

## 梓川流域における崩壊と降雨特性の関係について

国土交通省 北陸地方整備局 千曲川河川事務所 小口 貴雄  
(元松本砂防事務所)

砂防エンジニアリング株式会社 渡部 真、尾崎 順一、○福井 健太郎  
朝日航洋株式会社 松井 宗廣

### 1. はじめに

砂防基本計画のための基本土砂量を検討する基礎資料として梓川流域を対象に、土砂生産・流出特性を把握し、崩壊生産土砂量及び渓床生産土砂量を評価した。本報告ではこのうち崩壊生産土砂量の根拠となる崩壊面積と降雨特性との関係について報告する。崩壊面積は梓川流域において大規模な土砂災害が生じた時期の前後の空中写真を判読し新規・拡大崩壊面積を計測した。なお、崩壊生産土砂量は梓川の主要支流・地形・地質毎に新規・拡大崩壊地をサンプリング抽出し、現地調査により崩壊深を推定し崩壊面積を乗じて求めた。

### 2. 空中写真判読による新規・拡大箇所数・面積

梓川流域では昭和 58 年 9 月(1983),平成 11 年 9 月(1999),平成 18 年 7 月(2006)に大規模な土砂災害が生じていることから、これらの時期を挟む 4 時期(1977, 1983, 1999, 2007)の空中写真(表 1)を用いて判読期間①～③について新規・拡大崩壊地の面積及び箇所数を計測した(図 1)。

### 3. 検討対象流域

梓川を①大正池上流、②湯川、③霞沢、④沢渡上流、⑤前川、⑥小大野川、⑦奈川、⑧黒川、⑨島々谷川、⑩本川残留域の主要支流域に分割し流域単位に崩壊面積を計測し降雨指標との関係を検討した。

### 4. 降雨データ

梓川流域及び周辺における 20 箇所の雨量観測所の時間雨量データを収集した。期間は 1977 年 1 月～2009 年 9 月までとした。

### 5. 降雨指標

崩壊発生に関係すると考えられる降雨指標として、最大時間雨量、最大 3 時間雨量、最大日雨量、累加雨量、実効雨量(半減期 1.5 時間・72 時間)、流域平均雨量を整理し新規・拡大崩壊面積との相関性を検討した。空中写真は必ずしも大規模な土砂災害が生じた直前・直後で撮影されていないため次の 2 とおりについて整理した。

#### (1) 主要災害時の降雨指標

新規・拡大崩壊は土砂災害が生じた日を含む一連の降雨によって引き起こされたという前提に立って、①1983 年 9 月 28 日、②1999 年 9 月 15 日、③2006 年 7 月 17～19 日を含む一連の降雨データから各降雨指標を整理し最大値を抽出し崩壊面積との相関性を検討した。ここで一連の降雨データは、3 判読期間それぞれにおいて観測所毎に抽出し、ティーセン分割により観測所の雨量データから流域平均雨量を求めた。なお、一連の降雨とは、「土砂災害警戒避難基準雨量の設定手法」(国土技術政策総合研究所, 2001)に準じて、「降雨の前後に 24 時間以上の無降雨期間を有するひとまとまりの降雨」とした。

#### (2) 判読期間内における最大の降雨指標

空中写真撮影時期は 4 時期であるので判読期間は 3 期間となる。新規・拡大崩壊はこの期間内における最大の降雨指標によって引き起こされたという前提に立

ち、3 期間内で最大となる降雨指標を抽出し崩壊面積との相関性を検討した。降雨指標は 3 期間それぞれにおいて観測所毎に抽出しており、降雨データ抽出のタイミングは観測所毎に異なる。そのため、流域平均雨量については、各流域に含まれる観測所の値をそのまま用い、複数の観測所が含まれる場合にはその最大値、含まれない場合には、流域界から 4km 以内に存在する観測所の最大値を用いた。

### 6. 降雨と崩壊面積率の関係について

#### (1) 主要災害時の降雨指標と崩壊面積率の関係

崩壊については単位面積当たりの崩壊面積(崩壊面積率)で評価した。各期間の降雨災害発生日を含む一連の降雨による降雨指標と新規・拡大崩壊面積・箇所との関係については一定の傾向はみられない(図 2 中)。また、一般に崩壊面積は降雨量と正の相関を有すると考えられるのに対し負の相関を示すなど両者の関係が不明確である。

