

# 震災発生時の避難行動と 復興途上の交通運用管理の研究

岩手県立大学総合政策学部 教授 元田良孝  
 岐阜大学工学部 教授 倉内文孝  
 首都大学東京都市環境学部 教授 清水哲夫  
 宮崎大学工学部 准教授 嶋本 寛  
 福島大学経済経営学類 准教授 吉田 樹  
 岩手県立大学総合政策学部 助教 宇佐美誠史

## 概要：

本研究では、ヒアリング調査、アンケート調査などの現地調査等によって東日本大震災発生時から現在までの交通状況、住民の移動ニーズおよび交通運用管理に関わる課題を整理することを通じて、復興途上の住民の生活行動や移動ニーズ実務上の交通運用管理の課題を整理する。また、従来は徒歩が基本であった避難形態に、必要に応じて車など他の交通手段も加え、観光客など非居住者も考慮に入れた有効な避難方法の検討をおこなう。これらにより、今後の交通運用管理に関わる研究課題の整理を試みるものである。

キーワード：東日本大震災、交通管理、モビリティ、仮設住宅

## 1. はじめに

災害では震災直後の避難行動と、その後の避難所での交通行動、仮設住宅での交通行動、復興したまちでの交通行動など、時系列で考える必要がある。本研究では震災直後の避難行動について文献調査とシミュレーションを用いた自動車による避難の検証を行った。観光客や労働のため外国人も増えているため、外国人の避難行動について基礎調査を行った。次に仮設住宅での公共交通の問題について調査を行った。建設工事のため全般的に運転手の不足が生じており、公共交通の運営にも影響を及ぼしている。仮設住宅の居住者の移動について、仮設住宅が長期化する現在、移動が不便な仮設住宅では健康問題が生じる可能性も指摘された。以下に各分野での概要について述べる。

## 2. 震災発生時の避難行動と評価について

震災発生時の避難行動について、本年度は、過去の文献について整理し、研究動向を明らかにするとともに、最適避難計画モデルの検討を行った。

まず、災害時の避難行動については、過去の災害事例をひもとくとき、その課題を明らかにするアプローチが多数

存在することを確認した。たとえば、小林らは、1981年の小貝川水害における住民の避難行動について、居住歴や過去の洪水被害経験などが避難行動に及ぼす影響を分析している。また、清重らは、1999年岐阜県美濃市南部の水害を対象とし、避難勧告や気象情報などの情報提供が避難行動に及ぼす影響について、及川らは、1941年、1986年に発生した阿武隈川と支流の氾濫を対象とし、過去の洪水経験が避難行動に及ぼす影響について分析を行っている。これらの研究より、洪水災害に関しては被災経験があることや避難勧告を受けることが迅速な避難行動に必ずしも結びつかないことなどが明らかとなっている。このことを考慮した避難シミュレーションや「住民を避難させる」ための情報提供方法に関する研究はその後進展していないようである。また、豪雨による通行規制が帰宅行動に及ぼす影響について、朝倉らや藤井らが分析している。朝倉らは豪雨のピーク時に出発した交通とピークを過ぎた後で出発した交通とで、帰宅時刻に差が生まれにくいことを明らかにしている。これは、ピーク時には帰宅行動を開始せず待機することが、渋滞を緩和するだけでなく、洪水による直接的な被害者を減少させる効果もあることを示唆している。また、災害時の避難計画については、片田、桑沢らによる津波災害時のシナ

リオシミュレータの開発や、竹内ら、高木らによる避難場所の配置や避難計画評価指標の構築などが行われていることが確認できた。以上のような調査結果より、避難行動の実態把握に関しては多くの研究蓄積があるものの、避難誘導の方法などに関してはそれほど蓄積がないこと、特に東日本大震災で明らかとなった自動車を利用した避難に関する検討はほとんど検討が進んでいないことが明らかとなった。

続いて、地域の特性に適合した移動手段を配慮した計画を立案することが必要と考え、想定される被災シナリオに対する地域全体での最適な避難のあり方を求めるため、避難者の意思決定を取り扱わない規範的分析を行い、「いつ、どの交通機関で、どの経路を使って、どこへ逃げればよいか」を求めることができる最適避難計画モデルの構築を進めた。このモデルは、交通ネットワークの容量を考慮し、その場にとどまるリスク、移動に関するコストなどの総和を地域全体で最小化するように、徒歩および自動車での避難を促す最適避難計画モデルである。このモデルについては、内水災害を対象として構築されたものであったが、津波避難に対して適用するための検討を加えた。結論としては、モデルのフレームワークは踏襲することが可能と考えられるが、1) その場にとどまることのリスクの定量化方法、2) 交通混雑の考慮、3) 避難所における駐車に関わる時間の考慮、などが改良点としてあげられた。今後これらの改良を施したモデルの構築を進める予定である。

