプ歪計は道路直近の B-1 号孔で、最大 4,000 μ /日の累積が確認され、8 日間でスケールオーバーした。パイプ歪計の変位は、道路直近が大きく、斜面下方に向かって小さくなる傾向が認められた。



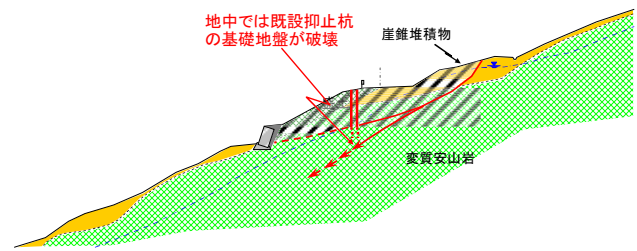
図－4 地質断面図



図－5 パイプ歪計・孔内水位観測結果

4. 変動機構

素因として、①熱水変質作用を受け粘土化した変質安山岩で構成される斜面であること。②このような斜面に道路建設に伴う土工を行ったため地すべり対策が行われていた斜面であること。さらに、③建設当時のすべり面より深部に粘土化した変質安山岩が分布していることなどが考えられ、誘因は融雪水と降雨により間隙水圧が上昇することにより地すべり力が増大し、建設当時の基礎地盤より深部を破壊し、新たな地すべり面が形成されたと考えられる。



図－6 変動機構

5. 対策工

一刻も早い交通解放が望まれたことから、早期に施工可能な応急対策工と、確実性の高い恒久対策工を選定した

(1) 応急対策工

材料入手が容易な杭工（H 鋼杭）を基本とし、活動中の地すべり内での施工となるため、横ボーリング工を先行施工し、合わせて排水工の整備も行った。

(2) 恒久対策工

杭工（鋼管杭）を 2 段配置するとともに、杭工への負担軽減のため集水井工を実施した。



写真－2 対策工施工状況 (H24.5.14 撮影)



写真－3 対策完了後の状況 (H24.11.9 撮影)
謝辞

本報告は、国土交通省北海道開発局札幌開発建設部札幌道路事務所の発注業務の検討成果であり、本報告の掲載を了承委いただいた札幌道路事務所の関係者に、厚くお礼を申し上げます。

断層活動性の認定手法に関する2, 3の考察

東北電力㈱ 三和 公・鳥越祐司・坂東雄一・橋本修一

1. はじめに

原子力発電所をはじめ、社会的に重要な構造物の耐震設計を行なうに際して、内陸地殻内の地震が累積的に活動した結果である「活断層」を評価することは重要な課題である。

一方、地表破断しているすべての断層が構造的(tectonic)ではないし、すべての構造的断層が起震性(seismogenic)ではない。古地震学的には、非構造的・非起震性の過程で生じた地質現象を、古地震による地質現象と見誤ることは避けるべきであるとされる(Paleoseismology 2nd ed. (2009) ^[1]に詳しい)。

地表付近のすべての変形が地震によるものではなく、事実、断層様の現象の多くは非構造的の過程で形成されているが、実際に野外で、それを古地震によって作られた「活断層」と区別することは難しい。

ここでは、東通原子力発電所の敷地内に見られる現象を例に、断層の活動性認定手法について考察したい。

2. 東通原子力発電所・敷地の地質

東通原子力発電所は青森県下北半島脊梁部の太平洋側に位置している。

2.1 敷地の地質・地質構造の概要

敷地には、主として標高約10m～約40mの海成段丘面が発達する。これらは、面の形態、高度、火山灰層との関係等から、MIS 5e以降の段丘に対比される。

敷地には、新第三系中新統の火山碎屑岩類から成る泊層および堆積岩から成る蒲野沢層が分布し、これを前述の第四系上部更新統の段丘堆積物などが被覆する。

新第三系は、主として泊層分布域に半地溝状～地溝状をなして蒲野沢層が分布する。これらの境界をなす主要な断層は、主にNNE-SW～NE-SW走向で比較的連続性が良く高角度の正断層である。(図-1, 2)

2.2 断層の活動性認定のポイント

敷地内の断層は、以下の点から、少なくとも中位段丘面形成期以降の活動性はないと考えている。

○ 断層変位地形がない

→少なくとも数箇所掘削したトレンチで、中位段丘面の高度差らしき地形の下方に対応する基盤の変位・変形は認められない。

○ 古いテクトニクスで形成された正断層形態が保たれている。

→構造発達史的に新第三紀鮮新世以前の正断層で、逆断層として反転した形跡は認められない。断層破砕部で確認される条線は高角のものが多く、横ずれセンスを示唆する特徴は認められない。

○ 断層破砕部は鉱物脈で置換されている

→一部の断層破砕部は、熱水変質作用によりセピオライト、石英等で充填され、完全に固結・岩石化している。

○ 地震発生層より上位でデタッチメントになる

→反射法地震探査結果から、主要断層は、地下500～1,000mで緩傾斜となり、地下深部へ連続しない。

以上のように、敷地の主要な地質構造が、広域的な応力場を反映して、繰返し活動を繰返し、地表近くまで変形を及ぼしてきた証拠は認められない

3. 第四系の変状

3.1 第四系変状の特徴

敷地の断層または岩盤風化部を被覆する第四系の一部には、第四系基底面の小規模な段差、破砕部粘土の第四系への注入、第四系中の小断裂及び撓み(以下、これらを「第四系変状」という。)が認められる。(図-3, 4) これらの第四系の変状には、以下の特徴が認められる。

○ 同一断層でも変状のある箇所とない箇所があり、分布は限定的。

○ 第四系変状は岩盤劣化部の幅あるいは厚さが大きい箇所に対応して認められる傾向がある。また、岩盤劣化部には膨張性粘土鉱物であるモンモリロナイトが多く含まれている。

○ 変状が生じていない断層破砕部は固結していることが多く、また、変状が生じている断層破砕部でもその深部は固結していることが多い。

○ 第四系変状のずれの量が小規模で、累積性が認められない。

- 第四系中の小断層には、正断層センスのものと、逆断層センスのものが混在することがある。
- 変状が生じている小断層は、ごく浅部で消滅するものが多い。
- 泊層での第四系変状は断層のない箇所にも見られ、主として上方への撓みからなる。
- 変状の形成時期は限定的で、概ね標高の低い海側での形成時期は新しい傾向にある。

