

降雨に対する斜面の脆弱性評価に関する研究（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

遠藤 涼

岩橋 純子

中埜 貴元

1. はじめに

本研究は、過去に発生した降雨による斜面災害を対象として、斜面災害箇所の降雨量・地形・地質・植生等の関係性について整理すると共に、地形解析に関する新技術を取り入れ、危険性評価に必要なパラメータや基礎データ及びそれらの整備手法を検討し、降雨による斜面災害の危険性の評価方法等を確立することを目的に実施するものである。

2. 研究内容

令和2年度は、現在国土地理院で運用している地震時地盤災害推計システム（以下「SGDAS」という。）による斜面災害推計と先行降雨の関係について評価した。

地震時の斜面災害には、先行降雨の影響があることが指摘されている。小松原（2016）は、地震前の先行降雨量と最大規模の地すべりの移動土砂量の対数の間に線形関係がある可能性を指摘している。また、堤ほか（2012）や千木良（2012）、土志田・内山（2012）は、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震において地震の規模や地震動の加速度の大きさの割に斜面崩壊が少なく、また規模が小さかった理由の一つとして、先行降雨が少なかったことを挙げている。また、小松原ほか（2015）も、2014年長野県北部の地震において、地すべりが少ないことに着目し、その理由の一つに地震前に降水が少なかったことを挙げている。一方、1968年十勝沖地震においては、地震前の3日間に最大200mm以上の降水量を観測しており、これが斜面崩壊多発の要因の一つとなったとされる（たとえば、堀田ほか、1968）。千木良（2007）は、平成16年（2004年）新潟県中越地震における崩壊が、平成19年（2007年）能登半島地震、平成19年（2007年）新潟県中越沖地震よりも多かったのは、先行降雨が多かったためとしている。秦ほか（2018）は、地震発生前3日雨量を計算し、一定程度の降水量で最も崩壊面積率が高くなり、それより大きいと崩壊面積率が低くなる傾向があるとした。

このように、降水の多寡が斜面災害へ与える影響が複数の研究で指摘されている。地震時の斜面災害は、降雨だけでなく、震度や加速度、地形・地質的な条件にも影響を受けるため、SGDASでは、震度や加速度、地形・地質条件を考慮に入れて斜面崩壊と地すべりについてそれぞれ発生可能性を推計し、それらを合算したものを斜面災害の推計結果としている。斜面災害の推計は、実際に比べて過大傾向である一方で、適切に推計がなされたと評価される地震もある（中埜ほか、2020）。そこで、過大傾向であった地震と適切に推計がなされた地震において、斜面災害への先行降雨の影響を比較検討した。

対象とした地震は、中埜ほか（2020）において、SGDASの斜面災害の推計が「過大評価」と判定された5地震、斜面災害発生報告が「有」かつ推計が「概ね適当」「適当」と評価された2地震に、2021年2月に発生した福島県沖の地震（最大震度6強）を加えたものである（表-1）。なお、2018年島根県西部の地震については、確定した最大震度が5強であり、今回は対象外とした。福島県沖の地震においては、土砂災害は宮城県と福島県で合わせて6件（国土交通省、2021）であったが、広域にわたっ

て斜面災害の発生可能性が高いと推計しており，斜面災害については「過大評価」と評価した．なお，「過大評価」と評価された計 6 地震について，斜面崩壊と地すべりの推計結果をそれぞれ確認したところ，いずれも斜面崩壊の推計結果の影響が大きかった．

SGDAS で斜面崩壊が発生する可能性が高いと推計された領域内またはその近傍の，気象庁の観測所で観測された降雨量を用いて， n 日間降雨量 ($n = 7, 15, 30, 60$) を計算した． n 日間降雨量の計算の起算日は地震が発生した前日とした．ただし，震度 6 弱以上の地震が短期間に複数回発生している平成 28 年（2016 年）熊本地震では，前震が発生した 2016 年 4 月 14 日の前日を計算の起算日とした．