### 3. 災害時の適切な避難場所区域の設定に向けた外

#### 国人観光客の周遊行動分析

日本への訪日外国人観光客数は2013年に初めて1,000万人を超え、今後もその増加が見込まれ、2020年に東京オリンピック・パラリンピックの開催が決定したことにより、災害等の有事における外国人の安全確保のための対策を策定することは喫緊の課題である。2007年に国土交通省により宿泊旅行統計調査が開始され、外国人の宿泊場所についてはその実態を詳細につかめるようになってきているが、彼らが外出する昼時間帯の滞在場所分布はほとんど明らかにされてない。

本研究では、原らにより2011～12年に東京都内で実施された外国人宿泊者へのGPS行動調査データを用いて、彼らの移動軌跡と災害時の避難場所区域の対応関係を詳細に分析した。本調査データは、浅草エリアの旅館の宿泊客38名、新宿エリアのホテルの宿泊客130名による東京都内の観光周遊行動について、1秒ごとの位置データを記録したものである。

始めに、時刻帯別のログデータを避難場所区域ごとの観測頻度として整理した。その結果、浅草宿泊者による

ログは上野、谷中、秋葉原エリアへの集中が見られる一方で、新宿宿泊者はそのログが相対的に都内全域に拡がっていることが分かった。その上で、ログの集中エリアと海外の主要ガイドブックによる観光地分類、避難場所区域の煩雑さや災害危険地域との関係性を確認し、災害時に特に配慮の必要なエリアとして上野・谷中エリアと浅草エリアを抽出した。

次に、両地域のログデータについて、避難場所区域との関係性を詳細に分析した。上野・谷中エリアでは、例えば御徒町、上野公園、谷中といった主要観光スポットに対して4箇所の避難場所区域が設定されており、観光客には同じ上野・谷中エリアという認識であっても有事の際にその場所によって避難する場所が異なっている。特に2区に跨がる谷中では外国人観光客が多数入り込んでいる路地ごとに避難場所区域が異なる可能性があることが明らかとなった。浅草エリアも同様に、主要観光スポットである合羽橋地区と浅草地区で異なる避難場所区域が設定されていることが分かった。

最後に現地観察を通じて、避難経路や誘導案内サインの状況を確認した。その結果、誘導案内サインの数や場所、表示方法が不十分であることを確認した。また、合羽橋から上野公園に避難する際の経路数が限定されていることも確認できた。

#### 4. 自動車利用を考慮した津波避難計画の評価

東日本大震災後に、津波避難において自動車の利用を検討する動きが全国で起きている。本研究では、行政などの主体が避難先、避難時間帯、避難手段を統制できるという条件下でより効率的な避難シナリオの探求を行うことを目的として、自動車利用を考慮した津波避難計画を策定、評価する手法の開発を行った。開発した手法は、線形計画問題により記述される避難シナリオ策定モデルにより、避難先、避難開始時間帯、避難手段からなる避難シナリオを策定し、時間帯別利用者均衡配分モデルをベースとした避難シナリオ評価モデルにより、策定したシナリオの効率性を評価する、という2段階構成になっている。

開発した手法を大阪市港区に適用し、津波避難施策の評価を行った。対象エリアである大阪市港区は、避難対象人口が多いものの、南海トラフ地震が発生した場合の津波到達時間が2時間後であると想定されるように、津波からの避難にかけられる時間は比較的余裕があるといえる。本研究では、避難シナリオ策定モデルを用いて下記の3通りのシナリオを設定し、比較を行った。

(シナリオ1)

全住民が徒歩で避難する

(シナリオ2)

遠距離の避難を行う人は自動車を用いて早い

時間帯に避難を開始し、近距離の避難を行う人は徒歩にて後の時間帯に避難を開始する

(シナリオ 3)

