

地震時地盤災害発生可能性の迅速な推計に向けた研究（第2年次）

実施期間

令和元年度～令和7年度

地理地殻活動研究センター

地理情報解析研究室 岩橋 純子 中埜 貴元

遠藤 涼

1. はじめに

本研究は、地震をトリガーとする地盤災害（斜面崩壊、深層崩壊、地すべり、液状化）について、先行研究を踏まえて素因・誘因を精査し、その発生可能性の推計に必要な要素とそれを用いた全国的な推計手法及びその実現性を検討するものである。また、検討した推計手法が現実的であると判断された場合、推計に必要な要素と推計手法を全国展開し、地震後に迅速に地盤災害の発生可能性を推計する仕組み（地震時地盤災害推計システム（SGDAS）の改良版）を構築することを目標とする。

SGDASは、2010年度～2012年度の特別研究で開発された、地震発生後概ね15分以内に、斜面災害と液状化の発生可能性を震度と地形等の地理的特性から自動的に推計するシステム（神谷，2013；神谷ほか，2014）である。SGDASは、2013年から国土地理院内で試験運用を行い、2019年6月から正式運用を開始している。SGDASの推計結果と実際の地盤災害発生地点の検証については、神谷(2013)で運用開始前の地震、中埜・大野(2018)で平成28年(2016年)熊本地震の精査が行われている。その結果、平成16年(2004年)新潟県中越地震、2005年福岡県西方沖の地震を始めとする運用開始前の地震(SGDASの推計アルゴリズムに織り込み済)については、実際の災害状況を概ね大きな問題なく予測・推計できているが、一部で過少・過大評価が見られることがわかっている。今後、2021年度～2025年度に実施する特別研究「SGDASの推計精度向上に関する研究」において改善していく予定であるが、本研究では、過去の推計結果の検証を改めて行うと共に、ソースプログラムや文献の調査を行い、改善方法を検討した。

2. 研究内容

神谷(2013)で問題が指摘されていた平成19年(2007年)新潟県中越沖地震、平成20年(2008年)岩手・宮城内陸地震の精査に加えて、その他のSGDASの推計結果について改めて確認することとし、SGDASの推計結果(斜面災害・液状化)と実際の災害発生地点をGIS上で重畳し、定性的な調査を行った。定性的な調査は複数人で行って取りまとめ、なるべく主観を排した形とした。

3. 得られた成果

3.1 狭長な急傾斜地帯、水部との接触部での斜面災害の過小評価の確認

神谷(2013)が述べたように、平成19年(2007年)新潟県中越沖地震では、米山の山麓等、海岸沿いの絶壁の崩壊については斜面災害の危険度の推計が低くなっている。同様に切り立った切通法面等で斜面災害危険度が出ない状況は、直近の2021年2月13日福島県沖の地震でも観察されているが、基本的には推計に用いた地形データ(DEM10B)の解像度の問題と考えられる。SGDASは揺れの範囲に応じて250mメッシュ以上のグリッドサイズで集計されており(神谷ほか，2012)、元々、小崖と重ね合わせる解像度は持っておらず、これらは対象外である。

また、地すべりについて、海岸沿いの地域で過小評価となっている例が散見された。これについて

は、調査の結果、推計に用いる既存地すべりの面積率の計算の際に、水部を NoData としていなかった事が影響している可能性があり、検討が必要である。

3.2 震源（活断層型地震）から遠い地域での過大評価の確認

平成 19 年（2007 年）新潟県中越沖地震において、SGDAS の推計結果は、東頸城の斜面災害、高田平野の液状化が過大評価となったが、東頸城は震央からの距離が 30～40km あり、高田平野は 40km 以上ある。ハスバートルほか（2011）は、活断層型地震で発生する地すべりについて、震央からの距離による発生限界を指摘している。同様に震央からの距離と災害発生についてまとめた文献（栗原ほか、2008；阿部・林、2011）の知見を合わせると、少なくとも活断層型地震の斜面災害については、震央からの距離 40km 程度で区切れる可能性がある。しかし、地震発生時にどうやって活断層型地震の判別を行うかなど、実装の際に解決すべき問題は多い。

