

鳴瀬川水系名蓋川における2022年7月豪雨による洪水氾濫の特徴

橋本雅和¹・林伶将¹・高橋尚志²・市川健³・森口周二²

Characteristics of the Flooding and Inundation of the Naruse River System's Nabuta River Due to the July 2022 Torrential Rains

Masakazu HASHIMOTO¹, Ryosuke HAYASHI¹, Takayuki TAKAHASHI²,
Ken ICHIKAWA³ and Shuji MORIGUCHI²

Abstract

Due to rainfall events that began on July 13, 2022, flooding occurred in small and medium-sized rivers in northern Miyagi Prefecture and southern Iwate Prefecture. The Naruse River system's Nabuta River experienced flooding for the three times in seven years, following 2015 and 2019. This report describes the findings of a field survey and various observation data on the characteristics of the July 2022 flooding, based on the characteristics of rainfall in past floods. In addition, we considered the early onset of runoff by optimizing model parameters using a rainfall-runoff model. The results showed that there was a significant amount of rainfall in the Nabuta River basin in 2022, and that there had been prior rainfall, so flooding had occurred. The survey confirmed that there had been extensive overtopping, and that dead grass was tangled up in the vegetation in the river channel.

キーワード：豪雨，中小河川，河川氾濫

Key words: heavy rain, medium and small rivers, river flooding

1. はじめに

令和4年(2022)7月13~16日、宮城県北部から岩手県南部にかけて広く豪雨となり、鳴瀬川流域と北上川流域の一部の河川が氾濫した。当該流

域では平成27年(2015)関東・東北豪雨、令和元年(2019)東日本台風でも河川氾濫が発生しており、東北地方の中でも特に水害頻度が高い地域である。

¹ 関西大学環境都市工学部
Faculty of Environmental and Urban Engineering, Kansai University

² 東北大学災害科学国際研究所
International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

³ 株式会社復建技術コンサルタント
Fukken Gijyutsu Consultants Co., Ltd

本稿に対する討議は2026年8月末日まで受け付ける。

平成27(2015)年の水害時には渋井川の洪水氾濫について調査報告がなされている¹⁾。この報告では、現地調査と数値解析により堤防決壊は浸透破壊に起因すること、ならびに渋井川の水位上昇が鳴瀬川および多田川からの背水の影響を強く受けたことが明らかとなっている。また、当該イベントを対象とした解析では、可能最大流体力に関する検討も行われており、氾濫特性に基づいた被害要因の定量的評価が進められている^{2,3)}。また、2019年東日本台風時の田んぼダムによる水位の低減効果について検討した研究が行われている⁴⁾。2022年の出水イベントに関しては、大崎平野の地形学的背景を踏まえた調査報告がされている⁵⁾。

そこで、本報告では2022年水害の特徴を把握し、既往水害との差異を明らかにすることを目的として現地調査及び資料調査を行った。本報では既往の水害時の降雨状況や被災状況を比較しながら、2022年7月豪雨の被害の特徴について報告する。

2. 流域の概要

鳴瀬川流域は流域面積が1,130 km²で幹川流路延長89 km、流域人口約18万人の河川である(図1)。当該流域の土地利用は山地等が約74%、水田や畠地等の農地が約21%、宅地等の市街地が5%となっている⁶⁾。宮城県の中北部に位置し、流域内には穀倉地帯である大崎耕土を含む。源流は船形山にあり、河口付近で吉田川と合流する。過去の水害で特に被害の大きかったものは昭和61

(1986)年の洪水で、浸水は10日以上に及び、多大な被害をもたらした。その後の対策として、全国で初の水害に強いまちづくり事業が展開されている。昭和61年の水害では吉田川で自主決壊したことでも知られている⁷⁾。

3. 被害概要

前線による豪雨の影響で、鳴瀬川水系名蓋川の堤防決壊に伴う洪水氾濫が大崎市古川矢目地区で生じた。これにより、住宅の浸水や農地の冠水などの大きな被害が生じた。今次災害は2015、2019年の堤防決壊に続くものであり、住民は7年で3度の浸水被害を経験したことになる。宮城県内で重症1名、軽傷1名の被害を受け、全壊3棟、半壊200棟、一部破損22棟、床上浸水146棟、床下浸水1,315棟の被害があった。松島駅前のタクシーが複数台浸水する等の被害があったことからも、流域の南部に集中的な豪雨がもたらされたことが窺える。堤防決壊が生じた名蓋川が流れる古川地区では農地293haが浸水し、653棟（床上129棟、床下524棟）が浸水した⁸⁾。鳴瀬川以外では北上川水系の出来川で堤防決壊が生じている⁵⁾。

4. 降雨分布・水位の状況

令和4年7月13日未明から宮城県内で降雨が始まり、泉ヶ岳で207.5 mm、仙台で179.5 mmを記録するなど、平年7月のひと月分に相当する雨量となった。その後いったん小康状態となつたが、15日未明から16日朝にかけて前線の停滞と低気圧

