

台風豪雨時における 公共交通の帰宅行動選択と交通状況分析

Analysis of Difficulty to Return Home
and Public Transportation Simulation under Typhoon and Downpour

藤田 素弘¹・小松 浩樹²

¹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

²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: cko13537@stn.nitech.ac.jp

本研究では、平成23年台風第15号時の公共交通の帰宅困難状況について帰宅行動選択モデルの構築とシミュレーション分析を行った。モデルから、運休情報を取得しない人は帰宅する人が多いこと、運休情報を取得した人でも取得時間帯や方面によって帰宅行動が変わること、取得した情報の正確さによって帰宅困難度が大きく変わることが分かった。ここから、正確な経路選択のための情報を迅速に提供することの重要性が分かる。また、交通状況を再現するものとして、シミュレーションを構築することによって豪雨下の人々の公共交通の経路選択や乗換行動を分析し、これを実際の情報提供や経路選択、公共交通機関の対策を検討する。

Key Words : typhoon, failure of the transportation system, traffic information, refuge, Person Trip Survey

1. はじめに

平成23年9月に、昼から夕刻にかけて東海地域に襲った台風第15号による豪雨では、交通機関の運休及び道路の冠水等により東海地域の帰宅交通に影響を与えた。冠水、崖崩れなどが発生し、都市交通においては鉄道、地下鉄などの公共交通機関の運休が相次ぎ、高速道路も通行止めになった。

各鉄道路線によって復旧状況も異なり、時々刻々と変化する豪雨や鉄道運休状況が、帰宅するか帰宅を取り止めるかの帰宅行動選択や、無理に帰宅したとしても普段の数倍の時間をかけて帰宅することになる帰宅困難状況などに強い影響を与えることになった。

よって本研究では、主として普段および平成23年台風15号、豪雨時に公共交通機関を名古屋市内から利用した人に焦点を当て、台風時の帰宅行動を、交通情報入手状況やその正確さを考慮した上で統計的に分析・評価する。また公共交通の交通シミュレーションを対象ネットワークに適用し、豪雨時、路線ごとの混雑度や駅での待機状態を再現し、豪雨時の帰宅困難状況を明らかにする。これにより、人々の帰宅行動選択とその後の帰宅困難状況との関係を明らかにし、今後の対策に生かすことを目指して研究を行うものとする。

2. 台風による被害とアンケート調査の概要

(1) 平成23年台風第15号被害概要

本研究で対象とする台風第15号の被害状況をまとめる。東海地方では、9月19日夕方～21日夕方にかけて、断続的に強い雨が降った。特に20日は、名古屋市、尾張東部から中濃・東濃にかけて大雨となった。名古屋市では庄内川が一部氾濫したことで378棟が床上床下浸水した。雨が激しかった地域の最大降水量は、名古屋市は15時台で43.5mm、多治見市は13時台で68.0mmである。

(2) 交通影響

台風により運休が発生した東海地方の鉄道路線区間のうち本研究と強く関連する箇所の運休時間帯を表-1に示す。ここから、20日午後から21時頃にかけてまたは、翌日まで鉄道が運休し多くの帰宅困難者を出したことが分かる。JR東海道本線の運休区間は短い、名古屋駅以南の路線からの直通運転をしている関係で名古屋駅以北の路線も大きな影響を受けた。

また道路交通においても、東海地域の主な高速道路が9月20日12時頃から翌21-22日にかけて通行止めとなったほか、道路の激しい渋滞でバスも影響を受けたが、本研究で主に対象とする名古屋ガイドウェイバスについては市内を高架で走るため運行されていた。

(3) アンケート調査概要

アンケート調査は、台風第15号での豪雨による被害が甚大で交通混雑が大きかった9月20日に、図-1の主要鉄道およびガイドウェイバス沿線の地域において、公共交通機関や自動車等を利用して帰宅、または帰宅を断念した人を対象とした。アンケートは豪雨時の避難状況等も扱っているが、本研究が対象とする公共交通帰宅者の帰宅困難状況分析に関わる質問は、以下の4項目である。