徒歩で避難を行う人は近距離の避難所に早い時間帯に避難を開始し、自動車で避難を行う人は遠距離の避難所に後の時間帯に避難を開始する

シナリオ 1 は現状の多くの自治体で策定されている避難計画に基づくものである。また、研究対象地域では沿岸部から内陸部まで距離があるため、内陸部への避難は自動車を許容するものの、混雑を緩和するために内陸部への避難と沿岸部の高所への避難で時間差をつけるという意図でシナリオ 2 とシナリオ 3 を設定した。

まず、総避難時間に着目するとシナリオ 2 が最小の値をとり、シナリオ 3 が最大の値をとることが確認された。続いて、津波発生後からの時間経過と避難完了率の関係を見たところ、中央防災会議で想定されている津波到達時間である 120 分に着目するとシナリオ 2 が最大の値をとることが確認された。以上から、本研究では適切な範囲で自動車利用を許容すれば、徒歩のみの避難と同等か、より効率的な避難が行えることが確認された。

本研究では、避難シナリオの策定と避難シナリオの評価を別のモデルで行っているが、今後は混雑効果を考慮した上で効率的な避難シナリオを策定できるように両モデルの統合を行う予定である。

## 5. 震災・原発被災地における地域公共交通の現状と課題

東日本大震災で甚大な津波被害を受けた地域や東京電力福島第一原子力発電所事故（以下、原発事故）で設定された避難区域では、鉄道や道路網など交通インフラの寸断に加え、長期にわたる避難生活を余儀なくされる市民が少なくない。こうしたなかで、被災地における地域公共交通は、「市民の足」を支える重要な役割を担っているが、避難生活の変遷に応じてその役割は変化している。平成 25 年度は、前年度の研究に引き続き、八戸市、大船渡市、南相馬市をフィールドに、震災から 3 年間の地域交通サービスの変化を整理したうえで、路線バスをはじめとした乗合公共交通の課題について論考した。

被災地の地域公共交通は、避難生活の変遷にあわせて「柔軟な」制度設計の下で確保されてきた。しかし、東日本大震災から 3 年が経過し、これからも「手厚い」支援や制度の下で地域公共交通ネットワークを確保・維持できるとは限らない。加えて、これまでの「柔軟な」対応は、応急仮設住宅団地におけるモビリティの確保が中心であったが、避難者が災害公営住宅など「本設住宅」に移行し、沿岸被災市町村の人口減少や高齢化率の上昇が懸念されるなかにあっては、「平時」と同様に、各市町村が（あるいは生活圏単位で）地域公共交通に関する政

策指針を立案し、計画的に地域公共交通ネットワークを確保・維持・改善していくことが求められる。

2002 年 2 月に乗合バス事業の規制緩和が図られて以降、採算のとれない地域公共交通をマネジメントする責務は、地方行政とりわけ市町村に委ねられることになった。2006 年 10 月の改正道路運送法で創設された地域公共交通会議制度、2007 年 10 月に施行された「地域公共交通の活性化及び再生に関する法律」は、ともすれば「事業者任せ」で維持されてきた地域公共交通から脱却し、行政・交通事業者・地域住民の合意に基づき、地域公共交通ネットワークの確保・維持・改善を図ることが重視されている。加えて、2013 年 12 月 4 日に施行された交通政策基本法においても、「地方公共団体は、(中略) その地方公共団体の区域の自然的経済的社会的諸条件に応じた施策を策定し、及び実施する責務を有する。(後略)」(第 9 条) と位置づけられた。

しかし、東日本大震災や原発事故による沿岸被災市町村のなかには、地域公共交通会議が未設置（あるいは実質的に機能していない）であったり、地域公共交通に関する計画（地域公共交通総合連携計画等）が策定されていないなど、「計画的に」地域公共交通ネットワークを確保・再編するしくみが整えられていないケースが多い。そのため、各地の復興計画では、施設の配置図が先行して描かれており、そのなかで市民がどのように交通（移動）するかがほとんど考慮されていない。このままでは、災害公営住宅等が整備され、避難者が「本設住宅」に移行しても、自家用車や送迎者がない限り、日常生活に欠かせない諸活動が著しく制約されてしまう可能性がある。したがって、復興まちづくりを計画する段階から、地域公共交通の政策指針を立案し、ネットワークを構想することが求められる。もっとも、沿岸被災市町村の場合、震災前から乗合バス等のサービスレベル（路線や運行回数等）が低く、自家用車への依存度が高い。しかし、市民が自立して「おでかけ」できる環境が整備されなければ、人びとが交流する機会が失われることになる。

