日本応用地質学会　東北支部

第 17 回研究発表会講演集

２００９年7月２４日

日本応用地質学会

東　北　支　部

日本応用地質学会東北支部
第１７回　研究発表会プログラム

開催日：平成 21 年 7 月 24 日
会　場：せんだいメディアテーク（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（太田）

発表（午前の部）‥‥（座長：銭谷、副座長：初貝）

10:10～10:30　小学校における防災・環境学習支援－企業による社会貢献活動事例－
○大田俊一郎、長田正樹、菖蒲幸男（応用地質㈱）

10:30～10:50　宮城県亘理郡における地下水環境について
○森　一司、高橋朋佑（農林水産省東北農政局）

10:50～11:10　狼沢地すべりの地形・地質と形成過程
○高野邦夫、大内　学、佐藤武志（㈱ダイヤコンサルタント）
浅利　聡、若松孝行（秋田県雄勝地域振興局）

11:10～11:30　雫石町葛根田地区で発生した大規模土砂崩壊への対応について
○若公崇敏、野崎　一、齊藤寿人
（国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所）

‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥＊＊‥‥‥‥‥＊＊‥‥‥‥‥‥‥‥

11:30～13:00　（休憩、昼食）

‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥＊＊‥‥‥‥‥＊＊‥‥‥‥‥‥‥‥

特別講演　司会：橋本

13:00～14:30　2008 年岩手・宮城内陸地震が残した変動地形学への課題
今泉　俊文　氏　（東北大学大学院理学研究科）

‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥＊＊‥‥‥‥‥＊＊‥‥‥‥‥‥‥‥

14:30～14:50　（休憩及び衛星画像展示説明）

‥‥‥‥‥‥‥‥‥‥＊＊‥‥‥‥‥＊＊‥‥‥‥‥‥‥‥

発表（午後の部）‥‥（座長：大内、副座長：菖蒲）

14:50～15:10　2008 岩手・宮城内陸地震による溶結凝灰岩と火山砕屑物の崩落面の一例
○阿部大志、高見智之、鈴木常正、山崎　淳（国際航業㈱）

15:10～15:30　2008 年岩手宮城内陸地震で現れた地表断層（奥州市衣川区餅転）のトレンチ調査
○小菅芳男（㈱共和開発）

15:30～15:50　平成 20 年岩手・宮城内陸地震に伴う地表変状の出現形態
－テクトニック，ノンテクトニックのはざま－
○橋本修一（東北電力㈱）

15:50～16:10　岩手・宮城内陸地震時に逆断層として再動した
中新世荒砥沢カルデラ縁リストリック正断層
○遅沢壮一（東北大学大学院理学研究科）

総合討論　座長：代表幹事（高見）
16:10～16:30

閉　　会

16:30　閉会
16:30　副支部長挨拶（橋本）

懇 親 会

17:00～19:00

日本応用地質学会　東北支部

第 17 回研究発表会講演集

２００９年7月２４日

日本応用地質学会
東　北　支　部

目　　次

日本応用地質学会東北支部　　第 17 回　研究発表会

特別講演

2008 年岩手・宮城内陸地震が残した変動地形学への課題　・・・・・・・・・・・・・　1

今泉　俊文　氏　（東北大学大学院理学研究科）

発　　表

① 小学校における防災・環境学習支援－企業による社会貢献活動事例－

・・・・・・・・・・・・・　4

○大田俊一郎、長田正樹、菖蒲幸男(応用地質㈱)

② 宮城県亘理郡における地下水環境について　・・・・・・・・・・・・・　6

○森　一司、高橋朋佑(農林水産省東北農政局)

③ 狼沢地すべりの地形・地質と形成過程　・・・・・・・・・・・・・　8

○高野邦夫、大内　学、佐藤武志(㈱ダイヤコンサルタント)

浅利　聡、若松孝行（秋田県雄勝地域振興局）

④ 雫石町葛根田地区で発生した大規模土砂崩壊への対応について　・・・・・・・・・・・・・　10

○若公崇敏、野崎　一、齊藤寿人

(国土交通省東北地方整備局岩手河川国道事務所)

⑤ 2008 岩手・宮城内陸地震による溶結凝灰岩と火山砕屑物の崩落面の一例

・・・・・・・・・・・・・　12

○阿部大志、高見智之、鈴木常正、山崎　淳

(国際航業㈱)

⑥ 2008 年岩手宮城内陸地震で現れた地表断層（奥州市衣川区餅転）のトレンチ調査

・・・・・・・・・・・・・　14

○小菅芳男(㈱共和開発)

⑦ 平成 20 年岩手・宮城内陸地震に伴う地表変状の出現形態

－テクトニック，ノンテクトニックのはざま－　・・・・・・・・・・・・・　16

○橋本修一(東北電力㈱)

⑧ 岩手・宮城内陸地震時に逆断層として再動した中新世荒砥沢カルデラ縁リストリック正断層

・・・・・・・・・・・・・　18

○遅沢壮一(東北大学大学院理学研究科)

2008 年岩手・宮城内陸地震が残した変動地形学への課題

今泉俊文（東北大学）

2008 年 6 月 14 日の岩手・宮城内陸地震（M7.2）は，活断層がノーマークの場所で発生したと見られている．震源域の北東方部には，北上低地西縁断層帯が存在しており，その南部を構成する出店断層等の活動が注視されたが，震源（余震）分布や地殻変動，反射法地震探査等からは，出店断層の西方に推定される山地境界断層（未記載）が主として活動したと考えられている．また，断続的に見られた地変（地表地震断層など）は，この山地境界断層には併走するが山地境界断層からは少し離れており，変位の向きも場所によって異なる．このようなことから，今回の岩手・宮城内陸地震は，これまでマッピングされていなかった場所で発生したと言わざるを得ない．

一般に，内陸直下でM7 程度以上の地震が発生すると，地表には震源断層の直接・間接のずれの表現として地表地震断層（崖）が現れる場合が多い．「断層変位地形」は，地表地震断層が繰り返し活動した結果，変位が累積して生じたもので，活断層判読に当たっては最も重要な証拠である．断層変位地形には，断層変位基準と見なされる形成時期の異なる各種の地形（地層）が用いられる．したがって，断層変位地形の形成（変位の累積）過程を詳細に解読することによって，過去の地表地震断層の長さ・ずれの量（いずれも地震の規模を表す），活動間隔などを推定することができる．その結果，活断層から発生する地震の長期的な（場所・規模．時間）予測手法として，各地の主要活断層の評価がすすめられている．

しかし，活断層の判読にあたっては，地形境界・地質境界をなす山地斜面は，浸食作用を反映した組織地形の可能性もあり，ましてや火山噴出物に厚く覆われた場所では，活断層による確実な断層変位地形として認定しがたく（いわゆる「確実度Ⅲの活断層」とされるランクの低い活断層など），結果として，変動地形であるにも関わらず十分な検討が行われず見過ごされてきた地域は他にもあろう．逆に，いわゆる沖積・海岸平野，浅海底下（活構造は伏在する）では，その断層活動の直接の証拠（断層変位地形）が捉えにくく，重要な地質（構造）境界にあたるにもかかわらず，同様にノーマークの地域である．事実，宮城県北部地震（2003 年），能登半島地震（2007 年），中越沖地震（2007 年）などは，いずれも地震の規模はM7 クラス以下ではあったが，こうした場所で発生した．平野部（海陸境界付近）には人口が集中しており，地震規模は小さくてもひとたび地震が起これば大きな災害を引き起こすので，こうした場所での調査も必須であろう．

そこで，これらのマッピングのためにはどんな視点からの調査研究が必要だろうか．山地境界断層は，なぜ活断層の判読（認定）から見逃されたのだろうか？　変動崖（断層崖や撓曲崖）

は，断層先端が直接地表に達した証拠であり，変動地形の重要な要素ではあるが，地殻変動を反映した変動地形には様々な規模・様式の地形（例えば，隆起・沈降・傾動・波状変形・地形配列など）が含まれる．こうした 変動地形と地質構造を総合的に把握してマッピングすることが求められよう．そのためには，地道ではあるが地形発達を基礎とした地質・地形調査が重要になろう．同時に，石油資源探査等で構築・蓄積された地下構造探査技術を駆使し，さらに，地下資料・重力データなども取り入れて，総合的な視点から活構造図として表現することが必要であろう．

