

令和元年東日本台風の出水において歴史的・現代的 治水施設群と支川群の破堤氾濫が荒川本川水位 に与えた影響の相互比較

COMPARATIVE STUDY OF THE HISTORICAL AND MODERN FLOOD CONTROL FACILITIES AND THE LEVEE-BREACH OF BRANCHES ON THE REDUCTION IN WATER DEPTHS IN THE ARAKAWA RIVER DURING THE FLOOD BY THE 2019 TYPHOON HAGIBIS

田中規夫^{1, 2}・五十嵐善哉¹

Norio TANAKA and Yoshiya IGARASHI

¹ 埼玉大学大学院理工学研究科 (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255)

² 埼玉大学研究機構レジリエント社会研究センター (〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255)

1. はじめに

令和元年東日本台風(今台風)は東日本の広範囲に記録的な大雨をもたらした。埼玉県内では県管理河川だけでも溢水・越水が55か所、決壊が2か所(都幾川・越辺川)、また、7100棟を超える家屋で床上・床下浸水や崩壊の被害が報告された。荒川の支川群では、国交省管理区間で5箇所、埼玉県管理区間で2か所の破堤氾濫が生じた¹⁾。支川群の氾濫は荒川本川の水位に影響を与えている²⁾。

荒川中流部には歴史的構造物として25箇所の横堤群³⁾があり、河道内貯留により洪水波形を変形させている⁴⁾と考えられる。また、近代的な治水施設として荒川第一調節池と上流四ダム群(二瀬ダム、滝沢ダム、浦山ダム、合角ダム)による洪水調節が行われている。今台風における荒川第一調節池での最大貯留量は3500万m³(洪水調節容量(3900万m³)のおよそ89%)もあり、上流四ダムの貯留量(5370万m³)とあわせて治水効果を発揮した。しかし、1)支川が氾濫しなかった場合における影響や、2)歴史的構造物である横堤群の河道内貯留、3)上流の四ダム群が果たした洪水調節などが、荒川下流部に与えた影響は明らかになっていない。今回のような中流部の河川氾濫の場合、上下流バランスを考慮しながら様々な治水対策を行っていく必要がある。したがって、本研究では上記3項目の洪水に与えた影響を荒川と入間川の支川に与えた影響という

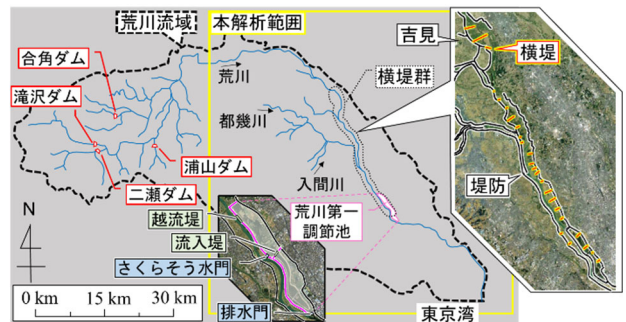


図-1 歴史的治水施設群(横堤群)と現代的治水施設群(荒川第一調節池, 荒川上流四ダム群)の概要

同じ視点で、相互比較することとする。

2. 解析方法

(1) 解析モデルと境界条件

令和元年東日本台風の出水において歴史的治水施設群(横堤群)、現代的治水施設群(荒川第一調節池, 上流四ダム群)および支川群の破堤氾濫が荒川本川水位に与えた影響を検討し、相互比較する(位置を図-1に示す)ため、本研究では平面二次元数値解析を用いる。本解析モデルにおいてモデル化した河川、境界条件設定位置、計算領域、今台風での決壊箇所(B1-B7)等の概要を図-2に示す。荒

川本川の上流は植松橋観測所から、下流は東京湾までを支川群を含めて 50 m メッシュで解析している。入間川流域はさらに詳細な計算を行うため、10 m メッシュで、樹木の鉛直構造を考慮している (図-2 の詳細領域)。詳細領域の境界には大領域で計算された流量を時々刻々を与え、詳細領域内部で計算された水位や流量は大領域に時々刻々を与える、2way ネスティングモデルとなっている²⁾。

a) 支配方程式

流れの基礎方程式は、河道内樹木の抗力項を除き、田中ら⁵⁾と同様とした。河道内植生の抵抗の与え方については、五十嵐・田中²⁾と同様とした。ただし、境界条件の位置と与え方は氾濫状況や実績値の取得位置で少し変更している。連続式(1)および x 方向、 y 方向それぞれの運動方程式 (2), (3) を以下に示す。

$$\theta \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial Q_x}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q_x^2}{\theta h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Q_x Q_y}{\theta h} \right) + \theta g h \frac{\partial \eta}{\partial x} + \theta \frac{\tau_{bx}}{\rho} + \theta \frac{f_x}{\rho} = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial Q_y}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{Q_x Q_y}{\theta h} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\frac{Q_y^2}{\theta h} \right) + \theta g h \frac{\partial \eta}{\partial y} + \theta \frac{\tau_{by}}{\rho} + \theta \frac{f_y}{\rho} = 0 \quad (3)$$

