

北海道胆振管内を対象とした道路斜面災害リスク分析

Risk analysis of road slope disaster in the Hokkaido Iburi Subprefecture

室蘭工業大学 工学部 ○学生員 木村 柁(Shu Kimura)
 室蘭工業大学大学院 工学研究科 学生員 木村 直人(Naoto Kimura)
 室蘭工業大学大学院 工学研究科 正員 有村 幹治(Mikiharu Arimura)

1. はじめに

近年、わが国では記録的な豪雨や震災が頻発している。北海道においても、平成 28 年 8 月には道内アメダス 225 地点中 89 地点で月降水量の極値を更新¹⁾し、各地で堤防の決壊や浸水、土砂災害が発生した。また、平成 30 年 9 月 6 日に発生した北海道胆振東部地震では明治以降最大となる崩壊面積を記録した²⁾。

このような大規模な豪雨や震災が発生した際には、緊急車両や物資輸送のためのルートを確認することが重要である。そのためには道路や橋梁といった土木構造物の対策工事（ハード対策）の実施などを通して多重性・代替性のある交通ネットワークを構築することが求められる。しかし、ハード対策に関しては新たな宅地開発によって土砂災害が発生するリスクのある箇所が増加に対策工事が追いついていない³⁾。このような現状を鑑みると各種災害の被害者を減らすためにはハード対策と併せてソフト対策が重要になると考えられる。

ソフト対策の一つとしては土砂災害警戒区域などの指定があげられる。土砂災害防止法（正式名称：土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律）には土砂災害警戒区域、土砂災害特別警戒区域が明記されている。土砂災害警戒区域とは、急傾斜地の崩壊等が発生した場合に、住民等の生命又は身体に危害が生じるおそれがあると認められる区域であり、危険の周知、警戒避難体制の整備が行われる。また、土砂災害特別警戒区域とは急傾斜地の崩壊等が発生した場合に、建築物に損壊が生じ住民等の生命又は身体に著しい危害が生ずるおそれがあると認められる区域で、特定の開発行為に対する許可制、建築物の構造規制等が行われる。また、北海道強靱化計画では道内における警戒区域設定のための基礎調査を平成 31 年までに 100%完了させると目標を設定する⁴⁾など、土砂災害対策において重要な指標が定められている。

平時であれば集積拠点から道内各市町村の役所、庁舎等を最短時間で目指すと高速道路を通過する機会が多いが、北海道胆振東部地震では高速道路 4 路線 6 区間が一時通行止めとなった。そのため、最短ルートの代替となるものを予め想定しておく必要がある。

本研究の目的は胆振管内を対象に土砂災害警戒区域や浸水想定といった指標と Google マップ上で設定した最短ルートを用いた 2 点間の到達信頼性の評価の簡便な手法の提案である。それとともに、解析から判明した土砂災害や豪雨の対策を考える際の胆振地方の特徴をまとめて記す。

2. 関連研究

道路の信頼性については、様々な考え方があり、中でも連結信頼性は、土倉ら⁵⁾によると、リンク機能障害が確率的に発生するとしたとき、リンク障害の影響を受けずに目的地に到達できる OD 間でのトリップ確率を評価するものと定義されている。

例えば小林ら⁶⁾のように、ダイクストラ法とモンテカルロシミュレーションを組み合わせ、ローカルなネットワーク情報を集約近似したメソスケールネットワークを構築する手法や、原田ら⁷⁾の従来のミニマルパス・カット手法での問題点を緩和するために巡回路等のパスを順次拡大することで必要最低限のパスからなる限定ネットワークを選定する手法などがある。いずれも連結信頼性を評価する際の課題となる実際の道路ネットワークへの適用を可能としたものである。

連結信頼性以外の研究としては土砂災害などの発生確率を求めようとする動きがあり、例えば川越ら⁷⁾は地質や動水勾配、起伏量といったデータから導いた動水勾配を条件に日本列島全体の土砂災害の発生構築モデルを作成した。

