

4. 土砂災害

4.1 概要

4.1.1 土砂災害の概要

土砂災害としては、余震によるものも含めて土石流等12件、地すべり27件、がけ崩れ81件、雪崩2件が報告され、死者19名の人的被害が確認されている（2011年5月24日現在、国土交通省砂防部発表）。特に福島県白河市や栃木県烏山市などでは、東北地方太平洋沖地震により大規模な地すべりが発生し、大きな被害をもたらした。長野県北部を震源とする地震でも、長野県栄村や新潟県津南町などで斜面崩壊や地すべりが発生している。さらに、4月11日の福島県浜通りを震源とする地震でも、いわき市を中心に斜面崩壊等が発生した。なお、今回の一連の地震による大規模な天然ダムの形成は確認されておらず、また2008年岩手・宮城内陸地震や新潟中越地震（2004年）で天然ダムが形成された箇所についても、大きな変状は見られなかった。

国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センターでは、東北地方太平洋沖地震による土砂災害発生状況を広域的に把握するため、（社）日本地すべり学会の協力を得て東北および関東地方の衛星画像判読を行った。判読対象範囲は、3月11日の震災により震度5強以上を記録したエリアを含む地域（対象面積 約50,000km²）で、陸域観測技術衛星「だいち」搭載のPRISMおよびAVNIR2による震災後に撮影された光学画像を用いて判読した（3月12日および4月10日撮影分）。また、「だいち」で撮影できなかった範囲などをGoogle Earthに掲載された震災後の衛星画像を用いて判読した（3月12日から4月6日にかけて撮影）。その結果、地震による土砂移動の可能性のある箇所として210箇所が抽出された。判読された崩壊地の位置を、気象庁が公表している推計震度分布図に重ねて示す（図-4.1.1）。小規模な崩壊は判読が困難であること、積雪や雲により状況確認が困難なエリアがあること、顕在化しない土砂移動は判読できないこと等に留意する必要があるものの、広範囲で震度5強以上の強い揺れを観測したにも関わらず、斜面崩壊の発生密度はそれほど高くなかったことがうかがえる。2008年に発生した岩手・宮城内陸地震で両県県境付近を中心に3,500もの斜面崩壊が発生したのとは対照的であった。また、土砂災害の発生密度が必ずしも震度とは対応していないことも今回の地震による土砂災害の特徴といえる。

4.1.2 最大加速度と土砂災害

独立行政法人防災科学技術研究所の強震ネットワークK-netで公開されている各地の加速度を図-4.1.2に示す。図-4.1.2(a)は、今回の東北地方太平洋沖地震で最も大きな加速度（2933.2gal）が観測された宮城県築館のデータである。築館地区は2008年岩手・宮城内陸地震で山腹斜面崩壊が多数発生した地域に近く、比較のため岩手・宮城内陸地震のときの加速度データもあわせて示した。山腹崩壊が多発した岩手・宮城内陸地震では、築館地区で観測された最大加速度は812.3galであり、周辺地域を含めても土砂災害の発生密度がそれほど高くはなかった東北地方太平洋沖地震の最大加速度よりも小さかったことが分かる。

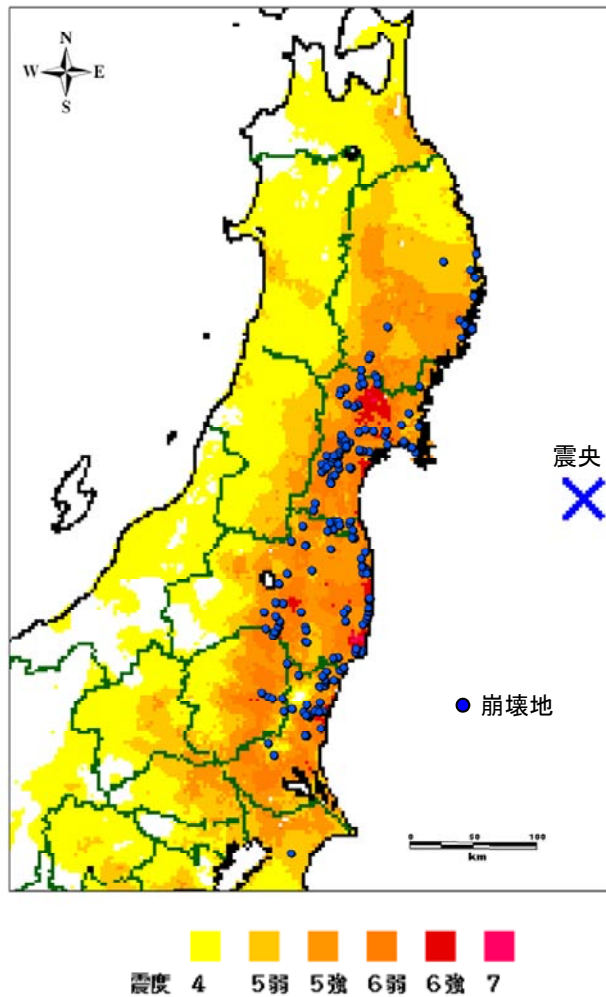
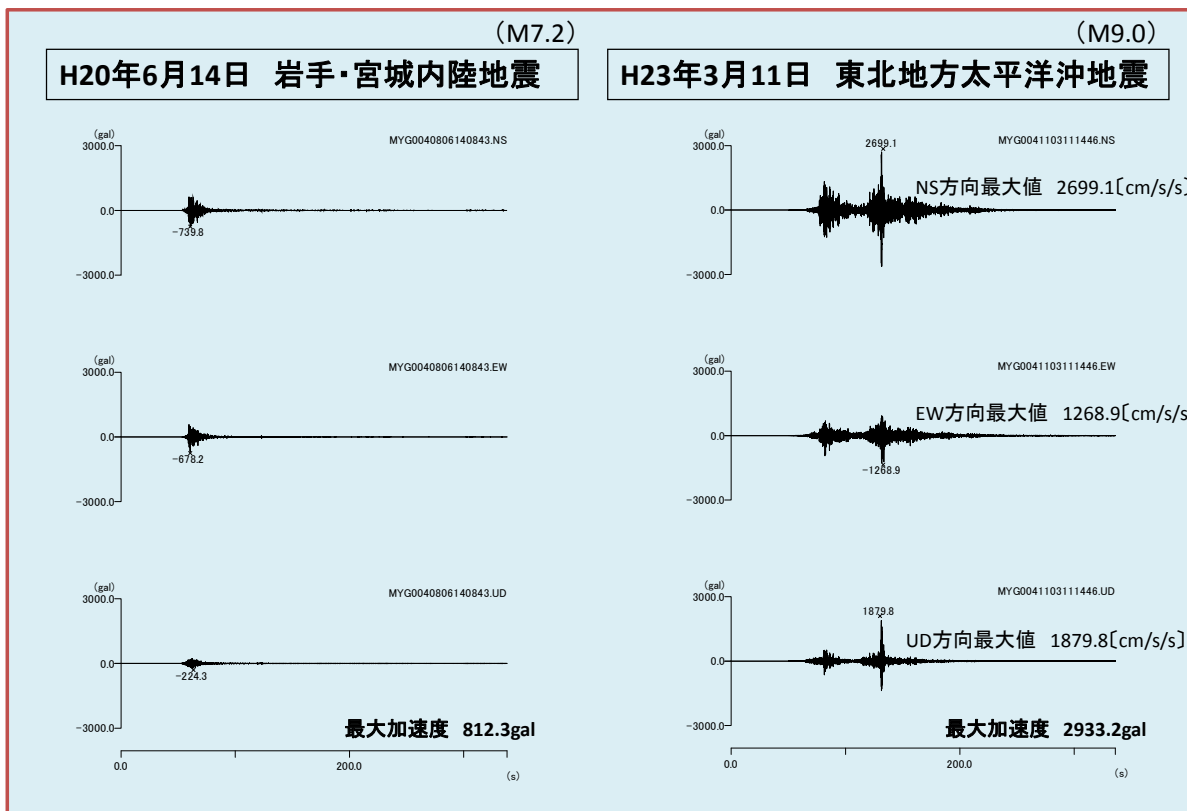


