

平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震1:25,000詳細活断層図
(活断層・地形分類及び地形の変状)について
1:25,000-scale Active Fault Map on the Iwate-Miyagi Nairiku Earthquake in 2008

地理調査部 星野 実¹・鈴木義宜¹・岩橋純子¹・吉武勝宏¹
Geographic Department Minoru HOSHINO, Yoshinori SUZUKI,
Junko IWAHASHI and Katsuhiko YOSHITAKE
関東地方測量部 田中庸夫
Kanto Regional Survey Department Tsuneo TANAKA
測図部 高橋広典²
Topographic Department Hironori TAKAHASHI

要旨

平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震は、岩手県内陸南部を震源とする地震(M7.2)で、地すべり及び斜面の崩壊が多数発生した。国土地理院では、地震による被災地の復旧・復興に寄与するため、地表に現れた地震断層及び崩壊・地すべり・土石流等の分布を空中写真判読によって調査し、「平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震1:25,000詳細活断層図(活断層・地形分類及び地形の変状)」を作成した。また、詳細な航空レーザ計測を行い、地震前後のDEMによる地形差分図の作成、地形変状の解析を行った。

1. はじめに

平成20年6月14日に発生した「平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震」は、岩手県内陸南部を震源とするM7.2の地震であった。この地震による震度は、岩手県奥州市及び宮城県栗原市で震度6強、宮城県大崎市で震度6弱を観測した。

本地域は、栗駒山火山の東麓に広がる地域で、地すべりや崩壊地形が多く分布する地域である。今回の地震によって地すべり、崩壊、土石流が多発し、大きな被害となった。

国土地理院では、災害対応として、災害対策本部の設置、災害対策用地図の提供、緊急現地調査、空中写真撮影及び提供、震源断層モデルの推定、合成開口レーダデータによる地殻変動の面的把握などを実施した。

また、補正予算により、平成20年度から21年度にかけて、被災地の復旧・復興に寄与するため、被災地域の航空レーザ計測を行い、詳細活断層図「平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震1:25,000詳細活断層図(活断層・地形分類及び地形の変状)」の作成を行った(図-1)。詳細活断層図には、地表に現れた地震断層、崩壊、地すべり、土石流等の分布、地震以前の地すべり分布や台地・段丘地形などを表示

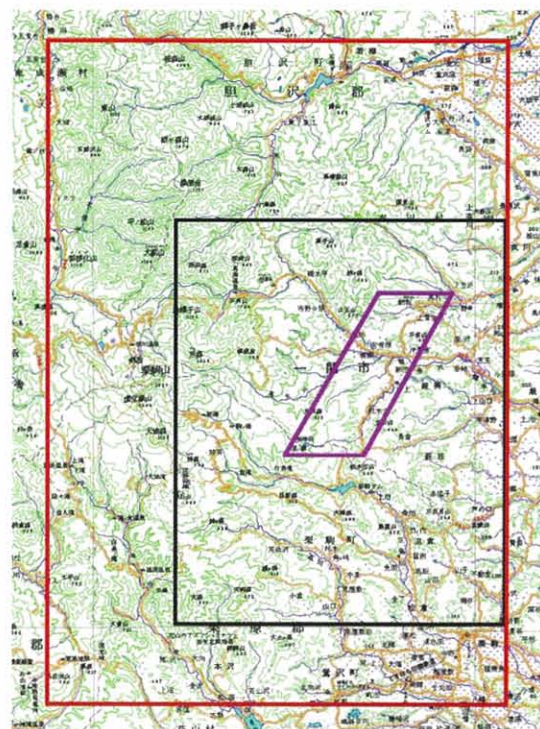


図-1 航空レーザ計測及び詳細活断層図作成範囲
(赤の範囲が2m, 5mメッシュ, 桃が50cmメッシュのレーザ計測範囲, 黒は詳細活断層図の範囲)

し、裏面に調査結果の解説を記した。この地図は、印刷を行い、関係機関及び地方公共団体等への提供を行った。

本稿では、航空レーザデータによる地形変状の解析結果、詳細活断層図について報告する。

2. 詳細活断層図作成検討委員会

詳細活断層図の作成には、詳細活断層図作成検討委員会(表-1)を設置して表示内容の検討を行った。

広島工業大学の中田高教授が検討委員会の委員長を務め、全体のとりまとめを行った。また、委員会の中に活断層調査グループと地すべり・地形分類グループを設け、調査及び作業を行った。

表-1 詳細活断層図作成検討委員会（五十音順）

氏名	所属
石山 達也	東北大学大学院理学研究科助教
今泉 俊文	東北大学大学院理学研究科教授
岩橋 純子	国土地理院地理地殻活動研究センター 地理情報解析研究室研究官
岡田 篤正	立命館大学歴史都市防災研究センター教授
鈴木 康弘	名古屋大学大学院環境学研究科教授
鈴木 義宜	国土地理院地理調査部防災地理課長 (平成21年4月～)
田中 庸夫	国土地理院地理調査部防災地理課長 (～平成21年3月)
堤 浩之	京都大学大学院理学研究科准教授
○中田 高	広島工業大学環境学部地球環境学科教授
星野 実	国土地理院地理調査部防災地理課 技術専門員
八木 浩司	山形大学地域教育文化学部教授
渡辺 満久	東洋大学社会学部社会学科教授