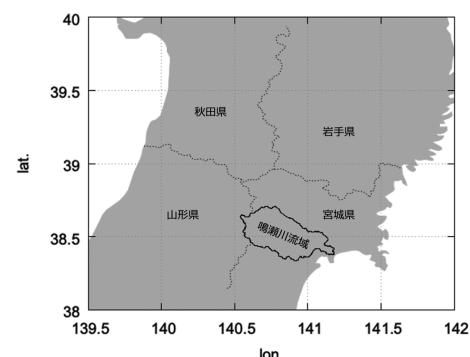
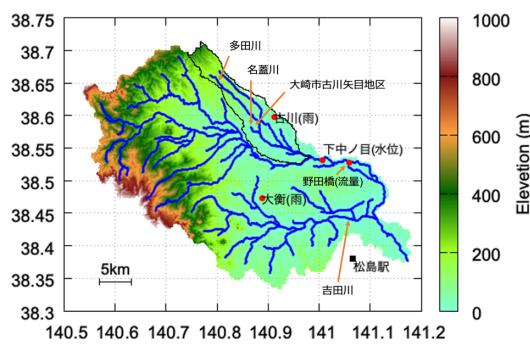


図1 対象流域（左：鳴瀬川流域。黒ポリゴンは多田川流域を示す。右：近隣の県との位置関係）

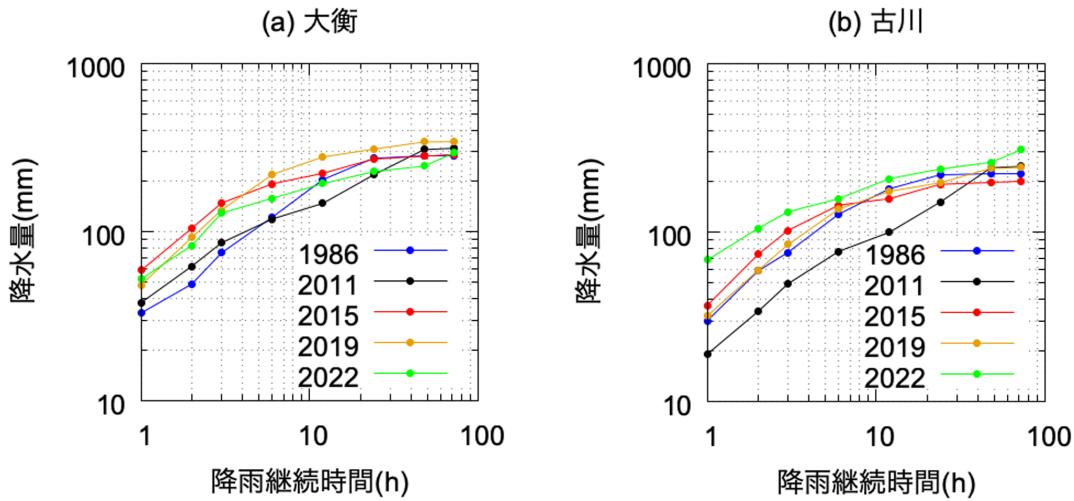


図2 地点雨量のDepth-Duration解析結果 (a: 大衡, b: 古川)

の接近により再び激しい降雨となり、宮城県北部では200 mmを超える大雨となった。特に古川観測所では24時間降水量239 mmを記録し、観測史上1位を更新した。東松島市(図1鳴瀬川河口付近)や松島町、大郷町では1時間に約100 mmの猛烈な雨が観測され、記録的短時間大雨情報が発表された。7月15日から16日にかけての降雨は下流域で特に多く、松島町では7月15日10時30分に記録的短時間大雨情報が発表されている⁹⁾。

2022年の出水イベント雨量と過去の雨量を比較するため、雨量のDepth-Duration解析結果を図2に示す。各地点においてイベント毎に1, 2, 3, 6, 12, 24, 48, 72時間のそれぞれの累積降雨量の最大値を算出した。既報¹⁾で示されていた1986, 2011, 2015年に加えて、東日本台風時の2019年10月、今次災害の2022年7月の降雨を示している。本報告では鳴瀬川流域を中心に記述しているため、流域内に位置する大衡観測所、古川観測所の2箇所について解析した(図1)。大衡において降雨継続時間1, 2, 3時間までは2015年の豪雨、6~72時間までは2019年の豪雨が歴代1位となっていた、一方で古川では全ての降雨継続時間で2022年の豪雨が歴代一位を更新している。名蓋川で過去最大の被害が見られたのは、この累積雨量の多さによるものと考えられる。

