

平成 21 年台風 9 号時の佐用川流域における土砂災害特性

明石市役所 正会員 ○相根 修平 鳥取大学大学院工学研究科 正会員 檜谷 治
鳥取大学大学院工学研究科 正会員 梶川 勇樹

1. はじめに

平成 21 年 8 月 9 日～10 日の台風 9 号により兵庫県佐用郡佐用町では記録的な豪雨に見舞われ、佐用川が氾濫し洪水災害および土砂災害が広範囲にわたり発生し甚大な被害をもたらした。今回集中豪雨が発生した佐用町では、平成 16 年にも台風 23 号通過時の集中豪雨により災害が発生しており、このように繰り返し発生する集中豪雨による災害の特性を把握し、今後の防災対策に役立てていかなければならない。そこで本研究では、佐用川流域における平成 21 年台風 9 号時の土砂災害、特に斜面崩壊に着目し、その発生原因を推定するため、降雨・表層地質・地下水位と斜面崩壊位置との関連性について検討を行った。また、過去の災害と今回の災害を比較し、斜面崩壊の傾向についても検討した。

2. 被災の概要

佐用川流域の概要を図-1 に示す。佐用町では 8 月 19 日までに死者 18 名、行方不明者 2 名のほか、床上浸水 687 世帯、床下浸水 561 世帯の被害が発生した。円光寺水位観測所では、9 日 13 時 40 分に水防団待機水位 (2.1m) 近くに達し、16 時 30 分に氾濫注意水位 (3.0m) を超え、22 時 20 分時点で 8.40m を記録した (図-2)。また、佐用川流域での斜面崩壊の多くは、表層崩壊型の斜面崩壊であった。土砂と一緒に河川に流出したスギ・ヒノキ等の立木、風倒木、間伐木などが橋梁部を閉塞させ溢水被害が拡大したと考えられる。

3. 降雨・表層地質と崩壊位置との関連性の検討

1) 崩壊位置の分布

斜面崩壊発生箇所は、図-3 に示すように 40 箇所が確認された。これは、兵庫県から御提供頂いた資料と 10 月 27 日に撮影された航空写真からの判読および現地踏査結果から推定したものである。今回の災害により発生した崩壊地のすべてを表しているわけではない。図をみると、流域の上流域で多くの崩壊が発生していることが分かる。

2) 降雨と崩壊位置との関連性

佐用川流域における 1 時間最大、3 時間最大の雨量分布図を図-3 および図-4 に示す。佐用川流域では、佐用観測所と気象庁佐用観測所を中心として放射円状に雨量分布が広がっており、1～3 時間、強い雨が継続したことがわかる。1 時間最大雨量が 60mm を超えると、崩壊発生箇所が現れる。崩壊の大多数は、70mm～75mm の地域で発生している。3 時間最大雨量では 120mm 前後で崩壊発生箇所が現れ、100mm～160mm の地域での崩壊が大多数である。なお佐用観測所、気象庁佐用観測所の周辺は流域の中で最も降雨量が多かつ



図-1 佐用川流域図

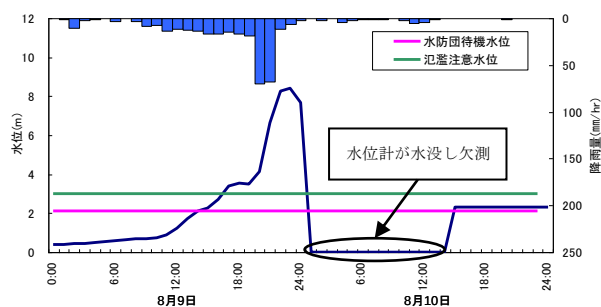


図-2 円光寺における水位の変化

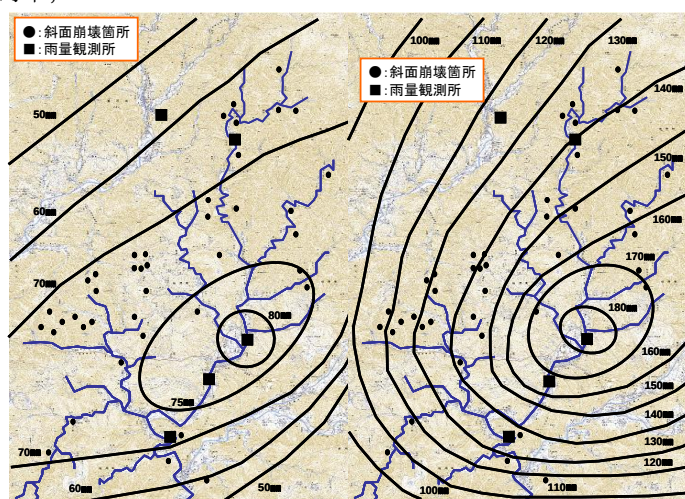


図-3 1 時間最大雨量分布

図-4 3 時間最大雨量分布

たが、崩壊はあまりみられなかった。

3) 表層地質と崩壊位置との関連性

表層地質と崩壊位置の分布を図-5 に示す。図-5 をみると、流紋岩類と安山岩類、変斑レイ岩、凝灰岩質砂岩での崩壊が大多数を占めており、表層地質との相関が高いことが分かる。

4) 過去の災害との比較

図-5 をみると、平成 18 年においても、今回の台風 9 号による崩壊発生箇所が多数みられた、流紋岩類と変斑レイ岩での崩壊が多数発生していたことがわかる。発生時期が異なるにもかかわらず、いずれも同じ表層地質での崩壊がほとんどであった。また図-6 より、平成 16 年に風倒木被害を受けた危険な箇所で、平成 18 年 7 月豪雨では崩壊せずに残った斜面が、今回の降雨によって崩壊した可能性が考えられる。