3.2 第四系変状の成因

前述のような特徴を踏まえて、変状を発生させる可能性のある成因として、

- ・「地震動による受動変位」、
- ・「熱水等の圧入」、
- ・「凍結・融解作用」 および
- ・「活断層による変位・変形」

について検討した結果、これらはいずれも第四系変状の主要な成因とは考えにくい。

第四系変状は、地表付近の断層破碎部およびその近傍の劣化部および風化変質による劣化部（小断層の上盤側等）に関係して形成されたものと考えられる。

形成メカニズムとしては、岩盤の劣化部（割れ目が多く発達、または風化に伴う軟質化した部分等）の一部が、敷地内の地下水位の変化等に伴う吸水等によって、体積膨張することによって発生したものと考えられる。

4. 終わりに

基盤岩がいくつかの原因で側方及び上方に膨張する事例は、海外でも複数の報告がある。この中には、地震を伴わず既存の亀裂やせん断面を用いて差別的に上昇し、「逆断層様」に変形した事例も報告されている。海外事例と東通とでは、地質構成や周辺のテクトニクス背景が異なるため単純な比較はできないが、鉱物組成変化、体積変化した結果としての指標等について検討を進めたいと考えている。

また、敷地内では追加の地質調査を継続しており、これらの結果も踏まえて総合的に断層活動性の認定手法や評価の検討を行っていきたいと考えている。

参考文献

- [1] J. McCalpin, Paleoseismology, 2nd ed. (2009), Academic Press

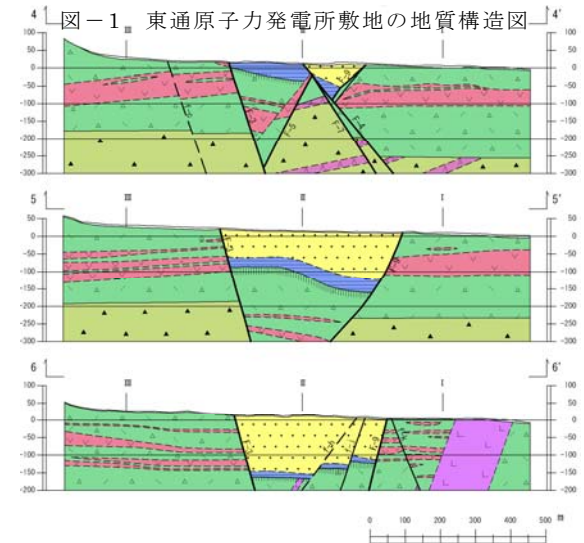
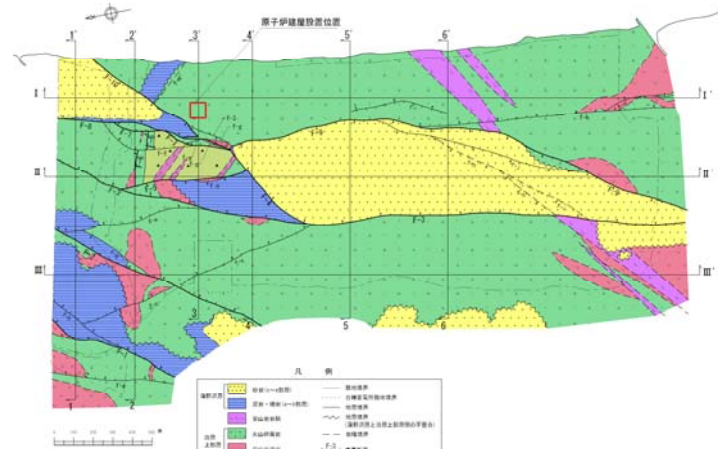


図-2 東通原子力発電所敷地の地質断面図

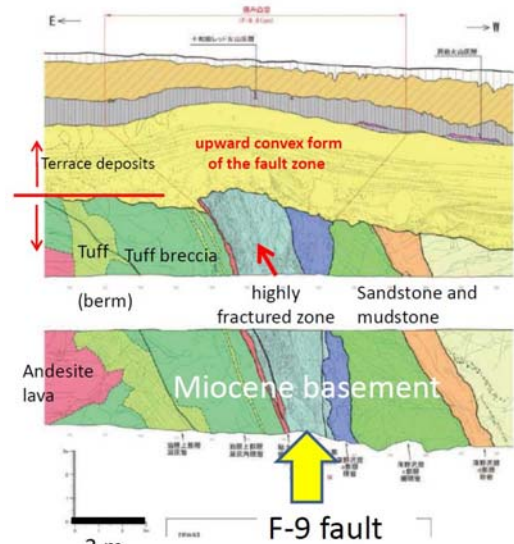


図-3 第四系変状の例（主要な断層）

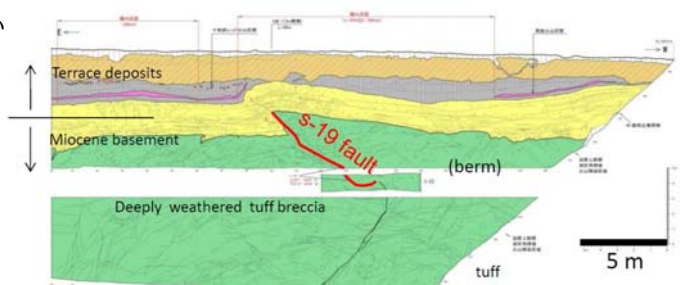


図-4 第四系変状の例（小断層）

津波堆積物を対象としたWG活動経過報告

一般社団法人 日本応用地質学会東北支部 小林俊樹

1 はじめに

3.11 東日本大震災は岩手・宮城・福島をはじめとする東日本太平洋側に甚大な被害をもたらした。特に津波による災害は、沿岸地域に壊滅的被害を与えた。

支部活動は、これまで「データ提供を賜る＋現地踏査」からなっていたが、支部費用でボーリング・年代測定などを行うことは、支部独自のデータ獲得となり、支部活動の活性化に寄与すると考えた。

当初は、“ぼうひろ”を調査対象に取り上げたが、産総研に先立ってのボーリングを実施され、当該箇所は断面した。“ぼうひろ”の調査計画については、2012 年研究発表会 総合討論でご議論いただいております、ここでは“ぼうひろ”以降の活動を報告し、津波堆積物 WG 経過報告とする。

