

令和元年東日本台風による入間川流域の河川氾濫の再現および

土地利用変化による影響評価

今井 潤¹ 後藤 真太郎² 河野 忠²

1 立正大学大学院地球環境科学研究科 修士課程1年

2 立正大学大学院地球環境科学研究科 教授

キーワード: 令和元年東日本台風被害, 氾濫シミュレーション, 流域治水

1 はじめに

近年、台風や集中豪雨による河川の氾濫被害が全国各地で発生している。令和元年東日本で猛威を奮った台風19号の被害状況を見てみると、全国で計140箇所の堤防が決壊、浸水面積は64,115haとなっており、被害額は統計開始以来最大の約1兆8,800億円を記録した。また大雨の発生回数の傾向については、1時間降水量が50mm以上の年間発生回数を見ると、1976年～1985年では平均約174回に対し、2010年～2019年では平均約251回発生しており約1.4倍に増加している傾向がみられている。

荒川中流域に位置している入間川流域は都幾川・越辺川・市野川で計7箇所の決壊・越流被害を受け、浸水面積は約1,957ha、浸水家屋は床上床下浸水合わせて878戸の被害を受けた。

このような氾濫被害が今後も発生すると考えた場合、大雨による河川の氾濫を防ぐための対策を考える必要がある。その対策として近年「流域治水」と呼ばれる考え方が広まっている。

流域治水とは河川・下水道等の管理者が主体となって行う従来の治水対策に加え、流域全体に関わるあらゆる関係者が協力して総合的かつ多層的に水害対策を行っていく考え方で、①氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策、②被害対象を減少させるための対策、③被害の軽減、早期復旧・復興のための対策とい

った方法が挙げられている。

入間川流域では令和元年台風19号の被害を鑑みて「入間川流域緊急治水対策プロジェクト」として流域治水の考えのもと、国・県・市町等が連携して社会経済被害の最小化を目指し、令和元年より取り組みを行っている。しかし入間川流域では、小林ほか[1]に代表される洪水被害の再現研究や地盤工学会[2]による被害状況の報告等も行われているが、現在検討されている洪水氾濫被害軽減効果の報告はない。

本研究は、令和元年台風19号によって発生した入間川流域の都幾川・越辺川の堤防決壊による浸水被害を対象とし、氾濫状況の再現を行い、同流域内に洪水対策施設・設備等を導入した場合、洪水流量・浸水面積等にどのような影響を与えるのかを評価することを目的とする。

2 研究対象地域

本研究における研究対象地域を図1に示す。対象地域は入間川流域の越辺川・都幾川である。図1に示されている赤印は今回対象とする越辺川・都幾川で発生した堤防決壊場所である。決壊場所は上流側から都幾川右岸0.4k付近で、都幾川と越辺川合流点付近である。越辺川左岸7.6k付近は支流の九十九川と越辺川の合流点付近である。越辺川右岸0.0k付近は越辺川と小畔川、入間川の合流点付近である。

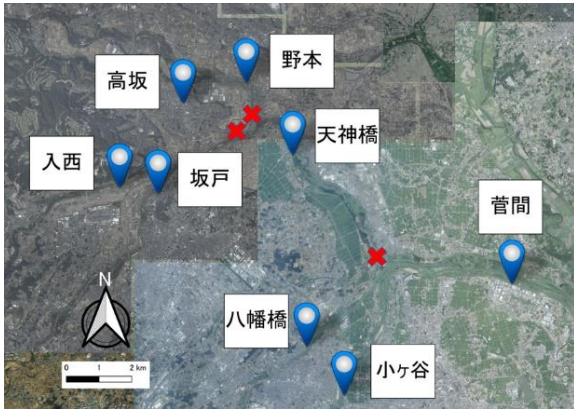


図1 研究対象地域と観測所

3 研究方法

3.1 氾濫解析

氾濫解析には iRIC ソフトウェアの氾濫解析に特化したソルバーである Nays2DFlood を用いた。

3.1.1 iRIC ソフトウェア

iRIC ソフトウェアとは 2007 年に清水康行氏と Jon Nelson 氏らによって開発されたソフトウェアである。水や土砂等の水工学に係わる様々なソルバーを取り込んで計算することのできる数値シミュレーションのプラットフォームであり、無料で使用することが可能である。Nays2DFlood は大本の Nays2D の平面二次元流計算を氾濫解析に特化させたソルバーであり、河道内と氾濫原を一体として解析する。

