

避難指示発令時の一斉避難がもたらす渋滞問題の緩和策の検討

-長野県小布施町を対象として-

長野工業高等専門学校 学生会員 ○横田 柊兵
 長野工業高等専門学校 正会員 轟 直希
 長野工業高等専門学校 正会員 柳沢 吉保

1. はじめに

近年、地球温暖化に伴い大型台風や局地的な集中豪雨による気象災害が激甚化している。河川が氾濫危険水位に到達した場合には、避難指示が発令され住民は避難所へと移動をする。2019年に日本列島に上陸した台風19号は、日本各地で甚大な被害をもたらした。台風接近時には避難準備が呼びかけられ、避難指示発令後には避難者の多くが自動車を利用して避難所へと向かった。埼玉県加須市では、未明の時間帯に避難指示が発令されたことにより、住民が一斉に避難したため、避難所まで約10キロの渋滞が発生したことが報告されている¹⁾。渋滞を起こしていた道路の間近には利根川が流れており、浸水被害が発生した場合に多くの犠牲者が出ていた可能性がある。水害意識が高まる中で多くの世帯が避難することを考慮すると、逃げ遅れや緊急車両の通行障害といった影響がこれまで以上に危惧されており、自動車避難者がいかに素早くかつ確実に避難できるのかの検討を行うことが急務となっている。既往研究として長尾ら²⁾は自動車避難行動モデルを組み込んだ避難行動シミュレーションを構築し、交通集中のための避難施策を検討しており、また花島ら³⁾は水害時における信号制御の交通制御避難が避難行動に及ぼす影響を探るために、信号機を導入した避難行動シミュレーションモデルを構築している。

そこで本研究では長野県小布施町を対象とし、水害が発生するような降雨時における避難指示発令後の一斉避難による浸水区域を出るまでの時間の計測と渋滞発生地点の把握を行う。そして渋滞発生地点の対策案を検討し、実際にシミュレーションにてその効果を明瞭化させる。

2. シミュレーションによる避難行動の可視化

(1) シミュレーションソフト「Vissim」

本研究では、実際の交通状況を再現し、現況を調

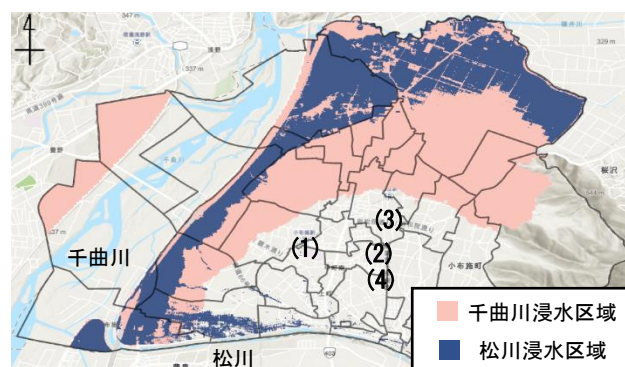


図-1 想定最大雨量における地区内の0.5~3.0m 区間以上の浸水区域

表-1 想定最大雨量における避難が必要な地域の世帯数と避難所収容台数

避難対象地区	避難所	収容可能台数	避難世帯数
大島・飯田 山王島・林	(1) 文化 体育館	300 台	290 世帯
栗ヶ丘・千両			22 世帯
北岡・押羽 ・羽場	(2) 小布施 中学校	300 台	248 世帯
矢島・清水	(3) トレーニン グセンター	83 台	116 世帯
六川・中子塚	(4) 総合体育館	30 台	114 世帯
合計	-	713 台	790 世帯

整・変化させることで道路ネットワークの有効性を確認できるソフト Vissim を用いて、小布施町の道路ネットワークを可視化し、避難指示発令後の一斉避難を想定した自動車避難行動について分析する。

(2) シミュレーションで利用するデータの整理

Vissim での道路ネットワーク作成において、現地の情報が必要となるため、現地調査及び Google ストリートビューにて明らかにした。また避難が必要な地域の世帯数は、平成27年度の国勢調査から得られた各地区の世帯数を ArcGIS により浸水想定区域図の電子データをもとに、地区面積に対する浸水面積の割合を算出することで、想定最大浸水区域に含まれる世帯数を概算する。本研究で想定浸水高さが0.5~3.0m 以上の場所を立ち退き避難の可能性があるとして想定し世帯数を求める。図-1 に小布施町における0.5~3.0m 以上の浸水区域を示す。また浸水区域に住む世帯数並びに避難所の収容可能台数を表-1 に示す。

表-2 各ケースにおける全車両が最短距離で
浸水想定区域を出るまでに要する時間

地区名	ケース1	ケース2
大島・飯田・ 山王島・林	35分11秒	15分23秒
栗ヶ丘・千両	6分27秒	5分19秒
北岡・押羽・羽場	87分16秒	45分14秒
矢島・清水	25分30秒	12分35秒
六川・中子塚	42分05秒	22分30秒

