

豪雨災害時における公共交通の帰宅行動選択に関する研究*

Analysis on Returning Home Activity for Public Transport Users under Downpour*

手島 亨**・三田村 純***・藤田 素弘****・鈴木 弘司*****

By Toru TESHIMA**・Jun MITAMURA***・Motohiro FUJITA****・Koji SUZUKI*****

1. はじめに

突発的に生じる豪雨災害時において、会社から帰宅するか、帰宅をとどまって待機するかは、災害下での帰宅交通の混乱や2次災害を軽減する上で重要な行動選択といえる。2000年9月に発生した東海豪雨においても、公共交通機関である鉄道や地下鉄の運休が相次ぐ事態となり、この豪雨が帰宅ピーク時と重なったこともあり、無理に帰宅を急いだ人は、駅に宿泊せざるをえなくなったり、豪雨下に長時間歩いて帰宅することになったケースも多く見られた。

このような背景の下、豪雨時の交通行動を対象とした研究も行われているが、それらは、坂本・藤田ら¹⁾が行ったような自動車利用者を対象とした研究がある。しかしながら、この研究は自動車利用者に限定したものであり、本研究で取り扱う徒歩・公共交通機関利用者を対象としていない。

また、公共交通を対象とした研究としては水谷・山下ら²⁾が普段の通勤鉄道利用者の経路選択肢に関して、選択肢集合形成経路と非代替経路の差について分析している。他には、高田・吉澤ら³⁾が鉄道事故による旅客の損失時間に関して行っているが、豪雨災害と関連させた研究は行われていない。そこで本研究では、東海豪雨の帰宅経験の実態を明らかにするとともに、災害時の帰宅交通に大きな影響を受け易い徒歩・公共交通利用者を対象に、将来起きる集中豪雨時にどのような行動をとるかを予測・分析することを目的として行う。

2. 調査概要と豪雨時の行動特性

本研究は名古屋市の南側に伸びる知多半島の北部に位置する、東海市と大府市(図1)の市民を対象としている。両市は東海豪雨の被害が大きかったことや名古屋市域への公共交通機関による通勤者が多く在住するこ

となどの特徴を持つ。本研究では、両市において東海豪雨時、主として徒歩・公共交通機関を利用して帰宅行動を経験された方を対象として2005年にアンケート調査を実施した。アンケート調査の主な質問内容は、個人属性、2000年9月11日夕方の活動状況、東海豪雨時の帰宅手段詳細、東海豪雨時の帰宅情報・帰宅行動、2005年現在の豪雨に関する行動、現在の災害時の備えについてとなっている。

なお、アンケートでは、自動車交通の帰宅行動データ(N=106)も同時に得られたが、本研究では、徒歩・公共交通データ(N=90)のみを用いる。

表1 アンケート調査の概要

対象者	配布方法	配布部数	回収部数	回収率
大府市・東海市在住者	ポスト投函	1500	199	13.3%
高等学校教師	依頼	50	33	66.0%

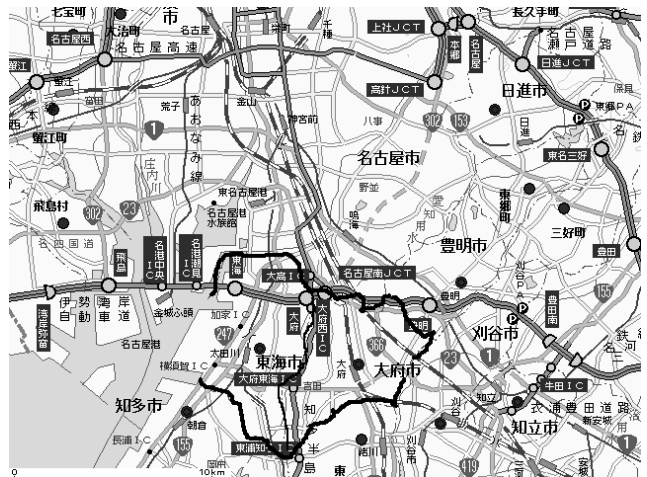


図1 検討対象地域(東海豪雨時)⁴⁾

図2は東海豪雨時の徒歩・公共交通帰宅者の出発地から自宅までの移動距離別の帰宅可否状況を示したものである。これより、移動距離が長い人ほど帰宅できなかったことが判る。これは自宅までの距離が長いこと公共機関が運休した後での徒歩での帰宅などを諦めたためと考えられる。

