

豪雨災害時におけるプローブデータとシミュレーションによる帰宅交通対策分析

西田 竜之介¹・藤田 素弘²・Wisinee WISSETJINDAWAT³

¹学生会員 名古屋工業大学大学院 博士前期課程学生（〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町）
E-mail:29415076@stn.nitech.ac.jp

²正会員 名古屋工業大学大学院教授 工学研究科（〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町）
E-mail:fujita.motohiro@nitech.ac.jp

³正会員 名古屋工業大学大学院助教授 工学研究科（〒466-8555 愛知県名古屋市昭和区御器所町）
E-mail:wisinee@nitech.ac.jp

本研究では、東海地方に大きな被害をもたらした平成23年台風第15号による集中豪雨時の帰宅交通状況についてタクシープローブデータにより分析し、特に影響の大きかった名古屋から多治見方面への自動車での帰宅所要時間モデルを構築した。また、道路交通状況を再現する交通シミュレーションを開発し、豪雨時の帰宅困難対策の効果について検証した。その結果、豪雨時には渋滞や通行止めにより、降雨のピークに帰宅した人ほど所要時間は長く、遅くに帰宅した人ほど短くなること、事前に交通情報を入手できるとUターンや迂回を回避でき所要時間が短くなることがわかった。また、豪雨時の帰宅困難対策として、交通規制情報を入手させること、帰宅しない人を増やすことが有効であることがわかった。

Key Words : typhoon, traffic congestion, simulation, downpour, stranded commuters

1. はじめに

近年地球温暖化などの環境問題が懸念され、台風や集中豪雨による災害の被害が多発している。災害が発生するたびに、鉄道等の交通機関の運休や道路の冠水や通行止めが起り、都市部を中心に多数の帰宅困難者が発生している。平成23年9月20日に東海地方を襲った台風第15号による集中豪雨は、東海地方の多くの人々の帰宅交通に大きな影響をもたらした。このように帰宅困難者の抑制は重要な課題であるが、依然として問題点が多く災害時の交通状況について十分な理解がされていないといえる。

そこで、本研究では災害時の交通状況を知り、今後の対策を検討することを目的とする。平成23年台風第15号時の帰宅交通状況について、豪雨が発生した9月20日のタクシープローブデータをもとに分析する。また、帰宅所要時間モデルを構築し、集中豪雨が帰宅交通に与えた影響についても分析する。さらに、豪雨時の交通状況を再現したシミュレーションを開発し、豪雨災害時の帰宅困難対策の検討を行い、今後の対策に役立てるものとする。

2. 平成23年台風第15号による被害概要

(1) 平成23年台風第15号概要

台風は平成23年9月13日21時に日本の南海上で発生し、次第に勢力を強めた。東海地方では、19日夕方から21日夕方にかけて、断続的に強い雨が降り、庄内川が氾濫した。名古屋市千種、多治見市での降水量の推移を図-1に示す。名古屋市では20日15時台に1時間降水量43.5mmを記録した。その後雨は落ち着いていったことがわかる。多治見市では20日13時台に1時間降水量68.0mmを記録した。その前後でも激しく雨が降っていたことがわかる。

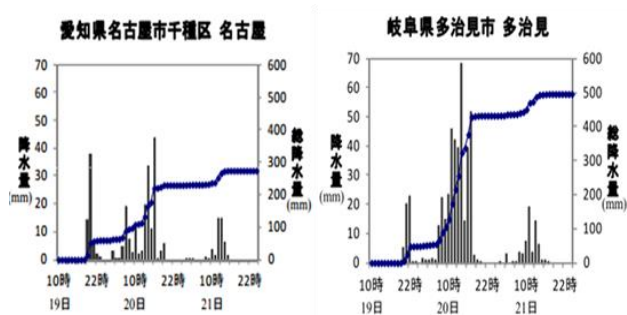


図-1 名古屋市千種と多治見市での降水量の推移

(2) 交通被害

台風第15号により通行止めが発生した道路区間を図-2に示す。愛知県内の一般道路では計431箇所が損壊・冠水した。本研究で特に注目する名古屋市から多治見市方面では、中央高速道路及び国道19号線が20日14時頃から通行止めとなり、道路交通は大混乱となった。一方鉄道では、JR中央本線が20日正午頃から運転見合わせまたは運休となり、多くの帰宅困難者を出した。

