

社会基盤の総合的リスクマネジメント（その2）：飛騨圏域を対象とした道路斜面危険度評価

岐阜大学 正会員 ○本城 勇介, 町田 裕樹, 森口 周二
浅野 憲夫, 原 隆史, 沢田 和秀, 八嶋 厚

1. 斜面危険度評価の方法

斜面危険度の定義: アセット総合リスクマネジメントにおける道路斜面のリスクを、『対象圏域の道路斜面における「落石・崩壊」, 「岩石崩壊」の生起確率と, そのために生じる各種損失の積』と定義する. $\Sigma R = \Sigma D \times P$

ここに, P: 「落石・崩壊」, 「岩石崩壊」の生起確率, D: 各種損失の合計, R: 個別斜面のリスクである.

本研究では, 上記リスク評価の内, 「落石・崩壊」, 「岩石崩壊」の生起確率を, 斜面危険度として評価する.

使用データ: 本斜面危険度評価で用いるデータは, 「安定度調査表」と「落石事故データ」の2種類ある.

①「安定度調査表」は, 道路防災対策のため 1996 年度に全国で実施された道路斜面の総点検の際, 専門家が「落石・崩壊」と「岩石崩壊」崩壊因子について記録したものである. 対象地域では, 約 3000 箇所の斜面が, この調査の対象となった(表-1). ここで, 「落石・崩壊」は, 浮石や転石が落下する形態で, 個数でカウントするものを, 「岩石崩壊」は, 基岩が剥離・崩壊するような形態で, 崩壊体積の大きなものをそれぞれ点検対象としている. また, 安定度調査表は, 調査対象となった全斜面について, 専門家が調査表に決められた項目を点検し, それぞれに定められた評点に従って, 斜面を点数化している(「総合評価」と呼ぶ.). さらに調査対象全斜面は, 専門家により「要対策」, 「カルテ対応」, 「対策不要」の3段階に分類される. このデータを基に, ロジスティック回帰分析により斜面崩壊の要因(パラメータ)を選択し相対的な斜面危険度を推定する.

②「落石事故データ」は, 2004 年度から 2008 年度までの5年間に, 対象地域で実際に発生した落石事故データである. このデータは, データ数の上では調査表の数と比べるとかなり少ないが, 評価対象事象の生起データであり, 斜面の危険度を直接示しており, 絶対的事実として評価に考慮する必要がある. ただし, すべての落石事故が点検対象斜面(「調査対象斜面」と呼ぶ.)で発生したとは限らないため, 点検箇所外の斜面(「調査対象外斜面」と呼ぶ.)で発生する事故データの取扱いには, 注意が必要である. このデータを基に, 相対的にランキングされた斜面危険度を絶対的な危険度に変換する方法を提案する.

表-1 に, 地域別の調査斜面件数, また落石事故がそれぞれのカテゴリーでいくつ発生したかを示した. 事故には, 調査対象斜面以外で発生したものが, 全発生事故件数の4割を占めている. 今回の解析ではこの分は, 調査対象斜面の斜面危険度を含め, 斜面危険度の評価が過少にならないように配慮した.

評価方法: 本研究の斜面危険度の評価は, 安定度調査表に基づき, 被説明変数を 0-1 (非破壊-破壊) 変数とし, 調査票の各評価項目を説明変数とする, ロジスティック回帰分析により対象全斜面の相対的な危険度(相対危険度)を推定した. このとき, 被説明変数を, 「要対策」, 「カルテ対応」, 「対策不要」の3つの範疇の相対的な比率に基づいた「代表累積度率 (Y)」とした. 第2に推定された相対危険度が, 2004 年度から 2008 年度までの5年間に報告された事故データ(絶対的事実)と一致するように, 危険度をキャリブレーションし, 個々の斜面について絶対的な危険度(絶対危険度)を推定した.

表-1 地域別落石事故件数

地域名	総合評価	調査斜面数 Ni		小計	対象斜面 事故数 N _F	平均 危険度 =N _F /N _i	N _F "=N _F × (N _{落石又は岩石 崩壊} /N _i)		対象外 事故数 N _{OF}	全事故 数
		落石・ 崩壊	岩石 崩壊				落石・ 崩壊	岩石 崩壊		
下呂	要対策	186	51	237	5	0.021	3.92	1.08	7	24
	カルテ対応	399	68	467	12	0.026	10.25	1.75		
	対策不要	204	10	214	0	0.000	0.00	0.00		
	小計	789	129	918	17		14.18	2.82		
高山	要対策	275	109	384	7	0.018	5.01	1.99	17	31
	カルテ対応	517	380	897	7	0.008	4.03	2.97		
	対策不要	133	36	169	0	0.000	0.00	0.00		
	小計	925	525	1450	14		9.05	4.95		
古川	要対策	277	35	312	11	0.035	9.77	1.23	16	35
	カルテ対応	126	20	146	5	0.034	4.32	0.68		
	対策不要	186	11	197	3	0.015	2.83	0.17		
	小計	589	66	655	19		16.91	2.09		
総計		2303	720	3023	50		40.14	9.86	40	90

