

洪水被害の推計と対策効果分析手法

～パーソントリップ調査と避難シミュレーション手法を用いて～

Method of Analysis for Flood Evacuation Using Person Trip Survey Data and Simulation System

中野 敦¹ 片田敏孝² 桑沢敬行³ 秋元伸裕⁴

By Atsushi NAKANO, Toshitaka KATADA, Noriyuki KUWASAWA and Nobuhiro AKIMOTO

1 はじめに

近年、我が国では豪雨による大規模な洪水が頻発しており、令和元年東日本台風による被害は、記憶に新しい。洪水などの災害の際、起こり得る人的被害を適切に予測し、対策を検討することの重要性が高まってきている。これまで、これらの検討は、居住者の人口分布をベースとして行われるのが一般的であるが、仕事や通学などで多くの人が訪れる地域では、居住者だけでなく、通勤、通学、買物などで地域外から来訪する人の分布を考慮した検討を行うことが求められる。

人のさまざまな目的による日常の移動・活動を調べる統計調査として、パーソントリップ調査（以下PT調査）が、多くの都市で実施されている。この調査の主な目的は、交通実態を把握し、交通計画を立案することにあるが、1日の人の移動の全体を捉えているため、時刻別の人の滞留状況を知ることができ、災害時の被害想定への利用にも適している。

群馬県では、平成27年度から28年度にかけて県全域を対象にPT調査を実施し、これらのデータを活用して、洪水氾濫が発生した際の住民の避難行動についてシミュレーションを行い、避難計画立案に際しての留意点、減災対策の考え方等について検討を行った。

本研究は、群馬県PT調査データを用い、モデル地域を対象に想定される洪水被害の特徴や対策上の課題を明らかにする観点から、滞留人口の分析を行う。また、被災想定や避難対策検討のための避難行動シミュレーションを実施することを念頭に、PT調査を用いた人口分布データの作成方法を構築した。そして、洪水の浸水シミュレーションと上記の人口データを用いた避難行動シミュレーションを重ね合わせて実施し、洪水被害の推計と対策実施の効果について分析を行って、特に昼間に洪水が発生した場合の様相に着目し、洪水被害の特徴や避難対策の課題について考察した。これら分析を通じて、PT調査の人口分布をベースに、

浸水及び避難行動シミュレーションを組合せた手法の、洪水被害の推計と対策効果の分析への有効性を明らかにすることが本研究のねらいである。さらに、PT調査が実施されない地域での検討など、本研究の手法の展開性についても、若干考察を行う。

2 滞留人口・移動中人口からみた洪水対策上の課題

(1) PT調査の特徴と防災上の有用性

PT調査は、調査対象圏域に居住する人の、1日のすべての移動を捉える調査である。この調査の特徴は、世帯・個人属性別に全ての交通手段を対象に、移動の目的、起点及び終点、出発時刻、到着時刻などを把握していることにある。

1日の移動を時間の経過を追って把握しているため、何時にどの地域に何人いるかを、個人属性（居住地、性・年齢・職業）、滞留施設、交通目的、交通手段別に把握可能であり、また、防災対策の検討に有用な滞留人口と移動中人口を得ることができる。

滞留人口は、ある時刻に、自宅や自宅以外の施設に滞留している人口であり、移動中人口は、ある時刻に、移動中と推定される人口である。これらデータは、浸水地域と滞留場所を重ね合わせることで、災害が起こった場合の被災者数を把握できるほか、浸水地域にどのような特性の人がいるかを分析することで、防災上のさまざまな課題を分析できる。ここでは、代表的な集計から、防災上の課題を明らかにする。

(2) 滞留人口・移動中人口分析と課題

PT調査データを用いて、対象地域における時刻別人口分布や滞留している人の特性を分析し、対象地域の特徴や洪水対策やシミュレーション上の留意点を明らかにする。本研究の対象エリアは、後述するシミュレーションの対象地域である邑楽館林地域（館林市など

¹都市地域・環境部門 主幹研究員兼グループマネジャー 博士（社会工学） ²東京大学大学院情報学環 特任教授 工学博士
³株式会社アイ・ディー・エー 社会技術研究所 博士（工学） ⁴都市地域・環境部門 担当部門長兼グループマネジャー

の6市町)である。

a) 対象地域全体の滞留者・移動者

分析対象地域には、14～16万程度の人が存在し、総数では、昼間の方が若干人口は少なく、圏域外への通勤などでの流出が圏域外からの流入を上回るとみられる。また、以下で示すように、総数だけでなく、滞留する人の特性にも、夜間と昼間で大きな差がある。移動者については時間帯による差が大きく、朝の時間帯の移動者が1.5万人程度と最多である(図-1)。