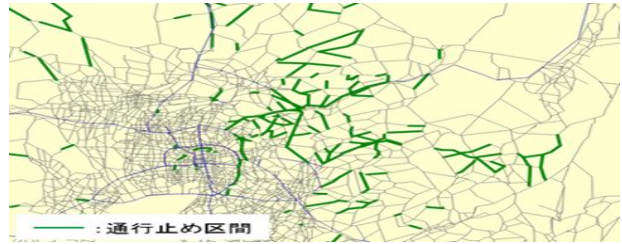


図-2 通行止め区間

3. 多治見方面への豪雨時の帰宅交通状況の分析

9月20日11時から23時までに、名古屋から多治見方面に向かったプローブ車両の通信データをプロットしたものを図-3に示す。図では各地点の速度が4km/h以下のものを赤色の大きな丸で、4-8km/hのものを橙色の丸で示すなど速度別に大きさと色を変えて示す。多治見方面では平常時19号線を利用する車両が通行止めや庄内川の氾濫により迂回やUターンを余儀なくされ、側道や国道248号線を利用して多治見に向かった。その結果、19号線の通行止め区間手前や248号線で激しい渋滞が発生していることがわかる。

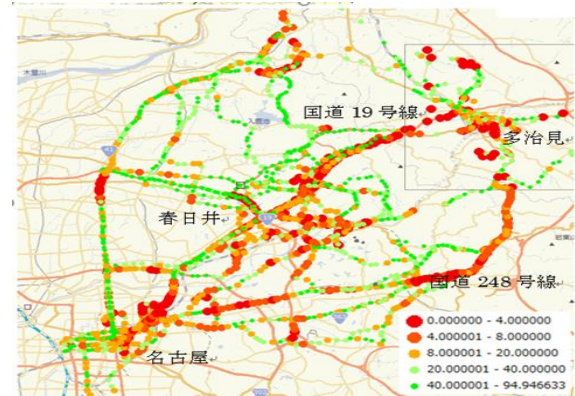


図-3 多治見方面へのプローブ車両の通信データ

図-4に名古屋から多治見へ向かった車両のうち代表的な経路を走行したものを示す。名古屋から多治見へは図の通行止め地点まで19号線を通るルートと、南から248号線を利用する南ルートと、北から同じく248号線を利用する北ルートがある。図-5は迂回しながら結局3つのどれかのルートで走行している車両例である。これらの24件のプローブデータを用いて構築した所要時間モデルを表-1に示す。



図-4 名古屋から多治見への代表的な経路

モデル 1 より、高速大森 IC を利用した車両は所要時間を短縮できているが、春日井 IC 付近を走行した車両は所要時間が長くなっている。これは春日井 IC-名古屋 IC 間が 15 時時点で通行止めになり、春日井 IC で降りる車両が大幅に増加したためだと考えられる。また、U ターンをすると所要時間が長くなり、21 時台に出発すると所要時間が短くなることからわかる。これは、車両が通行止め・U ターン情報を入手できていないこと、21 時台には降雨のピークが過ぎ、交通量が落ち着いていることが原因だと考えられる。モデル 2 より、迂回が 1 回増えるごとに約 15 分、迂回し始めるまでの時間が長いほどそれまでの時間の約 3 分の 1 の所要時間が余分にかかることがわかる。またモデル 3 より、初めから 19 号線を利用せずに北側や南側から 248 号線を利用して多治見に向かった場合はそれぞれ所要時間を短縮できていることがわかる。これらより、出発前に正確な交通規制情報を入手して、余計な迂回をせずに帰宅することが重要であるといえる。



