

2011年に深層崩壊が発生した和歌山県田辺市熊野地区における地下水位変動特性に関する考察

国土交通省近畿地方整備局紀伊山系砂防事務所 ○竹下航  
筑波大学生命環境系 内田太郎 山川陽祐

1. はじめに

2011年9月の台風第12号では、紀伊半島の広い範囲で総降水量が1,000mmを超え、深層崩壊が72箇所が発生し、さらには17箇所で河道閉塞が発生し、甚大な被害が発生した。地質や水文からの発生メカニズムの検討においては、近年では、断層破碎帯の性状やその分布と地下水の挙動に着目する研究が行われている。本研究では、2011年に深層崩壊が発生した和歌山県田辺市熊野地区の斜面に隣接した斜面において実施している地下水位観測をもとに、大規模降雨時における地下水位の変動特性について検討した内容について報告する。



図-1 熊野地区位置図

2. 調査の概要

熊野地区は、日置川水系の熊野川上流域にあり、堆積岩類が広く分布している。崩壊斜面の上部に百間谷川が流れ、百間谷川と熊野川は崩壊斜面の約1km下流で合流する。本地区では、深層崩壊発生斜面の東に隣接する斜面において、地下水位および雨量を継続的に観測している(図-2)。

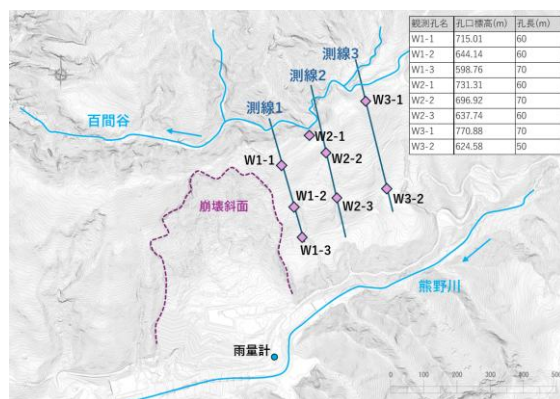


図-2 熊野地区観測機器位置図

本研究では、深層崩壊の発生に寄与すると考えられる大規模降雨時における地下水位の変動傾向を把握するため、毎正時の地下水位観測孔と雨量計の観測データを利用して、一雨降雨期間における地下水位の変動傾向について検討した。検討にあたり、熊野地区区内に設置した雨量計の2015年1月1日～2024年12月31日までの観測データをもとに、前後24時間が無降雨である場合を一雨として定義して整理した。整理した一雨降雨事例のうち、総雨量250mm以上かつ、2011年の紀伊半島大水害の降雨パターンと同様に一連の降雨期間の後半にピークが発生する7つの大規模降雨事例を解析対象とした(表-1)。7つの大規模降雨事例のそれぞれについて、各地下水位観測孔における、降雨ピークから地下水位ピークまでの遅れ時間、降雨開始から地下水位ピークまでの地下水位上昇速度、地下水位ピークから次期降雨開始までの水位下降速度を整理した。

表-1 解析対象とした大規模降雨事例

番号	降雨開始	降雨終了	総雨量 (mm)	ピーク時間雨量	
				日時	雨量(mm)
1	2015/7/15 16:00	2015/7/19 4:00	752.5	2015/7/17 0:00	49.5
2	2019/8/12 9:00	2019/8/17 1:00	703.5	2019/8/15 15:00	37
3	2018/8/22 23:00	2018/8/25 0:00	562.5	2018/8/23 21:00	68.5
4	2017/10/20 13:00	2017/10/23 1:00	360.5	2017/10/22 18:00	30
5	2022/7/3 4:00	2022/7/5 23:00	310.5	2022/7/5 18:00	32.5
6	2018/9/29 6:00	2018/9/30 22:00	268	2018/9/30 18:00	48.5
7	2020/10/7 14:00	2020/10/10 17:00	255.5	2020/10/10 10:00	14

3. 結果と考察

まず、2015年1月1日～2024年12月31日までの地下水位の連続観測データをみると、測線1,2の斜面上部に位置するW1-1,W2-1,W2-2については、地下水位がピークに達した後、地下水位がなかなか下がらず、地下水位の高い状態が維持される傾向が見られた。

次に大規模降雨時における地下水位変動の特徴について、本稿では表-1の番号1,2の2つの事例について整理した結果を図-3に示す。図-3(b)に示す降雨ピークから地下水位ピークまでの遅れ時間については、2つの大規模降雨事例とも、標高の低い観測地点の方が標高の高い観測地点よりも遅れ時間が長く、斜面上部から斜面下部へと地下水位のピークが伝播していることが分かる。次に、図-3(c)に示す降雨開始から地下水位ピークまでの水位上

昇速度について、斜面下部の方が斜面上部よりも水位上昇速度が大きい傾向にある。また、同程度の標高の観測孔同士を測線別に比較すると、いずれの強雨事例においても斜面上部下部ともに、崩壊斜面から最も離れた測線3の観測地点の方が、水位上昇速度が大きい傾向にある。最後に、図-3(d)に示す地下水位ピークから次期降雨開始までの水位下降速度について、斜面下部の方が斜面上部よりも水位下降速度が大きい傾向にある。また、同程度の標高位置の観測孔同士を測線別に比較すると、斜面上部下部ともに、崩壊斜面から最も離れた測線3の観測地点の方が、水位下降速度が大きい傾向にある。