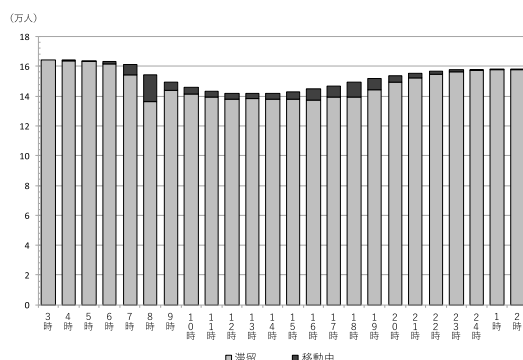


図-1 対象地域全体の滞留者・移動者別人口⁶⁾

b) 人の属性について

対象地域には、65歳以上の高齢者が4万人以上おり、うち75歳以上の後期高齢者がその半分を占める(図-2)。また、常時付添いが必要な人も8千人程度存

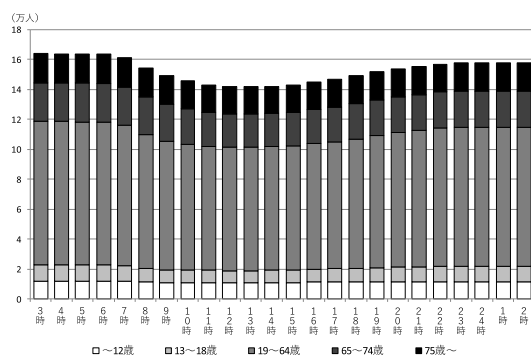


図-2 年齢別人口⁶⁾

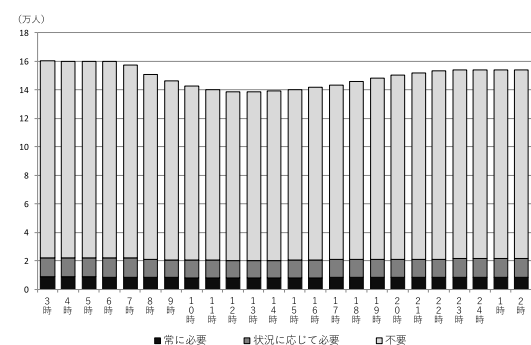


図-3 外出時の付添必要状況別人口⁶⁾

在している(図-3)。

夜間、昼間の時間帯ともに、支援の必要な人が相当数存在し、対応が必要であることがわかる。

滞留場所については、夜間には、大半の人が自宅に滞留しているが、昼間は、通勤・通学先にいる人が多く(最大6万人程度)、買物先など自宅でも通勤通学先でもないところにいる人も1.4万人程度に上るなど、さまざまな施設に滞留している(図-4)。

夜間は、住宅への居住人口を前提とした避難対策が有効であるが、昼間の時間帯においては、事業所や学校、商業施設・公共施設など、さまざまな滞留場所における被害や、それに応じた対策を検討することが求められる。

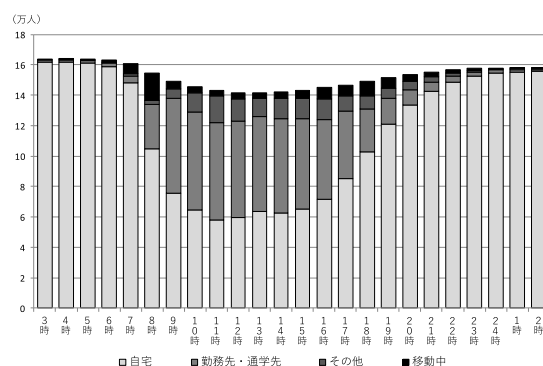


図-4 滞留場所別人口⁶⁾

交通手段については、自動車で来訪した人が、昼間に約1.3万トリップと最も多く、自転車や徒歩で来訪した人も合計3千トリップ前後いる(図-5)。

洪水時には、多くの人々が自動車を利用して、帰宅などの行動をすることが予想され、渋滞によって、洪水の被害が拡大することに配慮する必要がある。また、徒歩で帰宅する人も相当程度発生し、徒歩帰宅中に浸水に合うことや、自動車の渋滞との輻輳にも配慮が必要になる。

