

高知県香美市を対象とした異種道路ネットワークの構築と避難経路評価に関する研究

高知工科大学 1190073 近藤 えりか
指導教員 西内 裕晶

1. 背景と目的

日本の中山間地域では人口減少に伴う税収の減少や社会インフラの老朽化などの問題により、地域の全道路を維持することはさらに難しくなることが懸念される。さらに、国土交通省の費用便益分析マニュアルの道路整備の便益項目には、利用頻度の少ない道路の便益は示されていないため少なく計算されているが、災害発生時、林道等の利用頻度の少ない道路が住民の避難や救助・救援物資運搬に利用されたなどの事例がある。また、平成30年7月豪雨により、高知県香美市内でも数本の道路が寸断され、甚大な被害をもたらしたことから、広域な災害発生を想定したネットワークの構築とその評価を正しく行う必要がある。

そこで本研究では、香美市に存在する全道路を把握すること、災害発生時に孤立する集落を把握すること、さらに災害リスクに応じた道路整備の提案を可能にすることを目的とする。

2. 異種道路ネットワークの構築

まず、香美市に存在する全道路を把握し、利用頻度の少ない道路の防災的価値を明らかにするため、公道と林道をひとまとめにした異種道路ネットワークを構築する(図-1)。香美市内のリンク数は、公道で3420本であるが、林道を考慮すると719本のリンクが追加されたことを確認した。



図-1 異種道路ネットワーク

3. 集落から避難所までの避難経路探索

広域な災害発生により、地域内の道路が寸断され集落の孤立が懸念される。そこで、作成した異種道路ネットワークに土砂災害危険箇所データを重ね、集落と避難所のノードをリンク上に設置し、それぞれにIDを設定する。これより、寸断の可能性がある道路を把握し、各集落がそれらの道路を迂回して避難所まで向かう経路探索が可能となる。避難経路探索の結果、平時に最短距離で向かえる避難経路と比べ、迂回路を利用することで45集落の孤立を防ぐことができた。迂回路として利用されたリンクの内13本は林道であった。

4. 避難経路のネットワーク評価

これまでに構築したネットワークや避難経路の結果を用いて、ネットワーク評価を以下の2つの方法で行う。

(1) リンク重要度付け

まず1つ目は、各集落から避難所までの避難経路上のリンクに通過人口を付加するリンク重要度付けを行う。通過人口が多いほど重要なリンクであることを示すネットワークである。これにより、災害時、混雑するリンクの特定や、優先的に復旧すべきリンクを把握することができる。また、図-2の集落95から避難所30(香美市農村広場)へ向かう避難経路は、作業道であり利用頻度が少ないリンクであるが、災害時に迂回路として利用することで、3集落、合計13人の孤立を防ぐことができる。したがって、平時林道等の利用頻度が少ない道路でも災害時迂回路として利用されることや、リンク重要度が高いことから、重要な役割を担っていることが確認できる。

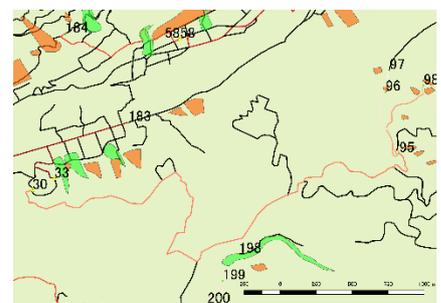


図-2 リンク重要度付け

キーワード ネットワーク、林道、広域災害、リンク重要度、アクセシビリティ

連絡先 〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185 高知工科大学 都市・交通計画研究室

(2) アクセシビリティ

2 目は、避難経路の通行しやすさを評価するため、アクセシビリティを算出する。

$$ACC = \sum_k D_k \cdot f(C_{ij}) \quad (1)$$

$$f(C_{ij}) = \exp[-\alpha \cdot C_{ij}] \quad (2)$$

D_k : OD ノードペア k のサービス機会=1, x : 繰り返し計算階数=1

$f(C_{ij})$: ペア k に対応したノード ij 間の交通抵抗関数

α : 関数の変化率を調整するパラメータ=0.1

C_{ij} : ノード ij 間の旅行時間(分) = $\frac{\text{ノード}ij\text{間の距離(m)}}{\text{歩行速度}(60 \text{ or } 30) \text{ (m/分)}}$