図3は徒歩・公共交通帰宅者の帰宅出発時間帯別の帰宅可否状況を示したものである。これより、出発が早いほど帰宅できた人が多く、出発が遅いほど帰宅できなかった人が多いことが判る。これは、帰宅ピーク時の18時に猛烈な雨が降り、電車が運休したが、その後も激し

*キーワード: 防災計画, 公共交通計画

**学生員, 名古屋工業大学大学院工学研究科

***正員, 修(工), 名古屋工業大学大学院工学研究科

****正員, 工博, 名古屋工業大学大学院工学研究科

(愛知県名古屋市昭和区御器所町)

TEL052-735-5492)

*****正員, 博(工), 名古屋工業大学大学院工学研究科

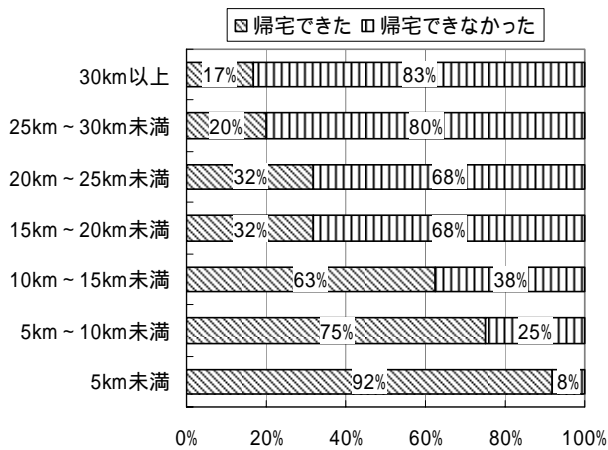


図 2 移動距離別の帰宅可否状況

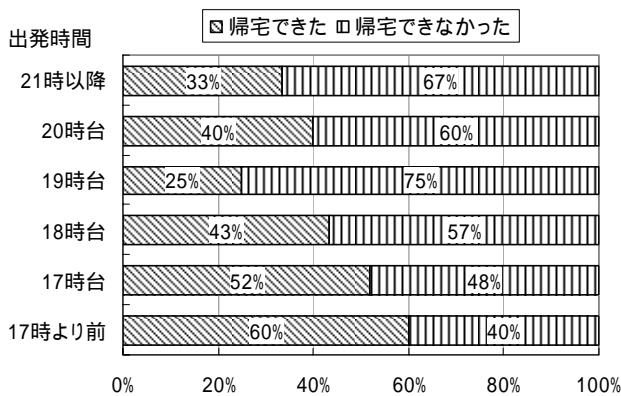


図 3 豪雨時の帰宅出発時間帯別の帰宅可否状況

い雨が降り続いたため、時間が経つほど被害が大きくなり、地下鉄も運休したためだと考えられる。

本研究では、将来、豪雨が発生した際に、普段利用している帰宅手段・経路を変更すると考えられる重要情報は何かを聞いたが、その結果を図 4 に示す。これより、帰宅手段の変更のきっかけとなる情報として、公共交通機関利用者の多くは運休情報を選択したが、冠水情報を選択している人も多いことが判る。これは、東海豪雨時に冠水箇所を通過して帰宅した人が選択しているためである。徒歩・自転車利用者は、冠水情報、氾濫情報を選択する人が多いことが判った。ここで、「不変」とはどんな情報があっても通常と同じように帰宅することである。