鳴瀬川流域全体で見た時、解析雨量を元に算出した流域平均の累積雨量が一番多かったのは令和元(2019)年東日本台風時で279 mmの累積雨量であった。続いて、平成27(2015)年の関東・東北豪雨の242 mm、3番目が令和4(2022)年豪雨の192 mmの順となった。本稿における「流域平均の累積雨量」は、解析雨量データに基づき、鳴瀬川流域界内の全格子点の降雨値を用いて平均降雨量を求めた後、各時刻においてその値を時間方向に積算することで算出している。令和元年は台風19号の通過に伴うものだったこともあり、まとまった降雨が短時間でもたらされたことが特徴である。累積雨量の空間分布を解析雨量を用いて示したのが図3である。2015年、2019年は鳴瀬川流域の南部の吉田川沿いで特に累積雨量が大きくなっており、2022年は北部の鳴瀬川本川が持つ集水域で累積雨量が大きかったことがわかる(図3d)。

多田川流域に着目すると流域平均の累積雨量の順番は異なり、1番が令和4(2022)年で255 mm、2番が令和元(2019)年で241 mm、3番が平成27(2015)年で219 mmであった(図4)。また、令和4(2022)年は同程度の先行降雨があり、地表や土壤の保水能力が低下していたと考えられる。その結果、降雨後の流出が迅速に起こり、結果と

