多摩川下流域における水害タイムラインの提案

中央大学大学院　学生会員　○堀井 裕太　　中央大学　正会員　佐藤 尚次

1. はじめに

近年の台風や豪雨災害によって，日本全国で甚大な被害が報告されている．特に都市部においては，人口集積地かつ経済活動の盛んな地域であるために，一度の災害で受ける被害が大きくなる．

2018 年 9 月の台風 21 号では，高潮によって関西国際空港の浸水や，連絡橋とタンカーの接触に伴う損傷によって，空港が孤立する事態となった．また，2019 年 10 月の台風 19 号では，多摩川下流の複数箇所で氾濫が発生し，大田区と世田谷区で約 1 万 7 千人が避難した [1]．

このような災害発生時の対策として，災害時に降雨量や河川水位などがある条件に達した時点，もしくはある時間に達した時点で自治体や企業がとる対策を時系列で整理したものをタイムラインという．タイムラインは，東京 23 区東部の低平地をはじめ，古くから災害リスクが高い地域では策定が進んでいる．また，近年の災害の激甚化に伴って，その他の多くの地域で策定が進んでいる一方，市民や地元企業に浸透していないケース，タイムラインが策定されていない地域もある．

2. 研究目的

本研究では，住民が最善な避難行動を通じて人的被害や孤立を低減できるようにすることを目的として，域外避難が必要な地域とそれ以外の地域における交通手段や避難所等の特性を考慮し，それぞれの地域で最適なタイムラインを提案する．

3. 参考事象および対象地域

参考事象には，2019 年に首都圏に大きな被害を与えた台風 15 号と台風 19 号を取り上げる．

また，対象地域には台風 19 号によって氾濫被害があった東京都世田谷区と大田区を選定した．この地域を選定した理由は，台風 19 号で露呈したような水害リスクがあるにもかかわらず，東京 23 区東部の低平地と比較すると，水害に対する危機意識が低いと考えたためである．対象地域の位置を**図-1** に示す．

4. 研究手法

台風の接近前後 2 日間（15 号は 2019 年 9 月 8 日（日）・9 日（月）、19 号は同年 10 月 12 日（土）・13 日（日））における自治体や交通機関等の対応を幅広く収集し，時系列で整理する．また，同時刻の対象地域における 100m メッシュごとの流動人口分布を株式会社 Agoop から提供されたデータを基に可視化し，自治体等の対応と流動人口の増減との関係を分析する．なお，比較に用いる平常時のデータとして，2019 年 10 月 6 日（日）・7 日（月）も採用する．この日付を選んだ理由は，対象地域内を通る鉄道路線で人身事故等の障害が発生していないことを考慮したためである．

5. 対象地域の特徴

対象地域は多摩川の下流左岸に位置し，都市化が進んでいる．両区の水害ハザードマップ [2),3)] を見ると，多摩川に沿った標高の低い地域に浸水想定区域が広がっており，浸水深が 5.0m を越える地域も存在することが分かる．一方で，家屋倒壊等氾濫想定区域は，世田谷区では多摩川流域の広範囲に広がるが，大田区では流域の一部にのみ存在する．ここで，内閣府（防災担当）の資料 [4)] による，域外避難の対象者の考え方を**表-1** に示す．世田谷区や大田区では，この考え方のもと域外避難の対象となるのは上記のように一部の町丁目に存在することから，区の全体で一体的な対策を講じるよりも，被害の大きさに応じて対策を検討するのが望ましいと考える．

図-1　対象地域の 23 区内における位置関係

表-1　域外避難の対象者の考え方

①全居室が浸水するおそれがある居住者
②氾濫流により家屋流出の恐れがある居住者 （家屋倒壊等氾濫想定区域に該当する）
③浸水が長時間継続する居住者（浸水継続時間72時間が目安）

交通機関に着目すると，東急田園都市線や国道 15 号線等の鉄道および国道・高速道路の計 14 路線が縦断し，都心と神奈川県方面を結ぶ．また，羽田空港にアクセスできることも大きな特徴である．一方で，浸水想定区域内には，JR 京浜東北線の車庫や京急空港線穴守稲荷駅付近等の地下トンネル，アンダーパスが存在する．これらが被害を受けて使用不能に陥ると，対象地域内のみならず，対象地域以外の住民の移動や物流にも影響を及ぼす恐れがあることから，予防的な対策を講じることで被害を低減することが必要であると考える．

6. 流動人口データの分析

台風 19 号上陸後の、東京都世田谷区・大田区・目黒区における流動人口分布の例を**図-2** に示す．また，2019 年 10 月 12 日における，大田区鵜の木 2 丁目内の流動人口推移を**図-3** に，同日の多摩川（田園調布（上）観測所）の水位およびアメダス世田谷観測所での降水量の推移を**図-4** に示す．**図-3** より，台風の接近前の 14 時頃までは平常時のような昼間人口の減少が見られずに流動人口は 3000 人～3500 人の間で推移し，接近に伴って減少していることが分かる．この傾向から接近前は，午後からの天候悪化や鉄道の計画運休等をうけて住民が外出を自粛していたと考えられる．また，個々のメッシュ

