

## 風化花崗岩地帯における平面形状の異なる斜面の降雨時の地下水位上昇について

中電技術コンサルタント(株) ○杉原 成満, 荒木 義則, 岩田 直樹  
 高知大学教育研究部 笹原 克夫  
 復建調査設計(株) 中井 真司  
 (株) 荒谷建設コンサルタント 小林 公明  
 (株) 建設技術研究所 柳崎 剛

## 1. はじめに

降雨に伴う斜面崩壊の発生には、斜面内に形成される地下水位が影響を及ぼすことから、発生予測においては降雨時の地下水位上昇過程を把握することが重要である。

降雨時の地下水位は、降雨浸透に伴う斜面上方からの水供給に加え、溪床付近では変動流出寄与域<sup>1)</sup>の拡大も影響して上昇すると考えられるが、それらがどのように影響するかは定かでない。また、斜面上方からの水供給は地形等も影響すると容易に想像できるが、地形形状によって地下水位がどの程度上昇しやすくなるかを報告した事例は少ない。

そこで、本研究では、直線型斜面<sup>2)</sup>と谷型斜面<sup>2)</sup>における現地観測結果より、降雨時における地下水位の上昇について考察を行った。

## 2. 現地観測の概要

観測は広島県廿日市市に位置する自然斜面で実施している。対象斜面は、図-1に示す勾配40°程度の直線型斜面と谷型斜面であり、表層は広島花崗岩起源のまさ土が分布している。地下水位は溪床に近い斜面下部において観測されているが、斜面中腹や上部では観測できていない。斜面下方の溪床部では常時の表流水は見られないが、降雨時には斜面下部からの湧水を起源とした表流水が発生しており、対象斜面の下流に設置されている三角堰において観測されている。これらの地下水および流量に寄与する降雨は、観測地点の約650m下流で観測されている。

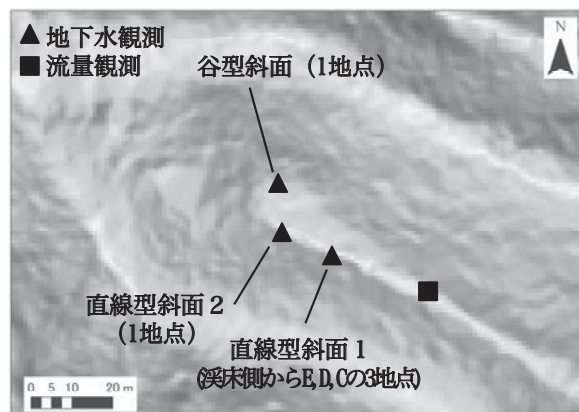
なお、これら観測のうち、直線型斜面1の地下水位(3地点)は筆者らが実施しているが、その他は国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所によって行われている。

## 3. 現地観測結果

## (1) 溪床付近における地下水位の変動

図-2は2013年6月18日～22日の降雨イベントについて直線型斜面1における地下水位の変動を示したものである。ここで、断面E、D、Cは約0.6m間隔で溪床側から山側に向かって配置された観測地点であり、図中の地下水位は溪床を基準(E.L.±0.0m)としている。

図より直線型斜面1の地下水位分布は、溪床側の断面Eが最も高く、山側に向かうに伴い低くなる分布を示しているが、これは他の降雨イベントにおいても同様である<sup>3)</sup>。降雨に伴う地下水位変動を断面毎にみると、溪床に近い断面Eは、降雨の変動と調和的であり、地下水位の上昇開始時刻やピーク時刻は、雨の降り始め、降雨ピークとほぼ一致す



※地形の濃淡は斜面勾配を示す(濃色:急勾配, 淡色:緩勾配)

図-1 観測地点概要図

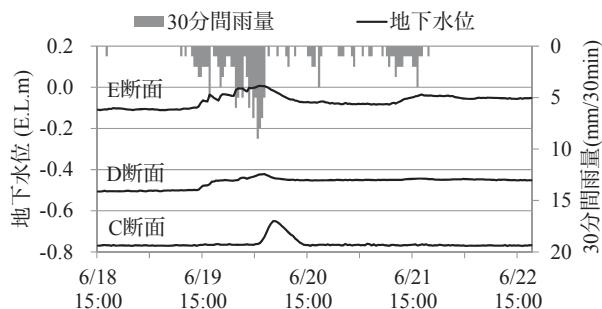


図-2 直線型斜面1における地下水位(2013.6.18~22)