旅行時間の算出において、幅員が 4.0m 以上の道路は歩行速度 60(m/分)、4.0m 以下の道路は整備されておらず通行しにくいと判断し、歩行速度を 30(m/分)として算出する。以上の式を用いて算出し、最も集落人口が集中している 0~50 の範囲を抽出し、縦軸をアクセシビリティとしたものを図-3 に示す。図-3 より、アクセシビリティが 0.900~0.100 に多く分布していることから、通行しやすい経路が多いことがわかった。しかし、点線内の経路は集落人口が多いにも関わらず、アクセシビリティが低いいため整備対象経路であることが確認できる。

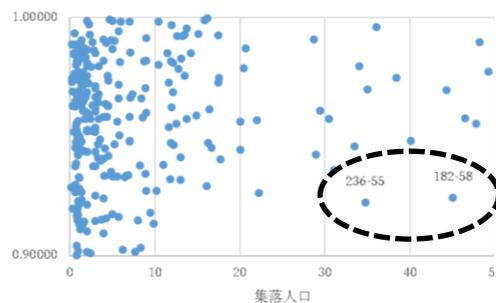


図-3 集落人口 0~50 人のアクセシビリティ

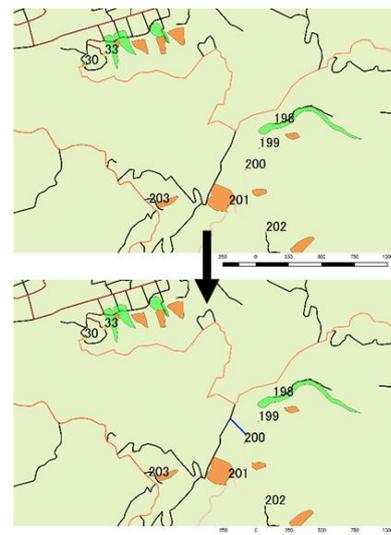


図-4 リンク重要度付けによる整備案

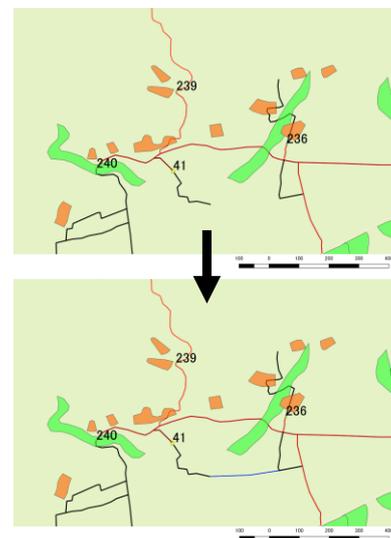


図-5 アクセシビリティによる整備案

5. ネットワーク評価による整備案の作成

ネットワーク評価を基に、道路を整備することの効果进行分析する。

(1) リンク重要度付けによる整備案

香北町西川乙にある、集落 201 付近では避難経路上に土砂災害の危険性があり、集落の孤立が懸念される。そこで、図-4 に示した林道レベルの道路の整備を提案する。これより、5 集落、合計 7 人の孤立を回避できる。さらに、林道レベルの道路を整備することは、低コストかつ短期間で行えることから自治体が実用可能であると考えられる。

(2) アクセシビリティによる整備案

土佐山田町本村にある、集落 236 は人口が 35 人と多いにも関わらず、アクセシビリティは 0.922 と低い結果となった。これは、最短避難経路上に寸断リンクがあり、2 番目に近い避難所に避難していることが要因である。そこで、図-5 のような集落 236 から避難所 41(佐岡小学校)へ向かう林道レベルの道路を整備する。さらに、道路幅員 4.0m 以上とし、アクセシビリティの算出を行うと 0.970 で、道路整備前の避難経路と比べ通行しやすい道路となる。また、道路を整備することにより、集落 239, 240 へのアクセスが可能となり、付近の寸断リンクの復旧活動が早く行える効果も考えられる。

6. おわりに

本研究により、林道等の利用頻度の少ない道路の防災的価値の把握や、経路探索により、各集落の避難経路、避難先、孤立の可能性のある集落を示すことができた。さらに、避難経路のネットワーク評価を基に、道路を整備することの効果を示すことができた。また今後の課題として、災害後の救援物資運搬を想定したネットワークの構築と評価を行う必要がある。

参考文献

- 1) 近藤伸也他：道路閉鎖に着目した広域災害における集落の孤立危険度マップの検討，生産研究 62 巻 4 号 pp.261-264, 2007.
- 2) 坂本淳他：「大規模災害からの復旧対応力を考慮した道路啓発計画モデルの提案, 2018.