

# 岐阜県を対象とした道路斜面危険度評価

岐阜大学 学生会員 ○木村謙太  
 岐阜大学 正会員 本城勇介  
 岐阜大学 正会員 大竹雄  
 岐阜大学 正会員 浅野憲夫

## 1. 背景と目的

本研究は岐阜大学で進めている、リスクに基づく、社会基盤整備の維持管理に関する戦略的に意思決定する手法の開発の一貫として、道路斜面の落石に関する危険度評価を行うものである。本研究では本城他(2011)の研究をもとに、特に、落石・崩壊と岩石崩壊の安定度調査表の点検項目の重要性について重点的に考慮し、どのような項目が道路斜面の危険度に影響を及ぼすか考え、ひいては、斜面点検項目の改善について検討する。

## 2. 研究の流れ

### 2.1 使用するデータ

今回斜面危険度評価を行うにあたり使用するデータは、道路防災点検において専門家による各種点検対象項目の評価の結果を記述した安定度調査表(1996年度)である。その点検項目は表1に示す通りである。

表 1 安定度調査表点検項目 1)

落石・崩壊		
項目	地形要因	土地・地質・構造要因
内容	G1: 崖錐地形	崩壊性の土地
	G2: 崩壊跡地、遑急線明瞭	崩壊性の岩質
	G3: 台地の裾部、脚部侵食、オーバーハング、集水型斜面、土石流跡地など	流れ盤
	G4: 尾根先端など凸型斜面、オーバーハング	不透水性基盤上の土砂など
項目	表層の状況	形状
内容	表土及び浮石・転石の状況	勾配
	浮石・転石が不安定なやや不安定	高さ
項目	表面の被覆状況	隣接するのり面・斜面の変状
	当該のり面・斜面の変状	落石、崩壊、亀裂、はらみ出し、その他変状
内容	肌落ち、小落石、ガリ侵食、洗風、ハイビング孔、陥没、はらみ出し、根曲がり、倒木、亀裂、開口亀裂、その他対策工の変状	
	現象・前兆	亀裂等の状況
内容	開口亀裂の規模	硬い岩
	連続する水平系、亀裂の方向	軟い岩
項目	岩相の組み合わせ	流れ盤受け盤
	上部硬質/下部軟質	流れ盤
内容	上部軟質/下部硬質	受け盤
	全体が軟質	なし
項目	地形	地下水・降雨
	のり面斜面の傾斜	凍結融解・湧水
内容	岩壁の高さ	湧水・氷柱
	斜面型	
内容	遑急線	
	要因以外	
項目	対策工(共通)	履歴(落石・崩壊)
内容	既設対策工の効果の程度	被災の頻度・程度区分
項目	地震時の安定性(落石・崩壊)	総合評価(共通)
内容	安定	要対策
	不安定	カルテ対応
		対策不要

岐阜県ではこれらの情報を GIS による道路防災点検データベースに集約し、危険個所情報などの効率的把握に努めている。ここでは、「安定度調査表」のほか、斜面の管理者や所在地等を記した「基本・区間情報」、調査地点のスケッチなどを記した「箇所別点検記録表」、危険斜面の注目点や変状の経年変化を記述した「防災カルテ様式 A~C」などがある。

### 2.2 既往の研究<sup>2)</sup>

本研究グループでは、岐阜県飛騨圏域(下呂、高山、古川)約3000箇所の点検データをもとに道路斜面の相対危険度求め、落石データをもとに絶対的危険度を求めた。図1は相対危険度の分布である。この研究は、調査票の点検項目を0・1変換したカテゴリーデータをロジスティック回帰分析(1)式によって

相対危険度を求めた。

そして、専門家による総合評価(「要対策」、「カルテ対応」、「対策不要」)を斜面数に応じて配分した値(「代表累積頻度率」と呼ぶ)を被説明変数 Y として、説明変数 X を安定度調査表の斜面崩壊要因項目として、斜面の相対危険度  $P_S$  を推定するモデルを作成した。

$$P_S = \frac{1}{1 + \exp\left(-\underline{x}^T \underline{\beta}\right)} \quad (1)$$

