

地方都市圏での降雨浸水時における交通シミュレーションを用いた交通渋滞緩和に関する分析

山岡 茉由¹・奥嶋 政嗣²

¹学生会員 徳島大学大学院 創成科学研究科 理工学専攻 社会基盤デザインコース 修士課程

(〒770-8506 徳島県徳島市南常三島町2-1)

E-mail:c612031032@tokushima-u.ac.jp

²正会員 徳島大学 教授 大学院社会産業理工学研究部 (同上)

E-mail:okushima.masashi@tokushima-u.ac.jp

局所的な集中豪雨により、地方都市圏の道路網では冠水による交通遮断が問題となっている。これに対して、浸水予測情報を用いた交通マネジメントのあり方を検討する必要がある。本研究では、降雨浸水による主要幹線道路の交通遮断時における交通渋滞状況に対して、豪雨情報および冠水情報の提供による走行時間短縮効果を検証することを目的とする。具体的には、地方都市の道路網を対象として、汎用交通流シミュレーションシステムを用いて降雨浸水による主要幹線道路の通行止め規制時の交通渋滞状況を再現するとともに、出発前における情報提供による出発行動変更から交通渋滞緩和効果を計測する。その結果として、冠水情報が交通渋滞緩和に有効であること、および、出発前の情報提供による効率的な交通運用の可能性が示唆された。

Key Words : *traffic simulation, traffic congestion, information provision, flooding, departure time*

1. はじめに

近年、日本各地で短期間に局所的な集中豪雨が観測されており、市街地の道路網では冠水による交通遮断が問題となっている。たとえば、本研究で対象とする徳島都市圏では2016年9月20日に台風16号の被害により、国道交差点が冠水により通行止めとなっている。主要交差点での通行止めにより、周辺道路網で深刻な交通渋滞が観測されている。このように、降雨浸水による交通規制はドライバーにとって大きな影響を及ぼすこととなる。

これらの被害を軽減させるために、降雨予測技術および浸水予測技術の開発が進展している。これらの予測技術の進展を踏まえて、適切な交通誘導を促す交通情報の提供が重要となる。そのため、浸水予測情報を利用した交通マネジメントのあり方を検討する必要がある。

本研究では、降雨浸水による主要幹線道路の交通遮断時における交通渋滞状況に対して、豪雨情報および冠水情報の提供による走行時間短縮効果を検証することを目的とする。具体的には、徳島広域都市圏の道路網を対象として、汎用交通流シミュレーションシステムAIMSUN[®]を用いて、降雨浸水による主要幹線道路の通行止め規制時の交通渋滞状況を再現する。さらに、出発前における情報提供によるドライバーの出発行動変更から交通渋滞緩和効果を計測する。

2. 対象道路ネットワークと道路交通需要の設定

ここでは、本研究で対象とする道路ネットワークと道路交通需要の設定について整理する。

(1) 対象道路ネットワークの設定

対象地区内には主要な幹線道路があり、広域的な交通流動の影響が大きい。このため、対象道路網の範囲は、対象地区内に限定せず、徳島広域都市圏全体とした。そこで、GIS道路網データベースより、徳島広域都市圏内における主要幹線道路を抽出した。対象道路ネットワーク全体を図-1に示す。対象地区外については、道路交通センサ調査のゾーン区分(Bゾーン)に対応させて、44ゾーンに区分して、各ゾーンにセントロイドを設定している。

一方、対象地区である徳島市中心部は、道路交通センサ調査ゾーンの徳島市1区(広域ゾーン番号1)および徳島市5区(広域ゾーン番号5)に対応する。対象地区内では、幹線道路の冠水による迂回交通が通過する街路も含めて道路ネットワークを設定する必要がある。このため、図-2に示すように、対象地区内では道路幅員3.5m以上の街路も含めて道路ネットワークを設定した。また、対象地区内では町丁目を基本として、6ゾーンに区分して、各ゾーンにセントロイドを設定している。この結果として、道路網全体で10,378リンク、2,778ノードで道路ネットワークデータを構成した。

対象地区内の道路リンクについては、現地調査に基づいて、車線数などの道路条件を設定した。速度制限に関しては、GIS道路網データベースの設定値を適用した。一方、交通信号制御に関しては、主要交差点29箇所について信号周期の現地調査を実施して、その結果を反映させた。調査対象外の交差点については、隣接する交差点の信号周期に連動するものとして設定した。

つぎに、降雨浸水時における通行不能区間を検討する。対象地区内の主要幹線道路において平成21年台風9号通過時の推定浸水深30cm以上となった区間を図-2に示す。本研究では、この道路区間を交通遮断区間として設定した。さらに、交通遮断区間における推定遮断時間により、交通遮断の開始時刻を8:00、終了時刻を10:00に設定した。

