

1. 背景と目的

1-1 背景

平成 27 年 9 月関東・東北豪雨以降、国土交通省では最大クラスの大雨等に対しては「少なくとも命を守り、社会経済に対して壊滅的な被害が発生しない」ことを目標として掲げ^{*1}、「施設の能力には限界があり、施設では防ぎきれない大洪水は必ず発生するもの」と意識を変革し、社会全体で洪水に備える必要があるとして、「水防災意識 再構築ビジョン（平成 27 年 12 月）」の取組を進めている。

想定最大規模の降雨を前提とすると、荒川や江戸川の下流域は、ほぼ全域が浸水想定区域に含まれる。さらに、人口密度が高密かつ首都機能等、様々な機能が集中していることから、河川洪水に対して高いリスクに晒されている（図 2）。墨田区、江東区、足立区、葛飾区、江戸川区では、平成 27 年に江東 5 区大規模水害対策協議会を設置し、平成 30 年 8 月に江東 5 区大規模水害ハザードマップと江東 5 区大規模水害広域避難計画が公表され、水害に対する犠牲者ゼロの実現に向けて、事前の広域避難の方向性が示された。一方、実際に大規模水害が予想される場合の避難行動の誘導、広域避難場所の確保等、課題が山積している^{*2}。

1-2 目的

こうした課題の対応策を検討するためには、各基礎自治体が、自身の地域において大規模水害が発生し、広域避難を行った場合に想定される状況を把握しておく必要がある。しかし、想定最大規模の降雨を前提とした浸水を想定して、各基礎自治体において発生が想定される避難者数、広域避難時に想定される課題を整理した事例は多くない。本研究では、江東 5 区の一つである葛飾区を対象に、荒川、綾瀬川、中川、江戸川が破堤した場合を想定し、避難が必要な住民の人数等を地域別に整理し、避難交通シミュレーションモデルを用いて広域避難時に発生することが想定される課題を抽出した。これにより、広域避難誘導という“公助”の現状と課題を明らかにすることを目的とする。さらに、“公助”である広域避難誘導を適切に実現させるための自助、共助の取組についても整理を行い、今後目指すべき姿を検討した。

2. 研究手法

2-1 避難者数の推計

以下に示す考え方に基づき、避難が必要な住民の人数（以下、避難者人数と称す）を推計した。

- 1) 自宅にて避難可能な住民は、垂直避難をする。
- 2) 自宅が浸水する等して避難できない住民は、洪水緊急避難建物に避難する。
- 3) 収容人数の関係から、洪水緊急避難建物にも避難することができない住民は、葛飾区外へ広域避難する。



図 1 葛飾区地形断面図

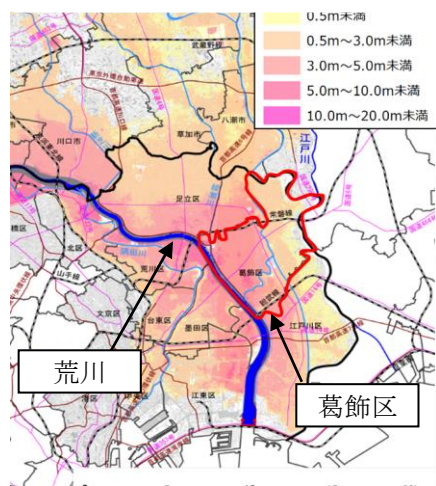


図 2 浸水想定区域図（荒川想定最大規模）

下線で示した「自宅が浸水する等して避難できない住民」は、以下の条件を満たす家屋に住む住民とした。

- ・想定される浸水深が 0.5m 以上 3.0m 未満の場合：1 階に住む住民
- ・想定される浸水深が 3.0m 以上 5.0m 未満の場合：1～2 階に住む住民
- ・想定される浸水深が 5.0m 以上の場合：1～3 階に住む住民
- ・浸水継続時間が 3 日以上または家屋倒壊等氾濫想定区域に住む住民