図-5 名古屋から多治見への迂回した経路

表-1 名古屋から多治見への所要時間モデル

説明変数	モデル1		モデル2		モデル3	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値
切片	228.001	14.73***	201.247	11.56***	271.944	14.08***
Uターンダミー	65.546	3.26***	—	—	61.192	2.16**
迂回までの所要時間	—	—	0.361	2.1**	—	—
迂回回数	—	—	14.956	4.11***	—	—
21時発ダミー	-106.345	-3.7***	-108.259	-4.19***	—	—
高速小牧着ダミー	—	—	—	—	-102.894	-1.78*
高速大森着ダミー	-66.814	-3.1***	-46.780	-2.27**	-74.280	-2.53**
春日井IC地点通過ダミー	46.013	2.27**	—	—	—	—
北ルート開始ダミー	—	—	—	—	-100.329	-2.36**
南ルート開始ダミー	—	—	—	—	-72.497	-2.34**
サンプル数	24					
調整済みR2	0.747		0.770		0.539	

*** 1%有意, ** 5%有意, * 10%有意

4. 道路交通状況再現のためのシミュレーション

本研究では、シミュレーションソフトとしてAimsunを使用する。本研究で扱うのは名古屋市を中心とした中京都市圏のネットワークである。交差点の信号機の時間は、さまざまなパターンをシミュレーションした結果最も精度の良かった、主方向の青時間が60秒（名古屋市内は70秒）、他方向の青時間が40秒、切り替わり時間5秒とする。シミュレーションの時間帯は、名古屋市と多治見市において特に豪雨の激しかった13時から18時とする。

豪雨災害時の交通状況を再現する方法として、通行止めの設定とOD交通量の変更を行う。通行止めは図-1に示した通行止め区間を設定する。OD交通量は、通行止め区間まで行きそこで経路を変更するという実際の状況をできるだけ再現するために名古屋市内から多治見市へ向かう交通量の一部を国道19号線の通行止め区間のある春日井市を経由するようにする。経路する割合を決定するために30%,40%,50%,60%の各パターンをシミュレーションし、先行研究のアンケート調査による実所要時間と精度検証した結果を図-6に示す。図より最も精度の良かった50%を採用する。また、50%のときの推計値と実測値の所要時間の散布図を図-7に示す。

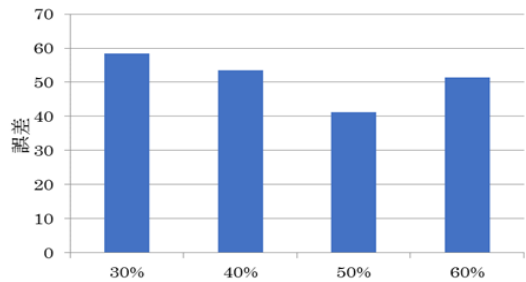


図-6 OD交通量を変更する際のRMS誤差比較

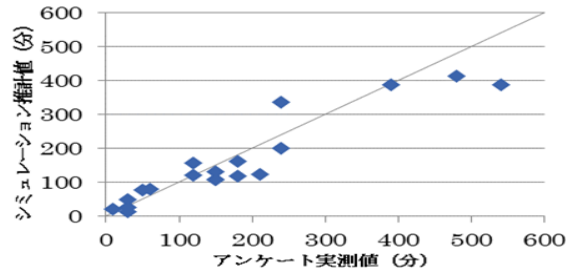


図-7 豪雨災害時再現の所要時間による精度検証

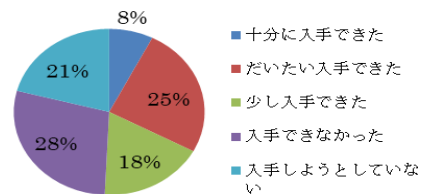


図-8 帰宅前の交通規制情報の入手状況

5. 帰宅困難対策を仮定したシミュレーション

(1) 交通規制情報を入手して帰宅した場合

豪雨災害時の交通混雑の緩和対策として、帰宅者が出発前に交通規制情報を入手する場合を考える。はじめに、先行研究で行われたアンケート調査から台風第15号時の出発前の交通規制情報の入手状況について集計した結果を図-8に示す。図より、出発前に交通規制情報を入手できなかった、または入手しなかった人は約半数もいることがわかる。