2 新たな調査地選定

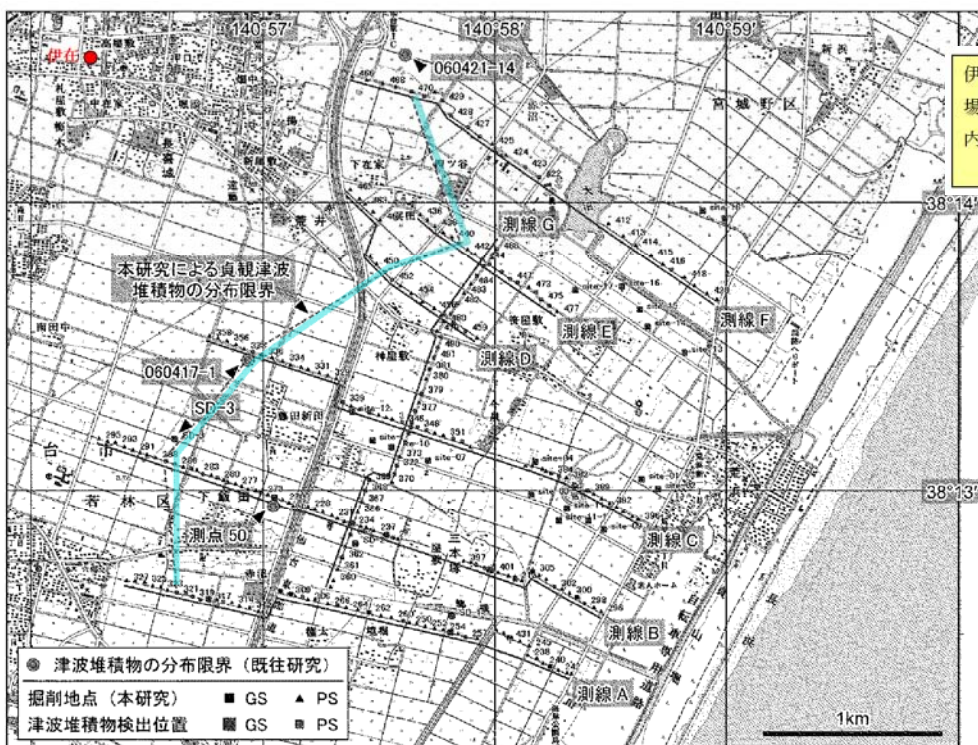
新たな調査地選定においては東北大学 箕浦教授にご意見を求めた(8/21 橋本、高見、小林)。その結果、先生の基に仙台市若林区伊在字前通 25-1(建設技術センター駐車場)(以下、伊在と呼称する)のサンプル(ジオプロ

ープによる採取コア)が持ち込まれ、これが津波堆積物であった場合、津波到達範囲がかなり拡大することになり、学術的な価値が高く、学会としての調査地候補になり得るとのご教示をいただいた。その後、建設技術センターを訪問(9/1 高見、小林)し、駐車場でのトレンチ調査に協力いただける旨、了解を得た。なお土地は中央開発(株)所有地とのこと。

その後、伊在のサンプルについては、箕浦先生から次の情報を得た(9/25)。“伊在のテフラ・砂テフラは To-a(十和田火山灰-a)の可能性はある。その下方の砂は、淘汰のよい細粒砂で、間違いなく津波堆積物である。このため、津波は従来の堆積物の限界を超えて内陸側に入っており、もっと内側にも存在するかも”。とのことであった。

3 伊在調査計画、あとがき

調査は、津波堆積物産状把握を行うためトレンチを採用した。次に調査計画を示す。概算費用は 130 万円となった。



伊在地区の試料が貞観津波堆積物であった場合、津波堆積物の分布限界は 1.5km 以上内陸となる。

図-2.1 貞観津波の分布限界と伊在位置
関係⁽¹⁾に加筆

表-3.1 伊在調査計画一覧

項目	数量	概算費用(万円)	備考
調査地点測量GPS、水準測量	8点	-	ジオプロフ地点8点、トレンチ近くに仮BMを設置し、To-a火山灰、津波堆積物基底面を測量
ジオプロフ	8点	10	掘削深度3m目安。建設技術センターで機械を所有しており、協力得られる可能性あり。
トレンチ掘削	1箇所	20	掘削深度3m目安。オペレーターは建設技術センターより出していただく。
スケッチ	1箇所	-	壁面4面
粒度試験	9試料	5	津波堆積物を対象にジオプロフ8試料、トレンチ1試料
微化石分析	3試料	5	トレンチ試料(珪藻殻)1検体10,000円+経費
年代測定	5試料	50	津波堆積物の上下層から大型植物化石(種子、果実など)を拾い出して放射性炭素C14年代測定を行う。1検体:100,000円(2ヶ月)
鉱物組成分析	1試料	-	-
火山ガラス形状観察	1試料	20	火山灰層がTo-aかの確認。福島大:長橋先生の協力が得られそう(屈折率はできない)
火山ガラス屈折率測定	1試料	-	-
はぎとり標本	1試料	5	トレンチ断面
予備費	一式	15	-
合計		130	



図-3.1 伊在調査計画

2013.3.28、WG 第1回会議を開催した。その際、箕浦先生から当該試料は貞観津波堆積物でないことがほぼ判明したとの説明をいただいた(伊在テフラは、ガラス分析値により、鳴子火山起源と推定。気象庁のデータによれば西暦837年に鳴子火山が噴火しており、これに対比可とすれば、貞観地震(869年)直前に鳴子火山が噴火したことになる。直下の砂層(起源不明)は貞観とは別)。このためWG計画を抜本的に考え直すこととなる。

2012年度支部総会において箕浦先生から特別講演をいただいたことを契機として、津波堆積物を対象に地震災害研究WGを立ち上げようという機運が芽生えた。資料収集等から津波堆積物への理解は深まったが、結果として頓挫したことは残念である。

本報告をもって津波堆積物WGは終了するが、応用地質学会東北支部は、その分野において社会貢献を行うべく、テーマを模索している最中である。今後共々のご支援、ご協力をお願いする所存である。

表-3.2 仙台平野における津波堆積物文献(2)(抜粋引用)

