

生産土砂量の発生確率分布に関する検討

国土交通省 福島河川国道事務所
砂防エンジニアリング株式会社

佐藤 要, 手代木 裕司, 須田 洋平
○渡部 真, 前海 眞司, 井野 伸彦

1 はじめに

大規模な崩壊による土砂生産は、発生頻度は非常に低いが、発生すると甚大な被害が想定される。このような現象を加味して計画対象現象を説明するためには、確率論的手法が有効である。本研究では福島河川国道事務所直轄砂防流域（松川，須川，荒川）を対象とし、大規模崩壊を含めた生産土砂量の発生確率分布を検討し、計画対象現象を説明するための基礎データとした。

2 検討手法

生産土砂量を発生様式，発生区域（流域または箇所），危険度により区分して算出した。なお、危険度とは計画降雨時の土砂生産の発生しやすさを表す。区分した各土砂量に対し、発生確率に相当する閾値を設定した。

発生させた乱数と閾値を比較して土砂生産の発生・非発生を判定し、発生土砂量を集計し生産土砂量とする。この計算を充分な回数反復した（モンテカルロシミュレーション）。生産土砂量と出現頻度の関係をグラフ化することにより、生産土砂量が特定値以下・以上となる確率を認識することができる。

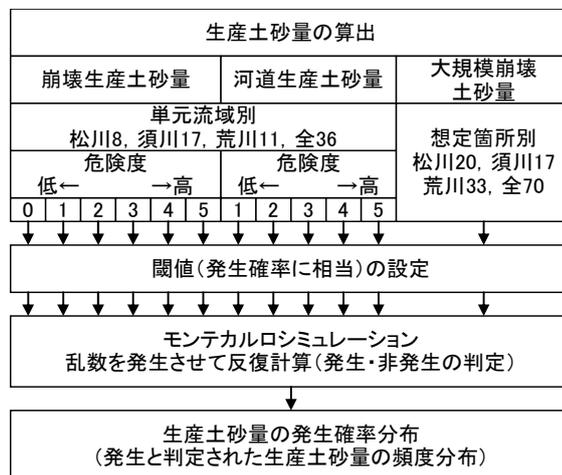


図-1 検討フロー

3 生産土砂量の算出と危険度評価

(1) 危険度別崩壊生産土砂量

崩壊発生の素因となる 11 要素について、過去 6 時期の崩壊実績（面積）との関係に基づき多変量解析を行い、回帰式を設定して 1 次谷単位の小流域毎に崩壊発生確率を算出した。この確率を 6 階級に区分し、崩壊発生危険度 0～5 とした。6 時期の崩壊実績から危険度毎に崩壊面積率を設定して崩壊生産土砂量を算出した。

(2) 河道生産土砂量の危険度区分

河道不安定土砂量の総量を、土砂生産形態別に以下の指標を基準とし、生産危険度により区分した。

土石流区間：崩壊発生危険度（上述），流送力（SPI），不安定土砂の分布面積

掃流区間：上流側土石流区間の危険度の平均値

(3) 大規模崩壊生産土砂量の算出と危険度の設定

前兆となる微地形要素の判読に基づき危険斜面を抽出し（全 70 ヶ所）、生産土砂量を想定するとともに、AHP 法*により各抽出斜面の危険度を点数評価した。

4 閾値の設定

(1) 崩壊生産土砂量および河道生産土砂量の危険度別閾値

単元流域別，危険度別に閾値（土砂生産の発生・非発生の境界値）を設定した。危険度区分検討において、単元流域より小さい 1 次谷単位の小流域で崩壊発生確率を設定したが、危険度毎の崩壊発生確率の最大値と最小値の平均値（p）を閾値とした（表-1）。単元流域単位で見した場合、含まれる小流域数が多くなると発生と判定される確率は高くなるため、下式のとおり含まれる小流域数により補正した閾値も設定した。

$$P=1-(1-p)^n \quad P: \text{補正閾値} \quad p: \text{基準閾値} \quad n: \text{当該危険度区分の単元小流域数}$$