キーワード　多摩川下流域，タイムライン，水害，位置情報データ
連絡先　〒112-8551　東京都文京区春日 1-13-27　中央大学大学院 理工学研究科 都市人間環境学専攻 設計工学研究室
TEL:03-3817-1816　Fax:03-3817-1803　E-mail:a15.hn8e@g.chuo-u.co.jp

データを見ると，15 時以降も流動人口が平常時より増加したメッシュを確認できるが，減少したメッシュ数および流動人口の方が多かったことで，全体として減少に転じたとみられる．流動人口が減少した要因には，田園調布(上)観測所の水位が避難判断水位に達したことや，16 時に避難指示が発令されたこと等が考えられる．

一方で，同地区に内陸側で接する鵜の木 1 丁目では同様の流動人口の減少は見られず，地区内の流動人口が終日 3000 人前後で推移していたことから，多摩川に近いほど多くの住民が域外へ避難していたと考えられる．

7. タイムラインの提案

大田区鵜の木 2 丁目等，域外避難の対象となる地域向けのタイムラインの一部を**図-5** に示す．タイムラインの設定期間は平常時（3 日前）から多摩川の氾濫発生までの 72 時間とし，行動主体には大田区や世田谷区等の自治体の他，公共交通機関として対象地域を通過する東急電鉄等の鉄道事業者に加えて，バス事業者，航空会社等を設定する．

域外避難対象地域に特化した対策の一つが，所要時間の長さを考慮して避難の開始を早めたことである．通常の避難では警戒レベル 3 で避難準備・高齢者等避難開始を発令するところを，大雨注意報等が発表される警戒レベル 2 の段階に早めた．それに伴って，域外避難者による混雑を回避するために，近隣地域を通るの路線で列車を増発することも特徴といえる．その他の対策として，域外避難者の避難先を確保するために，他区にあるホテル等の宿泊施設を東京都が一元的に借り上げて提供することも想定している．なお，この時の避難先は，23 区東部の低平地や内陸部であっても中小河川で氾濫が発生し同様の浸水被害が生じること，高潮による被害を考慮し，それらの浸水想定区域から外れている世田谷区の三軒茶屋駅付近，品川区の大井町駅付近とする．

8. おわりに

今回，参考事象において実際にとられた対応の収集や流動人口データの可視化による分析を通じて，域外避難の対象者および非対象者のそれぞれに最適となるようにタイムラインを作成した．今後の課題は，滞留者割合や各町丁目の流出入人口について，データの充実化等で正確な値を算出することによって，現実世界により即した環境を再現し，タイムラインの妥当性向上を図る．