図-4.1.1 東北地方太平洋沖地震の推計震度分布（気象庁）と崩壊地分布

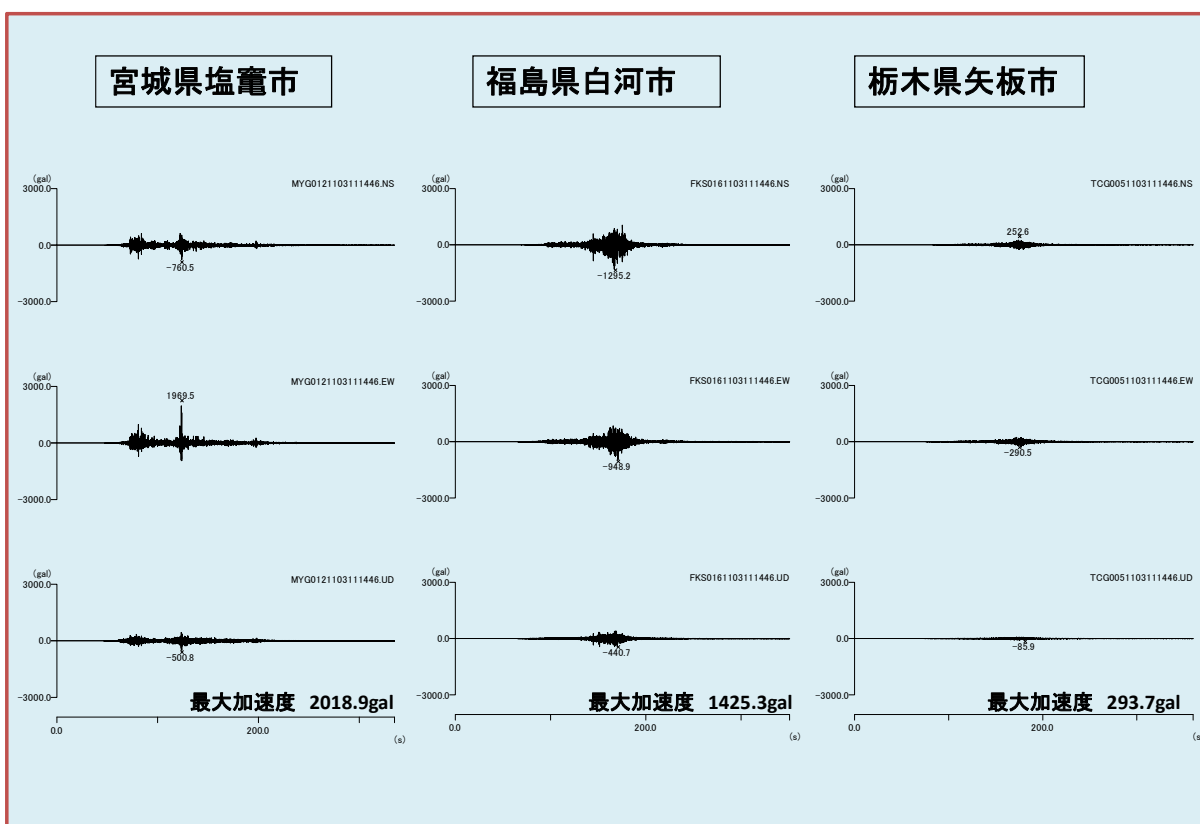
図-4.1.2(b)は、宮城県塩竈市、福島県白河市、栃木県矢板市で観測された東北地方太平洋沖地震の加速度である。大規模な地すべりが多く発生した内陸部の白河市、矢板市付近では、震源に近い沿岸部（塩竈市）よりも最大加速度が小さかったことが分かる。また、宮城県では、異なる震源による2山の波形となっているが、福島県・栃木県では1つにまとまっている。

図-4.1.2(c)は、4月11日の地震により斜面崩壊が発生した福島県いわき市の加速度データである。いわき市では、3月11日の東北地方太平洋沖地震でも大きな揺れに見舞われ、最大加速度436.8galを観測した。一方で、4月11日の内陸直下型地震では、それよりも最大加速度が小さかった（199.0gal）にもかかわらず斜面崩壊が発生したことになる。

以上のことから、今回の地震により発生した土砂災害を最大加速度のみから説明するのは困難であると言える。今後さらに分析を進め、土砂災害に対してクリティカルな地震動の特性等を明らかにする必要があると考えられる。

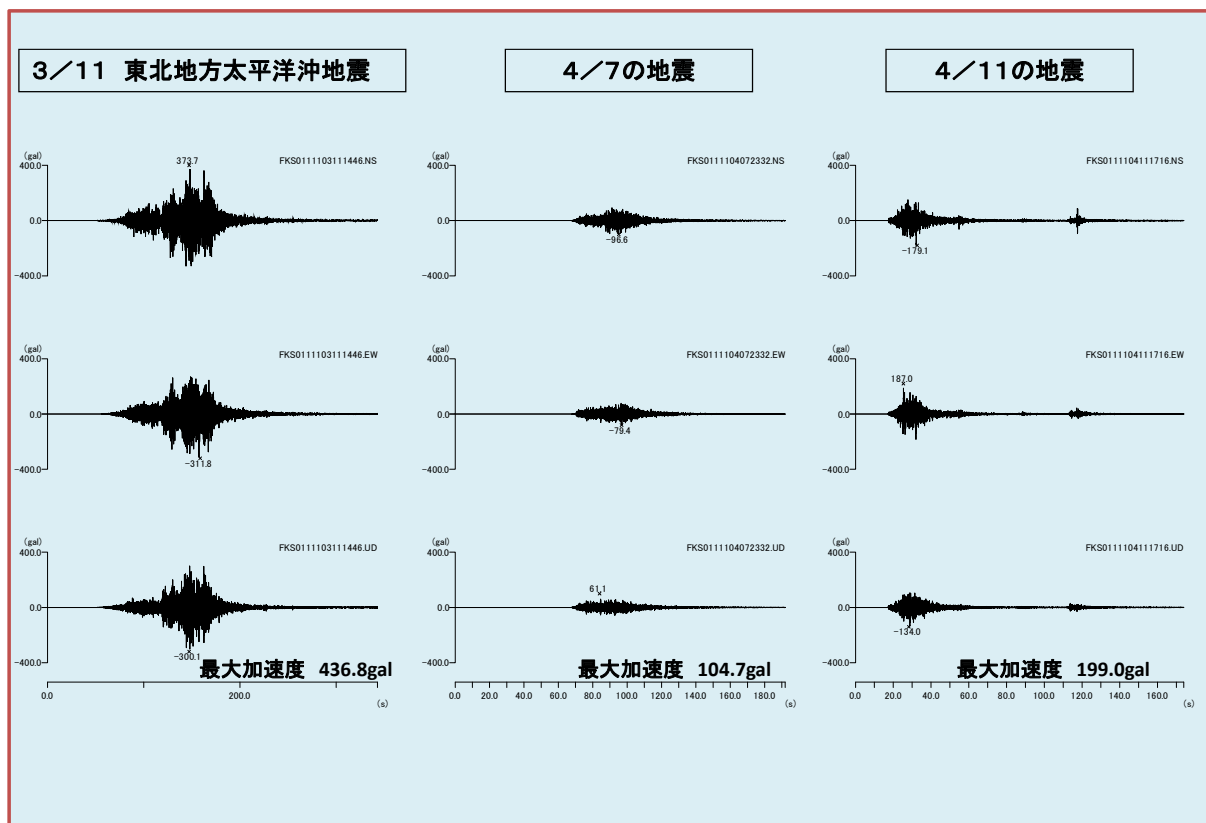


(a) 宮城県築館



(b) 宮城県塩竈市、福島県白河市、栃木県矢板市 (東北地方太平洋沖地震)

図-4.1.2(1) 加速度データ (防災科学技術研究所による)



(c)福島県いわき市

図-4.1.2(2) 加速度データ (防災科学技術研究所による)

4.1.3 国土技術政策総合研究所および土木研究所が実施した現地調査

国土技術政策総合研究所および土木研究所では、災害直後より以下のような現地調査を実施した。次節以降に調査結果を報告する。

- 1) 東北地方太平洋沖地震により福島県・栃木県・茨城県で発生した土砂災害（土木研究所 地すべりチーム）
- 2) 長野県北部を震源とする地震により長野県・新潟県で発生した土砂災害（土木研究所 雪崩・地すべり研究センター）
- 3) 茨城県水戸市宮町急傾斜地崩壊防止施設被災状況現地調査（国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター）
- 4) 宮城県沿岸地域現地調査（国土技術政策総合研究所 砂防研究室）
- 5) 福島県浜通りを震源とする地震により福島県いわき市田人町で発生した土砂災害（国土技術政策総合研究所 砂防研究室、土木研究所 火山・土石流チーム）