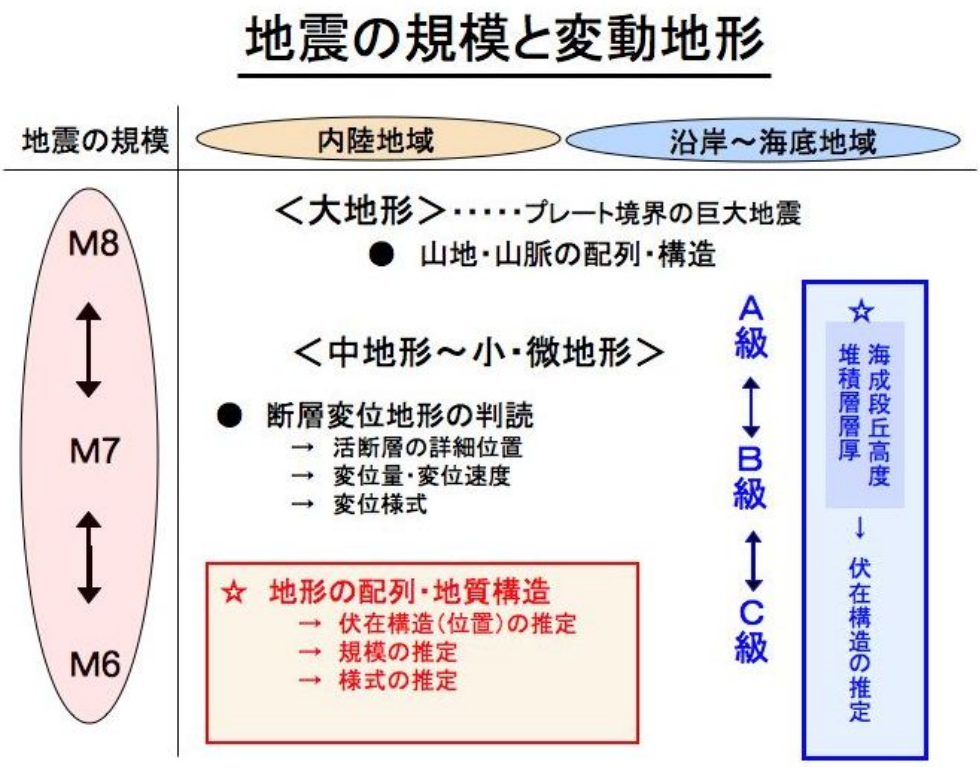


図 1　変動地形の規模・様式・ランクと地震規模の推定の関係

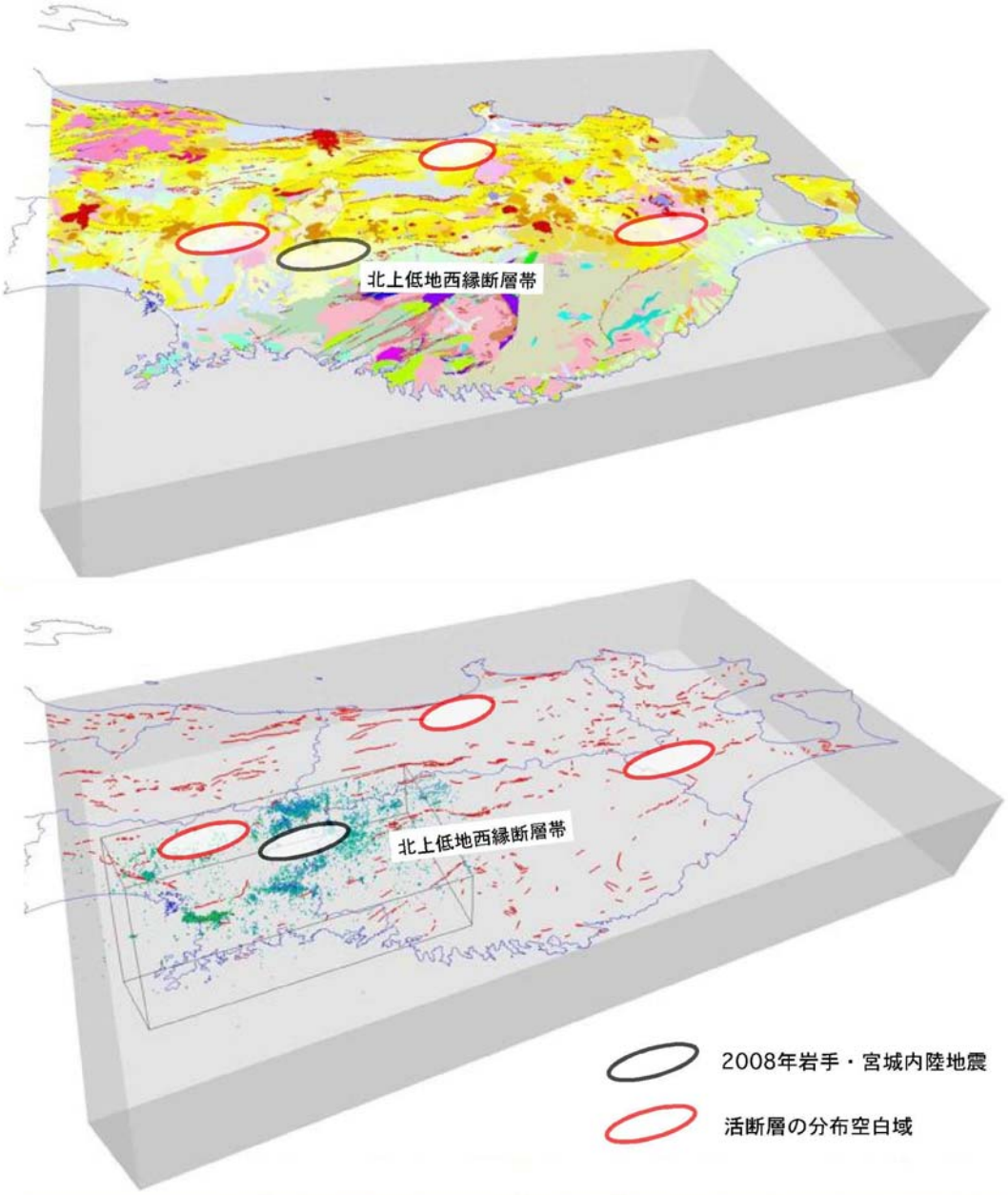


図 2　東北地方北半部の地質（産総研資料による）・活断層（新編日本の活断層による）データの重ね合わせ（上）と活断層と地震（東北大学地震火山噴火予知研究センンタによる）の重ね合わせ（下）．2008 岩手・宮城内陸地震は，空白地域の一つとして読み取れる．

小学校における防災・環境学習支援
―企業による社会貢献活動事例―

応用地質株式会社東北支社　長田正樹・○大田俊一郎・菖蒲幸男

１．　はじめに

近年、巨大な自然災害による被害の軽減ならびに、地球環境の保全と持続可能な社会を構築するための社会運動が高まりを見せつつある。そのなかで学校での防災・環境教育の効果に期待して、その重要性が強く認識されるようになってきている。

一方、学校においては、教育の公平性・透明性を確保しながら、社会や地域と学校のつながりや教育内容と社会生活の関わりについて、これまで以上に積極的な学習指導が求められている。このような要求に対し、学校教員の努力はもちろんのことではあるが、地域の社会人を特別講師として学校に招聘し、通常の授業を補足・拡大することにより、児童生徒の学習意欲の向上などを図りたいとしている。

環境並びに防災は、当学会や当社の事業内容に密接に関連している側面である。我々は、企業の社会貢献の一環として、当社に隣接した小学校と協力して、過去４ヵ年にわたり継続的に総合学習への支援活動を試行してきている。本報文では、その活動の概要を述べ、社会貢献活動事例として報告する。なお、このような活動が、児童の地球科学関連の知識の普及に役立ち、地学への好奇心が高まり、将来の人材が芽生えることも、暗に期待していることを付け加えたい。

２．　総合授業に当たっての基本的な方針

総合学習であるということを踏まえ､｢知識を支える人間力とコミュニケーション力の醸成」という考えに立ち、

①観察力・表現力を養うこと、

②グループで協同した作業を行うこと、

③できるだけ手（五感）を使うこと、

を基本目標としている。題材としては、理科で学習する単元を基礎とし、地球科学的な話題を提供しながら、その一方で題材に関連する事項と社会との関わりや歴史的な変化など理科以外の分野にも目を向けさせ、さらに学習した結果をポスターとして表現するなど、総合的学習として成立する内容で構成するよう配慮している。

３．　総合学習の概要

３－１　学習の狙い

対象としているのは、小学校高学年の５年生及び６年生である。学習の狙いは、以下のとおりとした。

①　５年生に対しては、身の回りの環境要素に気づく（実験)、あるいは気づくための方法（五感を使った気づき）を開発すること、さらに五感に基づいた観察を行って、その結果を環境マップとして表現する、ことを狙いとしている。

②　６年生では、防災（地震）を題材に、基礎知識、地域の地盤の成り立ちと土地利用との関係とその変遷に気づき、学区内の町歩きを通じて､安全･不安全要素を拾い上げて、それを防災マップで表現することとしている。町歩きの際には、できるだけ地域の協力を得て、複数の住民（事業所）でインタビューを試み、災害の経験や対処法などの聞き取りを通じて、発見を促すよう配慮している。

３－２　構成

授業の構成を、表-１に示した。総合学習支援ということで、学校側よりかなり余裕を持った時間配分を頂いていることが、１ つの特徴である。

①環境（５年）

環境学習においては、個人に備わっている味覚、嗅覚、触覚、視覚、聴覚の五感を使って自然観察の方法を学ぶことを基本軸として考えている。この方法にもとづいて、学校区内を探検（タウンウォッチング）し、例えば、「野鳥」マップや、匂いや騒音振動等に起因する不快さを「居心地度」として子供たちが評価するマップなど、個別のテーマに沿った観察をグループ単位で行い、ポスターとしてまとめるような指導を試みている。

なお、環境学習への導入の一環として、生物の個体数が増えすぎると逆に生育環境の劣化を招き、ひいては多少の外的要因（インパクト）によって個体数の激減（絶滅）にいたるといった生態系の原則に関わることについても、ゲーム形式で学ぶこととしている。

表-１　総合学習の授業構成（平成２１年度の実績）
なお支援者数は、授業に協力した当社の社員数である。

	日程	主な内容		グループ数 支援者数
環境 (5年)	１日目 （２時限）	身の回りの環境要素 自然の摂理（カモシカゲーム）（距離感：歩測）	講義 実験 ゲーム	８班 １０名
	2日目 （２時限）	五感を磨こう (視覚、聴覚、嗅覚、触覚、味覚)	ゲーム	８班 8名
	3日目 （２時限）	町歩き(植物、動物(鳥)、におい、音、水)	野外活動	８班 9名
	4日目 (2時限)	ポスター（マップ）の作成	室内作業	８班 9名
小計	（８時限）			36名
防災 (6年)	1日目 (2時限)	地震と防災の基礎知識 工作・観察（紙製家型モデル）	講義 実験（工作）	８班 2名
	2日目 (2時限)	土地の成り立ちと土地利用の変化、揺れやすさ（震度マップ）	実験 （地図を使った作業）	８班 3名
	3日目 (2時限)	校区内防災マップ（小区域に分割）	野外活動	５班 ８名
	４日目 （２時限）	ポスター（マップ）の作成	室内作業	５班 8名
小計	（８時限）			21名

②　防災（６年）

協力校は仙台市東部に位置し、昭和５３年宮城県沖地震の際には多くの建物被害が発生した地区に隣接した校区である。学校側も地震に関する防災教育の推進には熱心であり要望も強かったことから、地震に焦点を絞った防災関連の総合学習とした。

授業、とくに講義にあたっては、スライドが中心とならざるを得ないが、地震活動、大地の動き、震度などの知識の基本となるところは、公共の素材・データを活用する、動画やインタラクティブで動きのある画面となるようソフトも一部自作するなどしている。前回の宮城県沖地震による家族の経験についても、事前に調べ発表することにより、被害が身近に起きうることを理解させるよう配慮している。

地図を使った作業では、新旧の地形図を重ねることにより、土地利用の変化に気づき、さらに簡略化した微地形区分図（平野部を主な対象とするため）と比較することにより、市街地化が進んでいる箇所の地盤の特質に着目するよう促している。また、仙台市揺れやすさマップとの比較で、地盤の特質と震度の関係にも留意できるよう配慮している。