上記の結果をまとめると、降雨ピークから地下水位ピークまでの遅れ時間の調査結果により、標高の低い観測地点の方が標高の高い観測地点よりも遅れ時間が長いことから、斜面上部から斜面下部へと地下水位のピークが伝播していることが分かった。また、斜面上部かつ崩壊斜面に近いW1-1, W2-1, W2-2では、大規模降雨時の地下水位ピーク後の水位低下速度は遅いことから、地下水位が上昇した後も高い地下水位が維持される傾向にあることが示された。これらは、斜面中部～下部の観測孔とは異なる特徴を示していることから、斜面上部からの地下水が斜面下部に浸透する流れを滞留させるような、透水性の低い面的な構造（遮水構造）が斜面上部と斜面中部の間に存在することが示唆される。一方、崩壊斜面から離れた測線3においては、斜面上部下部ともに地下水位の上昇・下降速度がともに同程度の標高の観測孔と比較して大きい傾向にあり、測線1, 2の観測孔と異なる傾向が見られる。

深層崩壊が発生した斜面の内部構造について、同様の地質構造が連続すると仮定すると、深層崩壊発生斜面上部には、透水性の低い面的な構造（遮水構造）の存在により、斜面の上部に地下水位が高い状態が維持されたと考えられる。

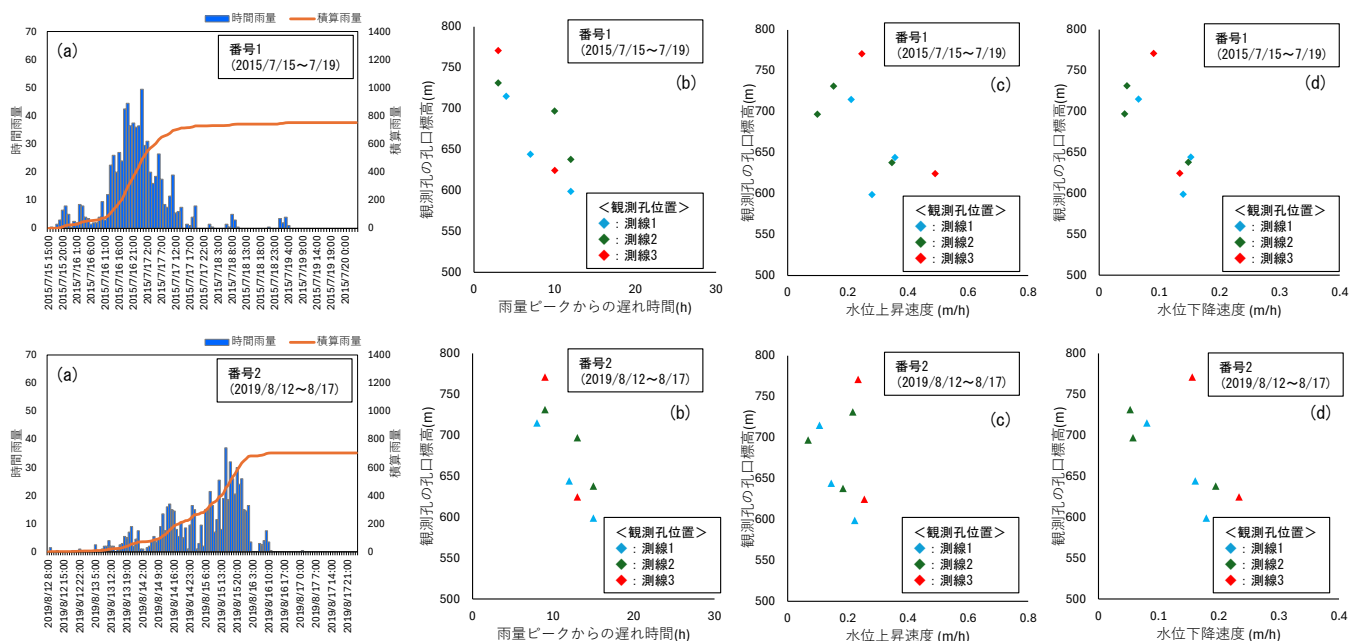


図-3 強雨事例における雨量と地下水位の変動特性（上段:2015/7/15～7/19, 下段:2019/8/12～8/17）

(a):雨量経時変化, (b): 降雨ピークから地下水位ピークまでの遅れ時間, (c): 降雨開始から地下水位ピークまでの水位上昇速度, (d): 地下水位ピークから次期降雨開始までの水位下降速度

### 5. おわりに

本稿では大規模降雨時における地下水位の変動特性について整理した。今後、長期間の地下水位変動との関係を比較するなどして、引き続き崩壊発生メカニズムの解明を進めて参りたい。

参考文献 1) 木下ら(2021): 2011年に深層崩壊が発生した奈良県十津川村栗平地区における比抵抗探査を用いた断層沿いの地下水流入過程の検討, 日本地すべり学会誌, Vol. 58, No.1, pp. 40-47.