

京都大学工学部地球工学科

学生員

○磯部 直哉

京都大学大学院工学研究科

正会員

大津 宏康

京都大学大学院工学研究科

正会員

北岡 貴文

1. はじめに

近年、日本において短期的局所的豪雨の発生回数が増加しており、それに起因する斜面災害による被害も増えている。そのため、豪雨時における斜面への降雨流出浸透特性を明らかにすることが求められている。一定降雨時における斜面の流出量、浸透量、表面貯留量の推移を図-1に示す。表面貯留量とは、降雨のうち流出も浸透もせず斜面表層の植生やくぼみに貯留される水量のことである。表面貯留量の物理的な影響としては、斜面表面の浸食がある。斜面法尻が浸食されることで斜面に傾斜が生まれ、斜面崩壊へとつながるため、表面貯留量は軽視できない存在であるといえる。また、一定降雨時において、降雨継続とともに流出量は増加し、浸透量は減少するとされる。しかし、実際の降雨は一定降雨ではなく変動降雨である。本研究では、原位置データを用いて1次元タンクモデルを適用し、斜面表層における水収支を明らかにした。その際、従来の研究においてはタンクモデルにおける流出係数、浸透係数のパラメータは時間によらず一定として求めてきたが、本研究においては時間変数として求め、変動降雨における斜面表層での流出量、浸透量および表面貯留量の推移を明らかにするとともに、各パラメータと降雨特性の関係を求めた。

2. シングルタンクモデルによる解析

短期的局所的豪雨時の斜面における雨水浸透特性の解明を目的として、降雨特性の類似している東南アジアのスクールに着目し、タイにおいて原位置計測（降雨量・表面流出量・体積含水率・間隙水圧）を実施している¹⁾。本研究は、タイ・プーケットの切土斜面を対象として、図-2に示すようなシングルタンクモデルを適用し解析を行った。対象斜面の地質は花崗岩質であり、比較的透水性が高いとされる。

2012年に発生した20降雨についてタンクモデル解析を適用した。図-3、に4月4日、9月18日の降雨におけるパラメータの時間推移を示す。最適パラメータは流出

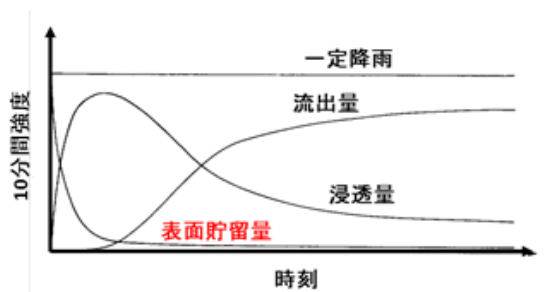


図-1 一定降雨時の流出量、浸透量、表面貯留量

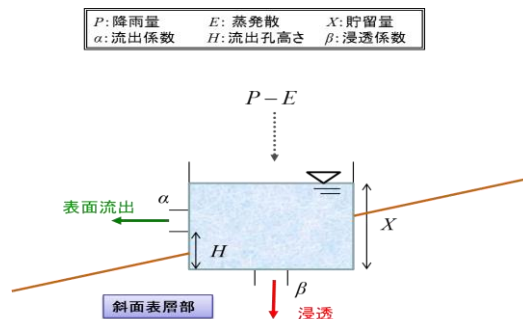


図-2 1次元タンクモデル概要

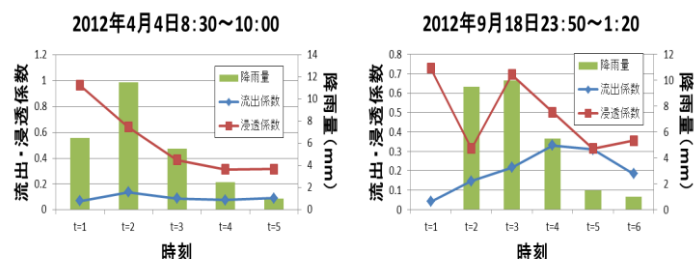


図-3 流出係数・浸透係数の推移

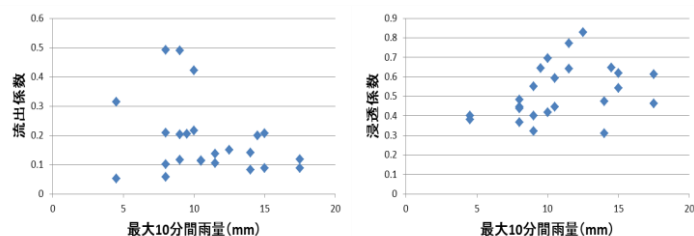


図-4 流出・浸透係数と最大10分間雨量

量の観測値をもとに算定しているため、流出の発生している期間のみの推移を示す。図が示すように、流出係数は増加傾向、浸透係数は減少傾向にある。これは、降雨

継続に伴って雨水が斜面表層付近に貯留し、地盤の浸透能が低下したため、浸透量が減少し、その分流出が卓越したためであると考えられる。2012年の他の降雨についても、ほとんどの降雨において同様の傾向が得られた。タンクモデルにおける流出係数・浸透係数は降雨に対する流出・浸透の比であるため、一定降雨における流出量・浸透量と比較することに問題はないと考えられる。以上のことから、斜面の流出・浸透は変動降雨においても一定降雨と類似した挙動を示すことが明らかとなった。

