

中山間地における地震時集落孤立可能性指標に関する分析

神戸大学大学院工学研究科

正会員

○ 鋤田 泰子

神戸大学大学院工学研究科

フェロー

高田 至郎

神戸大学工学部

非会員

津田 沙織

1. 目的

新潟県中越地震では 60 の集落孤立が発生したが¹⁾、同様の形態、地勢を有する集落は全国で約 6 万に上る²⁾。中山間地における集落の地震時孤立の問題は、アクセス道路が斜面崩壊などの被害によって閉塞することに起因する。しかし、事前に孤立の可能性が高い集落が明らかになれば、効率的な地震対策を進めていくことが可能となる。本稿では、新潟県中越地震における中山間地域の道路閉塞分析を行い、さらに集落の孤立可能性予測指標について検討した。

2. 中山間地域における道路閉塞分析

新潟県中越地震では、地震被害によって道路が閉塞し、小千谷市・旧山古志村をはじめとする震源地域の集落へ地震直後アクセスできない状態に陥った。さらに、孤立した集落の 95% が山間地に位置していたことが報告されている¹⁾。

本研究では小千谷市、十日町市、川口町、長岡市南東部、旧栃尾市南部、旧山古志村、旧小国町東部の幅員 3m 以上の道路を対象にして被災分析を行った。被害に関連する項目に地質、傾斜角度、震度を取り上げ、対象道路を含む 200m 四方のメッシュにそれぞれの値を設定した。図 1 は分析データの一例として傾斜角度の分布を示している。傾斜角度は、標高データを用い、隣接するメッシュに含まれる標高の差から平均的に算出されるものである。現地調査から図 1 は傾斜地の状況をよく表していることを確認している。道路被害については、本地震で土砂災害等により閉塞された 64 箇所³⁾を扱った。数量化分析では、総数 8,049 個のメッシュデータを用いて、地質、傾斜角度、震度の要因の組み合わせごとに一メッシュあたりの被害率(%)を算出し、その被害率を目的変数とした。表 1 は数量化分析の結果を示しており、傾斜角度や震度が大きくなるにつれて被害率が高くなり、泥岩のような地質ほど被害を受けやすいことがわかった。さらに、表 1 の結果を用いて震度ごとに道路メッシュの閉塞率表を作成した (表 2 参照)。

以降の分析では、閉塞率 2.6%以上をランク C、0 以上 2.6%未満をランク B、0%未満をランク A として扱う。

3. 優先道路危険度指標

中山間地域の道路網に関しては、都市域の道路網と比べて、集落へのルートが物理的に少ないこと、また集落周辺の道路上で斜面崩壊の危険度が高いことが挙げられる。本地震で孤立し

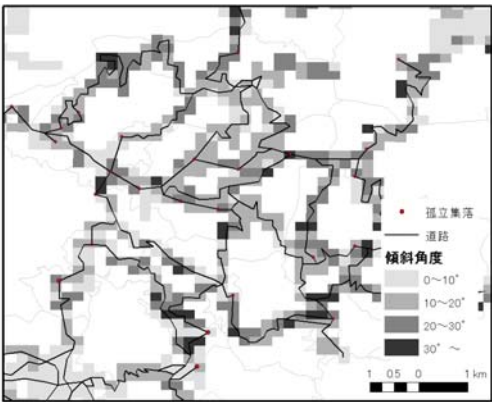


図 1 孤立集落周辺の傾斜角度(一例)

表 1 数量化分析による関連項目の道路メッシュの閉塞率(%)

項目	係数	レンジ
傾斜角30° 以上	3.1	0~3.1
傾斜角20~30°	1.9	
傾斜角10~20°	1.2	
傾斜角0~10°	0	
地質1: 鮮新世-砂質泥岩	3.9	0~3.9
地質2: 中新世-暗灰色塊状泥岩	3.1	
地質3: 更新世-シルト・砂・礫	1.7	
地質4: 鮮新世-砂質シルト岩等	1.5	
地質5: 更新世-礫・砂・シルト	1.1	
地質6: 完新世-礫・砂・シルト	0	
震度7	0.2	-3.0~0.2
震度6強	-1.5	
震度6弱	-0.3	
重相関係数R	0.747	

表 2 道路メッシュ(200×200m)の道路閉塞率(%)表(震度 7 の場合)

	傾斜角度			
	30° 以上	20~30°	10~20°	0~10°
地質1	10.42	9.15	8.48	5.19
地質2	6.45	5.18	4.52	3.31
地質3	5.02	3.75	3.08	1.87
地質4	4.82	3.54	2.88	1.67
地質5	4.44	3.17	2.5	1.3
地質6	3.35	2.07	1.41	0.2

キーワード

孤立集落, 道路閉塞, 中山間地, 新潟県中越地震

連絡先

〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1 神戸大学大学院工学研究科 TEL078-803-6047