4. 地下水について

地下水位が上昇すると、間隙水圧が増加し有効応力が減少するため、せん断抵抗力が減少する。よって地下水位が高ければ高いほど崩壊が発生する可能性が高くなると考えられる。本研究では、kinematic wave 理論を用いて地下水位の推定を試みた。まず、国土地理院が提供する数値標高モデル(Digital Elevation Model)を用いて対象流域のモデル化を図った(図-7)。それを用いて流出解析により出水状況の再現を試みるのと同時に、地下水位を推定した。本研究では、各小流域を斜面部と河道部に分け、さらに地下構造を3層構造となるようにモデル化した(図-8)。そして、流域を支川の合流点に着目して各小流域を連結することにより流域を表すことにした。計算条件を表-1 に示す。また、推定した円光寺における流量を図-9 に、各小流域の右岸の第1層の地下水位を図-10 に示す。図-10 をみると、地下水位が低くても崩壊が発生している小流域がある。逆に、地下水位が高くても崩壊が発生していない小流域があり、今回使用したモデルの結果では、地下水位と崩壊との関連性はみられなかった。

5. まとめ

本研究で調査した斜面崩壊は、表層地質の影響が最も大きいものと考えられる。また、過去に風倒木被害を受けていた箇所での崩壊が大多数であったことが分かった。なお、斜面崩壊が多数発生している周辺は雨量観測所がないため、降雨分布の信頼性にやや問題がある。今後レーダー雨量計の結果などで降雨分布を再検討する必要がある。地下水については、崩壊が発生した時間や土の粘着力、内部摩擦角などを考慮し、小流域ごとに斜面の安定計算を行うモデルを加えると再現性は高まると考えられる。

【参考文献】地盤工学会：平成 21 年台風 9 号による地盤災害調査報告書，2009。

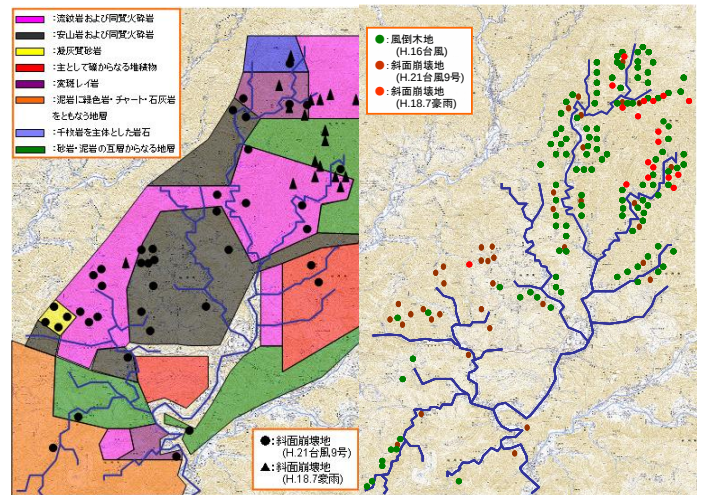


図-5 表層地質と崩壊位置

図-6 風倒木被害地と崩壊位置

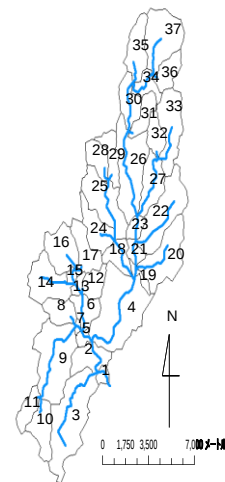


図-7 対象流域のモデル化

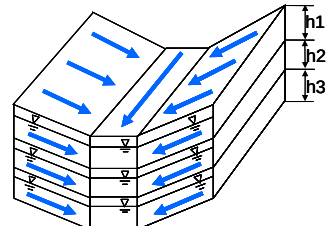


図-8 流出モデルの断面図

表-1 計算条件

粗度係数	斜面	0.15
	河道	0.05
透水係数(m/s)	第1層	4.0×10^{-2}
	第2層	1.2×10^{-3}
	第3層	1.2×10^{-4}
浸透能(mm/hr)	第1層	180.0
	第2層	32.4
	第3層	3.4
層厚(m)	第1層	0.5
	第2層	1.0
	第3層	2.0
間隙率		0.35

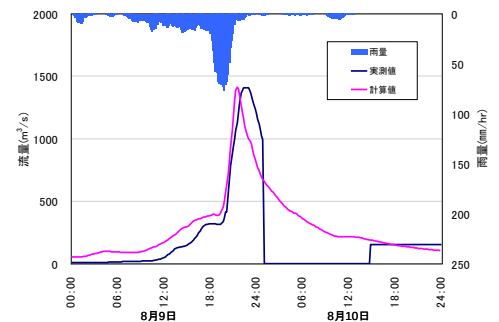


図-9 流量の流出解析結果

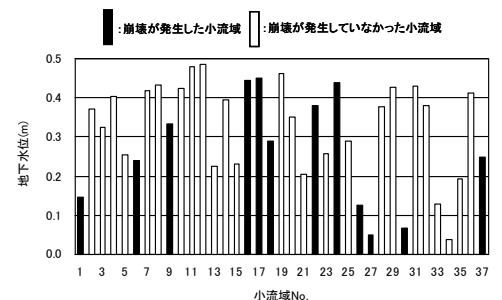


図-10 各小流域の右岸の第1層の地下水位