$P_S$ : 斜面相対危険度

X: 斜面崩壊要因

$\beta$ : 回帰係数

ここで扱う説明変数 X は、すべてカテゴリーデータである。通常説明変数が3つ以上のカテゴリーを持つ場合には、2値変数(「ダミー変数」と呼ぶ)を導入することで、ロジスティック回帰モデルの一般性を失うことなく、解析することができる。

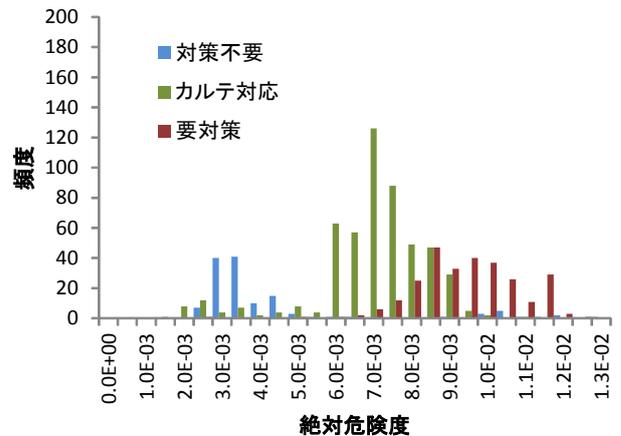


図 1 相対危険度分布

### 2.3 本研究の方法

本研究では、点検項目の影響度や重要性について、統計的かつ地盤工学的に考慮することを目的としている。どのような項目が道路斜面の危険度に影響を及ぼすか、斜面点検項目の改善について検討するには、斜面点検項目(説明変数)が相対危険度(被説明変数)にどれくらい寄与するかを明確にしないといけない。そこで、説明変数と被説明変数の関係性が明確となる線形モデル(2)式を採用する。

$$P_S = \left(-\underline{x}^T \underline{\beta}\right) \quad (2)$$

$P_S$ : 斜面相対危険度

X: 斜面崩壊要因

$\beta$ : 回帰係数

図2は町田らの研究を再現する際にロジットモデルと線形モデルの関係をみたものである。図2よりロジスティック分布と正規分布は、実際上ほとんど同じ相対危険度を与えることが分かる。よって、その取扱いの容易さと、その形状がロジット関数と実質的に大差ないことにより、重線形回帰分析を用いて解析を行う。解析は前回の解析と同様に、県の土木事務所ごとに行った。

### 2.4 評価手法

線形重回帰分析により対象全斜面の相対的な危険度を推定し、モデル選択を行い、最適なモデルを選択し、回帰係数等のパラメータを推定した。

一般的に、パラメータ数の多い複雑なモデルは、与えられたデータに対する当てはまりが良いが、予測に安定性を欠く。そこで最適なモデル選択する一つの方法は、「情報量規準」の導入である。

本研究で用いるのは、「ベイズ情報量規準」(BIC)である。この規準は、回帰モデルが多くの項を含みすぎることに対してペナルティを課するものである。これに加え、パラメータのt値や決定係数やAICといった指標を基にモデル選択を行った。

### 3 飛騨地帯の解析結果

図3は下呂地域の相対危険度を推定した結果である。山岳地帯である飛騨圏域(下呂・高山・古川)の解析結果で抽出された回帰係数を図4に示した。さまざまな項目が抽出されるが山岳地帯であることに着目すると、土質・地質・構造の項目が共通して主に選ばれる結果となった。これは、飛騨圏域の山の斜面は、土質・地質・構造が類似していることに起因していると考えられる。

