

降雨を誘因とする最近の土砂災害特性に関する基礎的考察

豊橋技術科学大学 学生員 出口 拓也
 豊橋技術科学大学大学院 正会員 河邑 眞
 豊橋技術科学大学大学院 正会員 辻子 裕二
 豊橋技術科学大学大学院 学生員 田中 活行

1. はじめに

近年、日本各地で集中的な豪雨を誘因とする土砂災害が多数発生している。山地の多い日本ではすべての危険斜面に対してハード対策をすることは困難である。そのため、避難、予測といったソフト対策が重要とされる。

本研究では、降雨を誘因とする土砂災害の調査報告書などの文献をもとに土砂災害の素因や降雨特性の分析、考察を行った。また、分析結果にもとづき愛知県東部の山地について、土砂災害危険度評価事例解析を行った。

2. 最近の土砂災害特性

調査した災害事例は、1999年6月広島豪雨災害¹⁾、2004年7月福井豪雨災害¹⁾、2009年7月九州北部豪雨災害²⁾、2009年7月山口豪雨災害³⁾、1998年8月北関東・南東北豪雨災害⁴⁾、2009年8月兵庫豪雨災害⁵⁾、2003年7月熊本豪雨災害⁶⁾、1997年鹿児島豪雨災害⁷⁾、である。文献調査より、斜面崩壊や土石流を起こす素因と降雨特性について以下の特徴がみられた。

斜面崩壊を起こす素因として、地形的要因では、傾斜角が30度以上の急斜面、集水地形である谷型斜面、遷急点がある斜面が挙げられる。地質的要因では花崗岩や安山岩、班レイ岩、溶結凝灰岩などで崩壊が起きやすい。地層的要因では、透水性が大きく違う地層が重なっている、表土層が厚く堆積している、斜面傾斜の方向へ地層が傾いている(流れ盤構造)、水が浸透しやすい(湧水)などが挙げられる。土石流を起こす源頭部の崩壊の素因もほぼ同様な傾向がある。

図1に崩壊時の時間雨量と累積雨量および限界線の関係を示す。図1より降雨特性の特徴は、累積雨量が200mmを超えると崩壊が多発しやすいという傾向がみられる。降雨パターンは時間最大降雨の後、再び強い雨が降る場合に崩壊が起き易い。また降雨量と累積雨量の関係から各災害に共通した限界線が認められた。

3. 崩壊斜面についての簡易危険度評価

九州北部豪雨災害の福岡県福智町、篠栗町の斜面崩壊、山口豪雨災害の防府市真尾地区の土石流源頭部の崩壊事例について簡易危険度評価を行った。無限長斜面の安定解析式を用い、表1に示すパラメータにより解析を行った。表2に解析結果を示す。表2より、福岡県福智町と防府市真尾地区では、地下水の上昇に伴い、飽和状態に達したところで崩壊が発生した可能性が考えられる。篠栗町では全層が飽和するまで1m程度余裕がある状態で安全率が1を下回った。これは表土層厚が厚く、斜面勾配も急なためほぼ全層飽和状態に至る前に崩壊が発生した可能性が大きい。

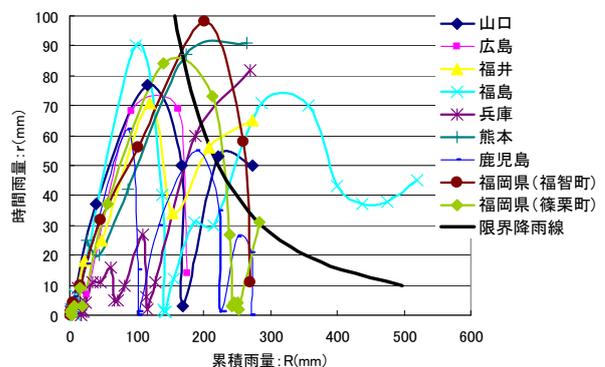


図1 崩壊時の時間雨量と累積雨量および限界線

表1 各斜面のパラメータ

	福岡県福智町	福岡県篠栗町	防府市真尾地区
C(KN/m ²)	10	15	8
φ(度)	35	30	31.2
β(度)	32	33	35
γ _{sat} (KN/m ³)	20	20	20
γ _i (KN/m ³)	18	18	18
γ _w (KN/m ³)	9.8	9.8	9.8
H(m)	3	4	1.5

表2 解析結果

福岡県福智町		福岡県篠栗町		防府市真尾地区	
h _s (m)	F	h _s (m)	F	h _s (m)	F
0.0	1.53	0.0	1.35	0.0	1.50
2.8	0.98	2.9	0.99	1.6	0.98

4. 土砂災害危険度評価事例解析

災害事例に対する簡易解析結果をもとに、愛知県東部の山地について土砂災害危険度評価事例解析を行った。代表斜面は、愛知県土砂災害情報マップの急傾斜地崩壊危険箇所を参考に決定した。図2は対象地区の代表斜面の図であり、点線の位置にて断面を求めた。