ここに、 t : 時間(s), h : 全水深(m), η : 水位(m), θ : 水深平均の空隙率(グリッドサイズより小さな支川に使用²⁾), ρ : 水の密度(kg/m³), Q_x, Q_y : それぞれ x 方向, y 方向の線流量(m²/s) ($Q_x = \theta h V_x, Q_y = \theta h V_y$; V_x, V_y : それぞれ x 方向, y 方向の水深平均流速(m/s)), g : 重力加速度(m/s²), τ_{bx}, τ_{by} : それぞれ x 方向, y 方向の底面せん断力(N/m²), f_x, f_y : それぞれ x 方向, y 方向の単位面積あたりの樹木による抗力(N/m²)であり、式(4), 式(5)で定義する。

$$(\tau_{bx}, \tau_{by}) = (Q_x, Q_y) \times \frac{\rho g n^2}{\theta^2 h^{7/3}} \sqrt{Q_x^2 + Q_y^2} \quad (4)$$

$$(f_x, f_y) = (V_x, V_y) \times \frac{1}{2} m \rho C_{d-ref} d_{BH} \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \times \int_0^h \frac{d(z) C_d(z)}{d_{BH} C_{d-ref}} dz \quad (5)$$

ここに、 m : 単位面積あたりの樹木密度(本/m²), $C_d(z)$: 高さ z における抗力係数, C_{d-ref} : 主幹を円柱と仮定した場合の抗力係数(本研究では1とした), d_{BH} : 河床からの高さ1.2 mの位置における主幹幅(m), $d(z)$: 幹・枝の高さ z における幹・枝幅の総和, n : 河床の粗度係数(m^{-1/3}s)である。

地盤高は計算領域全域において 5 m メッシュの LP データを 50 m, 10 m メッシュに平均化処理を行い作成した。河川の低水路は横断面図をもとに、平均河床高まで掘り下げた。堤防高は、特にメッシュサイズが 50 m の大領域で

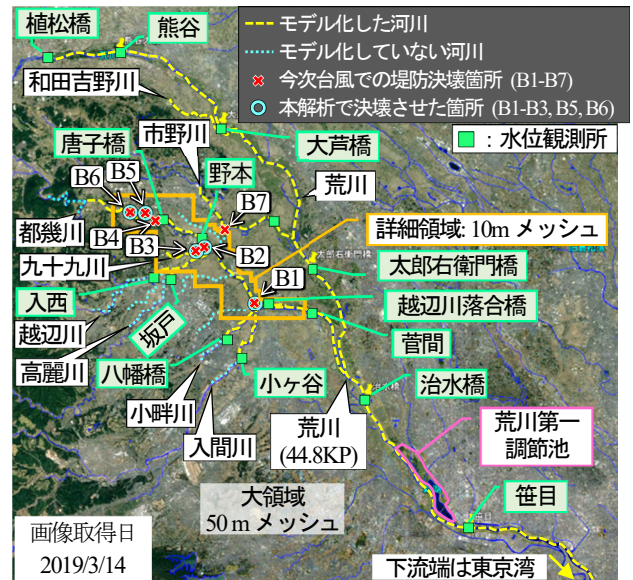
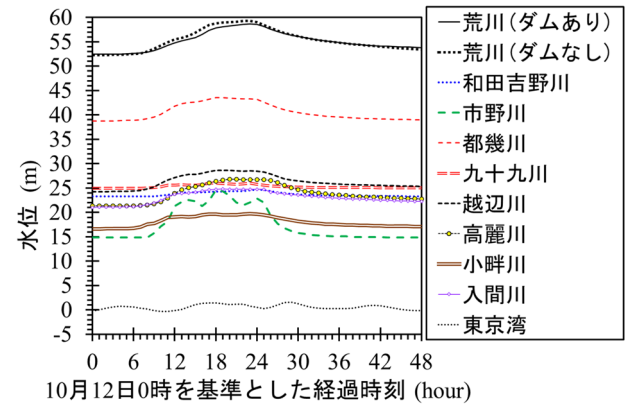
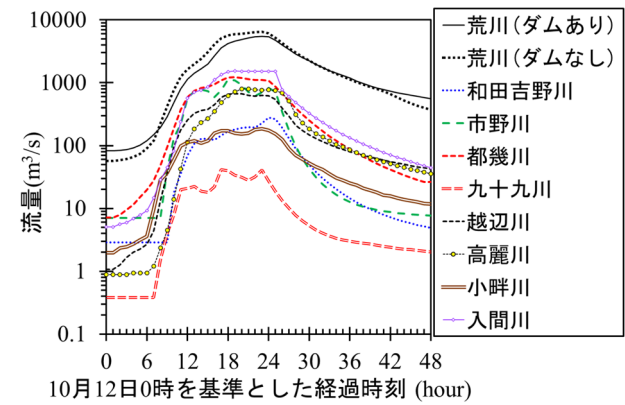


図-2 解析範囲の概要および令和元年東日本台風における堤防決壊箇所



(a)



(b)

図-3 境界条件 ((a): 水位ハイドログラフ, (b): 流量ハイドログラフ)