次に、帰宅者に出発前に交通規制情報を入手させた場合についてシミュレーションを行った。帰宅者が最新の交通規制情報を出発前に入手することができれば豪雨災害時の帰宅状況は改善されると考えられるため、全ての帰宅者に出発前に交通規制情報を入手させた場合と7割の帰宅者に出発前に交通規制情報を入手させた場合を行う。交通規制情報を入手したと仮定する車両には通行止め区間が経路選択に含まれないように設定し再現する。

シミュレーション結果として、図-9に17時の交通状況を示す。プロット一つ一つが車両であり速度によって色が変わり、渋滞区間を示している。図から、黒丸で示した一部の交通混雑が緩和されているのが分かる。また、交通規制情報を入手した帰宅者が増加するほど所要時間の平均値は減少した。

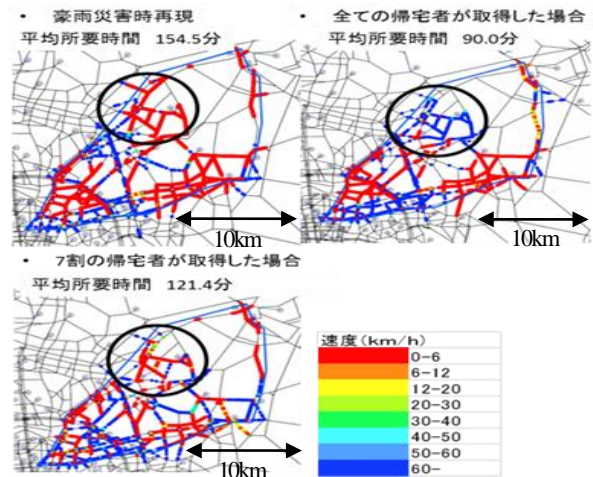


図-9 交通規制情報を入手した場合の17時の交通状況

(2) ホテルや会社に宿泊する人が増加した場合

豪雨災害時に自宅へ帰宅せずホテル等に宿泊する人が増加した場合を考える。アンケート調査から台風第15号時の自動車利用者の宿泊地について集計した結果を図-10に示す。図から、豪雨災害時であっても9割以上の自動車利用者が自宅に帰宅したことが分かった。そこで、宿泊選択者が増加した場合のシミュレーションを行う。名古屋から春日井、多治見へ向かう交通量の何%かを削減し、帰宅者が宿泊する状況を再現する。削減する割合については、20%、30%、40%の各パターンを分析する。図-11にシミュレーション結果である17時の交通状況

を示す。宿泊者が増加するほど、所要時間の平均値は減少し全体的に交通渋滞が緩和されたことが分かる。また、豪雨災害時の交通混雑の緩和対策のシミュレーション結果を図-12に示す。図から、宿泊選択者が40%のときに最も所要時間が短縮されていることがわかる。

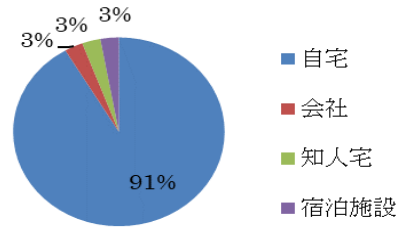


図-10 出発前の交通規制情報の入手状況

6. まとめ

本研究では、平成23年台風第15号時の帰宅交通状況についてプローブデータで分析を行った。また、道路交通状況を再現する交通シミュレーションを開発し、豪雨時の帰宅困難対策の効果を検証した。本研究により得られた知見を以下に示す。

