

精緻な解析手法による東京都 23 区のリアルタイム浸水予測システムの開発

研究代表者 関根 正人
(創造理工学部 社会環境工学科 教授)

1. 研究課題

地球規模での気候変動が進み、気象が極端化してきている状況下で、我々はこれまでは経験することのなかったような規模の豪雨に備えなければならなくなっている。本研究では、東京都 23 区が巨大台風や集中豪雨に襲われた時に、どのような規模の浸水がどのようなプロセスで発生するのかを、リアルタイムで正確に予測するシステムを開発し、これを社会実装することを目指して取り組んできている。あわせて、これを東京以外の大都市に展開していくことも研究の目的のひとつとしている。

2. 主な研究成果

2.1 東京都23区を対象とした豪雨・高潮同時発生時の浸水プロセスとリスクの評価

このテーマに関しては、今後起こりうる最大級の豪雨と高潮とが同時発生したときに、どのような浸水が引き起こされるのかに注目し、精緻な都市浸水予測システム S-uiPS (Sekine's urban inundation Prediction System) を用いて数値予測計算を行った。ここでは、23区内を流れる都市河川ならびにその流域のどの範囲にまで高潮の影響が現れるのか、豪雨のみあるいは高潮のみの場合に比べてどの程度深刻な浸水になる恐れがあるのかを明らかにすることを目指した。

この研究で対象とした降雨は、著者らのこれまでの検討でも対象としてきた「杉並豪雨」を空間内に一様に与えることにした。この豪雨は2005年9月に東京都杉並区を中心として広い範囲を襲ったイベントであり、図-1に赤色の棒グラフで示したのは当時、下井草で観測された降雨ハイトグラフである。高潮に関しては、2015年5月に改正された水防法に基づき、想定し得る最大規模の高潮に係る浸水想定区域を公表することになり、東京都は2018年に高潮浸水想定区域図を公表した。その際に想定されたのが図-1中に青色の実線で示された潮位変動である。これは室戸台風時の既往最大の高潮に相当する。本研究でもこの高潮を検討の対象とした。

図-1に示された潮位の時間変動の過程で、潮位がピークを過ぎて15分後に当たる計算開始225分後の時点での浸水の状況を示したのが図-2である。この図は、神田川ならびにその支川と流域に注目して拡大した浸水深コンター図である。ここに、河川相対水深とは護岸高に対する水深の比を指し、これが1を越えると河川から護岸壁を越えた流れが生じることが意味する。図-2中に○印で示した地点AとBは、神田川の河口から内陸に向かって十分に離れた地点であるにもかかわらず、河川沿いの低地には0.8mを超えるような浸水になっていることがわかる。たとえば地点Aは、河口から約15kmも上流側の「神田川と善福寺川との合流点」を表している。この地点でも降雨と潮位上昇の影響を顕著に受け、河川水が護岸壁を越えて街に流れ出す「河川氾濫」が生じることが明らかになった。なお、既往の著者らの研究によれば、対象とした杉並豪雨のみ、あるいは図-1の高潮だけでは河川氾濫は起こらないことがわかっている。神田川流域で最も懸念されるのは、神田川水系の河川で発生した洪水によって河川の水位が護岸壁を越えるようになり、その水が街に流れ出すことにより生じる外水氾濫であり、こうした事態に備えて地下調節地などのインフラ施設が整備されてきた。ところが、この結果からわかることは、豪雨に加えて高潮の影響もあわせて受けるような事態になると、現状の施設では浸水被害を防ぎ切れないということである。

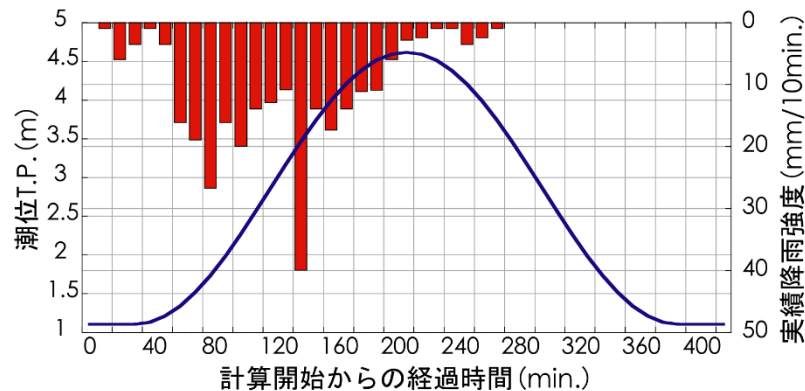


図-1 予測計算の際に対象とした降雨のハイトグラフと東京湾の潮位のハイドログラフ：赤色の棒グラフが10分間当たりの降雨量を表しており、これは2005年9月に神田川流域を襲った豪雨時の実測値に相当する。一方、青色の実線が潮位の時間変化を表す。