出版年	著者名	タイトル	掲載雑誌・報告書名	巻号	ページ
1990	阿部壽ほか	仙台平野における貞観11年(869年)三陸津波の痕跡高の推定	地震、第2輯	43	513-525
1990	箕浦幸治	東北日本における巨大津波の発生と周期	歴史地震	6	61-76
1991	Minoura and Nakaya	Traces of tsunami preserved in inter-tidal lacustrine and marsh deposits:some examples from northeast Japan	The Journal of Geology	99	265-287
1993	Minoura et al.	Tsunami deposits in a lacustrine sequence of the Sanriku coast,northeast Japan	歴史地震	9	135-141
1994	Minoura et al.	Tsunami deposits in a lacustrine sequence of the Sanriku coast,northeast Japan	Sedimentary Geology	89	25-31
2001	Minoura et al.	The 869 Jogan tsunami deposit and recurrence interval of large-scale tsunami on the Pacific coast of northeast Japan	Journal of Nature Disaster Sciencel	23	83-88
2001	菅原大助ほか	西暦869年貞観津波による堆積作用とその数値復元	津波工学研究報告	18	1-10
2002	菅原大助ほか	西暦869年貞観津波による堆積物に関する現地調査	月刊海洋号外	28	110-117
2006	穴倉正展ほか	石巻平野における古地震・津波堆積物調査	AFRC News	61	5
2006	澤井祐紀ほか	仙台平野の津波堆積物に記録された歴史時代の巨大津波-1611年慶長津波と869年貞観津波の浸水域-	地質ニュース	624	36-41
2006	澤井祐紀	仙台平野における貞観津波の痕跡調査	AFRC News	58	1-2
2007	澤井祐紀ほか	ハンディンオスライサーを用いた宮城県仙台平野(仙台市・名取市・岩沼市・亶理町・山元町)における古津波痕跡調査	活断層・古地震研究報告	7	47-80
2007	穴倉正展ほか	石巻平野における津波堆積物の分布と年代	活断層・古地震研究報告	7	31-46
2008	澤井祐紀ほか	ハンドコアラを用いた宮城県仙台平野(仙台市・名取市・岩沼市・亶理町・山元町)における古津波痕跡調査	活断層・古地震研究報告	8	17-70
2009	澤井祐紀	東北地方を襲った平安時代の巨大津波-千年以上前の津波の実態を多分野の研究員との連携により解明	産総研Today	9(11)	27-27
2010	菅原大助ほか	過去の津波像の定量的復元:貞観津波の痕跡調査と古地形の推定について	津波工学研究報告	27	103-132
2011	地震調査研究推進本部	宮城県沖地震における重点的調査観測	平成17-21年度総括成果報告書(文部科学省)		390p
2011	菅原大助ほか	地質学的データを用いた西暦869年貞観地震津波の復元について	自然災害科学	29-4	501-516

参考文献

- (1) 菅原大助・今村文彦・松本秀明・後藤和久・箕浦幸治(2010):過去の津波像の定量的復元:貞観津波の痕跡調査と古地形の推定について、津波工学研究報告第27巻
- (2) 後藤和久・西村裕一・菅原大助・藤野滋弘:日本の津波堆積物研究、地質学雑誌 第118巻 第7号、p.431-436,2012年7月

オートマチックラムサウンディング試験の実施による地質解析事例

応用地質株式会社 柴田健幹

1. はじめに

大規模な谷埋め盛土により造成された宅地において、継続時間の長い地震動を誘因とした滑動崩落現象が発生した。

そのため、仙台市では平成 23 年 10 月に創設された「造成宅地滑動崩落緊急対策事業」を活用して、滑動崩落による再度災害の防止対策と被災宅地の復旧を進めている。

滑動崩落による再度災害の防止対策工を検討するにあたっては、当該地の盛土分布や地震により滑動した範囲を適切に把握する必要がある。

本報告では、滑動崩落発生地区においてボーリング調査や表面波探査に加え、オートマチックラムサウンディング試験（以下 ARS）を行うことで、精度の高い盛土分布の推定や滑動範囲の特定を行った事例を示す。

2. 課題

盛土分布の把握と滑動範囲の特定を行うにあたり、地表踏査により滑動範囲及び滑動方向を推定した上で、主測線を設定した。

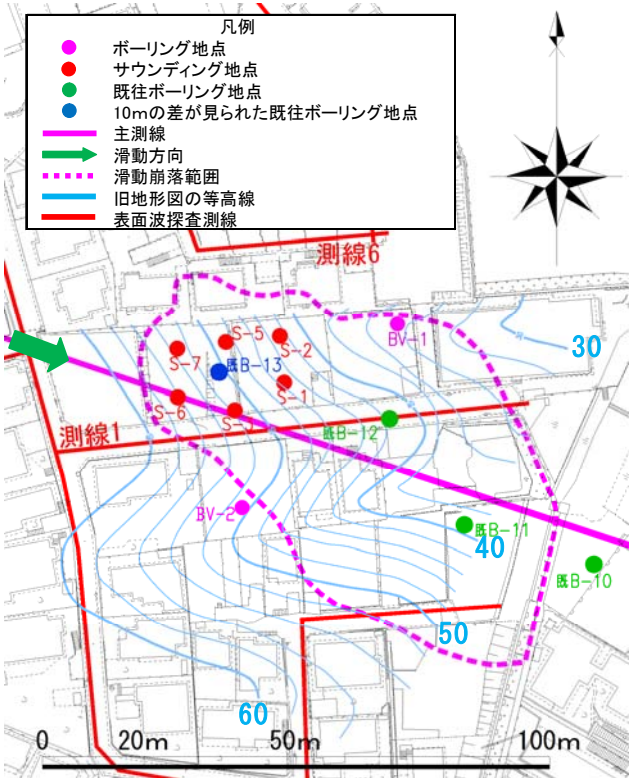
主測線に斜交する表面波探査結果、旧地形図に基づき、盛土―地山境界線について検討した。その結果、滑動範囲頭部において、表面波探査結果及び旧地形図から推定される盛土―地山境界線の標高と主測線近傍（約 7m 投影）のボーリング調査結果に約 10m の標高差が見られた（図―1）。

