

## 深層崩壊に対する警戒避難の発表ならびに解除に資する雨量データ解析

京都大学大学院農学研究科

小杉賢一朗<sup>○</sup>・千野佑輝・中谷加奈・正岡直也

国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所

小竹利明・菅原寛明・田中健貴

### 1. はじめに

紀伊山系では、平成 23 年台風 12 号の豪雨で深層崩壊が多発し、甚大な被害をもたらした。深層崩壊は頻度が少なく規模が大きいため、効率的・効果的なハード対策が難しく、ソフト対策が重要となる。本研究は、紀伊山系付加体特有の基岩内地下水位の変動と雨量との対応関係を明らかにし、紀伊山系の深層崩壊をターゲットとした、精度の高い警戒避難の発表ならびに解除に資する雨量データの解析・活用手法を検討することを目的として実施している。ここでは、警戒避難の解除のタイミングに関して得られた知見を報告する。

### 2. 解析に用いたデータ

平成 23 年に発生した深層崩壊跡地やそれらの周辺の非崩壊斜面ならびに潜在的な危険斜面で集中的な調査が行われている 9 地区（赤谷、長殿、清水（宇井）、北股、那智、坪内（冷水）、栗平、熊野、三越）を対象として、降雨と地下水位のデータを解析した。地下水位観測地点の総数は 140 である。データは全て 1 時間インターバルのものを使用した。観測の開始・終了時期は地点によって異なっており、解析期間の統一はしていない。

### 3. 解析方法

48 時間の無降雨期間を降雨イベントの区切りとし、「総雨量 10 mm 以上かつ地下水位上昇量 0.5 m 以上」の条件により解析降雨イベントを抽出した。時間雨量の時系列を用いて実効雨量を計算した上で、各降雨イベントにおける実効雨量のピーク値ならびにピーク発生時刻を特定し、地下水位のピーク値ならびにピーク発生時刻と比較した。

### 4. 結果と考察

図-1 には、栗平地区の W2 地点で観測された地下水位と半減期 120h 実効雨量を示した。実効雨量は地下水位と類似した波形を示しており、両者のピーク値の間には高い順位相関が認められた (NSEF 値 = 0.803)。ただし、両者のピークは必ずしも同時刻に発生しているわけではない。一般に深い深度に存在する基岩地下水では降雨に遅れて水位上昇を示す傾向があり、このことが降雨ピークに遅れて深層崩壊が発生する一因だと考えられる。

そこで、地下水位ピークと実効雨量ピークのタイムラグ（地下水位ピークが実効雨量ピークからどのくらい遅れて出現するかを意味し、以下ではピークラグと呼ぶ）を計算し、実効雨量ピークとの相関をとったものが図-2 の左パネル、地下水位ピークとの相関をとったものが図-2 の右パネルである。実効雨量ピークや地下水位ピークが大きくなるにつれてピークラグが小さくなる傾向が認められる。すなわち、大規模降雨イベントではピークラグがゼロに近く、実効雨量がピークとなる時刻と比較的近い時間帯において地下水位ピークが出現していることになる。このような地点では、降雨ピークに極端に遅れた深層崩壊の発生は比較的小ない可能性が推察される。なお、ピークラグがマイナスになっている降雨イベントが数例存在しているが、これは地下水位のピークが雨量指標のピークよりも早く発生したことを見出している。

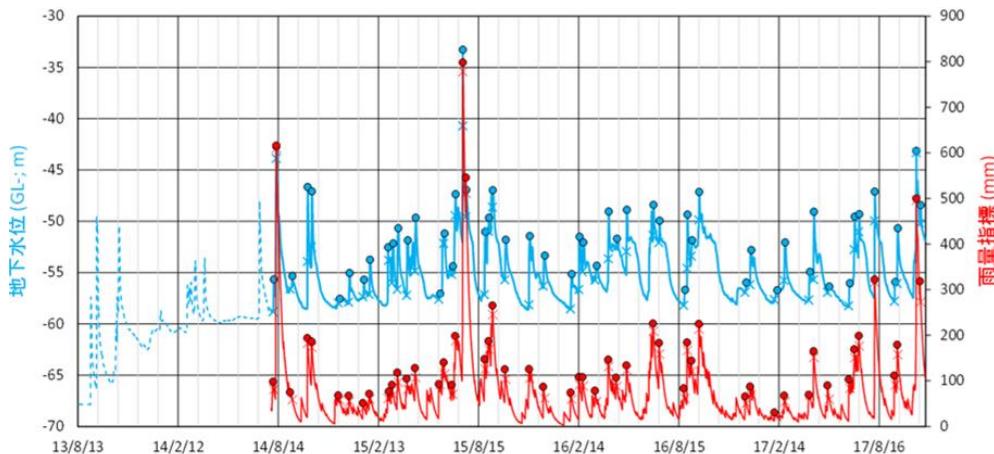


図-1 地下水位と雨量指標（半減期 120h 実効雨量）の時系列

次に図-3は、140地点すべてについて半減期120h実効雨量のピークとピークラグの相関を示したものである。雨量指標ピーク値が大きくなるほど、ピークラグは概してゼロに近づく傾向を示している。この図では、崩壊地の内部と外部の地点を区別しているが、崩壊地の内部にある地点においてピークラグがより大きくなるケースが多くみられる。この傾向は、特に雨量指標ピークが大きな大規模降雨イベント時に強く表れている。崩壊地内部では、圧密されて透水性が低下した崩土が厚く堆積することでピークラグを大きくしている可能性が考えられる。未崩壊斜面における災害を警戒する場合には、崩壊地外部の地点の傾向を分析することが適切だと考えられることから、以下の解析では、崩壊地内部の地点を除外した。

