

全国的水文記録に基づく中規模洪水の長期変動解析

新潟大学 工学部工学科 非会員 ○寺井 一成
新潟大学大学院 自然科学研究科 学生会員 関 翔平
新潟大学 災害・復興科学研究所 正会員 安田 浩保

1 はじめに

近年の地球規模の気候変動により、広域のかつ短時間強雨を伴う極端な降水と、長期的な水不足が同時に顕在化している。その結果として、各地で大規模な氾濫や渇水による農業被害が起きている。また、こうした従来からの水循環の変質は生態系にも影響を及ぼしうするため、これらの複合的な観点から洪水の長期的な変動傾向を把握することは極めて重要である。

気候変動が洪水に及ぼす影響については、全球あるいは各地域を対象として数多くの研究がおこなわれてきたが、その大半は年最大水位など、各年の最大洪水のピークに着目したものである¹⁾。また、現行の治水計画においても、流下能力の確保が第一に考えられ、既往最大規模の計画高水流量を設定した数値計算による検討がなされる。これらは主に、堤防の越流による大規模な氾濫のリスクを想定するものであり、固定床の観点のものである。しかし、河岸侵食による橋梁の落橋や堤防の決壊など、河川の移動床の性質に由来した被災が各地で発生している。このため、気候変動に関連する研究や河川の実務においては、河床変動による長期的な影響も考慮する必要がある。

近年の研究により、ある一定値以下の流量が砂州波高の発達や河岸侵食の発生を誘発しやすい^{2),3),4)}ことが知られている。発生頻度が稀な計画高水位に迫るほどの大規模な洪水だけでなく、発生頻度が高い中規模洪水にも着目することで、長期的に河道にかかる累積的な疲労を適切に評価できる可能性がある。

本研究では、流量データが長期的に蓄積されている全国の観測所を対象とし、中規模洪水の発生頻度の変動傾向を明らかにする。

2 方法

本研究では、洪水の長期的なトレンドを把握するため、水文水質データベース⁵⁾で公開されており、流量が過去50年以上にわたって観測されている全国25箇所の一級水系の水位観測所を対象とする。中規模洪水の発生頻度の定量化方法と統計的な分析手法は以下のとおりである。まず、各観測所で得られた流量の時系列データからピークを抽出し、

それを一洪水と定義する。そのうち、上位75%から95%に相当する洪水を中規模洪水と定義する。それぞれの洪水のトレンドの増減は、ポアソン回帰によって得られる回帰係数 β の正負により判断し、その p 値を用いて有意かどうかを判定する。本研究では有意水準を5%とし、 $p < 0.05$ かつ $\beta > 0$ の場合、長期的に増加の傾向、 $p < 0.05$ かつ $\beta < 0$ の場合、長期的に減少の傾向であるとみなす。

3 結果と考察

3.1 中規模洪水の発生頻度の長期的な変動傾向

図-1には例として、小千谷水位観測所（信濃川，新潟県）、三本木橋水位観測所（鳴瀬川，宮城県）、番匠橋水位観測所（番匠川，大分県）における統計解析の結果を示す。まず、図-1(a)に着目すると、小千谷では有意な増加トレンドが得られた。1960年と直近の2023年を比較すると、約1.5倍増加していることがわかる。次に、図-1(b)の凡例に着目すると、三本木橋では有意な減少トレンドが得られた。1974年と直近の2023年を比較すると、約0.7倍減少していることがわかる。また、図-1(c)に示す番匠橋では、 β の値が小さく $p > 0.05$ となることから、この約60年で中規模洪水の発生頻度に変化はみられなかった。

上記のようにして β および p を取得し、全国25箇所の水位観測所に対して統計解析をおこなった結果を図-1(d)に示す。有意な傾向($p < 0.05$)がみられた観測所では β の値に基づいて段階的に着色しており、有意でない($p > 0.05$)観測所は灰色で着色した。解析対象とした25の観測所のうち、10箇所では有意な増減のトレンドはみられなかったが、13箇所が増加、2箇所で減少している結果となった。地域ごとの特徴に着目すると、関東地方および中部地方では中規模洪水が明確に増加していることが確認できる。特に、石原（多摩川）、清水端・北松野（富士川）では β の値が大きく、増加の傾向が顕著である。また、近畿地方および九州地方でも、有意な減少傾向の観測所はみられず、全体的には増加傾向であった。一方、東北地方では減少傾向を示す観測所も存在し、共通した傾向はなかった。この要因としては東北地方は太平洋側と日本海側で降水形態が異なるためと推測される。