防災探検は、学校区内を複数のエリアに分割し、エリア内を歩くことにより災害要因となるもの、災害時の安全に役立つ要因などを発見させるようにしている。その際、予めチェックポイントなどを示しておき、少なくともその地点だけは確認できるように仕向けるとともに、インタビューポイントを複数設定している。これらの町歩きの結果を壁新聞としてまとめ、最終的には学習発表会などの機会で発表するところまでを行うようにしている。

４．効果のチェック

①好奇心を引き出すことができたか？

特に地震現象の基礎知識などは比較的難度が高くならざるを得ない面も避けられない。高学年では多少難しくても、普段の授業とは異なる状況であることもあり、内容を理解しようとする態度が見られる。

②定着度は？

環境学習は、学校が行う校外活動（泉が岳青少年研修センタでの合宿）に先行する授業となるよう日時を設定している。その結果、校外活動において子供たちが総合学習の内容を踏まえた観察態度･行動を取る者も見られ、一定の定着が図られたように思われる。

③学習発表会でのまとめ方と発表の方法

担任の指導は包括的で方向性を示し、行動を促すものであるにもかかわらず、まとめ方や発表の仕方にはそれぞれのグループや個人の独自の発想が強く認められ、大変興味深いものとなることが多い。ただし、理解の側面としては一面的となる場合があり､授業法(メッセージの伝わり方）と受け止められ方のバランスには、常に悩まされるところである。

５．あとがき

企業の社会貢献活動には、企業としての各種のメリットがある。しかし、貢献の場が学校であることにより、慎重かつ丁寧な配慮が必要なことは言うまでも無い。特に、教授法・話法に不慣れであることと、児童の特質も年々変化することにより、思うようにメッセージが伝わりにくい場面も多々ある。担任などと事前に打ち合わせを行い、授業内容に一定の理解を求めるとともに、授業運営に教員も積極的に関わってもらうよう計らい、相補的な信頼関係が授業を成立させるための重要な要件だと感じている。また、我々にとっては、格好のプレゼンテーションの訓練の場でもあるが、子供たちの理解を得るためには、教える側の現象理解の一層の深化と表現手法の工夫が必要であるという反省は、毎回の試行のたびに実感させられるところである。

宮城県亘理郡における地下水環境について

（イチゴ栽培における地下水揚水量の実態把握）

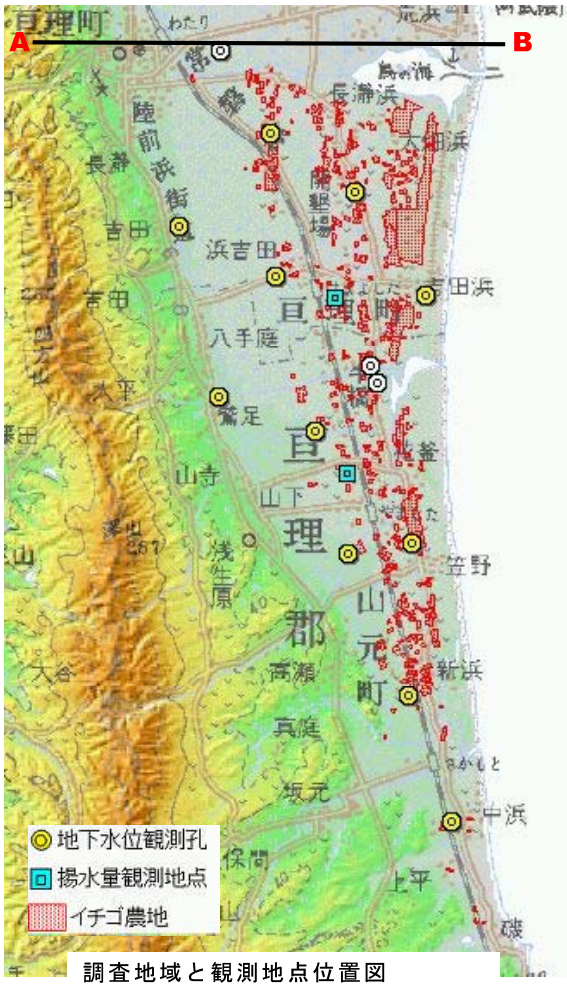
東北農政局　森一司・高橋朋佑

１．はじめに

宮城県亘理郡の太平洋沿岸地域においては、浅層不圧地下水を利用したイチゴのハウス栽培が盛んであり、東北一の産地を形成している。東北農政局では本地域をモデル地区として選定し、平成 20 年度から５ヵ年の予定で、農業用地下水の持続可能な利用方策を検討するための調査を行っている。今回は、これまでの調査で明らかになった地下水揚水量の実態について、各種観測結果に基づき報告する。

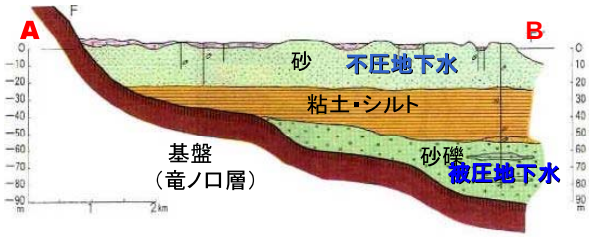
２．調査地域の概要

調査地域は阿武隈川の旧河口跡である鳥の海以南で、亘理地塁山地東側の丘陵地と太平洋に境された南北に細長い逆三角形を呈する地域である。沿岸部では海岸線にほぼ並行する浜堤と、これらに挟まれた堤間湿地が数列づつ発達し、堤列低地を構成している。堤列低地と丘陵地との間は後背湿地となっており、低平な水田地帯が広がっている。



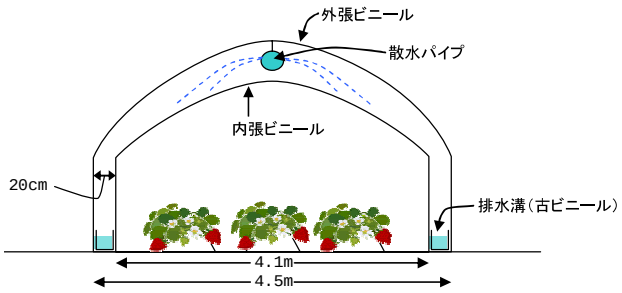
調査地域と観測地点位置図

地質は鮮新世の竜の口層を基盤として、第四紀の砂層・礫層・粘土層が分布し、基盤標高は阿武隈川河口部で－90ｍ程度と最も深く、南に向かうほど浅くなっている。第四紀層中の中部粘土層は調査地域一帯に広く分布し、これを境として帯水層は上部の不圧帯水層と下部の被圧帯水層とに大きく２分される。



模式地質断面図

沿岸部では浜堤砂層中に賦存する深度５ｍ程度の浅層不圧地下水が主要な帯水層となっている。イチゴ栽培農家の殆どは「ブッコミ」と呼ばれる打ち込み井戸を保有し、栽培用だけでなく、地下水を利用したウォーターカーテン方式による冬季夜間のハウス暖房も広く行われ、年間を通じて地下水が揚水されている。



ウォーターカーテンによるハウス暖房

３．地下水揚水量の実態

（１）観測方法

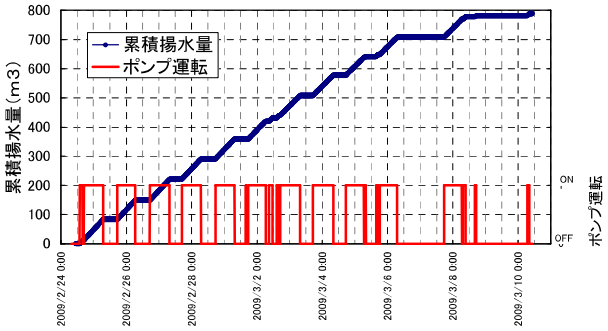
平均的規模（2,000～2,500m²）のいちごハウス２箇所を選定し、配管パイプに超音波センサーを取り付けて揚水量の実測を行った。

使用機器は富士電機システムズ製ポータフローX で、ディープサイクル 12V バッテリ２個を DC-DC アダプタを介して並列接続し、10 分間隔で管内流速および累積流量を測定した。また、Onset 製イベントロガーHOBO-U9-004 によって、ポンプの ON/OFF 時刻を記録した。

イベントロガー設置状況

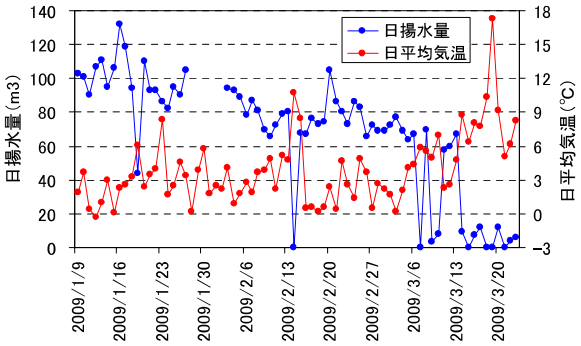
（２）観測結果

超音波流量計によって得られた累積揚水量とポンプの ON/OFF 時刻は良く一致し、測定方法に問題ないことが確認された。



超音波流量計による累積揚水量とポンプ運転記録

約半年間の観測の結果、ウォーターカーテン用には平均気温が 5℃以下となる 12 月下旬～3 月中旬において 60～120m^3/日、栽培用のみとしては、３～４日おきに約 5～10m^3 が揚水されていることが明らかとなった。地域全体では、冬季（12 月～２月）に 27,000～45,000m^3/日が揚水されていると推定される。



日平均気温と地下水揚水量

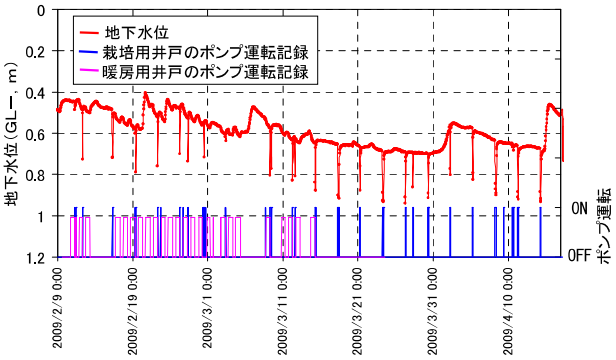
（３）イベントロガーの活用

①流量計の代替

超音波流量計により単位時間あたりの揚水量が把握できたため、ポンプ運転時間のみを観測することにより揚水量の推定が可能となった。これによって、超音波流量計用バッテリー交換の労力が大幅に軽減された。