図-4は、崩壊地外部の地点を対象とした「半減期120h実効雨量ピークとピークラグの相関」において、ピークラグの包絡線を引いたものである。例えば95%包絡線は、実効雨量300mmにおいて1.74dayを示しているが、これは「実効雨量のピークが300mm以上になる全てのデータのうち95%は、ピークラグが1.74日以内に納まっている」ことを表している。包絡線のピークラグの値は、当然のことであるが、包絡割合を小さくするほど小さくなっている。また、雨量指標ピークが大きくなるほど小さくなってしまっており、これは、規模が大きな降雨イベントほど地下水位ピークがより早く出現することを示している。

実効雨量の半減期Mを変化させて図-4と同様の解析を行うことで得られた95%包絡線を図-5に示した。この図の縦軸の降雨規模割合は、各雨量指標の大きさで降雨規模を表した際に上位に位置するデータの割合を表している。降雨規模割合を5%に設定した場合のピークラグは、半減期1.5, 24, 72, 120, 240h実効雨量で49, 21, 19, 20, 28hとなった。よって、ここで設定条件の下では、各雨量指標のピーク後にこれらの時間が経過すれば地下水位が低下すると推測できることになり、警戒避難解除のタイミングの推定に活用できる可能性が考えられる。

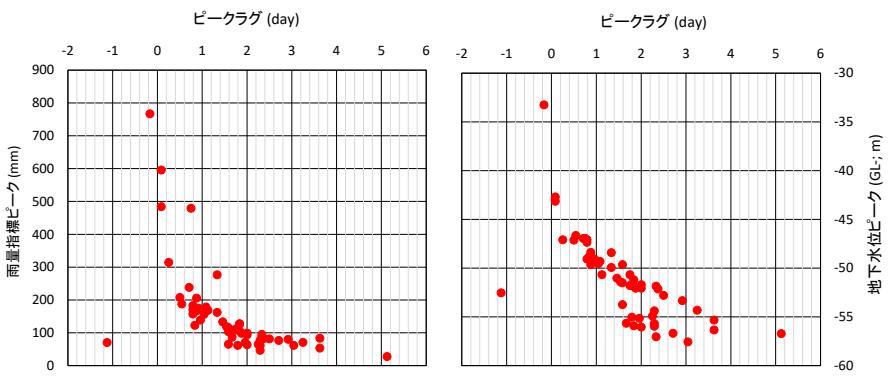


図-2 雨量指標および地下水位のピークとピークラグの関係

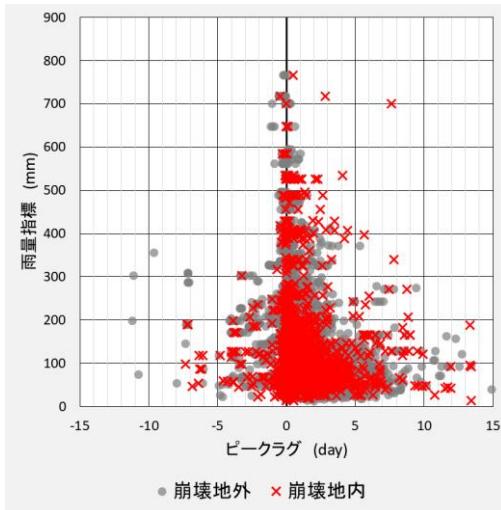


図-3 全観測地点における雨量指標ピークとピークラグの関係

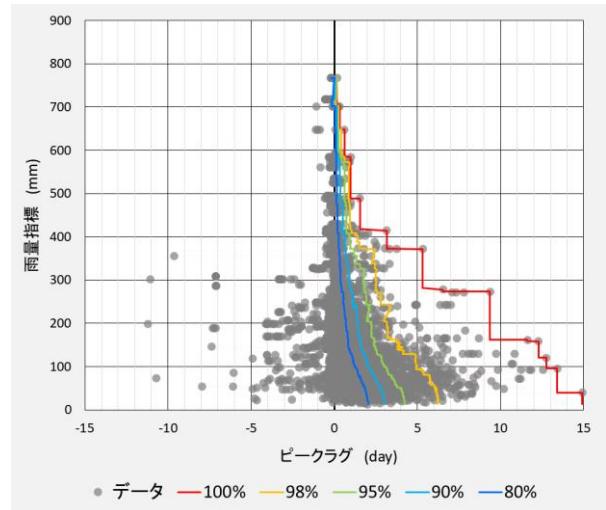


図-4 雨量指標ピークとピークラグの関係における包絡線

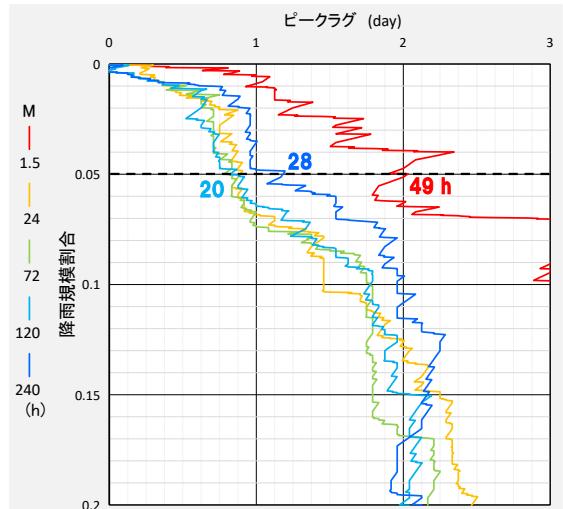


図-5 半減期Mによる95%包絡線の変化