ここで、人口は葛飾区 HP「世帯と人口」より平成 29 年 4 月時点の数値を利用し、各建物の想定浸水深の判断には、東京都地理情報システムデータのうち、建物現況（東京都／平成 24 年度）を利用した。

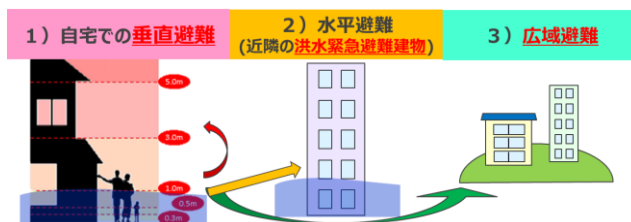


図3 広域避難が必要な住民数の推計順序イメージ図

2-2 広域避難時交通の評価

2-1 節で整理した避難人口の推計結果のうち、特に避難者人数が多くなることが想定される想定最大規模の降雨による荒川破堤時を想定して、広域避難時交通の評価として、渋滞や滞留箇所の把握と、交通手段ごとの避難にかかる時間の推計を行った。評価には、DOMINGO (Data Oriented Mobility Information Group) 共同研究体³⁾において開発された、避難交通シミュレーションモデルを活用した。DOMINGO は、災害時の交通状況の再現・予測のために開発されたシミュレーションモデルであり、自動車交通モデル SOUND、歩行者交通モデル、鉄道交通モデル、避難行動選択モデル、災害時交通規制、車線閉塞モデル、鉄道駅需要の乗降モデルの7つのモデルを備えている。尚、シミュレーションモデルの再現性として、平成 27 年道路交通センサス時間帯別交通量とシミュレーション値とを比較されており、良い再現性を得たとされている⁴⁾。既存の研究と異なる点として、自宅での垂直避難や地域内での水平避難者を差し引いた「広域避難が必要な避難者」を対象として、細かな地区ごとに想定した避難者人数を与え、より現実的な想定を行えるように留意した。

計算条件は以下のとおりとした。

- 1) 想定災害：想定最大規模の降雨により荒川が氾濫した場合
- 2) 避難人口：2-1 節での推計結果（荒川想定最大規模）に基づく
- 3) 交通需要：避難者は、朝 7 時～8 時の間に避難を開始する。通過交通も考慮する。
- 4) 交通手段：徒歩 40%・自動車 11%、鉄道 49%⁵⁾
- 5) 鉄道駅の処理能力：各駅のプラットフォームの面積を一人当たり占有面積（1.76 人/m²）で除して、滞留可能人数を算出。
- 6) 電車の処理能力：時刻表と車両定員数から、時間別駅容量を算出（乗車率は 135%）。

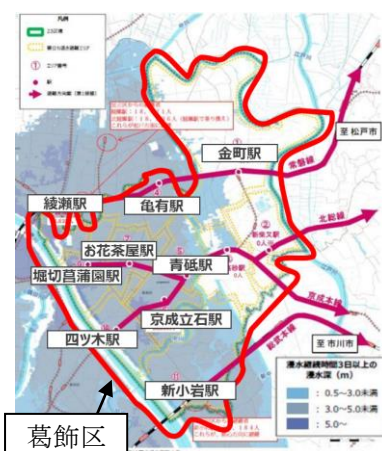


図4 使用する駅名と避難方向

3. 避難者人数の推計結果及び広域避難時交通の評価結果

3-1 避難者人数の推計結果

避難行動が必要な住民数は、荒川想定最大規模の場合が最も多く、約 41.5 万人だった。次いで、江戸川想定最大規模の場合が約 36.5 万人だった。

自宅での垂直避難が可能な住民数と、洪水緊急避難建物へ避難が可能な住民数を差し引き、葛飾区外へ広域避難が必要な住民数は、荒川想定最大規模の場合に最も多く約 22.2 万人、次いで江戸川想定最大規模、中川想定最大規模の場合が約 14.7 万人となった。