- ・会社～自宅間における普段と9月20日の豪雨時の帰宅交通手段や時刻、出発地、目的地、宿泊先。
- ・豪雨時帰宅を断念した場合その時刻、場所、理由。
- ・鉄道の運行・運休・再開等交通情報の取得状況・時間帯・方法・情報の正確さなど。
- ・個人属性（性別、年齢、家族構成等）

アンケート調査はポスト投函郵送回収方式とした。この概要を表-2に、調査地域を図-1に示す。

3. 豪雨時の帰宅行動と情報収集

ここでは、調査によって得られたデータのうち、普段公共交通機関を利用して通勤している人のデータを用いて、豪雨当日の帰宅交通行動を分析する。図-1に示すように、鉄道運休の影響が大きかったJR東海道本線、JR中央本線、名鉄瀬戸線・愛知環状鉄道線、ゆとりーとラインの沿線ごとにみていく。

まず、一宮方面においては、JR東海道本線が名古屋駅以北で運休となった。名古屋方面から帰宅した人のうち約4割の人が、鉄道での帰宅を諦め、社用車や知人の車、タクシーで帰宅した。約2割の人がJR東海道本線と並行する名鉄名古屋本線で帰宅した。

岐阜方面では、約3割の人が名古屋駅から名鉄名古屋本線で名鉄岐阜駅に向かい、名鉄岐阜駅より帰宅した。約3割の人が帰宅することを諦めた。

春日井方面においては、JR中央本線が運休となった。名古屋方面から帰宅した人の内、約3割の人が社用車や知人の車で帰宅し、約3割が自宅に帰宅することを諦めた。また、約2割がゆとりーとラインで帰宅した。

多治見方面においては、多治見市内の鉄道が全て運休となり、高速道路や国道も通行止めとなったため、約半数の人が自宅への帰宅を諦めた。また、約3割の人が社用車や知人の車で帰宅した。残りの約2割は新瀬戸駅や新可児駅等、可能な限り鉄道で多治見方面に向かい、車等で帰宅したが、最大10時間と長い時間がかかった。

瀬戸方面においては、名鉄瀬戸線が17時25分～21時頃に運休となった。名古屋方面からの帰宅においては、約4割の人が名古屋市営地下鉄東山線の藤が丘駅に向かい、藤が丘駅からバス、またはリニモと愛知環状鉄道線を経由して帰宅した。また、約1割の人が自宅に帰宅するこ

とを諦め、会社や宿泊施設に宿泊した。

守山区方面においては、大曽根駅から運行するゆとりーとラインを利用した人が増加した。当日名古屋市から帰宅した人の内、約6割がゆとりーとラインを利用した。残りの約3割は社用車や知人の車等で帰宅した。

地下鉄・鉄道利用者の普段と豪雨時の帰宅所要時間の比較を図-2に示す。普段の所要時間は平均59分、最大で120分であるのに対し豪雨時の所要時間は平均157分、最大で600分と、約3倍の時間がかかっていることが分かる。

表-1 鉄道不通区間とその時間帯

路線名	不通区間	発生日時	復旧日時
愛知環状鉄道	愛知環状鉄道線	瀬戸市駅から高蔵寺駅	20日 17:15 21日 5:20
JR東海	東海道本線	名古屋駅から枇杷島駅	20日 17:20 21日 0:33
JR東海	中央本線	名古屋駅から高蔵寺駅	20日 17:22 21日 6:30
JR東海	中央本線	高蔵寺駅から釜戸駅	20日 17:22 21日 22:12
名古屋鉄道	瀬戸線	全線	20日 17:25 20日 21:00
名古屋鉄道	名古屋本線	須ヶ口駅から豊明駅	20日 19:13 20日 21:00

