

# 振動スピーカーを用いた弾性波能動アレイ観測による斜面表層モニタリングの試み —降雨前後に観測されたスローネス変化推定—

## Attempt on slope surface monitoring by active seismic array observations using a vibration speaker—Estimation of slowness changes before and after rainfall—

○中山 雅之・川方 裕則・土井 一生

○Masayuki NAKAYAMA, Hironori KAWAKATA, Issei DOI

Water-induced failure of slope surfaces is often triggered by rainfall or snowmelt. Elastic waves are promising tools for monitoring spatio-temporal variations in slope elastic parameters. We performed active seismic array observations using a vibration speaker on a slope during the period including rainfall.

### 1. はじめに

降雨や融雪を誘因とする斜面崩壊の発生を早期に予測するためには、崩壊に至るまでの斜面内部の地下水や変形・変位の時空間変化をモニタリングすることが肝要である。Mainsant et al. (2012) では、常時微動を連続観測することにより、降雨にともなう地下水位の増加や主要な破壊発生に向けて弾性波速度が次第に低下する様子が観測された。しかしながら、常時微動の励起源が時空間変化するような場合には、うまく伝播経路上の変化を捉えられない可能性が指摘されており (Stehly et al., 2006), 長期間のモニタリングには震源の時空間安定性に懸念が残る。

本研究では、弾性波を時空間的に安定して発生させる制御震源を用いて、降雨を含む期間において斜面での弾性波能動アレイ観測を試みた。

### 2. 観測概要

市販の振動スピーカー (以降、加振器) を使用して斜面における弾性波観測を実施した。透過弾性波の測定には、9 台の 1 成分上下動加速度計を使用し、そのうちの 1 台 (Ref) をレファレンスとして加振器近傍に、残りの 8 台を加振器から数 m 離れた場所に埋設した。

入力信号には 30 秒間に 10 Hz から 310 Hz の周波数帯域を推移するスイープ波形を使用し、それを繰り返し加振器に印加し、サンプリング周波数 51.2 kHz で収録した。

### 3. 解析手法

観測されたスイープ波形から基準音成分に対応

するスペクトル (以降、擬似スペクトル) を抽出した。震源特性と計器特性はすべての加速度計で共通であるため、各加速度計の擬似スペクトルを Ref の擬似スペクトルで規格化することで震源特性と計器特性を除去した。さらに、降雨直前の平均値で規格化することで伝播特性の時間変化を計算したのち、位相成分 (以降、位相差スペクトル) を抽出した。

### 4. 降雨前後における弾性波の位相差スペクトルの変化

観測サイトから 1 km ほど離れたところに設置された気象観測点の記録と位相差スペクトルの記録を比較したところ、降雨の前後で位相差スペクトルが顕著に変化する様子が観測された。本発表では、それらの結果について紹介する。

### 謝辞

本研究は、JSPS 科研費 JP15H02996 と 26750315 の助成を受けました。気象庁が提供する気象データを参照しました。ここに感謝の意を表します。

### 参考文献

- Mainsant G, Larose E, Brönnimann C, Jongmans D, Michoud C, Jaboyedoff M (2012) Ambient seismic noise monitoring of a clay landslide: Toward failure prediction. *J. Geophys. Res.* 117: F01030.
- Stehly L, Campillo M, Shapiro N M (2006) A study of the seismic noise from its long-range correlation properties. *Journal of Geophysical Research*, 111(B10):1–12.