まさ土よりなる自然斜面における地下水位上昇過程に関する検討

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　片山 弘憲
(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。筆者らはこれまでにまさ土よりなる自然斜面において地下水位観測を継続して実施し，その結果として渓床付近の地下水位は，渓床の表流水の影響を受けること，そして，斜面側に向かうに伴い低くなる分布傾向を示していることを報告した[1), 2)]。

本研究では，降雨規模と地下水位上昇量の関係および降雨時の地下水位変動から地下水位上昇過程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まさ土よりなる自然斜面で実施している。観測斜面は，**図-1** に示す勾配 40° 程度の直線型斜面であり，渓床に近い斜面下部において地下水位等の観測を実施している。地下水位の分布は，渓床側が最も高く斜面側に向かって低くなる分布を示している。観測斜面下方の渓床では，常時の表流水は見られないものの，降雨時には観測斜面下流の三角堰において表流水が観測されている。また，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，当該流量および雨量は国土交通省中国地方整備局太田川河川事務所による観測データである。

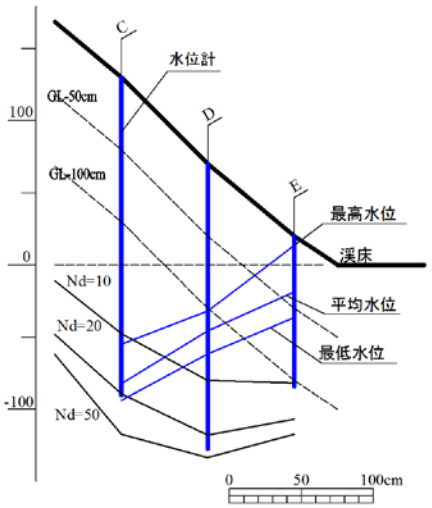


図-1　観測斜面の概要

3．現地観測結果

(1) 降雨規模と地下水位上昇量

図-2 は 2013 年 4 月～2016 年 8 月の降雨イベントについて降雨量と E，D，C 地点の地下水位上昇量の関係を整理したものである。ここで，1 つの降雨イベントとは無降雨期間が 6 時間以上ある場合を独立した降雨と見なしており，地下水位上昇量とは降雨中の最高水位と降雨開始時の水位の差分である。

図より渓床に近い E 地点では多くの降雨イベントにおいて，地下水位の上昇が確認できる。概観的には降雨規模が大きいほど地下水位の上昇量は大きくなる傾向であり，最大 0.3m 程度の上昇が確認できる。D 地点でも降雨規模と水位上昇量に相関関係が見られるが，地下水位の上昇量は最大でも 0.2m に達していない。一方，渓床から離れた C 地点では降雨時に地下水位が上昇しない降雨イベントが多くみられる。C 地点において地下水位が上昇した降雨イベントは、最大 1 時間雨量 20mm/h 程度以上、総雨量 100mm 程度以上となっている。C 地点では，一定量の降雨規模に達した場合において地下水位が上昇するものと考えられる。

以上より，渓床付近の地下水位は，降雨規模が大きいほど上昇しやすい傾向を示すが，その傾向は渓床から離れた地点ほど不明瞭となり，同規模の降雨では，地下水位の上昇量は小さくなることが確認された。

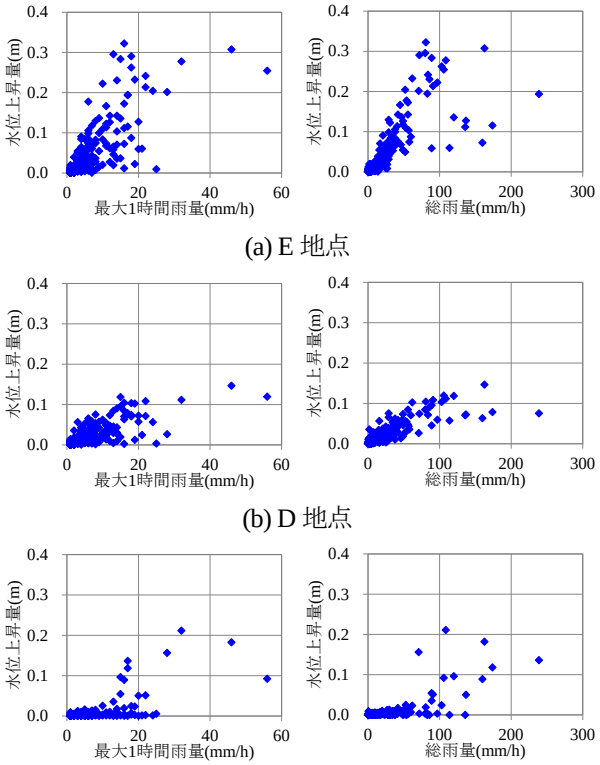


図-2　降雨量と各地点の地下水位上昇量の関係

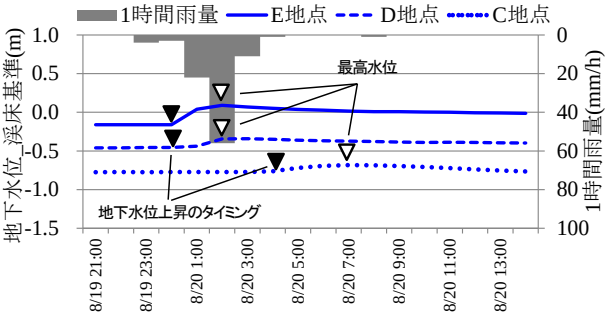
(2) 降雨時における地下水位の変動

図-3 はC地点において地下水位の上昇が確認された降雨のうち，短時間に大量の雨が降った降雨イベントについて，地下水位と流量の変動を整理したものである。なお，地下水位は渓床を基準としている。