閾値は一義的に決定するのが困難であるため、複数ケースを設定してシミュレーションを行ない、それぞれについて 3 流域の特徴を比較した。

- ・ ケース A：p を閾値とする：危険度により明瞭な差をつける
- ・ ケース B：P を閾値とする：全体的に高く設定し、若干の差を付ける

(2) 大規模崩壊生産土砂量の閾値

大規模崩壊土砂量の閾値は、既往実績に基づき設定した。記録によると、対象地域で 20 世紀の 100 年間に 3 回

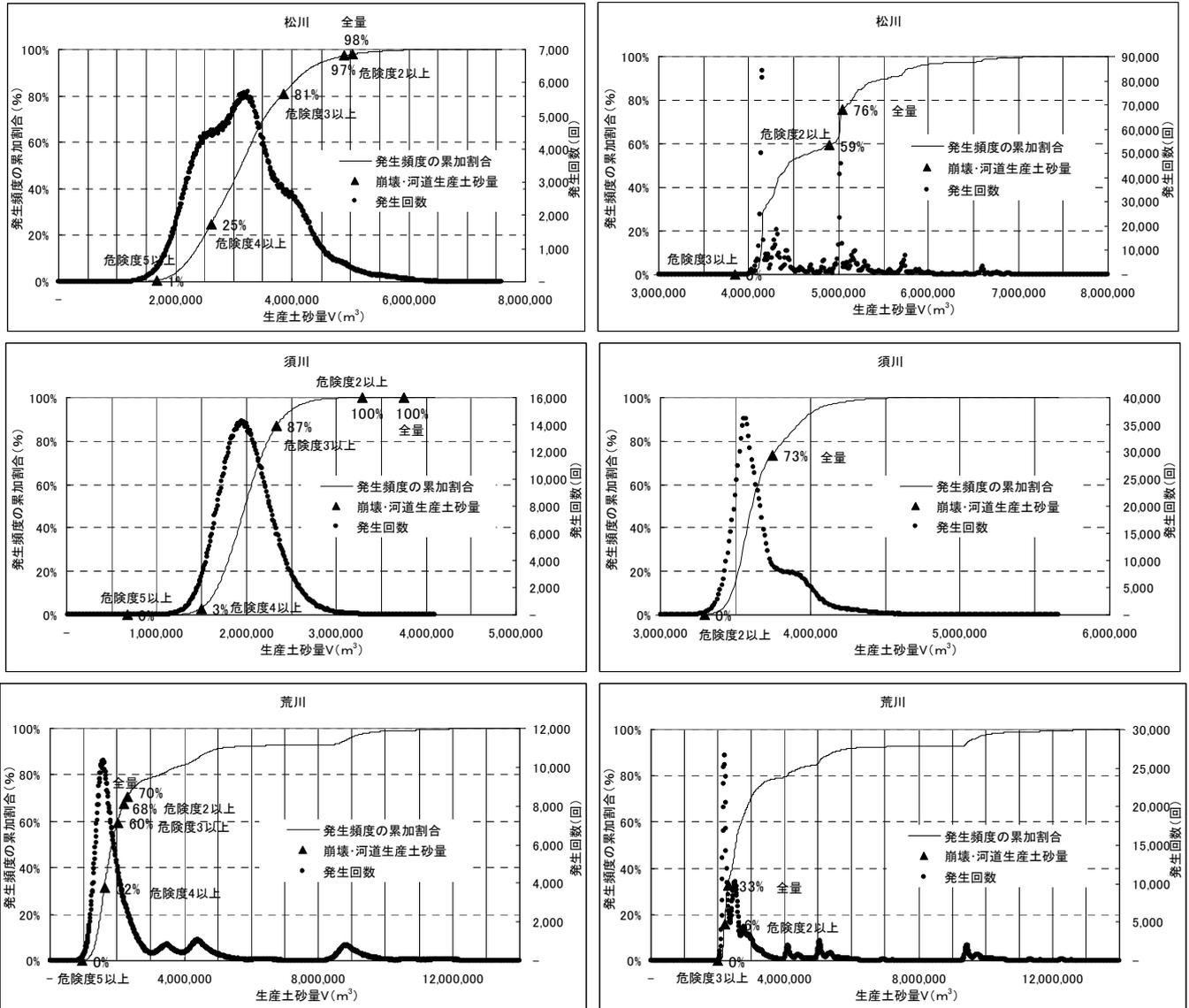
表-1 崩壊発生確率標準値

危険度区分	崩壊発生確率	最大と最小の平均値(p)
0	0.00 ~ 0.16	0.08
1	0.16 ~ 0.27	0.21
2	0.27 ~ 0.40	0.34
3	0.40 ~ 0.54	0.47
4	0.54 ~ 0.71	0.63
5	0.71 ~ 0.92	0.81

の大規模崩壊が発生していることから、全 70 ヶ所の閾値の合計値が 3 となるよう AHP 評価点の比で按分した。最大値は 0.081 であり、崩壊・河道生産土砂量の閾値の最小値と同程度である。

5 評価結果

モンテカルロシミュレーションの結果として算出した生産土砂量と発生回数(回)の関係を図-2 に示す。



ケース A (基準閾値)

ケース B (補正閾値)

図-2 生産土砂量と発生頻度

6 結論

図-2 には、危険度別崩壊・河道生産土砂量の発生頻度累加割合を示した(図中▲印)。これは、生産土砂量が当該土砂量以下で収まる確率である。この値から以下の特徴が明らかとなる。

- 1) ケース A では生産土砂量が「危険度 2 以上」の量以内で収まる確率が 100%に近い(荒川を除く)。
- 2) ケース B では生産土砂量が「危険度 2 以上」の量を上回るが「全量」以内で収まる確率が高い。
- 3) ケース B では生産土砂量が「全量」以内で収まる確率は 70%以上である(荒川を除く)。
- 4) 荒川ではケース A, B とも「全量」を上回る土砂が生産される確率が他流域より高い。

1)~3)の特徴から、崩壊・河道生産土砂量の全量を計画生産土砂量とすることが妥当と判断した。ただし、4)の特徴から、荒川については大規模崩壊に対応した計画の必要性が示唆される。

(参考文献)

*八木浩司・檜垣大助ほか(2009):空中写真判読と AHP 法を用いた地すべり地形再活動危険度評価手法の開発と阿賀野川中流域への適用. 日本地すべり学会誌, vol. 45, no. 5, p. 358-366