そのため、滑動範囲頭部において盛土―地山境界線を設計上のすべり面と設定した検討結果の検証が必要となった。

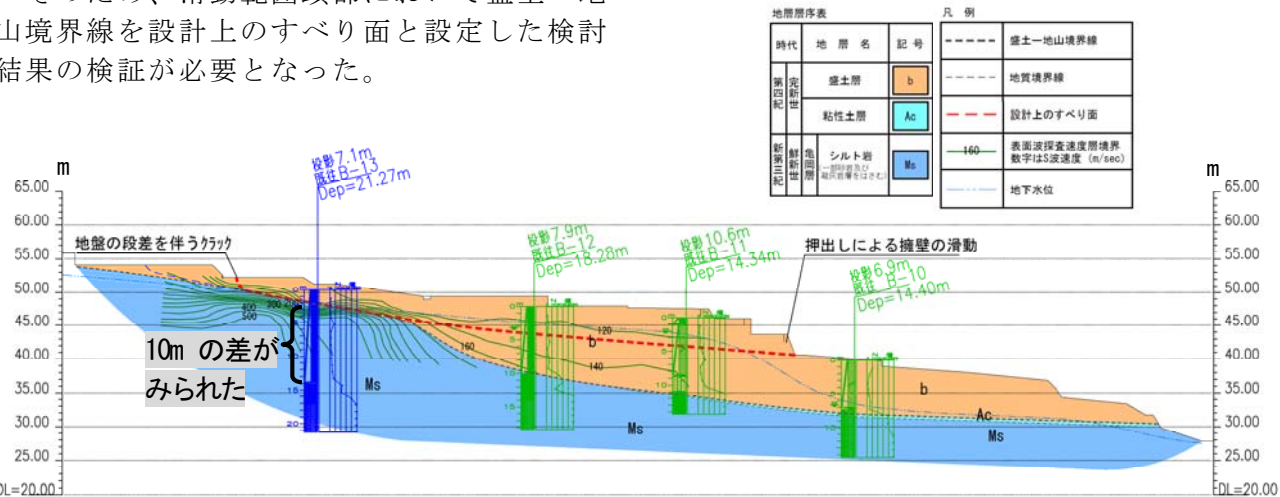
3. 問題点及び解決策

滑動範囲頭部付近の盛土―地山境界線を検証するにあたっては、地質調査を密に実施して、盛土―地山境界の標高を確認する必要があった。

盛土と地山の N 値には大きな差があることから、地盤の強度差から盛土―地山境界を把握することにした。



図―2 調査位置図



図―1 ARS 実施前地盤断面図

一方、当該事業は非常にひっ迫した工程で進められており、検証を迅速に進める必要があった。ボーリング調査と比較して簡易かつ迅速に地盤強度を把握することができるARSで盛土一地山境界を確認できると判断し、ARSを6地点で実施した(図一2)。

4. 検証結果

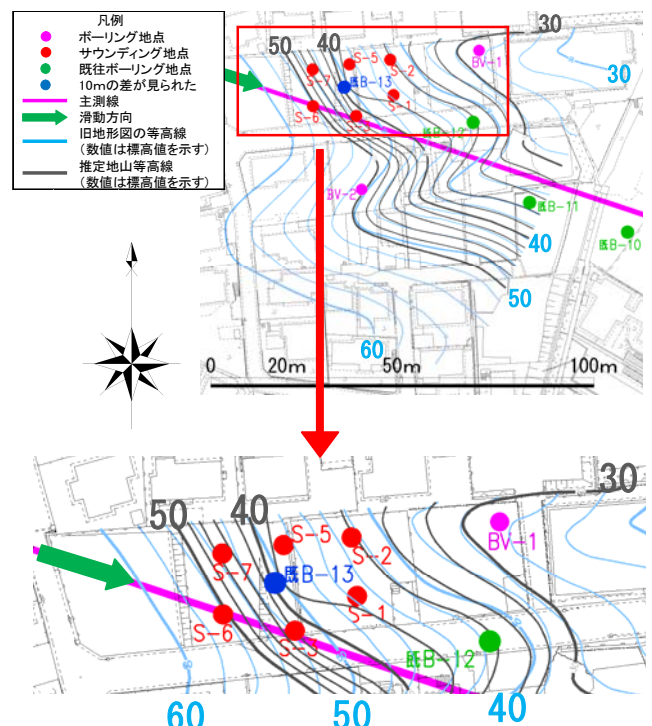
盛土一地山境界線と10mの標高差が見られたボーリング地点周辺部(ボーリング地点を中心に半径約10m内)の6地点でARSを実施した。その6地点での調査結果に基づき、盛土一地山境界線を作成したところ、旧地形図による盛土一地山境界線(推定地山等高線)とは異なる新たな標高分布が明らかになった(図一3、図一4)。盛土一地山境界線は緩傾斜を呈すると推定していたが、ARSを用いた詳細調査により、滑動範囲頭部付近の盛土一地山境界は局所的に急傾斜を呈していることが分かった。このことから、当該地付近には造成前に旧地形図では表現されない急崖が微地形として存在していたことが考えられた。また、当初は滑動ブロック頭部付近では盛土一地山境界を設計上のすべり面とすると考えていたが盛土一地山境界の見直しにより、盛土中に設計上のすべり面を設定することが妥当と判断した。

5. 終わりに

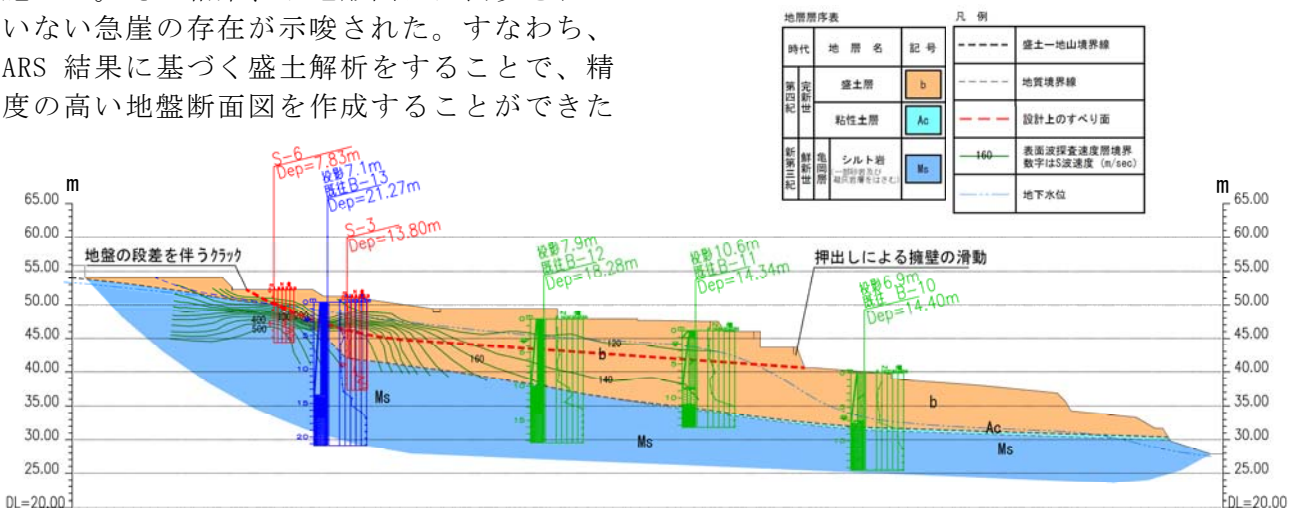
当初、表面波探査結果及び旧地形図から得られた盛土一地山境界線と既往ボーリング調査では約10mの標高差がみられたため、盛土一地山境界の標高の検証が必要になった。検証に際し、迅速に複数地点の盛土分布を把握することが求められたため、ARSを6カ所実施した。その結果、旧地形図には表現されていない急崖の存在が示唆された。すなわち、ARS結果に基づく盛土解析をすることで、精度の高い地盤断面図を作成することができた