た集落の多くも道路上にほぼ直列的に立地しているため、複数の代替ルート of 信頼性を考慮しても、最終的には集落に近接する道路の閉塞危険度によって左右されることになる。そこで、2.で分析した道路閉塞分析結果を用いて、周辺の市街地から集落への道路閉塞の危険度を評価し、さらに集落の孤立については地震時に最も安全で優先すべき道路の連結率に基づいて分析する。

方法として、メッシュあたりの平均道路長が 125.18m であることから、道路長あたりの閉塞率に読み替え、各メッシュの道路長を考慮しながら集落と市街地の病院までの連結性問題に帰着させた。集落から病院までの複数のルートの中で最も連結率の高いルートを最優先道路として、そのルートの連結率を最優先道路危険率と定義した。本地震で孤立した 60 の集落と孤立しなかった 33 の集落について最優先道路危険率を算出した。図 2 は孤立集落の最優先道路危険率を示している。危険率の指標の特徴として、市街地から離れた集落ほど、傾斜のある区間が多くなり、最優先道路危険率が高くなることからわかる。

次に、孤立した集落と孤立しなかった集落の危険率の頻度分布がそれぞれベータ分布に従うとして分布のパラメータを推定した(図 3)。孤立しなかった集落では危険率が 20%程度と低く、孤立した集落は危険率が 40~100%の間で確率分布が高くなっている。孤立した集落のグループは市街地までの距離が長く、斜面地域の道路が多かったために最優先道路危険率が高かったといえる。

集落が孤立しなかった場合の危険率の確率分布が震度 6 弱以上の震度階の地域の他の集落の危険率の分布と同一であると見なすと、ベイズの定理を用いて最優先道路危険率と孤立発生率との関係が図 4 のように導ける。孤立発生率とは、ある危険率をもつ集落の中で孤立した集落の比率を示している。最優先道路危険率が 60%を過ぎると、孤立発生率が急に高くなることからわかる。孤立発生率を一集落の孤立発生確率として見なせば、孤立発生率は孤立可能性を示す一つの指標といえる。今後の地震対策の目安であるが、孤立発生率 10%以上となる集落を孤立危険として定義すれば、最優先道路危険率が 46.5%以上になる集落を対象に孤立対策を考えるということも一つの方法であるといえる。

4. まとめ

新潟県中越地震における道路閉塞と孤立した集落について分析を行った。提案する指標を他の地域に適用するには、それぞれの値についてさらに詳細に照査する必要があるが、道路閉塞の危険度を予測して最優先道路指標を用いことによって孤立可能性を評価できることを示すことができた。

参考文献

- 1) 内閣府：中山間地等の集落散在地域における地震防災対策の検討 参考資料，2004.
- 2) 内閣府：全国の孤立可能性のある集落の集計，2004.
- 3) 土木学会：土木学会平成 16 年新潟県中越地震災害緊急調査団，報告書

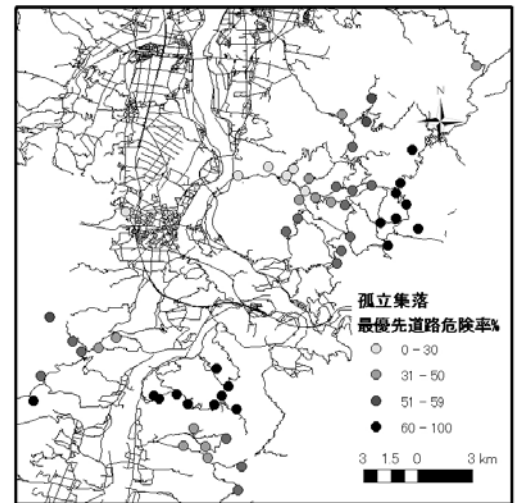


図 2 孤立集落の最優先道路危険率

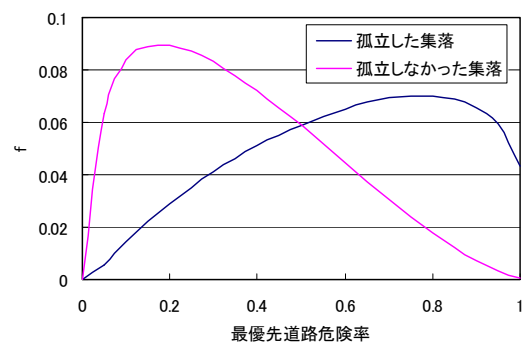


図 3 孤立集落の最優先道路危険率分布

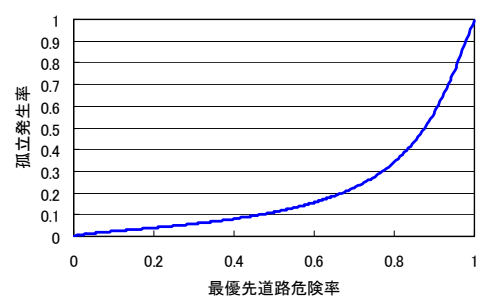


図 4 孤立発生率と最優先道路危険率との関係