(2) 道路交通需要に関する設定

道路交通需要としては、平成22年道路交通センサス起終点調査データから、徳島市関連交通量および通過交通量を抽出した。通過交通量については、対象地区を通過する可能性のあるODペアを網羅的に抽出して、該当するODペアの交通量をすべて対象とした。ここで、交通遮断の影響時間帯を考慮して、対象時間帯は6:00から14:00までの8時間とした。その結果、対象時間帯における対象地区関連の道路交通需要は201,901台となった。

つぎに、乗用車・小型貨物、大型貨物・バスの2車種に分類するとともに、車両の発生時刻により15分単位で区分した。対象となる車種別時間帯別発生交通量を図-3に示す。発生交通量は通勤時間帯となる7時以降に顕著に増加し、7:00-7:15、7:30-7:45、8:00-8:15に多くなる。その後減少するものの、一定程度の交通需要が維持されることがみてとれる。

対象地区の内々交通量および関連交通量については、町丁目を集約した6ゾーンに対して、平成17年度国勢調査の居住人口に応じて分配した。

(3) 交通シミュレーションにおける仮定

本研究の交通シミュレーションでは、以下の4種類の仮定に基づいて交通状況を推計する。1) 降雨浸水箇所以外の道路・橋梁の遮断、および交通事故は一切発生しない。2) いずれの交通状況下でも車両は信号を遵守する。3) 自動車交通だけを考慮して、徒歩および自転車交通を考慮しない。4) 情報提供がない場合には道路交通需要は降雨により変化しないものとする²⁾。

3. 集中豪雨想定時における出発行動変更

ここでは、集中豪雨想定時における交通行動意向を把握するため、2016年12月に徳島県を対象としたWebアン

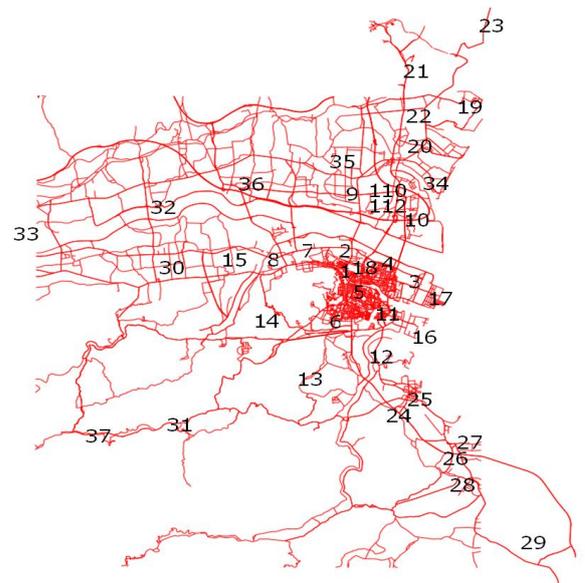


図-1 徳島広域都市圏の道路ネットワーク



図-2 対象地区内の道路ネットワークと交通遮断区間

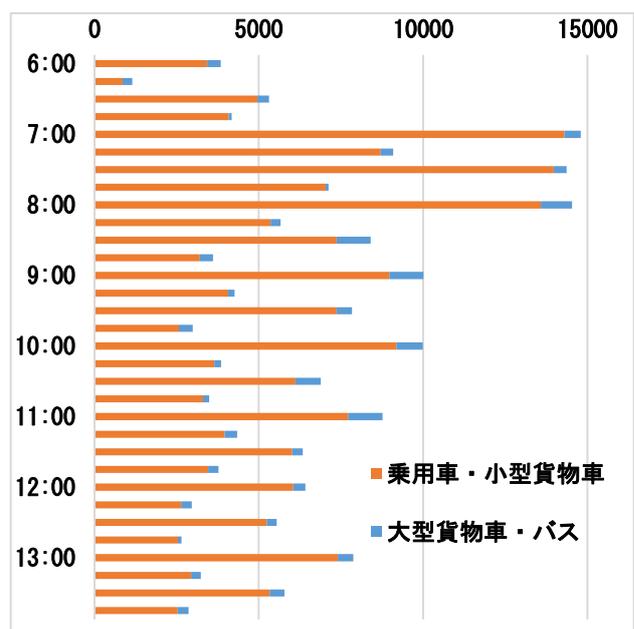


図-3 出発時間帯別交通量 (15分毎)

ケート調査結果を用いて、集中豪雨想定時における出発取りやめモデルおよび出発時刻変更モデルを構築した。

さらに、出発取りやめモデルを適用して、徳島都市圏全域で豪雨の予測情報が提供された場合における出発取りやめ台数を推計した。

(1) 出発行動変更モデルの構築

出発時における情報の差異に伴うドライバーの出発行動変更の関係を分析する。出発時における情報として、豪雨情報、冠水情報、短時間冠水情報、不確実冠水情報に対する交通行動変更の回答を分析対象とする。