と言える。

ARSは、ボーリング調査と比較して必要なスペースや使用機械が小規模であるため迅速な調査が可能である。そのため、比較的短時間で複数地点の地盤強度を調査することができる。また、得られるデータNd値はボーリング調査で一般的に実施される標準貫入試験結果N値とほぼ同等に評価でき、かつ20cmピッチで連続的にデータを取得できるという利点がある。したがって、盛土分布を迅速に精度よく把握する必要がある場合は、ボーリング調査による地質調査に加え、ARSにより複数地点で地盤強度を把握し盛土分布を補完する手法が有効であると考えられる。



図一4 旧地形図の等高線と推定地山等高線平面図



図一3 ARS実施後地盤断面図

土壌の放射線汚染の現状と除染に関する二三の実験

日本大学工学部上席研究員 正員 田野久貴

1. まえがき

福島第一原発事故以来 2 年を経過した。放射線量は当時に比べてやや低下し、その程度はセシウム 134 と 137 が同程度に低下したとの仮定のもと、半減期から計算されるものにほぼ一致する。避難を指示されている地域に含まれない福島市や郡山市は周知のように県内でも人口密集地であるが高々数 μSv と判断され、幸か不幸か「避難指示区域」に含まれなかった。一年以上経過して設置したモニタリングポストなどにより、市民がその場の線量をリアルタイムで知る機会は増えているが、いわゆる「ホットスポット」などに関する行政の報告はないようである。震災後、約 4 か月後に線量計を入手し個人レベルの汚染把握のためのガンマー線に注目した計測結果を報告¹⁾したが、その後海外での報告²⁾やその後の経過を含めて報告する。

2. 許容空間線量

「放射線」を評価するには、それぞれのエネルギーや単位時間当たりの回数（崩壊）などがあるが、後者に注目したのがベクレル（Bq/kg）である。簡単に言えば、毎秒当たりの発生する放射線の数を表す。一方、シーベルト（Sv）はいわゆる「空間線量」があるが、人間が放射線を浴びてより高いエネルギーになる程度を表している。人間の骨や内臓の部位によってその影響は異なるが、ある「ベクレル」の放射線を浴びたとき、ある係数を乗じて数「シーベルト」の影響を受けると評価している。ある「ベクレル」値をもつ地盤などの環境で、空間線量「(マイクロ) シーベルト」が計測される。前者は「分析器」と言われるものを、後者は「サベイメーター」と総称されるいずれも形式の異なるセンサーで放射線の数えるのが基本であるが前者は個々の放射線のエネルギーをも分類し高感度である。年間許容空間線量は 1mSv とされているが、これは線量計が示す値、すなわち $\mu\text{Sv/h}$ 値に直すと約 0.26 $\mu\text{Sv/h}$ となる。以後この値を参考にしたい。

3. 地盤浅所のベクレル値

前述したように「ベクレル」値が、いわば放射線の絶対値である。一方、「空間線量」は相対的な値である。しかし、前者の大きな、例えば地盤上での「空間線量」も高くなるは

ずであるから、何らかの関係があるはずである。そこで、地盤内に円孔を開け、肉厚 3mm の鉛筒をまず挿入する。その内部にプローブ方式の GM タイプ空間線量計をその深度の底まで到達させ計測した例を図 1 に示す。鉛の遮蔽効果は、周囲の値を 1/10 から数十分の 1 に低減するには、50~100mm 程度の厚みが必要³⁾とされるからこの方法はその深度（孔底）の放射線の強さに最も影響されるもののその周囲の値の影響も受けた値である。図 1 はあ

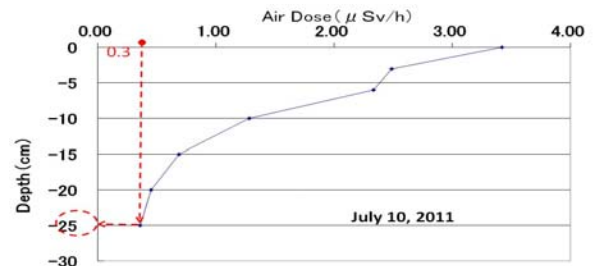


図 1 A 公園の深度と地盤内空間線量の関係²⁾

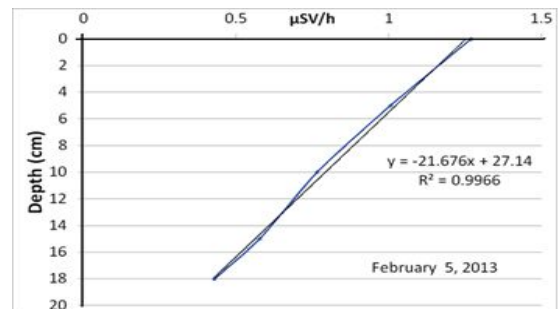


図 2 庭先の粘土質地盤内の深度と空間放射線量²⁾

る公園 A の、図 2 は宅地の庭の計測事例（いずれも 2011 年 7 月計測）である。表面に近いほど汚染されていることと、剥土によって線量を下げる場合どの程度の深さまで取り除く必要があるかの一つの目安となる。次に放射線分析器を用いて図 2 の試料の「ベクレル値」を求めた結果をシーベルトとの関係として図

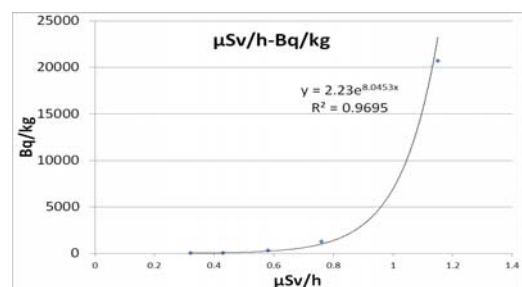
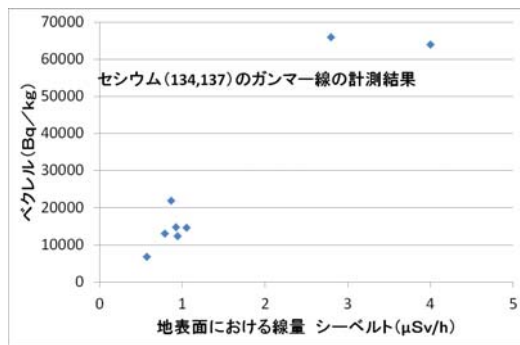


