

岩手・宮城内陸地震における崩壊の地形・地質的特徴

○高山 陶子、花井 健太、小野田 敏、鈴木 雄介(アジア航測株式会社)

1. はじめに

2008年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震に伴う崩壊等の土砂災害発生場所について、地震直後に撮影した空中写真の判読により土砂災害の分布を把握するとともに、GISおよび地形標高データ(DEM)を用いた解析を実施して崩壊発生場の特徴を抽出した。

解析では、対象地域の地質を性質により区分し、崩壊等との関係を検証した。また、地震前のDEMから傾斜度等の地形量を計算し、地質分布と合わせて、崩壊等との比較検討を行った。これらの検討結果から、本地震で発生した代表的な崩壊等と地形、地質との関係を整理し、地震による崩壊危険斜面について考察した。

また、荒砥沢ダム地すべりについて、高解像度デジタル空中写真で確認された情報と現地調査結果を対比させ、その活用と地すべり機構についても考察した。

判読は、地震直後の2008年6月15～16日アジア航測撮影の空中写真(S=12,500)を用い、2万5千分の1地形図に移写したものを、GIS上でデジタル化し、判読した。

判読項目は、今回新規に発生したと写真上で判別される崩壊・地すべりとし、区分が可能なのは発生域と堆積域とに分けた。対象範囲および判読結果を図1に示す。

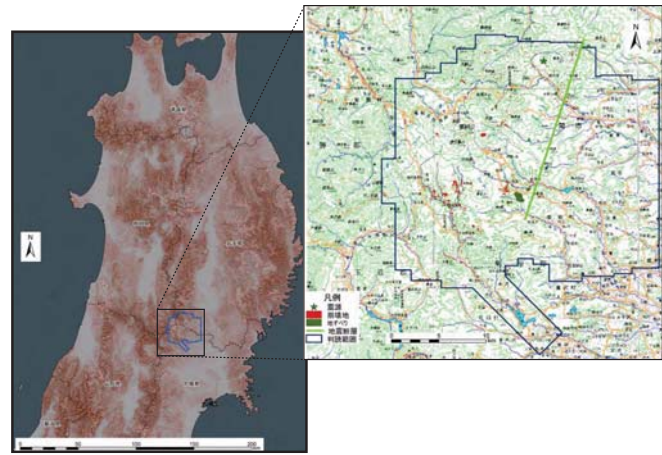


図1 対象範囲および判読結果

2. 地質と崩壊の関係

対象地域の地質分布を図2に示す(20万分の1数値地質図「東北」、2004年、産業技術総合研究所)。各地質毎に崩壊・地すべりの発生率を求めると表1のようであり、栗駒山南側の第三紀溶結凝灰岩類(Kw)や堆積岩・凝灰岩類(Tt)などで発生率が高い。さらに、これらを地質時代と岩層により整理し、表1に示す7つに大きく地質区分を行なった。地質区分結果図を図3に示す。

地質区分毎に崩壊等の発生率を求めると、4の第三紀末堆積岩・凝灰岩類などで発生率が高いが、地層ごとにバラツキが大きく、明瞭な傾向は把握できなかった(図4)。

分布図を見ると、特に第三紀溶結凝灰岩類と下位層との境界付近に崩壊が集中し、かつ規模の大きいものが多い。この傾向は現地調査でも確認されており、特に栗駒山南西部(一迫川流域)では、三紀の堆積岩上に溶結凝灰岩がキャップロック状に載った大規模崩壊が特徴的に見られた(写真1)。