は、5 m メッシュの LP データから平均化して地盤高を作成する際に、実際の堤防高よりも小さくなってしまふ。そのため、堤防高は LP データの平均値ではなく最大値を用いた。天端幅が 5 m より小さい堤防では、5 m メッシュの LP データでも、堤防高が実際よりも低くなる場合がある。そのため、荒川上流河川事務所から提供いただいた現況堤

防高と比較し、修正した。また、現況の堤防を再現するために、地盤高での再現ではメッシュサイズの堤防幅になること、越流計算の精度が悪いこと、決壊した際の処理が困難であることより、グリッドの境界に壁（障害線）⁵⁾を設けることで堤防を再現した。

堤内地の粗度係数は、国土地理院の細密数値情報（10 mメッシュ土地利用）を参考に土地利用分類ごとの粗度係数を使用した。堤外地の粗度係数について、詳細は後述するが、荒川上流河川事務所提供のデータを使用した。

b) 流量ハイドログラフと水位ハイドログラフ

本解析では、今次台風の洪水氾濫計算をするため、上流端の境界条件として、図-3に示すような流量ハイドログラフと水位ハイドログラフを作成し、与えている。以下に、今次台風の流量ハイドログラフと水位ハイドログラフの設定方法について示す。

図-2に示す越辺川（入西）、高麗川（坂戸）、小畔川（八幡橋）については、水位の実測データが存在するため、水位の実測データを H-Q 式により流量に換算した値を用いた。ここで、H-Q 式は令和1年10月出水前の河道断面図、流量観測値、堤防満杯流量（計算値）等により作成されたもので、計画規模の洪水にも対応できるよう、堤防天端高+50 cm が適用範囲となっているが、流量は今後検証が必要な速報値である。

入間川（小ヶ谷）は2019年10月13日1:00までは水位の実測データが存在しており、当該地点におけるピーク流量まで観測されている。そのため、13日1:00までは水位の実測データと H-Q 式から流量に換算した値を用い、欠測後は荒川の貯留関数モデル⁶⁾により求めた流量ハイドログラフを与えた。

その他の地点においては、上述した荒川の貯留関数モデル⁶⁾により求めた流量ハイドログラフを用いた。本解析における都幾川上流の境界は、都幾川の上流端は唐子橋よりもさらに5-6 km程度上流側（槻川と都幾川の合流後）であるため、五十嵐・田中²⁾と同様に唐子橋の流量ハイドログラフを1時間前倒しで与えた。これにより、計算の結果出力された唐子橋における流量ピーク時刻が、唐子橋の流量ハイドログラフとほぼ一致することを確認した。

荒川（植松橋）については、荒川上流の合角ダム・浦山ダム・二瀬ダム・滝沢ダムが有る場合（現況）と無い場合の2ケースについて、貯留関数法により流量ハイドログラフを求め、H-Q 式から水位ハイドログラフも計算し、用いた。

水位ハイドログラフについては、観測所における実測データが存在する場合は、実測データを使用した。実測データが存在しない場合や、実測データの計測位置と上流端境界の位置が大きく異なる場合（市野川）については、流量ハイドログラフデータ、川幅、河床勾配より等流水深を時々刻々計算し、水位ハイドログラフを作成した。

表-1 解析ケース一覧

Case	堤防越水・決壊	荒川の横堤群	上流四ダム群	荒川第一調節池の圍繞堤
T19	あり	全てあり	あり	あり
NOF	なし	全てあり	あり	あり
NY1	あり	全てなし	あり	あり
NY2	あり	荒川44.8KPより下流はなし	あり	あり
NY3	あり	荒川44.8KPより上流はなし	あり	あり
ND	あり	全てあり	なし	あり
NAP	あり	全てあり	あり	なし

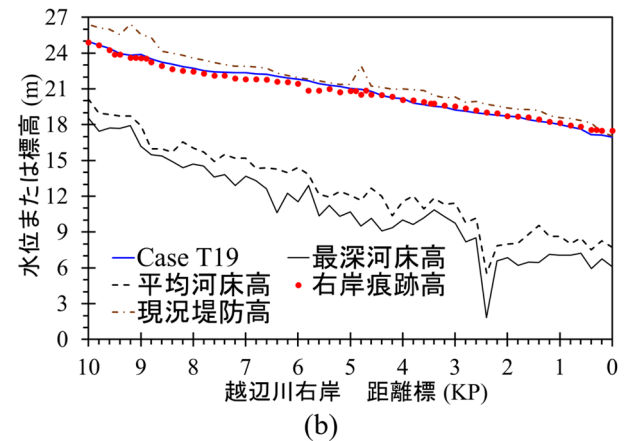
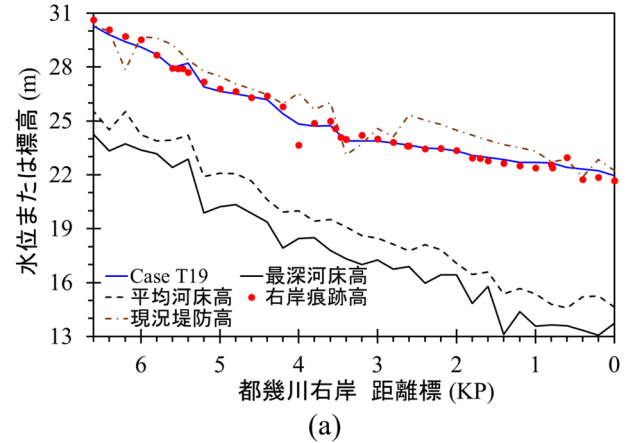


