

和歌山県における南海トラフ地震の斜面崩壊による孤立性評価

法政大学大学院 学生会員 ○穂積克樹
 法政大学 正会員 酒井久和
 香川大学 正会員 梶谷義雄

1. 研究背景, 目的

地震時の孤立化は、救助の遅れや、長期化による生活必需品の不足という命に関わる問題を引き起こす。そのため、中山間地の孤立化の原因となる斜面の対策は喫緊の課題である。しかし、斜面崩壊が予測される全ての斜面に対策を行うことは、国や地方自治体の限られた予算の面から考えても現実的でない。そこで本研究では、孤立性評価手法の有効性を過去の地震時の被害を基に検討した上で、想定地震時の道路ネットワークの持続性の検討を行う。そして、孤立化の発生を防ぐために優先して対策を行う箇所を選定を試みる。

2. 研究方法

2.1 対象地震

本研究の有効性の検証は2004年新潟県中越地震で行う。また、孤立性評価は今後30年以内に70~80%の確率で起こると予測されている南海トラフ地震時の和歌山県を対象に行う。

2.2 斜面崩壊確率評価式

本研究の斜面崩壊確率評価式は、近野ら¹⁾が算出した法面と自然斜面における評価式を用いる。評価式には、法面と自然斜面の状況・変状について記録した防災カルテ・安定度調査表の項目、PGV（地表面最大速度）、勾配の値を代入する。そのため、現状の道路斜面の状況を反映した崩壊確率の算出が追加の調査を行うことなく可能である。

2.3 PGV

新潟県中越地震時のPGVについては、Pulido & Matsuoka²⁾の算出分布を使用する。また、南海トラフ地震については「内閣府 南海トラフの巨大地震モデル検討会」が予測した工学的基盤における最大速度のデータをIDW（逆距離加重補間）により内挿して、J-SHISの表層地盤の地盤増幅率を考慮することでPGVを算出した（図1参照）。

2.4 勾配

基盤地図情報ダウンロードサービスより得た国土地理院の基盤地図情報数値標高モデルをもとに、平均最大法を用いて各地点の勾配を算出した。

2.5 孤立性評価手法

各傾斜面の崩壊確率をもとに、2地点間の途絶確率を式(1)を用いて求める。ただし、本研究における「途絶」は、「地震による斜面崩壊で道路が通行不能になる状態」を指す。

$$P=1-\prod_{i=1}^n (1-r_i) \dots (1)$$

ここで、 P ：途絶確率、 r_i ：斜面崩壊確率、 n ：2地点沿いの斜面の個数である。

3. 孤立性の検討

2004年新潟県中越地震時に多くの集落で孤立化の被害が多発した旧山古志村を含む長岡市において、防災キーワード 途絶確立、南海トラフ地震、孤立性評価、斜面崩壊、道路ネットワーク、和歌山県

連絡先 〒162-0843 東京都新宿区市谷田町 2-33 TEL 03-5228-1406

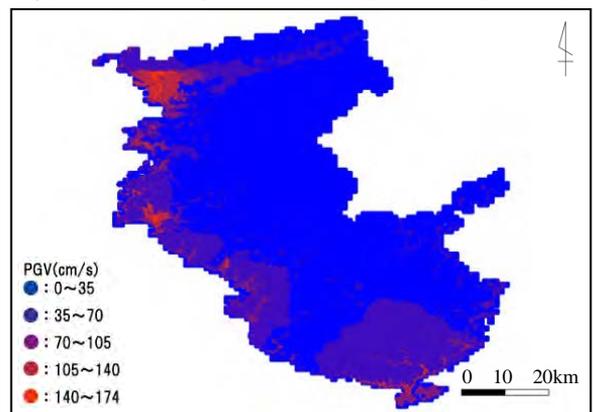


図1 想定南海トラフ巨大地震のPGV分布

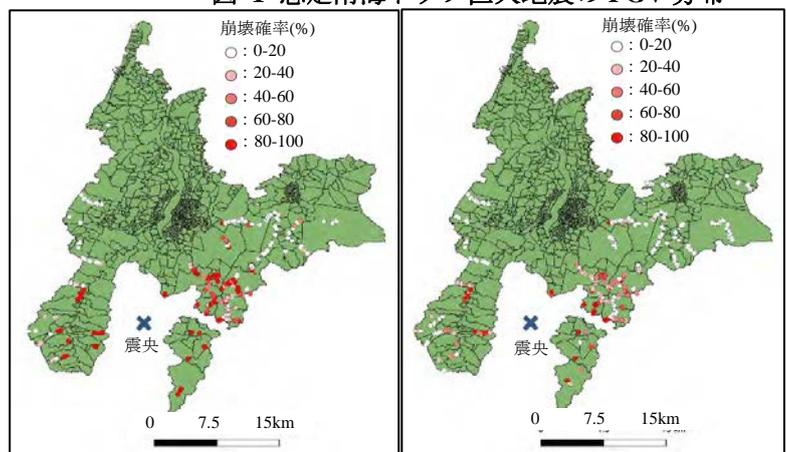


図2 長岡市法面崩壊確率

図3 長岡市自然斜面崩壊確率

ルテ・安定度調査表, PGV, 勾配をもとに, 2.2の方法を用いて各地点の斜面崩壊確率を図2・図3のように求めた. そして, 式(1)より各路線の途絶確率を算出し, 手法の妥当性の検討を行った. 途絶確率のボーダーの設定方法として, 次の4つの手法についての検討した. ①途絶的中率と非途絶的中率の平均が最大になる時の確率, ②想定される誤判別が最も少なくなる時の確率(ミニマックス法), ③途絶頻度が上昇し始めた確率60%, ④ROC曲線の作成による誤判別時の平均が最少となる確率. 各手法の評価結果を表1に示す.