尚、算出条件の違いから、江東 5 区大規模水害避難等対応方針における「広域避難が必要とされる地域及び対象者」とは異なるので留意する。

表 1 避難者人数

規模	河川	避難行動が必要な住数	1) 自宅での垂直避難が可能な住民数	2) 洪水緊急避難建物に水平避難が可能な住民数	3) 葛飾区外へ広域避難が必要な住民数
想定最大規模	荒川	約 41.5 万人	約 12.0 万人	約 7.3 万人	約 22.2 万人
	江戸川	約 36.5 万人	約 12.2 万人	約 9.7 万人	約 14.7 万人
	中川	約 31.7 万人	約 6.3 万人	約 10.7 万人	約 14.7 万人
	綾瀬川	約 11.2 万人	約 3.0 万人	約 12.7 万人	0 人
計画規模	荒川	約 28.1 万人	約 20.6 万人	約 9.7 万人	0 人
	江戸川	約 32.4 万人	約 30.0 万人	約 10.3 万人	0 人
	中川	約 18.8 万人	約 18.3 万人	約 12.1 万人	0 人
	綾瀬川	0 人	—	—	—

次に、3) 葛飾区外へ広域避難が必要な住民数を町丁目ごとに図示した結果を示す。広域避難が必要な住民の人数は、破堤する河川によって異なることが確認できる。

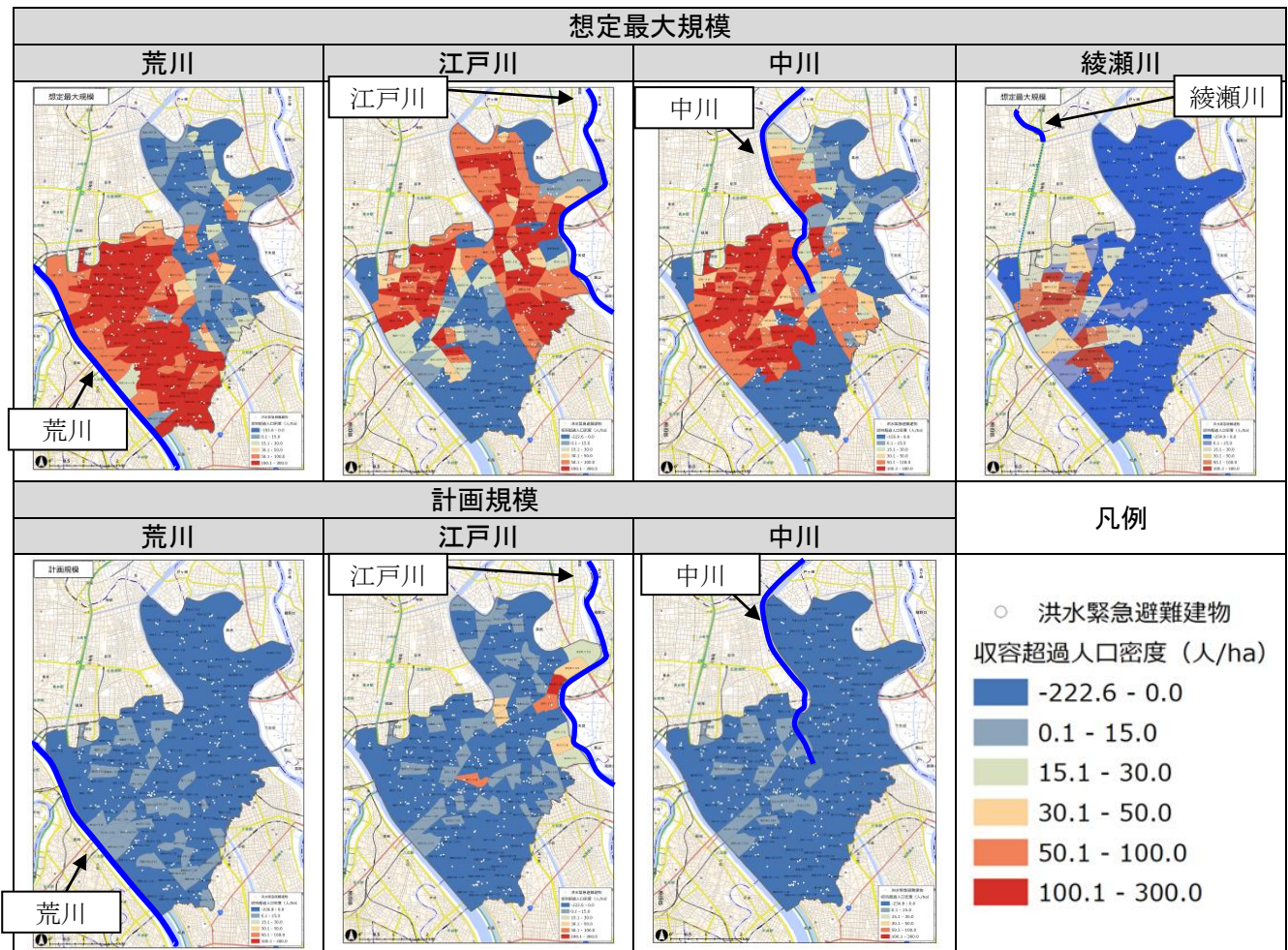


図 5 町丁目ごとの避難者人数（広域避難が必要な住民数）

3-2 広域避難時交通の評価結果

時間別の歩行者及び自動車の旅行速度を示す。歩行者の場合は、8 時には駅周辺を中心に交通の集中が見られる。10 時には新小岩駅を除き駅周辺の集中は解消するが、環状 7 号線や国道 6 号線で集中している。自動車の場合は、8 時には亀有、青砥周辺で、10 時には柴又や金町周辺で渋滞が発生している。