次に降雨特性と各パラメータの関係について検討する。

図-4に各降雨における最大10分間雨量とその時刻の流出・浸透係数の関係を示す。流出係数と最大10分間雨量の間には相関性は見られないが、浸透係数との間には正の相関が見られる。つまり、強い雨ほど地盤に雨水が浸透しやすいことがわかる。

3. 表面貯留量

2012年に発生した20降雨に対して同様にタンクモデル解析を行い、定量的に表面貯留量を算定した。10月17日の降雨における表面貯留量の推移を**図-5**に示す。図が示すように、表面貯留量は降雨開始時に発生し、降雨継続に伴って流出量および浸透量へと変化している。これは、**図-1**に示す一定降雨における表面貯留量の挙動と類似しており、変動降雨時においても一定降雨時と同様の表面貯留量が発生することが明らかとなった。

次に、降雨特性と表面貯留量の関係を検討する。**図-6**、**図-7**に一雨雨量および最大10分間雨量と表面貯留量との関係を示す。表面貯留量は降雨開始時のみ発生するため、ピークが2つ以上ある降雨は最初の一雨のみを対象として、その総雨量を一雨雨量とした。図が示すように、表面貯留量は一雨雨量、最大10分間雨量ともに正の相関があり、特に一雨雨量との相関性が高い。つまり、一雨の規模が大きいほど表面貯留量も大きくなることが確認できる。

4. まとめ

変動降雨時においても、一定降雨時と類似した流出量、浸透量、表面貯留量の挙動が確認された。タンクモデルにおける浸透係数と降雨強度の間に正の相関があり、強い雨ほど地盤に雨水が浸透しやすいことがわかった。表面貯留量に関しては、一雨雨量および最大10分間雨量ともに相関性があるが、特に一雨雨量との相関性が高い。つまり、一雨の規模が大きいほど表面貯留量も大きくな

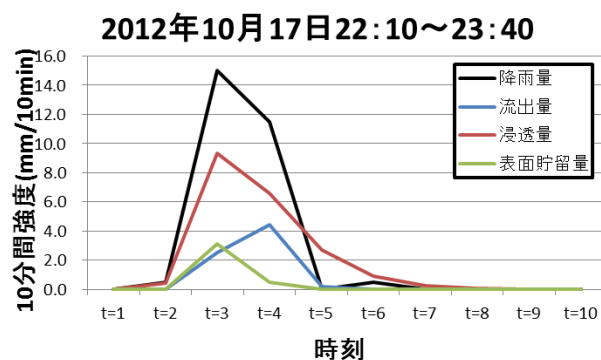


図-5 表面貯留量

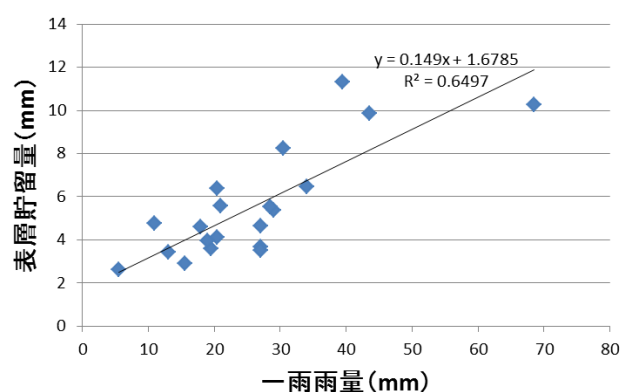


図-6 一雨雨量と表面貯留量

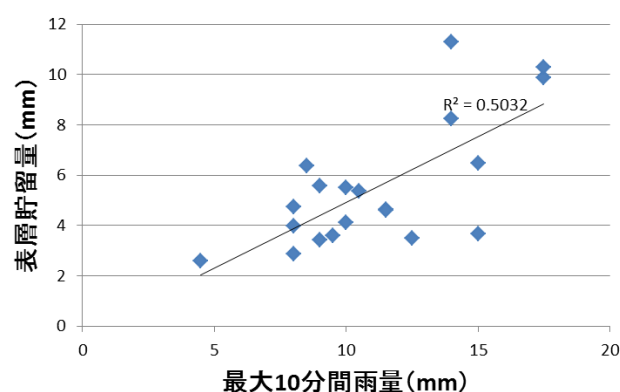


図-7 最大10分間雨量と表面貯留量

ることが明らかとなった。今後の展望としては、地質の違いや斜面の形成過程の違いによる豪雨時の流出浸透特性の相違を検討したい。本研究室は、比較的透水性の高い盛土斜面であるタイ・チェンマイを新たな計測サイトとして原位置計測を行っており、そこで得られたデータをもとに解析を行う予定である。

参考文献

- 1) 大津宏康, 堀田洋平, 高橋健二, 中村一樹, 新村知也: 熱帯性豪雨(スコール)に起因する斜面降雨浸透に関する原位置モニタリング, 地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム 2009 論文集, pp1-6, 2009.