

# 中越地震の孤立集落と道路網の代替性に関する研究

環境システム工学課程 都市交通研究室 橋本和典  
指導教員 松本昌二  
佐野可寸志  
土屋 哲

## 1. はじめに

10月23日17時56分頃に新潟県中越地方の深さ約10kmでマグニチュード6.8(暫定)の地震が発生し、最大震度6強を観測した。これにより山間部の旧山古志村(現長岡市)を中心に土砂災害を引き起こし多数の交通止め箇所が発生したために61箇所の孤立集落が発生した。出発地点から目的地までの最短経路が途絶しても道路網は代替ルートがそれに代わる経路としてそれをフォローできるという代替機能が存在する。南らはこの性質を経路代替性とよび経路代替性指数として評価した。山間部の地域では安全な平地までの脱出経路をより多くもつような代替性の高い集落が孤立の危険性が低いと思われる。そこで本研究は旧山古志村の集落を対象とし、経路代替性から集落の孤立危険性を評価し、孤立解消に向けた復旧リンクの優先度を検討する。

## 2. 経路代替性からみた集落の危険性評価

経路代替性指数とはある都市の道路網が途絶減少に対してどの程度対応力のある構造をしているのかを評価する指標で、本研究では次式により算出する。

$$RI = R_s \sum_n \frac{1}{R_n}$$

RI ; 経路代替指数

Rs ; 最短距離

$R_n$  ; n 番目経路の距離

対象地域は、旧山古志村(長岡市)の集落を対象とし、目的地は図-1のオレンジで示す国道とする。対象とする各集落を表-1に示す。赤線は国道291号である。

## 2.4 代替性からみた集落の危険性評価

無数の経路を数え上げてしまうため代替性算出時に経路距離の最大値として制限距離を設定し、それ以内の経路を対象経路とする。図-2のような結果がえられた。図-2は制限距離13kmの時点でも代替性が低かった(1)種苧原、(4)榎木、(13)小松倉と、(8)



図-1 山古志地図

表-1 対象集落

対象集落	(1)種苧原、(2)池谷、(3)大久保、(4)榎木、(5)桂谷、(6)油夫、(7)虫亀、(8)山中、(9)間内平、(10)竹沢、(11)菖蒲、(12)木籠、(13)小松倉、(14)梶金
------	--

山中の制限距離の変化による代替性の値を

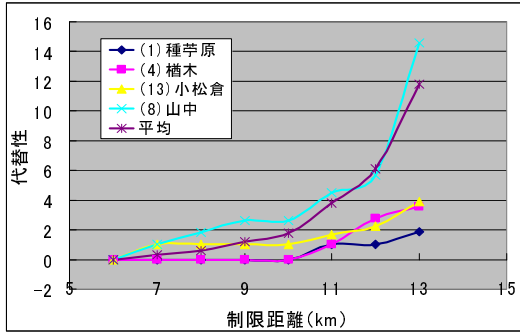


図-2 代替性算出結果

示したものである。(1)種芋原、(4)榎木、(13)小松倉のように代替性が低い集落は孤立の危険が高く、(8)山中のように代替性が高い集落は孤立の危険が低いと思われる。図-3に示すように孤立の危険が高い集落は道路ネットワークの外側に位置している。

### 3. リンク影響度

ここでは代替性の面から見た各リンクの重要性を検討する。そのリンク途絶時の代替性減少値の割合を求め、これをリンク影響度とする。影響度の高いリンクはそのリンクが途絶すると代替性を大きく減少させてしまうということになるので重要なリンクだと考える。リンク影響度は次式により算出する。