4. 南海トラフ地震時の和歌山県の孤立性の評価

和歌山県内の緊急輸送道路について, 孤立性の評価を行う. 提供を受けた1,028箇所の防災カルテ・安定度調査表の情報, PGV, 勾配をもとに, 2.2の方法を用いて各地点の斜面崩壊確率を算出した. 図4, 図5に結果を示す. また一例として, 災害時の防災拠点「田辺市 龍神行政局」と「備蓄基地(災害救助物資保管場所)」を結ぶ2ルートを対象の孤立性評価を行った. この際斜面崩壊確率のボーダーは, 表1で最も安全側の①の56.4%とした(的中率80.5%). 両ルートのうち斜面崩壊確率の最大値・途絶確率表2に示す. この途絶確率は, ボーダーより高く被災時に途絶する可能性が高い. そこで, 経路1・経路2で安定が危惧される点検箇所について, 対策工を行なったと仮定する. 対策後の斜面崩壊確率の最大値と途絶確率を表2に併記する. 対策後の途絶確率は, いずれの経路もボーダー値56.4%の1/2未満であり, 被災時でも途絶する可能性が低いと想定される. また, 経路1と2では, 経路2の途絶確率が低いことから, 経路2の斜面へ優先的に対策工を施すことで地震後の道路ネットワークの機能性を確保される可能性が格段に向上すると考える.

5. 結論

本研究では, 防災カルテ, 安定度調査表, PGV, 勾配を用いた孤立性評価手法について提案を行った. 新潟県中越地震時の斜面崩壊確率と路線の途絶確率を算出し, 妥当性の検討を行った. また, 途絶確率の正確度とボーダーを示し, 南海トラフ地震時の和歌山県における斜面崩壊確率を計算した. さらに, 一例としてある地点を結ぶ2つのルートについて孤立性評価を行い, 優先的に地震対策を行う方法を示した.

参考文献

- 1) 近野玲央・酒井久和・梶谷義雄: 防災カルテを用いた長野県北部地域における斜面の信頼性評価と孤立地域の予測, 土木学会年次学術講演会講演概要集, Vol.72, I_106, 2017.
- 2) Pulido, N. and Matsuoka, M.: Broadband Strong Motion Simulation of the 2004 Niigata-ken Chuetsu Earthquake: Source and Site Effects, Third International Symposium on the Effects of Surface Geology on Seismic Motion, Grenoble, France, Vol.1, pp.657-666, 2006.

表1 評価結果 (%)

手法	ボーダー	的中率	特異度	再現度
①	56.4	80.5	74.3	85.7
②	94.6	76.6	77.1	76.2
③	60.0	77.9	74.3	81.0
④	58.3	83.2	77.9	80.0

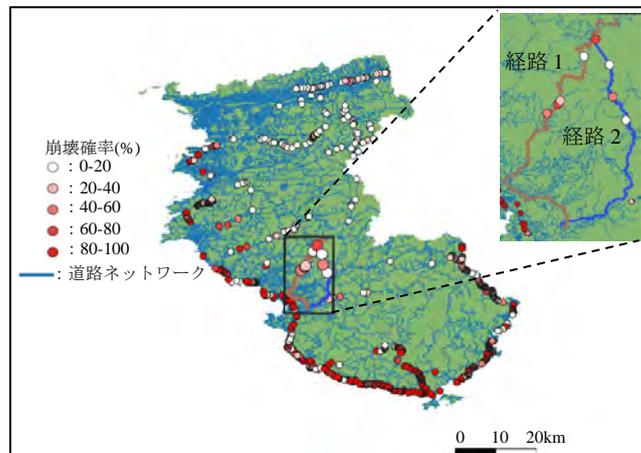


図4 和歌山県法面崩壊確率分布

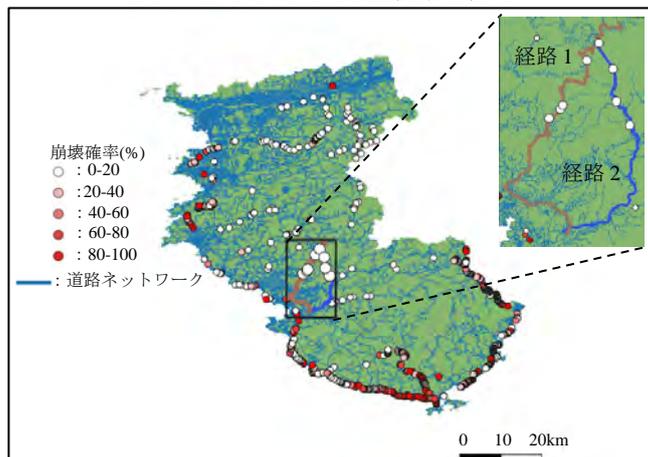


図5 和歌山県自然斜面崩壊確率分布

表2 孤立性評価算出結果 (%)

	経路1	経路2
①斜面崩壊確率最大値(対策前)	65.1	51.1
②途絶確率(対策前)	94.6	59.0
③対策した場合の斜面崩壊確率の最大値(対策後)	23.9	12.6
④対策した場合の途絶確率(対策後)	50.3	29.6