しかし、これらの手法は高い専門性を必要とするため自治体の防災担当者が自主的にそれぞれの地域で実際に行うことは難しいと考えられる。

そこで本研究では自治体が自主的な検証を行うことを念頭に、入手が容易であるデータを用いた簡便な 2 点間到達信頼性の評価手法を提案する。

3. 本研究における連結信頼性の評価方法

3.1 想定するシナリオ

胆振地方において大規模な豪雨によって土砂災害や河川氾濫による浸水が発生し、発災後は支援物資の輸送が行われることを想定する。支援物資の輸送の方法としては、発災直後に国が被災自治体の要請を待たずに必要不可欠な物資を緊急輸送するプッシュ型支援と、これと切り替わり行われる具体的な物資の必要量が判明した後に必要に応じて要請されるプル型支援の 2 段階のフェーズで行われる。本研究では、それぞれの支援方式について北海道の集積拠点が設置され、そこに国や北海道、協定企業等から物資が集められ、各市町村の役所等や避難所に物資が輸送される。以下にシナリオの概要を示す(図-1)。

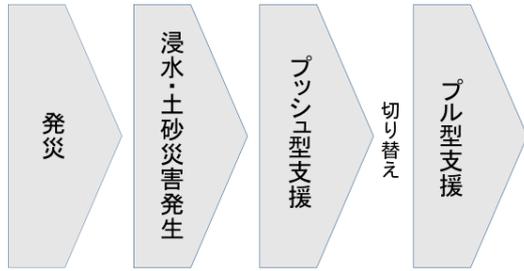


図-1 シナリオの流れ

シナリオの詳細を以下に示す。

- (a)土砂災害は国土数値情報の土砂災害データ，浸水は国土数値情報の浸水想定データでそれぞれ被害が想定されている区域において発生するものとする。それぞれの事象に対して，災害発生を 1，災害非発生を 0 と設定した。
- (b)本研究では平成 30 年 9 月 6 日に発生した北海道胆振東部地震の際に，それぞれプッシュ型，プル型支援の集積拠点として使用された苫小牧市の苫小牧埠頭（株）春海第一倉庫，北広島市のヤマト運輸(株)北海道ロジスティクス支店⁸⁾から胆振振興局の 11 市町の各役所等に物資が輸送されるものとする。なお，前者については倉庫に近い「西苫小牧フェリーターミナル」，後者については支店の住所である「大曲工業団地 6 丁目 2」を出発点とする。

- (c)輸送ルートとしては，各支援の集積拠点から各役所に向けて高速道路を通過する<高速通過ルート>と国道中心に通過する<国道通過ルート>の 2 種類のルートを，それぞれ Google マップ上に設定した。なお，苫小牧フェリーターミナルから苫小牧市役所，安平町総合庁舎への 2 区間については，出発点と終着点が多く高速道路を通過する必要がないため，<高速通過ルート>は設定していない。
- (d)参考として，西苫小牧フェリーターミナルから各役所等へのルートと土砂災害警戒区域等に加え，浸水想定区域を以下に示す（図-2）。

3.2 使用データ

- (a)国土数値情報 土砂災害データ
道内の土砂災害警戒区域と土砂災害特別区域の分布に関するデータである。それぞれについて警戒区域の指定前と指定済に分けられるが，本研究では指定済についてのみ用いる。
- (b)国土数値情報 浸水想定データ
河川管理者（国・都道府県）が指定した洪水予報河川や水位周知河川において，洪水防御に関する計画の基本となる降雨により当該河川が氾濫した場合に，浸水が想定される区域に関するデータである。浸水深によって 5 段階，もしくは 7 段階の浸水深ランクが設定されているが，本研究ではそのランクの違いは考慮しない。