- 1) 豪雨時には渋滞や通行止めにより、降雨のピークに帰宅した人ほど所要時間は長く、遅くに帰宅した人ほど短くなり、事前に交通情報を入手できるとUターンや迂回を回避でき所要時間が短くなることがわかった。
- 2) 豪雨災害時の交通混雑の緩和対策として、帰宅者が出発前に交通規制情報を取得した場合、交通規制情報を取得した帰宅者が増加するほど所要時間は減少し、通行止め規制手前の交通混雑が緩和された。帰宅せず会社等に宿泊する人が増加した場合、宿泊選択者が増加するほど所要時間は減少し、交通混雑が緩和された。今後の課題としては、他の豪雨災害時の帰宅困難対策をシミュレーションし、分析をしていくことが挙げられる。

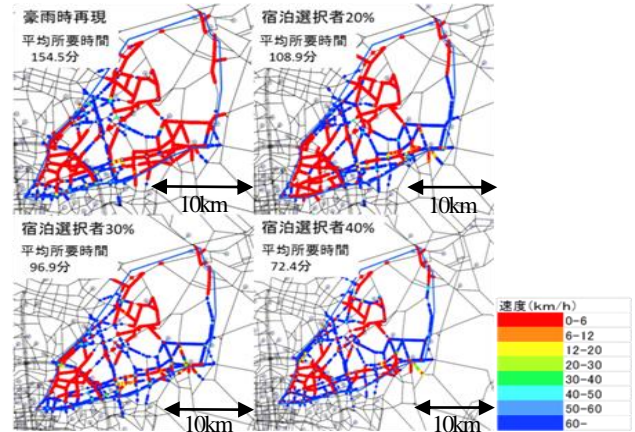


図-11 宿泊者が増加した場合の交通状況の比較

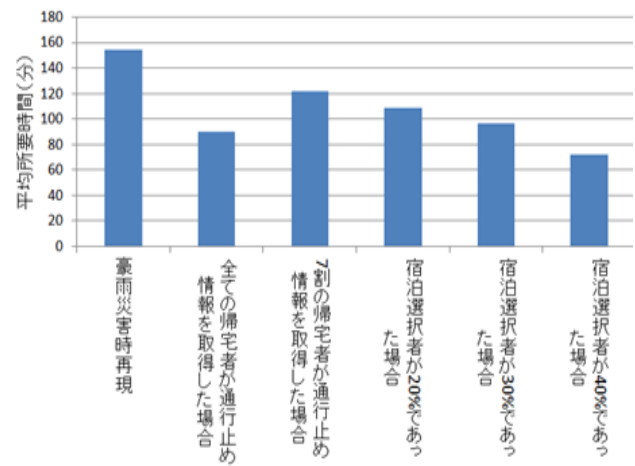


図-12 豪雨時の交通混雑の緩和対策の所要時間の比較

参考文献

- 1) Mohammad hannan Mahad KHAN, 藤田素弘, Wisinee WISSETJINDAWAT : ANALYSIS ON CAR COMMUTERS' BEHAVIOR DURING MASSIVE DOWNPOUR BASED ON PROBE DATA AND QUESTIONNAIRE SURVEY
- 2) 大橋雅也, 藤田素弘 : 平成 23 年台風 15 号における東海地域帰宅困難と避難状況分析 土木学会, 2012.
- 3) 熊崎遼, 藤田素弘 : 豪雨災害時の自動車帰宅分析と道路交通シミュレーション

(2017.7.?受付)

ANALYSIS ON CAR COMMUTERS' BEHAVIOR DURING DOWNPOUR DISASTER BY PROBE CAR DATA AND TRAFFIC SIMULATION

Ryunosuke Nishida, Motohiro Fujita and Wisinee WISSETJINDAWAT

In this study, car commuters' behavior during downpour disaster was analyzed and measures for returning home difficulties was considered. As a result, it took a longer returning time for the person who came home early as the traffic jam or traffic closure occurs, and it took a shorter returning time for the person who came home late or avoided U turns and detours to obtain traffic information in advance. Also, the returning time decreased as the number of people who obtained the traffic information before departure increased, and the traffic congestion was alleviated. The returning time decreased as the number of people who stayed at the company or hotel increased, and traffic congestion was alleviated.