3.1.2 基礎方程式

Nays2DFlood では(1),(2)に示す流れの基礎方程式を 3.2 に示す境界条件の下で差分法により数値シミュレーションを行った。

[連続式]

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q + r \dots (1)$$

[運動方程式]

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} + D^x \dots (2)$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -hg \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} + D^y \dots (2)$$

ただし、

$$\frac{\tau_x}{\rho} = C_f u \sqrt{u^2 + v^2} \quad \frac{\tau_y}{\rho} = C_f v \sqrt{u^2 + v^2} \dots (3)$$

$$D^x = \frac{\partial}{\partial x} \left[v_t \frac{\partial(hu)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[v_t \frac{\partial(hu)}{\partial y} \right] \dots (4)$$

$$D^y = \frac{\partial}{\partial x} \left[v_t \frac{\partial(hv)}{\partial x} \right] + \frac{\partial}{\partial y} \left[v_t \frac{\partial(hv)}{\partial y} \right] \dots (4)$$

ここで、 h は水深、 t は時間、 u は x 方向の流速、 v は y 方向の流速、 q は単位面積当たりのカルバート・樋門・ポンプによる流入量、 r は雨量、 g は重力加速度、 H は水位、 τ_x は x 方向の河床せん断力、 τ_y は y 方向の河床せん断力、 C_f は河床せん断係数、 v_t は渦動粘性係数、 ρ は水の密度である。

3.2 計算条件

対象期間は小林ほか [1] に準拠し 2019 年 10 月 12 日 0 時～14 日 0 時とした。

地形データは標高データと建物データを用いた。標高データは国土地理院の 5m メッシュ数値標高モデルを用い、建物データは国土地理院の基盤地図情報建築物の外周線を用いた。

氾濫解析に用いた計算格子とその範囲は 1 マス約 25m×25m、約 10km×7.5km の範囲である。

粗度係数は河道内 0.03、氾濫原 0.09 とした。

運動方程式の移流項の計算は風上差分を用いた。

計算時間については CFL 条件を満たすため、計算時間間隔は 0.5s とし、再現結果の出力時間は 3,600s 間隔とした。

流量 q 、降雨データ r の境界条件として以下のように扱った。 q については、野本・入西・坂戸・八幡橋・小ヶ谷観測所の流量データを用いた。また r については、高坂観測所のデータを用いた。なお流量データは国土交通省水文水質データベース、降水データは気象庁のデータを用いた。また河川境界は反射境界とし、破堤箇所については天端高を標高データとし、それ以外の箇所は反射境界とした。

図 2 に対象期間における各観測所の流量と降水データを示す。なお国土交通省水文水質データベースに記録されていない河川については考慮していない。

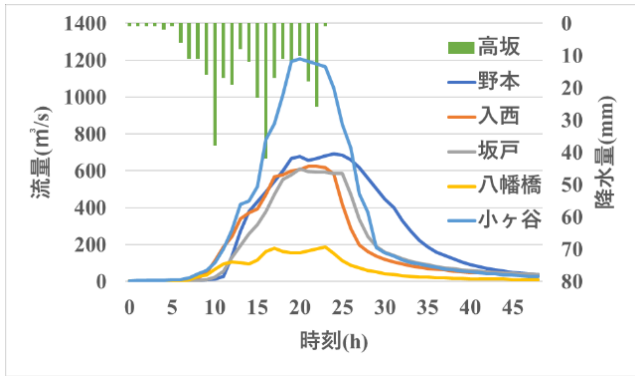


図2 流量データと降水データ

4 結果

4.1 浸水範囲

最大浸水深の再現結果を図3に示す。なお国土交通省の令和元年東日本台風19号による浸水想定図(図4)を用いて浸水範囲の再現性を確認した。再現結果と浸水想定図を比較した結果を図5に示す。浸水範囲についてはおおむね再現することができた。



図3 最大浸水深の結果(枠内が再現範囲)