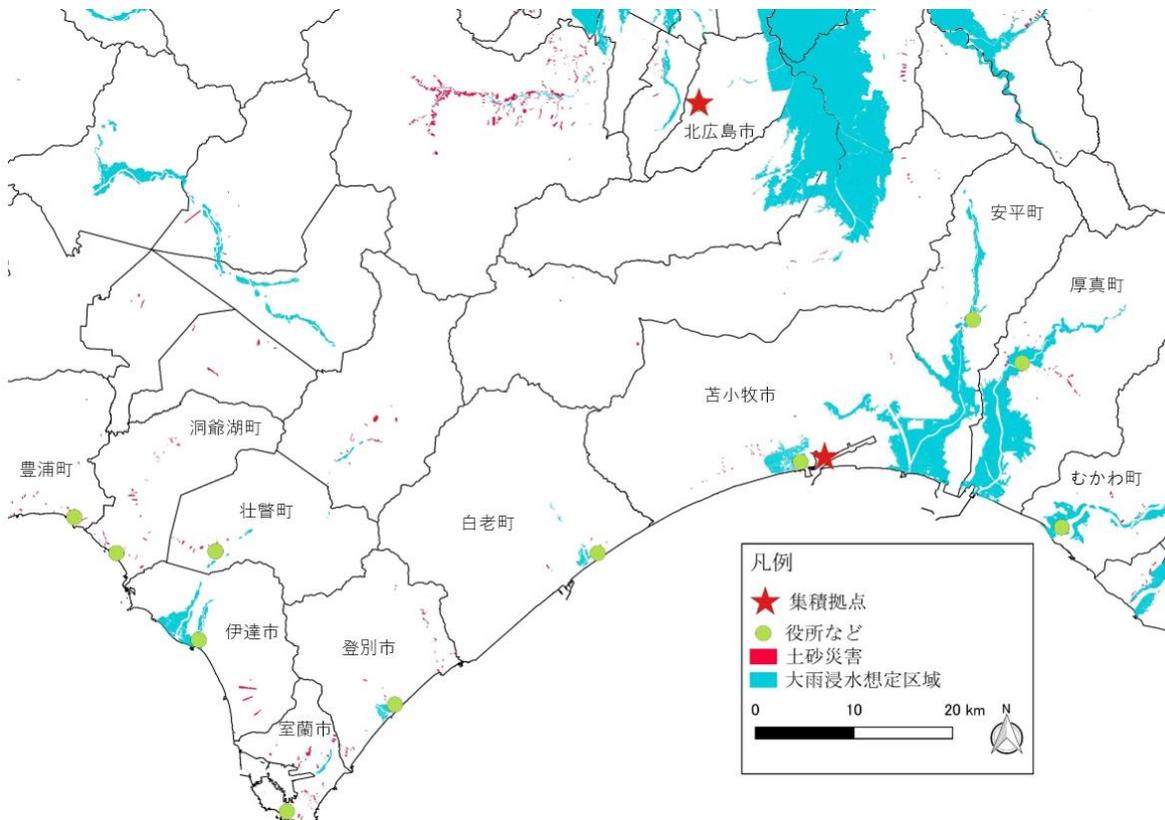


図-2 全体図と各地点・各指標が示す区域

3.3 評価方法について

評価方法に関しては、土砂災害警戒区域等と浸水想定区域を「危険エリア」とし、集積拠点から各役所等への全延長のうち各指標が表す危険エリアと重なる長さ（これを「リスク長」とする）を全延長で除した値を「リスク値」とする（図-3）。このリスク値が高い区間ほどリンク途絶の可能性が高いと評価する。