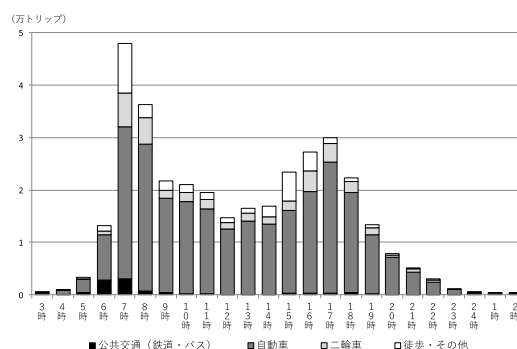


図-5 交通手段別集中トリップ数⁶⁾

滞留者の居住地については、昼の時間帯では滞留場所が居住地から5km以上離れている人が3万人程度いる(図-6)。

昼間の対策については、広域との関係を考慮した周辺市町との連携が重要と考えられる。

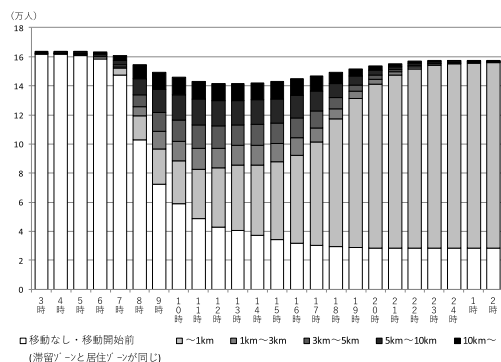


図-6 自宅までの距離帯別人口^⑥

3 避難シミュレーションのための詳細人口分布データの作成方法

(1) 対象地域と対象人口及び算定の元データ

a) 対象エリアと対象者

本研究の対象エリアは邑楽館林地域とし、当該地域の滞留者および当該地域内の移動者について、避難行動のシミュレーションを行う

b) 対象人口の種類と対応するデータ

滞留人口、移動中人口を把握するために用いるPTデータは、県内全域を対象に居住者を抽出して、平日の移動を調査したデータであるため、対象地域に居住する人はもちろん、地域外(県外を除く)に住んでいて対象地域に通勤・通学あるいは買物等で来訪した人も、対象エリアに滞留しているか、移動中であれば、含まれている。

しかし、県外の居住者や世帯で保有されていない営業用貨物車の行動は調査されていないため、別途考慮する必要がある。ここでは、道路交通センサスの自動車OD調査データから把握して考慮する。また、浸水エリアに発着しない通過自動車交通については、別途考慮する。

(2) 建物単位の人口設定手法

a) PT調査データからの人口設定

PT調査から小ゾーン単位に集計された滞留人口と移動中人口をベースとする。これらの人口は、PT調査で

調査された属性データ(年齢、居住地、滞留施設、居住地など)や移動の特性データ(交通手段、目的など)と紐づけることができる。

これらのデータは、ゾーン単位であるが、シミュレーションに用いるためには、個々の建物に分割して割り当てることが必要である。ここでは、都市計画基礎調査データなどを用いて、個々の建物の用途と床面積を把握し、これを用いて分割処理を行う。具体的には、ゾーン内で合計した用途別床面積と各建物の床面積の比率を用いて分割する。建物毎に振り分けた滞留人口は整数ではなく属性毎の実数となり、1つの建物に属性の異なる実数値(以下、個票)が割り当てられる。また、この実数値は1以下になることもあり、この個票の実数値を整数へ変換することで、1人1人の住民などのデータを作成した。

PT調査から居住地、性別、年齢、目的、交通手段、自動車利用、外出時の付き添いの要否、施設区分の8つの属性毎に、各属性分類の組合せ毎(15,504,384通り)の集計値を求める。また、建物毎に実数の合計を算出する。

まず、個票単位の滞留人口の集計値が1人以上の場合、実数値の小数以下を切り捨てて整数とし、その人数を建物に割り当てる。割り当て後に、小数以下の実数も個票に残す。

つぎに、建物単位の滞留人口の集計値が1人以上の場合、実数値の小数以下を切り捨てて整数とし、その人数を建物に割り当てる。割り当てる人の属性は、個票の実数値を比率としてランダムに設定した。割り当て後に、小数以下の実数も個票に残す。

以上で個票単位、建物単位での滞留人口の集計値を全て1未満とし、残りの数の振り分けを行う。各属性分類の組合せ毎の集計値で滞留人口が1人以上の場合には、実数値の小数以下を切り捨てて整数とし、その人数を建物に割り当てる。割り当てる人の属性は、個票の実数値を比率としてランダムに設定した。

最後に、全体の集計値と振り分けた人口総数の差から残りの数を求める。求めた残りの人数について、全個票の実数値を比率としてランダムに割当てた。

b) 通過交通の設定

本研究では、ある時刻に対象エリアに滞留または移動中の人を対象にするが、対象エリア内を移動する際の自動車の混雑状況を反映させるため、対象エリアを

通過する自動車については、通過交通に相当する交通量を、道路の交通容量から事前に差し引くことで考慮している。

c) 域外滞留人口の設定

対象地域の居住者で該時刻にエリア外に滞留している人は、エリア内に向かって帰宅して来て被災したり、移動中の混雑に影響を及ぼしたりするので、これらの人口も流動させる必要がある。具体には、エリア外の滞留人口を自宅に向かって流動させた。滞留中の域外のゾーンには、構築した道路ネットワークの範囲外のゾーンも含まれる。この場合は、滞留中のゾーンから道路ネットワーク構築範囲の端までの距離とその距離の移動に要する時間を算出し、帰宅開始のタイミングから推計した移動時間の後にネットワーク構築範囲の端から帰宅する状況を表示した。

