

# 自動車利用を考慮した津波避難施策に関する基礎的研究

Fundamental study on evacuation measures for tsunami considering the vehicle use

中川 貴文\*

Takafumi NAKAGAWA

\*交通マネジメント工学講座 交通情報工学分野

## 1. はじめに

平成23年度3月11日に起こった東北地方太平洋沖地震による津波災害を契機として、従来の津波に対する考え方が改められ、今まで大規模な津波災害は起こらないと考えられていた大阪湾沿岸部の地域でも津波災害への対策を講じるようになってきた。

そこで本研究では、大阪沿岸部の地域を対象として、避難手段に自動車利用を取り入れ、災害時要援護者（以下、要援護者と記載）に焦点を当てた、避難計画モデルを構築する。また、避難施策として「阪神高速道路を避難所として活用する施策」と「コントラフロー（道路を一方通行化する）施策」の2つを提案し、避難計画モデルに適用することで、施策の影響を考察する。

これらの考察を行い、知見を得ることにより、行政などが津波避難に対する避難施策・避難計画を作成する際の一助となることを本研究の目的とする。

## 2. 対象地域

本研究では、標高データや内閣府の中央防災会議の資料を元に、対象地域を大阪市港区（以下、港区と記載）とする。H22年国勢調査データとH22年パーソントリップ調査を利用し、港区の居住人口と平日昼12時の流入人口を算出した結果、港区では約9万人が平日の12時段階で存在している。これに対し、大阪市が指定している津波避難可能施設の容量は約4万人分であり、避難施設が足りていない。以下に港区の道路ネットワーク図を記載する。



図1 港区道路ネットワーク

## 3. 避難計画モデルの構築

### (1) 避難人口の考え方

本研究では、港区の避難人口を250mメッシュ単位で把握する。避難方法として自動車による避難、徒歩による避難を考えた際に、各ノードから避難する避難人口は次の3パターンに分かれると考えられる。

- ① : 徒歩で避難する自律避難可能者
- ② : 徒歩で避難する要援護者
- ③ : 自動車での避難者

自律避難可能者の自動車利用率と要援護者の自動車同伴率を政策変数として与え、上記の各パターンの避難者数を算出する。図に、あるメッシュ  $r$  の避難者が3パターンに分かれる様子を模式的に示す。

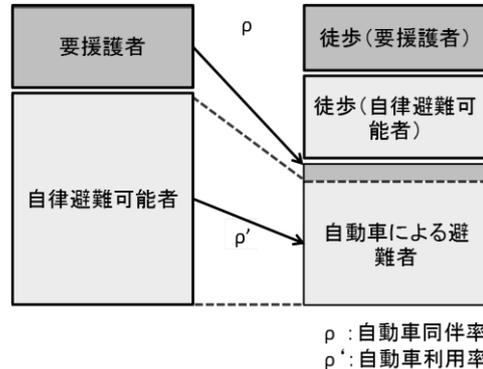


図2 あるメッシュ  $r$  の避難者算出の模式図

### (2) 避難所の考え方

港区内の避難所に関しては、大阪市の指定している津波避難可能施設のデータを利用し、港区道路ネットワーク上で各施設から最も近いノードを避難所として設定する。また、港区外へ避難する場合は、図の③の方面から港区外へ出るリンクと結ばれるノードを港区外避難所と考え、リンクが国道・主要地方道であれば、避難所容量5000人、その他道路であれば避難所容量1000人を与えることとする。また、港区外へ避難する場合には、通常の避難距離に加えて一律に2000mを与える。

### (3) 避難所選択の考え方

本研究では、避難者は避難所を選択するにあたって、「避難所までの距離  $l_{rs}$ 」と「避難所の避難可能容量

$y_s$ 」によって避難所を決定すると考える。この仮定に従うと考えると、ある人口発生ノード  $r$  からある避難所ノード  $s$  を避難所として選択する確率  $Q_{rs}$  は以下のように表現される。

$$Q_{rs} = \frac{\exp(\alpha \cdot l_{rs} + \beta \cdot y_s)}{\sum_{s \in Z} \exp(\alpha \cdot l_{rs} + \beta \cdot y_s)}$$

ここで、 $\alpha$  は最短距離  $l_{rs}$ 、 $\beta$  は避難所容量  $y_s$  に関するパラメータである。上記で示したように、避難者には3パターン存在し、徒歩で避難する人であれば、距離の遠い避難所へ避難することは難しい。そこで、徒歩で避難する自律避難可能者には上限4000m、徒歩で避難する要援護者には上限2000m、自動車で避難する人には少なくとも移動距離が伴う避難を行うという制約条件を設けた。