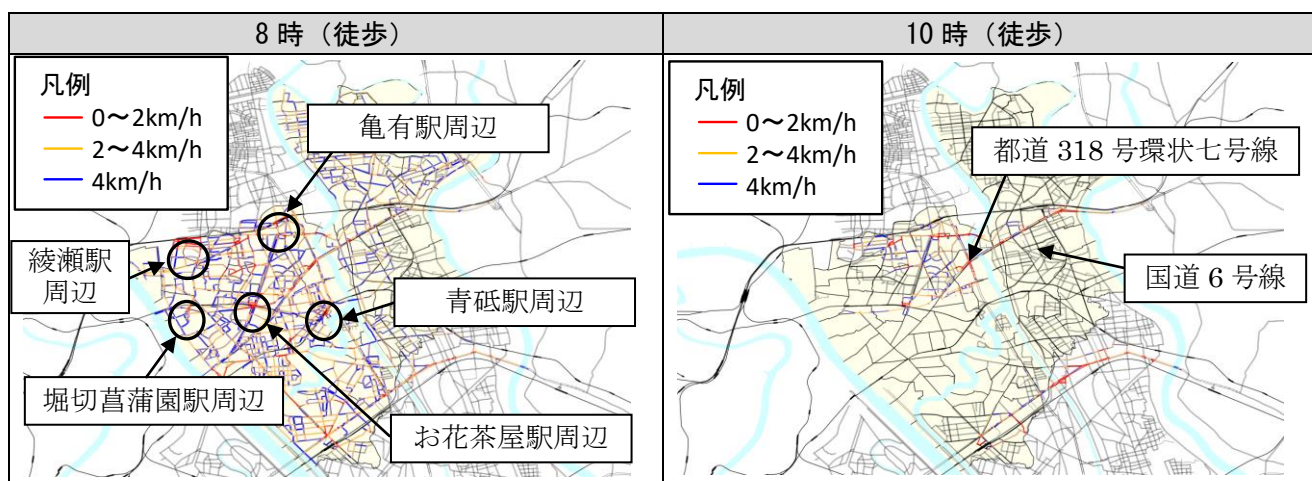


図6 時系列の歩行者避難速度

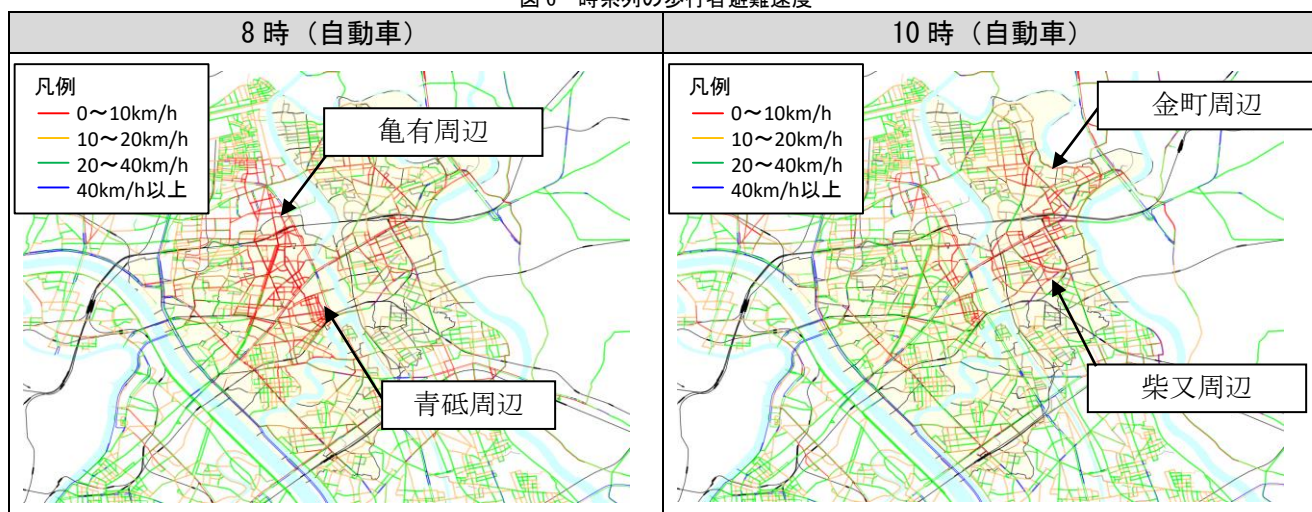


図7 時系列の自動車避難速度

地区ごとの避難完了時間を右グラフに示す。避難手段ごとに、特に時間を要する地区が異なり、電車の場合は堀切菖蒲園駅、亀有駅を利用する場合に5時間以上要する。自動車の場合、金町駅周辺、京成高砂駅周辺を除き、8時間から9時間程度要する。