○は委員長

3. 航空レーザ計測

地震による詳細な活断層及び地形の変位・変状の分布を把握するため、航空レーザ計測を行い、メッシュサイズが50cm、2m、5mの標高データを作成した(図-1)。

3. 1 地形変位の抽出

今回の地震による地形の変位は、広範囲、多岐にわたって発生したが、これらの変状を把握するため、地震前と後の航空レーザデータによる差分図を作成して地形変位の抽出を行った。

地震後のデータは、2009年5月及び6月に計測した航空レーザデータを使用し、地震前のデータは2008年6月及び9月に東北地方整備局が計測した5mメッシュの標高データを使用して爪木立(はのきだち)地区(図-3)及び岡山地区(図-5)の地形差分図を作成した。

3. 1. 1 爪木立地区

爪木立地区周辺は、今回の地震によって活断層や亀裂などの地形変状が比較的多数分布する地域である(図-2)。

図-3は地震前後に計測した航空レーザデータから作成した地形差分図である。この図は、暖色(黄



図-2 爪木立地区(活断層及び地形区分図)

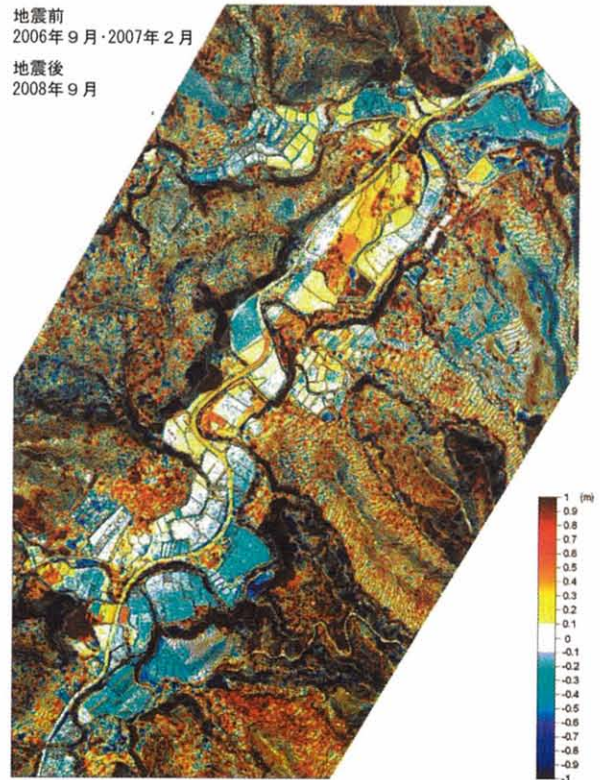


図-3 爪木立地区地形差分図
(赤・黄色は隆起、紫・青は沈下)

色から赤)が隆起部分で、寒色(青から紫)が沈降部分である。活断層は、河川の左岸を北東から南西に延びており(図-2)、活断層を境にして東側に黄色から赤の色が分布し、活断層の隆起と同じ地形変位が認められ、西側に青色の分布が見られる。なお、ここは、地震時に地震断層が現地で確認された地点で、同地点で実施されたトレンチ調査の結果からも断層変位が確認されている(鈴木ほか, 2008)。

3. 1. 2 岡山地区

岡山地区の活断層及び地形区分図(図-4)を作成した。本図では、一関市岡山の磐井川南岸(図-4の中心から左下にかけて)では、下位面1(薄い橙色)に比高約3mの崖地形が約200mにわたって連続している。この崖は上に凸の穏やかな断面形を示し、磐井川やその支流の産女(うぶすめ)川に対して鋭角に交わることで、地形変形から推定活断層(図-4でピンク矢印で指した黒の破線)とした。これらの地表変形は、

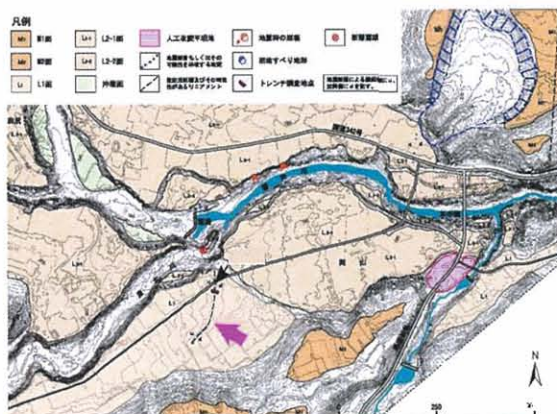


図-4 岡山地区(活断層及び地形区分図)
(ピンクの矢印で指した黒破線が推定活断層)