#### (4) 避難所要時間の考え方

移動手段が徒歩避難者の場合、避難距離を各避難者で設定した徒歩速度で除した値で算出し、自動車の場合、BPR 関数によって各リンク所要時間を算出した後、通った各リンクの和をとることで算出した。

#### (5) 制約条件

自動車に同伴させてもらう要援護者数は、自動車の最大乗車人数を越えないという制約条件、また、ある避難所の容量は各ノードから避難してくる人数を超えない制約条件を設定する。

#### (6) 目的関数

目的関数は、「総避難人数・時間」最小化問題として設定する。また、この問題の政策変数は自律避難可能者の自動車利用率と要援護者の自動車同伴率とする。

### 4. 本研究で提案する避難施策

#### (1) 阪神高速道路を避難所として活用する施策

港区内にある阪神高速道路の出入口を新たな避難所として考え、避難容量を一つの出入口につき1000人を与える。

#### (2) コントラフロー施策

津波避難では、図1の内陸方面へ避難するべきと考え、内陸方面へ向かう国道172号を一方通行化し、内陸方面へ向かう道路容量を2倍にする施策を行う。

### 5. モデルの適用結果

#### (1) 前提条件

避難率を0.4と設定し、避難所選択のパラメータを  $\alpha = -0.0003$ 、 $\beta = 0.0007$  と設定する。

#### (2) 計算結果

表1に各施策を行った場合の政策変数、図2に目的関数値の変化を示す。

表1

施策	自動車利用率	自動車同伴率
施策無し	0.6	1.0
阪神高速利用施策	0.6	1.0
コントラフロー施策	0.9	1.0

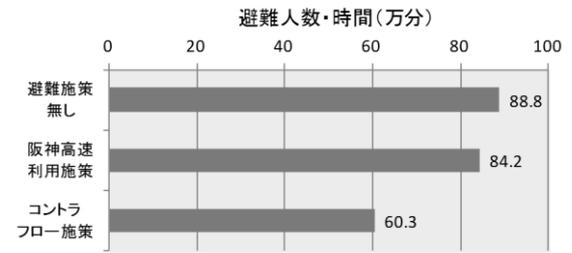


図2 施策有無の目的関数値の変化

表1より、施策実施の有無に関係なく、要援護者の自動車同伴率は1.0となり、目的関数を最小とするには要援護者を全員自動車に同伴させることが必要であると分かる。また、自動車同伴率はコントラフロー施策で高い値0.9となり、自動車利用が9割まで許容されたと考えられる。図2より、施策実施時には目的関数の値が減少し、一定程度の施策効果があったと考えられる。特に、コントラフロー施策においては、施策なしの場合と比較して30%以上目的関数の値が減少し、施策の効果が大きかったことが示された。次に、経過時間別の累積避難完了率を図3に示す。

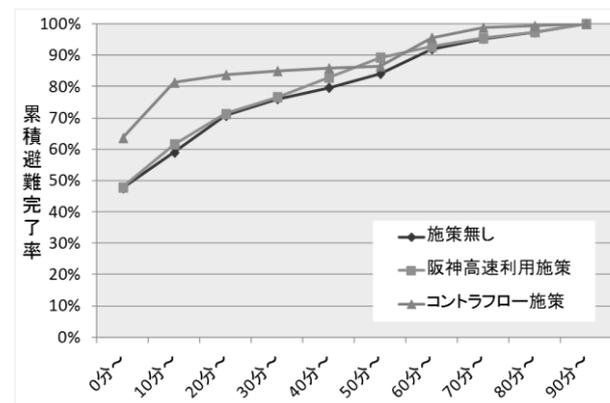


図3 施策有無での経過時間別累積避難完了率

コントラフロー施策実施時には、経過時間が小さい段階から累積避難完了率が高いことが示され、10分~20分の段階で、累積避難完了率が80%を超える結果となった。一方で、施策の有無に関わらず、一定程度、避難に長時間を要する人が存在していることも示された。

### 6. おわりに

本研究では、大阪市港区を対象とし、自動車利用を考慮した避難計画モデルを構築し、避難施策の評価を行った。

#### 修士論文指導教員

宇野伸宏准教授、嶋本寛講師、中村俊之助教、山崎浩気助教