次に、この情報を受けて、変更する帰宅手段を聞いた結果を図 5 に示す。これより、運休情報により手段を変更とした人の 75% が「自宅以外に宿泊」と回答しており、徒歩で帰ろうとする人はほとんどいないことが判る。これに対し、冠水情報、氾濫情報を選択した人の半数以上が帰宅しようとしており、その中でも、徒歩で帰ろうとする人が多いことが判る。また、その他を選択した人は、経路変更して帰るという回答であった。

3. 将来豪雨時の帰宅行動選択モデル

ここでは、図 4 で扱った情報に対する手段変更を 2

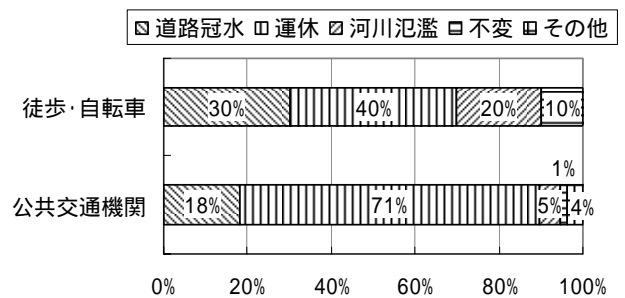


図 4 帰宅行動を変更する情報

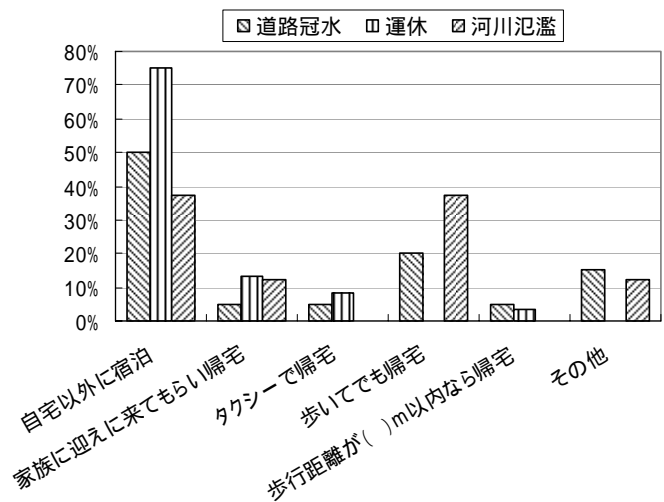


図 5 変更情報別の行動変更内容

つの選択肢 {1: 帰らない(自宅以外で宿泊), 2: 帰る(家族に迎えに来てもらい帰宅, タクシーで帰宅, 歩いてでも帰宅, 歩行距離が()m 以内なら帰宅, その他)} としてまとめて、これらについての 2 項選択ロジットモデルを構築する。説明変数としては東海豪雨時の状況、普段の通勤・通学状況、帰宅手段・経路変更情報に関する項目を利用する表 2 はパラメータの推定結果を示したものである。いずれのモデルにおいても的中率や尤度比が比較的高く、説明変数の t 値は、家族構成ダミーが 10% 有意、その他の変数が 5% 有意となっており、説明力も高いといえる。

(1) モデル 1: 移動距離, 乗車時間, 家族構成変数

このモデルは、帰宅出発地(会社など)から自宅までの移動距離や地下鉄乗車時間、家族構成を主な変数とし、できるだけ簡素なモデルとした。

まず、移動距離ダミー変数(15km 以上のとき: 1, それ以外: 0)について考察する。

普段の出発地から到着地までの移動距離が 15km 以上の人のほとんど帰らない傾向にあることが判る。図 6 は、普段の通勤・通学時の移動距離と帰宅行動選択を示したものである。移動距離が 15km を超えると 80% 以上の被験者が「帰らない」を選択している。これは、東海市・大府市から名古屋市域に通勤・通学する市民は、両市から約 15km 離れた金山総合駅などで乗り換える可能性が高