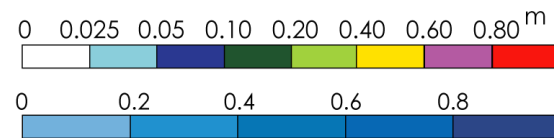
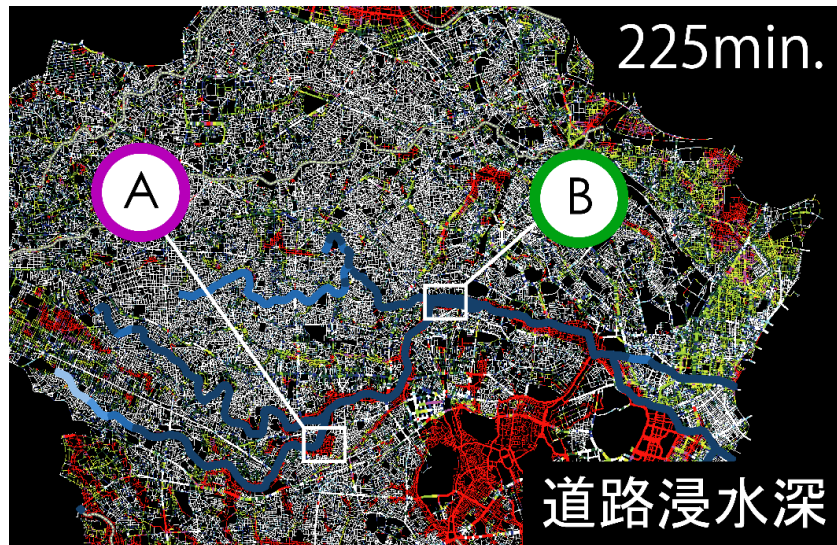


図-2 神田川流域の浸水深コンター図：図中の青の濃淡で描き分けられた線が神田川水系の河川を表す。図下の凡例は上段が浸水深，下段が河川の相対水深に対応するものである。

2.2 横浜・川崎両市を対象とした豪雨時の浸水状況の再現計算

このテーマの研究で注目するのは、川崎市と横浜市を含む鶴見川流域における浸水リスクであり、これをS-uiPS を適用して検討することにした。

本研究で対象としたのは神奈川県東部に位置する7つの下水道処理区である。横浜市の北部・中部・神奈川・南部ならびに港北処理区、川崎市の入江崎ならびに加瀬処理区がこれにあたり、その広さは239.3km²である。図-3に対象エリアの標高コンター図を示す。本研究の標高データは国土地理院基盤地図情報による5mメッシュのレーザー測量による標高データを基にしている。図より、対象エリアの標高は沿岸付近に近づくほど小さくなっていき、川崎市川崎区では標高がT.P.0mに満たないゼロメートル地帯も存在している。沿岸低平地となっているエリアには、川崎駅・横浜駅をはじめとした周辺公共交通機関の要となる駅が存在しているだけでなく、県庁や市役所のほか大規模商業施設が集中し、都市の中核として機能している。従って、このエリアは下水道や道路などのインフラの整備状況だけでなく、都市としての機能の観点から見ても、高度に都市化されたエリアであると言える。対象エリアでは全域に渡って河川が存在している。いずれの河川も多摩川、鶴見川をはじめとする一級河川や帷子川・大岡川などの中規模一級河川の水系に属している。

この研究でも国土交通省のXRAINによる実降雨データを用いた。これによれば、250m四方の非常に細かいメッシュ毎の降雨データが1分毎に得られる。時空間分解能が高いため、より現実に近い浸水の状況を知ることができる。ここでは、2016年8月22日に観測された豪雨データを入力値とした計算を行い、当時の浸水状況を調べることにした。この豪雨は、8月19日にマリアナ諸島で発生した台風第9号によるものである。台風9号は発達しながら北上し、勢力を保ったまま22日12時半頃に千葉県館山市付近に上陸した。神奈川県では台風の接近の影響で、21日夜から雨が降り出し、22日には雨風が強まり、所により50mmを超える1時間降水量を観測した。このとき鶴見川では氾濫警戒情報が発表されたほか、横浜市・川崎市などの15市で避難勧告が発令された。ここでは、特に強い雨の降った10時前後の降雨を対象に考察を行った。図-4には当時の降雨データを示した。



図-3 横浜・川崎市内の研究対象エリアの概要：図中には道路面の標高に応じて異なる色の線分として実在する道路を描き分けてある。青色で示されたエリアほど標高は小さいことを表す。