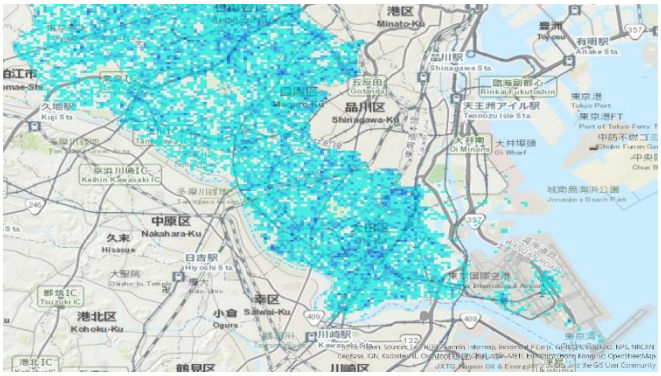

図-2 東京都世田谷区・大田区・目黒区における流動人口分布
（2019 年 10 月 12 日 21 時時点，データ提供：株式会社 Agoop）

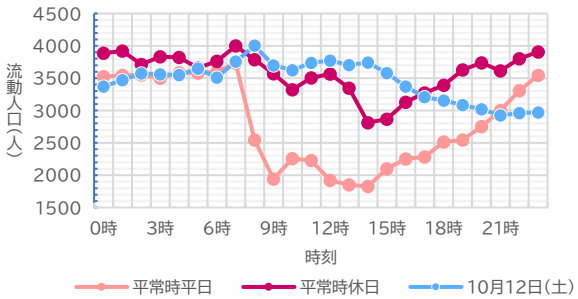

図-3 東京都大田区鵜の木 2 丁目内の流動人口の推移
（2019 年 10 月 12 日、データ提供：株式会社 Agoop）

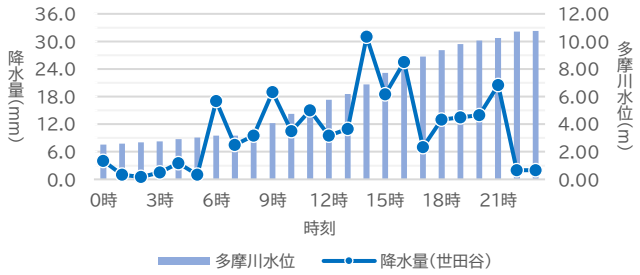

図-4 多摩川（田園調布（上））の水位とアメダス世田谷での降雨量の推移（2019 年 10 月 12 日）

参考文献・出典

1)東京都総務局総合防災部防災計画課「令和元年台風第 15 号及び第 19 号等に伴う防災対策の検証 別冊資料」 2019 年 11 月 29 日
2)大田区「大田区ハザードマップ 風水害編」 2020 年 4 月発行
3)世田谷区「世田谷区洪水・内水氾濫ハザードマップ」2020 年 9 月発行
4)内閣府 洪水・高潮氾濫からの大規模・広域避難検討ワーキンググループ「洪水・高潮氾濫からの大規模・広域避難に関する基本的な考え方」 2018 年 3 月

休日夜上陸の場合			世田谷区･大田区				鉄道(東急電鉄)			メディア	住民	
時間	注意報警報	石原水位観測所	情報共有、関係機関との連携	現場対応	住民への情報提供内容	避難所	情報共有、関係機関との連携	現場対応	情報提供	情報提供	情報収集	対策
平常時			・複数の関係機関との防災演習を通じて非常時の対応を訓練	・複数の関係機関と連携した防災演習を通じて非常時の対応を訓練			・複数の関係機関との防災演習を通じて非常時の対応を訓練	・複数の関係機関と連携した防災演習を通じて非常時の対応を訓練	・安全報告書等を通じた鉄道施設の災害対策の公表			・防災バッグの準備 ・ハザードマップ、避難所の確認 ・自主避難先の確認
72時間前					・域外避難の可能性がある地域を公表		・気象予測についての情報収集 ・相互直通および周辺他社との調整	・土のう等流水設備準備 ・上陸当日の臨時ダイヤ検討	・計画運休の可能性を公表 ・不要不急の外出自粛を呼びかけ			・域外避難の検討 ・自主避難先の確保
48時間前	降り始め		・都に域外避難を前提とした対応を要請 ・排水ポンプ車の手配	・防災無線、区防災Twitter、ホームページ、ラジオ、テレビ、エリアメールで域外避難の可能性を発信	・域外避難の可能性がある地域を公表、準備を呼びかけ		・自治体との運行予定の共有(以降、随時実施)	同上		・気象、水位状況 ・域外避難に関する情報 ・交通機関の運行情報	・気象状況 ・域外避難に関する情報 ・交通機関の運行情報 (各地自治体のTwitterや防災無線、TV、ラジオ、エリアメール等を活用)	同上
36時間前					・域外避難の対象地域を公表、高齢者等は準備開始		同上	・駅構内での情報提供(以降、随時実施)	・計画運休決定のお知らせ			・高齢者等域外避難準備開始
30時間前	大雨注意報	水防団待機水位超過		同上	域外避難準備・高齢者等域外避難開始		同上	同上	・台風の接近上陸当日の時刻表公表	同上	同上	域外避難準備・高齢者等域外避難開始
24時間前				同上 ・隅門ゲート閉鎖			同上	同上	同上	同上	同上	
20時間前	大雨警報	氾濫注意水位超過		同上	・警戒レベル3発令 ・域外避難指示	・逃げ遅れた居住者のために域外避難対象地域内の避難所も開設	同上	同上	同上	同上	同上	対象地域の全員域外避難開始
16時間前				同上		同上	同上	域外避難者のための増発ダイヤ	・臨時ダイヤ実施中のお知らせ ・台風通過後の運転計画公表	同上	同上	同上
12時間前		避難判断水位超過	・被害情報の確認 ・逃げ遅れ者の救助要請 ・気象予測についての情報収集 ・鉄道事業者との運行予定の共有(以降、随時実施)	・ポンプによる排水準備完了		同上	同上	・運転本数減 ・浸水想定区域外へ車両避難	同上	・気象、水位状況 ・域外避難に関する情報 ・交通機関の運行情報 ・被害に関する情報	同上	同上
9時間前						同上	・気象予測についての情報収集 ・相互直通および周辺他社との調整 ・自治体との被害状況や再開予定の共有(以降、随時実施)	・全列車運転終了 ・乗駅者への対応 ・避水設備設置完了 ・駅員の避難	・運転終了のお知らせ ・台風通過後の運転計画公表		同上	同上
6時間前	大雨特別警報	氾濫危険水位超過	同上		・域外避難に限定せず、緊急安全確保の指示に切替	同上			同上	同上	同上	・域外避難に限定せず、緊急安全確保の指示に切替
4時間前			同上		同上	同上	同上	・沿線の雨量計、風速計等による気象状況の把握 ・沿線(駅等)の監視カメラによる被害状況の確認	同上	同上	同上	同上
3時間前					同上	同上	同上		同上	同上	同上	同上
2時間前					同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
1時間前					同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上	同上
ゼロアワー		計画高水位超過、氾濫発生										

図-5 域外避難者向けのタイムラインの一部