(3) 人口データの作成

PT調査は、1日24時間の時刻について、任意の時刻の滞留人口や移動中人口を集計可能である。なお、今回の分析では、シミュレーションの開始時刻として3時、8時、14時の3時点を設定した。

人口データは一人一人の位置を示し、それぞれ個人属性や居住地、来訪時の交通手段、滞留施設の種類などの情報を紐付されている。このため、それぞれの人に対して、特性に応じた避難行動を当てはめて、シミュレーションを実施することができる。

4 シミュレーションによる被害想定と課題分析

(1) シミュレーション手法の概要

本研究では、洪水による氾濫シミュレーションと対象地域内に存在する人口の避難・帰宅行動シミュレーションを重ね合わせる。シミュレーションの全体構成は、図-7の通りである。

シミュレーションにおいては、3時点（午前3時、午前8時、午後2時）の人口分布をベースに、降雨量や河川の水位上昇に伴って発令される警報、避難勧告、避難指示などの情報にしたがって、一定割合の人に避難や帰宅の行動を起こさせる。徒歩または自動車で避難・帰宅者を道路ネットワーク上で移動させ、避難所もしくは自宅に向かわせる。そして、移動中や滞留場所で

遭遇する浸水深から、被害状況を推計する。

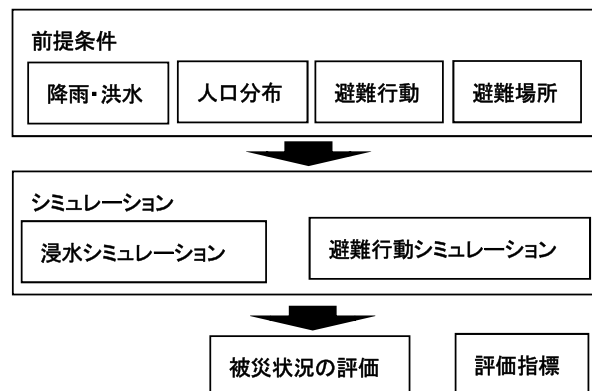


図-7 シミュレーションの構成

(2) 現況再現シミュレーションの前提条件

a) 降雨・洪水

本研究のベースとなっている群馬県の業務⁶⁾は、県管理河川の洪水を対象としている。対象地域には、利根川、渡良瀬川という国管理の大河川が流れている。ここで想定する降雨は、広範囲に大雨が降って、直轄河川に洪水が発生するような状況ではなく、当該地域の周辺に比較的局地的な大雨が降り、地域内の県管理河川に洪水が発生するような状況を想定している。具体には、当該地域での過去最大となった際の降雨量（24時間降雨量644mm）を適用した。この条件でシミュレーションを実施し、浸水状況を推計した。洪水氾濫の状況は、群馬県が当該地域において実施した、想定最大規模の浸水想定区域図作成の条件と同様とした。最大浸水域と浸水深を図-8に示す。

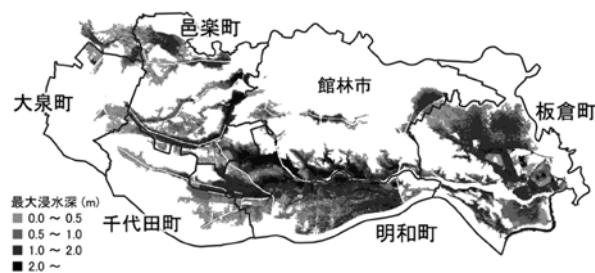


図-8 対象地域の最大浸水エリアと浸水深⁶⁾

b) 人口分布

人口は、3章で示した方法で、PT調査データから作成した建物単位の人口分布データを用いる。ここでは、時間帯による被害状況の差異を考慮した検討を行うため、夜間（3時）、昼間（14時）、朝（8時）の3時点でのシミュレーションを実施するため、人口も、3