表-1 本稿で対象とした地震における SGDAS の斜面災害の推計結果の評価および先行降雨の計算に用いた気象庁の観測点

	最大震度	斜面災害発生報告	SGDASの 斜面災害推計の評価	観測所・アメダス
2014年11月 長野県北部	6弱	有	過大評価	小谷、白馬、鬼無里
2016年4月 熊本地震	7	有	適当	益城、阿蘇山※、阿蘇乙姫 南阿蘇、甲佐、山都、湯布院
2016年6月 内浦湾（北海道）	6弱	無	過大評価	川汲
2016年10月 鳥取県中部	6弱	僅少	過大評価	鹿野、恩原
2018年9月 北海道胆振東部地震	7	有	概ね適当	厚真、穂別、鷓川
2019年2月 北海道胆振中東部	6弱	無	過大評価	厚真、穂別、鷓川
2019年6月 山形県沖	6強	僅少	過大評価	鼠ヶ関、荒沢
2021年2月 福島県沖	6強	僅少	過大評価	蔵王、茂庭、筆甫、長沼

※降雨量に欠損あり

3. 得られた成果

SGDAS の推計結果が「適当」「概ね適当」と評価された地震と「過大評価」と評価された地震のそれぞれについて，観測所等における先行降雨量をグラフにプロットすると，図-1 のようになった．7，15，30 日間降雨量において，「適当」「概ね適当」と評価された地震のほうが，「過大評価」と評価された地震よりも先行降雨が相対的に多い傾向が見られた．特に 15 日間降雨量においてその傾向が顕著に見え，「概ね適当」「適当」と評価された 2 地震の 15 日間降雨量は概ね 70mm 以上であった．一方で，60 日間降雨量では，「過大評価」と評価された地震の先行降雨のバラツキが非常に大きく，先行降雨と SGDAS の推計結果の評価の間の顕著な関係は見出せなかった．

上記より，SGDAS は少なくとも 7～30 日前までの先行降雨の影響を受ける，すなわち 7～30 日間降雨量が相対的に多かった場合に斜面災害を適切に推計でき，相対的に少なかったときには斜面災害を過大に推計する可能性があるといえる．なお，本稿では観測所やアメダスといった降雨量の点データを用いた．観測点が近くであっても降雨量が大きく異なる場合があることから，実際に斜面災害が発生した箇所の降雨量と観測点における降雨量との間にも乖離がある可能性がある．降雨量の影響をより高精度に解明するため，次年度以降は，面的な降雨量データを用いて，さらに震度，地形・地質データ，斜面災害発生の有無も考慮することで，先行降雨が地震時の斜面災害に与える影響を詳細に検討する必要がある．