表-3 黄点滅信号で徐行による進入を仮定した
場合の浸水区域を出るまでに要する時間

地区名	ケース1 (内は表-2と比較)	ケース2 (内は表-2と比較)
大島・飯田・ 山王島・林	45分18秒 (+10分7秒)	15分23秒 (±0秒)
栗ヶ丘・千両	6分27秒(±0秒)	5分19秒(±0秒)
北岡・押羽・羽場	83分02秒 (-4分12秒)	42分24秒 (-2分50秒)
矢島・清水	24分51秒 (-39秒)	12分35秒 (±0秒)
六川・中子塚	41分25秒 (-40秒)	24分05秒 (+1分35秒)

なお表-1 に記す避難所以外にも別途、車中避難所として合計 441 台が駐車できる場所をシミュレーションにて再現をしている。

(3) ネットワーク作成における条件

- I. 地区内の住宅がまばらに点在することを踏まえ避難地区の車両はその地区で最も人口が集中する場所をセントロイドと設定して発生させる。
- II. 避難時には狭隘道路等の使用も考えられるが、シミュレーションで片側のみや道路同士の重ね合わせを行うと、避難所までの経路選択に不都合が生じるため、再現する道路は小型自動車ですれ違える幅員 4.0m 以上のものとする。

(4) シミュレーションのパターン

I. 各世帯 2 台避難(ケース 1)

小布施町では水害時において各家庭 2 台までの自動車を用いて避難することを想定しているため、0.5~3.0m 区間以上の浸水区域に含まれる世帯が 1 世帯当たり 2 台で避難した場合の値を導入する。

II. 台数制限による避難(ケース 2)

0.5~3.0m 区間以上の浸水区域に住む世帯が 1 世帯当たり 1 台で避難した場合の値を導入する。

3. シミュレーション結果の考察

(1) 想定ケースの避難時間

各ケースにおける浸水区域を出るまでの時間を示したものを表-2 に示す。ケース 1 では北岡・押羽・羽場地区で 90 分近くの時間を要しており、避難所に向かう途中の都住信号で発生している渋滞が原因と考えられる。渋滞が発生している場所の様子を図-2 に示す。令和元年の台風 19 号災害時は避難指示発令



図-2 避難所に向かう車両によって渋滞が発生している都住信号の様子

から約 90 分で小布施町の地区の一部が浸水を始めたため、2 台の車両を用いての一斉避難を仮定すると、避難移動中に危険をもたらす可能性があることが示唆された。また、ケース 2 では最大で 45 分ほどであったが、避難準備時間等も考慮すると、より多くの時間が要することが考えられる。

(2) 渋滞緩和策の検討

シミュレーション結果より、都住信号で発生している渋滞が最も渋滞長が長かったため、この地点における渋滞緩和策について検討する。内容としては、信号制御を黄点滅信号に変更し、交差点には徐行で進入させ、ほかの車に注意ながら進行に切り替えることを仮定する。変更した場合の結果を表-3 に示す。表-3 と表-2 を比較すると、特に時間を要していた北岡・押羽・羽場地区で両ケースとも時間の短縮が確認された。しかしながら一部の地域で、浸水区域を出るまでの時間の増加がみられた。これは北岡・押羽・羽場地区で移動時間が短縮し、他地区からの避難車両に影響を与えたことが原因として考えられる。

4. おわりに

本研究では交通シミュレーションソフト Vissim を用いて小布施町における一斉避難を仮定した浸水区域を出るまでの時間の計測と渋滞緩和策について検討した。信号制御を変更することで避難移動時間の短縮が期待されたため、今後は他地点での信号制御も考慮した渋滞緩和策についても検討していく。

謝辞：VISSIM によるシミュレーションにあたっては、株式会社 PTV グループジャパンならびに小布施町、須坂警察署より多大なるご助力をいただいた。ここに記して謝意を表します。
参考文献

- 1) 埼玉県加須市, 令和元年台風第 19 号対応検証報告書, <https://www.city.kazo.lg.jp/material/files/group/18/01kensyouchemp en.pdf>
- 2) 長尾一輝, 大畑長, 柿元祐史, 花房比佐友, 二上洋介, 江藤和昭, 桑原雅夫(2015), 大規模地震における自動車避難行動を考慮した避難施策の評価, 土木学会論文集 D3(土木計画学), Vol.71, No.5(土木計画学研究・論文集第 32 巻), P53-P68
- 3) 花島健吾, 堀智晴, 野原大督(2013), 道路上の信号制御を考慮した水害避難行動モデル, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.69, No.4, P1573-P1578