図-4 解析最大水位と令和元年東日本台風の痕跡高の比較 ((a): 都幾川右岸, (b): 越辺川右岸)

(2) 解析ケース

本研究における解析ケースを表-1に示す。

本解析精度の検証のため、今次台風（台風19号）の氾濫を再現した解析がCase T19である。今次台風における入間川流域の堤防決壊・氾濫の影響を検討するための解析がCase NOFである。荒川の横堤群の影響を検討するための解析がCase NY1, NY2, NY3である。Case NY1は荒川本川全ての横堤がないケース、Case NY2は荒川と入間川が合流する荒川44.8KPより下流の横堤がないケース、Case NY3は荒川44.8KPより上流の横堤がないケースである。荒川上流の四ダムの影響を検討するための解析がCase ND、荒川第一調節池の影響を検討するための解析がCase NAPである。Case NAPは、荒川第一調節池の圍繞堤、越流堤の高さを0として解析している。また、さくらそう水門や排

水門も無い状態の解析である。

Case NOF を除くケースでは、五十嵐・田中²⁾を参考に各決壊地点の決壊幅や決壊時刻、決壊にかかる時間を設定した。図-2 に示す B1 地点は 10 月 13 日午前 0 時、B2、B5、B6 地点は 10 月 12 日午後 11 時、B3 地点は 10 月 13 日午前 3 時を決壊開始時刻とし、決壊にかかる時間は 3 時間とした。決壊幅については五十嵐・田中²⁾と同様である。

3. 河道内痕跡と氾濫量の再現解析

図-4(a)、(b)にそれぞれ都幾川右岸、越辺川右岸の解析最大水位と今次台風の痕跡高の比較を示す。図-4(a)より、都幾川右岸では 0.4KP、0.6KP、4.0KP を除くと、本解析による最大水位は非常に精度が高い。0.4KP、0.6KP は堤防決壊地点 B2 付近であり、越流の痕跡が見られた範囲内である⁷⁾。この付近の河道内では植生が繁茂しており、今次台風後の現地調査では、浮遊物（流出した植生など）が河道内植生に捕捉されている状況も観察された。浮遊物の捕捉により局所的に水位が上昇した可能性がある。本解析では浮遊物の捕捉をモデル化していないため、解析最大水位と痕跡高に差が生じたと考えられる。4.0KP の右岸は霞堤の開口部に位置している。左岸の痕跡高は 25.776m であり、右岸の痕跡高 23.646m と大きく異なる。また、当該地点周辺には旧河道跡もあり、複雑な流れ、水面形になったことが予想される。そのため、Case T19 の右岸 4.0KP の解析最大水位 (24.8m) と痕跡高に大きな差が生じたと考えられる。

図-4(b)より、越辺川右岸もほとんどの区間で解析最大水位の精度が高い。ただし、特に 5.8KP 付近では痕跡高に比べて解析最大水位が高い。5.6-5.8KP には中山用水堰があり、低水路に縦断的な凹凸が存在する。本解析は静水圧近似の解析であるため、堰下流の水深は大きくなる傾向がある。そのため、堰周辺の水位が高くなった可能性がある。

図-5(a)、(b)に、それぞれ今次台風の推定氾濫量（痕跡水深等を用いてレベル湛水法を用いて算出した氾濫量）と本解析の氾濫量を示す。都幾川上流の霞堤群や都幾川左岸の解析氾濫量 (169 万 m³) は今次台風の推定氾濫量 (176 万 m³) と近い値になっている。都幾川・越辺川合流部の氾濫量は推定氾濫量よりも解析の氾濫量が多くなっている。これは、河道内の解析最大水位が痕跡よりも高いことが第一の要因として考えられる。しかし、堤防調査委員会⁸⁾によると、当該地点の越流水深は少なくとも 90cm 以上とされている。これを参考にすると、本解析の最大水位は妥当である。第二の要因として考えられるのは、堤防決壊にかかる時刻が本解析で設定した 3 時間よりも実際は長かったということである。当該地点の氾濫は貯留型の氾濫であり、堤内地側の水位が上昇しやすい傾向にある。堤内地側の水