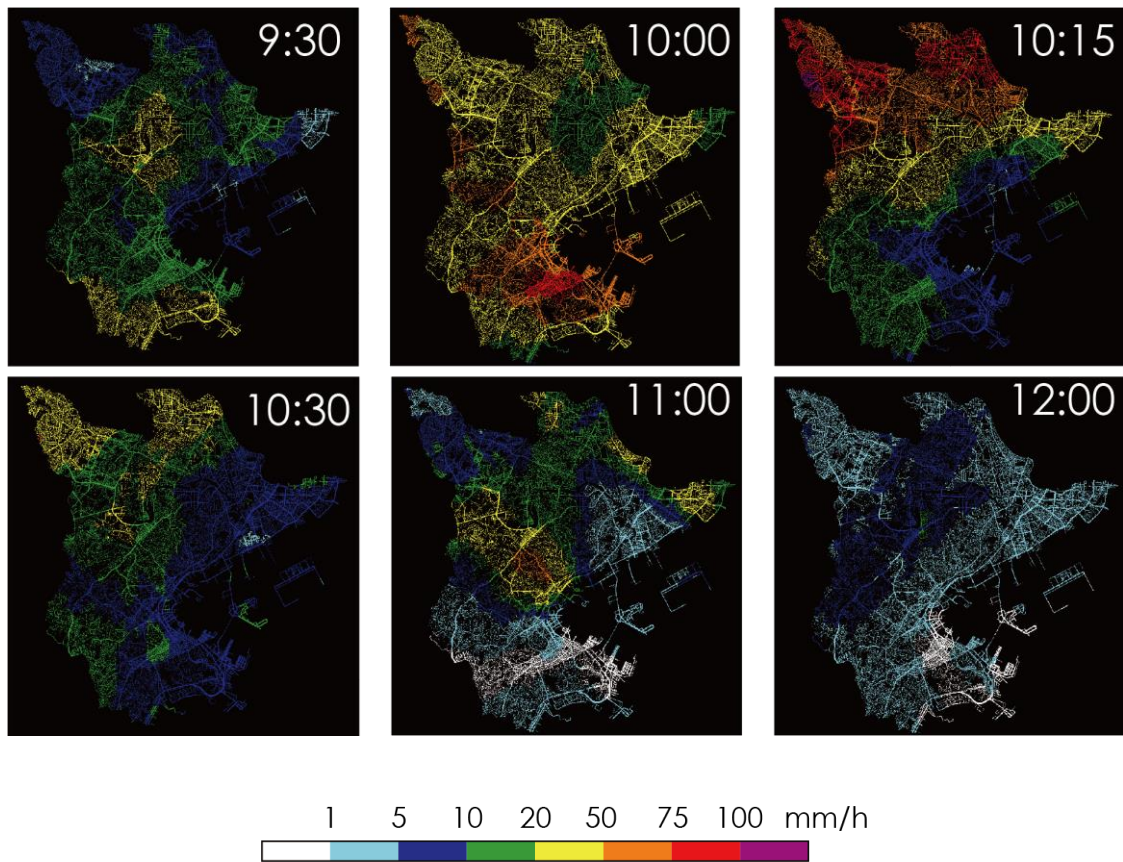


図-4 2016年8月22日に発生した豪雨時の降雨強度の空間分布：国土交通省によるXRAINデータに基づく時間雨量の空間分布であり、各々が右上の時刻におけるものを表す。

