

## 交通・土地利用に着目した洪水発生時に対する中長期の適応策の評価 ー開発途上国の中規模都市を対象としてー

日本大学 学生会員 ○積田 典泰

日本大学 学生会員 菊池 浩紀

日本大学 正会員 福田 敦

日本大学 正会員 石坂 哲宏

### 1. はじめに

近年、地球温暖化問題の解決策として、CO<sub>2</sub>排出量削減に関する緩和策の検討が進められてきた。これに加えて、地球温暖化によって発生する気候変動に土地利用や交通の面から対応するための適応策の検討が求められている。しかし、既存の適応策評価に関する研究では、地域の交通におけるアクセシビリティへの影響を考慮しているものがほとんどない。そこで、本研究では気候変動の影響として開発途上国で最も問題となっている洪水発生時における交通分野の適応策の中長期での評価方法を開発することを目的とする。

### 2. 既往研究の整理

Bazrkar ら<sup>1)</sup>は、気候変動により洪水が問題となっているイラン・テヘランを対象として、システムダイナミクス理論を用いて、洪水発生と土地利用に関するモデル作成を行っている。また、Stamos ら<sup>2)</sup>は道路や鉄道、水上交通に関する適応策をまとめ、政策意思決定者に向けたロードマップを作成している。しかし、これらの既存研究の課題点として、都市の交通分野におけるアクセシビリティを考慮した政策評価の実施はされていない。

### 3. 研究方法

#### (1) 対象都市と洪水発生概要

本研究では、タイ国東北部の中心都市であるコンケン市を対象とした。同市の人口は約 25 万人、面積は約 225km<sup>2</sup> であり、近年気候変動の影響として例年雨季（7 月～9 月）に洪水が頻繁に発生するという問題点がある。図-1 は、統計データ<sup>3)</sup>を基に 2005 年から 2016 年までの洪水による浸水発生確率をゾーン別に示している。この図に示すように、対象都市の南部のゾーンで多く浸水する傾向にあり、特に 47・48 ゾーンで最も浸水確率が高く、12 年間で 9 回もの浸水が発生している。

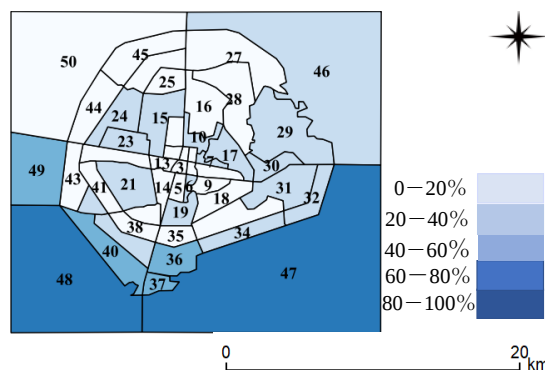


図-1 ゾーン別の浸水発生確率（2005～2016 年）

#### (2) MARS の概要

本研究では、中長期的にシナリオ評価を行うために Pfaffenbichler<sup>4)</sup>がシステムダイナミクス理論に基づき開発した交通・土地利用モデル“MARS”を用いた。そのモデルの土地利用サブモデルでは、人口移動が表現され、人口分布の変化が交通サブモデルへ影響している。一方、交通サブモデルでは、移動のしやすさが算出され、土地魅力度の要素の 1 つとして変化することで、ゾーン別の人口分布に影響を与えている。

#### (3) 洪水発生モデルの定義

前述の MARS には、洪水の発生による影響が表現できていない。そこで、本研究では洪水発生時に、水没する場合は道路を迂回するものとして最短経路を求めるようにした。また、冠水している道路では速度低下が生じるため、旅行速度を低下させた。さらに、現地住民の話によると、冠水時は自家用車や二輪車等の車高が低い交通手段は使用できないため、冠水した道路ネットワークでは車高が高いバスのみが通行可能であると仮定した。

#### (4) 政策シナリオの設定

本研究では、表-1 に示す 3 つの政策シナリオを設定し、評価を行った。

キーワード 洪水、適応策、気候変動、開発途上国の中規模都市、MARS

連絡先〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1 739D 交通システム研究室 TEL：047-469-5355 E-mail：csno14074@g.nihon-u.ac.jp

表-1 各政策シナリオ

| シナリオ | 政策            | 概要                   |
|------|---------------|----------------------|
| A    | 洪水発生なし（通常時）   | 20年間一度も洪水発生なし        |
| B    | 洪水発生あり（適応策なし） | 雨季に洪水が発生し、対策なし       |
| C    | 洪水発生あり（適応策あり） | 雨季に洪水が発生し、道路高架化政策を導入 |

