

# がけ崩れの災害リスク評価手法の検討

国土交通省 国土技術政策総合研究所 ○桂真也・富田陽子・小山内信智  
応用地質株式会社 井出修・和田博

## 1. はじめに

毎年がけ崩れにより甚大な人的・物的被害が出ているが、急傾斜地崩壊危険箇所における対策施設の整備率は約 25% (平成 18 年度末) と非常に低い水準にとどまっている (全国治水砂防協会、2008)。効率的に対策を推進するためには、がけ崩れによる災害リスクを分析し、それに基づいて対策の内容や優先的・積極的に施設整備を行う箇所を決定するのが望ましいが、がけ崩れ災害リスクを定量的に評価する手法は確立されていない。

国総研砂防研究室では、がけ崩れ災害の位置、規模、基岩地質、誘因イベント、被害状況等に関する情報を昭和 47 年から収集しており (がけ崩れ DB)、平成 19 年までに約 19,000 件のデータが蓄積されている (小山内ら、2009)。本研究では、これらのデータを活用して降雨によるがけ崩れ災害のリスク評価手法を構築し、モデル地区への適用を行った。

## 2. 評価手法の開発

### 2.1 全体構成

本研究では、損害保険の分野で開発されてきたリスクカーブ法 (兼森、2000) を用いることとした。リスクカーブとは、横軸に予測される損失、縦軸にその損失が発生する年超過確率をとって、分析対象物のリスクを表現した曲線である。

本手法の全体構成を図 1 および図 2 に示す。リスクカーブはハザードカーブとロスカーブから作成される。ハザードカーブは現象の規模 (本研究では崩壊土量を用いる) と年超過確率との関係を表した曲線であり、がけ崩れの発生規模と頻度を関係づける斜面崩壊発生頻度モデルから作成される。一方、ロスカーブは崩壊土量と予測損失額・被災者数との関係を表した曲線であり、がけ崩れによる家屋被害／人的被害／災害復旧事業費を予測する損失予測モデルから作成される。

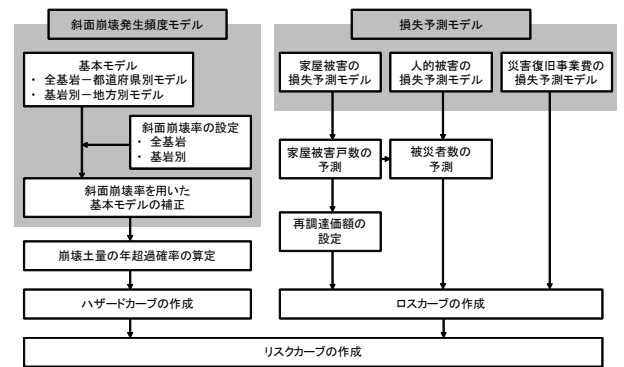


図 1 本手法の全体構成

### 2.2 ハザードカーブ

斜面崩壊発生頻度モデルについては、がけ崩れ発生の場合を考慮できるよう、基岩種類を考慮せずに都道府県のみを考慮した全基岩—都道府県別モデルと、基岩 (7 種類) と地域 (8 地方) の両方を考慮した基岩別—地方別モデルの 2 種類を作成した。いずれも、その対象エリア内で発生するがけ崩れは、がけ崩れの発生しうる斜面の面積 (素因の大きさ) に支配されると考えられるため、発生頻度を面積比係数 (= 単位面積 (後述) / 崩壊地面積) で補正した。

がけ崩れ DB を用いて、崩壊土量  $V$  が  $v$  を超えているがけ崩れの年平均発生回数  $n(v)$  をプロットすると、図 3 に示すように  $v$  の小さな領域については  $v$  と  $\log n(v)$  の間に直線関係が認められた。よって、 $\log n(v) = a - bv$  の関係が成り立つ。ここで  $a$  は頻度係数、 $b$  は規模係数であり、回帰分析により決定できる。ただし、 $a$  は斜面個々の崩れやすさを表していると考えられるが、こうして得られた値は対象エリアにおける平均的な値であるため、評価対象斜面の勾配から求まる斜面崩壊率 (がけ崩れ DB から設定) を用いて補正することとした。以上から、 $V$  の確率密度関数を求めることができる。

ハザードカーブの作成にあたって、まず対象斜面をメッシュに分割する。このときの 1 メッシュの面積が、上述の面

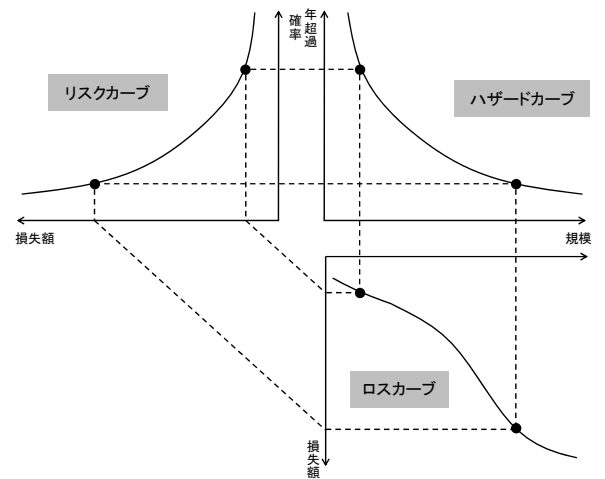


図 2 ハザード／ロス／リスクカーブの関係

積比係数における単位面積となる。その上で、任意の発生確率に対する急傾斜地下端部への到達土量をそれぞれ集計し、ハザードカーブを作成する。

### 2.3 ロスカーブ

がけ崩れによる被害のうち、家屋被害については、がけ崩れ DB から保全対象家屋に対する全壊／半壊／一部損壊それぞれの被災家屋の割合(家屋被災率  $h$ )を求め、 $v$ と  $h$ の関係を被害関数として設定した。個別の斜面に適用するにあたっては、既知である保全対象家屋数に、被害関数から得られた  $h$ を乗じて被災家屋数を求めることになる。

