

一連降雨によって引き起こされる土砂移動現象の変化

短時間豪雨分科会(○小山内信智、富田陽子、水野秀明、桂真也、山田孝、権田豊、菊池英明、島田徹、吉田真也、山下勝、石塚忠範、山越隆雄)

1. はじめに

降雨の激甚化に伴い、これまで土石流やがけ崩れとして対策が講じられてきた現象が大規模化、多発化するとともに、発生時期が早期化する危険性が考えられる。短時間豪雨分科会では、降雨激甚化に伴う土石流、がけ崩れの発生状況の変化について、現時点の砂防学における知見に基づく数値計算、または統計的な手法によって、その変化の定量的な推定を試みた結果を紹介し、今後の課題や研究の視点について提示する。

2. 土砂災害等に関わる課題

2. 1. 計画上の土石流ピーク流量への影響

1980～1999年までの各年で観測された年最大24時間雨量に、IPCC第4次評価報告書で報告された年9%の増加率分を上乗せすることにより、2080～2099年の100年超過確率規模の24時間雨量を全国の市町村毎に推定した。その上で、砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編)解説に基づき、計画上の土石流ピーク流量の分布を推定したところ、1980～1999年に比べて2080～2099年では全土石流危険渓流の6%程度で土石流ピーク流量が増加する試算結果となった。土石流ピーク流量推定に用いた流域内の移動可能土砂量が降雨による運搬可能土砂量を上回る渓流が多くなかったため、土石流ピーク流量が増加する渓流があまり多くならなかったと考えられる。今後は、対象とすべき土石流の形態として、「渓床不安定土砂再移動型」だけではなく、「斜面崩壊型」のものも考慮し、崩壊可能土砂量を含む移動可能土砂量の推定方法に関する研究の重要性が一層強くなると考えられる。

2. 2. 斜面崩壊の発生数および発生時刻への影響

平松(1991、愛媛大学学位論文)の表層崩壊発生予測モデルを用いて、降雨量の変化が斜面崩壊発生に与える影響を検討した。計算対象地区は、平成15年7月20日に豪雨により多数の斜面崩壊が発生した熊本県水俣市宝川内集地区および深川新屋敷地区(約25km²)である。対象区域を50mメッシュに分割し、実際の斜面崩壊の状況を再現するように土質強度などのパラメータをフィッティングした上で、宝川内地区の実際のレーダアメダス解析雨量の降雨強度を1.1倍および1.2倍に増大させた場合(図1)の崩壊発生状況を計算した。

崩壊メッシュ数の経時変化を図2に示す。実績降雨波形を与えた場合では、計算時間(12時間)内に崩壊する(安全率<1.0)と判定されたメッシュ数は322であったが、降雨強度を1.1倍および1.2倍にすると、時間内に崩壊するメッシュの数はそれぞれその1.44倍、1.77倍に増加した。

対象区域内にあるメッシュにおける安全率の経時変化を図1に示す。このメッシュは、4:20頃に発生したと推定される土石流の発生域にあたっており、ほぼ同時刻にこのメッシュで崩壊が発生したと考えられる。降雨強度を1.1倍および1.2倍にした場合の崩壊発生時刻(安全率が1.0を下回る時刻)は、実績降雨波形を与えて計算した場合よりもそれぞれ20分、30分早まった。

2. 3. がけ崩れの発生頻度と発生規模への影響

(1) 降雨量の変化とがけ崩れ発生頻度の関係

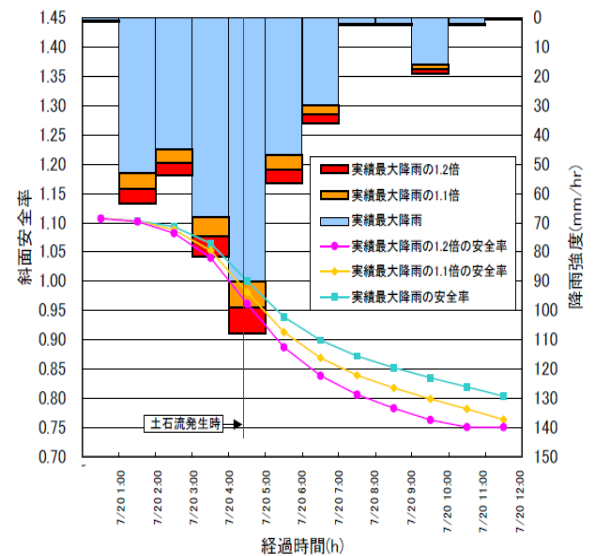


図1 与えた降雨波形および安全率の経時変化(例)

