

パターンの異なる降雨によって発生した小規模な斜面崩壊

三重大学大学院生物資源学研究科（現日本工営株式会社）○高橋理沙

三重大学大学院生物資源学研究科 山田 孝

1. はじめに

表層崩壊を含む小規模な斜面崩壊（小規模崩壊）の発生特性について、降雨パターンによる違いを具体的に検討した事例は少ない。

三重県大台町では、2004年台風21号（以降T0421）による集中豪雨、2011年台風12号（以降T1112）による長雨によってそれぞれ小規模崩壊が発生している。これらの小規模崩壊について、空間分布・崩壊の規模・発生タイミングの実態を把握し、これらの要因について検討を行った。

2. 研究方法

調査地は三重県南部を流れる宮川上流の、宮川ダム直下流から栗谷川と宮川本川との合流点までの132.8 km²である。地質は大きく北部が三波川帯、南部が秩父帯に属している。この地域は日本有数の多雨地域であり、年間降水量は3,098 mmである（アメダス宮川観測所）。

小規模崩壊を崩壊面積10,000 m²未満の斜面崩壊と定義し、T0421およびT1112によって発生した小規模崩壊について、ESRI社のArcGIS9.3を使用して発生規模と空間分布を解析し、地元住民へのヒアリングによって小規模崩壊の発生時刻を推定した。またこれらの結果をもとに、斜面安定解析を行い小規模崩壊の発生特性の要因を考察した。

斜面安定解析は無限長斜面を想定し、式(1)を用いた。各パラメータの値（既往の調査成果を参考にした）を表-1に示す。調査地における間隙水圧は得られていないため、土壌雨量指数を地下水位と考え、これに9.8 N/m²を乗じたものを間隙水圧として扱った。勾配は5°～60°まで5°刻みで計算を行った。

安全率 $Fs(t)$

$$= \frac{c + (\gamma h \cos^2 I - u(t)) \tan \phi}{\gamma h \cos I \cdot \sin I} \dots (1)$$

ここに c : 粘着力(kN/m²) I : 斜面勾配(°)

ϕ : 内部摩擦角(°) $u(t)$: 間隙水圧(kN/m²)

γ : 土の単位体積重量(kN/m³) h : 土層厚(m)

表-1 安定解析に使用したパラメータ

粘着力 c	8.0 kN/m ²
	5.0 kN/m ²
	3.0 kN/m ²
内部摩擦角 ϕ	30°
土層の単位体積重量 γ	17.9 kN/m ³

3. 結果

斜面傾斜角ごとの崩壊面積を図-1に示す。T0421では、小規模崩壊は傾斜角30°～45°を中心に、表層崩壊の発生頻度が低くなるとされている25°以下の傾斜角も含んで幅広く発生していたのに対し、T1112では30°～45°を中心とした表層崩壊が発生しやすいとされる傾斜角で発生していた。

T0421では小規模崩壊の面積が調査地全域で平均すると359.7m²であったのに対し、T1112では1,014m²であった。平均最大崩壊幅もT1112の方がT0421より

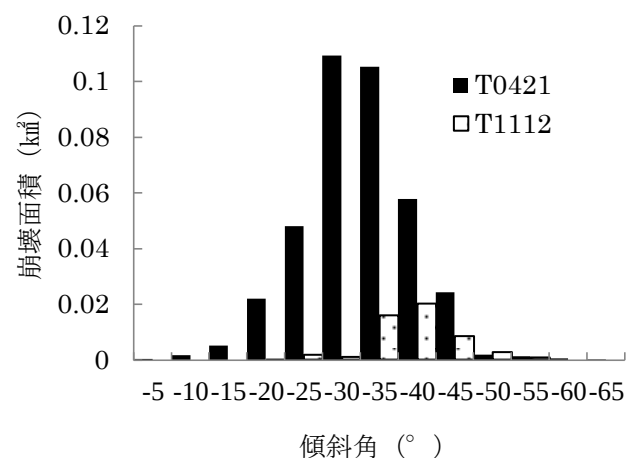


図-1 傾斜角と崩壊面積

表-2 地質と崩壊地の発生状況

		T0421	T1112
崩壊地個数	秩父帯	619	34
	三波川帯	435	16
	その他	6	-
崩壊面積 (km ²)	秩父帯	0.17	0.041
	三波川帯	0.210	0.009
	その他	0.001	-
平均 崩壊面積 (m ²)	秩父帯	274.6	1205.9
	三波川帯	482.8	581.3
	その他	216.7	-
	全体	359.7	1014
平均最大 崩壊幅(m)		12	29

りも2倍以上大きい結果となった(表-2)。また現地調査の結果、崩壊面積や最大崩壊幅は大きく異なっていたが、最大崩壊深はT0421の平均が3.2m、T1112の平均が3.6mと、顕著な差は認められなかった。