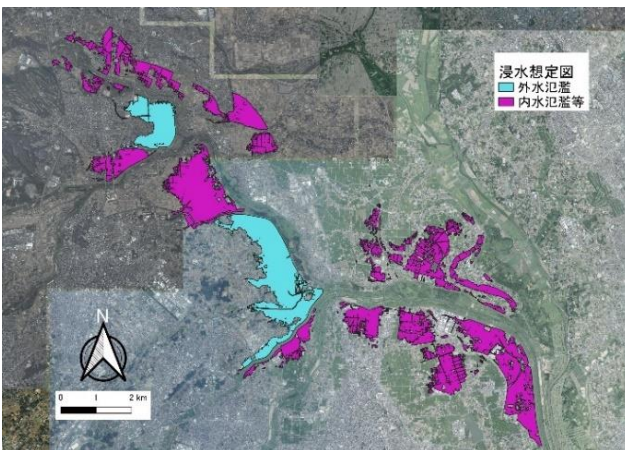


図4 浸水想定図

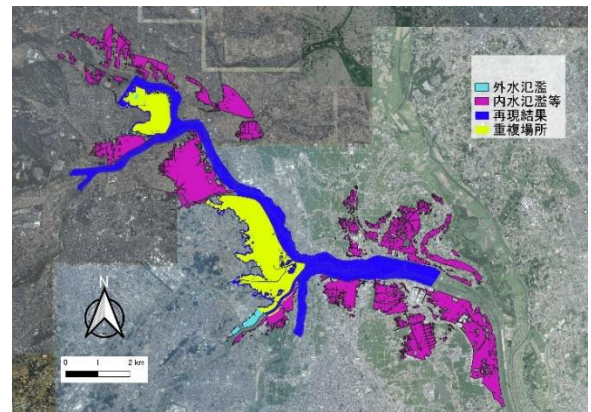


図5 再現結果と浸水想定図の比較

4.2 観測水位と再現結果の比較

再現性の確認のため野本(上流), 天神橋(中流), 菅間(下流)観測所の水位データと観測水位との比較を行った。その結果を図6~8に示す。

ピーク水位に注目すると、野本観測所では24時間後に6.31m, 再現結果は同時刻に5.86mとなった。天神橋観測所では24時間後に9.12m, 再現結果は同時刻10.78mとなった。菅間観測所では25時間後に12.62m, 再現結果は23時間後に8.11mとなった。