時点のデータを用意した。なお、紙面の制約から、分析結果は、一部の時間帯について示す。

c) 避難・帰宅行動

対象地域内に存在する人は、警報や避難勧告・指示などの情報を取得すると、ある割合で避難行動を起こす。自宅外にいる人は、帰宅行動を起こす。避難をする割合は、当該地域で平成27年に国土交通省が実施した意識調査（館林・明和・千代田地区の洪水に関する住民調査）の結果に基づいて設定した。この調査によると、避難する人の割合は、避難勧告で約40%、避難指示で約50%である。ここではこの値を適用した。しかし、実際に避難勧告が出された場合に避難する人は、事前のアンケート調査の回答より相当少ないことが知られている。例えば、2018年度の西日本豪雨の際の避難割合は、広島県・岡山県・愛媛間の該当17市町村の平均で4.6%にとどまっている（東京新聞2018/9/6朝刊による）。群馬県の業務では、この点を考慮し、避難率が少なかった場合についても、シミュレーションを行っている。

避難、帰宅の際の交通手段は、外出先では到着時の交通手段とした（PT調査による）。自動車・バイクで到着の場合は自動車に、その他の手段の場合は徒歩とした。在宅の場合は、自由に使える自動車を持つ人は自動車、持たない人は徒歩とした。

避難先は、市町が設置している避難所のうち、最短距離にあるところとした。

d) 評価指標と設定基準

シミュレーションの結果、洪水の被害を受ける人（以下、被災者）を特定して、評価を行う。洪水被害を評価する一つの指標は、自宅を含む施設に滞留中か移動中かを問わず、浸水している地域にいる人を示す「浸水人口」とする。「浸水人口」は、直ちに生命に危険があるかどうかは別として、救助を要する人の総数の代理指標と考えられる。

もう一つの指標は、直ちに救助しないと生命に危険が及ぶ可能性の高い「要緊急救助者」である。移動中は、歩行が困難なほどの浸水状況に置かれている人、自宅や他の施設に滞留中の場合は、建物の最上階まで浸水が及んだ場合を、「要緊急救助者」と定義した。移動中の場合は、浸水深と流速の関係から避難の可否を判定している。

(3) 被災推計結果とその特徴

(2) a) ~ c) に示した条件に基づき、新たな対策が実施されない現在の状況下での被害を推計する避難シミュレーション（以下、現況再現シミュレーション）を実施した。結果の一例を以下に示す。

人の行動のシミュレーションは、大雨洪水注意報が発令される時点からスタートさせる。この時点の人口分布を、3時、8時、14時の人口分布とし、その後、浸水と人の行動シミュレーションを継続する。経過時間帯毎に被害の状況を確認し、評価指標を集計した。

浸水と人の行動再現及び被害の状況は、任意の時間で把握可能であるが、ここでは紙面の都合から、昼間のケースにおける2時点のみを示す（図-9）。白黒の小さい図のため情報を省略している。自宅や避難所、その他施設への滞留者は省略している。■で示す移動中の人は、交通手段別（自動車と徒歩）、避難と帰宅の別に分けて推計しており、要緊急救助者も、交通手段別、滞留・移動別、滞留場所別（自宅、避難所、その他施設）に分かれているが、省略して表示している。

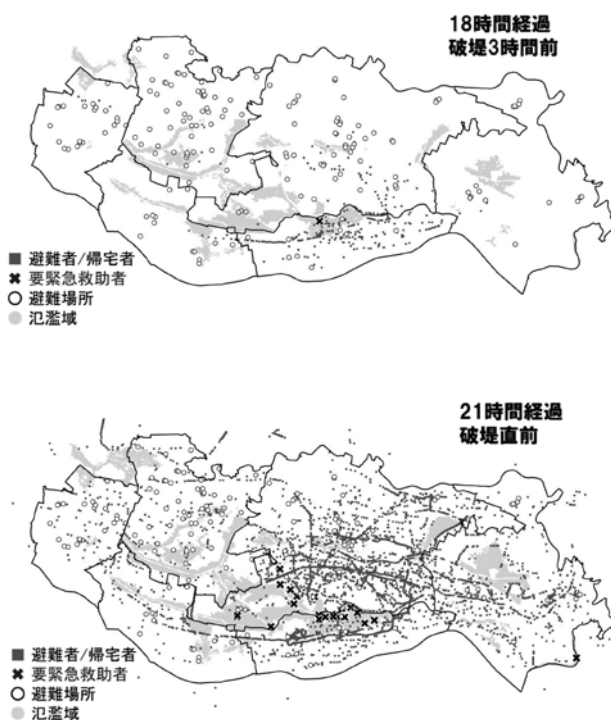


図-9 シミュレーション結果の一例（14時）⁶⁾

シミュレーションの結果から、現況を再現した際の、対象地域全体の被災者数（浸水人口及び要緊急救助者）を示す（図-10）。ここでは、結果を考察する参考として、避難がまったくなされなかった場合の結果も