4.2 東北地方太平洋沖地震により福島県・栃木県・茨城県で発生した土砂災害

2011年3月11日に発生した平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震（震源地：三陸沖、震源の深さ約24km（暫定値）、最大震度7、M9.0（暫定値））により、東北・関東地方では多数の地すべり・斜面崩壊が確認された。3月14日及び29日に国土交通省と合同で実施したヘリコプターからの調査では、福島県・栃木県・茨城県にかけて多くの地すべり・斜面崩壊箇所が確認された。（独）土木研究所土砂管理研究グループ地すべりチームでは、これらの箇所の現地調査を行ったので、その結果を以下に報告する。

4.2.1 福島県白河市

(1) 福島県白河市葉ノ木平地区

幅約70m、長さ約160mにわたって地すべりが発生し、土塊が流動化して広がり（幅120m）、甚大な被害をもたらした（死者13名、全壊家屋10戸）。土塊の最大の移動距離は約120mとみられる。移動土塊の一部は側方のゴルフ練習場に乗上げて50m程度流動した。

地すべりが発生した箇所の地質は、黄褐色の風成ローム層で軽石・スコリア粒、溶結凝灰岩が散在する。流動化によって移動土塊はバラバラになっており、ほぐされた土砂の中に数10cm程度の土塊が散在する状態となっている。地すべり土塊及び側方崖ですべり面が観察されるが、すべり面となっているのは傾斜した砂質土/粘性土の地質境界である。

1/2.5万地形図及び発生前の空中写真（1975年撮影；縮尺1/1万）で地すべり発生前の地形をみると、地すべりが発生した斜面は、上部が尾根型斜面で、下部は谷地形を呈していたことが確認できる。



(a) 位置図（数値地図25000地図画像）



(b) ヘリから撮影した全景

写真-4.2.1(1) 葉ノ木平地区



(c) 側方に乗り上げた土塊の一部



(d) 滑落崖の状況



(e) 滑落崖直下の移動土塊の状況



(f) 側方崖に露出したすべり面

写真-4.2.1(2) 葉ノ木平地区

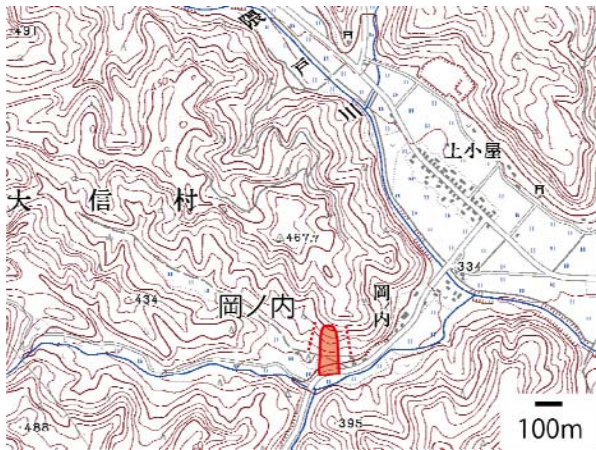
(2) 福島県白河市大信隈戸岡ノ内地区

幅約50m、長さ約100mにわたって地すべりが発生し、土塊が流動化して被害をもたらした（死者1名、全壊家屋1戸）。土塊の移動距離は30m程度とみられる。地すべりを横切る道の切土面において、移動土塊が植生と表土の黒土（すなわち、元の地表面）を覆っている状況が確認できた。このことから、すべり面はこの道よりも上部で地表に出ているものとみられる。

地すべりが発生した箇所の地質は、黄褐色の風成ローム層で軽石・スコリア粒、溶結凝灰岩が散在しており、葉ノ木平地区と同様の地質となっている。また、流動化によって移動土塊はバラバラになっており、ほぐされた土砂の中に数10cm程度の土塊が散在する状態も同様である。

滑落崖は比高約5mの馬蹄形を呈している。滑落崖の直上のみ背後斜面は一部緩傾斜になっているが、その上部の急斜面を含めて開口亀裂等は確認されなかった。末端の土塊の状況は、調査時には除去されていたために不明である。

発生前の空中写真（1976年撮影；縮尺1/1.5万）で地すべり発生前の地形をみると、地すべりが発生した斜面の両側の斜面は凹型（谷型）の地形を呈していたことが確認できる。また、現地調査においても、崩壊跡地のような凹型（谷型）の地形が確認された。この箇所では、谷地形に挟まれた尾根部で地すべりが発生したとみられる。



(a) 位置図（数値地図25000地図画像）
（赤色の点線は凹型（谷型）の地形）



(b) ヘリから撮影した全景



(c) 地すべりの両側に凹型（谷型）の地形
がみられた



(d) 滑落崖の状況



(e) 滑落崖付近からみた土塊の状況



(f) 土砂が地すべりを横切る道を覆う状況
（土砂が植生と表土の黒土を覆っている）

写真-4.2.2 岡ノ内地区

(3) 福島県白河市小田川北ノ入地区

幅約40m、長さ約100mにわたって地すべりが発生し、土塊が流動した。移動土塊は流動化して谷沿いに流下しており、土塊の先端の移動距離は150m程度とみられる。滑落崖は比高約5～10mの馬蹄形を呈しており、地すべり地内の土塊は15～20度の傾斜で停止している。滑落崖より下方70m付近から30度近い急斜面となっており、その急斜面の中ほどで、土砂が植生（元の地表）を覆う形で堆積していることから、すべり面はここよりも上部で地表に出ているものとみられる。移動土塊は、その急斜面を下り、谷沿いに流動して水田まで到達した。谷の出口付近では、堆積土砂の両側部で堤防状に2m程度の厚さで土砂が堆積している様子が観察された。

地すべりが発生した箇所の地質は、黄褐色の風成ローム層で軽石・スコリア粒、溶結凝灰岩が散在する。地すべり上部では、一部で湿った粘土質のすべり面が露出しており、調査時（3/25）でも滑って歩きにくい状態であった。流動化によって移動土塊はバラバラになっており、ほぐされた土砂の中に数10cm～1m程度の土塊（一部では溶結凝灰岩の岩塊も含む）が散在する状態となっている。地すべり土塊及び側方崖ですべり面が観察されるが、すべり面となっているのは傾斜した砂質土/粘性土の地質境界である。

発生前の空中写真（1975年撮影；縮尺1/1万）で地すべり発生前の地形をみると、地すべりが発生した斜面は元から谷地形を呈していたことが確認できる。



(a) 位置図（数値地図25000地図画像）



(b) ヘリから撮影した全景



(c) 滑落崖の状況



(d) 土砂が植生を覆う状況

写真-4.2.3(1) 北ノ入地区



(e) 側部で堤防状に堆積した土砂



(f) 堆積した土塊の末端

写真-4.2.3(2) 北ノ入地区

(4) 福島県白河市小田川堂ヶ作

幅約120m、長さ約140mにわたって地すべりが発生し、土塊が長距離を流動した。隣接する2つの谷頭部が地すべりを発生させ、谷沿いに合流している。滑落崖の比高は約5m。すべり面の傾斜は15度、横断型はV字型、縦断型は椅子型を呈している。流動化した土塊（土砂）は幅20～30mで谷の中を約260m流下した。谷の中を流下した土塊（土砂）は側方に堤防上の高まり（高さ2～3m）を残している。

地すべりが発生した箇所の地質は、黄褐色の風成ローム層で軽石・スコリア粒、溶結凝灰岩が散在しており、葉ノ木平地区と同様の地質となっている。また、流動化によって移動土塊はバラバラになっている状況や、すべり面となっているのは傾斜した砂質土/粘性土の地質境界である点も同様である。



(a) 位置図（数値地図25000地図画像）



(b) ヘリから撮影した全景

写真-4.2.4(1) 堂ヶ作地区



(c) 滑落崖の状況



(d) すべり面の状況



(e) 側部で堤防状に堆積した土砂



(f) 堆積した土塊の末端

写真-4.2.4(2) 堂ヶ作地区

(5) 福島県白河市小田川牛清水地区

幅約30m、長さ約100mにわたって地すべりが発生した。滑落崖の比高は約5m。流動化した土塊（土砂）は谷の中を約60m流下した。谷の中を流下した土塊（土砂）は側方に堤防上の高まり（高さ2～3m）を残している。

地すべりが発生した箇所の地質は、黄褐色の風成ローム層で軽石・スコリア粒、溶結凝灰岩が散在しており、葉ノ木平地区と同様の地質となっている。また、流動化によって移動土塊はバラバラになっている状況や、すべり面となっているのは傾斜した砂質土/粘性土の地質境界である点も同様である。



