

六甲山系における豪雨時の水・土砂の動態

六甲砂防事務所 石塚忠範・〇服部浩二・久保正和
 国土技術政策総合研究所 内田太郎, 新庄河川事務所 田村圭司
 京都大学大学院農学研究科 水山高久・小杉賢一朗
 国土防災技術株式会社 小菅尉多・永田葉子

1. はじめに

豪雨時に降雨とともに流域内の斜面から谷部さらに溪流河道部にかけて水・土砂がどのように動いているか、その動態を知ることは土砂生産流出予測を検討する上で、また、流域監視技術を検討する上で重要である。今まで、流域内で時空間的な水・土砂の動態を観測・追跡した事例はほとんどない。六甲山系では斜面から谷部さらに河道にかけて水・土砂の動態観測を密に実施している(田村ら, 2014)。2014(H26)年8月11号台風時に観測された六甲山系における水・土砂の時空間的な動態を報告する。

2. 観測方法と体制

2.1 観測方法

六甲山系では、高密度に雨量計を配置し、斜面部では小区画(約長さ10m, 幅5m)での水・土砂の流出量を計測するとともに複数箇所での土層内地下水水位を観測し、崩壊検知センサーを設置している。その斜面の谷部では水・土砂の流出量も量水堰等により観測している。また、住吉川支流西滝ヶ谷では溪流河道部で縦断方向に多点流量観測を、量水堰等を用いて行うとともに谷出口では水文流砂観測所が設置され流量、掃流砂量、浮遊砂量の計測を行っている(星野ら, 2003)。さらに各河川の下流部には水文流砂観測所が設置され、同様に流量、掃流砂量、浮遊砂量の観測が行われている(田村ら, 2014)。

2.2 観測体制

これらの観測施設の設置状況は図1に示すとおりである。六甲山系では高密度に水・土砂の動態観測体制が整っている。

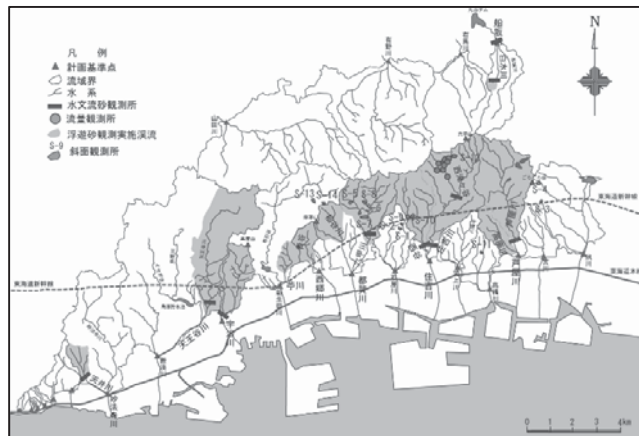


図1 六甲山系での水・土砂の観測体制

3. 観測結果

3.1 2014(H26)年8月11号台風時の降雨

2014(H26)年8月8~10日にかけて11号台風により多量の降雨が発生した。六甲山系の連続雨量の分布は図のとおりである(図2)。11号台風は六甲山系の西側を南西~北東の方向を通過し、表六甲の西から裏六甲にかけて、ピーク降雨は1.5時間程度のタイムラグを伴い、特に裏六甲側で450mmの多量の降雨をもたらした(図3)。