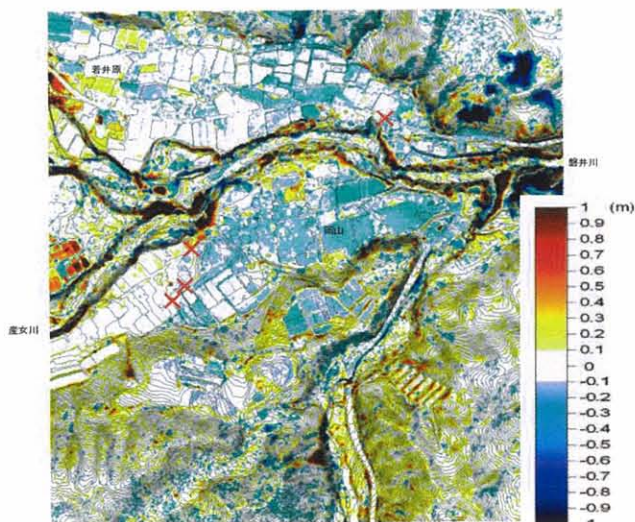


図-5 岡山地区地形差分図
(赤・黄色は隆起, 紫・青は沈降)

地震前後の航空レーザ計測に基づく地形の差分図(図-5)上で赤色の×の部分境界にして、東側の水色部分が地震により相対的に沈下した地域である。

4. 特徴的な地形について

今回の地震による地形変状は広範囲に分布する。地形変状としては、地震断層に伴う亀裂や変位地形、斜面の崩壊及び地すべりが多数発生し、これらの土砂が谷部や河川に流入して土石流を発生させ、移動した土砂が河川を堰き止め、天然ダム(河道閉塞)を形成した。なお、天然ダムの決壊により下流域の安全確保のため天然ダムの排水が行われた。

4. 1 活断層の変位地形

本地域では、地震以前に活断層分布の報告がほとんど無く、大きな地震の発生は想定されていなかった。また、関係機関や研究者による地震後の現地調査報告などでは、活断層が長く連続して分布する報告は見あたらない。

今回の地震を機に本地域の活断層調査が行われ、地震断層の分布とともに以前から分布していた活断層の分布についても明らかになってきた。本詳細活断層図に表示した活断層は、詳細活断層図作成検討委員会で調査検討を行った。使用した空中写真は、米軍写真、1万分1空中写真、地震直後に撮影した空中写真などで、委員によるクロスチェック調査を行った。

詳細活断層図に表示した活断層の分布は、奥州市餅転(もちころばし)の北東から一関市岡山を経て、一関市巖美町柵木立から栗原市荒砥沢周辺へと断片的に北北東から南南西へ帯状に分布しており、その長さは約17kmである。

4. 1. 1 柵木立地区

図-6は柵木立地区周辺の詳細活断層図である。活断層(赤の線)と推定活断層(黒の破線)は、小猪岡川の左岸を北東から南西に延びており、相対的には断層の東側が隆起している。

図-7は、詳細活断層図の裏面の解説のために作成した詳細な地形分類図である。表示した等高線は計測した航空レーザデータから作成したもので、等高線の間隔は1mである。この図を見ると、北流する小猪岡川に沿って、河岸段丘(下位面, 中位面)が分布しており、活断層による変形が断片的に認められ、今回の地震による変形も、同様の箇所分布する。地震に伴う傾動(青矢印)は、空中写真などで水田面の傾き等をとらえたものである。

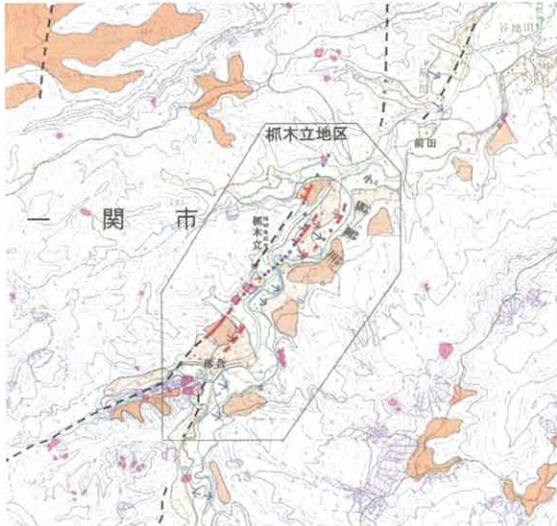


図-6 爪木立付近の活断層の変位地形（詳細活断層図，活断層は赤線，推定活断層は黒の破線，活撓曲は赤矢印，傾動は青矢印）

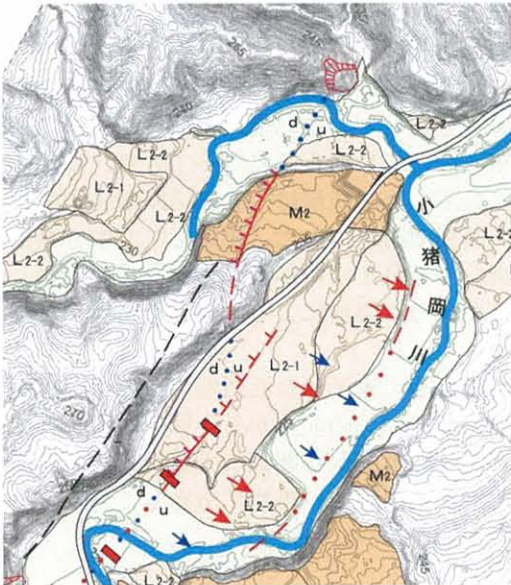


図-7 爪木立の活断層分布（裏面解説の図の一部）
活断層は赤線，推定活断層は黒の破線，活撓曲は赤矢印，傾動は青矢印

4. 2 地すべり

本地域は、地すべり地形が従来から多数分布する地域で、今回の地震でも新たに多数の地すべりが発生したが、地震前の地すべり地形の一部が二次的に滑動した地すべりと、新たに発生した地すべり地形が分布する。これらの地すべりによって移動した土砂が河川に流入し、河道を堰き止めて天然ダム（河道閉塞）を形成した。