また調査表にない項目だが、道路種別と整理状況が相関をもつことも分かった。

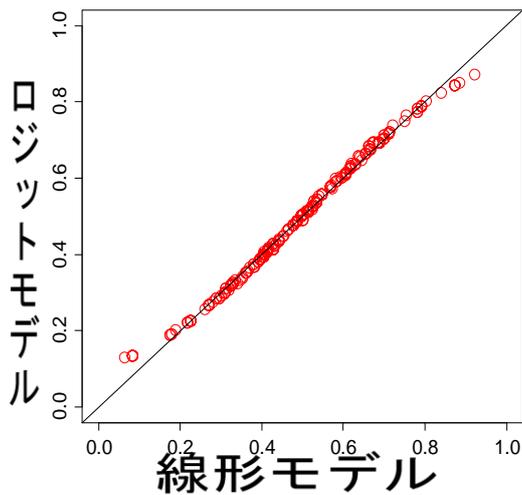


図2 線形モデルとロジットモデルの相関図

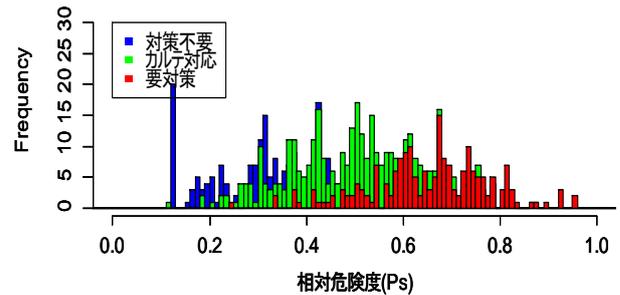
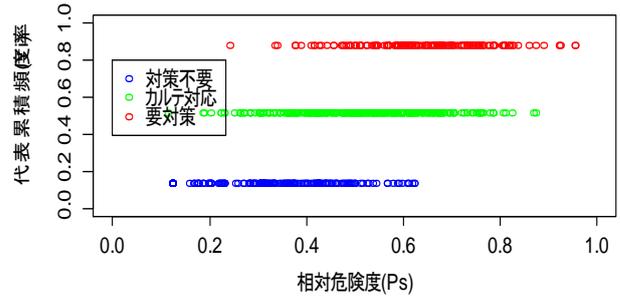


図3 下呂における総合評価に対するヒストグラム

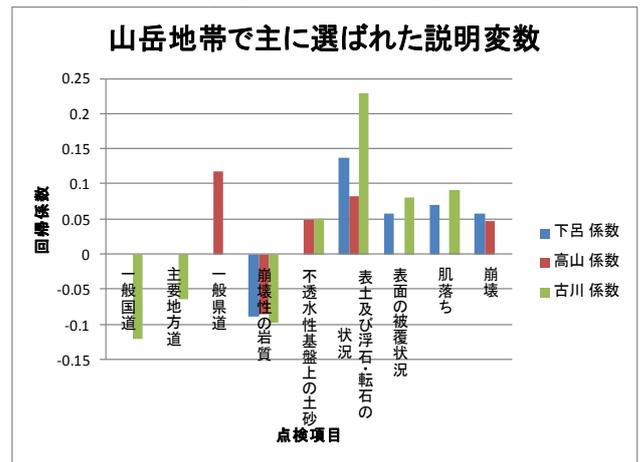


図4 山岳地帯での解析結果

### 3. 今後の課題と展望

線形モデルによる相対危険度評価の有用性を確認し、点検項目の影響度や地域性について、概略の整理結果を示した。発表時には、以下の視点についても述べる予定である。

- 1) 相対危険度に影響を及ぼす項目の抽出とその影響程度の定量化
- 2) 得られた回帰係数を用いた主成分分析により地域性の確認や指標の縮尺化の検討
- 3) 以上を踏まえて、現在の安定度調査表の問題点の抽出、新しい安定度調査表の提案

### 4. 参考文献

- 1) (財)道路保全技術センター：平成8年度 道路防災総点検要領 豪雨・豪雪など (監修・建設省道路局)
- 2) 町田 (2011)：本城・町田・森口・原・沢田・八嶋(2011) 土木学会論文集 C, Vol67, No.3, PP.299-309