

平常時と災害時の徒歩アクセスに基づく地区安全性指標の基礎的分析

名城大学 学生会員 ○高山 浩希
名城大学 正会員 中村 一樹

1. はじめに

水害の激甚化に対して、近年、流域治水が進められ、災害リスクが低い地区への居住地移転や災害リスクの分散が流域圏で検討されている。特に、利便性が高く人口が多い市街地では、移転は容易ではなく、利便性と安全性の両観点から、集中する災害リスクの分散を検討する必要がある。また、平常時の地域拠点は非常時に避難施設として利用され、ともに徒歩によるアクセス性が重要であるが、災害時は洪水や土砂によって道路が分断されるリスクがある。しかし、ハザードマップでは、直接的な被災リスクしか考慮されておらず、徒歩圏の避難移動のアクセス性や流域圏のリスク分散の可能性を含めた地区の安全性の評価が重要である。

本研究では、阿武隈川流域を対象に、平常時と災害時の避難施設への徒歩アクセスによって地区の安全性を評価する指標を検討する。まず、平常時と災害時の道路接続性による徒歩アクセスを計測し、地区の安全性を指標化する。次に、計測指標によって地区を分類し、その分布の特徴を把握する。

2. 分析手法

居住地における平常時の徒歩アクセスに関する研究では、徒歩圏の施設数と距離低減関数を掛け合わせて指標化されている¹⁾。また、災害時のアクセスに関する研究では、救援物資供給の交通アクセスの観点から、建物倒壊による道路の分断を考慮した緊急輸送道路から避難施設までの道路接続性が分析されている²⁾。しかし、避難移動に関して、災害時の地区の徒歩アクセスの分析はされていない。

本研究では、災害リスクを考慮した道路ネットワークを用いて、平常時と災害時の避難施設の徒歩アクセスを道路接続性に基づき計測する。そして、この指標を用いて地区の安全性を指標化し、これをクラスター分析することで地区安全性の空間的な特徴を把握する。対象地域は、流域治水プロジェクトが進められている宮城県の阿武隈川流域（丸森町、角田市、大河原町、柴田町）とする。

避難施設の徒歩のアクセス性の指標は、Walkability 指標として道路接続性に基づき計測した。ここで、避難施設から 1km 圏内の各住居までの接続道路の曲がり回数を計測し、その逆数を低減係数として掛け合わせて算出した(式 1)。この指標は、到達可能な住居が多く、曲がり回数が少なく道が分かりやすいほどアクセス性が良いことを表す。

$$A_x = \sum_{j=1}^{N_x} \frac{1}{(d_{xj} + 1)} \quad (1)$$

A_x : 避難施設 x における徒歩のアクセス性,

j : 住居, N_x : 徒歩圏の住居数, d_{xj} : 曲がり回数

地区の安全性の指標としては、避難施設への平常時アクセス、災害時アクセス、災害時アクセスを平常時アクセスで割ったアクセス比を用いた。平常時アクセスは上記の方法で計測し、災害時アクセスは、災害リスクとして洪水浸水想定区域と土砂災害危険箇所によって分断された道路ネットワークを用いて接続性を計測した。アクセス比は、平常時に歩ける範囲における災害時でも歩ける範囲の割合を示しており、その値が高いほど安全な地区を表す。

以上の指標は、ArcGIS の Network Analyst によるネットワーク分析で計測し、道路ネットワークデータは ArcGIS Geo Suite、住居データは ZENRIN 建物ポイントデータ 2022、避難施設と災害リスクは国土数値情報データを用いた。

3. 地区の安全性の空間分布

各地区の避難施設への徒歩アクセスを計測した結果、平常時に比べ災害時のアクセスが下がることが示された(表-1)。阿武隈川沿いの市街地は、平常時アクセスが高い一方で、本川の浸水区域内でもあり災害時アクセスとアクセス比が低い(図-1)。浸水区域外でも、道路ネットワークの被災によりアクセス比は半分程度まで下がる。特に、支流部は、土砂災害が点的に道路を分断してアクセスが下がる。

地区の安全性の指標を用いて階層クラスター分析を行った結果を図-2 と図-3 に示す。ここで、各指

表-1 徒歩アクセスの基礎集計

集計対象	平常時アクセス		災害時アクセス		アクセス比	
	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
全体	153.3	151.0	13.8	28.6	0.26	0.37
浸水区域外	81.4	99.8	29.1	0.4	0.55	0.37