地すべりの分布範囲を見ると断層上盤側の地域（西半分）に多く分布する。比較的規模の大きい地すべりは一関市荒砥沢の北の荒砥沢地すべり（図-

8，写真-1）と、一関市市野々原の市野々原地すべり（図-9，写真-2）である。

4. 2. 1 荒砥沢地すべり

栗原市二迫川流域，荒砥沢ダム北の山麓斜面が，幅900m，奥行き1,300mにわたって地すべりが発生した（図-8，写真-1）。この地すべりは荒砥沢地すべりと呼ばれ，移動土塊量は7,000万m³に及び近年我が国で発生した地すべりとしては最大である。冠頂部の滑落崖の比高は約148mで，鮮新-更新統の軽石質凝灰岩とその上位の溶結凝灰岩から構成される（八木ほか，2008a）。比高の大きな滑落崖と，その前面に平行する数列の直線的リッジ及び，その両側の陥没帯が形成され，さらに下流側には，部分的に

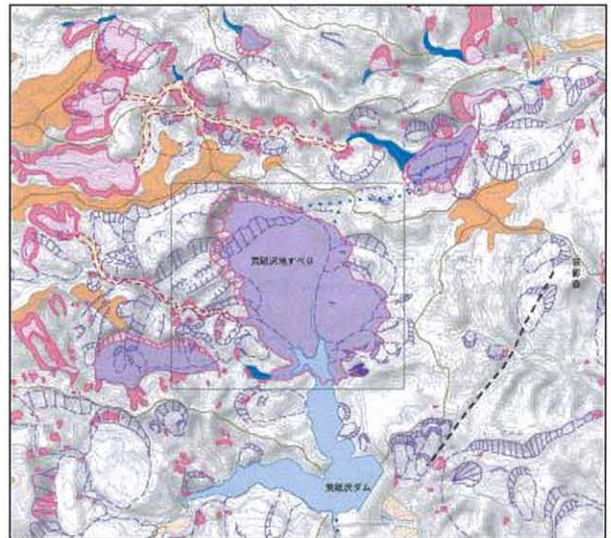


図-8 荒砥沢地すべり（詳細活断層図）
（紫のケバと地震前の地すべり，赤のケバ及び紫の色が地震後の地すべり．赤とピンク色が地震後の崩壊，黄色が土石流流送部）



写真-1 荒砥沢ダム北方の大規模地すべり。左下は荒砥沢ダムの水部，背後に栗駒山を望む。（2008年6月 八木浩司撮影）

元の地表が残された変形の少ない移動ブロックが認められる(写真-1)。このような地すべりの形態から、荒砥沢地すべりは、数十メートルの厚みを持つ移動ブロックが並進すべりとして移動したものである(八木ほか, 2008a)。

この地すべりの土砂の一部は荒砥沢ダムに流入して西方へ延びる沢を埋め、天然ダム(図-8の荒砥沢地すべり南の青色)を形成した。

4. 2. 2 市野々原地すべりと河道閉塞

一関市市野々原の山麓斜面において、幅 400mの地すべりが発生した。この地すべりは、市野々原地すべりと呼ばれ、地すべりにより移動した土砂は、磐井川を堰き止め、天然ダムを形成した(図-9の青色の部分)。

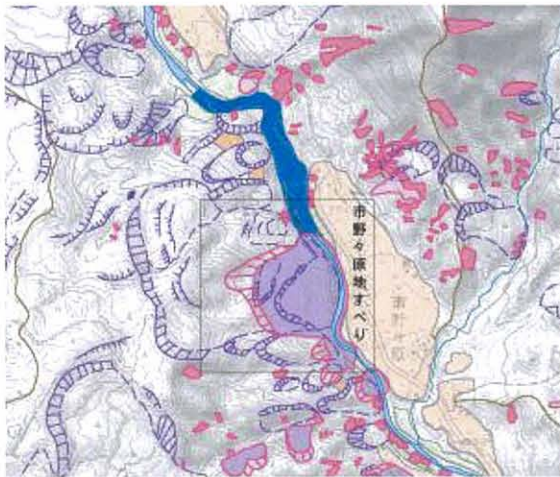


図-9 市野々原地すべり(詳細活断層図)



写真-2 市野々原における磐井川の堰止湖(2008年7月15日, 八木浩司撮影)

4. 3 斜面崩壊

崩壊地形は、活断層及び推定活断層周辺の北西地域に多数分布する。特に多く分布するのは、磐井川流域の市野々原地すべりの上流地域、三迫川の栗駒ダム上流域及び二迫川の荒砥沢ダム上流地域である。

写真-3は二迫川左岸の行者滝付近(図-10右下の天然ダム付近)の崩壊で、旧地形の谷に沿って、比較的浅い崩壊である(岩橋2008)。



写真-3 二迫川の行者滝付近の崩壊(2008年9月, 岩橋純子撮影)