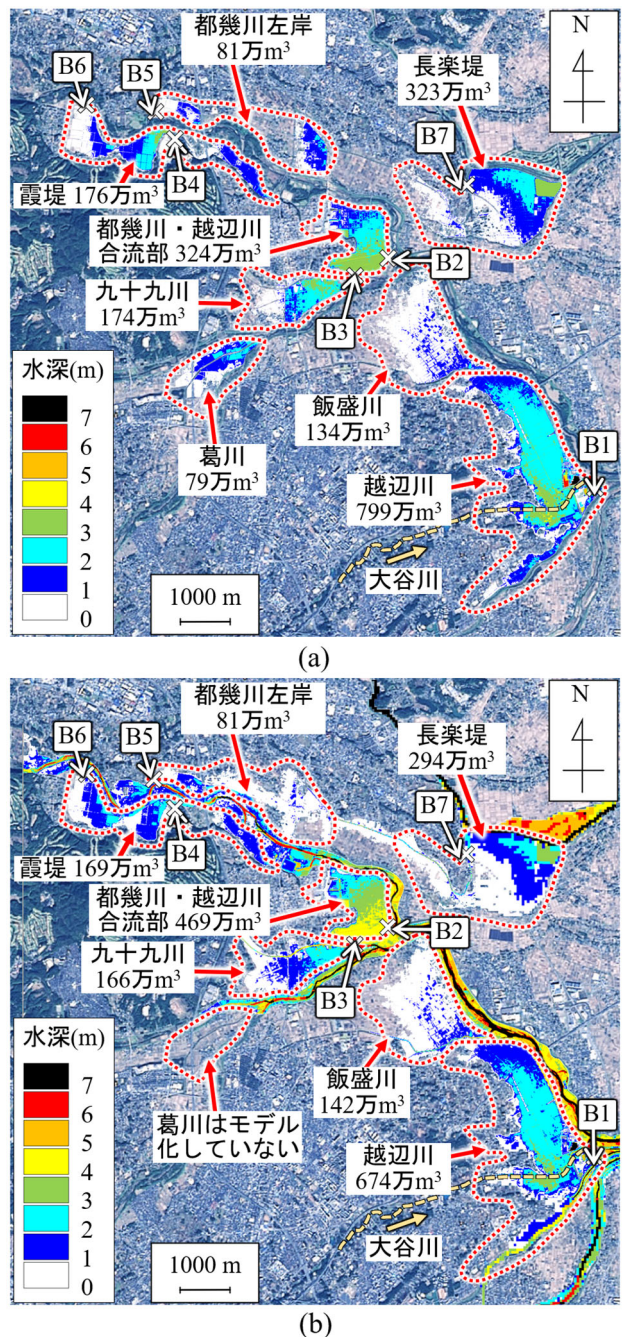


図-5 令和元年東日本台風の推定氾濫量(a)と本解析の氾濫量(b)の比較

位が高いとウォータークッション効果により堤体の侵食が遅くなることが知られるが、本解析ではその影響を考慮していないため、当該地点の解析氾濫量が大きくなった可能性がある。

葛川の内水氾濫は本解析ではモデル化していないため、氾濫量が 0 となっている。一方、飯盛川と大谷川は内水氾濫およびポンプ排水をモデル化している。大谷川の内水氾濫は決壊地点 B1 の付近であるため、越辺川の氾濫量と分離することはできない。飯盛川については、本解析でも今次台風と同様に、外水氾濫ではなく、内水氾濫 (約 142 万 m³) が再現された。

越辺川の解析氾濫量は推定氾濫量に比べると小さいが、図-5(a)と(b)で堤内地の水深を比較すると概ね良い精度で再現解析されているといえる。

4. 支川氾濫の有無が下流河川の水位に与えた影響

入間川流域の支川群の氾濫の有無が下流河川の水位に与えた影響を検討するため、Case NOF と Case T19 を比較する。図-6は、Case NOF の解析最大水位と Case T19 の解析最大水位の差を示す。水位差が負または正の範囲は、支川氾濫が生じなかった場合に水位がそれぞれ低下または上昇することを意味する。Case NOF では、支川群の堤防越水・決壊が生じないため、今次台風で氾濫が生じた堤内地では、水位差が負の値をとっている。河道内の水位を見ると、支川の氾濫が生じなかった場合、特に都幾川・越辺川合流部付近では0.4m以上も河道内の水位が上昇する。越辺川・小畔川・入間川の三川合流後の河道内水位は0.2-0.3m程度上昇し、荒川本川44.8KP(入間川合流点)より下流では0.1m-0.2m程度河川水位が上昇する。また、荒川本川44.8KPより上流でも背水影響により、0.1m未満の水位上昇が見られた。

5. 歴史的治水構造物(横堤群)の有無が下流河川の水位に与えた影響

荒川本川には、吉見町糠田橋付近から戸田市笹目橋付近の約35キロの区間に27個の横堤が築造され、現在でも25個の横堤が存在している³⁾。Case NY1は25個の横堤のうち、荒川第一調節池の圍繞堤内部に存在する4個以外の横堤を無くした解析である。

図-7(a),(b)にそれぞれCase T19とCase NY1の吉見周辺の解析最大水位を示す。横堤が存在するCase T19では、横堤の上流側で水位が堰上がり、低水路付近の水面勾配が急勾配になっている。一方、横堤が存在しないCase NY1では、河川の横断方向で最大水位はほとんど一緒になっている。図-7(a)と(b)を比較すると、横堤上流側についてはCase T19の方が最大水位は高くなっている。一方、下流側では、横堤により流れが遮蔽されるため、一部の範囲(図-7の赤い破線内)でCase T19の方が最大水位は低くなっている。