表-2 アンケート調査概要

配布箇所	配布日	配布方法	配布部数	回収部数	回収率
一宮市	平成24年2月22日 ～2月25日	ポスト投函 郵送回収	800	83	10.4%
岐阜市			800	83	10.4%
春日井市			800	109	13.6%
多治見市			1,000	129	12.9%
瀬戸市			800	113	14.1%
名古屋市守山区			800	117	14.6%



図-1 アンケート調査地域

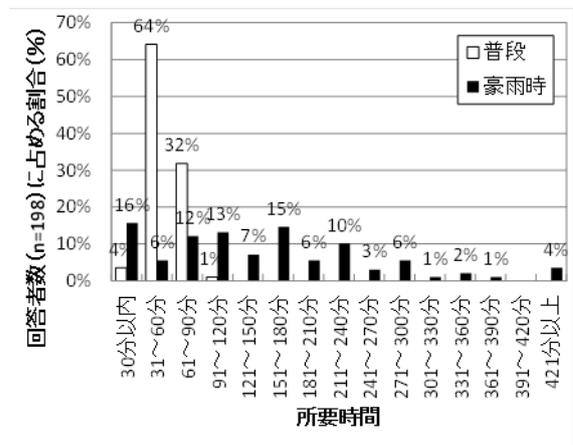


図-2 帰宅所要時間の比較

4. 帰宅行動選択モデル

ここでは、豪雨当日に帰宅するか、帰宅せずに留まるかの帰宅行動選択モデルを数量化2類で構築することで、公共交通の移動条件や交通情報入手状況などと帰宅選択行動との関係を明らかにする。普段鉄道利用で名古屋市内から市外へ帰宅している方を対象とし分析する。被説明変数は、当日自宅に帰った人を1とし、それ以外の会社、ホテル、知人宅に宿泊した人を2のダミー変数を設定した。変数を入れ替えて分析を行った結果、表-3のモデルが得られた。的中率は78%と比較的良好といえる。表-3のカテゴリ数量は負であるほど帰宅する傾向が強く、正であるほど帰宅しない傾向が強いことを示す。

モデルより、家族との連絡をとる意志のない人やとれなかった人は帰宅する傾向があり、連絡をとれた人は無理に帰宅しない傾向がみられる。普段鉄道乗車時間で40分以上の人や、移動距離では20km以上の距離の人は、帰宅しない傾向が強い。単身者は帰宅しない傾向が強く、子供や高齢者がいるほど帰宅する傾向が強い。

今回の帰宅選択行動では、運休情報を早い時間に取った人は家族と連絡をとり迎えに来てもらったり、他の手段や経路を組み合わせる人も多かったが、無理に帰宅せず会社で待機していた人も多く、運休情報を早く得ることで、より合理的な判断に至ることがわかる。

情報入手時刻が遅いと帰宅を断念するケースが多くなる。しかし、今回の豪雨のように、普段とは異なる交通手段で帰宅可能な場合には、比較的早い時間帯であれば、情報を得ることは帰宅行動を促す傾向がある。

5. 交通シミュレーションの概要

ここでは帰宅行動選択を考慮して、公共交通の帰宅困難状況が再現できるシミュレーションの構築を目指す。

本研究では、交通シミュレータとしてTSS社製のAimsunを利用して、公共交通機関に特化した静的な分析モデルを構築する。

モデルでは、複数の路線を同時に扱った際に、各路線のダイヤや相互乗換による影響を考慮する。各個人は、乗車料金、平均待ち時間、乗換での歩行時間などを時間価値として比較し、目的地までの最適な経路を選択する。

公共交通ネットワークの構築として中京都市圏のJR線、名古屋市営地下鉄、名古屋鉄道、近畿鉄道、名古屋臨海高速鉄道の計35路線を作成した。図-3は全路線、図-4は名古屋市大曾根駅付近を拡大しシミュレータ上で表示したものである。交通結節点となる駅は乗換が可能とした。