本研究では適応策として、道路の高架化を行うものとした。洪水によって浸水するネットワークと適応策（道路高架化等）を実施した場合のネットワークを図-2に示す。

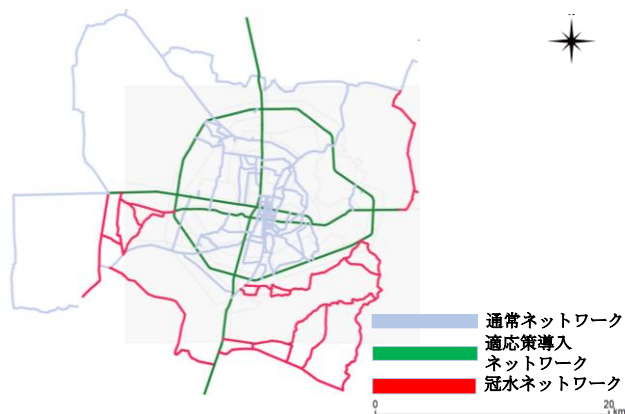


図-2 冠水時および適応策実施時のネットワーク

#### 4. 各シナリオの推計結果と政策評価

各政策シナリオは、走行距離短縮便益および自動車旅客人キロを用いて評価した。

##### （1）走行時間短縮便益

はじめに、適応策の導入効果を貨幣換算するために、走行時間短縮便益を下記の式（1）と（2）<sup>5)</sup>に基づいて算出した。

$$BT_i = \sum (Q_{ijl} \times T_{ijl} \times a_j) \times 365 \quad (1)$$

$$BT = BT_o - BT_w \quad (2)$$

ここで、

i：整備あり時 w、整備なし時 o

$BT_i$ ：整備 i 時総走行費用（円／年）

$Q_{ijl}$ ：整備 i 時 OD 間距離 l の車種 j の交通量（台／日）

$T_{ijl}$ ：整備 i 時 OD 間距離 l の車種 j の走行時間（分）

$a_j$ ：車種 j の時間原単位とする。

最終的に、20 年間で約 139 億円の便益が見込まれる算出結果となった。

##### （2）自動車旅客人キロ

自動車は、コンケン市の交通手段別割合の中で約 60%と最も大きいと、導入効果の評価として自動車旅客人キロをシナリオ別に求めた。図-3を見ると、シナリオ C では、シナリオ B と比較して 2029 年時の洪水

発生時に 1,500 万人キロの移動量増加していることが分かった。また、シナリオ B とシナリオ A および C との差は年々増加傾向にあることがわかった。

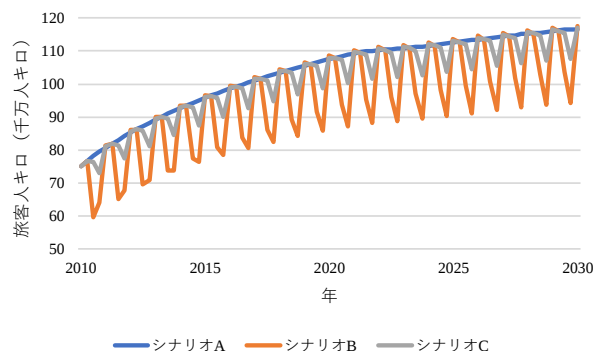


図-3 シナリオ別四半期毎自動車旅客人キロ

#### 5. おわりに

本研究は、洪水発生時の状況に応じた交通状態を外生的に算出し、その計算結果を MARS に組み込むことで、適応策の導入効果の推計を行った。洪水に対する適応策として、道路高架化政策を導入し、洪水時の交通を考慮した適応策の定量的な評価を可能とした。しかし、今後の課題として、現在洪水発生が外生的な表現となっているため、内生的に洪水発生時の表現が可能なモデル作成を行うと同時に、洪水発生時の他の適応策の評価をする必要がある。また、土地利用部分も考慮して便益の算出することが必要と考えられる。

#### 参考文献

- 1) Bazrkar, M, Fathian, F, Eslamian S: Runoff Modelling in order to Investigate the most effective Factors in Flood Events using System Dynamic Approach (Case Study; Tehran Watershed, Iran), 2013, pp. 39-56.
- 2) Stamos, I, Mitsakis, E, Salanova, J: Roadmaps for Adaptation Measures of Transportation to Climate Change, Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2015, pp. 1-21.
- 3) Thailand Flood Monitor: <http://flood.gistda.or.th/>（2017 年 12 月 5 日閲覧）
- 4) Pfaffenbichler, P: The strategic, Dynamic and Integrated Urban Land Use and Transport Model MARS (Metropolitan Activity Relocation Simulator): Development, testing and application. PhD Thesis, Vienna University of Technology, 2003.
- 5) 費用便益分析マニュアル：  
[http://www.mlit.go.jp/road/ir/hyouka/plcy/kijun/bin-ekiH20\\_11.pdf](http://www.mlit.go.jp/road/ir/hyouka/plcy/kijun/bin-ekiH20_11.pdf)（2017 年 12 月 20 日閲覧）