徒歩の場合、金町駅周辺、京成高砂駅周辺、新小岩駅周辺を除き、13時間以上かかる結果となった。

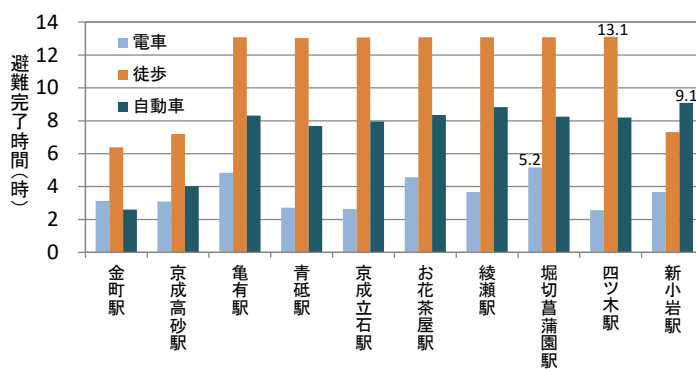


図8 地区と避難手段ごとの避難完了

4. 考察

4-1 避難者人数の推計結果について

3-1 節の結果より、自宅での垂直避難、洪水緊急避難建物を最大限活用したとしても、想定最大規模の降雨による荒川での破堤が起こった場合、約22万人の広域避難が求められる。