各路線の運行ダイヤは平成 27 年 7 月現在のもの、鉄道車両については最新の車両形式かつ編成数とする。

本研究では、中京都市圏 96 市町村を対象地域としたパーソントリップ調査の元データから、各駅を発着地とした OD 表を作成し使用する。駅での乗車時間で 3 時～26 時の 24 時間帯別に集計した。さらに各個人データに対して拡大係数を導入する。

表-3 帰宅行動選択モデル

アイテム	カテゴリ	カテゴリ数量	レンジ	
普段鉄道乗車時間	20分以内	-0.177	1.182	
	21～40分	-0.126		
	41分以上	1.005		
会社と自宅の直線距離	10km未満	-0.522	0.782	
	10km以上20km未満	-0.103		
	20km以上	0.260		
運休情報入手時刻	入手していない	-0.517	2.593	
	自宅が東海道線沿線一宮、岐阜	15時台以前		-0.791
		16～19時台		-0.372
		20時台以降		0.376
	自宅が中央線沿線春日井、多治見	15時台以前		-0.159
		16～19時台		1.053
		20時台以降		1.803
	自宅が瀬戸、守山区	15時台以前		-0.416
		16～19時台		-0.321
20時台以降		-0.685		
家族との連絡状況	連絡をとろうともしない	-0.605	0.735	
	連絡できなかった	-0.244		
	連絡できた	0.130		
家族構成	単身	1.353	1.912	
	夫婦	-0.197		
	核家族	-0.019		
	子どもがいる	-0.034		
	高齢者がいる	-0.159		
	子どもも高齢者もいる	-0.559		
サンプル数		190		
相関比		0.253		
判別的中率		78.4%		

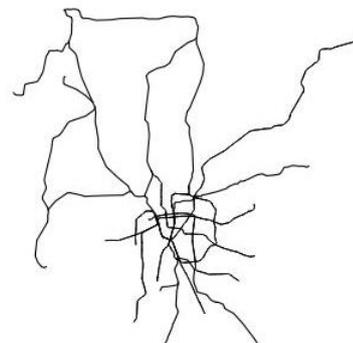


図-3 鉄道路線ネットワーク図

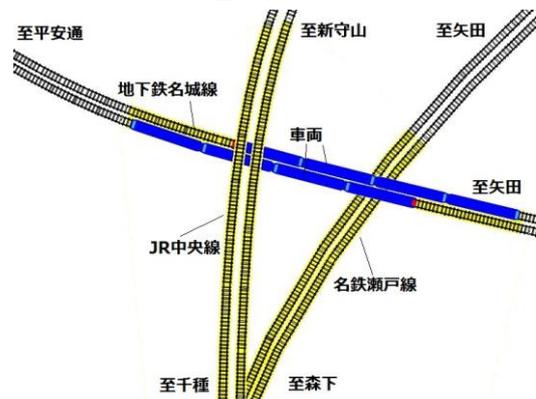


図-4 大曾根駅拡大図

シミュレーションの動的モデルによって路線ごとに設定したダイヤ通りに車両を走行させることで、時間帯によって変化する運行状況を再現した。

図-5は、市内の路線内車両数変化である通勤ラッシュとなる、7:30から9:30頃にかけて名古屋市内を走る鉄道車両数はピークに達することが分かる。

次に、公共交通静的配分モデルによって、鉄道路線ネットワークと中京都市圏パーソントリップ調査のデータから、対象地域のトリップについて公共交通機関に着目し分析する。

図-6は大曽根駅について、始発である5時から正午までの乗降者数を時間帯別にグラフにしたものである。通勤時間帯である7時～8時にかけて乗降者数共にピークに達し、降車人数は9時から大きく減少、乗車人数は正午までゆるやかに減っていくことが分かる。

