

支川における流入時刻の違いが本川の水位に及ぼす影響に関する研究

中央大学 学生会員 ○高良 圭 中央大学大学院 学生会員 及川 雄真
中央大学 正会員 小山 直紀 中央大学 フェロー会員 山田 正

1. はじめに

近年、令和元年東日本台風、令和2年7月豪雨など日本各地で毎年のように豪雨災害が発生し、甚大な被害をもたらしている。降雨の時空間分布が実測とは異なっていたと想定した場合、支川からの流入時刻が変化し、危険性が增大していた可能性がある。また、洪水に対応する手法の1つとしてダムによる洪水調節があり、これは、主にピーク流量を低下させ、ピーク時刻を遅らせる効果を持つ。そのため、複数の支川からの流入時刻について、下流の水位がより高くなる組み合わせを明らかにすることは、流域内のダム群の効率的な運用方法を検討する際に、有用な情報となると考える。

本研究は、支川における流入時刻の違いが本川の水位に及ぼす影響を明らかにすることを目的とし、利根川上流域において、令和元年東日本台風を対象に、支川のハイドログラフを時間軸方向に移動させた場合における本川の水位変化を求め、その影響を検証した。

2. 対象流域および降雨流出解析の概要

(1) 対象流域および降雨

図-1に本研究が対象とする利根川上流域の概要図を示す。当該流域は、奥利根流域、吾妻流域、烏川流域、神流川流域の4つの中流域で構成されており、流域面積については、奥利根流域は1794km²、吾妻流域は1351km²、烏川流域は1374km²、神流川流域は419km²である。対象降雨は令和元年東日本台風とした。当該台風では、令和元年10月11日から10月13日にかけて関東地方に上陸した。対象流域におけるその総降雨量は10月11日から10月14日の3日間で288mmであり、この総降雨量は計画降雨量である336mm/3日¹⁾に迫る降雨であった。

(2) 降雨流出解析の概要

対象流域を、面積が約200km²程度のサブ流域に分割し、サブ流域ごとに気象庁のCバンドレーダによる10分間ごとの観測値を単純算術平均し1時間雨



図-1 対象流域の概要

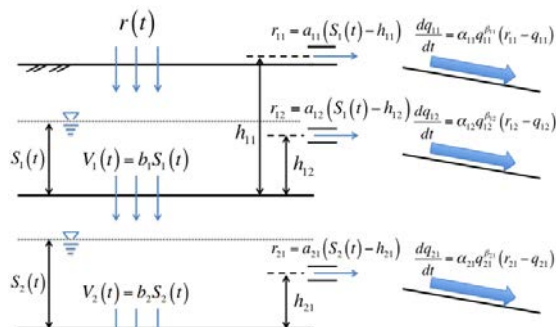


図-2 降雨流出モデルの概念図

$$\frac{ds_n}{dt} = V_{n-1} - r_{nm} - V_n \quad (1)$$

$$\begin{cases} r_{nm} = 0 & (s_n < h_{nm}) \\ r_{nm} = a_{nm}(s_n - h_{nm}) & (s_n \geq h_{nm}) \end{cases} \quad (2)$$

$$\frac{dq_{nm}(t)}{dt} = \alpha_{nm} q_{nm}^{\beta_{nm}}(t)(r_{nm}(t) - q_{nm}(t)) \quad (3)$$

量に変換したものと与えた。流出計算には山田ら²⁾³⁾が提案した鉛直浸透機構と斜面計算を分離した降雨流出モデルを用いた。本モデルの基礎式を(1)~(3)に示す。式中の変数は次の通りである。

キーワード 利根川上流域、降雨流出解析、流入時刻、河川水位

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 TEL : 03-3817-1805 E-mail : a17.74ck@g.chuo-u.ac.jp

n : 層数, m : 各層における側方成分の数, S_n : 各層の土壌内水位[mm], a_{nm} , b_n : 各側方成分, 浸透成分の比例定数[1/h], h_{nm} : 流出成分発生の閾値[mm], r_{nm} : 斜面流出に寄与する雨量[mm/h], V_n : 鉛直浸透量[mm/h], α_{nm} , β_{nm} : それぞれ単一斜面における降雨流出の基礎式の各側方成分, 鉛直浸透成分の比例定数である。

本モデルの概念図を図-2に示す。降雨流出モデルに用いたパラメータは、令和元年東日本台風を対象に、八斗島地点の実測水位に合うように決定した⁴⁾。また、河道計算はMIKE11を用いて次元不定流計算を行った。なお、本研究における河道計算では流域内のダムは全て存在しないものとしている。