しかし、児玉ら(2016)^{*6}による東京都、埼玉県の21区市を対象とした住民避難意向に関する研究によれば、水害時に自宅待機不可と把握している場合でも、自宅に待機すると回答した人が約1/4だったとしている。また、牛山(2018)^{*7}による西日本豪雨における避難行動の有無の結果によれば、231名

の回答者のうち 181 名の方が避難行動をしていないという結果だったとしている。これらの結果から、葛飾区においても多くの住民が避難をしないことが想定され、避難の遅れ等による人的被害につながる恐れを示唆している。

4-2 広域避難時交通の評価結果について

3-2 節に示した結果では、最大で 13 時間で広域避難が完了するという結果となった。しかし、本検討は葛飾区以外の住民は、通常の行動をとっている（避難行動をしていない）という想定であり、実際は他の区からの通過交通を見込む必要がある。江東 5 区全域でのシミュレーションも行う必要がある。また、シミュレーション上では避難先の条件を含めていないため、実際は避難先となる自治体との具体的な避難所の調整を行う必要がある。また、大雨時には公共交通機関の運休も想定され、早期の避難をいかに実現されるかが課題である。

一方、「江東 5 区大規模水害避難等対応方針」では、江東 5 区共同で、氾濫発生 48 時間前に自主的広域避難情報、24 時間前に広域避難勧告を発表するとしている^{*8}。しかし、氾濫発生の時刻は事前には分からないため、何をトリガーにして自主的広域避難情報や、広域避難勧告を出すのが課題となる。江東 5 区大規模水害広域避難計画では、3 日間積算流域平均雨量が一つの判断要素としている。また、広域避難勧告の対象者は床上浸水想定区域内の住民としている。ここで、広域避難の対象が広域になれば、避難完了までの時間が長くなることから、よりリスクの高い沿川部を対象に早期の避難を呼びかける等して、被害を最小限に抑えるオペレーションが必要であると考えられる。



図 9 江東 5 区大規模水害広域避難計画リーフレット（抜粋）

5. 今後目指すべき姿について

5-1 人的被害の軽減に向けた自助・共助の取組

これまでに示したような広域避難の誘導は、基礎自治体が主導する“公助”の取組といえる。一方、このような広域避難を適切に実現させるためには自助、共助の取組とも一体となって進める必要がある。そこで、広域避難が必要な住民を極力減らし、かつ広域避難が必要な住民が適切な避難行動を取るために推進すべき自助・共助にかかわる取組について整理する。ここで示すような取組を、図 5 で示した広域避難が必要な住民が多い地域や、図 7 で示した渋滞や滞留が発生しやすい地域において積極的に推進していくことが必要である。

1) 応急的な退避場所の確保（水害一時避難施設）

時間的余裕がなく、広域避難等ができなかった場合、緊急的に近隣の高い建物に避難することが有効である。しかし、3-1 節の結果より、大規模水害が発生した場合は洪水緊急避難建物の収容容量が不足する可能性がある。これに対し、葛飾区が実施している取組として、水害一時避難施設がある。水害一時避難施設は、民間集合住宅と自治町会が事前に関係を取り交わすことで、近隣住民の方々が安心して一時的に避難することができる。水害時の人的被害軽減に加え、自治町会と民間集合住宅の双方が事前に関係を取り交わすことで、水害発生時における無用なトラブルや避難時の混乱を抑制にもつながることが期待される。

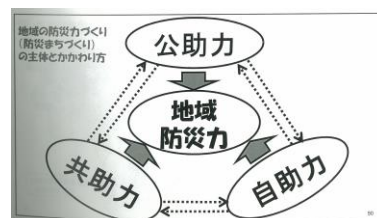


図 10 地域の防災力^{*9}



図 11 東京マイ・タイムライン^{*10}

2) 住民一人一人の避難計画の作成促進

マイ・タイムラインとは、自分や家族の状況に加え、地域のリスクに応じて、的確なタイミングで適切な避難が決断できるようにあらかじめ定めておく防災計画のことである。市町、県、国で構成する鬼怒川・小貝川上下流域大規模氾濫に関する減災対策協議会では、逃げ遅れゼロを目指して「みんなでタイムラインプロジェクト」が推進されているほか、東京都も風水害発生までの行動を時系列に沿って整理できる「東京マイ・タイムライン」を作成し、区役所等で配布を行っている。