4. 4 土石流

土石流は、本図内では5カ所分布する。土石流発生の原因としては、崩壊によるものが4カ所、地すべりが1カ所である。特に規模の大きな土石流としては、三迫川上流、ドゾウ沢の谷頭斜面の崩壊による土石流である(図-10)。他には、荒砥沢北の冷沢

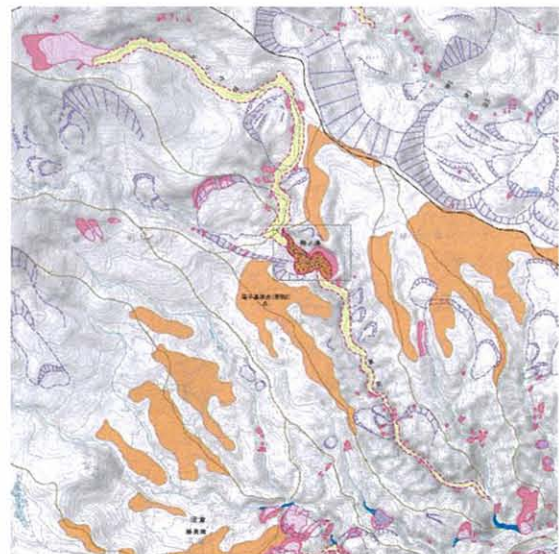


図-10 ドゾウ沢の土石流(詳細活断層図)
黄色が土石流による土砂の流送部



写真-4 ドゾウ沢の土石流 (写真左上が崩壊箇所, 右下が駒の湯のあった場所, 八木浩司撮影)

で2カ所, 荒砥沢ダムに流入する沢で1カ所, 一関市産女川地すべりに伴う土石流1カ所である。

4. 4. 1 ドゾウ沢最上流の土石流

ドゾウ沢最上流の谷頭部の崩壊 (図-10 の左上) は, ドゾウ沢を土石流となって流下し, 駒ノ湯から裏沢を下り, 二迫川の合流手前 (図-10 の右下) まで達した。土石流の流下距離は約7kmであった (図-10, 写真-4)。この土石流により駒ノ湯の建物が破壊された。

土石流は, 裏沢左岸 (駒ノ湯の対岸) の崩壊した土砂により堰き止められ, 河床から30m以上高い位置にある裏沢右岸の平坦面上までオーバーフローした土石流が, 逆流して駒ノ湯を襲った (写真-4, 八木ほか2008b)。

4. 5 天然ダム (河道閉塞)

天然ダムは, 崩壊, 地すべり及び土石流に起因する土砂が, 河川を堰き止めることにより湛水して形成される。詳細活断

層図に表示した天然ダムは20カ所, このうち崩壊により形成されたものが12カ所, 地すべりによるものが7カ所, 土石流の土砂により形成されたものが1カ所である。分布を見ると三迫川上流に8カ所集中して分布する。規模の大きさでは, 市野々原地すべりにより形成された天然ダムの面積が一番広いものである。

5. 詳細活断層図の表示内容

詳細活断層図「平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震1:25,000詳細活断層図(活断層・地形分類及び地形の変状)」(図-11)の作成範囲は, 図-1の黒線の範囲で, 東西約19km, 南北約23km, を四六