以上より、本研究では(i)土砂災害警戒区域等を考慮した各集積拠点から各役所等間のリスク値と、(ii)浸水想定区域を考慮した同様のリスク値を求める。

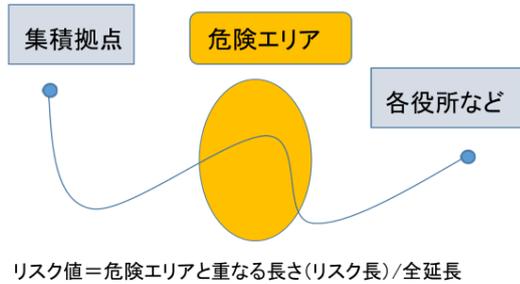


図-3 評価方法のイメージ

4. 結果

検証の結果として、土砂災害と浸水に関するリスク値が高い区間をそれぞれ上位 10 区間ずつ表し、そこから得られる考察を以下に記す。なお、以下の表の「支援区分」がプッシュの区間は「西苫小牧フェリーターミナル」、プルの区間は北広島市の「大曲工業団地 6 丁目 2」が出発点である。

(i)土砂災害警戒区域等を考慮したリスク値

土砂災害警戒区域等に注目すると、支援区分、ルートに関わらず伊達市役所、豊浦町役場、壮瞥町役場、洞爺湖町役場の 4 地点に向かう区間上に土砂災害警戒区域等（以下警戒区域）が存在した。その中でも終着点が豊浦町役場である 4 区間がリスク値上位を占める結果となった(表-1)が、これは国道通過ルート、高速通過ルートにおいても洞爺湖町から豊浦町役場までの区間上に複数の警戒区域が存在し、リスク長の値が大きくなったためと考えられる。

全体を見ても警戒区域は伊達市から豊浦町へ向かう区間に噴火湾に沿うように存在したため、豊浦町や洞爺湖町といった胆振西部の自治体で高いリスク値が算出される傾向となった。

また、プル支援に注目すると北広島市から登別市までの区間上には警戒区域が存在しないため、ルートと終着点と同じ区間の場合はプル支援のリスク値が低くなった。

表-1 リスク値上位 10 区間（土砂災害）

支援区分	起点	ルート	終着点	リスク値
push	苫小牧	国道	豊浦町役場	0.00484
push	苫小牧	高速	豊浦町役場	0.00453
pull	北広島	国道	豊浦町役場	0.00339
pull	北広島	高速	豊浦町役場	0.00332
push	苫小牧	高速	洞爺湖町役場	0.00280
push	苫小牧	国道	伊達市役所	0.00272
push	苫小牧	国道	洞爺湖町役場	0.00239
pull	北広島	高速	洞爺湖町役場	0.00186
pull	北広島	国道	伊達市役所	0.00180
pull	北広島	国道	壮瞥町役場	0.00168

(ii)浸水区域を考慮したリスク値

プッシュ型支援に着目するとリスク値上位 3 区間においてリスク値が 0.4 を上回っている(表-2)。これは、苫小牧市東部、厚真町西部に浸水想定区域が集中する地域が存在するためである(図-4)。また、リスク値以外の要素としては、厚真町とむかわ町は役場及びその周辺も浸水域であるため、河川が氾濫した際には行政の機能が麻痺してしまう可能性が示された。



図-4 苫小牧東部・厚真西部に集中する浸水区域

プル支援に関しては、厚真町は例外であるが全体として終着点と同じ区間では高速通過ルートよりも国道通過ルートのリスク値が高い傾向がある。これは北広島市から苫小牧市に向かう際に国道を利用すると恵庭市東部の浸水域が集中したエリアを通過するためである。厚真町が例外であるのは、先述した恵庭市東部の浸水域よりも苫小牧市東部、厚真町西部を通過する際のリスク長が大きいためである。

全体としては厚真町役場、むかわ町役場に向かう 6 区間がリスク値上位 6 つを占め、胆振地方西部で大規模な浸水被害が発生した際に輸送が困難になる可能性が示された。

表-2 リスク値上位 10 区間 (浸水)