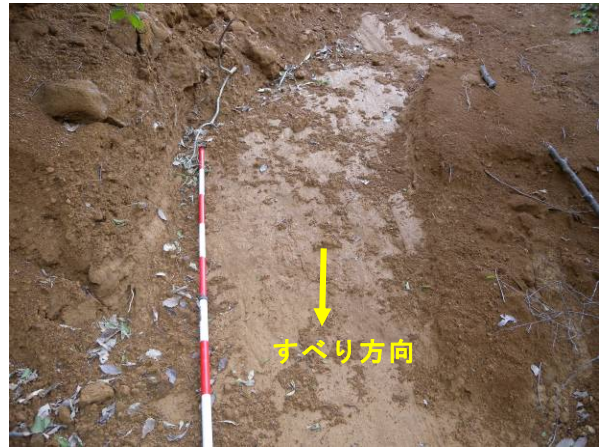
(a) 位置図（数値地図25000地図画像）



(b) ヘリから撮影した全景



(c) 滑落崖の状況



(d) すべり面の状況



(e) 側部で堤防状に堆積した土砂

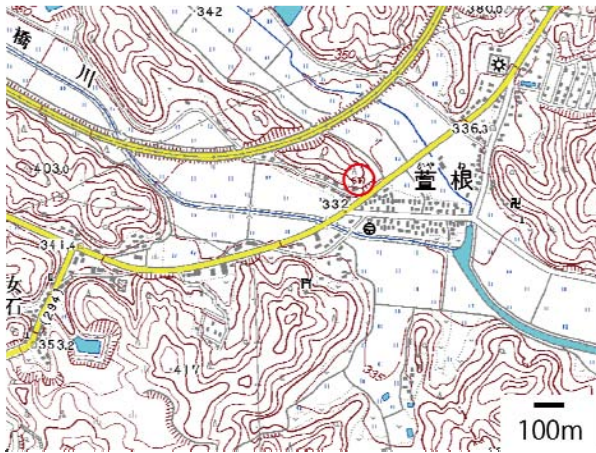


(f) 堆積した土塊の末端

写真-4.2.5 牛清水地区

(6) 福島県白河市萱根地区

幅約40m、比高約40mにわたって斜面が崩落し、非住家が被害を受けた。崩壊が発生した箇所の地質は、灰色の砂質凝灰岩である。



(a) 位置図（数値地図25000地図画像）



(b) 崩落した斜面の上部



(c) 崩落した斜面の下部



(d) 崩落した巨礫

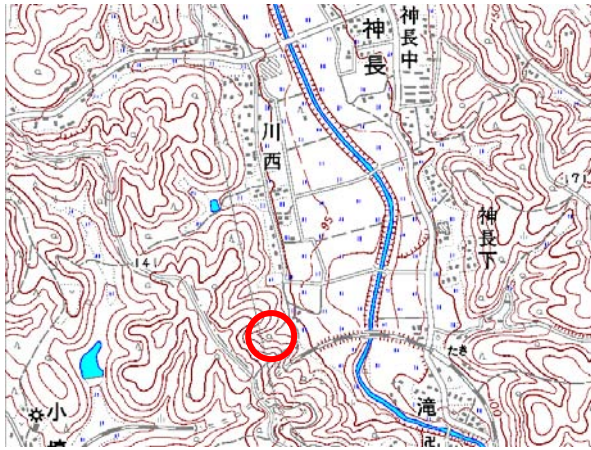
写真-4.2.6 萱根地区

4.2.2 栃木県那須烏山市

(1) 栃木県那須烏山市川西地区

幅約40m、長さ約110mにわたって地すべりが発生し、土塊が流動化して被害をもたらした（死者2名、全壊家屋1戸、半壊家屋2戸）。地すべり土塊末端の厚さは4m。地すべり地内に池が見られることや、地すべり地内の数カ所から水がしみ出ていることから地下水は豊富な状態であり、土塊の流動化に水が関与したものと推定される。

地すべりが発生した箇所の地質は、溶結凝灰岩の上位に褐色の風化土層が載っており、地すべりは主として風化土層で発生している。



(a) 位置図（数値地図25000地図画像）



(b) ヘリから撮影した全景



(c) 地すべり土塊の状況



(d) 応急対策水路



(e) 側方崖で観察された凝灰岩



(f) 地すべり土塊による人家被害

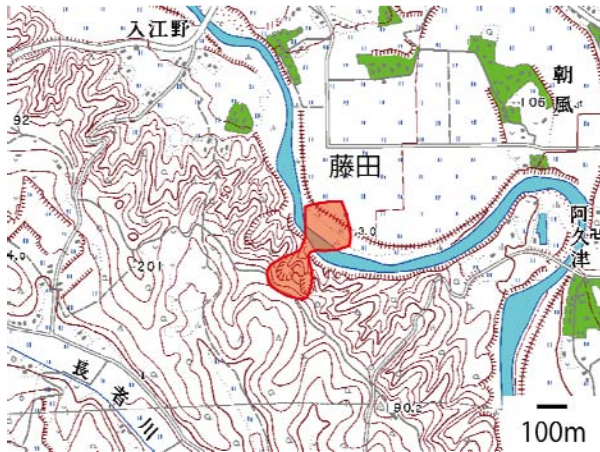
写真-4.2.7 川西地区

(2) 栃木県那須烏山市藤田地区

幅約100～150m、長さ約350mの斜面崩壊。滑落崖の比高は約15～20m。崩壊した土塊が流動化して谷沿いに流下し、谷の出口から広がって、河川（荒川）を越えて対岸の水田まで到達した。土塊の先端の移動距離は150m程度とみられる。なお、河道の土砂は既に重機で除去されている。

崩壊が発生した丘陵地の地質は、溶結凝灰岩の上位に軽石・スコリア粒が散在する黄褐色の風成ローム層が載っており、一部では軽石層を挟む。溶結凝灰岩は川沿いの崖線で露頭する。崩壊は主としてローム層で発生している。崩壊によって移動土塊はバラバラになっており、ほぐされた土砂の中に数10cm程度の土塊が散在する状態となっている。

1/2.5万地形図及び発生前の空中写真（1975年撮影；縮尺1/8千）で崩壊発生前の地形をみると、崩壊が発生した斜面では、2つの谷が斜面上部を開析しており、それらの谷に挟まれた尾根部を中心に崩れたことが確認できる。



(a) 位置図（数値地図25000地図画像）



(b) ヘリから撮影した全景



(c) 滑落崖付近の状況



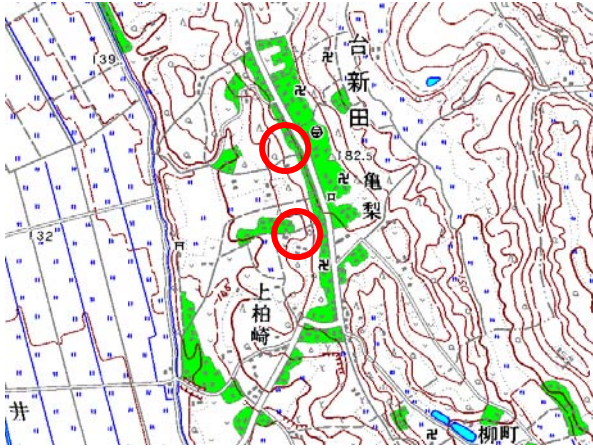
(d) 谷の出口から川を越えて土砂が広がって堆積

写真-4.2.8 藤田地区

(3) 栃木県高根沢町上柏崎地区

台地状地形の崖線に沿って約900mにわたって地すべり・崩壊が発生した。大きく移動した地すべりは2箇所である。北側の地すべりは、幅約30m、長さ約30mの斜面が崩れ、約70m移動した。南側の地すべりは、幅約40m、長さ約40mの斜面が崩れ、約50m移動した。

崩壊が発生した台地の地質は、軽石・スコリア粒が散在する黄褐色の風成ローム層であり、一部では軽石層を挟む。



(a) 位置図 (数値地図25000地図画像)



(b) ヘリから撮影した全景 (北側)



(c) 滑落崖の状況 (北側)



(d) すべり面の状況 (北側)



(e) 滑落崖から見た地すべり地 (北側)



(f) ヘリから撮影した全景 (南側)