表 2 将来豪雨時の帰宅行動選択モデル

説明変数の内容	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
定数	-0.43	-0.99	0.43	0.67	0.08	0.11
移動距離が15km以上=1, それ未満=0	1.38	2.52	1.48	2.57	1.75	2.80
普段の通勤・通学時の地下鉄乗車時間	0.14	1.97	0.15	2.01	0.14	1.91
家族構成が50歳以上の夫婦のみ=1, それ以外=0	1.09	1.50	1.13	1.53	1.18	1.60
東海豪雨時に浸かった最大水深が20cm未満=1, それ以上=0			1.24	1.88	1.44	2.08
情報入手タイミングが1時間以上前=1, それ以外=0					-1.12	-1.75
的中率	72.94		72.94		75.29	
尤度比	0.25		0.29		0.31	

いことが要因の一つといえる。ただし、同様の変数として、名古屋市を出発地とするダミーや、金山総合駅より遠方の出発地ダミーなども考えて分析したが、それらよりも15km以上ダミーの精度が良かったことから考えると、必ずしも金山総合駅などを経路しないデータも含まれることや、15kmという距離が鉄道運休後の集中豪雨下を帰宅する上で限界的な意味を持っていると考えられる。

次に地下鉄乗車時間に着目する。モデル1では、普段の通勤・通学時の地下鉄乗車時間が長ければ、「帰らない」の選択確率が高くなることが判る。地下鉄は、名古屋市域から東海市・大府市方面への帰宅において、都市間鉄道（主に金山総合駅）までのアクセス交通となるが、このアクセス交通として他の鉄道（JR や名鉄）もあることから、他の変数も分析した。例えば、他の変数として試行した変数（括弧内はt値）を列挙すると、前述の15km以上ダミーを外した上での出発地から目的地までの全公共交通機関乗車時間（1.3）、15km以上ダミーとともに使うものとして会社から乗換駅（主に金山総合駅）までの鉄道・地下鉄アクセス時間（0.8）、15km以上ダミー+地下鉄乗車時間変数（2.5）+他の鉄道乗車時間変数（0.5）などが挙げられる。以上のように、地下鉄利用者は都市間鉄道利用者に比べると将来豪雨時において帰らない傾向が強いことが判るため、この点に注目して分析を行う。

名古屋市域からの帰宅において、地下鉄を利用して都市間鉄道との乗換駅（金山総合駅等）に向かう場合、その乗換駅までは地下鉄で行くことができたとしても、乗換駅において都市間鉄道が運休であることが分かれば、会社に戻るかホテルに泊まるかの選択となる。しかし、そのような状況の後で地下鉄も運休になり、会社に戻れない、または、ホテルを確保することができなければ、