②地下水位変動要因の解明

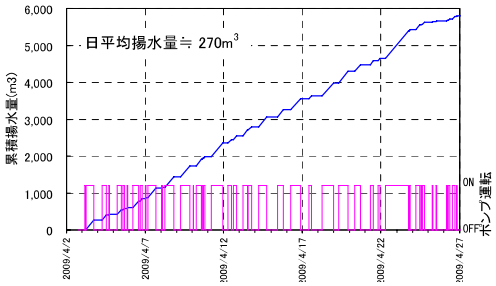
調査地域で観測していた地下水位に極めて短周期的な急低下が認められたため、近傍井戸のポンプ運転時刻を記録して比較した結果、両者が良く一致したため、揚水の影響であることが確認された。



地下水位の変動とポンプ運転時刻の対比

③水中モーターポンプへの設置

配電盤内に設置することにより、水中モーターポンプの運転時刻も記録可能であることが確認された。



水中モーターポンプの運転記録と推定累積揚水量

狼沢地すべりの地形・地質と形成過程

㈱ダイヤコンサルタント 東北支社　　高野邦夫　大内　学　　佐藤武志
秋田県雄勝地域振興局 農林部 森づくり推進課　　浅利　聡　　若松孝行

秋田県雄勝郡東成瀬村の成瀬川右支渓に位置する狼沢地すべり防止区域には長さ約 0.4～1.6km の中～大規模地すべりが密集し，Ⅰ～Ⅵブロックに区分される（図-1）．本報告では，活動中のⅠブロック（面積 46.4ha）の微地形，地すべり移動体の内部構造，すべり面形態等から考察される形成過程について紹介する（図-2，3）．

１．地形・地質概要

狼沢地すべりは脊梁山脈西側の標高約 400～850m，平均傾斜約 10～15°の緩やかな斜面に位置している．地すべりの密集する斜面は新第三系中新統西小沢層の硬質泥岩より構成される．硬質泥岩は黒色～灰黒色を呈し，堅硬緻密であるが，厚さ約 2～10cm の軟質な白色細粒凝灰岩などの薄層を挟んでいる．層理面は地すべり防止区域では NNE－SSW 走向で西に約 5～15°で傾斜する同斜構造をなし，地すべりの密集する西向き斜面に対しては流れ盤となっている（図-2）．

２．ブロック区分

Ⅰブロックは長さ約 1.2km，最大幅約 0.6km，最大厚さ約 50m の規模で滑動しているが，微地形からⅠA～ⅠD，ⅠLA～ⅠLD の小ブロックに細区分される．これらのブロックの地表面の起伏は末端側のブロックがより平滑化する特徴を有する（図-1，2）．

３．地すべり移動体の破砕性状

Ⅰブロック地すべり移動体の破砕性状は頭部側では主に岩塊を含む礫質土より構成されるが（図-6），末端側では岩塊を含まない礫質土を主体としている．このことから，Ⅰブロックは頭部から末端に向かって破砕が進行し，源岩の組織，構造が失われた状態になっていると考えられる（図-2）．

４．すべり面の形態

Ⅰブロックのすべり面は全体として傾斜約 5～10°前後の緩傾斜をなすが，一部に傾斜約 50～60°の段差が存在し，階段状をなしている．このすべり面の段差は小ブロックの境界をなす地表面の急斜面脚部より約 20～100m 頭部側に位置している（図-4）．

５．移動状況

移動杭，伸縮計等の観測結果では，Ⅰブロック全体が概ね一体となって移動していることが確認されている（図-5）．

６．形成過程の考察

1ブロックは現在は一体となって滑動しているが，すべり面の段差，微地形等から，ⅠUブロックを除いて末端の小ブロック（ⅠD，ⅠLD）が最初に発生し，順次に背後斜面が不安定化して新たな地すべりブロックが形成されることによって大規模地すべりに成長した後退型の形成過程が考察される．

