

2011 年台風 12 号による深層崩壊の発生場および発生時刻と降雨履歴との関係  
 Location and timing of deep-seated landslides in Kii Mountains at the 2011 disaster:  
 an approach from rainfall history

○松四雄騎・千木良雅弘・山田真澄・平石成美・松澤真

○Y. MATSUSHI, M. CHIGIRA, M. YAMADA, N. HIRAISHI, M. MATSUZAWA

Prediction of deep-seated landslides by heavy rainfall needs combination of two complementary approaches that focus on geological and geomorphological predisposition of hillslopes, and hydrological triggering of final slope destabilization. In the latter approach, analysis of rainfall that triggers actual landslides will provide clue to model bedrock-groundwater behavior and hence understand the mechanism of landslide initiation. This study reports the case of deep-seated landslides caused by typhoon 12 in 2011, in Kii Mountains, Japan. Timing and motion of several landslides are reconstructed by seismic-wave records. We examined relationships between sequence of preceding rainfall and volume or speed of sliding mass to evaluate threshold conditions leading to landslide.

### 1. はじめに

山地において発生する斜面崩壊のうち、表層の風化土層や崩積土の崩壊ではなく、深部の地質構造に起因した大規模な崩壊を深層崩壊と呼んでいる。深層崩壊は深さ数十メートル、体積  $10^5$ - $10^7$  m<sup>3</sup> に及ぶことも普通であり、その規模の大ききゆえに、場合によっては周辺集落に壊滅的な被害をもたらすとともに、河道閉塞と越流に代表される二次災害の原因ともなる。豪雨を引き金として発生する深層崩壊については、近年の極端気象現象の増加に伴って、その発生頻度も高まることが懸念されている。

### 2. 予知・予測のためのアプローチ

豪雨による深層崩壊の予測においては、素因と誘因の両面からのアプローチが必要である。

深層崩壊が発生した斜面には、地質構造(例えば岩盤内の面的な水理・力学的不連続性)や、地形構造(例えば河川の下刻に伴って斜面の中・下部に形成される遷急線)といった素因がしばしば認められる。素因に着目したアプローチでは、地質・地形構造のシグナルを、現地踏査や地理情報システムでいかに感度・確度良く抽出し、ハザードゾーニングを行ってゆくかが中心的課題である。これは近年の航空レーザー測量の普及や岩盤の重力変形構造に対する認識の高まり、地質・地形構造の発達過程を明らかにするための絶対年代法の確立により、今後の進展が期待されるところである。

深層崩壊の素因を持つ斜面に、誘因としての降雨が供給され、浸透に伴って岩盤内の間隙水圧が高まることで、最終的な不安定化がもたらされる。誘因に着目したアプローチでは、深層崩壊をもたらす降雨の条件、すなわち閾値となる降雨の強度および継続時間をいかに推定するかが目標となる。そのためには、可能な限り一般性のある形で斜面内部の水文プロセスをモデル化し、降雨浸透に伴う間隙水圧の上昇および斜面安全率の推定を行う必要がある。モデルの出力は、水文観測によって得られる水質・水量データおよび実際の深層崩壊の発生状況によって検証され、フィードバックによってモデルの精度の向上を図ることになる。

### 3. 本研究でのチャレンジ

本研究では、上述の枠組みの最初のステップとして、2011 年の台風 12 号によって紀伊山地に発生した深層崩壊を対象に、崩壊をもたらした降雨の特徴を解析する。紀伊半島における地震観測網に記録された地震波データおよび住民証言から、主要な深層崩壊の発生時刻を決定した。次に気象庁解析雨量を用いて、各崩壊の発生までに要した降水量と降雨波形を復元し、崩土の体積や速度との関係を検証した。また、この地域における数十年スケールの降雨の空間的分布および引き金となった降雨の量と波形から、深層崩壊の発生場についても議論し、深層崩壊をもたらす降雨の条件について絞り込みを行った。