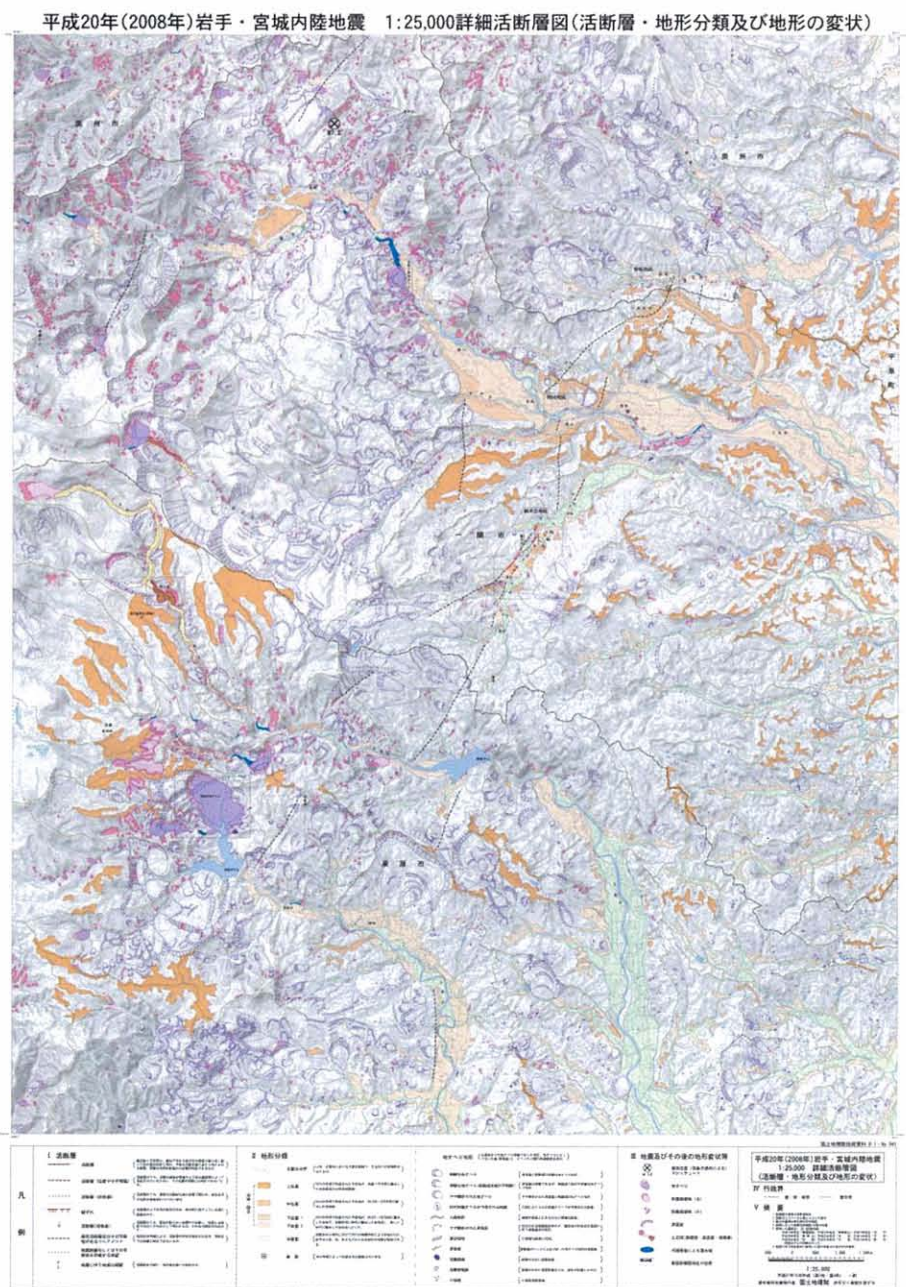


図-11 詳細活断層図

判(788mm×1,091mm)の紙に印刷した。印刷の色数は、表図7色、裏図を4色とした。地図の背景には、地形図(縮尺1:25,000)上に陰影図を重ね、その上に活断層や地形変状等を表示した。

図に含まれる市町村は、岩手県一関市、奥州市、平泉町、宮城県栗原市である。

表示内容は、空中写真判読により行い、地震による地震断層及び斜面崩壊、地すべり等の土砂災害を基本に表示内容を決定した。

詳細活断層図の理解を深めるため、調査内容等について地図の裏面に解説を行った。主な解説項目は、①地震の概要、②本業務の目的、③地震に伴う活断層や地形の変状、④活断層の分布について、餅転、岡山、柵木立地区の詳細な地形分類図の作成、⑤崩壊、地すべりでは、特に荒砥沢ダム周辺の地すべり地形及び地震前・後のレーザ陰影図の比較、⑥航空レーザデータの差分により明らかになった磐井川及び柵木立付近の地震による地形変位、⑦磐井川の河道閉塞、⑧ドゾウ沢の土石流と駒の湯付近の地形変化等である。

なお、今回の調査には、空中写真を主に使用したが、計測した航空レーザデータから作成した標高陰影段彩図、等高線図等も使用して検討を行った。

5. 1 活断層

本図に表示した活断層は、各種空中写真を用いて変動地形学的な調査を行い、活断層の位置・形状の分布の表示を行った。活断層は、最近数十万年間に、概ね千年から数万年の周期で繰り返し動いてきた跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる

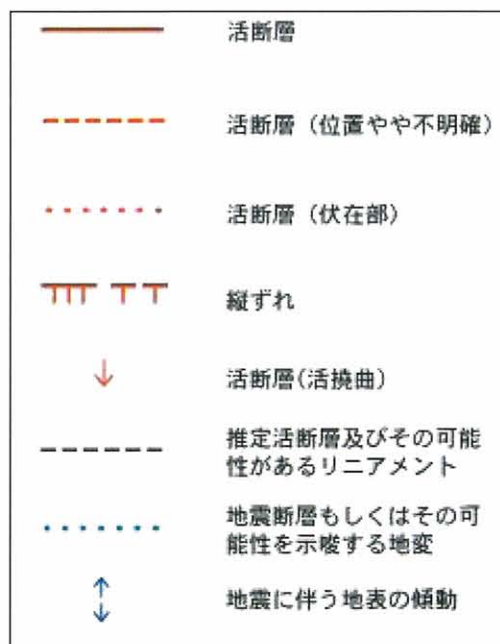


図-12 活断層の凡例

活断層である。このうち、明瞭な地形的証拠から位置が特定できる活断層(赤実線)、位置がやや不明確な活断層(赤破線)、伏在する活断層(赤点線)、縦ずれ活断層、活撓曲、地震断層もしくはその可能性を示唆する地形変状及び地震に伴う地表の傾動について表示した(図-12)。

1) 活断層(赤実線)

最近数十万年間に、概ね千年から数万年の周期で繰り返し動いてきた跡が地形に現れ、今後も活動を繰り返すと考えられる断層。明瞭な地形的証拠から位置が特定できるもの。

2) 活断層(位置やや不明確)(赤破線)

活断層のうち、活動の痕跡が浸食や人工的な要因等によって改変されているために、その位置が明確に特定できないもの。

3) 活断層(伏在部)(赤点線)