全サンプルを対象として、4種類の情報に対する出発取りやめの有無について二項ロジットモデルを適用し、影響する要因を特定する。出発取りやめモデルの推定結果を表-1に示す。これより、ドライバーは冠水情報の取得により出発取りやめの選択意向が有意に高くなることがわかる。

さらに、出発取りやめを選択したサンプルを除き、4種類の情報に対する出発時刻変更の有無について二項ロジットモデルを適用し、影響する要因を特定する。出発時刻変更モデルの推定結果を表-2に示す。出発時刻変更についても、冠水情報の取得により選択意向が有意に高くなることがわかる。

(2) 出発行動変更モデルの適用

これまでに構築した出発行動変更モデルを適用して、徳島都市圏全域で豪雨の予測情報が提供された場合における出発取りやめ台数を推計する。情報の影響が考えられるサンプルに絞るため、豪雨情報に関しては徳島市内を走行する車両、冠水情報に関しては交通遮断箇所を利用して通勤・通学している車両を対象とする。そこで、冠水情報については、最短経路探索結果より交通遮断箇所を通過するODペアを対象とした。集中豪雨想定時の情報提供による出発取りやめ台数の推計結果を図-4に示す。豪雨・冠水情報で取りやめ台数が約18,700台と最も高い結果となっている。

4. 降雨浸水時における冠水情報提供効果の検証

(1) 降雨浸水時の交通状況推計

降雨浸水時の設定として、図-2に示した国道55号上の道路区間を通行不能とする。道路冠水により通行不能となる事象の発生時点において、当該区間への進行車両は直前交差点で迂回誘導されると仮定する。また、道路冠水箇所へ侵入し、移動不可能となる車両はないとし、簡易的に交通遮断区間を設定している⁴⁾。

また、運転手は浸水状況について冠水箇所付近に到達

表-1 出発取りやめモデルの推定結果³⁾

	係数推定値	t 値
定数項	-1.357	-6.450**
勤務ダミー	-1.354	-6.696**
交通弱者と同居ダミー	0.567	4.154**
男性ダミー	-0.933	-6.606**
60・70代ダミー	0.752	4.498**
出発時刻ダミー	0.308	1.732.
通勤・通学ダミー	-0.338	-1.870.
冠水情報ダミー	1.384	7.160**
短時間情報ダミー	-0.259	-1.647.

** : 1%有意 * : 5%有意 . : 10%有意

表-2 出発時刻変更モデルの推定結果³⁾

	係数推定値	t 値
定数項	-0.360	-2.464*
20・30代ダミー	-0.307	-2.507*
通勤・通学ダミー	0.293	2.075*
始業時刻ダミー	0.488	3.518***
通勤距離(km)	-0.016	-2.749**
冠水情報ダミー	0.616	4.450***
情報誤差ダミー	-0.304	-2.048*

*** : 0.1%有意 ** : 1%有意 * : 5%有意

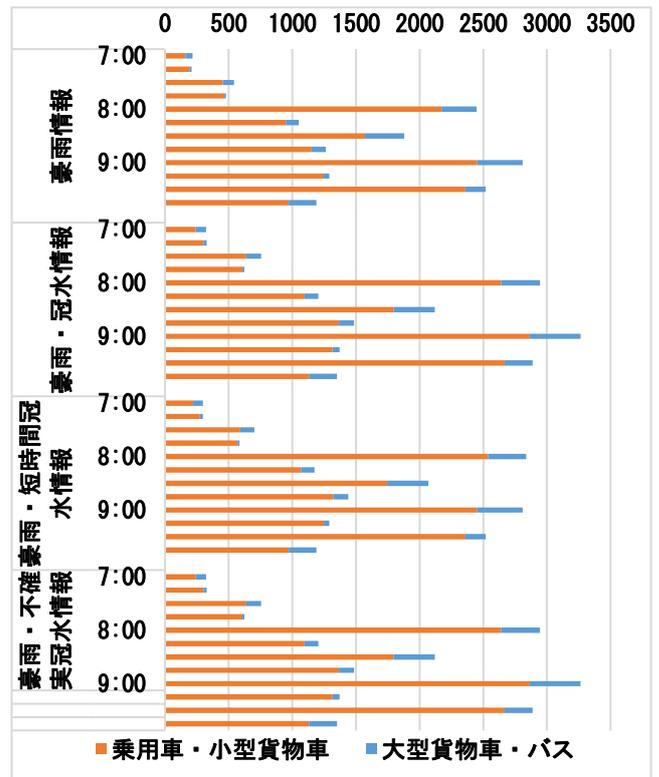


図-4 情報提供による出発取りやめ台数の推計結果

するまで認知できず、通行止めにより交通遮断されていることは把握していないものとする。

降雨浸水による交通遮断時のシミュレーション結果と

して、9:00の俯瞰的に見た交通渋滞状況を図-5に示す。国道55号では通行不能の発生直後より、北側交差点の南進方向および南側交差点の北進方向で交通渋滞が発生する結果となっている。さらに、交通遮断区間周辺の道路にも影響がみられ、交通渋滞が発生している。

