

洪水時における支川の流量ハイドログラフの時間差が河道内の水理に与える影響

北海道大学 学生員 ○安藤 麻衣

北海道大学 正会員 星野 剛

北海道大学 正会員 山田 朋人

1. はじめに

2016年8月、3つの台風が連続して北海道に上陸し、各地で河川の増水や氾濫による浸水被害や土砂災害、橋梁、道路の崩落などの深刻な被害が生じた。この洪水を受けて設置された北海道地方における気候変動予測（水分野）技術検討委員会¹⁾による予測では、北海道の将来気候は地球温暖化の影響により、大雨や短時間強雨の頻度だけでなく降雨の時空間的な分布の変化も予想されている。

降雨の時空間的パターンの変化は洪水の危険性の増大を招くことも予想される。本研究ではこの影響の一端を理解を目的に2016年の豪雨事例を対象とした数値シミュレーションを行い、支川の洪水ピークの出現時刻が河川の水位・流量へもたらす影響を把握する。

2.1 解析手法

本研究では準二次元不定流解析モデル²⁾を用い、2016年洪水における十勝川での水理の把握を試みた。差分法にはプレイスマン4点法を用いた²⁾。

計算対象とした範囲は、十勝川の河口から3.2 km地点と56.6 km地点の区間と、その間の主要な支川8本を含む合計で86.3 kmの区間である。使用したデータは河道の横断測量データ、水位観測データ、H-Q式によって水位から変換された流量データである。境界条件として、上流端に流量、下流端に水位を与えた。準二次元不定流モデルでは、河道横断方向に異なる粗度係数を設定可能なため、河道横断図と航空写真から低水路と高水敷を区別し、各河川で粗度係数を設定した。粗度係数は数種類のパターンを設定し、計算結果と観測値が近くなるものを設定した。計算対象期間は2016年8月28日0時から9月1日6時(JST)とした。

3. 結果と考察

3.1 計算結果の妥当性

図-1(a)に十勝川の河口から21 km地点に位置する茂岩観測所での水位観測値と計算結果を示す。同図よ

り、洪水波形の時間的なずれも小さく、どの時刻においても水位差は50 cmを下回ることから設定した計算条件は妥当であると判断した。

3.2 本川と支川の流量ピークの時間差による影響

比較的大きな支川である音更川、札内川、利別川の合流部におけるピーク流量の出現時刻を再現計算から求めた。十勝川と札内川の合流部においては本川と支川とが概ね同時にピーク流量に達していた。一方、十勝川と音更川、十勝川と利別川の合流部では、支川がそれぞれ5時間30分、3時間50分、本川である十勝川の流量ピークの発生時より遅れていたという結果が示された。合流部において本川と支川が同時にピークに達していた場合が最も危険であると考え、音更川と利別川の上流端での流量ハイドログラフを流量ピークのずれを無くすようにずらし、合流部で本川と支川が同時にピークに達することを想定したシミュレーションを行った。

境界条件をずらすことにより十勝川と音更川の合流部で流量のピークは概ね同じタイミングになり、再現計算と比べ合流後の十勝川でのピーク流量は約700 m³/s増加、ピーク水位は約20 cm上昇という結果を示した。一方、利別川においては合流部における支川の流量ピークの出現時間はほとんど変化せず、ピーク流量は600 m³/s増加、ピーク水位は約25 cm上昇した。この結果を踏まえて、流量ピーク時刻が重なるように利別川の流量ハイドログラフの時間をさらにずらして計算すると、合流直前の利別川の流量変化は図-2のように2山の波形となった。流量ハイドログラフの谷となる時刻は十勝川がピークに達する時刻とほとんど同時であった。これは十勝川の流量が利別川に比べ大きく、利別川の勾配が緩いため合流部での利別川の流量が抑制されたためと考えられる。このように洪水のタイミングが本川に与える影響は支川ごとに異なることが確認された。

キーワード 洪水流解析, 準二次元解析, 降雨パターン

連絡先 〒060-8628 北海道札幌市北区北13条西8丁目 北海道大学工学部 TEL 001-706-6189

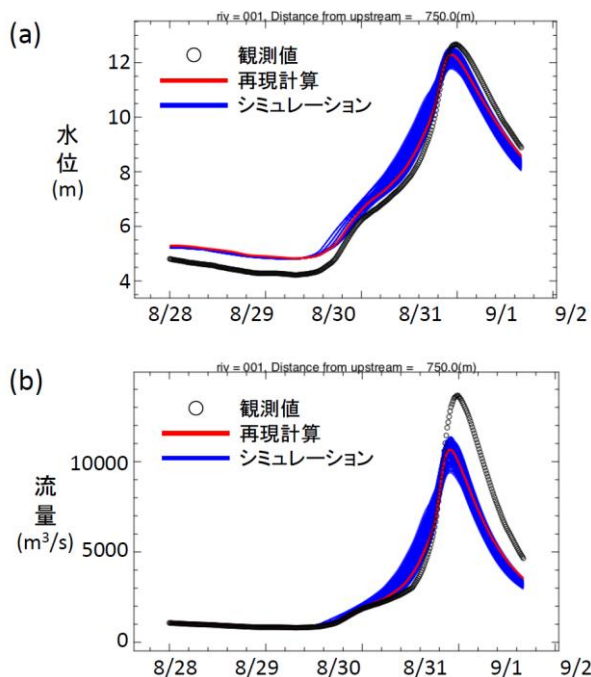


図-1 216 ケースのシミュレーション結果
(a)水位の時間変化, (b)流量ハイドログラフ. 黒丸印は観測値, 赤実線は再現計算, 青実線は 216 ケースのシミュレーションの結果を示す.