写真-4. 2. 9(1) 上柏崎地区



(g) 滑落崖から見た地すべり地（南側）



(h) 地すべり末端（南側）

写真-4.2.9(2) 上柏崎地区

4.2.3 茨城県常陸太田市

(1) 茨城県常陸太田市松栄地区（東側）

凝灰岩のがけ崩れ（高さ25m、幅40m）。地震前の空中写真を確認すると、もともと岩は露出していたが、今回の地震でがけ崩れを発生させたとみられる。今回の地震で、どれだけの範囲が崩落したかの特定は難しいが、崩落した岩塊が家屋の間近まで迫り、鉄パイプで組んだ車庫を押してゆがめていることから、相当量の岩塊が崩落したものと見られる。



(a) 位置図（数値地図25000地図画像）



(b) 崩壊の全景

写真-4.2.10(1) 松栄地区（東側）

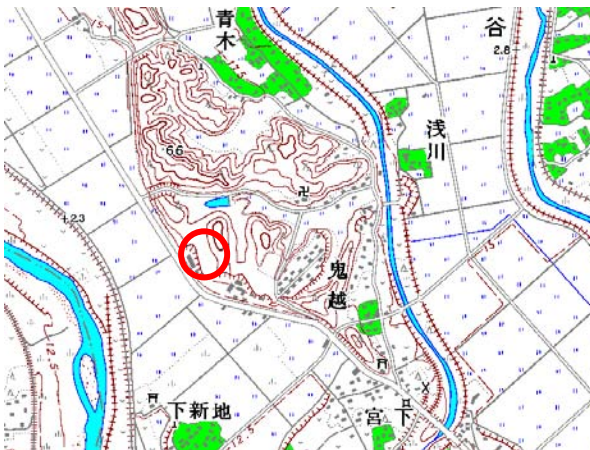


(c) 崩壊の状況

写真-4.2.10(2) 松栄地区 (東側)

(2) 茨城県常陸太田市松栄地区 (南側)

凝灰岩の露頭 (高さ30m、幅 (上部～下部) 50～100m)。斜面上部は凝灰岩が切り立った状態。下部は崩落した岩塊が堆積している。地震前の空中写真を確認すると、地震前から岩が露出していたが、今回の地震で拡大したとみられる。今回の地震での崩落範囲を区別することは難しい。



(a) 位置図 (数値地図25000地図画像)



(b) 崩壊の全景

写真-4.2.11(1) 松栄地区 (南側)



(c) 崩壊の状況

写真-4.2.11(2) 松栄地区 (南側)

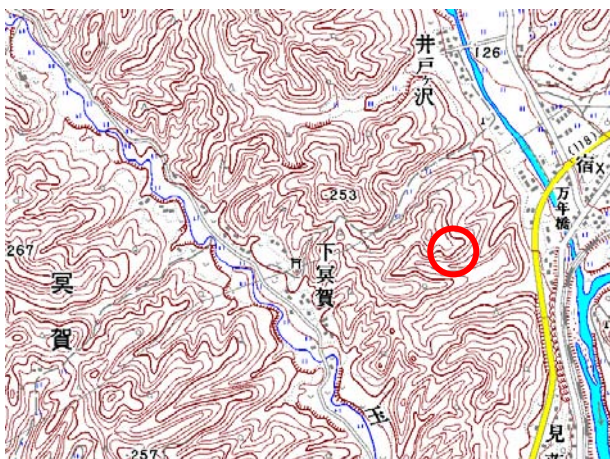
4.2.4 茨城県大子町

(1) 茨城県大子町下野宮地区

溪流の出口付近で発生した幅約100m、長さ約50mの地すべり。滑落崖の比高は最大5m程度、傾斜は50～60度。地すべり頭部は尾根筋まで達しており、上部への拡大余地はほとんどない。地すべり上部では、土塊が元の形状を比較的保ったまま移動している。また、垂直に立ったままの木も見られることから、地すべり頭部では、移動速度はそれほど速くなかったと推定される。また、地すべり土塊は対岸の斜面までは到達していない。

滑落崖で観察される地質は、主に風化凝灰岩であるが、滑落崖の下底付近では、一部で比較的新鮮な岩盤のすべり面も観察された。

地すべり土塊末端では溪流を狭めているため、湛水池（幅約2m、長さ約10m、最大水深1m）が形成されている。堆積した土塊を越えてしみ出していることから、完全には閉塞しておらず、流出しているようである。



(a) 位置図 (数値地図25000地図画像)



(b) ヘリから撮影した全景

写真-4.2.12(1) 下野宮地区



(c) 滑落崖付近の状況



(d) 滑落崖で観察されたすべり面



(e) 地すべり上部の土塊の状況



(f) 地すべり末端の状況



(g) 地すべり末端の湛水池



(h) 地すべり土塊の末端の状況

写真-4. 2. 12 (2) 下野宮地区

4.3 長野県北部を震源とする地震により長野県・新潟県で発生した土砂災害

東北地方太平洋沖地震の翌日である平成23年（2011年）3月12日午前3時59分頃、長野県北部を震源とするM6.7、震源の深さ8km（気象庁暫定値）の地震が発生した。この地震による最大震度は6強であり、長野県北部の栄村で観測された。また、同日の午前4時31分と午前5時42分には、同村で最大震度6弱を観測する余震が発生した。（独）土木研究所土砂管理研究グループ 雪崩・地すべり研究センターでは、地震発生後の3月14日から18日に長野県栄村、新潟県津南町、十日町市において発生した崩壊、地すべりなどの斜面災害の現地調査を実施したので、その結果を報告する。

4.3.1 長野県栄村北信の崩壊

図-4.3.1 には長野県栄村北信で発生した崩壊箇所を、写真-4.3.1 には中条温泉施設「トマトの国」付近からの崩壊地の全景をそれぞれ示した。中条川支流の東入沢川左岸において、大規模な崩壊が2箇所が発生した。図-4.3.1②の崩壊の規模は、幅約240m、長さ約140m、崩壊土砂の堆積長さ約220mである。図-4.3.1①の崩壊による土砂は溪流に堆積したが、下流へは流出しなかった。一方、図-4.3.1②の崩壊は土砂を溪流に流出させ、大量の雪を巻き込みながら約1km流下して中条川に達した。

写真-4.3.2、3 は、流下した土砂の状況を示したものである。流下した土砂は主に安山岩の岩塊からなり、風化したものも含まれるが新鮮なものも多く硬い。溪流沿いには土砂や雪崩の流下痕が確認され、その高さは現河床より約10mである。

写真-4.3.4、5、6 には、「トマトの国」の南西側の状況を示した。雪混じり土砂は「トマトの国」の南西側の小高い丘に衝突し、高さ約5mまでせり上がった。また、調査時点での河川水は堆積した土砂の上を流れており、湛水はなかった。

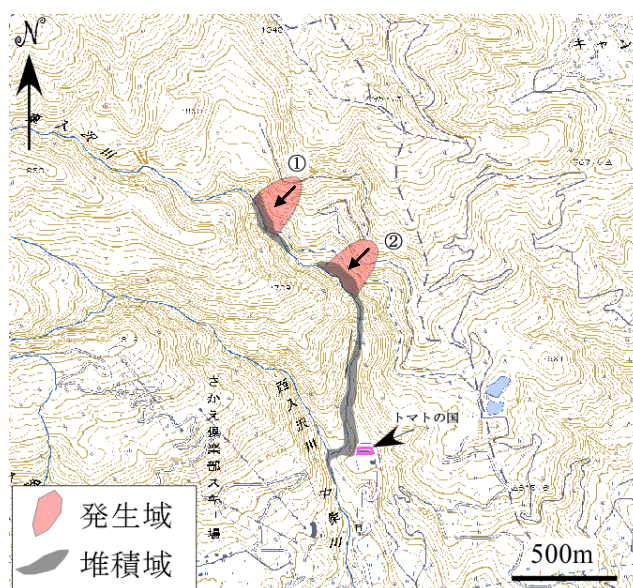


図-4.3.1 長野県栄村北信で発生した崩壊（電子国土の地図に加筆）



写真-4.3.1 「トマトの国」付近からの崩壊地②の全景



写真-4.3.2 「トマトの国」付近に堆積している礫の状況



写真-4.3.3 「トマトの国」付近に残る土砂の流下痕



写真-4.3.4 「トマトの国」南西側の土砂堆積状況（下流を望む）



写真-4.3.5 「トマトの国」付近に堆積した雪混じり土砂の状況



写真-4.3.6 「トマトの国」付近の堆積物上を流れる河川水の状況（上流を望む）

4.3.2 新潟県津南町辰口の崩壊

図-4.3.2 は新潟県津南町辰口で発生した崩壊箇所を、写真-4.3.7 は崩壊地の全景をそれぞれ示したものである。崩壊は、烏帽子形山の北東向き斜面のほぼ稜線付近で発生した。崩壊の規模は幅約 130m、長さ約 130mであり、崩壊土砂は幅 50～100mで約 760 m移動した。