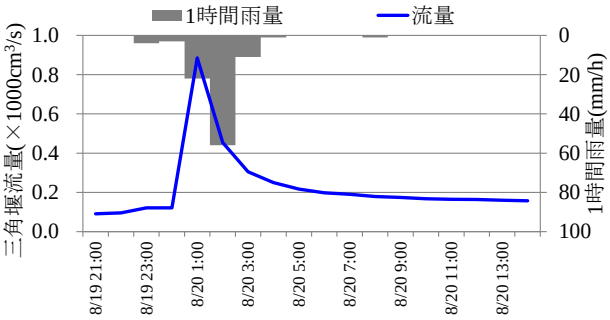
図よりまず，地下水位の経時変化に着目すると，渓床に近いE地点の地下水位は，降雨と調和的な変動を示しており，観測斜面下流で観測されている三角堰の流量とも調和的である。最高水位は降雨ピーク付近で確認され，雨量，流量の逓減に遅れて地下水位は低下している。この傾向は，D地点でも同様に確認されるが，地下水位の上昇量はE地点に比べると小さい。一方，渓床から離れたC地点の地下水位は，降雨ピーク後に上昇を始めており，最高水位は降雨ピークの5時間後と，降雨の変動に対して明瞭な遅れが確認できる。

また，任意時刻における地下水位分布に着目すると，降雨開始時から降雨ピーク時にかけては，E，D地点ともに地下水位が上昇するが，上昇量は渓床付近のE地点の方が大きい。そのため，この間においては地下水位面の傾斜は急になり，水が渓床側から斜面側に流れやすい地下水位面となる。これにより，降雨ピーク時以降に渓床側からの水の供給が増えることから，C地点の地下水位は上昇していると考えられる。C地点が最高水位に達する時刻では，降雨が小康状態となり，渓床の表流水が低下している。そのため，E, D地点では地下水位が低下し，地下水位面の傾斜は緩くなっている。これにより，渓床側からの地下水の供給が低減するため，C地点の地下水位は無降雨6時間が経過した時点で降雨開始時と同程度にまで低減している。

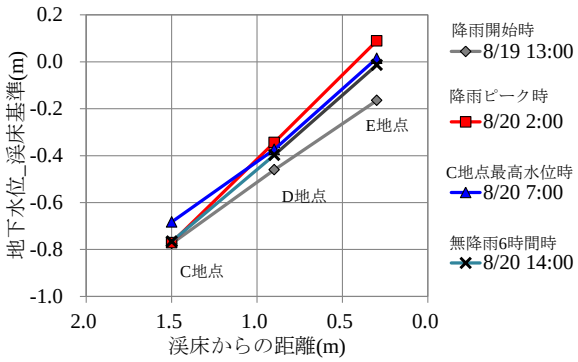
以上の考察より，渓床に近いE，D地点では降雨中に渓床を流れる地表水の影響が大きいため，地下水位が上昇を始めるタイミングは早く，上昇量も大きいことが推察される。



(a) 地下水位の経時変化



(b) 三角堰流量の経時変化



(c) 任意時刻における地下水位分布

図-3 2014.8.19～20における各地点の地下水位と三角堰流量

4．まとめ

1) 渓床付近の地下水位は，概観的には降雨規模が大きいほど上昇しやすい傾向を示す。この傾向は，渓床から離れた地点ほど不明瞭となり，最大1時間雨量や総雨量が同一の降雨において，地下水位上昇量が小さくなる。
2) 渓床に近いE，D地点は，降雨中に渓床を流れる地表水の影響が大きいため，地下水位が上昇を始めるタイミングは早く，上昇量も大きいことが推察される。
3) 降雨ピーク時にかけて渓床の表流水が増加し，渓床側に位置するE，D地点の地下水位が上昇する。この時の地下水位分布は，渓床側から斜面側に水が流れやすい水面形状となるため，C地点では渓床側からの水の供給が増える。C地点の地下水位はこのような過程によって上昇するため，上昇を始めるタイミングは降雨ピークから遅れており，上昇量も小さいことが推察される。

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者の各位に深く御礼申し上げます。

参考文献：1) 岩田直樹，中井真司，片山弘憲，柳崎剛，笹原克夫：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.623-634，2015，2) 杉原成満，笹原克夫，荒木義則，岩田直樹，中井真司，小林公明，柳崎剛：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，平成28年度砂防学会研究発表会概要集，pp.A-60-61，2016.