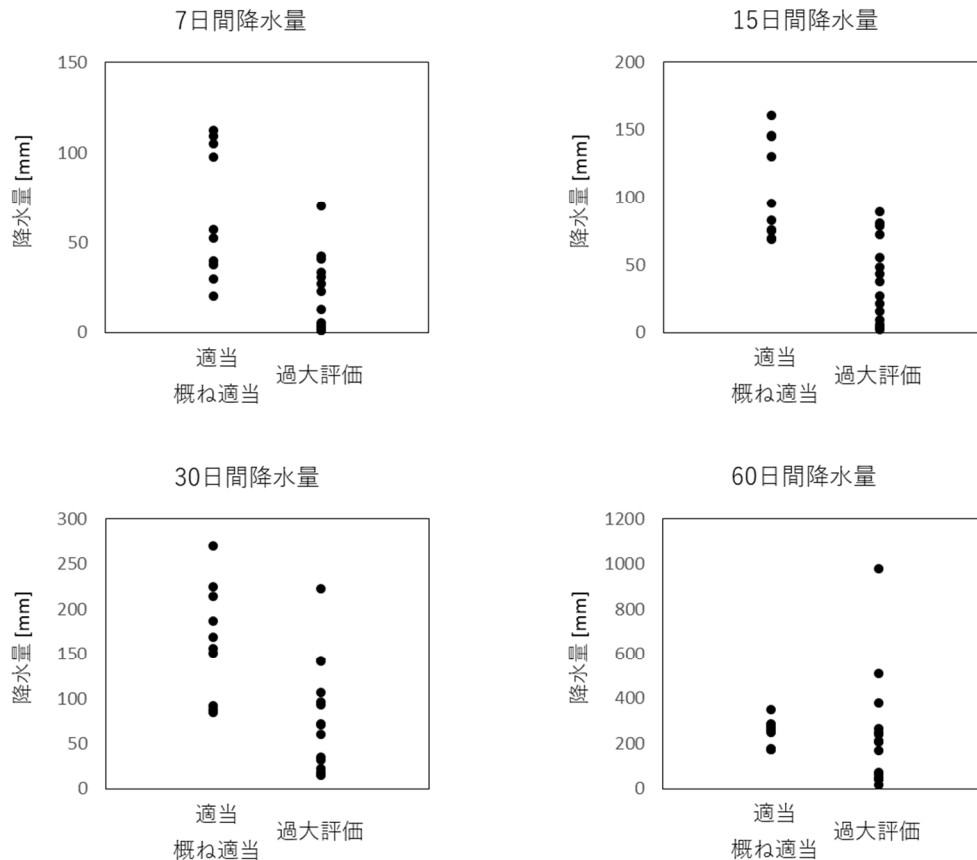


図-1 n 日間降雨量におけるSGDASの推計結果(「適当」「概ね適当」と「過大評価」)ごとの先行降雨量の比較

4. 結論

SGDASの斜面災害の推計と先行降雨量の影響について簡易的に調査した。その結果、最大震度6弱以上の地震の場合、特に15日間降雨量がSGDASの斜面崩壊の推計に影響する可能性が示唆された。今後、先行降雨の詳細な条件についてさらに調査し、推計方法の改良を実施する予定である。

参考文献

千木良雅弘 (2007) : 崩壊の場所—大規模崩壊発生場所予測, 近未来社, 256p.

千木良雅弘 (2012) : 山地災害を克服して山国日本の持続的発展へ, 学術の動向, 17 (8), 46-52.

土志田正二, 内山庄一郎 (2012) : 2011年東北地方太平洋沖地震による土砂災害の分布と特徴について, 防災科学技術研究所主要災害調査, 48, 111-120.

秦雅之, 平尾暢美, 池田寛, 一松晃弘, 桜井亘, 内田太郎, 高原晃宙, 萬徳昌昭 (2018) : 先行降雨が地震時斜面崩壊の発生場に及ぼす影響の検討, 平成30年度砂防学会研究発表会概要集, 499-500.

堀田報誠, 三浦修, 田村俊和 (1968) : 十勝沖地震による青森県南東部の斜面崩壊, 東北地理, 20 (4), 195-201.

国土交通省 (2021) : 福島県沖を震源とする地震について (第14報), <https://www.mlit.go.jp/common/001388680.pdf> (accessed 8 Mar. 2021).

小松原琢, 八木浩司, 宮地良典, 水野清秀 (2015) : 2014年11月22日長野県北部の地震 (M=6.7) による小谷村中谷地区および白馬村堀之内地区の地すべりと側方流動, 日本地すべり学会誌, 52 (1), 36-39.

- 小松原琢（2016）：日本の内陸断層活動に伴う地震地すべりの規模と先行降雨・融雪の関係，日本地すべり学会誌，53（3），80-84.
- 中埜貴元，大野裕幸，岩橋純子（2020）：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1年次），令和元年度調査研究年報，174-177.
- 堤大三，藤田正治，宮田秀介，里深好文，堀田紀文（2012）：東北太平洋沖地震による斜面崩壊発生に対する土壌水分状態の影響，京都大学防災研究所年報，55B，391-398.