

短周期地震波を用いて定常地震観測網はどこまで小さい斜面崩壊を検知できるか？

To what extent can stationary seismic observation network detect small landslides using short-period seismic waves?

*土井 一生¹、前田 拓人²、加藤 愛太郎³、武田 哲也⁴、村尾 英彦⁵

*Issei DOI¹, Takuto MAEDA², Aitaro KATO³, Tetsuya TAKEDA⁴, Hidehiko MURAO⁵

1. 京都大学防災研究所、2. 弘前大学理工学研究科、3. 東京大学地震研究所、4. 防災科学技術研究所、5. (株)村尾地研

1. Disaster Prevention Research Institute, Kyoto University, 2. Graduate School of Science and Technology, Hirosaki University, 3. Earthquake Research Institute, The University of Tokyo, 4. National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience, 5. Murao Chiken

1. はじめに

斜面崩壊の発生をいち早く知ることは、被災者の迅速な把握や交通の安全な運行の確保など斜面災害の防災、減災にとって大変重要である。近年、斜面崩壊が励起する震動を定常地震観測網の地震計が記録する事例が報告されている。Suwa et al. (2010) は奈良県王塔村における大規模な岩盤地すべりによる震動を周辺の複数の地震計が捉えたことを報告した。さらに、定常高感度地震観測網の地震波形記録を用いてそれらの発生場所が数 km の精度で推定できることが例証されてきた (e.g. Yamada et al., 2012; Doi and Maeda, 2020)。これらのことから、地震観測によって斜面崩壊がリアルタイムに検知されることが期待されるが、どの程度の大きさの斜面崩壊がどのくらい離れて検知可能か、どのようなタイプの斜面崩壊であれば検知されやすいかなど、解明されていないことが多々残されている。これらの解決にはさらなる事例の蓄積が必要である。そこで本研究では、これまで発生したさまざまなスケールの斜面崩壊に対して、周辺の定常地震観測網の観測点の網羅的な調査をおこなった。斜面崩壊による地震動が検知されていないかを調べ、検知されていた場合には、震源決定によって崩壊源の推定が可能かを明らかにした。

2. 方法

斜面の崩壊範囲の大きさが数十メートル四方以上であり、斜面崩壊の発生時刻が文献などによって1時間程度の範囲でわかっている2011年から2021年までの全22事例に対して検討をおこなった。まず、近傍のHi-netと気象庁の地震観測点における地震波形記録やそのランニングスペクトルから、既往研究 (例えば、Dammeier et al., 2011) において観察されている斜面崩壊に由来する地震波形の特徴と照合した。「崩壊発生時刻と合致すること」「卓越周波数が 0.5-10 Hz の中に含まれること」「継続時間が10秒以上であること」のすべての条件を満たした波形について斜面崩壊を検知した可能性があるものとした (一つでも満たさないものは「検知されず」とした)。続いて、同一事例に対して斜面崩壊を記録した可能性がある観測点数と、波群の伝播や振幅の特徴から、斜面崩壊を検知したかどうかについて、下記のような確度に応じて分類した。

- ・ 確度Ⅰ：観測点3点以上で検知され、ASL法 (Kumagai et al., 2010) あるいはレコードセクションにおける震源が斜面崩壊位置と矛盾しない。
- ・ 確度Ⅱ：観測点2点で検知される、または、観測点3点以上で検知されたものの震源決定ができない。
- ・ 確度Ⅲ：観測点1点で検知され、当該波群の特徴に類似する波群が前後の時間帯に存在しない。
- ・ 不明：確度ⅠからⅢ以外。

3. 結果

解析した22事例のうち、確度Ⅰが5事例、確度Ⅱが2事例、確度Ⅲが3事例、その他の12事例は検知されずとなった。確度Ⅰの事例において崩壊体積は 10^4 m^3 (斜面崩壊位置から地震観測点までの最小距離は約 7

km) から 10^6 m^3 であった。また、地震計で検知されなかった12事例における崩壊体積は $2 \times 10^3 \text{ m}^3$ から $4 \times 10^4 \text{ m}^3$ (斜面崩壊位置から地震観測点までの最小距離は約 4 km) であった。斜面崩壊位置から観測点までの距離が極端に小さい場合を除き、体積 10^4 m^3 程度の斜面崩壊から定常地震観測網によって検知されうる一方で、崩壊体積が大きくとも検知されないか確度が落ちる場合が見られた。本研究によって斜面崩壊と地震動の関係の有無が数多くの事例について明らかになった。今後は地震観測記録に基づく斜面崩壊の自動検知を目指し、斜面崩壊の形態や特徴との対応、ノイズレベルの検討などを進めていく。

謝辞) 防災科学技術研究所高感度地震観測網および気象庁の地震波形データを使用させていただきました。記して感謝申し上げます。なお、本研究はJSPS科研費 JP21K18792の助成を受けたものです。