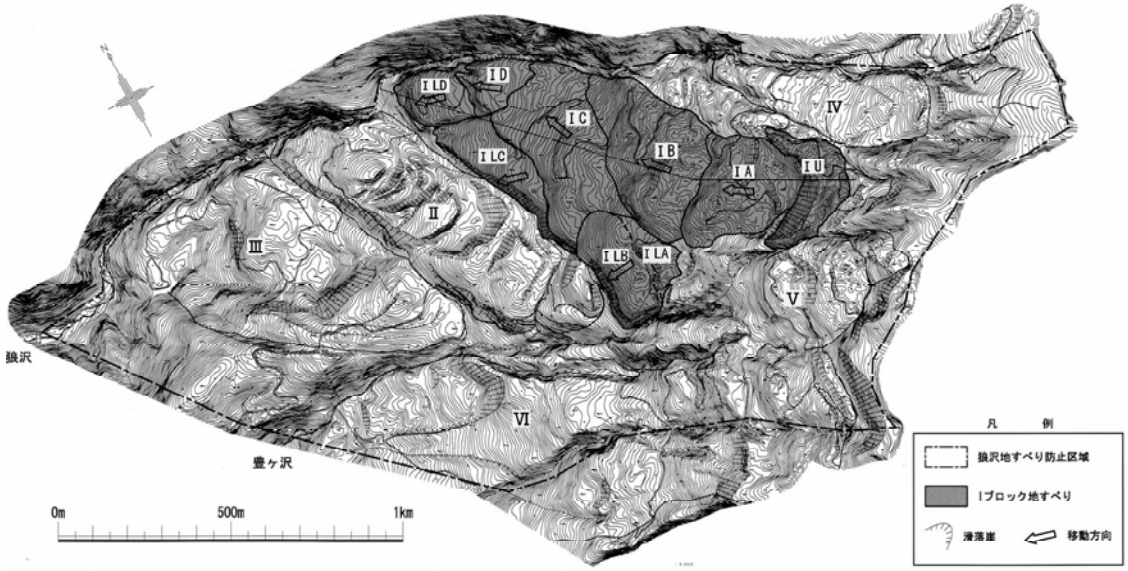


図-1　狼沢地すべり平面図

図

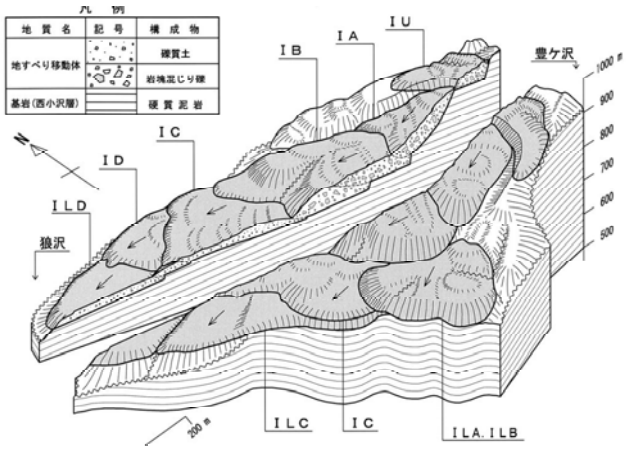


図-2　Ｉブロック鳥瞰図

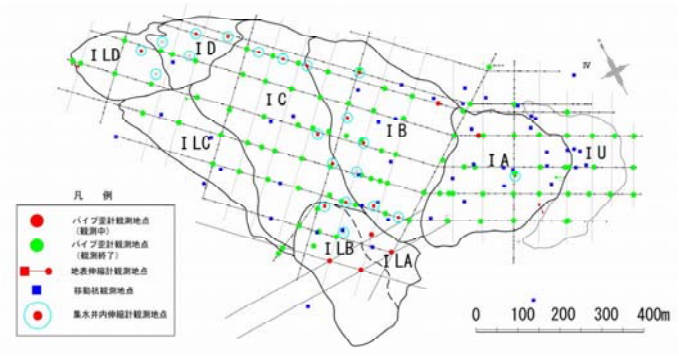


図-3　Ｉブロック調査位置図

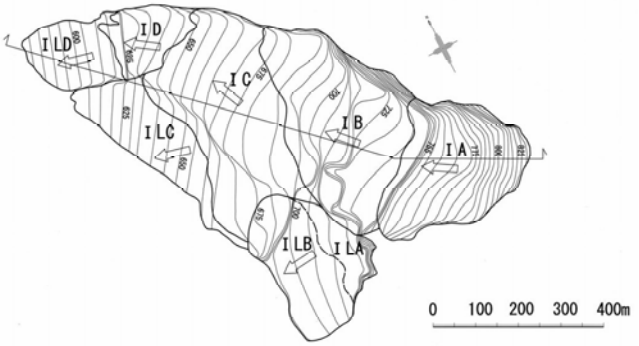


図-4　Ｉブロックすべり面等高線図

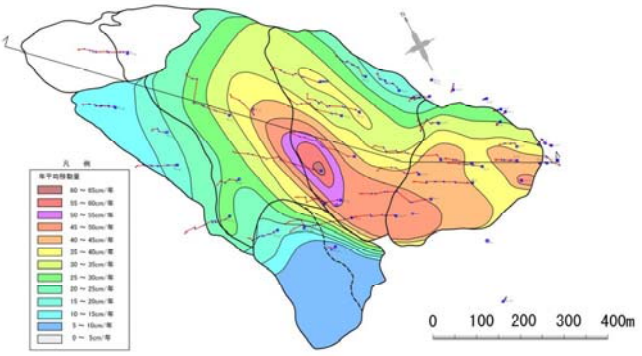


図-5　Ｉブロック移動量等値線図

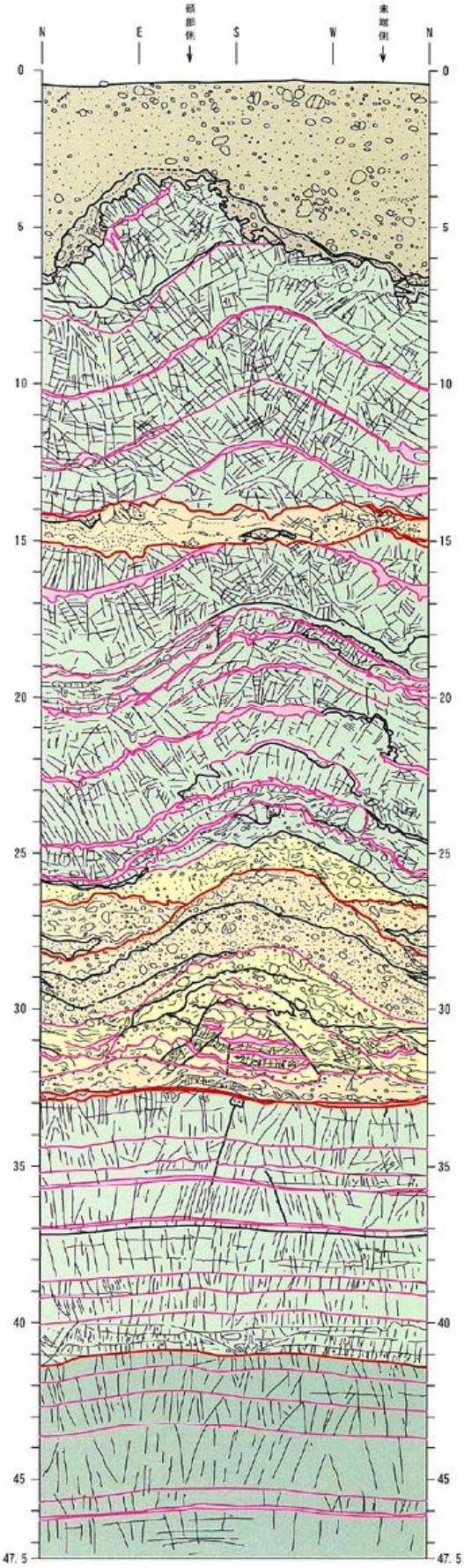


図-6　集水井壁面展開図

雫石町葛根田地区で発生した大規模土砂崩壊への対応について

国土交通省 岩手河川国道事務所 調査第一課　　若公 崇敏・野崎　一・齊藤　寿人

１．はじめに

平成２０年４月２０日、雫石町葛根田地区（西根高倉山国有林地内）において発生した大規模な土砂崩壊により、葛根田地熱発電所及び県道西山生保内線の一部が被災した。崩壊土砂は葛根田川へ流出し、河道を完全に閉塞した（図１、図２）。その後河道閉塞右岸側を自然越流し、河道閉塞決壊という最悪の事態は回避されたが、近傍には温泉・発電所等の保全対象が立地しているため迅速な対応が求められた。本報告は被災後対応の経緯について報告するものである。

図１　被災箇所位置図

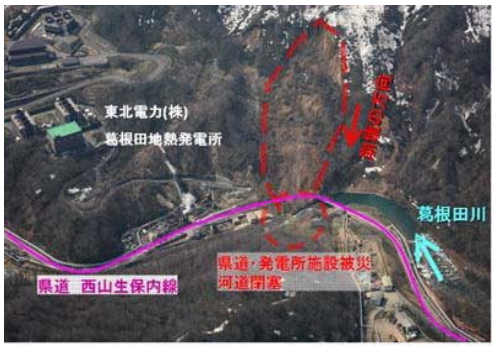


図２　崩落状況

２．崩壊の状況とメカニズム

崩壊は葛根田地熱発電所の上流側で発生しており、過去に H10 年や S62 年、それ以前にも何度か小規模な地すべりが発生している。上空からの現地調査により、当該崩壊斜面を含む大規模な地すべりの痕跡が確認され（図３）、今回を含む過去の小規模土砂崩壊は、この大規模地すべりの末端部が押し出される形で発生したものと推察される（図４）。

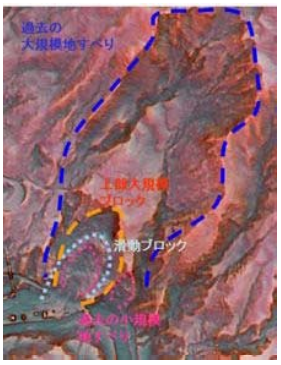


図３　被災箇所赤色立体地図

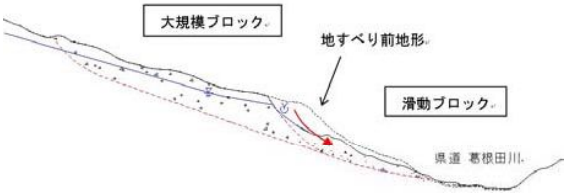


図４　地すべり横断図

崩壊発生直前には大規模な地震及び降雨は観測されていない一方で、滑落崖から大量の湧水が確認されているため、融雪による地下水位上昇が主要な原因と考えられる。

３．当事務所の主な対応

被災地は八幡平山系直轄砂防事業区域であることから､応急対策に続き 4 月 28 日には直轄砂防災害関連緊急事業が採択された。

表１　岩手河川国道事務所の主な対応

4 月 20 日	土砂崩壊発生（18:45）
21 日	みちのく号による現地調査
22 日	学識経験者等の現地調査
24 日	応急対策（排水対策）実施（～25 日）
28 日	直轄砂防災害関連緊急事業採択①
5 月 11 日	学識経験者等の現地調査（２回目）
12 日	河道内土砂撤去作業開始
19 日	直轄砂防災害関連緊急事業採択②
6 月 23 日	河道内土砂撤去再開（～8 月 29 日）
8 月　1 日	擁壁工・擁壁工着手
3 月 24 日	擁壁工・擁壁工完了

４．監視体制

被災箇所は、崩壊した土砂で河道の一部が閉塞しているほか、滑動ブロックの二次移動及び上部大規模ブロックの新たな崩壊とそれに伴う河道閉塞の再発、その決壊に起因する土石流発生により下流域の温泉宿や人家が土石流等による被害を受ける可能性が懸念されたため、伸縮計、移動杭及びワイヤーセンサーの設置により移動土塊の監視体制を早急に整備した（図５）。被災箇所が国有林内であったため、林野庁と連携し、監視機器及びデータ配信のための通信設備について役割分担を決めて整備することにより、監視体制の早期整備と監視コストの縮減が可能となった。

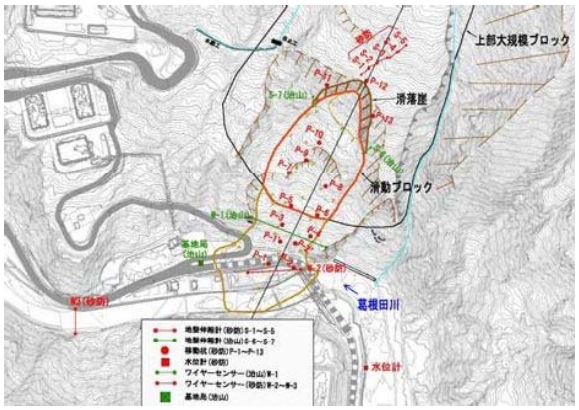


図５　監視機器配置図

伸縮計の測定値が基準値を超過またはワイヤーセンサーが破断された際には、関係機関の担当者へメール通報されるシステムを構築し、同時に土砂崩壊地内での作業員及び下流域の保全対象施設（温泉宿）に危険を周知するため、警報機を連動させ、作業員や住民を避難誘導できる体制を整備した。また、伸縮計・雨量・水位の情報については、関係者が常時状況を確認できるようウェブサイト及び携帯端末での閲覧を可能とした。

５．応急復旧

応急復旧として、崩落斜面への雨水等の浸透防止及び排水対策としてブルーシートによる仮排水路を林野庁と連携し共同で設置した。

また、河道内の堆積土砂撤去作業においては、土砂崩壊により破損した地熱発電所のパイプラインが支障となったが、河道断面を早急に確保する必要があることから、河道断面確保のための支障物撤去という位置付けでパイプラインの撤去作業を実施した。

６．県道通行止め解除

発災後、関係機関（国交省、林野庁、岩手県、雫石町、警察、消防等）による調整会議を定期的に開催した結果、以下理由により二次災害発生の危険性は低下したことが考えられたため、６月２０日より県道西山生保内線の通行止めを一部解除した。

【通行止め解除理由】

・観測データの沈静化傾向。
・頭部排土工完了により斜面の安全性が向上
・監視体制・緊急時の住民への連絡体制整備

７．恒久対策

恒久対策として、国交省は土留擁壁・護岸工・帯工・床固工により河道、下流域を保全する対策を実施することとなり、擁壁・護岸については平成２０年度中内に工事が完了した（図６）。一方、林野庁では、水路工・暗渠により､表面水及び地下水を速やかに排水し、さらにアンカー工・土留工により斜面を安定させる対策を実施中である。

図６　擁壁・護岸工完成（H21.3.24）

８．おわりに

今回の土砂災害が発生した箇所は、国有林内であることから林野庁と、また被災した県道、発電所の管理者である、岩手県、東北電力等、非常に多くの関係機関との調整が必要なケースであったが、各関係機関との情報の共有、連携を図ることで、迅速かつ的確な対応が出来たと考えている。幸いにして、本年６月８日には、被災を受けた葛根田地熱発電所が土砂崩れ発生前の状態に全面復旧を果たしたところである。

また当事務所は、本件への対応が一段落した矢先の６月 14 日に､「岩手・宮城内陸地震」により磐井川流域に発生した更に大規模な河道閉塞に対処することとなったが、本件への対応により得られた知見は「生きた経験」として十二分に活用されることとなった。

2008 岩手・宮城内陸地震による溶結凝灰岩と火山砕屑物の崩落面の一例

国際航業株式会社　○阿部大志、高見智之、鈴木常正、山崎淳

１．はじめに

現場は道路全幅の崩落で徒歩や車輌での現場へのアプローチが困難で踏査不能区間とされた箇所である。**図１**は国道 342 号の踏査不能区間と震源地との位置関係を示している。

本文は、西側の約 90m の道路崩落箇所の現場状況について述べた。

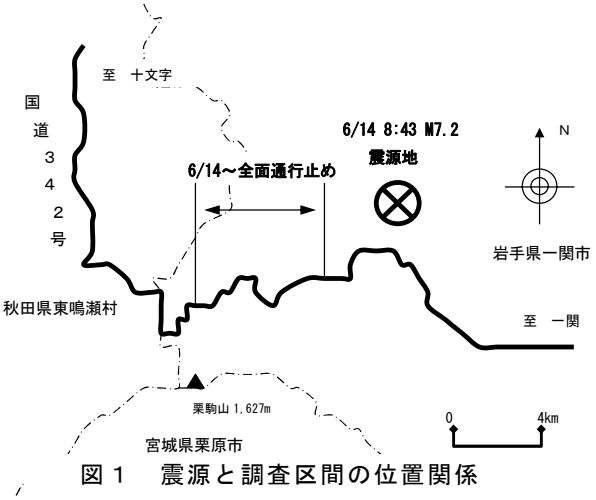


図１　震源と調査区間の位置関係

２．現場 A の道路崩落状況

踏査不能とした崩壊は**図２**におけるＡとＤである。ここでは**写真１**に示す崩壊Ａの道路下方が高さ 25m、幅 150m であり、崩落面で観察された溶結凝灰岩と火山砕屑物について述べる。なお、写真１は道路全幅崩落後に応急的に道路交通を可能にするために切土工事を施した直後の状況を撮影したものである。