示している。

避難なしのケースの浸水人口は、夜間2.0万人、昼間2.2万人と若干昼間が多い。住民アンケートの避難率を適用した現況再現ケースでは、避難なしより3,000～4,000人減少する。

要緊急救助者は、夜間300人、昼間600人であるが、避難をすることで、逆に夜間で400人程度、昼間で1,400人程度増加してしまう。

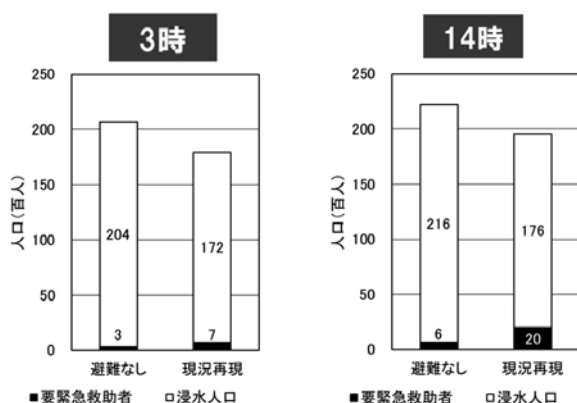


図-10 夜間(3時)及び昼間(14時)の被災者数⁶⁾

次に、浸水人口・要緊急救助者がどのような状況で被災しているかをみるため、内訳を分析する。図-11は浸水人口であり、左側は浸水人口内訳を、右側は在宅者について、避難できなかった原因を示している。左図をみると、夜間は約7割が在宅のままであるが、避難所で浸水に巻き込まれる人も2,900人程度生じる。昼間は、外出中の施設で浸水に巻き込まれる人が4,300人に上り、帰宅中に浸水に巻き込まれる人も1,500人程度発生している。また、夜間の在宅者について、避難しなかった要因別に集計すると、「避難勧告を知っても避難をするつもりのない人(避難未決意)」が5,900人、「自力避難困難者」が6,600人で、この2要因が大半を占めていた。

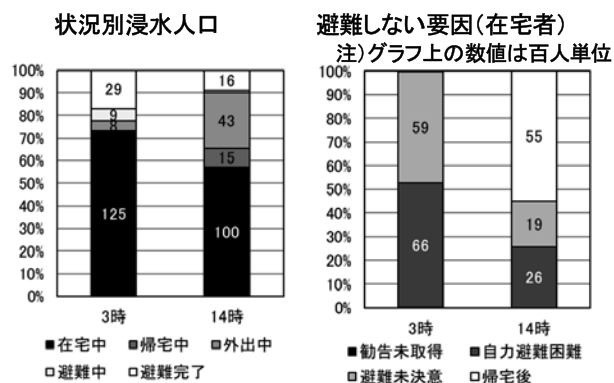


図-11 浸水人口の状況別の内訳⁶⁾

次に、要緊急救助者の内訳を図-12に示す。夜間は、在宅のまま被災する人が約3割なのに対し、避難中に被災する人が7割と倍近くに上っている。昼間は、帰宅中が1,300人と7割程度を占め、避難中や外出先で被災する人もある程度発生する。夜間の在宅者について、避難しなかった要因別に集計すると、「自力避難困難者」が130人で、50%程度を占める。

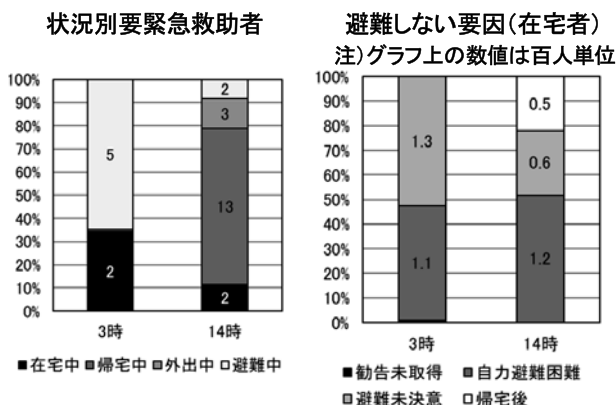


図-12 要緊急救助者の状況別の内訳⁶⁾

(4) 課題と対応策の考察

上述の結果から、洪水時の避難に関して、以下のような課題を抽出することができた。

①住民の避難意識向上の必要性

在宅のまま被災する人の約半数は、避難する意思のない人であり、避難意識の向上が課題となる。

②災害時の要援護者対策

在宅で被災する人の約半数は、自力避難困難者で、高齢者などの避難困難者に特化した対策も課題である。

③外出者への対応

昼間の要緊急救助者は夜間を上回っており、その多くは帰宅中に発生している。学校、勤務先、商業施設・公共施設などで、直ちに帰宅をせず、滞在施設や最寄り避難場所に留まらせるなどの対策が重要である。