人的被害については、家屋被害によって生じるものと仮定し、被災家屋数(全壊／半壊／一部損壊の合計値)から死亡／負傷それぞれの被災者数を求める被害関数を、がけ崩れ DB を用いて設定した。

災害復旧事業費については、平成 20 年度の災害関連緊急急傾斜地崩壊対策事業費の実績値を用いて  $v$ と事業費との関係をプロットし、回帰分析により被害関数を設定した。

以上、設定された被害関数を用いてロスカーブを作成する。家屋被害については、想定される再調達価額に各被災レベルに応じた損失率(全壊 100%、半壊 50%、一部損壊 20%と仮定)を乗じたものを各被災レベルにおける一戸当たりの損失額とした。人的被害については、貨幣換算する手法が必ずしも確立されていないため、被災者数の予測にとどめた。災害復旧事業費については、上述の被害関数そのままロスカーブとなる。

### 2.4 リスクカーブ

ハザードカーブとロスカーブからリスクカーブが作成される(図 1、2)。リスクカーブから、任意の年超過確率に対する損失の大きさや、最悪ケース(リスクカーブと横軸との交点)における損失の大きさが読み取れる。また、リスクカーブと縦軸・横軸で囲まれた部分の面積が年間期待損失(年間平均損失)である。

## 3. 本手法の適用事例

本研究で開発したリスク評価手法を用いて、宮崎県内にある急傾斜地崩壊危険箇所におけるがけ崩れ災害リスクの評価を行った。この危険箇所の斜面勾配は  $41^\circ$ 、保全対象家屋は 17 戸である。また、現地調査によると、がけ崩れの危険性のある地層は、層厚 4~5 m 程度の火山砕屑物(火山灰質粘性土)である。

斜面崩壊発生頻度モデルとして、基岩別一地方別モデルを用いた。火山砕屑物一九州地方モデルの  $a = -1.9863$ 、 $b = 0.0024$ (図 3)だが、斜面勾配から求まる斜面崩壊率を用いて  $a$ を補正し、 $a' = -2.0125$ となる。対象斜面を 10 m × 10 m のメッシュに分割し、任意の年超過確率に対する斜面下端部への到達土量をそれぞれ求めた。その上で、宮崎県内の急傾斜地崩壊危険箇所 I の全面積に対する既往の全崩壊面積の比を考慮したハザードカーブを作成した。また、ロスカーブの作成に必要な再調達価額は、対象箇所での平均的な述べ床面積と床面積当りの工事費をもとに、統計資料から一戸あたり一律 15,600 千円とした。

ハザードカーブおよびロスカーブから得られた家屋被害および災害復旧事業費のリスクカーブを図 4 に示す。年間期待損失額は 12,457 千円であることや、 $1/50$  の確率で約 280,000 千円、最悪ケースで 400,000 千円以上の損失の可能性があることなどが分かる。

## 4. おわりに

本研究では、個々の急傾斜地崩壊危険箇所における統計的・確率論的なリスク評価手法を開発した。本手法は、年間期待損失等をもとにした対策施設整備の優先度評価だけでなく、対策効果・整備レベルの評価、事業評価・投資効果分析などへの適用も期待される。

【参考文献】全国治水砂防協会(2008)砂防便覧、pp.724; 小山内ら(2009)国総研資料 No.530; 兼森孝(2000)土木学会誌、Vol. 85、No.7、p.13-17

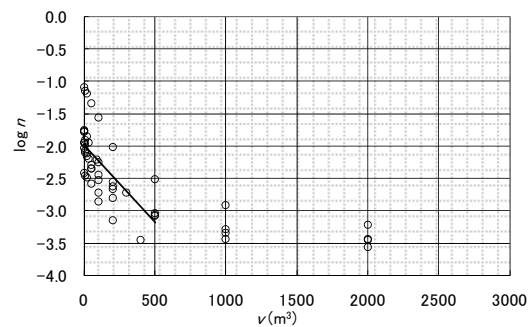


図 3 斜面崩壊発生頻度の基本モデル

(一例として、火山砕屑物一九州地方モデル)

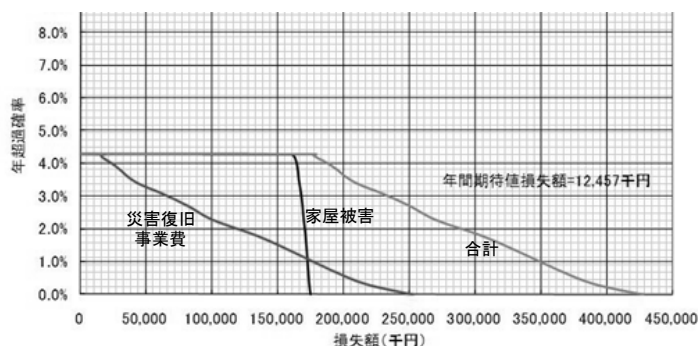


図 4 適用地区におけるリスクカーブ