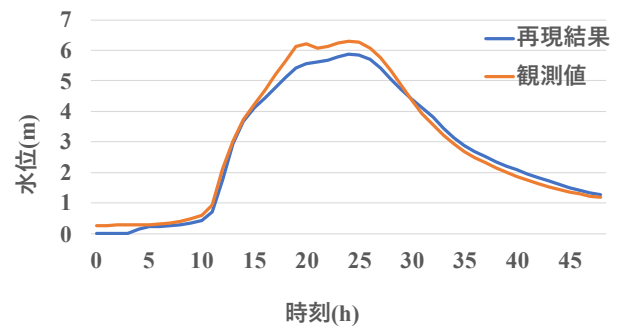


図6 野本観測所水位(上流)の再現結果と観測値

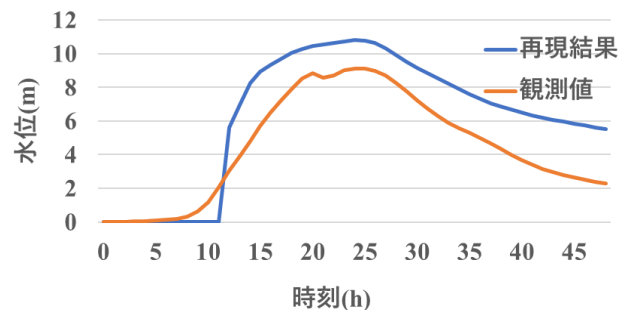


図7 天神橋観測所水位(中流)の再現結果と観測値

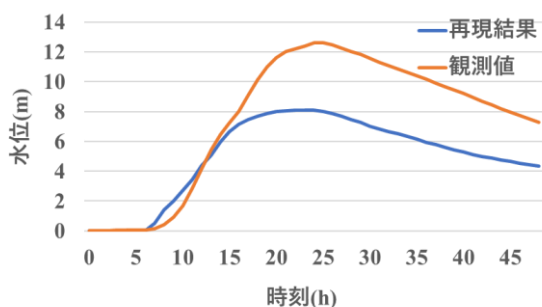


図8 菅間観測所水位(下流)の再現結果と観測値

5 考察

浸水範囲はおおむね再現することができた。しかし、各観測所の水位変化については実際の観測値と異なる結果を示した。このような結果となった原因として3つの可能性がある。1つ目は、計算格子と地形データのスケールの違いによって河道内地形が反映されず、観測値との差異が生まれた可能性である。これは現在の25m×25mの計算格子よりも小さい格子を作成することにより解決が可能であると考えている。2つ目は、河道内の植生等の影響を考慮できていない可能性である。これは、土地利用図等を用いて、細かい粗度係数の設定を行えば解決が可能であると考えている。3つ目は、流量データのない中小河川の影響が大きい可能性である。これに関してはどのように解決するか検討中であるが、越辺川へ合流する飯盛川と大谷川では合流点付近でポンプ排水を行っており、その排水量を与えることを検討している。

6 まとめおよび今後の展開

本研究では、浸水範囲はおおむね再現することができた。しかし、各観測所の水位変化については実際の観測値と異なる結果を示したことから、再現性の高いモデルを完成させ、流域内の地形や地表面被覆を変化させることによって、現在導入を検討している盛り土の影響と遊水地の洪水軽減効果、田んぼダムの洪水軽減効果について評価する予定である。

① 盛り土の影響と遊水地の洪水軽減効果

ピオニウオーク東松山周辺の盛り土によって発生した低平地への被害について盛り土を排除した場合と比較することにより評価し、建設予定の遊水地を拡張

した場合の洪水軽減効果を評価する予定である。

② 田んぼダムの洪水軽減効果

農林水産省[3]によると、「田んぼダム」とは、平成14年に新潟県の旧神林村から始まった取り組みである。

田んぼダムは、図9のような水田の落水口に流出量を抑制するための調整板を取り付け、水田に降った雨水をゆっくりと排水し、水路や河川の水位上昇を抑えることができる仕組みである。

田んぼダムの効果は、令和3年度「スマート田んぼダム実証事業」によると実施しない場合に比べ、ピーク流出量を73%抑制できた。

このような取り組みを入間川流域で行った場合の洪水軽減効果を評価する予定である。

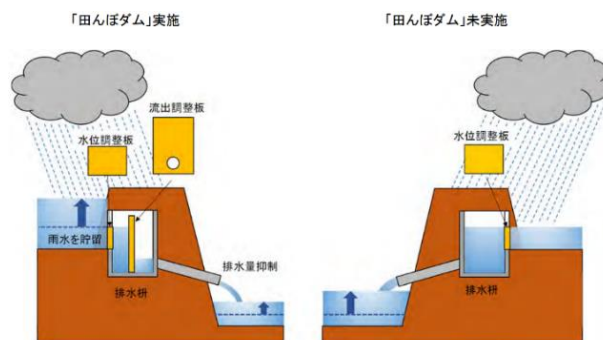


図9 田んぼダムの概略図(農林水産省より引用)

参考文献

- [1]小林健一郎ほか、令和元年東日本台風による荒川中流部洪水再現、土木学会論文集 B1(水工学), Vol.77, No.2, p.I_1393-I_1398, 2021年
- [2]公益社団法人地盤工学会災害連絡会議令和元年台風19号(東日本台風)および10月末豪雨災害調査団、令和元年台風19号(東日本台風)および10月末豪雨災害に関する調査報告書、2020年6月、https://www.jiban.or.jp/file/saigai/houkoku/R1_typhoon_houkoku.pdf, (2022年11月17日アクセス)
- [3]農林水産省農村振興局整備部、「田んぼダム」の手引き、令和4年4月、https://www.maff.go.jp/j/nousin/mizu/kurasi_agwater/at tach/pdf/ryuiki_tisui-67.pdf, (2022年11月17日アクセス)