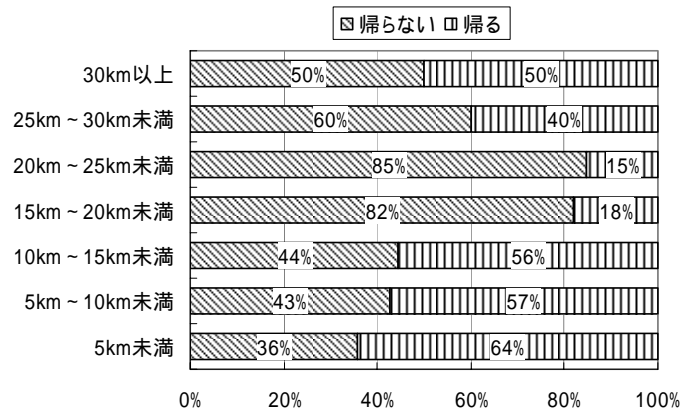


図 6 普段の通勤・通学時の移動距離別の行動選択

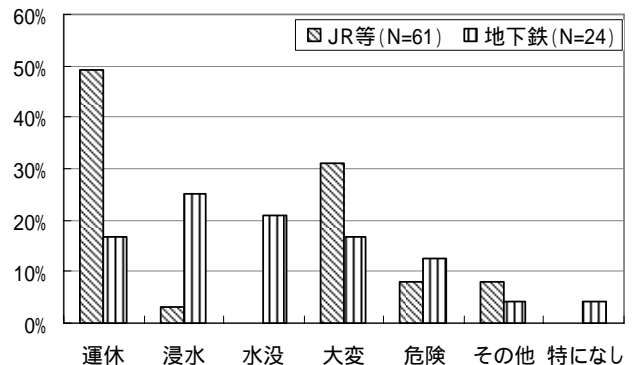


図 7 豪雨時利用で危惧する事柄(複数選択)

駅での宿泊になる危険性が高まる。この結果、都市間鉄道まで直接歩いて行ける場合に比べて、地下鉄での乗車時間が長くなるほど、前述したような危険性が高まるため、地下鉄乗車時間は帰らない傾向を持つといえる。

また、アンケート中の自由意見から、東海豪雨時に地下鉄が水没したことを危惧する意見が数件見られた。そこで、被験者が大きく異なるが、平成20年2月4日に名古屋工業大学の学生46名に対して、集中豪雨時の都市間鉄道（JR・名鉄）と地下鉄を利用して帰宅する際に危惧する事柄を尋ねた。

図7は、その調査結果を示したものである。アンケートでは、まず都市間鉄道利用について危惧する事柄（運休、浸水、水没、豪雨時に戸外を歩くのが大変または危険等）から複数選択してもらい、その後で地下鉄利用について同様に尋ねた。都市間鉄道利用者の多くが運休を危惧しているのに対して、地下鉄利用者の多くは、浸水や水没を危惧している。この要因として、名古屋市域の都市間鉄道は高架部が多く、水没する心配がないことや、地下鉄は東海豪雨時に全線運休にはならなかったものの、一部区間が水没したことが考えられる。以上より、地下鉄乗車時間が長いことは、無理に帰らないを選択することに影響していると考えられる。