$$L_j = (Rd_n / RI) \times 100$$

$L_j$  : リンク影響度

$RI$  : 通常の道路ネットワークでの全集落の代替性

$Rd_n$  : リンク n 途絶による全集落の代替性の減少値

図-4 は制限距離 13km での全集落のリンク影響度の平均値を算出した結果である。図-5 に示すように最も影響度の高い 6 つの

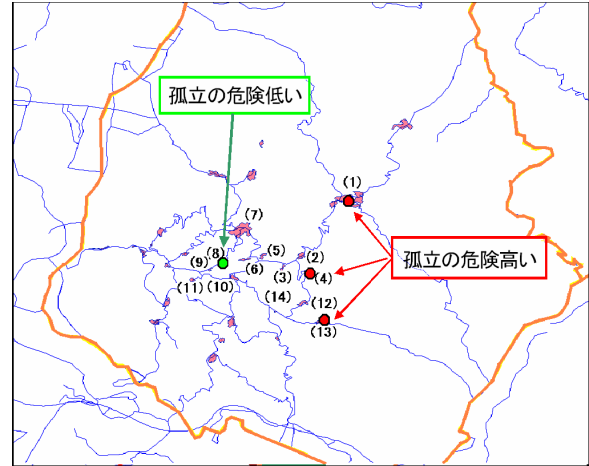


図-3 集落の位置

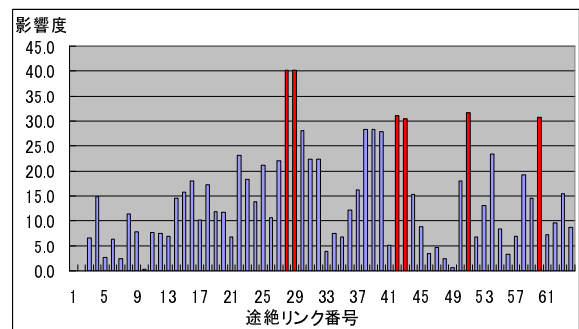


図-4 リンク影響度算出結果

リンクは国道 291 号を構成するリンクであった。災害時ではこのように重要性が高いリンクの復旧を優先させるべきだと思われる。

### 4. 途絶リンクの復旧優先度に関する考察

#### 4.1 被災度の算出

災害後の復旧において、重要なリンクを復旧したくても他のリンク途絶によりそこまでたどり着けないという問題がある。そこで、まずどこから復旧すればよいかという事を考える。実際の被害状況から集落郡に達する最も被害の小さい経路をもつ 1 つの目的地ノードを被災度により選定する。被災度は目的地となるノードから最短集落までの経路の被害の大きさを表し、次式により算出する。

$$HD = H_s + 1.5H_b$$

HD ; 被災度

H<sub>s</sub> ; 被害小の個数

H<sub>b</sub> ; 被害大の個数

図-6 は実際の被害状況を示す図である。▲が被害の大きかった、◆が被害の小さかった交通止め箇所である。ノード 101~113 の緑の経路に対する被災度をそれぞれ算出した。図-7 は各ノードの被災度と、目的地を各ノードのみに限定した場合の代替性である。これよりノード 106 が、被害が小さく代替性が高いことが分かる。ノード 106 は影響度の高いリンクで構成される国道 291 号の入り口でもある。よってノード 106 から国道 291 号をまず復旧させるべきだと考える。



図-5 影響度の高いリンク

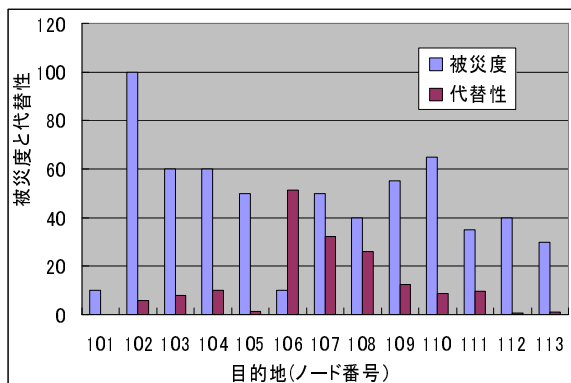


図-7 被災度と代替性

#### 4.2 目的地ノード 106 限定のリンク影響度

4.1 でノード 106 から国道 291 号を復旧すべきだと考えた。そこから最後に集落の孤立を解消するため、目的地となるノードを 106 に限定した場合の影響度を算出した。図-4 では全集落の影響度の平均値をとったが、図-8 はリンクごとに全集落の影響度の中から最大値を選び、示している。多くの集落で影響度が低くても、ある集落が 100% の影響度を示すリンクはそこが通らなければ確実にその集落が孤立状態にあることになる。よって、国道 291 号復旧後は、影響度 100% のリンクを目指した復旧を優先すべきだと考える。