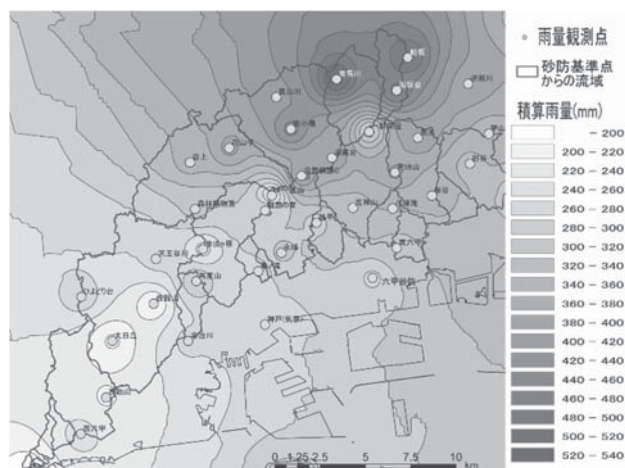


図2 2014(H26)年8月11号台風時の雨量分布

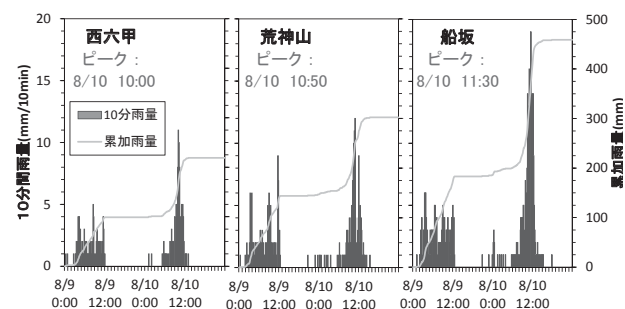


図3 11号台風時の降雨分布

3.2 斜面から谷部での水・土砂の動態

斜面上のいずれの小区画内でも降雨に伴い流出応答が認められたが、水の流下痕跡は見当たらず、土砂流出も平年と同程度であることから、流出はリターマットフローであり、直ぐに土層内に浸透した(図4)。一方斜面直下の谷部の土砂の初期移動は流出ピークの約60分前頃の流量増加とともに発生し出した(図5)。

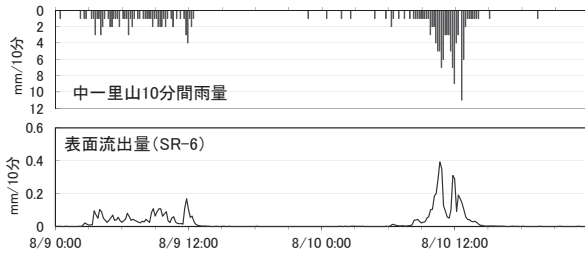


図 4 斜面小区画(SR-6)での降雨流出応答事例

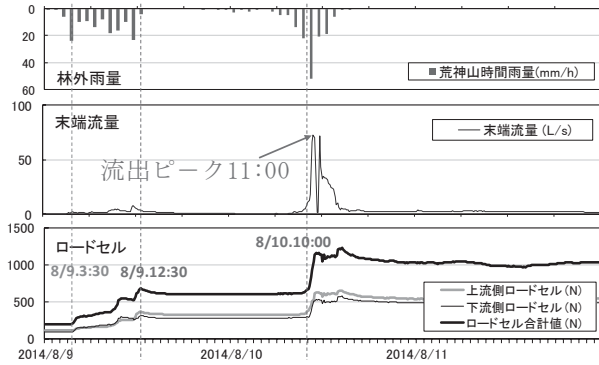


図 5 小流域谷部での降雨流出と土砂の初期移動

3.3 溪流河道部での水・土砂の動態

住吉川支流西滝ヶ谷の河道部では、量水堰等に土砂が流入した結果が水位観測に現れることにより土砂流出のタイミングが捉えられ(図 6)、約 10 時 50 分～11 時 10 分頃から河道内の土砂の初期移動が開始された。

