

## 避難所要時間の予測に関する基礎的検討

九州大学工学部 学生会員 ○八野 敦子 九州大学大学院 正会員 三谷 泰浩  
九州大学大学院 正会員 川野 浩平 九州大学大学院 正会員 谷口 寿俊  
九州大学大学院 正会員 本田 博之 九州大学大学院 正会員 佐藤 辰郎  
九州大学大学院 学生会員 池崎 大智

### 1. はじめに

近年、自然災害が激甚化しており、人的被害が多く発生している。逃げ遅れ等による人的被害は適切な避難行動をとることで減少させることができると考えられるが、最適な避難のタイミングは人によって異なるため、適切なタイミングを決定づけるためには災害の危険性を表すリスクが重要となる。リスクは、災害外力の大きさを表すハザード、被害対象を表す曝露、被害の受けやすさを表す脆弱性の3つの要素から成る。リスクの大きさは、ハザードの大きさが同じであっても曝露対象の脆弱性の違いによって変化するため、脆弱性の評価が必要となる。既往の脆弱性評価は災害時の被害拡大の予防を目的として、曝露対象の量やハザードへの対策度合いによって脆弱性を評価しており、避難に用いるための評価とはなっていない。避難における脆弱性は、必要なロードタイムの長さによって評価できると考えられることから、曝露対象を個人と定め、避難に要する時間（以下、避難所要時間とする）を主な指標として脆弱性を評価することが望ましい。避難時の移動速度は一定ではなく、避難所要時間は道路の構造的属性や地域性、人の属性、時間帯等の影響を受けると考えられる。さらに、災害時は道路冠水による通行止め等が起これ、避難所要時間に影響する可能性がある。

そこで、本研究では実測による教師データに基づいて、道路の構造的属性や地域性を考慮した避難所要時間の予測手法について検討を行う。

## 2. 避難所要時間の予測手法

### 2.1 予測の前提条件と検討地域

災害時に先立ち、平常時の条件下での避難所要時間の予測手法の検討を行う。住居から指定避難所まで自動車での避難することを想定し、人の属性や時間帯による違いは考慮しないものとする。都市の規模によって所要時間の傾向が異なると考えられることから、福岡県の4つの都市区分<sup>2)</sup>である、「大都市」及び「中核市」から福岡

表1 予測に用いる説明変数

No.	表示名	区分数	項目	計上方法
1	W1~W5	5	道路幅員	距離
2	Signal	-	信号交差点	箇所数
3	Inter	-	信号なし交差点	箇所数
4	Right	-	右折	箇所数
5	Left	-	左折	箇所数
6	Straight	-	直進	箇所数
7	S1~S7	7	勾配	距離
8	B1~B4	4	曲率半径	距離
9	BCR_40~BCR_80	4	建ぺい率	距離
10	FAR_50~FAR_800	6	容積率	距離
11	Zone_1~Zone_12	12	用途地域	距離
12	Zone_Agri	-	農業地域	距離
13	Zone_Fore	-	森林地域	距離

市、「都市」から糸島市、「町村」から東峰村の3地域を対象地域として選定する。

### 2.2 予測手法

分類器を用いて、実測による教師データに基づいて避難所要時間を予測するモデルを作成する。分類器には機械学習アルゴリズムの1つである Random Forest<sup>3)</sup>を用いる。Random Forest は説明変数間の多重共線性を無視でき、説明変数の寄与率を算出できるという特徴がある。目的変数は所要時間を1分単位で分類したクラス、説明変数は所要時間に影響を及ぼすと考えられる表1に示す項目とする。基盤地図情報から道路の構造的属性を示す項目として No.1~No.8の説明変数、地域性を示す都市計画で定義される土地利用の項目として No.9~No.13の説明変数を用いる。教師データは対象地域で所要時間を実測し、避難経路を一定距離で分割して作成する。各地域の指定避難所を起点、終点として作成したルートを普通乗用車で走行し、GPS ロガーを用いてデータの収集を行う。教師データの分割距離は、福岡市では450m、糸島市では650m、東峰村では620mとする。分割の基準は、実測した所要時間から逆算した速度分布が正規分布に従うものとし、母平均の95%信頼区間の上限値の1分あたりの距離とする。この分割を行うことによって、分類問題として予測が可能になり、0~1分のクラスへのデータの偏りを防ぐことができる。実測データを3:

1の割合で教師データと検証用データに分割し、モデルの精度検証を行う。精度の指標として正解率及び予測クラスと実測値との二乗平均平方根誤差を用いる。

3. 予測結果と考察

3地域の予測精度を表2に示す。正解率が福岡市では5割程度、糸島市では7割程度、東峰村では9割程度、二乗平均平方根誤差は福岡市では53秒程度、糸島市では36秒程度、東峰村では33秒程度となった。また、説明変数の寄与率を図1、図2、図3に示す。また、図中では着目すべき説明変数の項目とその寄与率を示す。図1より福岡市では特に高い寄与率を示す説明変数は見られなかったが、曲率半径(150m以上)、勾配(-5%~5%)の寄与率が高くなった。図2より糸島市では信号交差点のみ寄与率が10%を超え、次いで道路幅員(5.5m~13m)の寄与率が高くなった。図3より東峰村では道路幅員(5.5m~13m)のみ寄与率が20%を超え、次いで曲率半径(15m未満)、道路幅員(3m~5.5m)の順で寄与率が高くなった。

表2より3地域の精度を比較すると、地域差がみられ、福岡市は糸島市、東峰村と比べて低くなっている。地域の精度差について考察するため、図1、図2と図3を比較すると東峰村では寄与率が最大で約23%となった説明変数があるのに対し、福岡市、糸島市では高い寄与率を示す支配的な説明変数が存在しない。東峰村で寄与率が最大となった道路幅員は、福岡市と糸島市では寄与率が10%未満となっている。これは東峰村では道路幅員が大きな箇所では速度が増加する傾向があったのに対し、福岡市では道路幅員の大きな箇所であっても交通渋滞により速度が制限される場合があり、糸島市では道路幅員が小さい箇所であっても速度が大きくなったため、説明変数として強く作用しなかったと考えられる。また、糸島市で寄与率が最大となった信号交差点は、福岡市や東峰村では寄与率が5%未満となっている。東峰村は信号交差点が少なかったこと、福岡市は交通渋滞により信号から離れた場所でも信号交差点の影響を受けたことがその原因と考えられる。

これらより、福岡市の予測精度が低い原因は、東峰村や糸島市では道路の構造的属性によって所要時間がおおむね決定しているのに対して、福岡市は交通渋滞が所要時間に影響しているためと考えられる。そのため、今回用いた説明変数では、すべての都市区分で総括的に用

いることのできる構成にはなっていないことが明らかになった。

4. おわりに

本研究では、実測による教師データに基づいて、道路の構造的属性や地域性を考慮した避難所要時間の予測手法について検討を行った。その結果、精度や所要時間に影響を及ぼす説明変数が地域によって異なり、糸島市や東峰村は道路の構造的属性によってモデルがおおむね決定しており、福岡市は今回用いた説明変数だけでは説明できず、精度が低くなるということが明らかになった。今後は、交通量などの環境的な要因を示す説明変数を追加し、さらなる検討を行う予定である。

<謝辞>

本研究は、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」の一部として実施されました。

<参考文献>

- 1) 塩崎由人, 加藤孝明, 菅田寛: 自然災害に対する都市システムのリジリエンスに関する概念整理, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.71, No.3, pp.127-140, 2015.
- 2) 総務省: 地方公共団体の区分, [https://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/jichi\\_gyousei/bunken/chihou-koukyoutantai\\_kubun.html](https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_gyousei/bunken/chihou-koukyoutantai_kubun.html) (参照 2021.01.03)
- 3) Breiman, L., Bagging Predictors, Machine Learning, Vol.24, No.2, pp.123-140, 1996.

表2 予測精度

対象地域	正解率	二乗平均平方根誤差(s)
福岡市	0.515	53.159
糸島市	0.721	36.230
東峰村	0.887	33.100

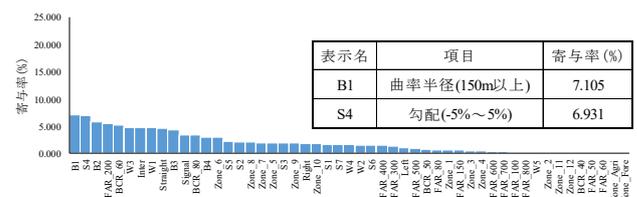


図1 福岡市での寄与率

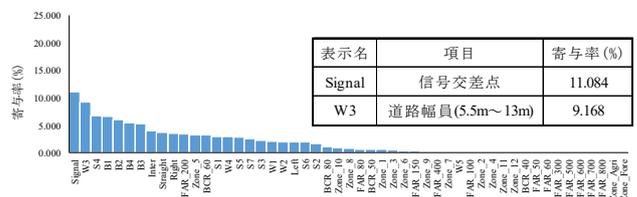


図2 糸島市での寄与率

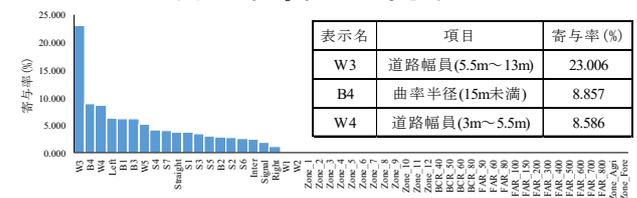


図3 東峰村での寄与率