写真-4.3.8 には堆積した雪とそれを覆っている土砂の状況を、写真-4.3.9 には堆積土砂の状況をそれぞれ示した。土砂と雪の堆積状況から判断すると、崩壊は雪崩発生後に生じたと推定される。また、堆積土砂の地質は、風化した礫岩、砂岩、泥岩、凝灰岩から成る。

写真-4.3.10 は、移動した雪混じり土砂の末端部の状況を示したものである。雪混じりの土砂は、国道 353 号を超え舟繫川に達した。



図-4.3.2 新潟県津南町辰口で発生した崩壊
(電子国土の地図に加筆)



写真-4.3.7 堆積域中間部から見た崩壊地の全景

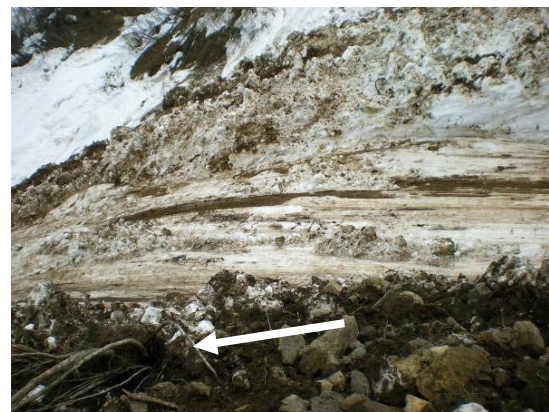


写真-4.3.8 雪に残った流下痕跡とそれを覆っている土砂の状況



写真-4.3.9 堆積域中間部付近の堆積土砂の状況 (上流を望む)



写真-4.3.10 移動した雪混じり土砂の末端部の状況

4.3.3 新潟県十日町市松之山区中尾の地すべり

図-4.3.3 には、新潟県十日町市松之山区中尾で発生した地すべりの位置を示す。地すべりは、南西向き斜面で発生した。地すべりの規模は長さ約 170m、幅約 70m、滑落崖の高さ約 20m であり、移動距離は道路や民家の位置変化から約 40m と推定される。なお、斜面を構成する地質は、鮮新世の田麦川層のシルト岩である。

写真-4.3.11、12 は、地すべりによる家屋の破壊状況を示したものである。地すべり斜面の頭部に位置する民家 1 戸の半分が、地すべりにより破壊された。また、地すべり斜面の中間部に位置する民家 1 戸が地すべり土塊とともに移動した。

写真-4.3.13 には、地すべり斜面下部の河道閉塞状況を示した。地すべり土塊により河道が閉塞した。その規模は、長さ約 100m、幅約 50m であり、湛水による小規模な池が形成された。

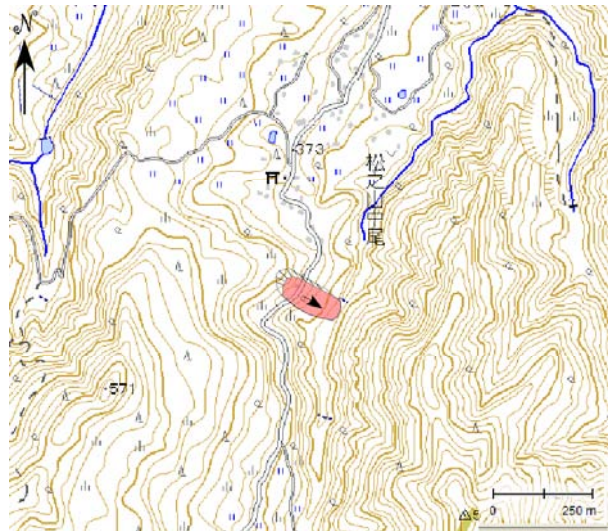


図-4.3.3 新潟県十日町市松之山区中尾で発生した地すべり（電子国土の地図に加筆）



写真-4.3.11 地すべり斜面頭部の状況



写真-4.3.12 地すべり斜面中間部の状況



写真-4.3.13 地すべり斜面下部の河道閉塞状況

4.3.4 新潟県十日町市松之山区赤倉の地すべり

図-4.3.4 は、新潟県十日町市松之山区赤倉で発生した地すべりの位置を示したものである。地すべりの規模は、幅約 50m、長さ約 80m、滑落崖高さ 5~10m である。地すべりは、離れ山北側の東川に面した斜面で発生した。この地すべりは、周辺の地形の状況から推定すると、旧地すべりによる離れ山の一部が今回の地震により滑動したものと考えられる。

写真-4.3.14 には、滑落崖の露頭の状況を示した。基盤岩は塊状泥岩であるが、その上を破碎され風化した泥岩、砂岩及び円礫が覆っている。

写真-4.3.15 は地すべり斜面中間部の状況を、写真-4.3.16 は地すべり斜面を、それぞれ示したものである。この地すべりにより神社が倒壊し、川が堰き止められた。調査時の川の水位は、川沿いの積雪に残る水位痕跡より 3~4m 低くなっていた。なお、調査時は水路開削の作業が進行中であった。

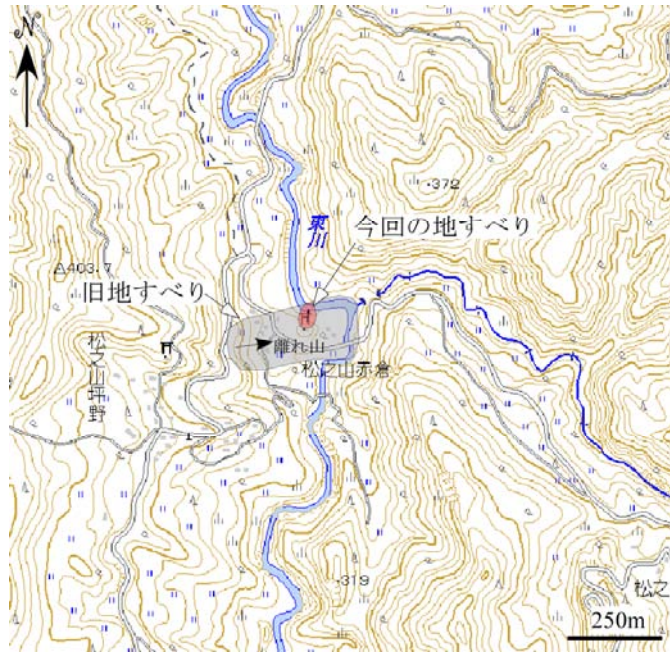


図-4.3.4 新潟県十日町市松之山区赤倉で発生した地すべり（電子国土の地図に加筆）



写真-4.3.14 滑落崖の露頭の状況



写真-4.3.15 地すべり斜面中間部の状況



写真-4.3.16 地すべり斜面末端部の状況

4.3.5 新潟県十日町市松之山区月池の地すべり

図-4.3.5 には新潟県十日町市松之山区月池で発生した地すべりの位置を、写真-4.3.17 には地すべりの全景をそれぞれ示した。この地すべりは、地すべり移動土塊の状況から判断すると岩盤地すべりと考えられる。地すべりの規模は幅約80m、長さ約100mであり、移動距離は約5mと推定される。

写真-4.3.18 は地すべり斜面末端部の状況を、写真-4.3.19 は道路の亀裂の状況をそれぞれ示したものである。地すべりは道路脇の北向き斜面で発生した。国道405号は約80mにわたり土砂に埋まり、道路の一部には幅数cmの亀裂が生じた。