図 3 図 2 の試料のベクレル値²⁾

図4 地表の土壌の Bq/kg と $\mu\text{Sv/h}$ の関係

3に示す。この例では両者の相関関係は高いことが分かる。両者の関係を求める目的はベクレル値を得るのが必ずしも容易では無いことによる。図4はそれぞれ異なる地点の試料の両者の関係である。2 μSv 付近の試料データが不足しているが、空間線量1 μSv 程度を示す地盤表面近傍の土壌は1万 Bq/kg 程度の放射線強さを持つようである。これを体内に吸い込むといわゆる「内部被曝」であるが、食品の基準値がわずか100ベクレルであることに注意する必要がある。

4. 自宅の除染の試みと公共施設の例

先の土中の線量分布を参考に樹木の周りの土を15cm程はぎ取り非汚染土と入れ替え、現在0.3 $\mu\text{Sv/h}$ 程度を保っている。一方、屋根の洗浄を試みた結果、汚染後6か月であるが、屋根自身、また天井など室内の各レベルでの線量は洗浄によって低下しないことが判明³⁾

表2 公園の除染前後の公表線量値と実測結果²⁾

Name of Space	Dimension m ²	Official Announcement		Measured		
		Before	After	mean	max.	min.
A(Park)	20,000	2.44	0.27	0.43	0.49	0.38
B(Square)	1200	1.72	0.26	0.27	0.33	0.21
C(Square)	800	1.7	0.31	0.32	0.37	0.21
D(Square)	2500	1.75	0.23	0.2	0.32	0.1

表3 公園Aの遊具の周辺の実測例²⁾

Playground equipment	Air Radiation Dose ($\mu\text{Sv/h}$)	
	Mean	Max. Min.
Swing	0.81	1.00 0.65
Seesaw	0.93	1.20 0.78
Chute	1.55	1.75 0.78
Horizontal bar	0.73	0.97 0.59
Swining pole	0.42	0.53 0.33

April 2013

した。一方、汚染後2年近く経過して公園の入り口などに除染結果の表示が目につくようになった。ほとんどがその中央付近の値のようである。そこでその近傍で実測した結果を表2に公表値と比較して右側に示してある。公示値は地表面50cmであるが、実測では敢えて地表面とした。そのせいもあって、実測値は公示値よりやや高い値を示しているが、ほぼ除染の成果は認められる。一方、表3は周囲に配置されている各遊具の周りの線量であ

るが公示の数値とは大きな開きがあると云えよう。今までに調査した10箇所近い公園のほとんどにおいてこのような傾向が認められる。

5. 二三の実験結果

汚染の程度を知るには「ベクレル」を測定できる計測器が望ましいが、簡易的なタイプでも空間線量計の数十倍から百倍の価格であり庶民が扱える物ではない。仮に Sv/h と Bq/kg の間に何らかの関係が得られれば個人としては参考になる。1kgの汚染物質がその半分の量である場合、理論上その示すベクレル値は半分となる。一方、 Sv は対象が点源である場合は距離の二乗に反比例して小さくなりまた、ある広がりを持った汚染物質の直近で計った値と、そこからある量取り出して計測した値とは異なる(一般に小さな値を示す)。すなわち、 Sv 値は相対的な値と云える。そこで、長方形のバットに汚染土を敷き詰め、その厚みを増やす過程で空間線量の変化を見たものが図5である。およそ6cmまでは厚さと線量は比例する事を示している。

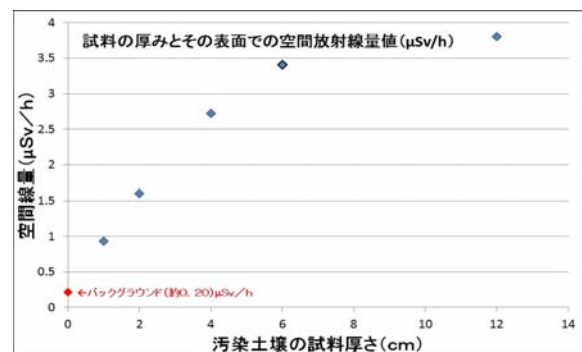


図5 汚染土壌の試料厚さとその表面の空間線量

5. まとめ

1) 除染に先だって綿密な放射線量の計測による現状把握が肝要でありこれを怠ると、高線量の場所が残存する恐れがある。2) 「除染」で前の状態に戻すのは経費、人材確保、時間の観点から極めて困難と思われる。3) 汚染の絶対評価には「ベクレル」によることが望ましいが、一定の方法で計測した「空間線量」によってもある程度評価出来る可能性がある。現在汚染土量を増やさずに、汚染度を下げる実験を行っており、成果をまとめつつある。

参考文献 1) 田野久貴：放射線量の簡易モニタリングシステムの構築と地盤・生活空間への適用の試み、日本応用地質学会第19回東北支部講演概要、pp. 21-22, 2011年 2)) Hisataka TANO, Omer AYDAN: Radioactive Contamination at Koriyama city due to Fukushima DaiichiNPP. Accident, Proc. of JSCE 3rd joint Symp. pp. 29-41, May 2013, Istanbul, Turkey. 3) (社)日本アイソトープ協会：Radioisotope Pocket Data Book pp. 174, Maruzen, pp. 174, 2011.

東北地方の地震時斜面災害の特性と類型化の試み

国際航業株式会社 高見 智之

1. はじめに

東北地方は島弧海溝系の典型的な地質条件にあり、有史以降の地震による斜面災害が記録されている。記録の残る斜面災害や近年の地震災害事例から、海溝型地震と内陸直下型地震の違いや災害形態の類型化を試み、今後の地震による斜面災害の定性的地形地質条件を提案する。

2. 地震時斜面災害の類似例

(1) 祭時地区と上釜戸地区

2008 年岩手宮城内陸地震時の祭時地区（岩手県一関市）と 2011 年いわき地方の地震時の上釜戸地区では、新第三紀層砂岩シルト岩の緩傾斜層理面に沿って岩盤すべりが発生した^{1) 2)}。両地区とも震央に近く内陸地震直下型で発生している。直下型内陸地震時に新第三紀層分布地で流れ盤斜面での岩盤すべりという点では、2004 年新潟県中越地震時の芋川流域の災害も類似している³⁾。