２．１　道路基面に直壁の硬質な溶結凝灰岩

路面付近に分布する溶結凝灰岩自体は、ハンマーで叩くと金属音を生じ硬い。しかし、切土直後の法面に節理が生じており、やや開口性である箇所も見られた。溶結～冷却されたときに形成されたと思われる主な節理方向は S80E, 80～75N および NS, R であり、**写真２**のように塊状の露頭が見られる。滑落崖は法面工の法尻に位置し、法面工は残存していた。

写真２(a)の中央に見られる溶結凝灰岩には新しい開口亀裂が見られる。一方、(b)矢印部では中央付近に帯状のテンション～せん断を受けたような縦縞状模様が見られた。溶結凝灰岩は上位から下位に従いマッシブな溶結凝灰岩と弱溶結部に区分される。溶結凝灰岩の層厚はその後のボーリング調査から約 10m 確認された。

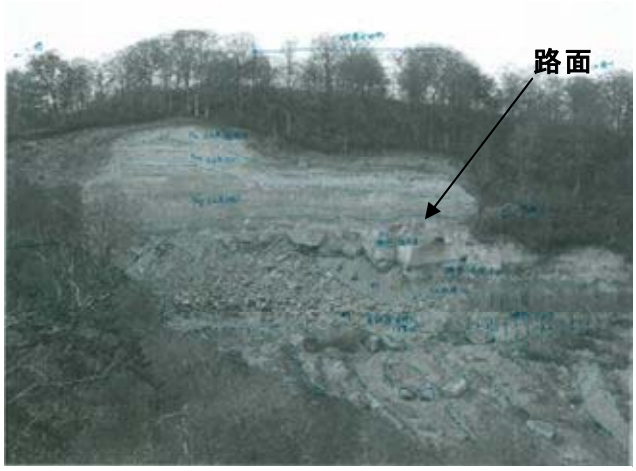


写真１　路面と溶結凝灰岩と下位の火山砕屑物

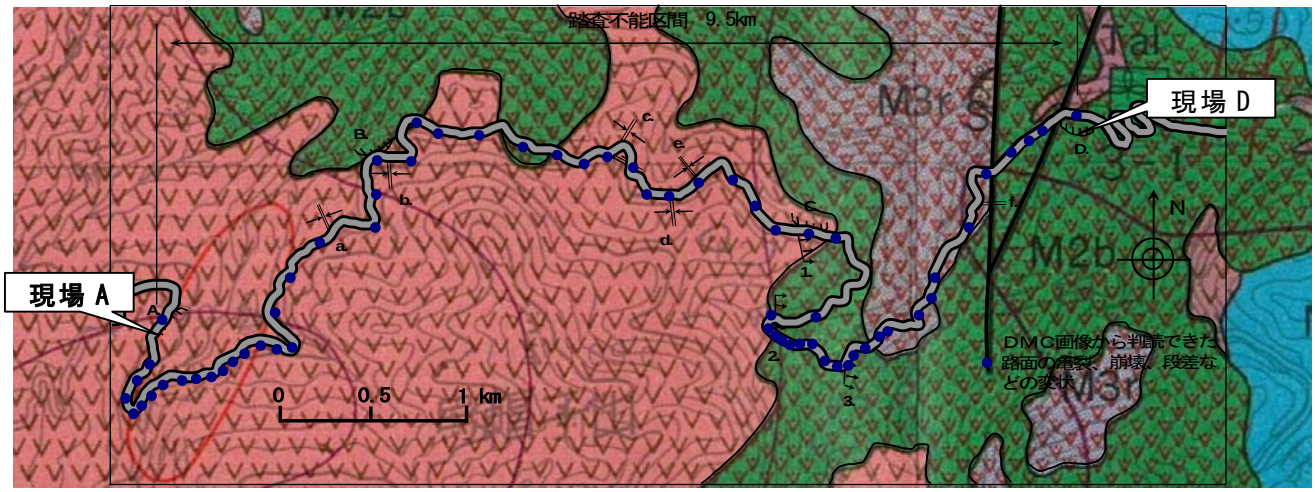


図２　崩落箇所を含む道路変状と地質図と変状箇所との重ね合わせ [1)に加筆]

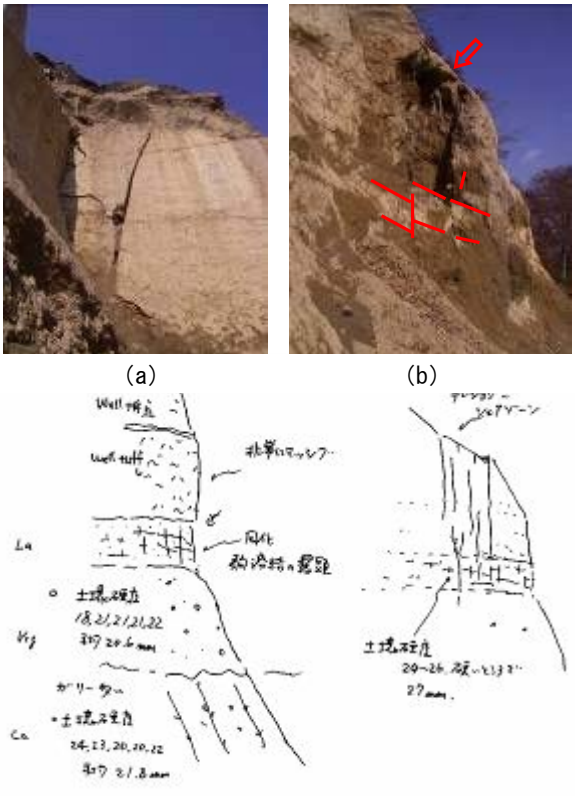


写真２　溶結凝灰岩に生じた亀裂とスケッチ

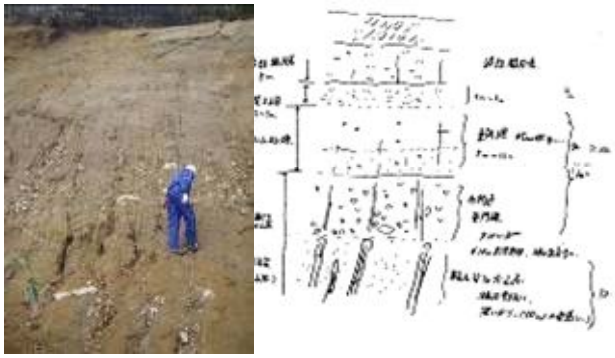


写真３ 溶結凝灰岩下位の火山砕屑物のスケッチ

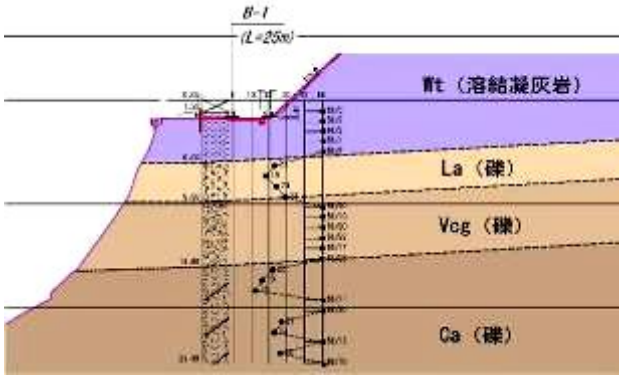


図３ 溶結凝灰岩と火山砕屑物の断面位置

２．２　ガリー侵食の著しい火山砕屑物

溶結凝灰岩の下位には**写真３**に示す砂質の火山灰をマトリックスとした火山砂礫や礫混じり火山灰である。最下位は軽石質火山灰で特に崩落後に深くガリーが発達し流失しやすい地層である。**図２**に示す溶結凝灰岩の直下の礫質火山灰（厚さ 2～3m）は、その下位の礫混じり火山灰（締まりが良く急勾配で残存）に挟まれている。硬軟互層の火山灰がほぼ水平に分布する。

３．路面崩落の可能性

当該道路の地震前の施工基面は、硬い溶結凝灰岩上に位置していた。応急工事後に緩みが見られた溶結凝灰岩は、地震直後 1:1.0～1.2 のプレキャスト法枠が位置していた箇所でもある。開口している節理も観察されることからやや緩んでいた可能性がある。

一方、ボーリング、現地調査の結果から、これら溶結凝灰岩の上下は固結性が低く、通水すると流亡しやすい脆弱な火山性の堆積物、火山砕屑物が厚く堆積していることが確認できた。円弧すべりのような地すべりは発生する可能性は低いが、斜面下部のガリーが発達しているため、長期安定に配慮したとき、これらの流亡によるオーバーハング形成から路面崩壊に至る可能性がある。溶結凝灰岩も緩みの見られる箇所もあるのでこれらも含めて対策範囲を定め火山砕屑物を確実に安定化させることが対策上重要であると考える。

４．まとめ

(1)地震に対して切土のプレキャスト法枠は崩落せず残存していることから構造物による安定効果が見られた可能性がある。(2)崩落面の溶結凝灰岩は、直壁で露頭し水平に分布していた。(3)火山砕屑物は脆弱であり、流失しやすい性質を有していた。(4)溶結凝灰岩と火山砕屑物を安定化させることが重要である。(5)傾斜地の切盛境、盛土基面の地震抵抗や侵食特性の地質条件を試験などで検討することが課題である。

謝辞：本文をまとめるに際して御協力頂いた岩手県県南広域振興局一関総合支局に記して感謝の意を表す．
参考文献：1）阿部大志，山崎淳，高見智之，平塚英樹（2009）：2008 年岩手・宮城内陸地震による国道 342 号の踏査不能区間の道路崩壊と路面変状の把握，土木学会平成 21 年度全国大会第 64 回年次学術講演会，(投稿中)．

2008 年岩手・宮城内陸地震で現れた地震断層（奥州市衣川区餅転（もちころばし））のトレンチ調査

株式会社　共和開発　小菅芳男

はじめに

2008 年 6 月 14 日に発生した、岩手・宮城内地震は、岩手県一関市厳美町祭時（まつるべ）付近を震源とし、岩手県奥州市、一関市及び宮城県栗原市一帯に大きな被害を与えると共に、断続的ではあるが地表断層として我々の眼前に現れた。