解析には表3に示すパラメータを用いた。土層厚 H 、内部摩擦角 ϕ はボーリングデータより推定し、粘着力 C は、 $F(h_s=0)$ のとき 1 を下回らないように設定した。表4は図2に示す個々の斜面(ID1~ID6)勾配を示したものである。斜面勾配は急傾斜地崩壊危険箇所と源頭部(点線北部より約50mの範囲)の平均と最大を用いた。

表5は $h_s=H=3m$ のときの安全率 F を示す。表5の急傾斜地崩壊危険箇所平均では全斜面において $F>1$ になり安全といえるが、最大では全斜面で $F<1$ という結果になった。源頭部平均では ID1 と ID4 では $F<1$ 、最大では ID1~ID4 で $F<1$ という結果になった。

急傾斜地崩壊危険箇所の安全率をみると、平均では安全と捉えることができる箇所も、最大では危険だとなっている。また、源頭部をみると急傾斜地崩壊危険箇所に指定されていなくても崩壊の危険性がある箇所が存在していることになる。

5. まとめ

- 1) 斜面崩壊や土石流を引き起こす素因として、共通した地形的要因、地質的要因、地層的要因を挙げることができた。降雨特性の特徴としては、降雨量と累積雨量の関係から各災害に共通した限界線が認められた。
- 2) 災害事例の簡易解析では、地下水位が上昇し、飽和状態に達するほど斜面崩壊が発生しやすい。
- 3) 愛知県東部の事例解析では、代表斜面の安全率を求めることができ、傾斜度 30 度を超え、飽和状態に達すると崩壊の危険が高くなることが示された。これは特性分析結果と一致している。

参考文献

- 1) 地盤工学会：地盤工学・実務シリーズ 23 豪雨時における斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測、2006年7月
- 2) 地盤工学会：平成21年7月九州北部豪雨による土砂災害調査報告書、2010年3月
- 3) 土木学会：2009年7月山口豪雨災害調査報告書
- 4) 防災科学研究所：1998年8月北関東・南東北豪雨災害調査報告、地すべり地形分布データベース

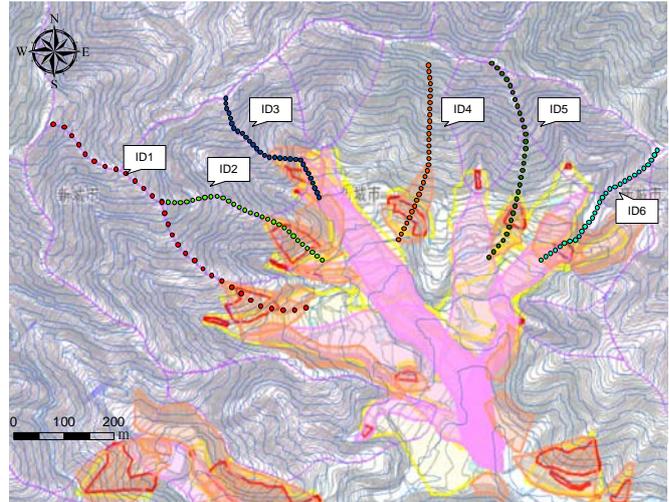


図2 対象地区の代表斜面。

(背景:愛知県土砂災害マップ, —:10mコンター)

表3 対象地区のパラメータ

$C(KN/m^2)$	14	ϕ (度)	30
$\gamma_{sat}(KN/m^3)$	20	$\gamma_t(KN/m^3)$	16
$\gamma_w(KN/m^3)$	9.8	$H(m)$	3
β (度)	個々に算定		

表4 斜面傾斜

ID	1	2	3	4	5	6	
β (度)	急傾斜地崩壊危険箇所平均	24.6	23.7	22.5	20.3	13.9	18.9
	急傾斜地崩壊危険箇所最大	40.3	58.3	47.5	35.0	38.5	36.2
	急傾斜地崩壊危険箇所源頭部平均	33.2	29.6	21.2	44.1	18.1	18.6
	急傾斜地崩壊危険箇所源頭部最大	46.1	48.6	41.0	52.5	29.0	28.7

表5 解析結果

ID	1	2	3	4	5	6	
F ($h_s=H$)	急傾斜地崩壊危険箇所平均	1.26	1.30	1.37	1.51	2.19	1.62
	急傾斜地崩壊危険箇所最大	0.82	0.70	0.74	0.92	0.85	0.89
	急傾斜地崩壊危険箇所源頭部平均	0.96	1.06	1.45	0.77	1.69	1.65
	急傾斜地崩壊危険箇所源頭部最大	0.75	0.73	0.81	0.71	1.08	1.09

- 5) 地盤工学会 関西支部：平成21年台風9号による地盤災害調査報告書
- 6) 土木学会：2003年7月熊本県・鹿児島県土砂災害調査速報、2003年7月
- 7) 岩松暉：1997年7月鹿児島県出水市針原川土石流災害(速報), 『自然災害科学』Vol.16, No.2, 107-111, 1997, 1997年7月