なお、液状化に関しては、活断層型地震としては規模が大きかった平成 28 年（2016 年）熊本地震について、若松ほか（2017a）は、最大震央距離は 42.6km だったと報告しており、斜面災害の発生限界距離と似ている。一方、海溝型地震では、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震での液状化は震央から約 440km の距離の地点まで報告されている（若松ほか、2017b）。

3.3 地形分類データの活用可能性の確認

令和 2 年度に科研費の成果として公開した 30m メッシュ地形分類データ（Iwahashi et al., 2021）では、地形的な特徴をキーとして、過去の斜面崩壊の分布も加味しながら山地の分類を行っている。この地形分類データと、SGDAS の推計結果の GIS データ、崩壊のインベントリが利用可能な地震について行った比較から、地震時の崩壊では、最も急峻な基盤岩山地（図-1(b)の凡例 1, 2）より、丘陵性山地（図-1(b)の凡例 3, 4）または高地の長大斜面の縁辺部（図-1(b)の凡例 6, 7）で多く起きる傾向がよく見られた（図-1）。従って山地の地形分類データは、過大評価を減少する方向で活用できる可能性がある。

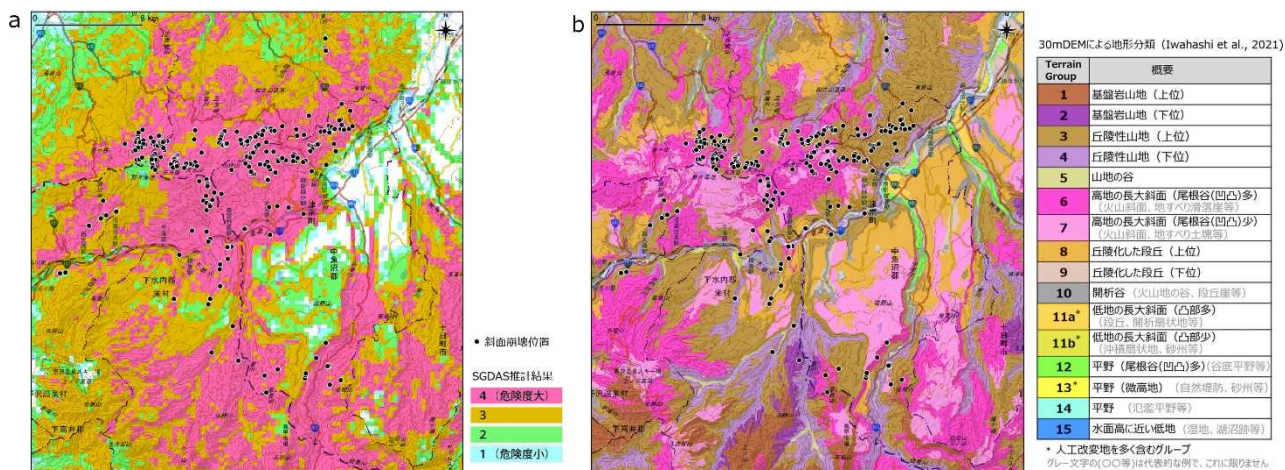


図-1 2011 年長野県北部の地震における SGDAS の斜面災害推計結果 (a) と地形分類 (b)。図中の黒点は実際に斜面崩壊が発生した地点。

3.4 テフラ・土層厚の検討の必要性の確認

前項で、山地の地形分類データが過大評価を減少させる方向で活用できると述べたが、火山地域の表層崩壊については、テフラの堆積状態が大きく影響する。例えば平成 28 年（2016 年）熊本地震では、基盤岩山地上に堆積したテフラの層すべりが多数報告されている事が確認できた。従って、テフ