④避難情報発令タイミングの改善

在宅の要緊急救助者の7割が避難中に被災しており、速いタイミングでの避難情報の発令が望まれる。

5 対策シナリオの評価による施策効果の検討

(1) 対策シナリオ

人的被害低減に向けた対策について、群馬県業務⁶⁾では、さまざまなケースで推計を行って検討した。

ここでは、その一例を紹介する。「①避難勧告等の情報発信の改善」「②住民意識の改善、学校・企業・商業施設での避難対応改善」「③災害時要援護者の避難支援」「④マンションなどへの緊急避難場所の設定」「⑤広域避難の導入」の5つの観点から対策を設定し、①→②→③→④→⑤と順に対策メニューを加えていく形でシミュレーションを実施し、施策効果を検討した。対策シナリオに関する推計結果を以下に示す(図-13)。

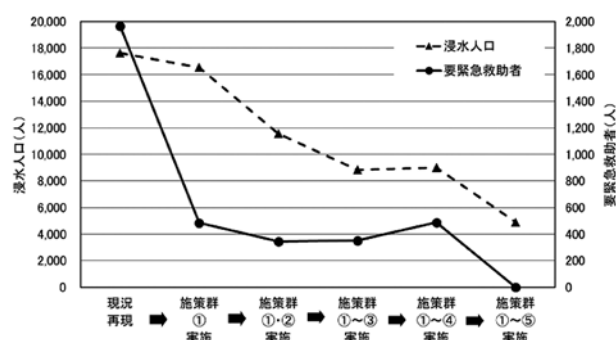


図-13 対策シナリオの効果(昼間14時の例)⁶⁾

(2) 考察

(1) に示した5つのシナリオ群を全て実施した場合(図の右端、施策群①～⑤実施)、浸水人口は、昼間の場合、約18,000人から5,000人に減少し、要緊急救助者はゼロになることが確認された。これらの対策の実施者は、住民や地域、行政、学校・企業・諸施設に関わっており、逃げ遅れゼロを目指すためには、多くの関係者の取り組みが不可欠である。

逃げ遅れゼロを目指すには、多数の施策をバランスよく実施する必要がある。例えば、住民の意識啓発によって避難率が高まると公的避難所だけでは容量が不足するため、民間のマンションや大規模店舗などの高層階を避難場所として活用することが必要になる。

一つ市町で、市民町民の避難対策を実施することには限界があり、浸水域外への広域避難や、市民町民による自主的な避難(親戚、知人宅などへの自主的な避難実施)などの取り組みも必要になる。

6 本研究の手法の展開性に関する考察

(1) 手法の今後の展開性

本研究では、PT調査を用いて昼間の滞留人口をベースとした洪水被害想定、対策効果のシミュレーションを実施し、夜間と異なる昼間特有の課題を、定量的分

析に基づいて示した。帰宅や避難時の被害が大きく、多くの地域で対応が必要と考えられる。

一方で、PT調査は、すべての地域で実施されているわけではなく、また、実施されている地域でも、10年かそれ以上の間隔になっており、最新のデータを活用できる地域は限られている。近年、交通に関するビッグデータとして、携帯電話などの位置情報に基づく滞留人口データが活用できるようになっており、居住地とクロスした人口データは、本研究の手法に適用できる可能性がある。

また本研究で適用した手法は、浸水と避難をいずれも動的に扱う緻密な手法であるが、その実施には相当の手間がかかり、あらゆる地域で実施することは効率的ではない。浸水エリアと人口の重ね合わせといった、静的な分析でも、ある程度の成果は得られる。

まず簡易な手法で被災エリアと被害の概略を明らかにし、次に緻密な手法で、被害と対策を詳細に評価する二段階の検討が有効と考えられる。

(2) 効率的・汎用的な手法の考え方

ここでは、昼間の人口分布を踏まえた災害対策の検討のために、本研究の手法を簡易化した汎用的で多地域に適用可能な手法の可能性について考察する。本研究の手法の簡易化については、①人口分布データをPT調査からビッグデータに変更する、②浸水・避難シミュレーションを静的分析に変更するという2つの方法の組み合わせで、いくつかの手法が考えられる。

a) PT調査と静的分析の組合せ

浸水・避難シミュレーションを県全域などの広域で実行することは、データ整備や精度面で困難と考えられるが、静的な分析であれば、実行可能性は高い。一方、PT調査に基づく人口分布データについては、同じ方法で、広域のデータを整備することは比較的容易である。この手法(a)は、広域から、洪水被害(避難時や帰宅時の被害を含む)を生じる可能性のある地域を抽出することなどに適用可能と考えられる。

b) ビッグデータと動的シミュレーションの組合せ

PT調査は、利用可能な地域が限られるが、ビッグデータであれば、全国どの地域でも活用可能である。この手法(b)は、PTデータが活用できないが、洪水被害がある程度の規模で見込まれる地域において、本研究で示したようなレベルのシミュレーションを実施