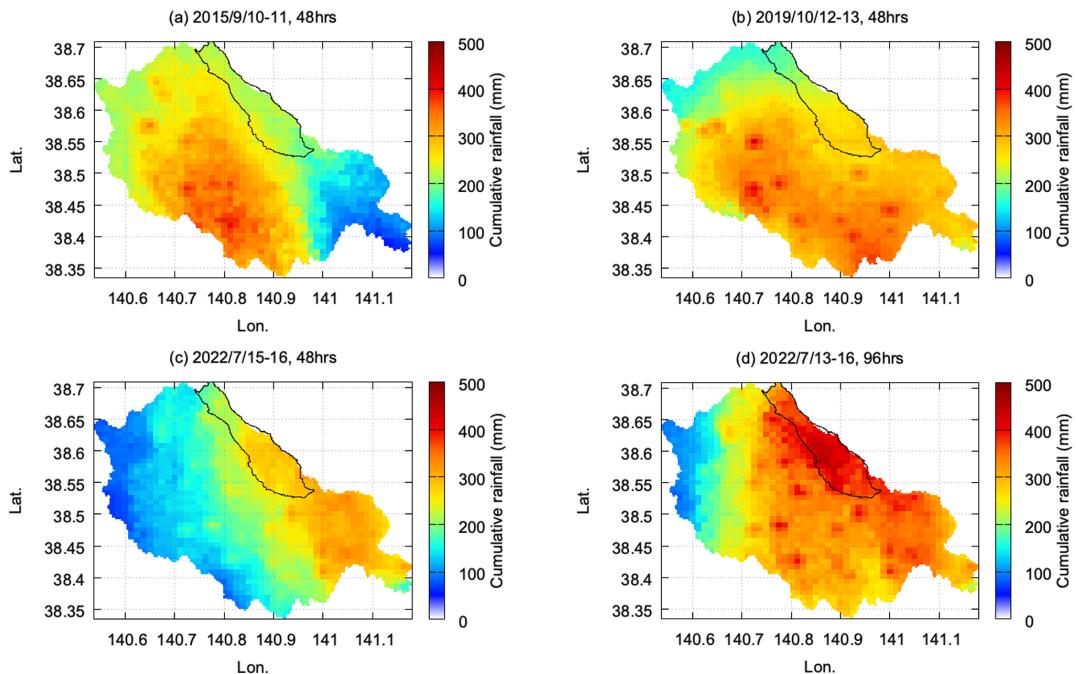


図3 累積雨量の空間分布（黒線ポリゴンは多田川流域を示す）

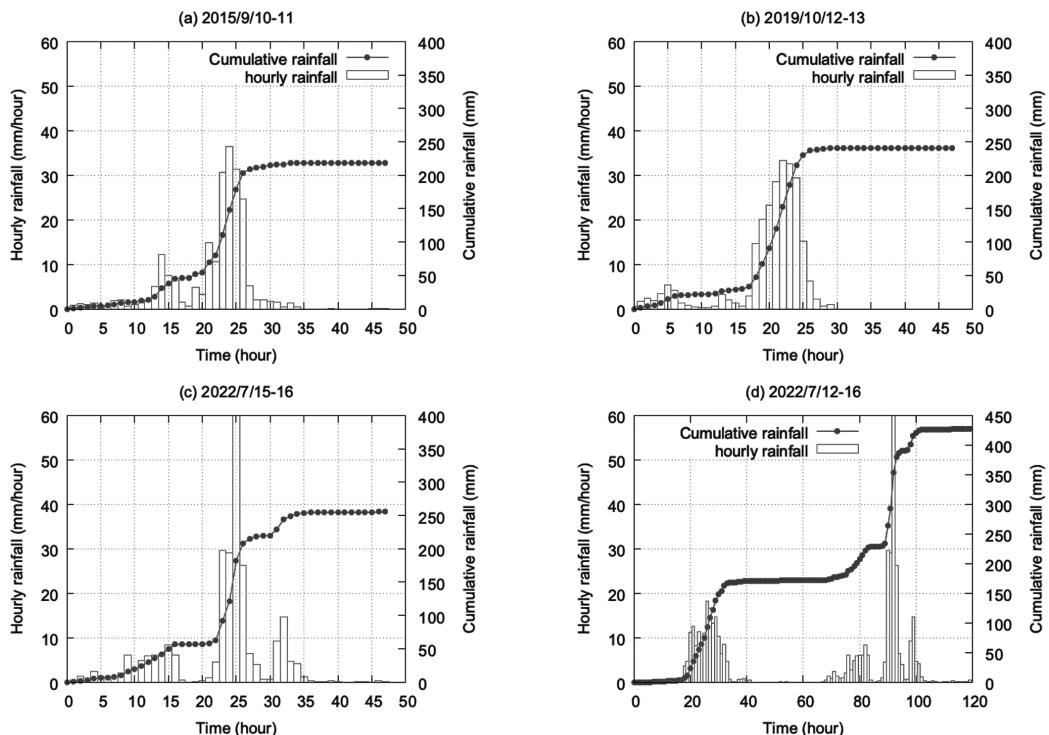


図4 多田川流域の時間雨量および累積雨量の推移

して流出の早期化に繋がったと考えられる。

特筆すべきは令和4(2022)年7月16日午前1時から2時かけての流域平均60mmの雨であり、この数時間後に名蓋川で越水が始まっていた(図4d)。

5. 河川水位の変化

鳴瀬川本川と多田川を含む集水域からの洪水を

反映している下中ノ目の水位変化を図5に示す。ピーク水位を見ると、2015年、2019年で高くなつておらず、1986年、2011年、2022年ではほぼ同等な6m弱の水位を示した。このため、2022年は鳴瀬川本川で見ると河川水位がそこまで高くなつてない出水イベントであるが、名蓋川の集水域付近で局所的に強い雨が降っていたことがわかる。水位変化の特徴として2022年はピークが2回に