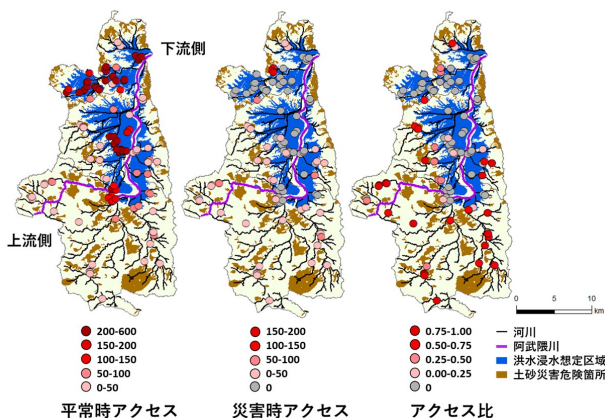


図-1 徒歩アクセスの分布

標は標準化して分析した。この結果、C2は全ての指標が低く、浸水区域内にある本川沿いの市街地に分布している。これに対し、C1は平常時アクセスが高く、支流沿いの市街地に分布している。C3は全ての指標が高く、C1の市街地付近に局所的に分布している。また、C4は災害時アクセスとアクセス比が高く、浸水区域外の支流の山間部に多い。

次に、クラスター分布の地理的特徴を分析するために、集水域単位でクラスターの分布割合を計測した(図-4, 図-5)。集水域は、河川の分岐点で区切られた国土数値情報の単位流域を用い、阿武隈川の上流域(丸森町)、中流域(角田市)、下流域(柴田町、大河原町)で分類した。そして、各流域において、本川からの分岐回数(集水域の接続数)によって各集水域をランク分けした。

この結果、全体的に下流域から上流域にかけて、危険な地区であるC2の割合は減少し、安全な地区であるC4の割合が増加している。一方で、流域別に比較すると、上流域では、ランク4以上の支流上流部の集水域でC4が多く、支流上流部は安全といえる。これに対し、下流域と中流域では、ランク1と4の集水域でC2が多く、支流の下流部と上流部ともに危険な地区が多い。これは、これらの支流上流部が本川に比較的近い距離にあり、浸水危険区域に含まれるためである。下流域と中流域では、ランク2と3にC1が多く、平常時アクセスの高い市街地が支流中流部に形成されている。下流域の中流部(ランク2)では、全アクセス指標が高いC3も見られ、支流により立地特性が異なる。

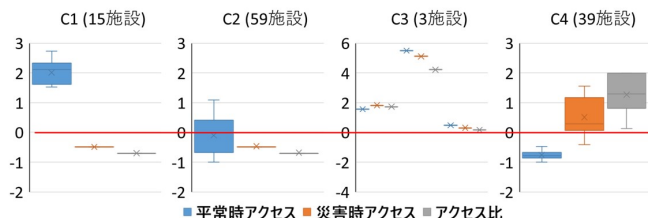


図-2 各クラスターの安全性

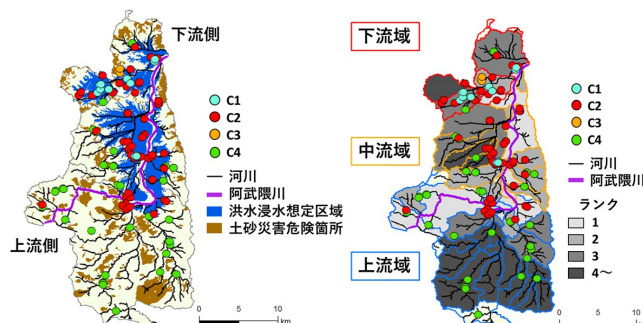


図-3 クラスターの分布

図-4 集水域の分布

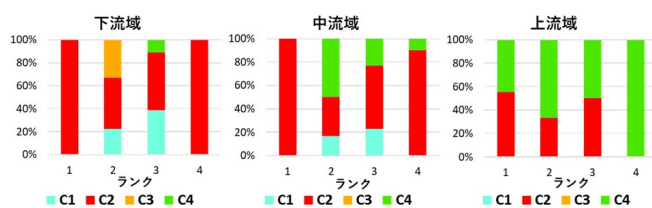


図-5 集水域におけるクラスターの分布割合

4. 結論

本研究では、阿武隈川流域を対象に、平常時と災害時の道路接続性を計測し、徒歩アクセスによる安全性を指標化した。この結果、まず、対象地域は洪水浸水が徒歩アクセスに与える影響が大きく、浸水区域外でも道路ネットワークの被害でアクセス性が半分になることが示された。また、徒歩アクセス指標によるクラスター分析では、浸水区域内の市街地に危険な地区が多いが、この他に平常時アクセスと災害時アクセスそれぞれが高い地区を特定することができた。さらに、集水域毎にクラスターの分布を比較した結果、阿武隈川本川では上流域で安全な地区がより多いが、支流ではその分布が異なった。これらの結果は、流域治水において、市街地の地区からより上流部の地区に災害リスクを分散する可能性と課題を示している。

参考文献

- 1) Rauterkus・Stephanie Y・Norman G. Miller : *Residential land values and walkability*, Journal of Sustainable Real Estate, Vol.3(1), pp.23-43, 2011.
- 2) 長谷川究・小早川悟・稲垣具志・後岡寿成 : 大規模地震時における建物倒壊を考慮した避難所へのアクセス性に関する研究, 交通工学論文集, 第3巻, 第2号, pp.A_287-A_294, 2017