写真-4.3.20 は、道路脇の露頭を示した。地質は、鮮新世の東川層の亀裂が入った弱風化シルト岩である。

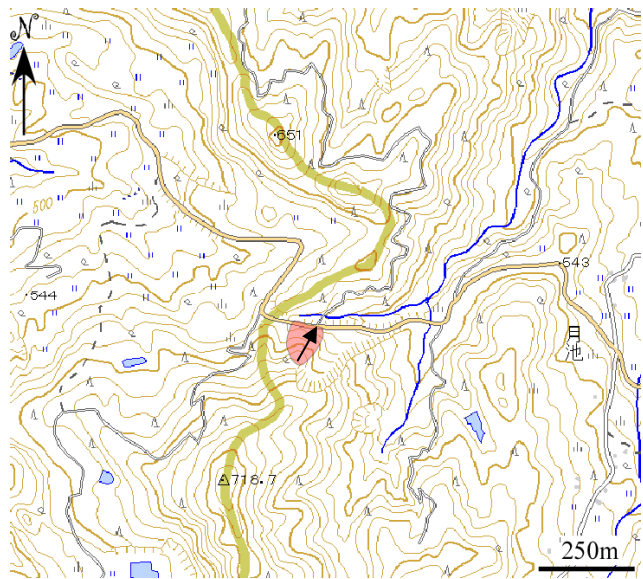


図-4.3.5 新潟県十日町市松之山区月池で発生した地すべり（電子国土の地図に加筆）



写真-4.3.17 地すべりの全景



写真-4.3.18 地すべり斜面末端部の状況



写真-4.3.19 路面の亀裂



写真-4.3.20 地すべり末端の露頭

4.3.6 新潟県津南町^{さかさ}逆巻の落石

図-4.3.6 には新潟県津南町逆巻で発生した落石箇所を、写真-4.3.21 には落石の状況をそれぞれ示した。直径3～4mの巨石3つが国道405号に落下し、国道の半分を塞いだ。落石を起こした斜面（路面から約30mの高さ）には巨石が残っており、余震等による落下の可能性が懸念された。巨石は火山角礫岩から成り、硬質である。



図-4.3.6 新潟県津南町逆巻で発生した落石箇所
(電子国土の地図に加筆)



写真-4.3.21 落石の状況

4.4 茨城県水戸市宮町急傾斜地崩壊防止施設被災状況現地調査

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、茨城県水戸市にある宮町急傾斜地崩壊危険箇所では斜面および対策施設に変状が見られた。国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センターでは、茨城県の要請を受け、3月14日に現地調査を行った。以下にその調査結果を記す。

4.4.1 全般状況

宮町急傾斜地崩壊危険箇所は水戸市中心市街地にある。斜面上部には水戸協同病院があり、斜面下部には人家が多く建て込んでいる。斜面高さは約15mで、昭和46年から施設整備が進んでいる。

3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震により、斜面および対策施設に変状を生じた。そのため、水戸市は斜面下部にある住民（30世帯58名）に対し、3月13日17:50に避難指示を発令した。

4.4.2 被災状況

斜面上部にあたる病院敷地内に、対策区域のほぼ全域にわたりクラックの発生等が見られた。クラックの開口幅は最大で10cm、沈降高は30cm程度であった。一部では建築物壁面境（建設中）までクラックが達している。

重力式擁壁工および3段の張ブロック工で構成される施設のうち、最上部の法面が前面に向かってすべり、その影響を受けて下部の張ブロックも変形していた。最下段の擁壁には変状は見られてなかった。

地震に伴う変状と見られるが、現在も移動が継続しているかどうかについては調査時点では不明であった。



写真-4.4.1 建物沿いに入ったクラック



写真-4.4.2 斜面上端から斜面下方をのぞむ（のり砕工の破片が散乱している）



写真-4.4.3 クラックが入っている



写真-4.4.4 駐車場にもクラックが入っている



写真-4.4.5 斜面下部に落下したのり砕工の破片



写真-4.4.6 擁壁工、のり砕工、積ブロック（擁壁に特に異常は見られず）



写真-4.4.7 擁壁工、のり砕工（擁壁に特に異常は見られず）

4.5 宮城県沿岸地域現地調査

国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター砂防研究室では、2011年4月7～8日に、東北地方太平洋沖地震による津波の被害を大きく受けた宮城県沿岸地域の現地調査を行った。以下に結果を報告する。

4.5.1 急傾斜地崩壊防止施設の地震時の崩壊に対する効果

女川町川尻地区、および石巻市吉野町地区（治山事業）の法枠工の側部では今回の一連の地震に因ると見られる崩落・落石が確認されているが、法枠工の構造的な破損は見られないことより、法枠工は地震時の斜面崩壊防止に寄与したと言える。



写真-4.5.1 法枠工右側の崩落（女川町）



写真-4.5.2 法枠工右側の崩落（石巻市）

4.5.2 急傾斜地崩壊防止施設への津波の影響

石巻市吉野町地区（治山事業）の擁壁工は、津波の浸水範囲であったが、脚部侵食のような現象は起こっていなかった。ただし、施工目地を挟んで、地震の影響と見られる3cm程度の縦ズレが発生している箇所があった。



写真-4.5.3 擁壁工縦ズレ箇所



写真-4.5.4 擁壁工縦ズレ箇所（拡大）

一方で、女川町川尻地区の法枠工は、脚部の土壌があったと思われる部分が完全に流失しており、法枠工が浮き上がった状態となっている（写真-4.5.5）。また、施工目地部分が3～4cm程度の横ズレによるクラックが発生している箇所があった（写真-4.5.6）。この箇所はロックボルト等のアンカーは入っていないため、今後の余震による施設全体の安定性への影響が懸念される。



写真-4.5.5 法枠工脚部流出状況（川尻地区）



写真-4.5.6 法枠工目地部クラック（川尻地区）

女川町堀切山南側斜面下部の待ち受け擁壁工のうち、斜面からやや出っ張った範囲のストーンガードは上流方向の斜面側に座屈していた。また、このコンクリート擁壁の表面には擦過痕が多数認められることから、津波による浸水初期段階では、かなり大きな流速と瓦礫等による圧力が発生していたことが推測される。



写真-4.5.7 ストーンガード座屈状況



写真-4.5.8 擁壁工擦過痕

津波による湛水が到達した法枠内部は、表面の吹き付け基材が剥離・流失している部分は多く見られたが、ラスの損傷は殆ど見られず、現時点での機能低下はあまり起こっていないと考えられる（海水に浸かったことによるラスの錆びの進行は懸念される）。



写真-4.5.9 吹き付け基材剥離状況



写真-4.5.10 法枠内ラス拡大

石巻市のような平地が広い地域では、津波による施設の脚部侵食は甚大になる可能性は少ないが、女川町のように狭くなって行く内湾に津波が駆け上がるような地形の地域においては、脚部侵食が発生している可能性があるため、その程度と施設全体の安定性を確認・評価する必要がある。

4.5.3 女川町堀切山特定利用斜面保全事業個所の状況

当箇所の切土面高さはEL.16m（当初、検討段階では13m）とされているが、台地中央部に向かってやや高くなっている形状である。

台地南側の老人福祉センターは最も標高が低い場所であり、山側の熊野神社に続く法面箇所付近では3m弱の浸水痕跡が見られた。標高の高い町立病院付近では、浸水深は1m程度であった。

老人福祉センターの建物南側の壁面には自動車が数台浮いた状態で押し付けられていた。一方、台地東側（海側）の鋼製柵および生垣にはゴミが多数引っかかっていたが、大きな損傷は受けておらず、それより内側の病院および駐車場側には瓦礫が流入した状況は認められなかった（3月12日午前のヘリによる調査でも確認）。

したがって、台地上への浸水は、標高のやや低い南側の老人福祉センターから始まり、当初はやや勢いのある流れが流入してきたが、老人福祉センター建物が1～2m程度浸水した段階で、流入速度は殆どなくなり、じわじわ水深が上昇して行く状況であったと考えられる。

海側に設置された津波避難用の鋼製階段は2箇所とも破損せず残っていた。



写真-4.5.11 堀切山特定利用斜面概況



写真-4.5.12 老人福祉センター浸水痕
(ポール先端部)



写真-4.5.13 老人福祉センター
南側壁面



写真-4.5.14 台地東側鉄鋼柵および生垣



写真-4.5.15 津波避難用鋼製階段

4.6 福島県浜通りを震源とする地震により福島県いわき市田人町で発生した土砂災害

2011年4月11日17時16分頃、福島県浜通りを震源とするマグニチュード7.1（気象庁暫定値）の地震が発生した。震源の深さは10kmと推定され、福島県いわき市と茨城県鉾田市で最大震度6弱を観測した。この地震により、福島県いわき市を中心に斜面崩壊や地すべりが発生した。国土技術政策総合研究所危機管理技術研究センター砂防研究室および土木研究所火山・土石流チームでは、福島県いわき市田人町で発生した斜面崩壊の現地調査を2011年4月13日に行った。以下に結果を報告する。