支援区分	起点	ルート	終着点	リスク値
push	苫小牧	国道	厚真町役場	0.55903
push	苫小牧	国道	むかわ町役場	0.47341
push	苫小牧	高速	厚真町役場	0.44292
pull	北広島	高速	厚真町役場	0.26415
push	苫小牧	高速	むかわ町役場	0.19636
pull	北広島	国道	むかわ町役場	0.19252
push	苫小牧	国道	安平町総合庁舎	0.13295
pull	北広島	国道	白老町役場	0.10773
pull	北広島	国道	苫小牧市役所	0.10754
pull	北広島	高速	むかわ町役場	0.10457

6. まとめと今後の課題

6.1 結論

- ①集積拠点から各役所等に向けた代表的なルートのうち、災害と浸水のそれぞれについての観点から輸送リスクの大きい区間の抽出をすることができた。
- ②土砂災害を考慮する場合、噴火湾に沿う区間上に警戒区域が存在するため、豊浦町や洞爺湖町など胆振西部の自治体への輸送が困難になる可能性がある。
- ③河川氾濫による浸水を想定する場合、苫小牧市東部と厚真町西部に浸水域が集中しているため、このエリアを通過する厚真町、むかわ町への輸送区間のリスクが大きい。
- ④本研究での手法は危険エリアが集中する箇所を通過する区間において高いリスク値を示す傾向があるが、輸送区間には重なっていないものの、その近くに危険エリアが存在する箇所が複数存在し、そのような箇所の影響を無視してしまうなどの課題も確認した。

6.2 今後の展望

本研究の今後としては先述した課題に加え、現段階では1つの出発点と終着点の間に2通りのルートしか検討できていない点の改良や、これまでの災害による被害などのデータなどから評価方法の検証を行う必要がある。

参考文献

- 1) 国土交通省：平成28年8月北海道豪雨災害被災とその影響、そしてこれから, pp2 :
<https://www.hkd.mlit.go.jp/ky/saigai/splaat00000otsj-att/splaat00000ougk.pdf> (2019.12.5 閲覧)
- 2) 国土交通省：北海道胆振東部地震の崩壊面積と過去の地震災害の比較, pp1 :
http://www.mlit.go.jp/river/sabo/h30_iburitobu/181005_sediment_volume.pdf (2019.12.5 閲覧)
- 3) 国土交通省：土砂災害防止法の概要, pp.2 :
<https://www.mlit.go.jp/river/sabo/sinpoupdf/gaiyou.pdf> (2019.12.5 閲覧)
- 4) 北海道：北海道強靱化計画〈概要版〉 :
http://www.pref.hokkaido.lg.jp/ss/sks/sss/res/hokkaidoky_oujinkakeikakugaiyouban.pdf, pp10(2019.12.5 閲覧)

- 5) 土倉悟, 中山晶一郎, 高山純一：時間信頼性と連結信頼性を統合した道路評価法の開発および金沢市道路ネットワークへの適用, 土木学会論文集 D3 (土木計画学) 69(5), I_555-I_562, 2013
- 6) 小林俊一, 中山晶一郎, 若林桂汰, 坪川秀太郎：道路ネットワークの連結信頼性計算の単純化に関する一考察, 土木学会論文集 A2(応用力学), Vol. 73, No. 2 (応用力学論文集 Vol. 20), I_33-I_44, 2017
- 7) 川越清樹, 川間聡, 沢本正樹：数値地理情報と降雨極値データを利用した土砂災害発生確率モデルの構築, 自然災害科学 27(1), 69-83, 2008-05-31, 日本自然災害学会
- 8) 原田慎也, 栄徳洋平, 戸根智弘, 三木智, 若林拓史：道路の連結信頼性の実用的な評価方法の提案, 土木学会論文集 D3 (土木計画学) ,69 巻 (2013) 5号
- 9) 北海道災害対策本部：物資の供給状況について, pp2, http://www.pref.hokkaido.lg.jp/sm/ktk/300906/honbuink_aigisiryu10_01.pdf, 2019.9.19.15:00 (2019.12.5 閲覧)