これらの変位の多くは田植え直後だったことから十分な調査が出来なかったが、この水田補修工事を 2009 年 4 月に受注することが出来た。工事内容は、基本的には田面を水平に整地するものであるが、その下部の基礎岩盤まで掘削し露頭を観察（トレンチ調査）することとした。それによって判ったことを報告する。

１．調査個所

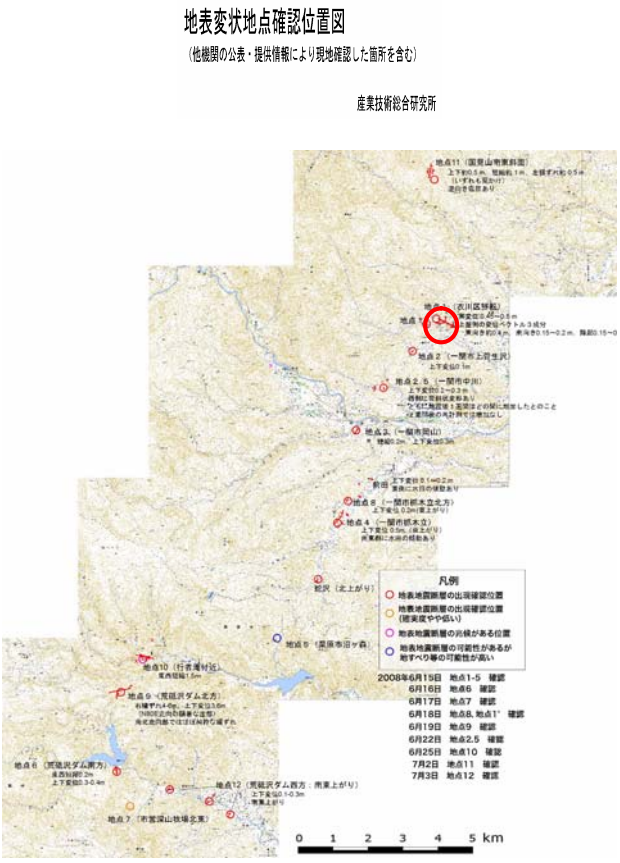


図-1 地表変状確認箇所（産総研技術総合研究所のＨＰより）　○印がトレンチ箇所

トレンチ実施個所は、図-1 に示すように岩手県奥州市衣川区餅転の水田である。

図-2 トレンチ実施個所

２．トレンチ実施個所の選定

本地区を流れる川は衣川右支南股川右支川の真打川であり、西から東に流下する。河川の両側には低位段丘（氾濫原）および中位の段丘が発達し水田として利用されている。

これらの水田のうち断層変位により補修が必要となったのは約 10 枚であった。

本来ならば、低位段丘および中位段丘の両方でトレンチを実施したいところであったが、4 月 20 日頃から代掻きをしたいという要望があり、工期の面から低位段丘で実施している。

ちなみに、低位段丘では砂礫層と表層を合わせた厚さは約 1.5m であるのに対し、中位段丘では 3m 以上ある。

３．変位の形態

餅転地区での地表断層は北から N-S から E-W に近い走行に変化し全体に湾曲しており、かつ 2 条に分岐している。そのセンスは西側上がりの変位が多いが、逆のセンスを示すものもある。

4．トレンチ調査

トレンチは図-2 に示すか所で実施した。トレンチのスケッチは図-3 に、その写真は写真-1 に示す。

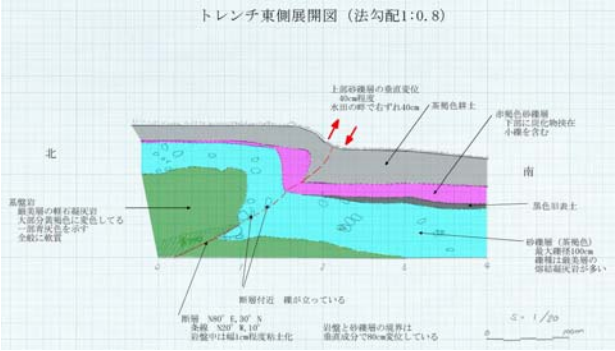


図-3　トレンチスケッチ

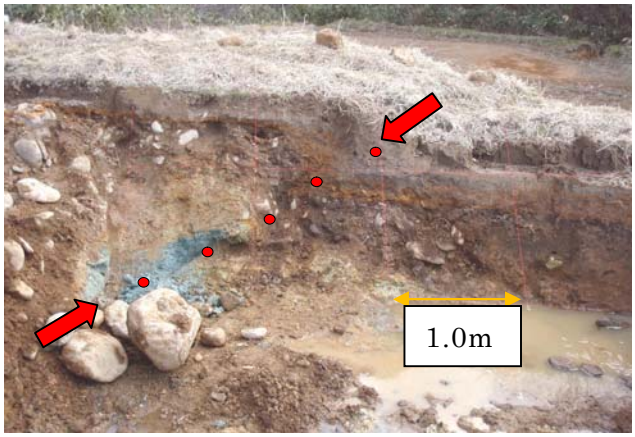


写真-1　トレンチ正面写真

5．トレンチから読み取れること

- 基盤岩は新第三紀中新世後期の厳美層の軽石凝灰岩からなる。
- 断層による変位は表層部では鉛直・水平ともに 40cm 程度であるが、基盤岩の鉛直変位は 80cm と見積もられる。
- 砂礫層の上位にある黒色旧表土および赤褐色砂礫層は断層を境に南側で厚くなる。

上記の 2,3 番目の事象は、この地形面が出来てから（約 1 万年前か？）2 回以上の断層による変位を受けているものと考えられる。

すなわち 1 回目の変位で低くなった南側には新たな赤褐色砂礫層が堆積したのに対し、高まりとなった北側では旧表土が削り取られたものと推定される。その後稲作の始まり頃には水田として利用され始ったものと考えられる。

6．断層モデル

第 191 回地震調査委員会資料（東京大学地震研究所・地球科学総合研究所・岩手大学工学部・東北大学大学院理学研究科）では 2008 年 9 月に実施した磐井川沿いの反射法地震探査結果から次のようなモデルを提唱している。

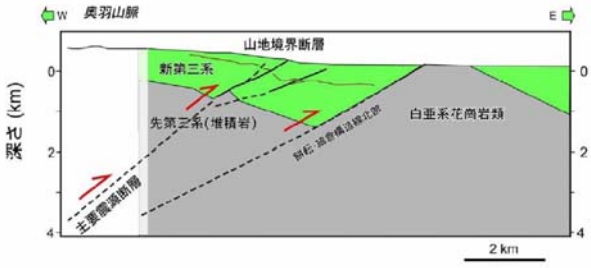


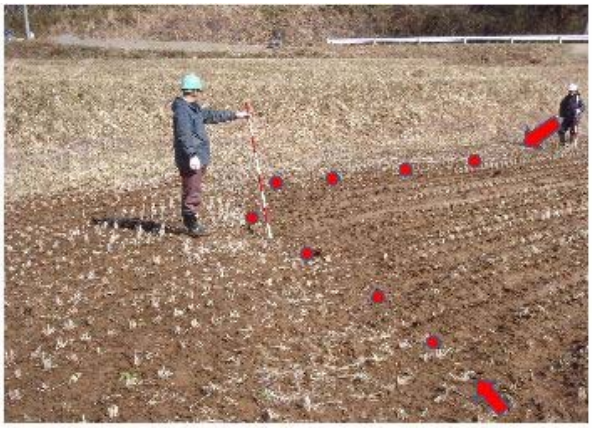
図 4　磐井川測線沿いの断層形状概念図.

7．その他の地表変位

餅転地点の道路及び水田の変形事象を紹介する。

②同左地点のガードレールの折れ曲がりから東西の圧縮変形が読み取れる
また水田にも北西側上がりの変形が認められる
（産総研　活断層研究センター　HPより）

①県道49号に現れた地表地震断層
左横ずれを示し上下方向では西側上がりとなっている



④水田の隆起（北西上がり）大きく湾曲している

平成 20 年岩手・宮城内陸地震に伴う地表変状の出現形態
―テクトニック，ノンテクトニックのはざま―

東北電力㈱土木建築部　橋本　修一

１．はじめに

平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震(以下,今回の地震という)に伴って生じた地表変状注)の出現形態・変位量は一様ではない．これらの評価には，地表の形態記載に加え，地域特有の地質構造発達・地下構造，強震動を受けた際の斜面・岩盤の挙動も深く理解したうえで，慎重に判断する必要がある．

注）震源断層からの直接的な連続でテクトニックな「地表地震断層」と断定するには難しいので，ここでは「地表変状」と呼称する．

２．今回の地震による地表変状の分布

今回の地震の本震の震源断層は，メカニズム解から概ね西傾斜の逆断層とされる．

地震規模が Mj7.2，震源深さが 8km と浅かったにもかかわらず，震源断層の地表への延長付近に，多くは連続性の乏しい段差，小規模な圧縮性の変形が，ある幅をもって分散して出現した．これまで確認された地表変状の詳細は産総研等で記載され，4 学協会調査委員会 1)が詳しく整理している（図―１）．