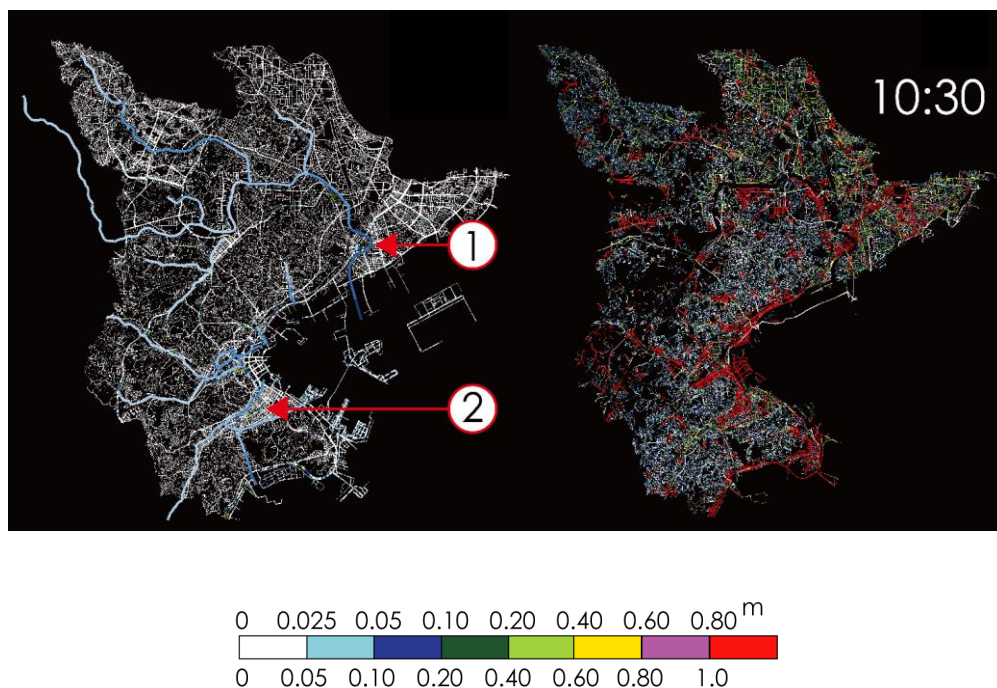


図-5 再現計算結果の一例：左側が道路上の浸水深のコンター図，右側が下水道の満管率のコンター図を表す。いずれも10:30時点での結果を表す。図中の①が鶴見駅付近，②が大岡川と中村川・堀川に挟まれた関内などのエリアを指す。凡例の上段の数字が浸水深，下段の数字が下水道満管率に相当する。

図-5には再現計算の結果の一例を示した。ここには10:30の時点での道路浸水深と下水道満管率のコンター図を示した。図中の①は鶴見川沿いに位置する鶴見駅東側，②は大岡川と中村川・堀川に挟まれた関内などのエリアを指しているが，これ他のエリアでは0.20m 前後の冠水が確認されている。下水道については，鶴見川や帷子川・早淵川などの河川沿いの下水管を中心に10:30の時点で満管状態になっていることがわかる。これは，河川沿いのエリアでは標高が低いため雨水が集中しやすいことが原因である。

2.3 リアルタイム浸水予測に向けた取り組み

S-uiPS によりリアルタイム浸水予測システムの開発は順調に進んできており，前出の

XRAINによる降雨の実況値と、気象庁の高解像度降水ナウキャストによる降雨予報のデータを入力値とした予測が可能となった。現時点では、30 分先の浸水予測を行い、画像を送信するのに10分程度の時間を要する。このことから、実質的には20分先の浸水の状況をスマートフォンやタブレットなどで受信し確認できるようになる見込みである。2019年夏には試験運用を開始し公開も始め、2020年7月の東京オリンピック・パラリンピックまでには本運用が開始されているはずである。なお、この運用は文部科学省のDIAS(Data Integration and Analysis System)上で実施することになっている。

3. 共同研究者

平松 裕基 （理工総研・次席研究員）

4. 研究業績

4.1 学術論文

- (1) 関根正人, 馬場航, 竹村尚樹, 中山裕貴: 横浜市東部を対象とした豪雨時の浸水プロセスとリスク情報の効果的な表示方法, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol. 74, No.5, pp. I_1315-I_1320, 2018.
- (2) 関根正人, 小方公美子: 高潮により引き起こされる東京都23区の浸水被害拡大プロセス, 土木学会論文集 B1 (水工学), Vol.74, No.5, pp. I_1477-I_1482, 2018.
- (3) 関根正人, 小方公美子: 高潮時に東京都23区で発生する浸水拡大プロセスと下水道の効果, 日本下水道協会第55回下水道研究発表会, pp. 122-124, 2018.
- (4) 関根正人, 古川侑里: 荒川決壊時を想定した大規模浸水とプロセスとこれに及ぼす下水道からの逆流水の影響, 日本下水道協会第55回下水道研究発表会, pp. 125-127, 2018.
- (5) 関根正人, 馬場航: 横浜市東部を対象とした豪雨時の浸水リスク評価, 日本下水道協会第55回下水道研究発表会, pp. 128-130, 2018.

4.2 総説・著書

特にありません.

4.3 招待講演

国土交通省国土技術政策総合研究所(2019年3月)における講演など.

4.4 受賞・表彰

特にありません.

4.5 学会および社会的活動

土木学会・日本下水道協会にて各種委員を務めるとともに, この分野の研究をリードする業績を上げてきたほか, 東京都や神奈川県をはじめとした自治体が被害軽減に向けた対策を講じるに当たってアドバイスを行ってきました.

5. 研究活動の課題と展望

2.3で記したように東京都 23 区全域を対象とした「リアルタイム浸水予測システム」の開発は順調に進んできており, 現在, 試験運用に向けた最終段階にある. 2019年夏には試験運用を開始し, 2020年7月の東京オリンピック・パラリンピックまでには本運用に移行している予定である.