もう一つの課題として、地域公共交通の「担い手」である乗務員の不足が顕著になってきたことが挙げられる。東北運輸局管内の路線バス年間輸送人員は、岩手、宮城、福島の各県で、震災翌年の平成 24 年に輸送人員が大きく増加しており、いずれも震災前年（平成 22 年）の年間輸送人員を上回っている。しかし、路線バス運行の担い手となる大型二種免許保有者数は、岩手、宮城、福島各県で漸減傾向にあり、保有者の平均年齢も 60 歳を突破し高齢化傾向にある。乗合バス事業者（民営）の年間所得水準が全産業平均と比べ 92 万円低い（2008 年）状況のなか、大型二種免許所持者であっても復興業務で需要の多いトラックの運転士を選択する人も多く、乗務員不足の傾向が深刻になりつつある。

以上の現状や課題について、『都市問題』に論文を発表

したほか、青森県八戸圏域における路線バス上限運賃制による地域住民の外出行動の変化を第 33 回交通工学研究発表会で講演している。

## 6. 陸前高田市民の生活活動や健康、交通に関する調査研究

東日本大震災から 2 年以上が経過した。被災地の瓦礫は撤去されて応急仮設住宅（以下、仮設住宅とする）が整備され、各被災地で復興計画も作成されてきたが、用地買収の困難、合意形成の困難等で実施にはまだ障害が多い。復興は一日も早くしなければならないが、実際は暫定的なまちの状況がまだ続くと考えなければならない。しかし、市民にしてみれば暫定的であっても住みやすいまちにしなければならない。その要素の大きな一つが交通環境である。

著者らは陸前高田市民の被災後の生活活動や交通について調査しており、2011 年度に応急仮設住宅の全居住者を対象に、2012、2013 年度には市民全体からサンプルをとってアンケートを行った。本研究では、それらの調査結果から、仮設住宅の置かれている状況や仮設住宅居住者の生活活動や交通手段の状況、交通環境と健康状況などについて比較分析し、今後の交通計画のための基礎資料とすることを目的とする。

アンケート調査の内容は、①震災後の日常の活動の頻度や移動時間、交通手段、②路線バスや乗合タクシー、BRT の認知や利用状況、評価、③世帯の自動車保有状況、購買状況、④属性である。2012、2013 年度の調査では、健康状況についても尋ねている。

2011 年度の調査対象は陸前高田市内に設置されている応急仮設住宅に居住している 16 歳以上の方全員で、2,082 票の調査票を回収した。2012 年度の調査対象は仮設住宅居住者だけでなく陸前高田市内に居住している 16 歳以上 90 歳未満の方で、住民基本台帳から 1200 人抽出して、調査票を郵送にて配布回収した。有効回収率は 43.3%、520 票の有効回収があった。2013 年度の調査は、2012 年度とほぼ同様で 1177 票の配布に対し、486 票の回収 (41.3%) であった。

得られた成果は以下の通りである。

- ・自動車購買については、震災以降早い時期におこなわれている。使えなくなった車の替わりはすでにあるため、今は新たな購買意欲はほとんどないと思われる。
- ・通勤通学、通院、買い物、趣味娯楽活動どれをとっても自動車（送迎含む）が圧倒的に利用されている。
- ・そのため、路線バスや乗合タクシーといった公共交通機関はほとんど利用されていない。
- ・外出回数は、まだ震災以前の段階まで戻っていない。自由に使える自動車がない人は、特に外出できていない現状がある。
- ・応急仮設住宅に住んでいる人は、そうでない人よりも

健康ではないと思っている人がやや多い。また、移動に困っている人の約 6 割が健康でないと感じている。今後、復興に伴いまちの形の変化とともに複雑にしかも迅速に交通需要は変化する。今後も調査を継続的に行い、市民の交通需要に即した交通の供給を行う必要がある。そして、まちの姿が具体化する前に、交通のあり方をしっかりと検討しなければならない。

## 7. おわりに

震災と交通の関係について研究を行い、一定の成果が得られた。ここでの研究はそれぞれの研究者が特定の分野について知見を得たが、防災関係の対象分野は広く少人数の研究グループによる成果だけでは全体像をカバーするには至っていない。今後は他の研究者の成果も集め、総合的な交通の防災対策を体系的にまとめる必要がある。また、震災以外の自然災害に対する研究も進めてゆく必要がある。最後に研究の助成を頂いた国土技術研究センターの皆様に感謝申し上げます。