T1112の降雨を用いた斜面安定解析の結果について、小規模崩壊が多発し安全率が1.0付近で推移した傾斜角30°の結果を示す(図-2)。傾斜角30°～45°の計算結果が安全率1.0前後で推移した点は、T1112では小規模崩壊が発生した傾斜角がこの範囲で多かったことと調和する。しかし小規模崩壊の発生時刻については降雨ピークから数時間遅れて発生したことを表すことはできていない。

斜面安定解析のために算出した土壌雨量指数は、三段タンクモデルの各タンクの貯留高の合計値である。各タンクの貯留高の関係に着目すると各タンクの貯留高は同程度の水準で推移している。降雨開始から110時間頃に小規模崩壊が発生しているが、この時点でs2タンクの貯留高はピーク付近であった(図3.3)。T0421では降雨期間中のほとんどの時間をs1タンクの貯留高が卓越していた。

4. まとめ

T1112によって発生した小規模崩壊はT0421よりも急傾斜の斜面に多く、崩壊面積・崩壊幅ともにT0421よりも大きい傾向にあった。また、降雨ピークから数時間遅れて発生するものが確認された。斜面安定解析の結果、T0421のような集中豪雨時には表層部の貯留高が深部に比べて大きく、T1112のよ

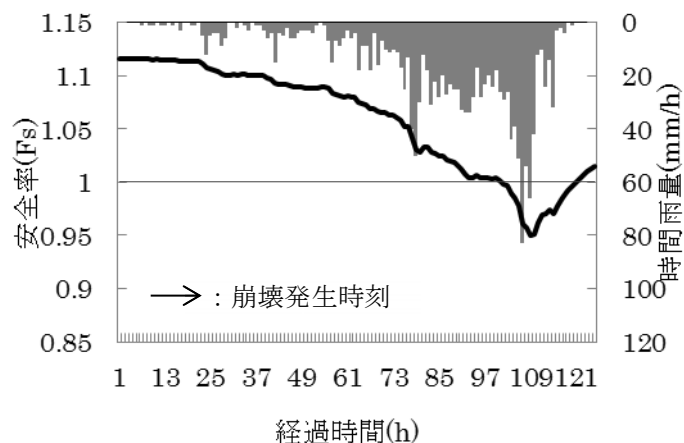
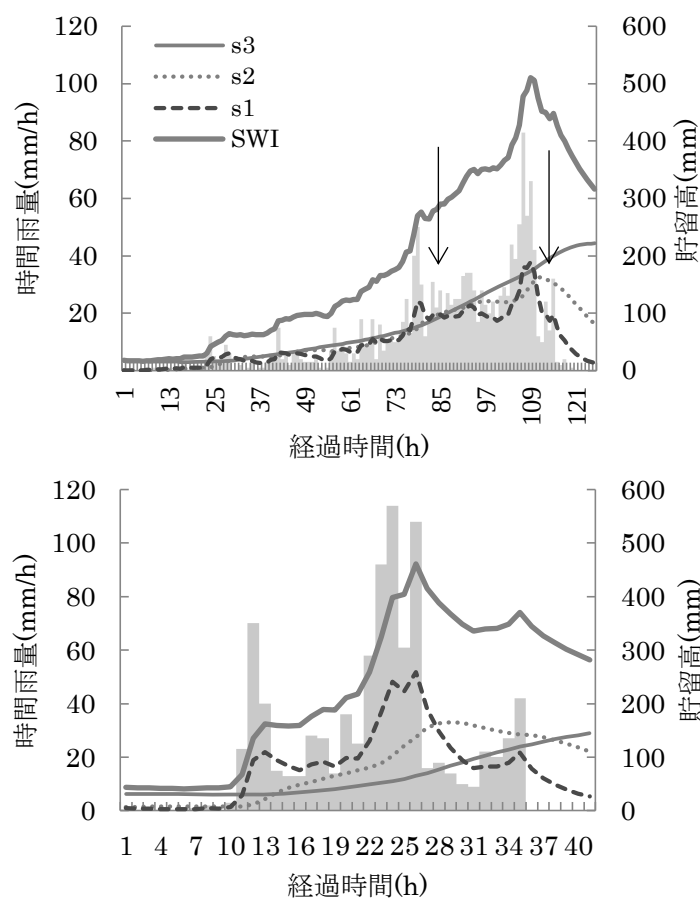
図-2 安全率と崩壊発生時刻 ($c = 5.0$, $h = 2$)

図-3 各タンクの貯留高の変化 (上: T1112 下: T0421)

うな長雨時には各タンクの貯留高は同程度で推移し、小規模崩壊発生時にはs2,s3タンクの貯留高が卓越しており、土層内部の水分分布が大きく異なることが示唆された。

【参考文献】

内田ら(2009)砂防学会研究発表会概要集;近藤ら(2007)砂防学会研究発表会概要集;桜本(2007)三重大学森林環境砂防学研究室卒業論文;R.Takahashi, et.al(2014)INTERPRAEVENT2014