#### (2) 判読期間内における最大の降雨指標と崩壊面積率の関係

このケースにおいては(1)に比較すると降雨指標と新規・拡大崩壊面積率間に相関性がみられ、その傾向は長期的な降雨指標ほど強くなる(図 2 下)。一方で、流域平均雨量では一定の傾向は確認されない(図 3)。

#### (3) 梓川流域における降雨と崩壊の関係

以上より、3 判読期間全体でみた場合、判読期間内における最大の降雨指標を用いた方が降雨と崩壊の一般的傾向である正の相関が明瞭である。

降雨災害発生日を含む一連の降雨期間に着目した場合、流域毎の降雨指標の大きさにばらつきが大きく、流域単位では必ずしも降雨指標の最大値が抽出されていない。一方で、判読期間①～③における降雨指標毎の最大値については降雨指標と崩壊の間に相関が確認され、長期的な降雨指標になるほどその傾向が強くなる。なお、判読期間③に限定した場合は、一連の降雨期間に着目した結果においても降雨指標と崩壊の間に相関がみられる(図 2 上)。これは、例えば実効雨量(半減期 72 時間)を比較した場合、各期間における最大値と一連の降雨抽出期間における最大値が概ね等しく、降雨分布の傾向が類似しているためと考えられる(図 4)。これに対して判読期間②については、全流域とも主要災害時の降雨指標が判読期間内の降雨指標より小さい。また、判読期間①については、i)新規・拡大崩壊面積・箇所数が大きいこと、ii)大正池上流、霞沢、沢渡上流の降雨災害発生日を含む一連の降雨における降雨指標最大値が判読期間の最大値をとらえていない、iii)他流域の値に比べて小さい。以上の理由から、降雨と崩壊の相関性が明確となっていないものと考えられる。また、共通する要因として主要災害前の空中写真の撮影時期が考えられる。これは 2006 年 7 月の土砂災害(判読期間③)の場合、災害前の空中写真は約 3 年前であるのに対し、1983 年 9 月(判読期間①)と 1999 年 9 月(判読期間②)の土砂災害の場合、約 6 年前と

16 年前で相当の時間間隔がある事が影響している可能性がある。

## 7. まとめ

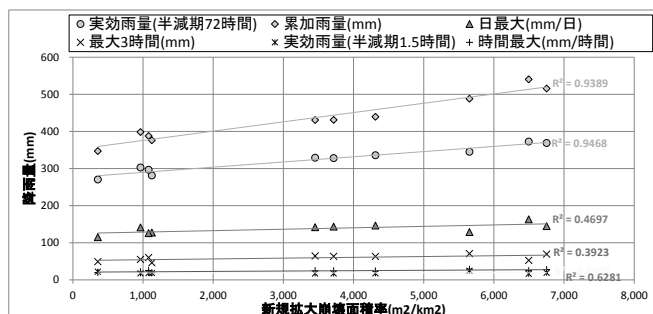
本検討では大規模な土砂災害が生じた直前に撮影された空中写真がないため限られた時期の空中写真を災害直前とみなして崩壊と降雨との関係について評価した。その結果、空中写真撮影期間内の最大の降雨指標の方が相関性が高い結果が得られた。一方、災害前の空中写真が災害発生時期に近い間隔で撮影されていた場合、災害発生の一連の降雨の最大を示す降雨指標が強い相関を示す結果が得られた。一般に、空中写真撮影に必要な作業期間の余裕をみて災害発生時期を予測することは困難である。本検討の結果からは降雨期前の空中写真が毎年または数年間隔で撮影されていた場合、異なる結果が得られた可能性がある。今後は顕著な土砂移動が生じた場合、直後に空中写真及びレーザ測量による定量的データの取得は当然として、できれば数年間隔で降雨期（例えば 6 月）前に災害発生時の初期データとして空中写真撮影及びレーザ測量が実施されることが望まれる。これにより土砂移動時期を挟んだ 2 時期について崩壊のみならず溪床における土砂移動についても定量的な比較検討、解析の精度が向上すると考えられる。また、降雨データ取得の高度化も望まれるところであり、これらにより効果的、効率的な砂防施設の計画・設計と今後の土砂災害の防止・軽減が図られることが期待される。