図-8(a),(b),(c)に、それぞれCase NY1, Case NY2, Case NY3の解析最大水位とCase T19の解析最大水位の差を示す。

図-8(a)より、狭窄部下流で川幅が拡幅する地点の横堤の上流側(図-8(a)のP1, P2)で水位の堰上げ効果が特に大きく、横堤の上流側で最大水位が0.9m-1.2m上昇している。P2地点の横堤の下流においても上流側に比べると最

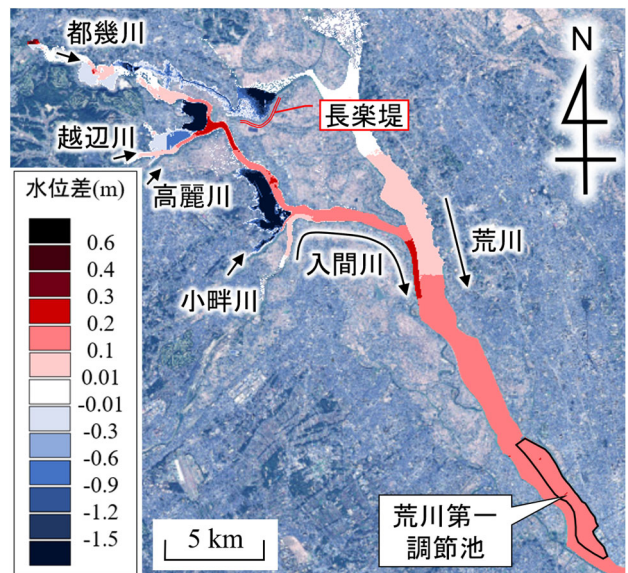


図-6 支川氾濫の影響：解析最大水位の差 (Case NOF—Case T19)

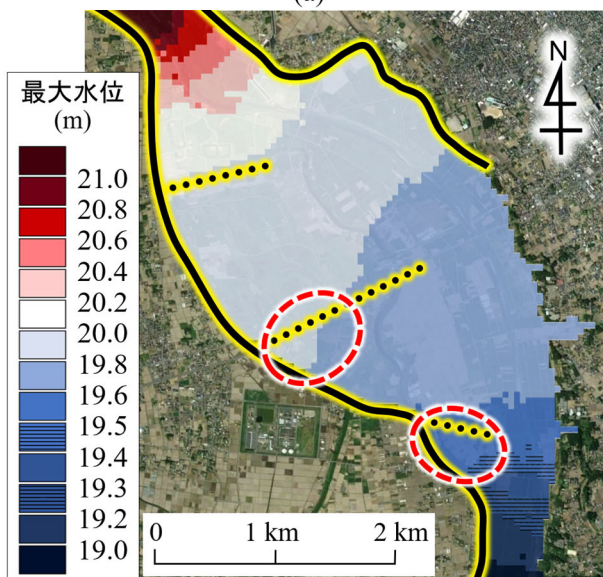
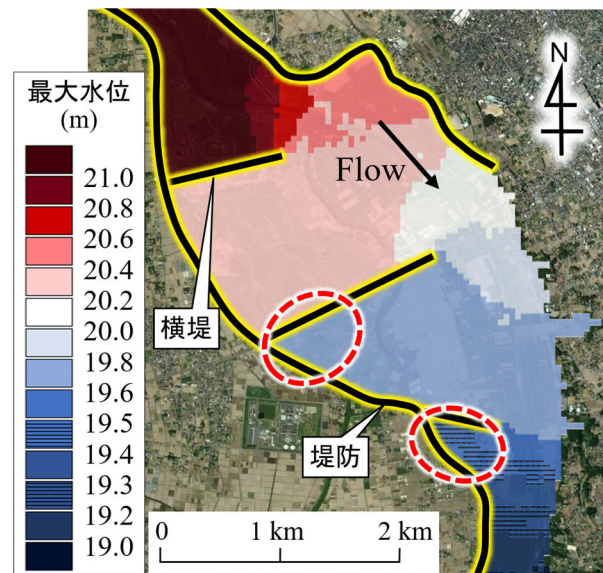


図-7 吉見周辺の解析最大水位 ((a): Case T19, (b): Case NY1)