図 1 上釜戸地区岩盤地すべり頭部のすべり面と分離ブロック

(2) 葉の木平地区と八戸周辺斜面災害

2011 年東北地方太平洋沖地震時に葉の木平地区（福島県白河市）では、火山灰層が緩斜面で崩壊して長距離流動する災害が発生した⁴⁾。1968 年十勝沖地震時には、八戸市付近の火山灰分布地の丘陵地緩斜面で崩壊が多発した⁵⁾。いずれも海溝型の地震で発生し、軽石層を含む低固結～未固結火山灰層が崩壊し流動化したものである。



図 2 葉の木平地区崩壊全景

(3) 才鉢地区と国道 45 号成田地区

2011 年いわき地方の地震時に、才鉢地区（福島県いわき市）で地すべり～斜面崩壊が垂発生した。この地区は結晶片岩の高角度の亀裂が発達する地区で、河川の攻撃斜面に位置して斜面上には微小段差地形が見られる。2011 年東北地方太平洋沖地震時に国道 45 号成田地区（宮城県石巻市）では、切土のり面の上部から斜面崩壊が発生した⁶⁾。この地区は高角度の亀裂が発達するジュラ紀の砂岩頁岩層が分布し、斜面は河川に面して上部には線状凹地状の微地形が見られる。両地区とも河川に面して高角度亀裂が発達することから重力変形斜面と推定される。

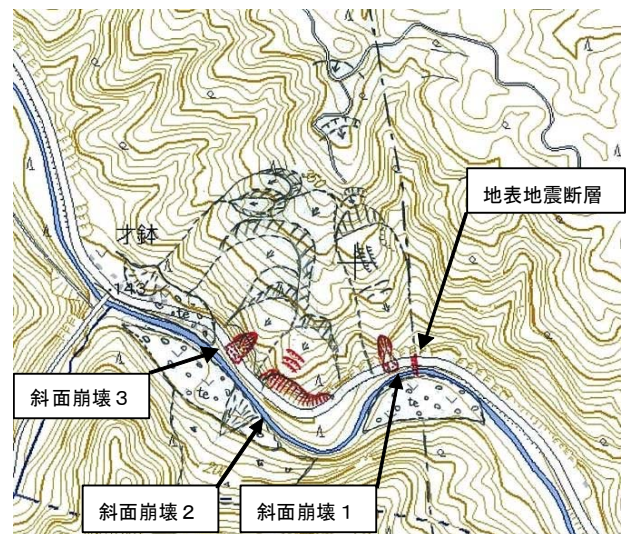


図 3 才鉢地区地形判読図（国土地理院 2 万 5 千分の 1 地形図「上遠野」）

表 1 東北地方の地震時斜面災害の類型化（案）

災害のタイプ	地震の型	地形条件	地質条件	代表事例
A. 火山噴出物流動型	海溝型	谷型緩斜面	第四紀火山灰層（降下火山灰，降下軽石層など）	1968 年十勝沖（八戸周辺），2011 年 3.11（葉ノ木平）
B. 谷埋め盛土型	海溝型	造成地盛土部	盛土（砂質土，シラスなど）	1978 年宮城県沖地震，3.11 地震
C. 流れ盤並進型（地すべりの再活動型，初生地すべり）	直下型	台地状尾根型斜面，かつ地すべり先端部の開析の進んだもの	新第三紀の堆積岩（層理面発達）で，数度～30 度前後の傾斜のもの	2008 年岩手宮城内陸地震（祭時），4.11 上釜戸，2004 年中越地震（芋川流域）
D. ラテラルスプレッド型	直下型	火砕流台地縁辺～丘陵性山地の開析谷進入斜面	層状堆積軟岩の層理面（数°の緩傾斜）	2008 年岩手宮城内陸地震（荒砥沢）
E. 火山体・火砕流台地縁辺崩壊型	直下型	成層火山体斜面，大規模火砕流台地	溶岩流やスコリア，軽石層などの成層火山体，軽石流など大規模火砕流堆積物	1984 年長野県西部地震（御岳山），2008 年内陸地震（ドゾウ沢，一迫川流域）
F. 重力変形斜面崩壊型	海溝型および直下型	尾根型斜面に微小段差や線状凹地，斜面先端を河川侵食	片岩や砂岩泥岩互層など，高角度亀裂の発達した亀裂性岩盤	3.11 成田地区，4.11 才鉢地区

3. 災害の類型化

史料が多い江戸時代末期以降の地震地すべりについて，海溝型と直下型に分けて整理すると，過去に地震地すべりが多く発生していることがわかり，次のような特徴がある．

- 1) 地震地すべり災害は，江戸時代末期や太平洋戦争終結前後など，一定時期に集中して発生している．
- 2) 内陸の直下型地震で大きな地すべり災害が発生している．
- 3) 海溝型の巨大地震では，地震の規模の割に地すべり災害が少ないように見える．

近年の地震時斜面災害履歴から特徴を整理し，表 1 のように類型化した．

4. 地震時不安定化の条件と対応する地域

表 1 の 6 タイプの地形地質条件を満たす地域として，出羽丘陵山地や，第四紀火山周辺，鮮新～更新統デイサイト質火砕流台地縁辺などが抽出される．

5. 今後の課題

類型化案の地形地質条件をより詳細に吟味して，ハザードリスク地区の抽出条件を整理

する必要がある．災害時の地質資料の保存と分析が重要であり，災害地質研究部会との連携で地域の災害特性を整理し，今後のリスクマネジメントに活用を計る．

引用文献

- 1) T. Takami et al. (2008) : Rock mass failure in the Maturube area caused by the June 2008 Iwate-Miyagi Nairiku earthquake.
- 2) 日本地すべり学会(2012): 平成 24 年度日本地すべり学会現地検討会資料
- 3) (社) 日本地すべり学会 (2007) : 中山間地における地震斜面災害. 日本地すべり学会.
- 4) 武士ほか (2011) : 地形変化と樹木移動分析による葉ノ木平地すべりの移動プロセス推定. 日本地すべり学会研究発表会講演集.
- 5) 東北大学理学部地質学古生物学教室災害調査グループ (1969) : 地震に伴う自然現象と災害—青森県東北部における“1968 年十勝沖地震”の実例について—. 東北大地質古生物研報, No. 67, p. 1～p. 98.
- 6) 小林俊樹ほか(2012): 国道 45 号石巻市成田地区 3.11 震災による斜面崩壊機構と対策工. 応用地質学会東北支部研究発表会講演集.

一般社団法人日本応用地質学会 東北支部
第 21 回研究発表会講演集

平成 25 年 7 月 19 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 東北支社 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/>