し、詳細に課題と対策を検討するのに適している。

c) ビッグデータと静的な分析の組合せ

この手法(c)は、PT調査の有無や投入可能な予算の多寡に寄らず、適用可能であり、手法(a)よりさらに広域の全国や地方ブロックなどから、避難時や帰宅時の被害を含めた被災地域を抽出することができる。

本研究で明らかになったように夜間の住宅における被害が少なくても、昼間の帰宅や避難途上で多くの被災が発生する地域が存在する。全国から、このような地域を発見して問題提起することができれば、有益と考えられる。また、ビッグデータは常に最新情報を把握できるため、対策を図るべき洪水の条件の見直しや、大規模開発による人口や観光客などの来訪者の増加などに合わせ、頻繁に検討することも容易である。

7 おわりに

(1) まとめ

a) PT調査データの滞留人口分析について

PT調査データを用いて、洪水対策上の課題を明らかにする観点から滞留人口の分析を行い、以下の知見を得た。これらの知見が、数値的根拠をもって明確に確認されたことは、大きな成果と考える。

①ある程度の広がりを持った地域での洪水に対応するためには、勤務先・通学先や買物先などへの人の分布に配慮した避難対策が必須である。②昼間滞在者は多くが自動車を利用して来訪しており、また、比較的近距离から来訪して徒歩帰宅可能な人も多いことから、自動車・歩行者の両方に配慮した帰宅行動の適切な管理が必要である。

b) PT調査データからの人口推計と意義について

避難行動シミュレーションに適用することを念頭に、PT調査の滞留人口データと都市計画基礎調査等の建物特性データと組合せた、建物単位でかつ居住地や来訪交通手段などさまざまな属性と紐付された人口分布データを作成する手法を構築した。

本研究で一部の成果を示した通り、上記人口データは、洪水浸水地域想定結果と重ね合わせ、避難行動シミュレーションを行うことで、有益な知見を得ることができる。代表的知見は、以下の通りである。

現況の被害状況を再現したところ、要緊急救助者は、昼間は帰宅中の被災者が過半を占め、夜間につい

ては、在宅中と避難中の要緊急救助者がほぼ同数となった。在宅被害者への対策に加え、避難、帰宅中の被災の削減を目指す対策が非常に重要である。また、対策については、家庭、地域、企業・施設、行政が、実施可能な施策を総動員し、かつ、一つの市町内を超えた対応(広域避難など)も実施しないと、要緊急救助者をゼロにすることはできない結果となった。

(2) 今後の取組みについて

本研究では、昼間の人の滞留場所を考慮し、避難・帰宅行動を明示的に捉えた洪水避難対策が重要であり、そのためにPT調査で把握されるさまざまな属性別人口分布データ活用が有益であることを示した。

帰宅時や避難時の被害を考慮した洪水対策の検討が多くの地域で喫緊の課題であることから、当研究所では、本研究で構築した手法を用いて、さまざまな地域で検討を働きかけていきたいと考えている。

更に、全国で検討が可能となるよう6章で考え方を示した汎用的手法の開発にも取り組んでいきたい。

本研究は、群馬県の委託業務「パーソントリップ調査を活用した洪水広域避難対策の検討業務⁶⁾」の成果をもとにしている。関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) 中野敦・本田武志(1997) 都市における時刻別地域別人口分布と震災被害に関する研究、阪神・淡路大震災土木計画学調査研究論文集, pp.75-82
- 2) 片田敏孝・桑沢敬行(2006) 津波に関わる危機管理と防災教育のための津波災害総合シナリオ・シミュレータの開発, 土木学会論文集D, Vol.62, No.3, pp.250-261
- 3) 石神孝裕・大門創・中野敦・佐藤弘子・松井浩・岡田真理子(2014) 津波避難とまちづくり, IBS Annual Report 研究活動報告2011, pp.41-46
- 4) 新階寛恭他(2015) 携帯電話網の運用データを用いた人口流動統計の都市交通分野への適用に関する研究, 第52回土木計画学研究発表会・講演集
- 5) 原田玲香・平山大輔(2018) パーソントリップ調査を活用した効果的な洪水避難の検討, 河川, 2018.3
- 6) 群馬県(2019) パーソントリップ調査を活用した洪水広域避難対策の検討業務報告書