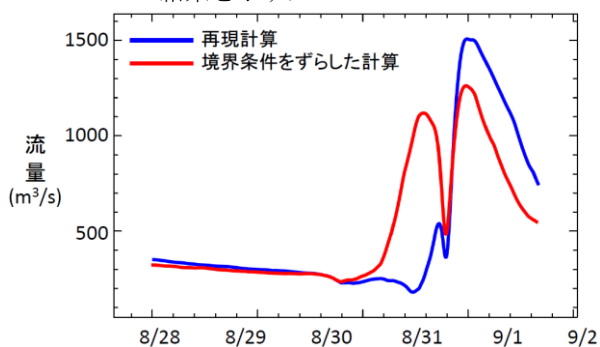


図-2 利別川の合流直前の流量の時間変化
青実線は再現計算, 赤実線は境界条件を 10 時間ずらした結果を示す.

3.3 複数の支川の流量ピークの時間差による影響

前節より, 支川ごとに洪水のタイミングがもたらす影響に違いがあるという結果が得られた. ここでは複数の支川の洪水のタイミングの違いがどの程度, 水位と流量に振れ幅を生じさせるか, また河川のどこでその影響が顕著となるかを調べる. 計算対象区間における主要な支川である音更川, 札内川, 利別川の上流端でそれぞれ流量ハイドログラフを時間方向にずらした 6 パターンの境界条件を作成し, それらを組み合わせで全部で 216 ケースの数値シミュレーションを行った. 茂岩観測所における結果を図-1 に示す. 同図より, 境界条件の組み合わせによりピーク水位とピーク流量は振れ幅を持つことがわかる. 次に, この振れ幅の大きさの空間分布を図-3 に示す. 札内川合流後から下流にかけては変動幅が大きく, 河口付近で減少しているこ

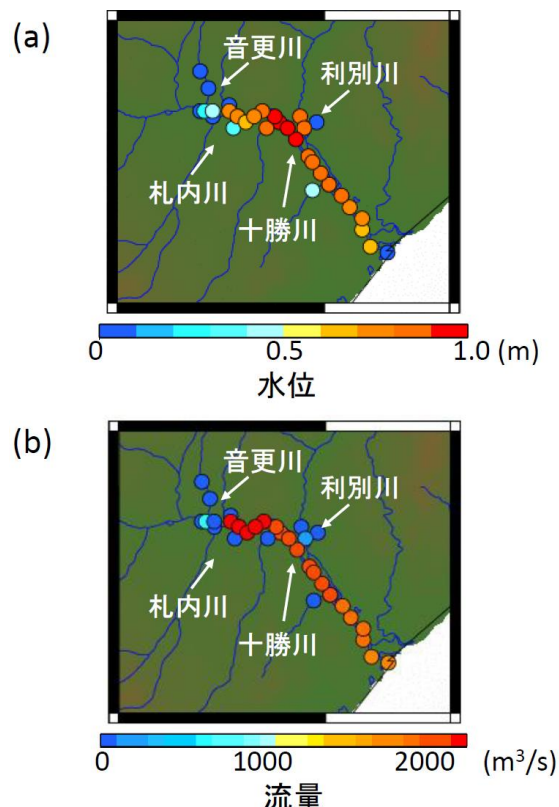


図-3 水位・流量の変動幅の空間分布

とがわかる. この結果は, 札内川合流後は降雨パターンの違いによる影響を受けやすいという前節の結果から理解される. また, 河口付近で振れ幅が減少している区間は, 潮位の影響を受けやすい区間であると考えられる.

4. まとめ

2016 年の十勝川での洪水事例を対象に, 支川の流量ハイドログラフの時間のずれがどのような影響をもたらすかを数値シミュレーションにより調べた. この結果より, 支川の洪水ピークの出現時間が本川での洪水ピークと重なることでの危険性を定量的に評価した. また, 支川ごとに影響度の大きさが異なることが確認された. 複数の支川の流量ハイドログラフの時間差を考慮したところ, 空間的にその影響の大きさが異なることがわかった.

謝辞: 本論文は科研費 (16H0236006; 17H0331837; 17K14728) の成果の一部である. 北海道開発局帯広開発建設部より, 河道の横断データと水位データ, 流量データの提供を受けた. 記して謝意を表します.

参考文献

- 1) 北海道開発局: 第 2 回 北海道地方における気候変動予測 (水分野) 技術検討委員会, 配布資料 3(2017.11).
- 2) Wu, W. : Computational river dynamics, pp.29-40(2008).