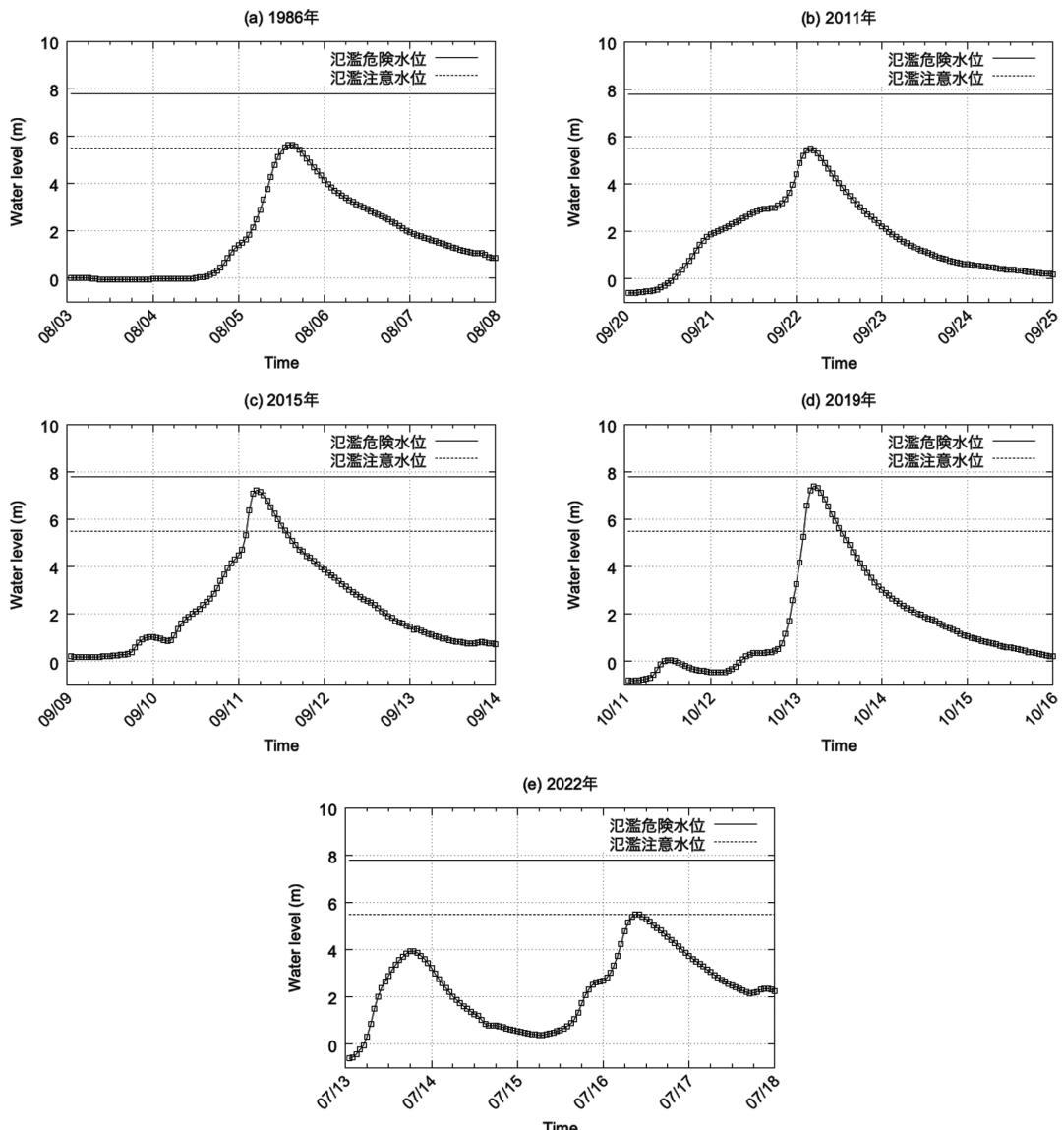


図5 出水イベント毎の水位変化(下中ノ目水位観測所, a-eはそれぞれの出水年を示す)

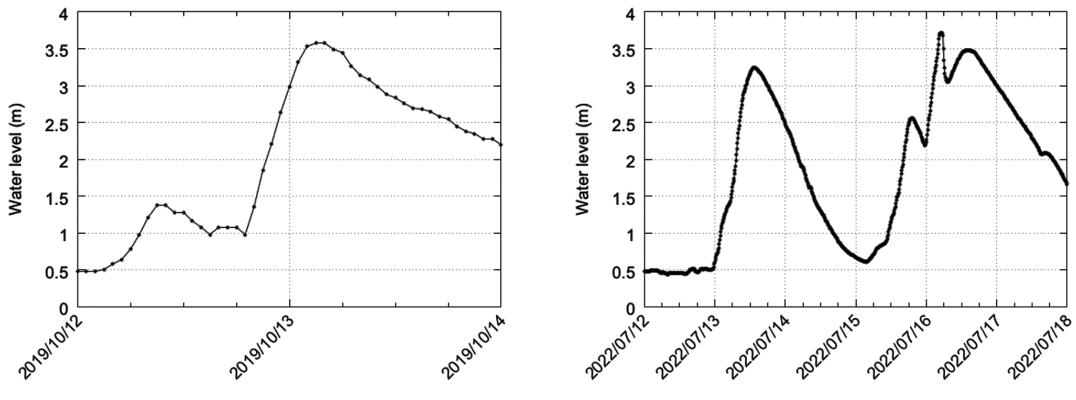


図6 名蓋川-矢目観測所の水位変化(左:2019年,右:2022年)

なっていることが挙げられる。また、水位の上昇速度は2019年が最も急激であったことがわかる。

一方で名蓋川の水位(矢目観測所)を確認すると、2019年10月時のピークは2022年7月時のピークよりも低いことがわかつており、名蓋川流域で局的に豪雨がもたらされたことがわかる。2022年7月の水位からは7月16日未明に急激な水位変化が見られ、前述の多田川流域での平均雨量60 mm/hourに対応する洪水であることがわかる(図6)。

6. 堤防決壊状況

名蓋川の0.3 k左岸(7/16 5:30頃), 0.7 k右岸(7/16 17:00頃), 1.4 k左岸(時間不明, 7/17現地確認)の3箇所で決壊した¹⁰⁾(図7c)。多田川との合流点から近い区間で決壊しているため、背水の影響があったものと考えられる。既報ではその影響を数値解析により確かめている¹¹⁾。

堤防沿いを踏査したところ、噴出跡は見られず、堤防天端に枯れ草が打ち上げられていた様子から、越水氾濫が主な浸水要因であると考えられる。2015年は決壊地点付近に浸透流が生じていた痕跡が確認されており¹¹⁾、2019年も同様に決壊地点の直上流部に水が噴出したような跡が見つかっていた¹²⁾。このため、過去の堤防決壊の原因はいずれも浸透によるものであったと推測されている。なお、鳴瀬川本川に位置する下中目観測所の水位記録によると、2022年の水位は2015年および2019年

の出水時に比べて低かったことがわかつてている。一方で、名蓋川流域における解析雨量を確認したところ、2022年は過去と比較して局的に高い累積降雨量が見られた。これらのことから、今次災害では名蓋川流域内の局的な集中豪雨により、名蓋川単独での流出量が増大し、越水氾濫が広範囲に及んだ可能性が高い。