西滝観測所では右岸側で溪岸崩壊が発生し、その結果が水位計、ハイドフォンに記録され、溪岸崩壊は約 11 時 10 頃発生したことがわかった(図 7)。

各河川の最下流部での浮遊砂観測結果では、浮遊砂量

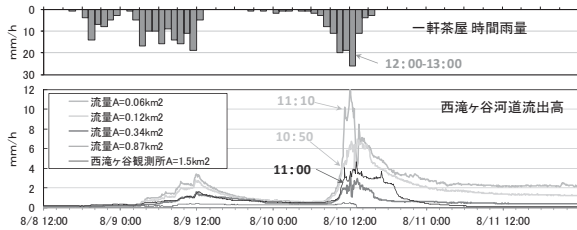


図 6 西滝ヶ谷溪流河道部での土砂移動のタイミング

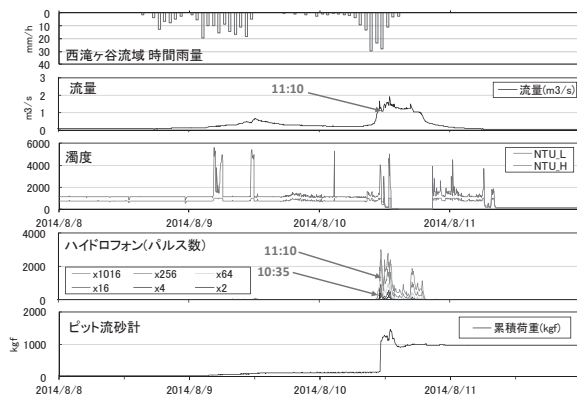


図 7 西滝観測所右岸溪岸崩壊と観測機器の応答

は流量の 2 乗に比例し、住吉川等で 11 時頃浮遊砂量の増加が認められたが、これは上流域で発生した土砂生産流出の伝播とは考えられない(図 8)。

4. 考察

4.1 降雨と土砂災害警戒情報

六甲山系では、降雨に基づき神戸市では 8 時 55 分に、西宮市、芦屋市では 9 時 45 分に土砂災害警戒避難情報が出される。

降雨のピークは 10 時～12 時頃発生している。県道の崩土、冠水等による閉鎖は 11 時～11 時 15 分に行っている。裏六甲側の北区山田町上谷上古々山地区では崩壊・土石流が 11 時 30 分に発生した(図 9)。

4.2 六甲山系での水・土砂の動態

今までの検討結果をまとめると、図 9 のとおりである。

斜面上ではリターマットフローは発生するがすぐに土層内に浸透し、斜面上での土砂流出は平時と変わらない。斜面下部の谷部でピーク流量の発生 30 分前頃に河道の土砂が移動を開始し始める。溪流河道部においても降雨ピークの約 1 時間前頃から河道の土砂が移動を開始する。斜面崩壊は降雨ピークの 1 時間前頃から発生し始め、崩壊土石流となった事例は降雨ピーク付近で発生した。

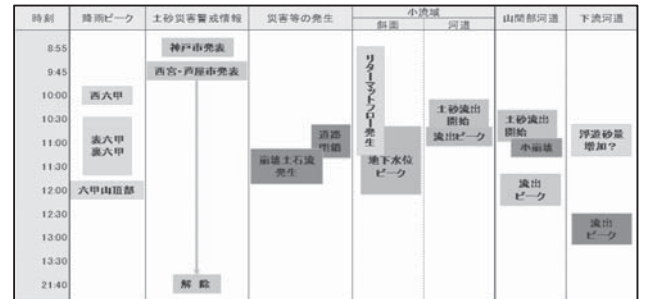


図 9 六甲山系での 2014(H26)年 8 月 11 号台風時の水・土砂の動態

4.3 水・土砂動態観測と流域監視

六甲山系での 2014 年 8 月の 11 号台風時の水・土砂動態観測結果から、斜面上の水・土砂動態観測よりも谷部 0 次谷、溪流河道部での水・土砂動態観測の方が土砂の初期移動を把握しやすい。さらにそれらの水・土砂の動態は保全対象の直上流側で追跡監視する必要がある。

5. おわりに

今後とも土砂生産流出予測技術、流域監視技術のために豪雨時の水・土砂動態の時空間的データを蓄積していきたい。

【参考文献】田村ら(2014),砂防学会誌 Vol.66,No.6;星野ら(2003),砂防学会誌 Vol.56,No.6

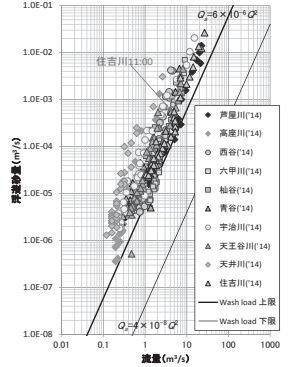


図 8 下流河川の浮遊砂量と流量の関係