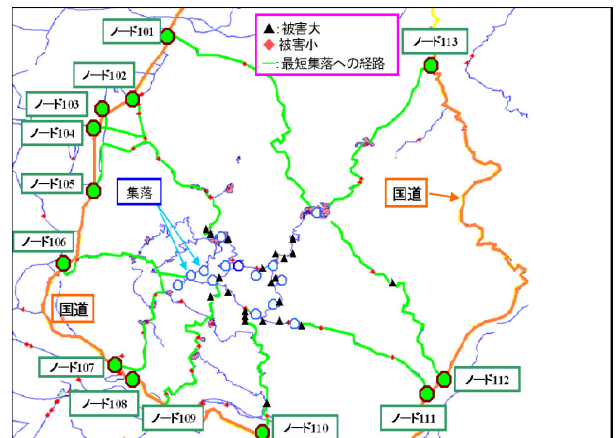


図-6 被害状況

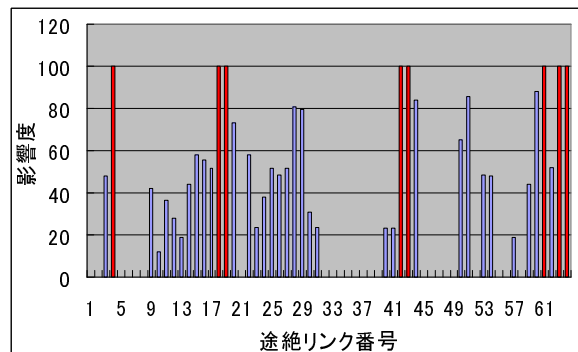


図-8 目的地ノード 106 限定のリンク影響度の算出結果

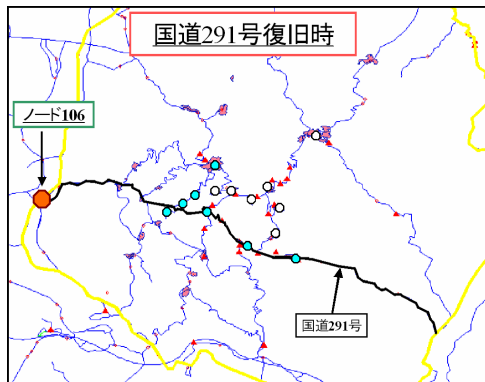


図-9 国道 291 号復旧時

#### 4.3 復旧手順

以上の結果から本研究では以下のような復旧順序により代替性の値から孤立の解消を確認する。復旧前はやはり全集落の代替性は0であった。代替性の値が1以上になれば孤立解消ということになる。

- ・図-9 は、まずノード 106～ノード 111 までの国道 291 号のリンクを全て復旧させた場合である。水色が孤立解消集落である。図この時点で半数の集落孤立が解消された。

- ・図-10 は、さらに影響度 100%のリンクを復旧させた場合である。緑の 4 集落の孤立が解消された。

- ・図-11 のように、残りのリンクを復旧させると残りの孤立も解消される。しかし (1) 種芋原は他の集落に比べ、はずれた道路ネットワーク上に位置している。そのため(1) 種芋原はピンクの経路を復旧させるなど、他集落とは別の復旧の仕方をとるべきだと考えられる。

#### 5. まとめ

- ・経路代替性指標  $Rik$  から見た山古志の集落の相対的な孤立危険性を評価した。

- ・リンク影響度から山古志の各リンクの重

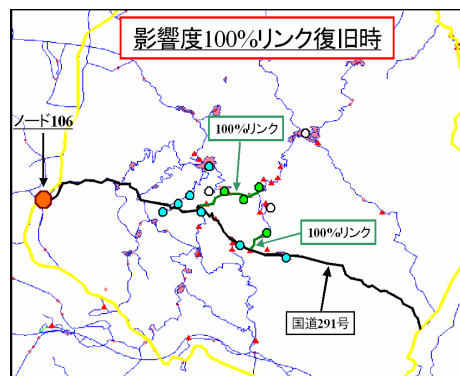


図-10 影響度 100%リンク復旧時

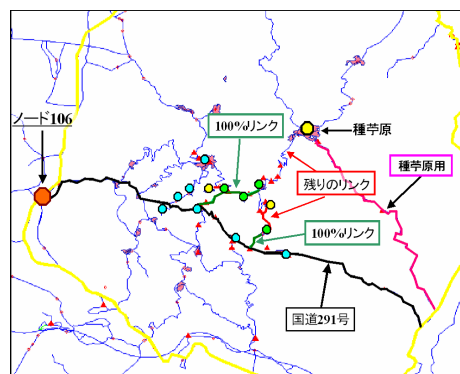


図-11 その他の集落の孤立解消

要性を示した。

- ・災害後の被災状況とリンク重要度からみた復旧順序を示した。

#### 参考文献

- 1) 南政昭,高野伸栄,佐藤一: 道路網における代替ルートの整備水準の評価法に関する研究, 土木学会論文集 No.530/IV-30,67-77,1996.1
- 2) 堀井雅史: 迂回度を用いた自然災害時における道路網の代替機能に関する評価方法, 日本都市計画学会学術研究論文集,第 31 回,1999 年
- 3) 新潟県長岡地域振興局災害復旧部: 元気だしていこー! 新潟 新潟県中越大震災のすがた