今次災害は7月に発生したため、稲藁の問題は生じなかつたが、河道内の樹木に枯れ草が絡まつてゐる様子が確認できた。2019年の水害は発災タイミングが10月中旬であったこともあり、ところどころで稲藁の散乱が確認されており¹²⁾、一部の排水網はこれによって機能が大きく失われた。枯れ草は冬場に上流域で発生したものと考えられるため、9月や10月の出水に比べると、7月は冬場に蓄積されたものが一度に流れ出てきた状況が考えられる。木本類に枯れ草が絡み付いており、見かけよりも大きい抵抗があった可能性がある(図8)。

令和4年豪雨の特徴的な点として、降雨のピークが2回あった点が挙げられる。一度目のピークの後、名蓋川の水位は一度下がつてゐるが、簡易型監視カメラ画像を確認すると、7月13日の降雨で満水近い状態になつてゐたことがわかつてゐる。この影響で山間部の表層土壤は水を含んだまま、2回目の降雨を迎えたことになり、流出流量も多くなつてゐたことが考えられる。一度目の洪水で堤体内への浸水が既に進んでいた可能性について、

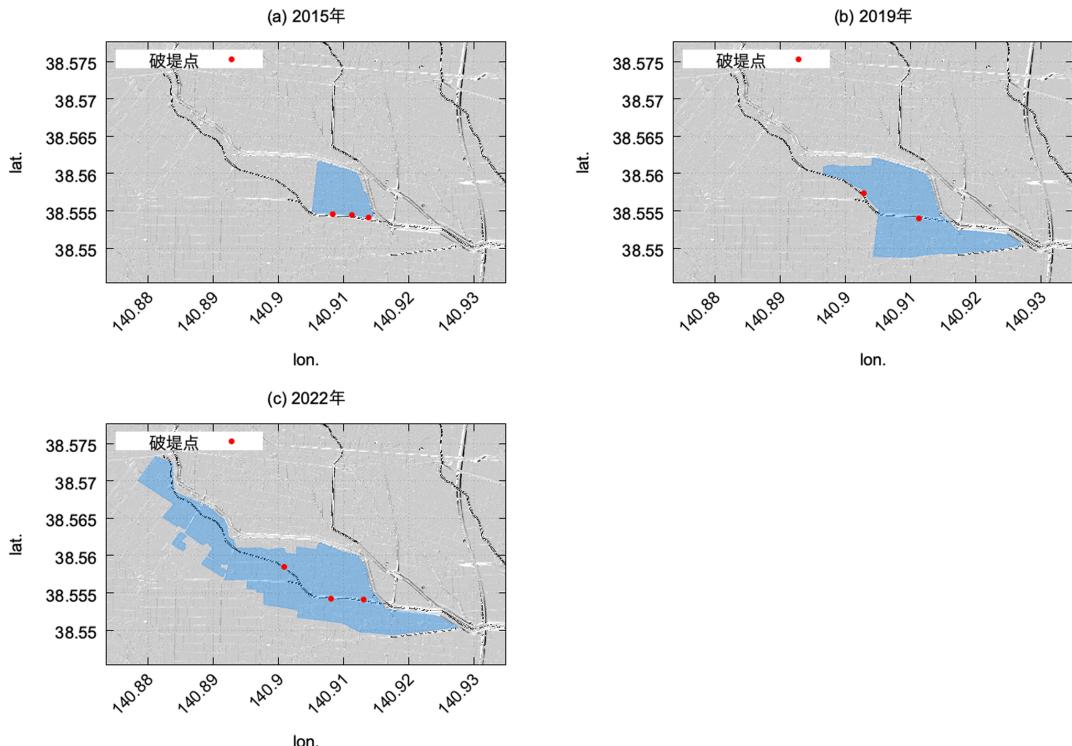


図7 浸水域 (a: 2015年9月, b: 2019年10月, c: 2022年7月)



図8 名蓋川の木本と幹に絡まる枯れ草 (2022年7月27日撮影)

既報で言及されている¹⁰⁾。

7. 数値解析による水文応答の確認

鳴瀬川流域では市街化による土地被覆の変化から流出の早期化が懸念されているため、それぞれの出水イベントで降雨流出解析のモデルパラメー

タの最適化を行うことで、パラメータの差異からその傾向を確かめた。流域の市街化については平成27(2015)年発行の鳴瀬川河川整備計画(知事管理区間)にも記載があり、大崎市古川等で土地区画整理事業が進められていることが言及されている¹³⁾。数値モデルはRRI¹⁴⁾モデルを用い、kinematic waveモードを適用した解析を行った。降雨データは解析雨量を用いており、地形データはMERIT Hydro¹⁵⁾を用いた。最適化はSCE-UA法(Shuffled Complex Evolution method developed by University of Arizona)を用いた¹⁶⁾。本手法は複数の解候補を用いて探索を行い、局所解への停滞を防ぎながらグローバルな最適解を導くアルゴリズムである。非線形性・多峰性を持つ降雨流出モデルに対して安定した最適化が可能であり、水文分野で広く用いられている。土地利用は一様とし、最適化パラメータは4つ、斜面粗度、土層厚、河道粗度、透水係数とした。野田橋流量観測所で得られた流量の観測値と解析値から得られるRMSEが最も低