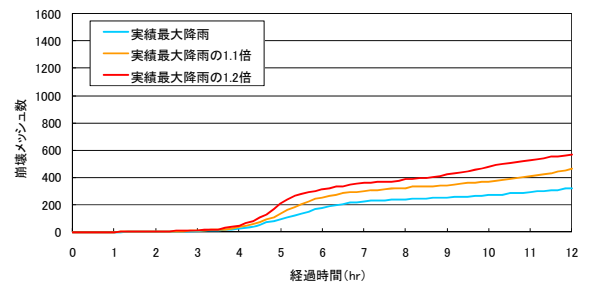


図2 崩壊メッシュ数の経時変化

国総研砂防研究室では、がけ崩れの発生した斜面の位置や誘因となった降雨の状況等に関する情報を昭和47年から収集しており、平成19年までに約19,000件のデータを蓄積している(小山内ら、2008、国総研資料No.530)。これを用いて、連続雨量と年平均災害発生件数との関係を描くと、図3のようになる。連続雨量が400mm以下の場合には、雨量の増加に伴って災害の発生数はほぼ直線的に増加するが、連続雨量が400～500mmを超える付近からその増加幅は緩やかになる。直線的な増加の部分では、比較的短時間で表層土が飽和して崩壊に至る表層崩壊については連続雨量が400～500mmに達するまでに崩壊すべき斜面が順次崩壊していく状況を示していると考えられる。連続雨量が400～500mmを超える付近から増加幅が緩やかになるのは、表層崩壊として崩壊し得る斜面が概ね崩壊してしまった一方で、それ以上の降雨量がなければ崩壊には至らない条件の斜面(たとえば、勾配の緩い斜面)がここにきて崩壊を始めるが、崩壊に至るにはもともと多量の降雨を必要とすることから崩壊斜面数の増加量が鈍化するためと考えられる。

一方、斜面角度別に崩壊発生時の連続雨量の平均値をとると、斜面角度が小さいほど崩壊するのにより多くの雨量が必要である傾向がうかがえた。

さらに、がけ崩れ発生時点の連続雨量の平均値(187mm)を基準とし、連続雨量が5%～30%増加した時のがけ崩れの発生件数増分を図3から求めると図4のようになる。これによると、連続雨量が5%増加でがけ崩れ発生数は5%程度増加し、同様に連続雨量が10%、20%増加で発生数はそれぞれ9%、18%程度増加することになると予測できる。

(2) 降雨量増加に伴うがけ崩れ発生規模(崩壊土量)の変化

崩壊発生までの連続雨量および最大時間雨量と90%、95%カバー崩壊土量の関係を調べたところ、いずれも雨量が増加するにつれて崩壊土量が増加する傾向が見られた。

(3) 地域別のがけ崩れ発生件数の増加予測

社会資本整備審議会の答申においては、全国を11の地域に区分した上で、GCM20(General Circulation Model 20)による中位のシナリオに基づく外力(降水量)の変化量の推定が試みられている。それによると、100年後の年最大日降水量は、表1に示すようにいずれの地域とも現在より増加するとされている。GCM20で予測された年最大日降水量の増分が連続雨量の増分と等しいと仮定し、図4からがけ崩れ発生件数の変化を推定したところ、概ね6%～20%程度の増加になると予測された(表1)。

3. まとめ

本分科会における検討結果から、降雨が激甚化していった場合、土石流やがけ崩れの発生件数が増大することは当然として、対象とすべき土石流の形態が「渓床不安定土砂再移動型」だけではなく、「斜面崩壊型」のものも考慮すべきこと、より緩勾配の斜面での崩壊発生や崩壊土砂量が増大する可能性が高まることにも留意しなければいけなくなること、さらに災害発生時間の早期化など、防災計画のあり方も変化させなければならないことが示唆された。

本稿では、主に局地的な短時間豪雨の発生頻度が増加することによる土石流と斜面崩壊への影響について言及したが、局地的な短時間豪雨によっては、さらにフラッシュフラッドも発生しやすくなることが想定される。フラッシュフラッドは多くの山地溪流で発生する可能性があり、広い範囲での精度良い予測手法が求められる。局地的短時間豪雨の把握・予測手法を活用する方法の検討が今後の重要な課題のひとつと考えられる。

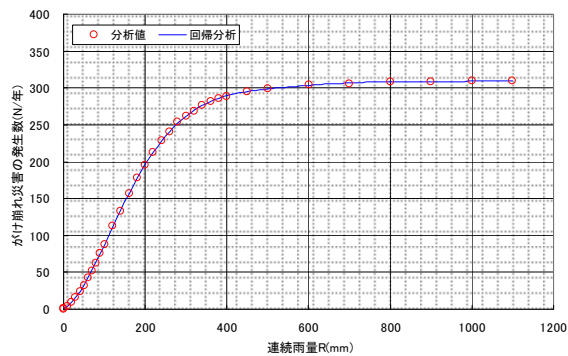


図3 連続雨量の変化とがけ崩れ災害発生数の関係

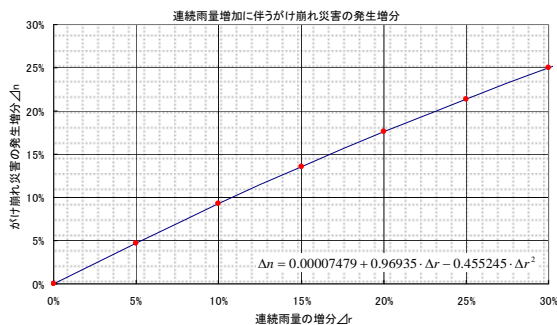


図4 連続雨量の増分とがけ崩れ災害の増分

表1 降雨変化とがけ崩れ発生増分の関係

NO.	地域名	雨量増分	がけ崩れ災害の増分
①	北海道	1.24	1.206
②	東北	1.22	1.191
③	関東	1.11	1.101
④	北陸	1.14	1.127
⑤	中部	1.06	1.057
⑥	近畿	1.07	1.066
⑦	紀伊南部	1.13	1.118
⑧	山陰	1.11	1.101
⑨	瀬戸内	1.10	1.092
⑩	四国南部	1.11	1.101
⑪	九州	1.07	1.066