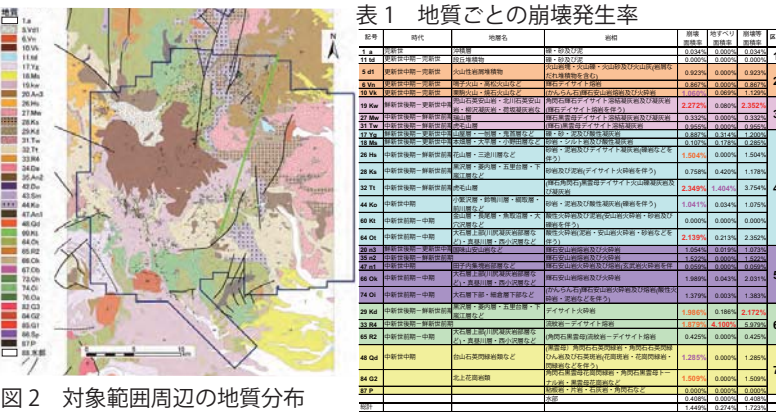


図2 対象範囲周辺の地質分布

地質区分	地質名	崩壊発生率	崩壊発生率(%)	崩壊発生率(%)
1	新第三紀末堆積岩類	0.0000	0.0000	0.0000
2	新第三紀末堆積岩類	0.0000	0.0000	0.0000
3	新第三紀末堆積岩類	2.2774	0.0804	2.3578
4	新第三紀末堆積岩類	1.0000	0.0000	1.0000
5	新第三紀末堆積岩類	1.0000	0.0000	1.0000
6	新第三紀末堆積岩類	1.0000	0.0000	1.0000
7	新第三紀末堆積岩類	1.0000	0.0000	1.0000

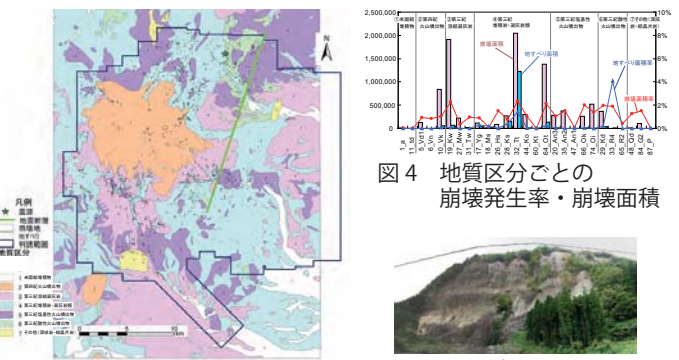


図3 地質区分結果

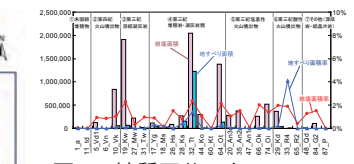


図4 地質区分ごとの崩壊発生率・崩壊面積



写真1 キャップロック状崩壊の例

本地震で特徴的であった崩壊タイプの区分のイメージを図5に示す。a)の土砂タイプ(堆積岩系)では崩土は流動化して長距離を流下したものが多く、b)の岩盤タイプでは崖状に斜面下に堆積したものが多く、c)はこの2つの複合タイプである。

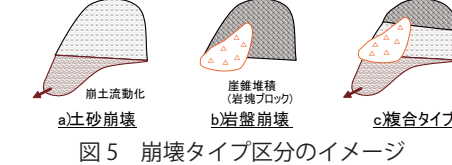


図5 崩壊タイプ区分のイメージ

3. 地形と崩壊の関係

数値地形データ(DEM)を用い、地形量の算出を行った。使用したDEMは、国土地理院「数値地図50mメッシュ(標高)」をTIN法による補間により10mメッシュに調整したものである。算出した地形量は、①勾配、②平均曲率、③斜面縦断方向曲率、④斜面横断方向曲率、⑤地上開度、⑥地下開度である。各地計量の算出結果図およびヒストグラムを図6に示す。この結果より、次のようなことが読み取れる。

- ・勾配が急なほど崩壊発生率が高くなる傾向が明瞭に認められ、40°以上で特に高くなっている。地すべりについては25～30°にピークがあり、急勾配部では少なくなっている。
- ・傾斜方位では、崩壊が北西～東、地すべりが西～北斜面でやや発生率が高いが、明瞭ではない。
- ・その他の地形量では、地すべりは崩壊と同様の傾向を示すが、ピーク位置がやや低い(平坦)側にシフトしている。
- ・平均曲率、斜面縦断方向曲率は、凹型斜面(+側)で発生率が高い。
- ・斜面横断方向曲率は、谷型斜面(+側)で発生率が高いが、尾根型斜面(-側)にも発生率が高い部分が見られる。
- ・地上開度は小さいほど、地下開度は大きいほど発生率の高くなる傾向が見られる。特に地上開度のピーク55～60°(地すべりでは70～75°)は、この付近に崩壊の頭部となる侵食前線(遷急線)が位置していることが推察される。