平常時と比較して、降雨浸水時の到達車両総旅行時間の推移を図-6に示す。降雨浸水による交通遮断により、到着が遅れている車両が増加し、交通遮断が解消された10:00以降も継続することがわかる。

(2) 情報提供による交通状況推計

交通渋滞緩和策として出発前において豪雨および冠水情報提供した場合の交通状況を検討する。具体的には、OD 交通量から OD ペア別に出発時間帯が一致する出発取りやめ台数を削除した。

降雨浸水時と比較して、情報提供時の到達車両総旅行時間の推移を図-7に示す。交通遮断時間ではドライバーの出発取りやめにより総旅行時間は減少する傾向がみられる。一方、交通遮断解消後の10:00以降では増加しているものの、到着遅れが減少し、目的地に到達できた車両が増加していることがわかる。

5. おわりに

本研究では、交通シミュレーションを用いて、降雨浸水時の交通状況を再現するとともに、豪雨情報および冠水情報の提供による交通渋滞緩和の効果を計測した。その結果として、降雨浸水時における交通遮断による交通渋滞緩和では、情報提供によるドライバーの出発行動変更が有効であり、効率的な交通運用の可能性が示された。

参考文献

- 1) Barcelo, J. and Casas, J.: Dynamic network simulation with AIMSUN, Proc. of International Symposium on Transport Simulation, 2002.
- 2) 松井佑樹, 奥嶋政嗣, 安芸浩資, 花住陽一: 交通シミュレーションを用いた降雨浸水時の交通渋滞緩和に関する基礎的分析, 土木計画学研究・講演集, 2016.
- 3) 山岡茉由, 奥嶋政嗣: 地方都市圏での集中豪雨想定時における交通マネジメントに関する基礎的分析, 土木計画学研究・講演集, 2020.



図-5 交通遮断時の交通渋滞状況

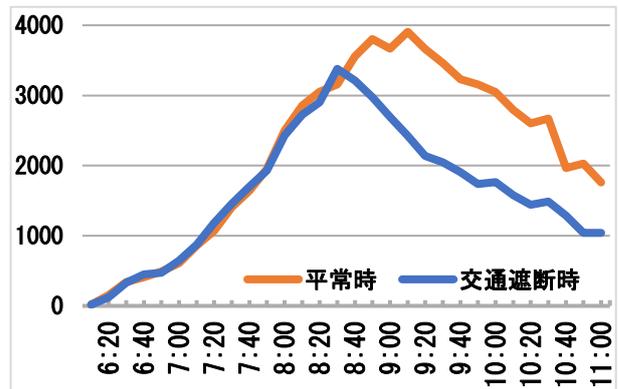


図-6 交通遮断時の到達車両総旅行時間の推移

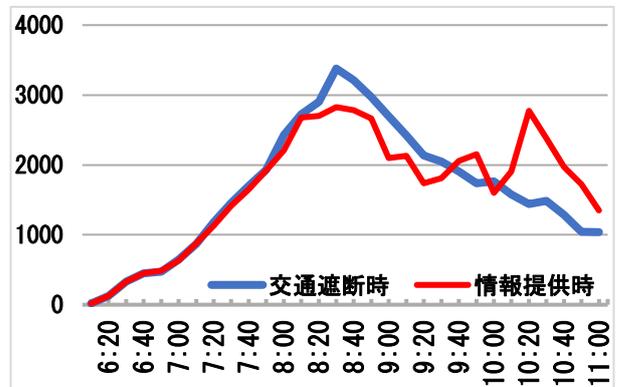


図-7 交通情報提供時の到達車両総旅行時間推移

- 4) 桑沢敬行, 片田敏孝, 及川康, 児玉真: 洪水を対象とした災害総合シナリオ・シミュレータの開発とその防災教育への適用, 土木学会論文集 D, Vol. 64, No. 3, pp. 354-366, 2008.

(Received October1,2021)

ANALYSIS OF COUNTERMEASURE FOR TRAFFIC CONGESTION ON FLOOD AT RAINFALL IN LOCAL CITY USING TRAFFIC SIMULATION

Mayu YAMAOKA, Masashi OKUSHIMA