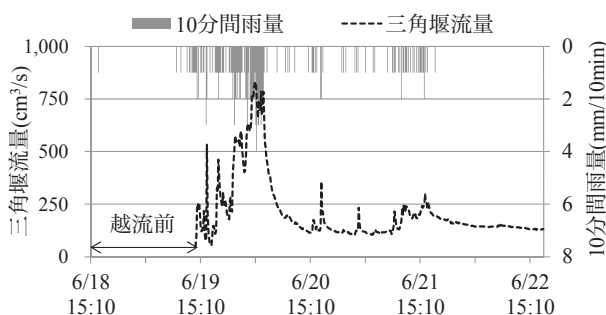
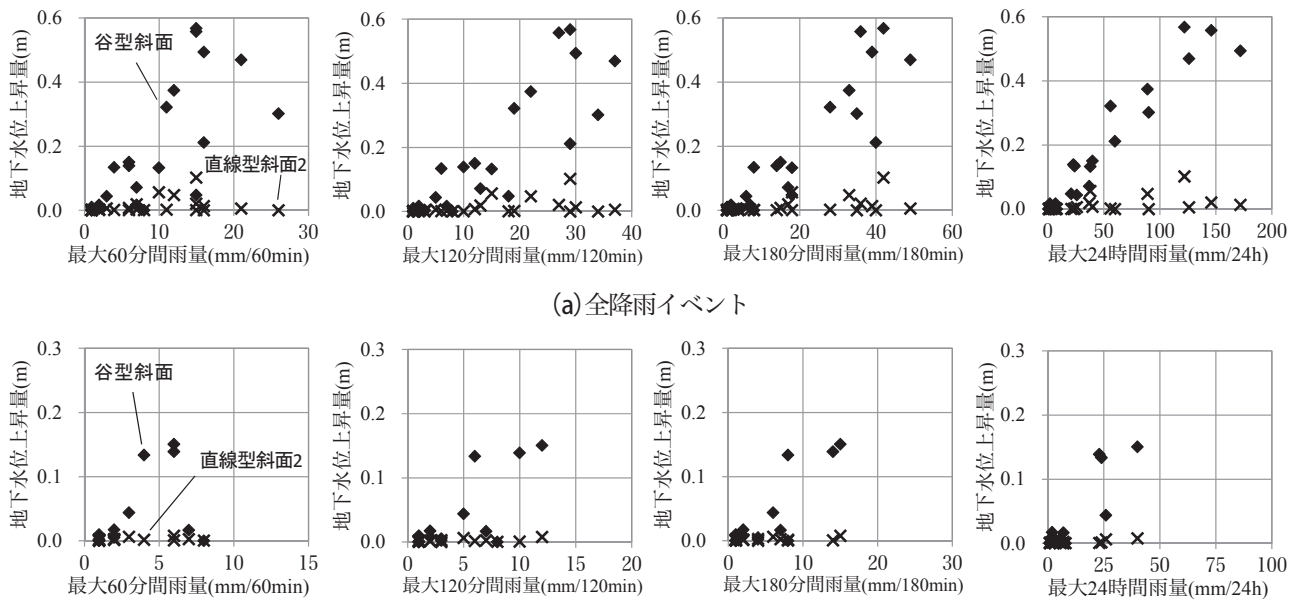


図-3 三角堰における流量(2013.6.18~22)

る。これは断面Dでも概ね同様であるが、地下水位のピークは1時間程度遅れて出現している。また、上昇量も断面Eに比べると少ない。一方、山側に位置する断面Cは常時の地下水位も低く、降雨初期において変動はみられない。地下水位の上昇は降雨ピーク後に生じており、地下水位のピークは降雨ピークから4時間後となっている。