最後に家族構成変数に着目する。家族構成が50歳以上の夫婦のみである被験者は、家族のことが心配であるために図8は家族構成別の行動選択を示したものであ

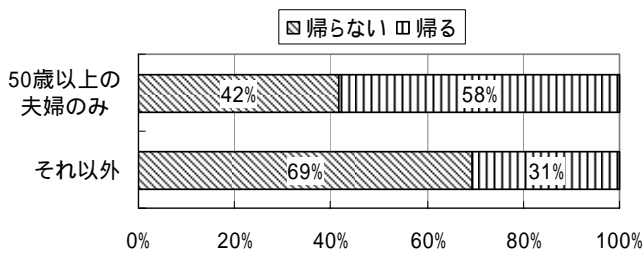


図 8 家族構成別の行動選択

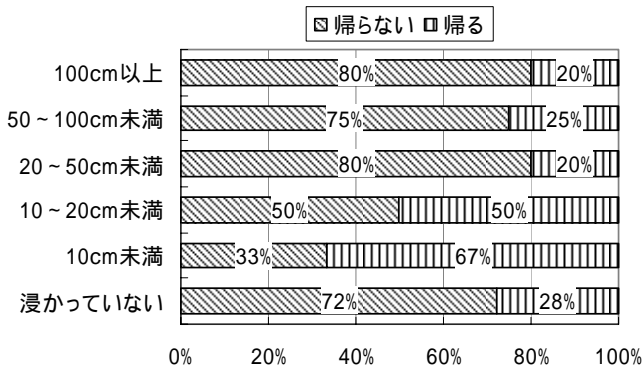


図 9 東海豪雨時に浸かった最大水深別の行動選択

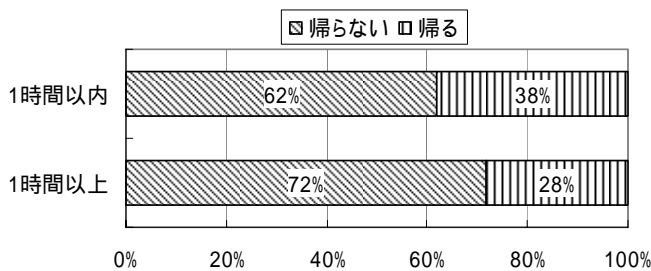


図 10 情報入手タイミング別の行動選択

る。家族構成が 50 歳以上の夫婦のみである被験者の 58%が、家族のことが心配で「帰る」を選択していることから、そのような家族構成は将来豪雨時に帰る傾向が強いことが判る。

(2) モデル 2：徒歩帰宅時の浸水深さ変数を追加

図 9 は、東海豪雨当日の徒歩帰宅時に浸かった最大水深と将来豪雨時の帰宅行動選択を示すものである。最大水深が 20cm 未満であれば「帰る」を選択する割合が 50%以下であるが、20cm を超えると、「帰らない」とする割合が大幅に高くなることから、この変数がモデル 2 において効いていることが判る。このため、将来豪雨時においても、冠水の深さに関する情報は帰宅者の慎重な判断にとって重要であることが判る。

(3) モデル 3：情報入手タイミング変数を追加

モデル 2 に対して、普段の帰宅行動を変更させる情報入手タイミングを組み込んだものがモデル 3 である。モデルの係数や図 10 から判るように、多くの被験者は帰宅出発時刻より 1 時間以上前に情報を入手できれば、普段の帰宅行動を変更するが、帰宅間際に入手できてもす

ぐには変更しにくいことを示している。特に帰宅交通のピーク時間である 17～18 時前後に運休等の可能性が出た場合は、できるだけ早めに情報を提供することで情報伝達等様々な対応が可能になるものと考えられる。

以上より、出発地から自宅までの移動距離が 15km 以上であること、都市間鉄道までのアクセス交通としての地下鉄乗車時間が長いこと、50 歳以上の夫婦のみの家族であること、徒歩帰宅時の水深が 20cm 以上など深くなること、情報が帰宅時刻よりも 1 時間以上前に入手できることが、無理な帰宅行動を抑制するための重要な項目であることが判った。

なお、これらの変数は他のどの変数よりも統計的に効いていたものであり、情報提供や災害時の帰宅困難者対策の立案に対して有用な基礎情報となると思われる。特に移動距離 15km 以上の帰宅者は 80%以上が帰らないとしているように、適切な情報提供が帰宅時間帯よりも早くなされれば、必要以上の混乱は避けられるものと思われる。また、地下鉄が運行している都市においては、地下鉄の浸水や水没に対する安全性について日頃から市民に対して十分な説明を行っておくことも必要であると考えられる。

4. おわりに

現在の豪雨災害に対する意識について分析を行った結果、将来、東海豪雨と同程度の豪雨が発生した際、運休情報や、道路の冠水情報などが得られれば、帰宅行動・経路を変更するという人が多いということが明らかになった。また、豪雨時の経験や、現在の豪雨災害に対する意識が将来起きる豪雨時の帰宅行動にどのような影響を与えるのかを分析した結果、家族構成や、東海豪雨時の浸かった水深、また、普段の出発地から到着地までの移動距離や、通勤・通学時の地下鉄乗車時間、帰宅手段・経路変更情報の取得状況などが、将来生じた豪雨時の帰宅行動選択に大きな影響を与えていることが判った。

参考文献

- 1) 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，pp.861-868，2007
- 2) 水谷洋輔・山下良久・日比野直彦・内山久雄：通勤鉄道利用者の経路選択肢集合に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.24，pp.593-600，2007
- 3) 高田和幸・吉澤智幸：鉄道事故に伴う旅客の損失時間の推計手法に関する研究，土木計画学研究・論文集，Vol.22，pp.863-868，2005
- 4) Yahoo! JAPAN 地図情報：<http://map.yahoo.co.jp/>