３．地表変状の事例

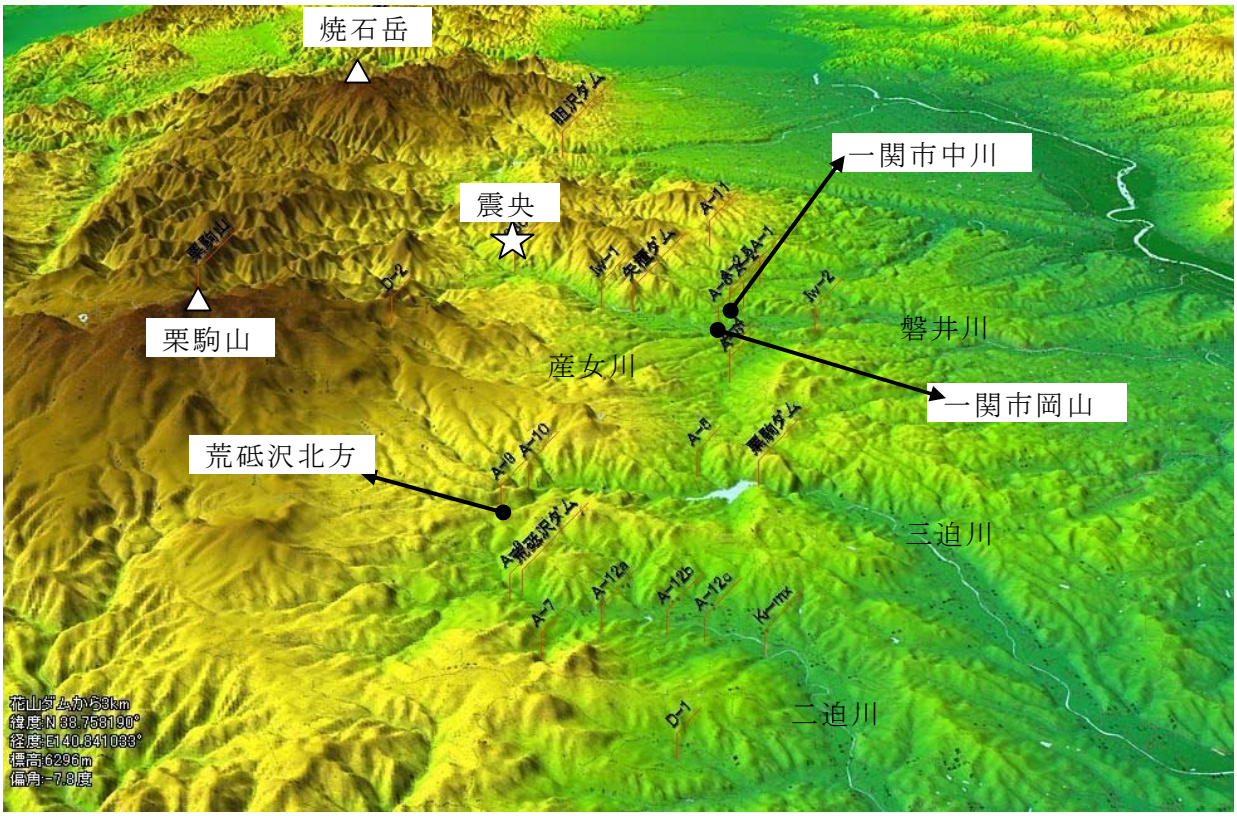
地表変状と地質・地質構造との関係が露頭で確認あるいは推定できる箇所について，いくつかの事例を紹介する．

（１）一関市岡山

一関市厳美町岡山では，地震前から存在した南東下がりの撓み地形上に，道路側溝に 20cm 程度短縮，また，道路南側の牧草地に西側が最大 20cm 上昇する変状が生じた．トレンチ調査 2)によって，今回に先行する地震で形成された 2m を越える地表変位が確認されている．なお，礫層上位のローム層に焼石岳起源の火山灰・約 4-6 万年?を含む(産総研・丸山氏談話)．

一方，この変位の北方延長に相当する産女川と磐井川においては，中新統下嵐江層の凝灰質砂岩・泥岩互層及びその上位の市野々原凝灰岩部層が全体として緩く北北東に傾斜し，同層内に西に傾斜する小規模逆断層が複数存在する．

これら小断層は露頭内で変位が消滅する程度の規模で，破砕部も固結している．上位を



図－1　平成 20 年岩手・宮城内陸地震　地表変状出現位置図(地点記号は 4 学協会調査委員会 1)の地点番号)

覆う段丘礫層基底に，微弱な逆断層状の変位が認められる部分もある(写真―１)．固結状態から今回の地震による変位ではないと推定される。これらの変形は，地域的な圧縮応力により小断層でブロック化された部分がポップアップしたものと推定される．また，さらに北方の磐井川左岸側のコンクリート構造物の打継ぎ手に,圧縮性の損壊は生じたものの,

写真－1　一関市本寺，磐井川

背後の地山(軟質化した火山礫凝灰岩)に，変状は認められていない．コンクリート構造物の圧縮破壊は，地盤変形箇所を直接反映するというより，全体的な圧縮歪を，継手部分が代表していると見るほうが自然である．

（２）一関市中川

本地点では，花崗岩類を不整合に覆う中新統下嵐江層が 20 度未満の傾斜で褶曲するが，NW/20SW の層理面に沿って２層準で上盤側が開放された沢側に最大10数cmせり出す(写真―2).同様のすべりは 2003 年 7 月の宮城県中部の地震時にも確認されている．

写真－２一関市中川の層理面に沿うせり出し

（３）荒砥沢北方

栗駒山南東麓，荒砥沢北方において東西走向の大きな右横ズレ変位が生じた．今回の地震後になされた調査で，当地域を構成するのはカルデラ埋積堆積物で，地すべり移動体下方に概ね水平の半固結砂岩･泥岩の細互層(湖成層)が広く分布すること[1),3)]，堆積年代は溶結凝灰岩のFT年代測定から更新世(約60万年前[4)])と著しく若いことなどが判明した．横ズレ変位延長部の地質観察(写真―３)等から，上述の変位は，既存の節理を用いて複数回変位していることなどが認められ，また大きな変位は重力異常等から推定されるカルデラの縁辺部であることが示唆される．

写真－３　荒砥沢北方の横ずれ変位の西方延長部のカルデラ埋積物．既存節理に沿う破断が認められる．

５．考察

カルデラ縁の更新世カルデラ内堆積物(荒砥沢北方)と,カルデラの基盤となる褶曲した中新統堆積岩(岡山，中川)とでは，地震により被る変動・変位の履歴は大きく異なっている．また，地下から地表まで断層変位が伝達する間の岩盤物性の違いや，地表付近の斜面変動による影響も無視できないので，一回の地震による地表の変動記録だけでテクトニックか否かを判断することは難しい．変動の累積性を解明するために，カルデラ等の構造配置，過去の巨大地すべりの発生との関係，軟質なカルデラ内地質の挙動を意識して慎重に考察する必要がある．

文献

1)平成 20 年岩手・宮城内陸地震 4 学協会東北合同調査委員会(2009)：403p.
2)遠田晋次・他(2009)：JPGU Meeting 2009, S147-005.
3)日本応用地質学会平成 20 年岩手・宮城内陸地震調査団(2009)：応用地質，Vol.50, No.2, pp.98-108.
4)大場・林(2009)：JPGU meeting 2009, Q145-P013

岩手・宮城内陸地震時に逆断層として再動した中新世荒砥沢カルデラ縁リストリック正断層

東北大学大学院理学研究科地学専攻　　遅沢壮一

2008 年 6 月 14 日に発生した岩手・宮城内陸地震では、荒砥沢ダム堤体南西端付近に、地表地震断層の可能性がある逆断層が見いだされた（遠田ほか、2008）。逆断層は、延長 100m 程で、NNW-SSE 方向に、直線状に並んだ 3 地点にある（これらを北から A1、A2、A3 地点とする；第 1 図）。逆 S 字状にカーブしているアスファルト道路はこれら 3 地点を横切って、山陵を切り開いて掘削されている。それぞれの地点の逆断層は、路面のアスファルトやコンクリートの側溝、北側の A1 地点ではガートレールも破壊している。また、逆断層は、たまたまであるが、コンクリートカバーの無い、植生や土壌で覆われた壁面を破壊して通過している。これらのことから、また、逆断層は高さ 5m 程の道路の切り割りと無関係に連続しているので、滑り面は地下深部にあり、背後、西側の山稜に存在が推定される緩傾斜に示される地滑り（第 1 図）の末端に相当する可能性は少ないと思われる。

A 地点の逆断層は、一方で、西側上盤の小野松沢層と東側下盤の細倉層との境界に相当している（通産省資源エネルギー庁、1978；第 1 図）。小野松沢層は後期中新世のカルデラ充填堆積物、細倉層は前ー中期中新世のいわゆるグリーンタフである。両層の境界は不整合とされているので（通産省資源エネルギー庁、1978）、逆断層は不整合面、あるいはその近傍に生じている。しかし、仙台西方の白沢カルデラでは、そのような境界は低角正断層（リストリック正断層）であることが知られている（遅沢、2004）。

荒砥沢ダム南方、A 地点西方には周囲に比べて緩斜面である地滑り地形とも推定可能な地形があり（第 1 図）、A 地点の逆断層はその地滑り末端の逆断層と見なすことも可能であった。しかし、荒砥沢ダム周辺で、逆断層は荒砥沢ダムを横断して、地滑り地形と無関係に、A〜D 地点に連続している。さらにこの逆断層あるいは短縮構造は、深山牧場周辺まで、連続している（第 1 図）。従って、逆断層は全体として 1 条の構造性の断層である。また、岩手・宮城内陸地震時の地表地震断層であると言える。

逆断層は、カルデラ充填堆積物からなる陸成の小野松沢層とグリーンタフである海成の細倉層との境界に一致、あるいはごく近傍にあり、その境界部に生じている（第 1 図）。そして、その境界は、少なくとも A 地点で確認され、また他の地点の露頭でも、境界そのものは観察されないが、正断層性の剪断帯を成し、これまで考えられてきた不整合ではなく（通産省資源エネルギー庁、1978）、白沢カルデラと同じく（遅沢、2004）、正断層である。従って、地表地震断層としての逆断層は、後期中新世に形成された正断層あるいはその近傍の正断層性剪断帯が、今回、再動して生じた。

岩手・宮城内陸地震では、中期中新世のリストリック正断層が再動して逆断層活動を行ったと考えられているが（遠田、2008 など）、地表トレースと断面の両者が円弧状を呈するカルデラ性のリストリック正断層（遅沢、2004）も、同じく再動して被害をもたらした。カルデラ性のリストリック正断層が将来の地滑り被害をもたらすであろうことは遅沢（2004）が指摘したが、その再動にも注意が必要ということになる。

荒砥沢ダム直上流の大規模地滑りの要因の少なくとも 1 つは、ごく近傍で生じた逆断層活動による地震動であることも指摘できる。

第 1 図　小野松沢層と細倉層の境界断層。
（次頁に示す）

第 2 図　A2 地点の断層露頭。正断層が再動した逆断層。
（次頁に示す）

第１図　小野松沢層と細倉層の境界断層

第２図　A2 地点の断層露頭。正断層が再動した逆断層

日本応用地質学会　東北支部
第 17 回研究発表会講演集

平成 21 年 7 月 24 日発行

編 集　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 : jseg_tohoku@yahoo.co.jp
ホームページ:http://wwwsoc.nii.ac.jp/jseg/tohoku/