活断層のうち、最新の活動時以後の地層で覆われ、変位を示す地形が直接現れていない部分。

4) 縦ずれ(赤ケバ)

活断層の上下方向の向き。相対的に低下している側に単線を付す。

5) 活断層(活撓曲)(赤矢印)

活断層のうち、変位が柔らかい地層内で拡散し、地表には段差ではなくたわみとして表れたもの。たわみの傾斜方向を示す。

6) 推定活断層及びその可能性のあるリニアメント(黒破線)

地形的な特徴により、活断層の存在が推定されるが、現時点では明確に特定できないもの。

7) 地震断層もしくはその可能性を示唆する地変

8) 地震に伴う地表の傾動(青矢印)

地震発生の際に、地形面が傾いた傾斜方向。

5. 2 地震及びその後の地形変状

今回の地震に伴い形成された地形として、地すべり地形、崩壊(大、小)、土石流(崩壊部、流送部、堆積部)、河道閉塞による湛水域(天然ダム)、地震の震央位置を表示した(図-13)。

なお、地震以前に分布していた地すべり、崩壊については、5.4に記した。

地震直後に撮影した空中写真を判読して崩壊、地すべり、土石流、天然ダムなどの調査を行った。

(表示項目)

- 1) 地すべり(赤ケバと土塊が紫)
- 2) 斜面崩壊地(大)(赤ガケと堆積が赤)
- 3) 斜面崩壊地(小)(赤線と堆積が赤)
- 4) 滑落崖(赤ケバ)
- 5) 土石流(崩壊部(赤線と赤)、流送部(赤破線に黄色)、堆積部(赤棒に橙))
- 6) 河道閉塞による湛水域(青)

7) 震央位置・マグニチュードは気象庁資料による。

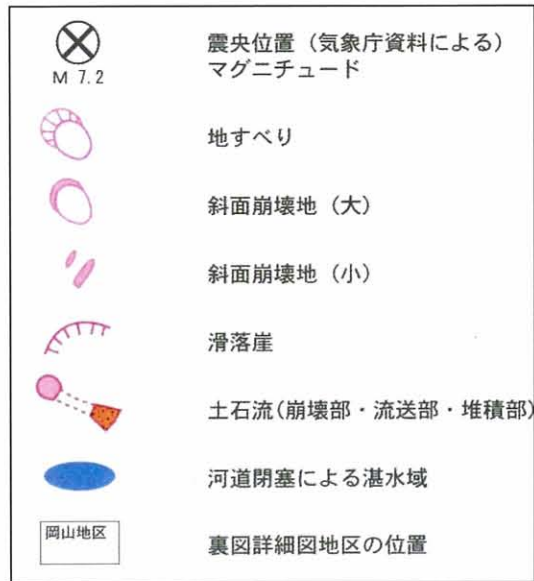


図-13 地震及びその後の地形変状等

5. 3 地形分類

地形分類は、主に、活断層の活動に関連する地形について表示した。

分類項目は、河川の流域界である主要分水界、河川などの作用で形成された平坦地が、離水して形成された台地・段丘（上位面、中位面、下位面1、下位面2）、完新世から現代にかけて河川の堆積作用によって形成された沖積面、河川争奪によって形成された稜線上のくぼみである風隙を表示した(図-14)。(表示項目)

1) 主要分水界（山地・丘陵地における主要な稜線で、主な流域界をなすもの）(茶線)

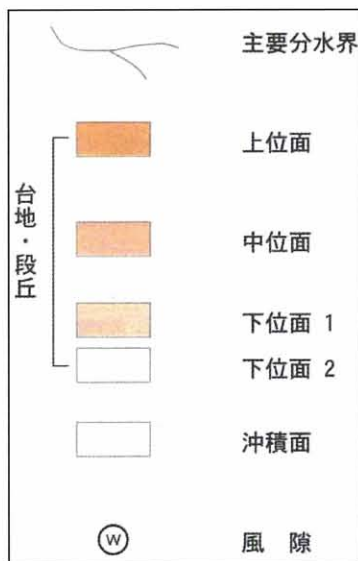


図-14 地形分類

- 2) 台地・段丘 上位面（河川的作用で形成された平坦面が、約数十万年前に離水した台地面及び火砕流堆積面）
- 3) 台地段丘 中位面（河川的作用で形成された平坦面が、約10万～5万年前に離水した台地面）
- 4) 台地段丘 下位面1・2（河川的作用で形成された平坦面が、約3万～2万年前に離水した台地で、比較的古い時代に離水した台地を下位面1、新しい時代に離水した台地を下位面2とした。）
- 5) 沖積面（完新世から現代にかけて河川の堆積作用により形成された低平な土地。砂、粘土からなる部分の地盤は軟弱である。）
- 6) 風隙（河川争奪によって形成された稜線上のくぼみ。）

5. 4 地すべり地形

地すべりは、災害前までの地すべり現象で生じた地形を表示した。なお、今回の地震に伴って発生した地すべり地形及び崩壊地形については、5. 2に記した。

地すべり地形は、地すべりによって生じた崖と、すべった土塊の到達範囲について表示した。また、地すべり地形は、滑落崖及び移動土塊の地形の明瞭さに注目して詳細な区分を行った。分類項目は、滑落崖と移動域の明瞭な地すべり地形、やや開析された滑落崖のやや開析された地すべり地形、凸型にふくらんだ初生岩盤地すべりが予想される斜面、規模