3) 防災教育の促進

葛飾区では地区単位での大規模水害を対象とした防災ワークショップを開催しており、昨年度も葛飾区の一つの地区を対象に、住民の水害リスクの理解、避難先の検討、防災マップの作成等が実施された。住民の防災力向上、避難への意識向上に寄与していると考えられ、今後の継続的な実施が望まれる。



図 12 ワークショップで作成した地区単位の水害パンフレット

5-2 浸水を許容するまちづくり

葛飾区では、地域力の向上や市街地構造の改善によって対応していくとともに、親水性の高い水辺の街を形成していくことを目指し、浸水対応型市街地づくりについて検討し、構想を策定している^{*1}。浸水対応型市街地とは、「広域避難と垂直避難を組み合わせる避難できる環境が整い、水が引くまでの間、許容できる生活レベルが担保される市街地」を指し、命を守れる避難空間と長期的避難に耐えられる機能を持った非浸水空間を市街地内の随所に配置するとともに、堤防と一体となった高台空間を沿川に確保して、避難及び速やかな応急復旧活動が可能な市街地を段階的に整備していくとしている。

地震・津波災害に対しては、災害に強い地域社会の形成を目指した「防災都市づくり」、災害が発生する前から災害後の復興計画を行う「事前復興」の取組が進められてきた。一方、洪水災害に対しては地震・津波災害と同様のレベルで実施されていない^{*12}。昨今の洪水被害の頻発化を考えると、上記「浸水対応型市街地構想」をより推進していく必要があり、同様に、浸水が想定される大都市圏においても洪水を想定した防災都市づくり、事前復興計画の取組を進め、安全・安心な地域づくりが実現されることが望まれる。

[参考文献]

- 1) 国土交通省：新たなステージに対応した防災・減災のあり方 (<https://www.mlit.go.jp/common/001066501.pdf>), 2015.1
- 2) 江東 5 区 広域 避難 推進 協議 会：江東 5 区 大規模 水害 広域 避難 計画 (https://www.city.edogawa.tokyo.jp/documents/10884/koto5_main.pdf), 2018.8
- 3) 大畑 長、浦山利博、花井健太、彦坂健太：災害時と平常時の交通マネジメントのためのデータ融合解析システムの紹介、第 47 回土木計画学研究発表講演概要集, 2013
- 4) 大畑 長・田中 淳：災害時の広域避難交通シミュレーションの開発、公益財団法人日本道路協会、月刊誌「道路」平成 30 年 10 月号, pp. 2-3, 2018.10
- 5) 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（報告）, 2018.3
- 6) 児玉 真、片田敏孝、金井昌信、丸山日登志：浸水想定および避難に関わる情報提示が住民避難意向に与える影響に関する研究、自然災害科学 J. JSNDS, Vol.35 特別号, pp. 79-90, 2016
- 7) 牛山素行：平成 30 (2018) 年 7 月豪雨による人的被害等についての調査（速報）、静岡大学防災総合センター, 2018.8
- 8) 江東 5 区大規模水害対策協議会：江東 5 区大規模水害避難等対応方針, 2017.8
- 9) 中林一樹：危機管理概論（自然災害）、日本危機管理士機構, pp.50, 2019.8
- 10) 東京都：東京マイ・タイムライン (<https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/mytimeline/index.html>), 2019.5
- 11) 葛飾区：浸水対応型市街地構想 (<http://www.city.katsushika.lg.jp/information/1000084/1006024/1020950.html>), 2019.6
- 12) 大津山堅介・牧 紀男：防災政策体系における事前復興計画の位置づけに関する日米比較と課題抽出、公益社団法人日本都市計画学会 都市計画論文集, Vol.53, No.2, pp. 132-143, 2018.10