(3) 支川ハイドログラフの時間軸方向への移動

本研究では、4つの中流域において、実測降雨による計算に加え、実測降雨に伴うハイドログラフを時間軸方向に前後に1時間ずつ、最大で4時間まで移動させた場合の計6561パターン⁵⁾の計算を行い、図-1に示す利根川の基準点である八斗島地点における水位について検討した。

3. 結果

利根川八斗島地点における水位ハイドログラフおよびその拡大図を図-3、図-4に示す。計算水位ハイドログラフは幅を持ち、ピーク付近でその幅が広がっていることが分かる。また、黒実線で示されている実測降雨を用いた計算結果よりも、ピーク水位が大きくなる場合があった。ピーク水位の最大差(最大ピーク水位-最小ピーク水位)は、0.52mとなった。実測の降雨を用いて計算した水位と最大ピーク水位の差は、0.10mとなった。つまり、実測の降雨は八斗島地点におけるピーク水位が最も大きくなる降雨パターンに近いものであったことがわかる。これに関して、八斗島地点において、ピーク水位が大きくなるパターンは、利根川上流域北部(奥利根流域)における観測降雨波形の生起時間を早め、かつ、当該流域南部(烏川流域、神流川流域)における観測降雨波形の生起時間を遅くし、さらに、流域全体での降雨継続時間が短くなる場合であることが当該計算の結果より示された。

4. まとめと今後の展望

本研究では、利根川上流域を対象に支川のハイドログラフを時間軸方向に移動させ、このことが本川の基準点である八斗島地点の水位に与える影響を検

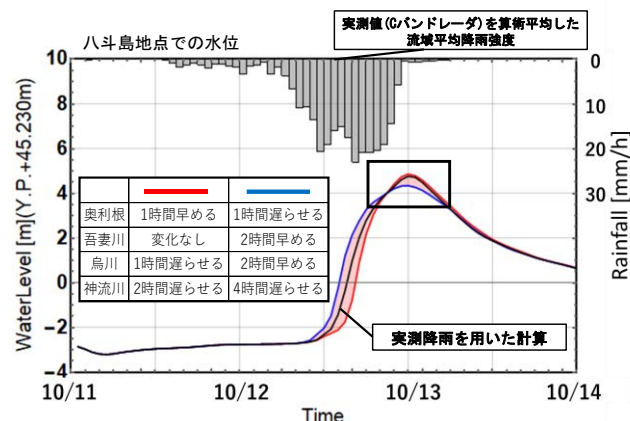


図-3 支川のハイドログラフを時間軸方向に移動させた場合の八斗島地点の水位ハイドログラフ
[ピーク付近で水位ハイドログラフの幅が広がっている]

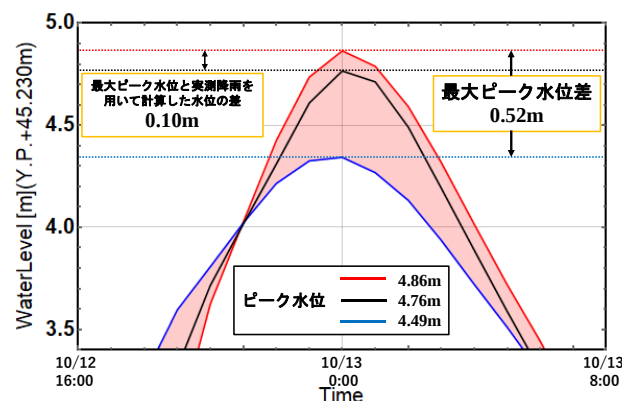


図-4 水位ハイドログラフのピーク付近の拡大図
[実測の降雨を用いた計算結果よりもピーク水位が大きくなる場合があり、ピーク水位は約 0.52m の差がある]

討した。利根川のような広範囲にわたって複数の支川を有する河川においては、総降雨量が同じでも支川からの流入時刻の違いによって、本川のピーク水位がある程度の幅を持つことを考慮する必要があると言える。今後は、流域内のダムの効果を考慮した解析・分析を進めていく。

参考文献

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局：利根川八斗島地点基本高水ピーク流量の検討に関する資料，平成23年9月，2011(入手 2021.1.18)。
- 2) 吉見和紘，山田正：鉛直浸透機構を考慮した流出計算手法の長短期流出解析への適用，土木学会水工学論文集，Vol.70, pp.367-372, 2014。
- 3) 山田正：山地流出の非線形性に関する研究，土木学会水工学論文集，第47巻，pp.259-264, 2003。
- 4) 小山直紀，及川雄真，山田正：令和元年東日本台風における利根川上流域のダム群による治水効果の検討，土木学会論文集B1(水工学)Vol.76, No.1, pp.233-242, 2020。