

## 包絡分析法を用いた土砂災害警戒区域の客観的整備優先順位決定

九州大学 学〇 吉田峻

九州大学 F 安福規之 正 石藏 良平

西日本技術開発株式会社 正 小林 央宜 正 大石 博之

## 1.はじめに

国土のおよそ7割が山地である日本では、大雨による急傾斜地の崩壊、土石流や地滑りなどの土砂災害が頻発している。こうした土砂災害を防ぐために山岳部では古くから砂防施設の整備が進められてきた。しかし土砂災害が懸念される膨大な数の危険区域に対し、全て砂防整備を行うことは予算的に不可能である。そこで限られた予算を有効的かつ効率的に利用して公共事業としての説明責任を果たせることのできる砂防施設整備を行うために整備事業を行う危険箇所の優先順位を決定することが必要となる。<sup>1)2)</sup>

本研究では各危険区域の地形、地質及び環境要因データから災害発生の危険性を示す危険度を、災害から保全されるべき人家や公共施設の重要性を示す重要度をそれぞれ算出し、新たな基準によって各要因データを客観的に評価できる包絡分析法<sup>3)</sup>を用いて優先順位決定を行うと共に、得られた結果の妥当性を示す。

## 2.順位決定の手法

本研究では平成29年7月の九州北部豪雨(図-1)により斜面崩壊が多く見られた福岡県朝倉市の6河川(奈良ヶ谷川、北川、寒水川、白木谷川、乙石川、赤谷川)の流域で、福岡県県土整備部が定める土砂災害警戒区域指定箇所の中で急傾斜地の崩壊が懸念される6河川計114箇所の土砂災害警戒区域(図-2)を優先順位決定の対象とした。

各区域のデータは福岡県県土整備部が所有する朝倉市の区域調書を基とし、地形要因8項目、地質要因3項目、環境要因2項目の計13項目に対してカテゴリ分けの基準(表-1)を設定し、各危険区域の各項目のデータがそれぞれどのカテゴリに属するのかを確認した。

また、平成29年7月九州北部豪雨発生以前の災害発生履歴を利用し、発生確率を算出した表(表-2)を作成した。(表-2)から各危険箇所の危険度を得た。

重要度については前述の区域調査を基に評価基準として危険区域内の人家戸数、道路及び河川の長さや橋梁及び公的施設・災害時要援護施設の個数の計5項目を採用し、各データを整理した。

優先順位決定に関わる全ての要因を公平に評価するために各要因の生の値をそのまま用いずにデータの値を偏差値に改める標準化を行った。



図-1 九州北部豪雨の赤谷川



図-2 対象とする土砂災害警戒区域

各危険区域の標準化された危険度及び重要度を、包絡分析法のプログラムを利用して各危険区域の優先順位を算出した。包絡分析法ではそれぞれ標準化した危険度と重要度に対して適切な重み(ウエイト)付けを行い、最も有利になる重み付けを行うことで順位を評価した。

表-1 カテゴリ分けと基準

要因	カテゴリ区分									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
地形要因	最大勾配(°)	0~39	40~49	50~59	60~69	70~				
	平均勾配(°)	0~29	30~39	40~49	50~59	60~				
	最大高さ(m)	0~9	10~19	20~29	30~39	40~				
	平均高さ(m)	0~9	10~19	20~29	30~39	40~				
	斜面方位	北	北東	北西	東	西	南西	南東	南	
	斜面形状	凹凸自然斜面	尾根自然斜面	自然斜面	人工斜面	直線斜面	尾根地形斜面	谷地形斜面	谷及び尾根地形斜面	凸型尾根斜面
	下端延長(m)	0~49	50~99	100~149	150~199	200~				
危険危険面積(m <sup>2</sup> )	0~4999	5000~9999	10000~14999	15000~19999	20000~					
地質要因	地表状況(樹木)	広葉樹及び針葉樹	広葉樹	針葉樹	無					
	地表状況(その他)	草本類及び竹	草本類	竹	植生無し					
	地盤状態	砂質土~硬質土	砂質土	土質混在						
環境要因	土地利用	耕地	水路	溜池	無					
	伐採	有	無							

そこで得られた優先順位を平成29年7月の九州北部豪雨において実際崩壊の発生した危険区域と比較し、優先順位の上位の危険区域で崩壊が多く発生していることについて比較検討した。

表-2 発生確率表

要因	カテゴリ区分								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
地形要因	最大勾配(°)	0	0.0189	0.1053	0.0833	0			
	平均勾配(°)	0	0.06	0.0508	0	0			
	最大高さ(m)	0.0714	0.0357	0.1034	0.0556	0			
	平均高さ(m)	0.0385	0.1064	0	0	0			
	斜面方位	0.1	0	0	0.0625	0	0.1	0.0833	0.067
	斜面形状	0	0	0.04	0	0.0682	0.0714	0.5	0
	下端延長(m)	0	0	0.1905	0	0.0769			
危険危険面積(m <sup>2</sup> )	0.0256	0.1111	0.0455	0.091	0.0417				
地質要因	地表状況(樹木)	0.15	0.0294	0.027	0.0435				
	地表状況(その他)	0.25	0.0769	0.0714	0.0179				
	地盤状態	0.0185	0.0862	0					
環境要因	土地利用	0.0617	0	0	0.0326				
	伐採	0	0.06						

3. 結果・考察

本研究では危険度を算出するにあたり13項目のデー

タからより客観的な危険度の算出を目指したが、朝倉市内の6河川114箇所という少数の危険区域を対象としたため、危険度算出において最大では斜面形状カテゴリ7の0.5、最小では地質状態その他のカテゴリ4の0.0179など危険度の偏りが生じた。

偏りを減らし、より正確で客観的な危険度算出を行うためには対象とする範囲を広げ、数千単位の危険区域からデータを取得する必要があると考えられる。

また包絡分析法による計算時の危険度、重要度の偏りを軽減して客観的な順位の決定のために包絡分析法の領域限定超CCRモデルにおいて地盤工学的要素を取り入れた新たな数学的手法により限量を決定する必要性があると考えられる。

謝辞: 本研究を行うにあたり、福岡県県土整備部砂防課のご協力と資料提供をいただきました。ここに感謝の意を表します。

【参考文献】

- 1) 海原 荘一、荒川 雅生、佐藤 丈晴、中山 弘隆、古川 浩平: 包絡分析法を用いた客観的な急傾斜地崩壊対策施設整備優先順位設定法, 砂防学会誌, Vol.57, No2, p39-47, 2004
- 2) 福田 友久、大石 博之、井上 亘、西尾 陽介、古川 浩平: 包絡分析法による土砂災害危険箇所評価に基づく砂防施設整備事業の優先順位検討, 砂防学会誌, Vol.61, No1, p11-20, 2008
- 3) Charnes, A Cooper W.W. Rhodes, E: "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operational Research, 2, p.429-444, 1978