4.6.1 崩壊諸元

崩壊地の全景を写真-4.6.1に、概略図を図-4.6.1にそれぞれ示す。



写真-4.6.1 崩壊全景

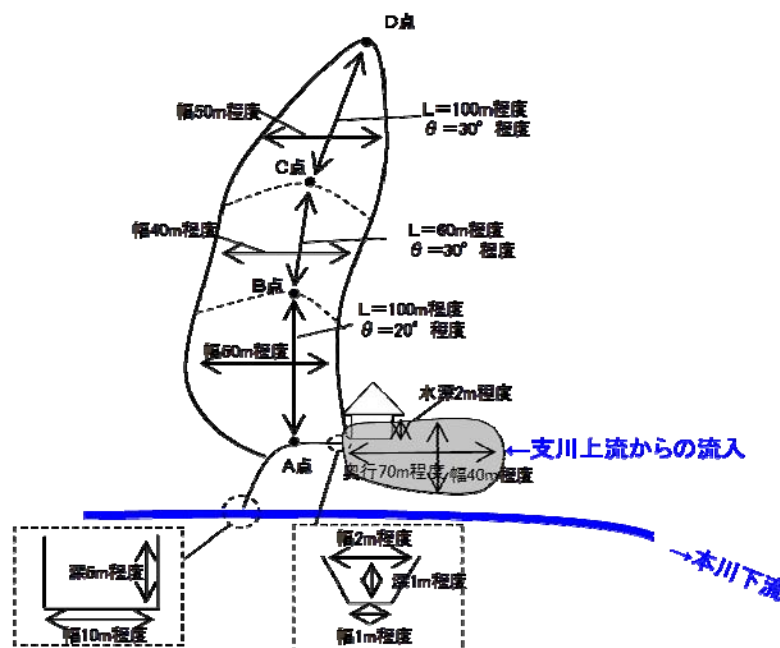


図-4.6.1 崩壊地概略図

4.6.2 崩壊概況

崩壊は尾根部が、深さ4～5m程度の位置の流れ盤（ $I=30^\circ$ 程度）上で岩盤すべりを起こしたものである。崩壊頭部から比高差150m程度下の位置までの土塊が崩壊している。この150m下の位置は、尾根地形と斜面に向かって左側の谷地形が摺り付く場所（以下、摺り付き部）であり、地震動が開放される尾根部の全体が揺すられたことで崩壊・滑落が発生したものと考えられる。崩落した土塊の一部は摺り付き部のやや勾配が緩くなった（ $I=15^\circ$ 程度）テラス状地形上に停止しているが、その表面には切り株が整然と並んでいることから、運動形態は「すべり」であったと考えられる。



写真-4.6.2 崩壊源頭部（中央部に露岩が見られる）



写真-4.6.3 左側の谷地形と摺り付き部



写真-4.6.4 テラス状地に並ぶ切り株

テラスから下へ流下した土砂は、攪乱されながら斜面下部の人家まで到達している。堆積土砂は、20～50cm程度のブロック状に破碎された岩片が主体であり、粘土質のマトリクスがやや湿り気を有しているものの、通常の土石流堆積物のような含水状況ではなく、乾燥性の土砂流動と考えられる（被災人家から下流側に泥水が流れた形跡も見当たらなかった）。



写真-4.6.5 人家まで到達した土砂
(崩壊中腹部のテラスから撮影)



写真-4.6.6 テラスにおける崩壊土砂

堆積土砂内には切り株も散見される。根系の状況は比較的新鮮であり、一般的に言われる「伐採後 10 年程度で腐朽して剪断抵抗力が低下する」状況ではなかった。根系長（深さ）は 30~50cm 程度と浅く、この斜面の表層土厚が薄いことが分かる。頂部に近い崩壊斜面内には切り株がそのまま残っている部分もあることから、根系下部面の表層土が降雨によって不安定になって動き出したのではなく、地震動が崩壊・滑落の主因と考えてよい。

レーザー測距による計測結果から全崩壊土砂量 2 万 5 千 m^3 程度（内訳として、崩壊残土 2 万 2 千 m^3 程度、河道閉塞を引き起こした土砂量 3 千 m^3 程度）と推測される。鮫川本川への土砂流出は見られなかった。



写真-4.6.7 根系長の浅い切り株



写真-4.6.8 頂部に近い斜面内の切り株
(頂部から撮影)

4.6.3 崩壊地周辺の土砂の状況

崩壊地周辺の斜面自体にはクラック等の不安定さを示すものは見当たらなかったが、一部、不安定な状態の土砂が存在した。崩壊斜面最上部右側には幅 5 m、長さ 10m、厚さ 1 m 程度の落ち残りのブロックがあり、崩壊斜面両側の作業道には崩壊方向に垂直なクラックが多数見られた。

崩壊斜面両側には、自然堤防的な土砂の高まり（ $H = 1 \sim 2$ m 程度）がある。現在、斜面上に停止している土砂は、 $I = 20^\circ$ 程度に堆積しており、比較的ポーラスな状態であることから、集合的に流動する可能性は小さいと考えられる。



写真-4.6.9 最上部右側落ち残りのブロック



写真-4.6.10 斜面左側の作業道に見られたクラック

4.6.4 河道閉塞の状況

土砂が幅(横断方向)50m 程度、長さ 30m 程度の範囲で流路工を含めて河道を閉塞した。土砂量は 3000m^3 程度と推測される。右岸側の家屋は 1m 程度浸水していた。流路工(深さ 3m 程度、幅 3m 程度)が土砂で完全に閉塞していた。湛水量は 5600m^3 程度(推定値)であった(幅(横断方向)40m 程度×奥(縦断方向)70m 程度×深さ 2m 程度)。土砂が流路工を閉塞した箇所は深さ 1m 程度、幅(河床)1m 程度の断面で既に開削されていた。



写真-4.6.11 崩壊地中腹から見た河道閉塞

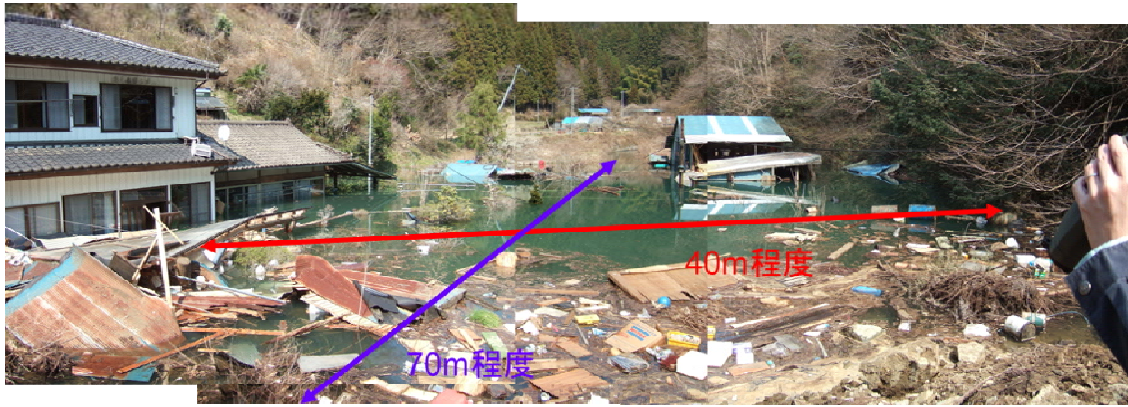


写真-4. 6. 12 湛水池の状況



写真-4. 6. 13 開削された水路の断面（写真奥側下流）

4.7 まとめと今後の土砂災害に関する留意点

- ①今回の地震によって発生した土砂災害の9割以上は、がけ崩れ・地すべりであったが、融雪水等によって崩壊土砂が湿潤になっている場合は流動して土石流化するものもあった。
- ②崩壊箇所は尾根状斜面、平行斜面、盛土部が多いという、地震時の斜面崩壊の一般的な傾向と概ね同様であった。
- ③崩壊密度の高いエリアが、必ずしも本震の震度の大きな地域というわけではなかった。
- ④内陸直下型の余震によって、本震よりも小さな震度（加速度）でも崩壊現象が発生する事例があった。
- ⑤地震による斜面崩壊は尾根部で発生するものも多く、崩壊規模も大きくなる場合もあるため、通常の土砂災害危険箇所として把握されていない場所での災害にも注意する必要がある。
- ⑥繰り返しの地震によって、急勾配の風化岩斜面等では、小さな震度（加速度）によっても崩壊する可能性が高まっていると考えられることから、加えて、降雨による崩壊も発生し易くなっていると考えて警戒すべきである。
- ⑦これまで、砂防関係施設の被害は軽微であるが、繰り返し地震動を受けることでダメージが進行する可能性があるため、引き続き土砂災害危険箇所における監視活動を行うべきである。
- ⑧斜面崩壊に対してクリティカルな地震動の条件を分析して、今後の震後点検の効率化等に活かす必要がある。