キーワード リスクマネジメント, 斜面リスク, 落石, 統計解析, データベース

連絡先 〒502-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科 TEL 052-293-2462

2. 解析結果

相対危険度評価：表-2 は、古川地域モデルの選択された説明変数を示したものである。このモデルでは、「履歴」、「変状」、「表層の状況」に関する項目から変数が選択された。特に、小落石、根曲がり、ガリ侵食など当該斜面に見られる現在の変状に関する項目が多く抽出され、これは直感的に理解しやすい。

このようにして、選択した地域モデルによって推定した古川地域の斜面の相対危険度を図-1 に示す。図-1 は、推定された各斜面の相対危険度を頻度図で示したものであり、相対危険度が 1 に近いほど危険な斜面である。「対策不要 $Y=0.16$ 」の斜面は、多くが相対危険度 0.5 以下に分布しており、「要対策 $Y=0.76$ 」、「カルテ対応 $Y=0.42$ 」の斜面とはある程度分離されている。しかし、「要対策」と「カルテ対応」の斜面は、「要対策」斜面が $P_s=0.65$ 付近に集中しており、「対策不要」のそれと比べると、分離の程度は僅かに低い。ここに示していないが、高山、下呂地域においても同様に、「対策不要」はほかの 2 つのカテゴリーからかなり明確に分離されたが、「要対策」と「カルテ対応」のデータは分離の程度が低い結果となった。

絶対危険度評価：絶対危険度の頻度分布を地域別に比較してまとめたものを図-2 に示す。これによると、古川地域は他の 2 地域に比べ落石崩壊危険度の高い斜面が多いことが分かる。また、岩石崩壊の危険度は、落石崩壊のそれと比較して、どの地域でも低いことが分かる。これは、事故データと調査斜面数の影響を反映したためである。

3. 結論

本研究の結論は、次のようになる。

- 1) ロジスティック回帰分析を用いて、専門家による斜面の総合評価要因を抽出したロジスティックモデルを作成し、対象 3 地域の斜面の相対危険度を推定した。
- 2) 推定した相対危険度を、事故データに基づいてキャリブレーションする方法を提案し、絶対危険度を推定した。

本研究の結果は、社会基盤の総合リスクマネジメント研究の一部をなすものであり、道路斜面の途絶による社会的費用、復旧・補修費用等と合わせ、道路斜面の対策優先順位意思決定の方法を提案する。

参考文献：

- 1) 本城他：岐阜県飛騨圏域を対象とした道路斜面危険度評価、土木学会論文集（C 部門）投稿中,2010.

表-2 古川地域モデルパラメータ

変数名	回帰係数 β	オッズ比	t-値	X^2 値	デビアンズ残差	AIC
ダミー変数	-0.93	0.40	-2.51			
小落石	0.49	1.63	1.57	0.00		
ガリ侵食	-0.66	0.52	-1.69	0.21		
表面の被覆状況 (植生主体)	-0.23	0.80	-0.91	0.00		
表面の被覆状況 (植生、構造物)	-0.63	0.53	-2.55	0.05		
根曲がり	0.36	1.44	1.73	0.96	120.45	144.45
被災の頻度・程度区分 (対策工の効果なし)	-0.31	0.73	-1.51	0.01		
被災の頻度・程度区分 (対策工の効果は万全でない)	0.86	2.36	2.14	0.03		
表土及び浮石・転石の状況 (不安定)	1.11	3.04	3.77	0.00		
表土及び浮石・転石の状況 (やや不安定)	0.61	1.84	2.24	0.02		
その他変状	0.42	1.52	1.41	0.15		

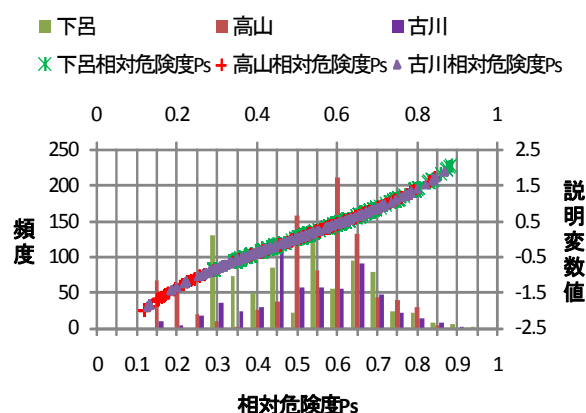


図-1 各地域の相対危険度分布

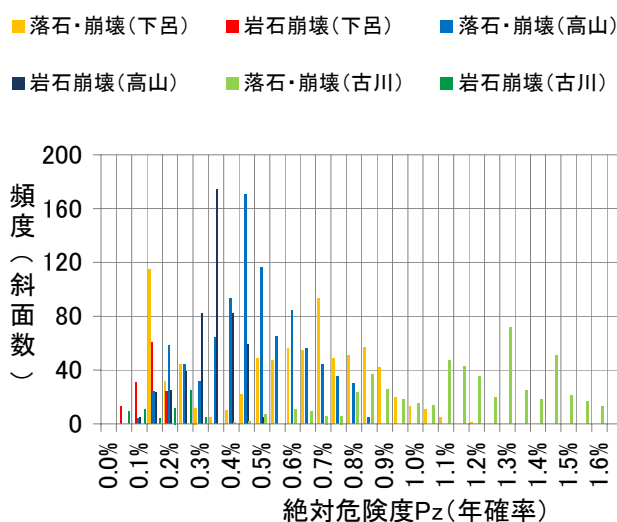


図-2 絶対危険度地域比較