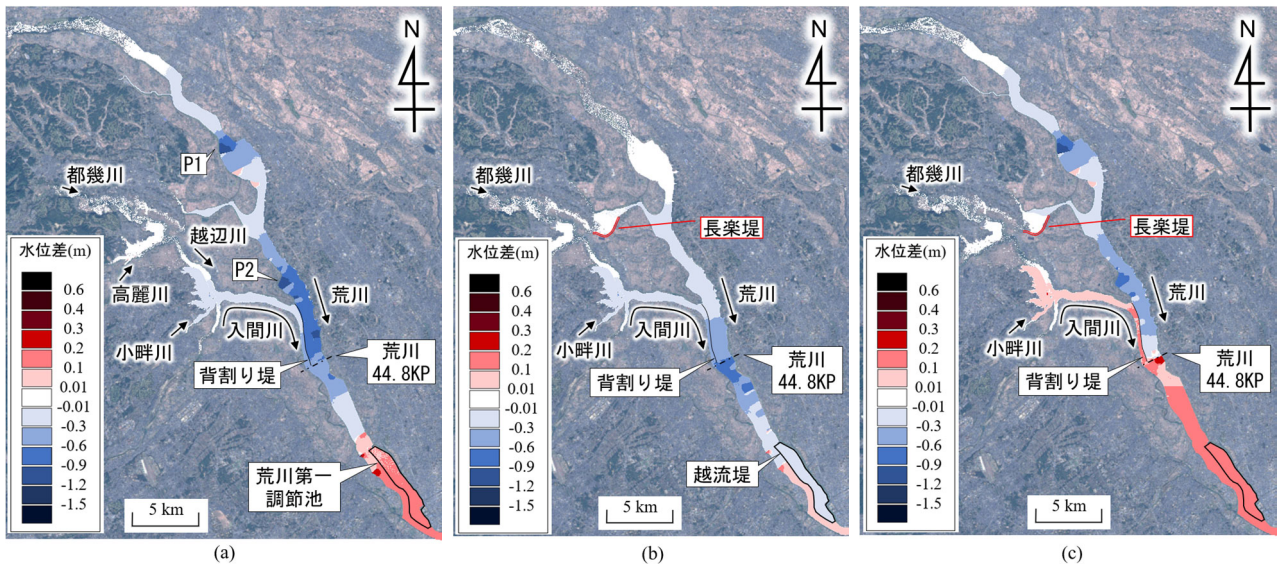


図-8 横堤群の有無による解析最大水位の差 (a): すべて無し (Case NY1—Case T19), (b): 44.8KP より下流無し (Case NY2—Case T19), (c): 44.8KP より上流無し (Case NY3—Case T19)

大水位が低くなっているものの、水位差は正の値になっていない。これは、P2の横堤の下流側であっても、P2より下流の横堤群の影響で、Case T19の最大水位はCase NY1の最大水位より高いためである。Case NY1では、荒川第一調節池の周辺では水位差が正になっている。すなわち、横堤群が存在しない場合(Case NY1)、荒川下流(荒川第一調節池周辺)では最大水位が0.01-0.3m程度上昇することを意味する。

図-8(b), (c)に示すように、一部区間の横堤群のみが存在しないCase NY2, Case NY3についても、横堤が存在しないと荒川上流で水位が低下し、荒川下流で水位が上昇するという傾向は同様であった。ただし、水位が低下する区間(または水位が上昇する区間)が各ケースで異なった。Case NY2は44.8KPより下流の横堤群のみが存在しないため、水位が低下する区間が荒川第一調節池の越流堤部分にまで及んだ。そのため、荒川第一調節池内部の最大水位も低下した。一方、Case NY3は44.8KPより下流では最大水位が上昇する区間であった。そのため、荒川本川の44.8KPより上流の横堤群が存在しない影響が、背水により入間川にまで及んだ。

6. 現代的治水構造物(荒川第一調節池, 上流四ダム群)の有無が下流河川の水位に与えた影響と支川氾濫の比較

図-9(a)に上流四ダムが存在しない場合(Case ND)の最大水位とCase T19の最大水位の差を示す。これより、四ダムが存在しない場合、荒川本川ではほとんどの区間で0.4m以上も最大水位が上昇することを示している。特に、吉見の狭窄部や荒川第一調節池周辺では、0.6m以上も最大水位が上昇している。荒川本川の水位が上昇すること

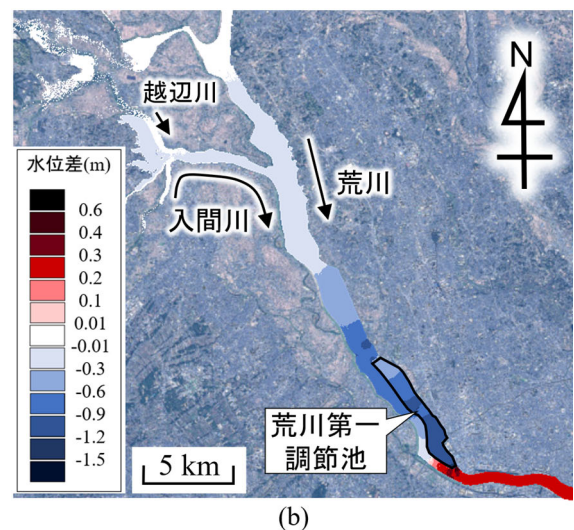
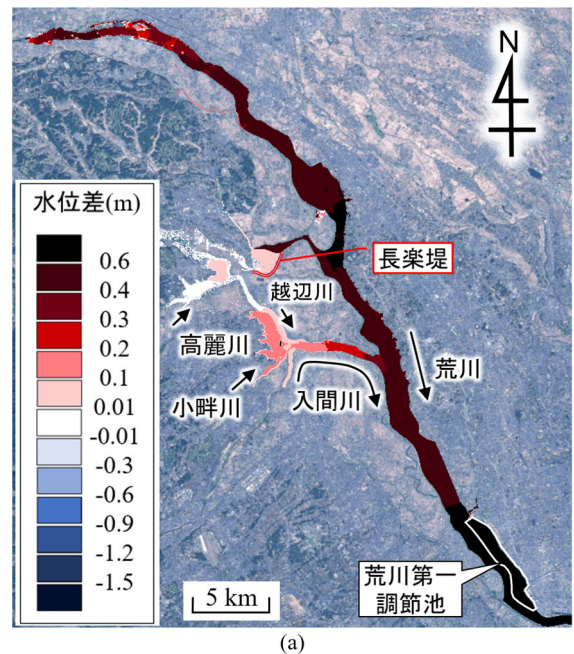