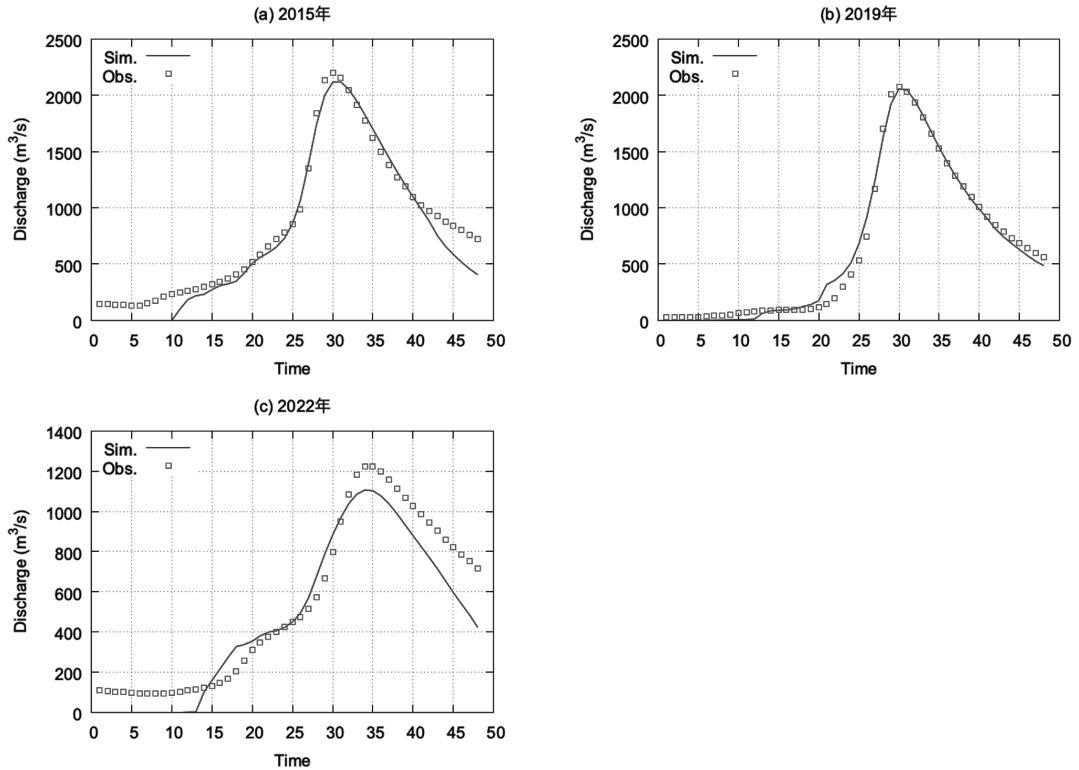


図9 観測流量（野田橋観測所）と解析結果の比較 (a : 2015, b : 2019, c : 2022)

表1 出水イベント毎の最適化モデルパラメータ

	出水イベント年		
	2015	2019	2022
斜面粗度 ($m^{-1/3}s$)	0.31	0.22	0.95
土層厚 (m)	1.28	0.62	0.5
河道粗度 ($m^{-1/3}s$)	0.04	0.04	0.04
透水係数 (m/s)	0.18	0.05	0.12

くなることを最適とし、それぞれの出水イベントで10,000回程度の解析を行なって最適パラメータを得た。

最もRMSEが低かったのは2019年のイベントであった。一方で、2015年、2022年の出水の再現では $100\text{ m}^3/\text{s}$ 以上のRMSEとなった(図9)。初期値を斜面、河道共に水深0mで設定しているため、立ち上がりで誤差が出ている。また、2022年は7月13日からの先行降雨が考慮できていないため、ピークに誤差が出ているものと考えられる。それぞれの解析で最適化されたモデルパラメータ

を表1に示す。各イベントにおけるパラメータ最適化では、最小RMSEを与える最適解のほかにも、同様にRMSEが小さい複数の候補解が得られた。これらの解は最適値の近くに分布しており、解のばらつきは小さく、SCE-UA法は安定してスムーズに収束していたと確認できた。特に土層厚は、出水年ごとに明瞭な変化を示しており、地表面の透水特性の変化を反映していると考えられる。このことから、最適化の安定性および物理的妥当性の両面から、本手法で得られたパラメータは信頼性が高いと考えられる。

流出の早期化として数値に現れたのは土層厚で、2015年から徐々に値が小さくなっている。地面の舗装による浸透能の低下が現れていると考えられるが、2022年は7月13日からと7月15日からの2回の降雨イベントがあったため、先行降雨の影響で土層厚が小さく見積もられている可能性がある。当該流域では水田貯水の取り組みがあるため⁴⁾、