ラが分布する山地については、地形分類と別個に脆弱性を評価する必要があると考えられる。

また、地震による多変量の崩壊予測では、土層厚のデータが過大評価を防ぐという報告があり (Jessee et al., 2020), テフラと合わせて土層厚のデータ収集と検討を行うべきと考えられる。

3.5 地質データの再検討の必要性の確認

平成 19 年 (2007 年) 能登半島地震では、斜面崩壊が断層の上盤側と海岸沿いの崖の限定された領域で起きたが、SGDAS の推計は過大評価の領域が多い。能登半島は似通った形の丘陵性山地が広がっており、地形分類データで改善することも難しい。精査した結果、脆弱地質の再検討によって改善できる可能性がある事がわかった。具体的には、この地域は第三紀層であり、新第三紀以降の堆積岩類の分布域は一律に危険度が上げられているが、実際は非海成層の領域では崩壊が比較的少なかった。このような現象が普遍的であるかは考慮を要するが、現在脆弱地質として危険度の加算が行われている地質について、再検討の必要があると考えられる。なお、SGDAS では地質データとして産総研地質調査総合センターによるシームレス地質図 (旧版) が用いられているが、近年バージョン 2 が公開されており、合わせて精査が必要である。

4. 結論

2021 年度～2025 年度の特別研究「SGDAS の推計精度向上に関する研究」に、今回得られた知見の取り込みを検討していく。

参考文献

- 阿部真郎, 林一成 (2011): 近年の大規模地震に伴う地震地すべりの運動形態と地形・地質的発生の場合。日本地すべり学会誌, 48 (1), 52-61.
- ハスバートル, 石井靖雄, 丸山清輝, 寺田秀樹, 鈴木聡樹, 中村明 (2011): 最近の逆断層地震により発生した地すべりの分布と規模の特徴, 日本地すべり学会誌, 48 (1), 23-38.
- Iwahashi, J., Yamazaki, D., Nakano, T., Endo, R. (2021): Classification of topography for ground vulnerability assessment of alluvial plains and mountains of Japan using 30 m DEM. *Progress in Earth and Planetary Science*, 8(3). DOI: 10.1186/s40645-020-00398-0
- Jessee, M.A.N., Seal, D., Hamburger, M.W., Sherrill, E.M., Wald, D. J., Allstadt, K. (2020): A high-resolution globally applicable model for near-real-time estimation of earthquake-induced landslides, AGU Fall Meeting 2020, <https://agu.confex.com/agu/fm20/webprogram/Paper708042.html> (accessed 8 Mar. 2021)
- 神谷泉, 乙井康成, 中埜貴元, 小荒井衛 (2012): 地震による斜面崩壊危険度評価判別式「六甲式」の改良と実時間運用。写真測量とリモートセンシング, 51 (6), 381-386.
- 神谷泉 (2013): 地震時の地盤災害のリアルタイムの予想, 第 42 回国土地理院報告会講演要旨・発表資料, <http://www.gsi.go.jp/common/000081580.pdf>, <http://www.gsi.go.jp/common/000081660.pdf>. (accessed 8 Mar. 2021).
- 神谷泉, 小荒井衛, 乙井康成, 中埜貴元 (2014): 地震時地盤被害予想システムの構築, 国土地理院時報, 126 集, 61-66.
- 栗原淳一, 竹澤永純, 阪上最一, 定村友史 (2008): 地震時の大規模な土砂崩壊の土量と最大加速度との関係に関する考察, 砂防学会誌, 60 (5), 54-59.
- 中埜貴元, 大野裕幸 (2018): 地震時地盤災害推計システム (SGDAS) の妥当性の検証, 国土地理院時報, 130 集, 51-68.
- 若松加寿江, 先名重樹, 小澤京子 (2017a): 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震による液状化発生の特性,

日本地震工学会論文集，17(4)，81-100.

若松加寿江，先名重樹，小澤京子（2017b）：2011年東北地方太平洋沖地震による液状化発生の特性，
日本地震工学会論文集，17(1)，43-62.