また、図-3は同降雨イベントにおいて下流に位置する三角堰で観測された流量の変動を示したものである。降雨時



(a) 全降雨イベント  
 (b) 変動流出寄与域の拡大による影響が少ない降雨イベント (三角堰における観測流量  $250\text{m}^3/\text{s}$  未満の降雨イベント)  
 図-4 降雨規模と地下水上昇量の関係 (2013～2014)

は変動流出寄与域が拡大し、溪床部における表流水としての流出が三角堰の流量として観測されている。流量のピークは降雨ピークとほぼ同時刻に観測されており、降雨強度の変動に伴う流量の増減もみられる。これを先に示した地下水位の変動と重ねてみると、断面 E の地下水位は流量と変動傾向が概ね一致している。そのため、斜面下部の地下水位は、変動流出寄与域の拡大に伴い生じる溪床部の表流水の影響を受けていると考えられる。

(2) 地形形状と地下水水位上昇の関係

図-4 は直線型斜面 2 と谷型斜面について、2013 年～2014 年の降雨イベント毎に降雨規模と地下水水位上昇量の関係を整理したものである。ここで、地下水水位はいずれも溪床に近い斜面下部における観測結果であり、地下水水位上昇量は降雨中の最大水位と降雨開始時の水位の差分である。

図-4(a) より全降雨イベントを対象とした場合、直線型斜面 2 ではいくつかの降雨イベントにおいて地下水水位の上昇が確認されるが、降雨規模との関係は不明瞭である。一方、谷型斜面では降雨規模が大きいほど地下水水位の上昇量が大きくなる正の相関関係がみられ、その傾向は長期的な降雨指標ほどより明瞭となる。

また、図-4(b) は変動流出寄与域の拡大による影響が少ない降雨イベントを対象に同様の整理を行ったものである (本研究では三角堰の流量  $250\text{m}^3/\text{s}$  をしきい値として抽出)。この場合、直線型斜面 2 ではいずれの降雨イベントにおいても地下水の上昇は確認されない。その一方で、谷型斜面では全降雨イベント時と同様に正の相関関係がみられる。また、最大 24 時間雨量が  $20\text{mm}$  程度に達した場合のみ地下水水位の上昇が確認される等、関係がより明瞭となる。ただし、地下水の上昇量は最大でも  $15\text{cm}$  程度と、変動流出寄与域の拡大による影響を考慮した場合に比べ小さい。

4. まとめ

(1) 変動流出寄与域の拡大による地下水水位の上昇

三角堰の流量にみられるとおり、降雨時は変動流出寄与域が拡大し、溪床部では表流水として流出している。溪床に近い斜面下部の地下水水位は、地形形状に関わらず変動流出寄与域の影響を受けて上昇していると考えられる。なお、変動流出寄与域の影響は溪床から離れるほど小さくなる。

(2) 斜面上方からの水供給による地下水水位の上昇

谷型斜面では、変動流出寄与域の拡大による影響が小さい場合においても地下水水位の上昇が確認されるため、斜面上方からの水供給に起因する地下水水位の上昇が生じ易いと考えられる。そのため、谷型斜面の地下水水位は変動流出寄与域の拡大のみでなく、斜面上方からの水供給も大きく影響して形成されることが考えられる。

一方、直線型斜面は変動流出寄与域の拡大による影響が小さい場合において、地下水水位の上昇が確認されていない。そのため、直線型斜面の地下水水位は斜面上方からの水供給が影響すると考えられるものの、その影響は谷型斜面よりも小さく、地下水水位は上昇し難いと考えられる。

謝辞：本研究の実施にあたり、貴重な資料の提供をいただいた国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所担当の各位に深く御礼申し上げます。

参考文献：1) 日野ら：水文流出解析，森北出版，1985，2) 塚本良測：樹木根系の崩壊抑止硬化に関する研究，東京農工大学農学部演習林報告，23，pp.65-124，1987，3) 岩田ら：平成 26 年 8 月の広島県廿日市市において観測された降雨浸透と斜面の変形，地盤工学ジャーナル Vol.10，No.4，pp.623-634，2015