流出を遅らせる観点から、今後はその取り組みがより活発化することが期待される。

8. おわりに

本報告では、鳴瀬川水系名蓋川で頻発している豪雨災害についての調査結果を整理した。最近観測された2015, 2019, 2022年の豪雨は、それまでの降雨の傾向と比べて、累積雨量が大きくなっていることがわかった。降雨量の増加に加えて、山間部では土地利用が変わるなど、降雨流出現象に及ぼす地上側の事情も見られた。一方で、当該流域は水田貯水による流出の抑制も積極的に取り組まれており、今後は流域治水の一つの有力なメニューとして重要度が増すものと考えられる。

謝辞

降雨データは気象庁 HP より、水位・流量のデータは水文・水質データベースより取得しました。本報告は日本自然災害学会災害調査補助、国土交通省河川砂防技術研究開発、日本学術振興会科学研究費助成事業(24H00327)の助成を受けて作成されました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 吳修一・森口周二・堀合孝博・小森大輔・風間聰・田中仁：2015年9月東北豪雨による渋井川洪水氾濫の特徴、自然災害科学、Vol.35, No.2, pp.87-103, 2016.
- 2) 吳修一・林晃大・森口周二・堀合孝博・風間聰：2015年9月渋井川洪水氾濫を対象とした可能最大流体力の算定、河川技術論文集、Vol.22, 2016.
- 3) 杉井伸之・吳修一・有働恵子：H27年東北豪雨に伴う渋井川の洪水氾濫計算、東北地域災害科学研究、Vol.52, pp.61-66, 2016.
- 4) Chai, Y., Touge, Y., Shi, K., Kazawa, S.: Evaluating potential flood mitigation effect of paddy field dam for typhoon No.19 in the Naruse River basin.
- 5) 高橋尚志・橋本雅和・森口周二：2022年7月の宮城県北部における大雨に伴う大崎平野の河川氾濫とその地形学的背景、日本地理学会発表要旨集、2023.
- 6) 国土交通省東北地方整備局：鳴瀬川水系河川整備計画、2022.
- 7) 大熊孝：堤防の自主決壊による氾濫水の河道還元に関する研究、土木史研究、No.18, 1998.
- 8) 大崎市：令和4年7月大崎市大雨の記録、大崎市総務部総務課編、2023.
- 9) 松島市：広報まつしま、No.572, 2022. (<https://www.town.miagi-matsushima.lg.jp/index.cfm/7,34881,c.html/34881/20220802-081620.pdf>) [最終閲覧日：2025年4月1日].
- 10) 宮城県土木部河川課：令和4年7月15日からの大雨による洪水被害について 一級河川鳴瀬川水系名蓋川 第1回名蓋川復旧対策検討会 資料4, 2022.
- 11) 土木学会東北支部調査団：2015年土木学会報告書、2015.
- 12) 土木学会東北支部調査団：2019年土木学会報告書、2019.
- 13) 宮城県：鳴瀬川水系河川整備計画 [知事管理区间]、2015.
- 14) 佐山敬洋・藤岡獎・牛山朋來・建部祐哉・深見和彦：インダス川全流域を対象とした2010年バキスタン洪水の降雨流出氾濫解析、土木学会論文集B1(水工学), Vol.68, No.4, I_493-I_498, 2012.
- 15) Yamazaki, D., Ikeshima, D., Sosa, J., Bates, P. D., Allen, G. H., Pavelsky, T.M. MERIT Hydro: A high-resolution global hydrography map based on latest topography datasets, Water Resources Research, vol.55, pp.5053-5073, 2019.
- 16) Duan, Q., Sorooshian, S., Gupta, V. K.: Optimal use of the SCE-UA global optimization method for calibrating watershed models, Journal of Hydrology, Vol.158, Issues.3-4, pp.265-284, 1994.

(投稿受理：2025年4月4日
訂正稿受理：2025年7月23日)

要　　旨

令和4（2022）年7月13日から始まった降雨イベントにより宮城県北部及び岩手県南部の中小河川で洪水氾濫が生じた。鳴瀬川水系名蓋川は2015年、2019年に引き続き、7年間で3度目の河川氾濫を経験したことになる。本報告は、既往水害における降雨の特徴等を踏まえて、2022年7月の洪水氾濫の特徴に関して、現地調査および各種観測データから得られた知見について記述するものである。また、降雨流出モデルを用いてモデルパラメータの最適化をすることにより、流出の早期化等について考察した。結果より、2022年の名蓋川流域における降雨量が著しく多く、先行降雨もあったことから洪水氾濫が生じていたことがわかった。調査からは広範囲で越水していた様子や、河道内の植生に枯れ草が絡まっている様子などが確認された。