表 1 判読対象空中写真

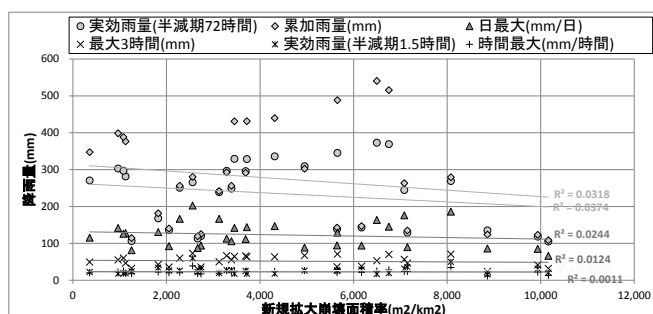
| 判読期間  | No. | 撮影年月       |       | 撮影機関      | 番号        | 縮尺       | 備考                    |
|-------|-----|------------|-------|-----------|-----------|----------|-----------------------|
| 判読期間① | 1   | 1977年9,10月 | 昭和52年 | 国土地理院     | CCB-77-10 | 1:15,000 |                       |
|       | 2   | 1983年10月   | 昭和58年 | 林野庁       | 83-37     | 1:16,000 | 昭和58年災害直後             |
| 判読期間② | 3   | 1999年10月   | 平成11年 | 松本砂防工事事務所 | CB-11-23  | 1:12,500 | 「平成11年度管内流域情報調査業務」で使用 |
| 判読期間③ | 4   | 2007年9,11月 | 平成19年 | 松本砂防事務所   | KY-1398   | 1:12,500 | 全域をカバーする最新空中写真        |



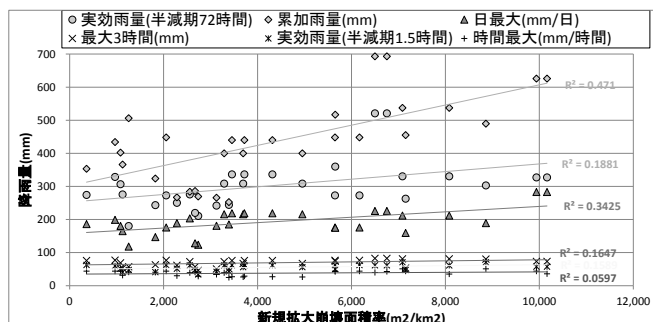
図 1 空中写真判読結果例（判読期間①）



【主要災害時の降雨指標】（判読期間③のみ）



【主要災害時の降雨指標】（判読期間①～③）



【判読期間内における最大の降雨指標】（判読期間①～③）

図 2 流域平均雨量と新規・拡大面積率の関係例

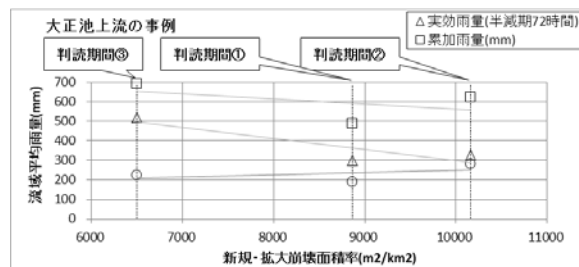


図 3 流域平均雨量と新規・拡大面積率の関係例

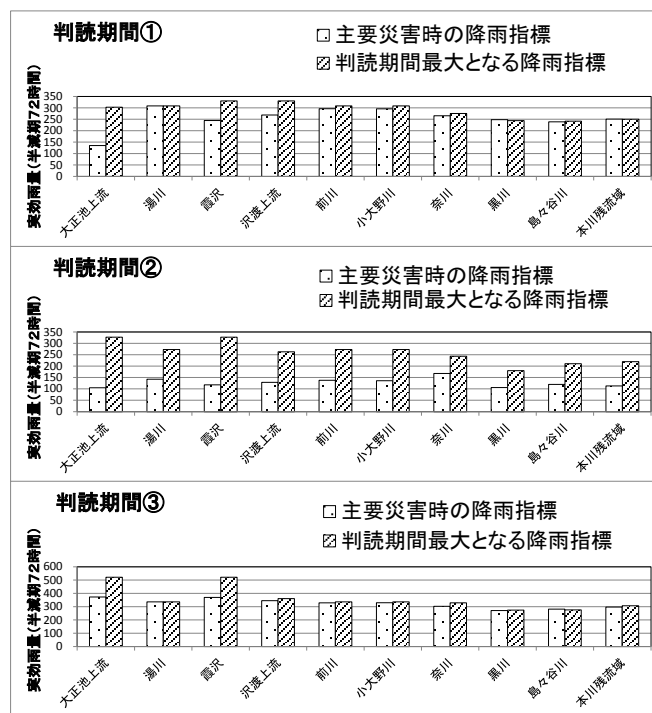


図 4 算出手法による降雨指標の比較例