図-9 解析最大水位の差 (a): ダムの有無 (Case ND—Case T19), (b): 荒川第一調節池の有無 (Case NAP—Case T19)

により、市野川や越辺川の水位も上昇するため、長楽堤やB1地点の氾濫域の最大水位も増加している。都幾川・越辺川合流部付近の河川内の最大水位は0.01m以内の上昇であるが、B2地点の氾濫域の最大水位が増加している。荒川第一調節池の囲繞堤や越流堤が存在しないCase NAPでは、荒川第一調節池より上流の最大水位は低下する傾向が見られた。特に、荒川第一調節池内部では約1.3mも水位が低下した。一方、荒川第一調節池より下流では、荒川第一調節池が無かった場合、多くの区間で0.2m-0.3m程度最大水位が上昇し、差が大きい地点では0.5m以上も最大水位が上昇した。

本研究で示した治水構造物や河川氾濫影響の相互比較により、上流四ダムが下流河川全体に及ぼしている水位低下分程度を、荒川第一調節池と横堤群が主として埼玉県区間において堰上げて、荒川第一調節池下流側の荒川下流部の水位低下に貢献しているという構造が、定量的な値とともにあらためて明らかになった。支川群の氾濫も上流四ダムほどではないものの、ダムが有る場合と類似の効果をもっていることが明らかになった。入間川支川群と市野川の流域には河川合流点を中心に、国土交通省で2か所、埼玉県で4カ所の遊水池の整備が計画されている。荒川本川へ負担をかけない、上下流バランスを考慮した適切な計画であることが、あらためて理解できる。また、現在計画されている荒川第二、第三調節池は、今回示した水位上昇区間と下降区間の傾向をさらに上流側・支川側へシフトさせる可能性がある。その影響を明らかにすることは今後の課題としたい。

6. おわりに

令和元年東日本台風で支川群において堤防決壊が生じた荒川流域において、1)支川氾濫の有無、2)歴史的構造物である横堤群の河道内貯留の有無、3)上流の四ダム群による洪水調節の有無、が下流河川の水位に与えた影響の相互比較を行った。その結果、上流四ダムの貯留や支川群氾濫は、定量的な値は異なるものの、下流河川全川に対しての水位低下効果を発揮するのに対し、横堤群や荒川第一調節池は上流側をせき上げ、下流側の水位を下げるという特徴を有していた。しかし、横堤周辺や狭窄部下流側を除けば、水位上昇量はおおむね四ダムの水位低下効果の範囲内であった。支川群の改修計画に遊水池群が位置づけられており、中流部の河川氾濫において、上下流バランスを考慮した計画としての遊水池の必要性があらためて浮き彫りとなった。

謝辞:本研究の一部に国土交通省技術開発助成制度・地域課題分野(河川)を使用した。国土交通省関東地方整備局から河川横断

図や痕跡データ等を提供いただいた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 関東地方整備局：第2回荒川水系越辺川・都幾川堤防調査委員会、2020.11.17 (https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000761669.pdf) .
- 2) 五十嵐善哉, 田中規夫. 都幾川上流および都幾川・越辺川合流部の堤防決壊時刻が堤内地氾濫量に与えた影響. 土木学会論文集 B1 (水工学), 第76巻, 1号, pp.284-294, 2020.
- 3) 国土交通省荒川上流河川事務所, 洪水を受けとめる横堤 (https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000670316.pdf) .
- 4) 竹村吉晴, 福岡捷二, 吉井拓也. 広大な高水敷と横堤群を有する荒川中流部の洪水調節機能に関する研究. 土木学会論文集 B1 (水工学), 第74巻, 4号, pp. I_1387-I_1392, 2018.
- 5) 田中規夫, 五十嵐善哉, 伏見健吾: 荒川中流域の潜在的氾濫リスクと現存する江戸時代の旧堤防群が果たす減災効果, 土木学会論文集B1 (水工学), 第74巻, 4号, pp. I_1393-I_1398, 2018.
- 6) 国土交通省関東地方整備局: 荒川の流出計算モデルについて, 2015.12.24. (URL: https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000638163.pdf)
- 7) 田中規夫, 五十嵐善哉, 海野瀬綾乃, 荒川水系越辺川・都幾川・新江川における破堤・氾濫状況の解析, 令和元年台風19号豪雨災害調査団報告書, pp.231-244, 2020.
- 8) 国土交通省, 荒川水系越辺川・都幾川堤防調査委員会報告書(https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000784445.pdf), 2020.

(2021. 10. 29 受付)