今後はこのシミュレーションを災害時用に適用していく予定である。

6. まとめ

本研究では、平成23年台風第15号時での帰宅困難状況を地域ごとに整理して、交通情報の取得状況や正確性との関連を考慮に入れながらその影響要因についてモデル分析を行い、シミュレータで状況の再現を行った。研究で得られた結果は、平成23年台風第15号時の東海地域の豪雨状態と鉄道運行状態に基づく帰宅困難状況と各駅での混雑状況である。

豪雨下での帰宅行動選択モデルを数量化2類で構築したが、普段の鉄道乗車時間や運休情報を取得した時間帯、家族との連絡の有無等が重要な要因として挙げられた。

シミュレーションでは時刻通りに鉄道路線を運航させ、経路選択モデルを構築することで各駅での乗降者数や路線別の特徴を理解することができた。今後は災害時の状況を含めて動的モデルとして完成度を高め、より分析を進めていくことが課題となる。

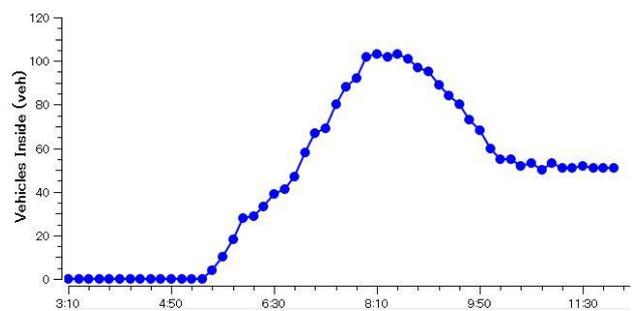


図-5 地下鉄ネットワーク内車両数推移

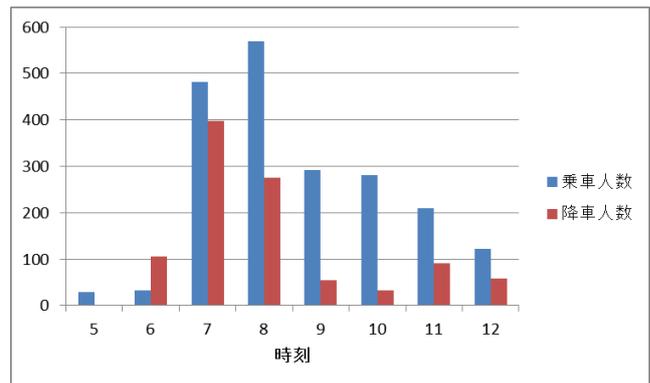


図-6 大曽根駅時間帯別乗降者数

謝辞

本研究は科学研究費補助金・基盤研究 C (25420540) の助成を受けたものである。

参考文献

- 1) 藤田素弘, 三田村純: 東海集中豪雨下における自動車帰宅交通状況と走行経路分析, 土木学会論文集, No.751/IV-62, pp.127-137, 2004.
- 2) 三田村純, 藤田素弘, 鈴木弘司, 鏡味志津枝: 集中豪雨下における徒歩公共交通手段を主とする帰宅行動分析と防災意識に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.25, No.4, pp.997-1008, 2008.
- 3) 坂本淳, 藤田素弘, 鈴木弘司, 山本幸司: 集中豪雨下における自動車帰宅交通行動と情報提供に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.24, No.4, pp.861-868, 2007.
- 4) 中京都市圏総合都市交通計画協議会
<http://www.cbr.mlit.go.jp/kikaku/chukyo-pt/index.html>

(2015.7.? 受付)

Analysis of Difficulty to Return Home and Public Transportation Simulation under Typhoon and Downpour

Motohiro FUJITA and Hiroki KOMATSU

This paper focuses on Typhoon Roke (2011), and investigates that the effect of the typhoon on public transport. The relationship between public transportation user's behavior and the train service information was analyzed. The result showed that the ratio of giving up to return home and the way of returning home is different because each train service's recovery is different. It is important to provide accurate information rapidly. Furthermore, public transportation user's route selection and transfer under downpour was simulated. Analyze this simulation so that provide accurate information, optimal route selection, and better public transportation service.