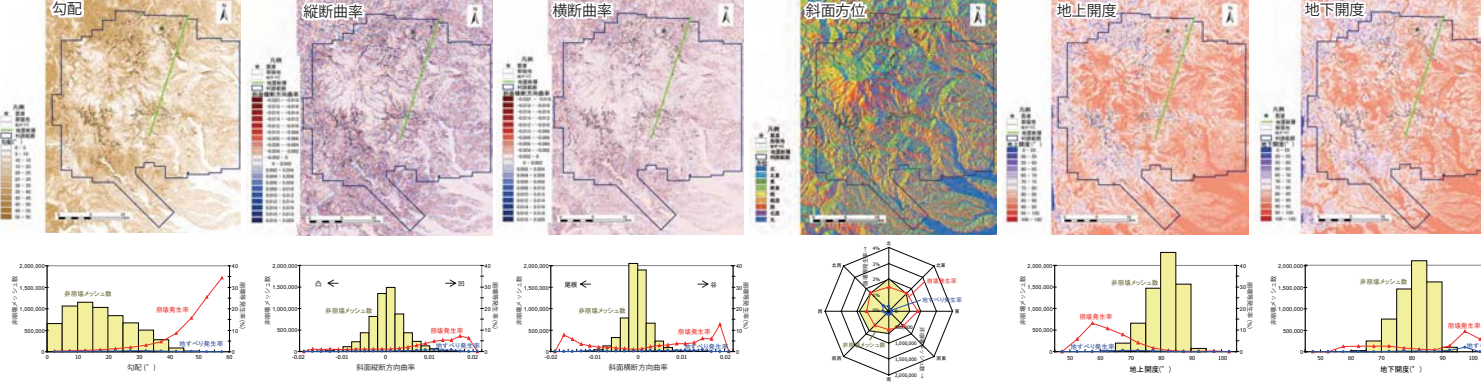


図6 各地形量算出結果図およびヒストグラム

4. 荒砥沢ダムの地すべり

本地すべりは、栗駒山南東方向約10kmの荒砥沢ダムに位置する。発生斜面は地震前から比較的明瞭な地すべり地形を呈し、今回の地震以前にも、上部付近を残して地形全体が滑動したと考えられる。



写真2 (下) 地すべり全体のオルソモザイクおよび測線位置図 (上) 高解像度航空デジタルカメラ(DMC)が捉えた亀裂と、その現地状況

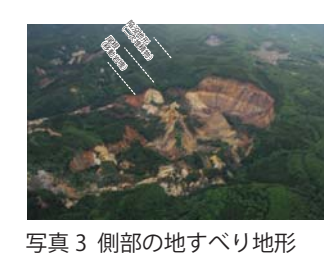


写真3 側部の地すべり地形

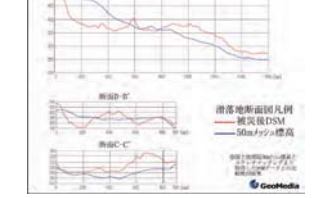


図7 滑動前後のDEMの比較

活動前と滑動後の地形データ(DMCより作成)を比較すると、地すべりの規模は最大長約1400m、最大幅約900m、滑落崖の高さは100mを超える(図7)。平均すべり面深度を約100mと考えると、土塊量は1億m³を超え、これは本邦最大級である。

移動土塊の移動距離は約200m以上に達する。全体的には、巨大なブロック状の土塊が、ブロック化しながらもほぼ原形を保って平板上(流れ盤)を移動したものと考えられる。なお、今回滑動を免れた上部においても滑落崖と並行した亀裂が認められる(写真2上)。

また、西側に隣接した大規模地すべり地形も今回と同様、岩塊が数百m移動し地すべり内部の尾根地形を形成し、引張凹地形部に二次堆積物が堆積したものと考えられる(写真3)。このことから、過去に同様の地すべり変動を伴う地震があったこと、地震後の地すべり地形の安定性が高いことが示唆される。

今回活動した側方崖を観察してみると、凝灰岩の塊状部分とそれを埋めた二次堆積物に分けられる(写真4)。すなわち今回の地すべりについても中央部の移動岩塊と引張られた陥没部があり、それらの分布は滑落崖と調和的である。



写真4 側方崖の様子

5. まとめと今後の課題

以上の検討より、第三紀凝結凝灰岩類分布域及びその周辺や、急勾配の斜面で崩壊等が多く発生していることなどが統計的に確認された。ただし、地質については、現地で直感的に確認される崩壊多発地域と今回集計した崩壊発生率分布とに差異が生じている箇所や、地質により崩壊面積に違いがみられる箇所もあった。これらは、表層地質分布だけでなく、2で提示したように、縦断的な地質構造に起因する崩壊タイプを加味した上で検討を進めていくことが望まれる。また、本研究では、地質と地形の各要素と崩壊との関係について検討したが、地質と地形を総合した形での集計については検討できていない。以上の課題を受け、地震により崩壊等が発生しやすい箇所を把握し、今後の地震防災に役立てていけるよう研究を進めていきたい。