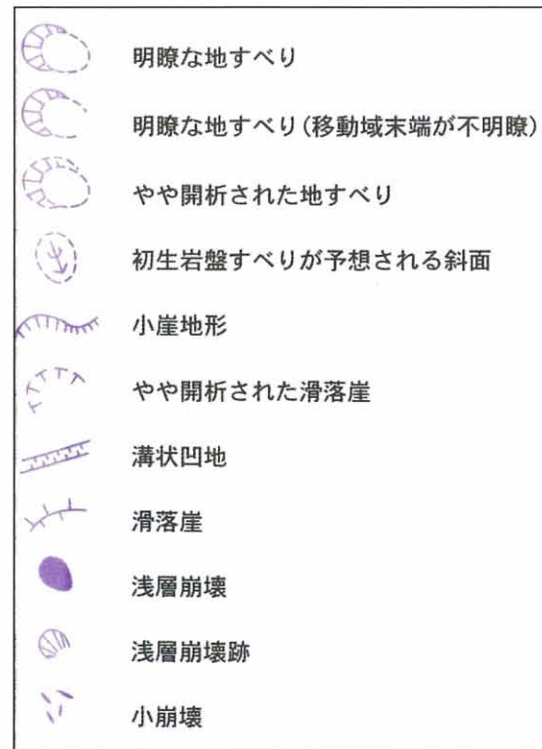


図-15 地すべり地形

の大きい浅層崩壊, 規模の大きい浅層崩壊のうち, 植生が回復した浅層崩壊跡地, 小崩壊などを表示した(図-15).

(表示項目)

- 1) 明瞭な地すべり(滑落崖と移動域の明瞭な地すべり地形)
- 2) 明瞭な地すべり地形(移動域末端が不明瞭)
滑落崖は明瞭であるが, 移動域下部が不明瞭な地すべり地形.
- 3) やや開析された地すべり
やや開析された滑落崖と移動域の地すべり地形.
- 4) 初生岩盤すべりが予想される斜面
凸型にふくらんだ岩盤クリープが予想される斜面.
- 5) 小崖地形 段差
- 6) やや開析された滑落崖
凹凸のある移動域を伴わず, 腰掛状の凹地形を基部に伴う滑落崖状の地形.
- 7) 溝状凹地
- 8) 小規模な細長い凹地滑落崖
移動域のリッジと, となりあった地すべり地形

の滑落崖.

- 9) 浅層崩壊
規模の大きい浅層崩壊.
- 10) 浅層崩壊跡
規模の大きい浅層崩壊のうち, 植生が回復したもの.
- 11) 小崩壊
小規模浅層崩壊.

6. 終わりに

地震による被害の復旧・復興に活用できる詳細活断層図の作成を行い, 印刷して関係機関, 関係地方公共団体などへの配布を行った.

詳細活断層図作成に当たって, 国土交通省東北地方整備局河川部計画課及び朝日航洋株式会社には航空レーザデータの提供を頂いた. また, 現地確認調査では宮城県栗原市にご協力いただいた.

国土地理院で行った航空レーザ計測は, 2地域に分けて作成し, 倉田一郎, 阿久津修, 安喰靖, 広瀬勝, 根本正美, 野尻琢也, 大塚孝泰, 阿部雅俊, 小室勝也が担当した.

参考文献

- 星野実, 中田高, 石山達也, 今泉俊文, 岡田篤正, 鈴木康弘, 堤浩之, 八木浩司, 渡辺満久, 鈴木義宜, 田中庸夫, 岩橋純子, 高橋広典, 吉武勝宏(2009年):平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震1:25,000詳細活断層図(活断層・地形分類及び地形の変状)について, 日本活断層学会2009年度秋季学術大会講演予稿集, 43-44.
- 岩橋純子(2008):平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震による栗駒ダム西方地域の斜面崩壊, 国土地理院時報, 117, 81-89.
- 国土地理院技術資料D・1-No541 平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震1:25,000詳細活断層図(活断層・地形分類及び地形の変状).
- 鈴木康弘, 渡辺満久, 中田高, 小岩直人, 杉戸信彦, 熊原康博, 廣内大助, 澤祥, 中村優太, 丸島直史, 島崎邦彦(2008):2008年岩手・宮城内陸地震に関わる活断層とその意義——関巖美町付近の調査速報, 活断層研究, No29, 25-34.
- 鈴木義宜(2010):航空レーザデータによる地形変位の抽出—平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震—, 第39回国土地理院技術報告会予稿集, 国土地理院技術資料A・1-No355, 17-22.
- 八木浩司, 佐藤剛, 山崎孝成(2008a):2008年岩手・宮城県内陸地震で発生した東栗駒山東面の崩壊と土石流, 日本地すべり学会誌, 45-2, 63-64.
- 八木浩司, 山崎孝成, 宮城豊彦(2008b):岩手・宮城内陸地震にともなうマスマーブメントタイプと分布, 2008年度日本地理学会秋季学術大会予稿集, 74, 136.