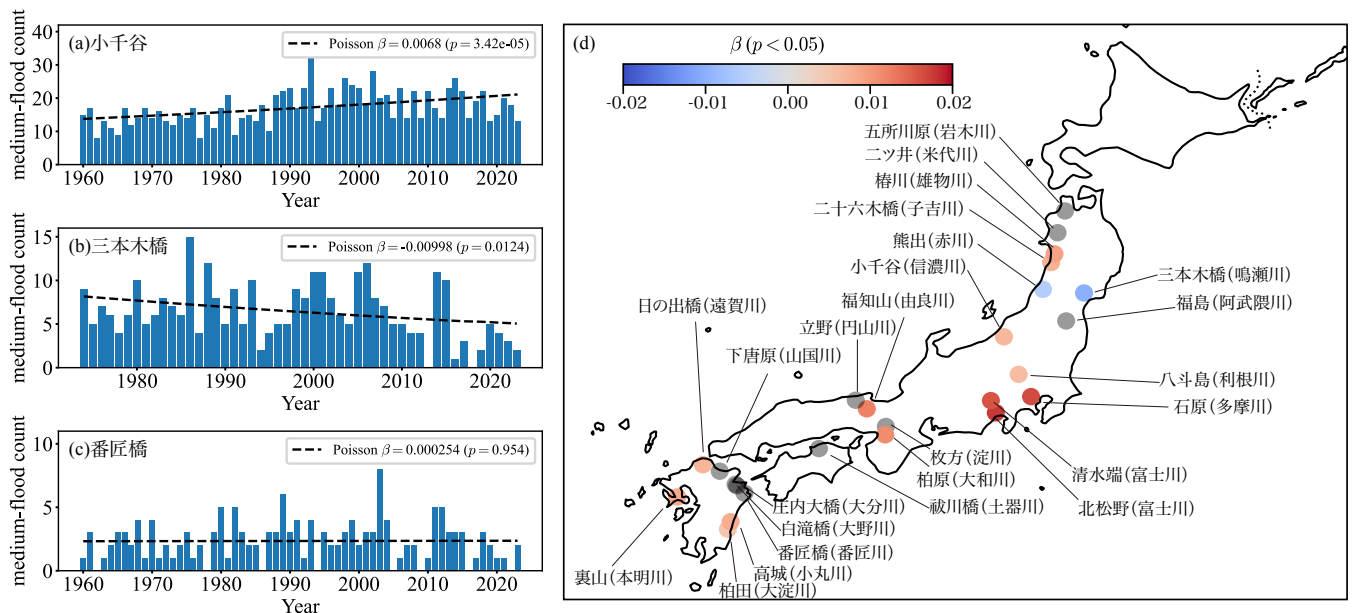


図-1: (a) 小千谷水位観測所（信濃川，新潟県），(b) 三本木橋水位観測所（鳴瀬川，宮城県），(c) 番匠橋水位観測所（番匠川，大分県）における中規模洪水の発生頻度．破線はポアソン回帰した関数形．(d) 全国 25 箇所の水位観測所における中規模洪水の長期的な変動傾向．

3.2 今後の河道管理の留意点

前節のとおり，全国的には中規模洪水の発生頻度が増加傾向にあり，特に，利根川・信濃川を擁する関東・北陸・中部でその傾向が顕著である．近年の水理学的な研究により，砂州波高の発達や河岸侵食の進行に適した流量が存在し，それが必ずしも大規模な流量とは限らないことが示されている^{2),3),4)}．したがって，中規模洪水の頻度の増加は，護岸の基礎などに「累積疲労」を生じさせ，大規模洪水時の潜在的な危険性を助長する恐れがある．

今後の河道管理においては，まず，砂州の安定解析を用いて砂州形成流量^{6),7),8)}を求め，この流量に達する洪水の頻度を把握し，累積疲労の兆候が確認されれば，速やかに現地の点検を実施することが望ましい．これと並行し，長期的な河床変動の影響を織り込んだ河道管理計画の策定も重要である．また，一般にダムは洪水時の流量調整に用いられるが，頻繁に砂州形成流量が流下する河川については，ダムからの放流量を調整することで，河道の負担を減じられる可能性がある．この放流量が砂州形成流量範囲に含まれるか否かを選択すれば，理論的には河道の潜在的な危険性を緩和できる可能性⁸⁾がある．

4 おわりに

本研究では，水位観測が 50 年以上にわたって実施されてきている全国 25 箇所の水位観測所を対象に，河床変動に影響をもたらしうる中規模洪水の発生頻度を調べた．そ

の結果，日本全域で，中規模洪水が増加の傾向を示す観測所の数が，減少の傾向を示す観測所の数より多いことがわかった．特に，大河川が流れる関東や中部において増加の幅が大きい観測所が集中していることがわかった．これらの結果は，今後の河道管理において，河床変動による累積的な影響を考慮する必要性を示唆する．

参考文献

- 1) 片岡智哉，二瓶泰雄：一級水系における長期間・多地点水位観測データ解析に基づく年最大水位の長期変動トレンドの把握，河川技術論文集，第 23 巻，pp.245-252，2017．
- 2) Redolfi, M., Welber, M., Carlin, M., Tubino, M. and Bertoldi, W.: Morphometric properties of alternate bars and water discharge: a laboratory investigation, *Earth Surf. Dynam.*, 8, 789-808, 2020.
- 3) 関 翔平，茂木 大知，安田 浩保：交互砂州の波高の流量応答とその物理機構，土木学会論文集特集号（水工学），2026（掲載決定）．
- 4) Visconti, F., C. Camporeale and L. Ridolfi: Role of discharge variability on pseudomeandering channel morphodynamics: Results from laboratory experiments, *J. Geophys. Res.*, 115, F04042, 2010.
- 5) 国土交通省 水文水質データベース，<http://www1.river.go.jp/>，2025 年 6 月 22 日閲覧．
- 6) Carlin, M., Redolfi, M. and Tubino, M.: The long-term response of alternate bars to the hydrological regime, *Water Resour. Res.*, 57, e2020WR029314, 2021.
- 7) Redolfi, M., Carlin, M., and Tubino, M.: The Impact of climate change on river alternate bars, *Geophys. Res. Lett.*, 50, e2022GL102072, 2023.
- 8) 関 翔平，安田 浩保：砂州形成流量の発生頻度の増減が河道の不安定性にもたらす影響，土木学会関東支部新潟会第 43 回研究調査発表会，2026 年 11 月．