

石狩川水系千歳川における洪水の貯留効果と本川への流出特性

中央大学 学生会員 ○石井 優太郎 国土交通省北海道開発局 吉村 俊彦
中央大学研究開発機構 フェロー 福岡 捷二

1. 目的

近年水害の頻発化、激甚化により、河川流域全体で水害を軽減させる流域治水が求められている。流域治水を具体的に進めるためには、本川および支川を一体的に解析し、各支川の流出の特性を分析し、さらに本川・支川の洪水がどのように形成されていくかを十分理解することから始めなければならない。見上ら¹⁾は、利根川上流域において本支川一体で非定常洪水流計算を行い、本川の水面形を正確に説明し、1次支川や2次支川からの流出ハイドログラフが、本川の洪水形成に非常に重要であることを示している。また福岡ら²⁾は、洪水水面形の観測値および解析を用い、鬼怒川や球磨川の貯留効果について流域全体で評価している。本論文では、本川からの逆流や背水の生じやすい低平地である千歳川流域において、2次支川を含めた本支川一体で平面2次元非定常洪水流計算を行い、2次支川が本川へ与える影響について考察する。

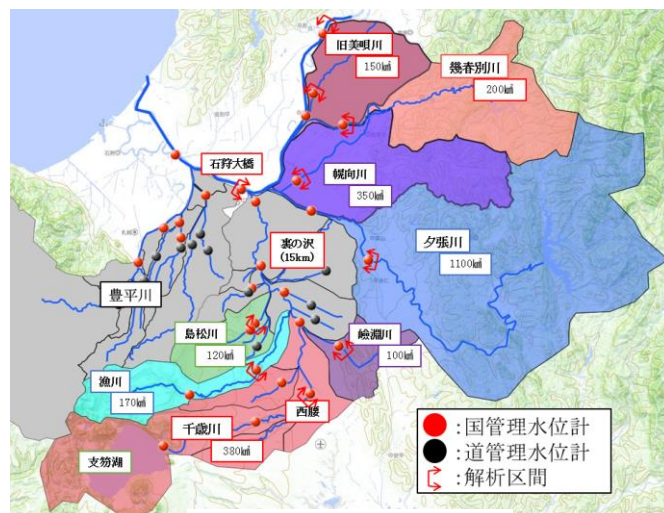


図1. 検討対象流域図

河川名	境界条件	粗度係数
石狩川	月形(58km) 石狩大橋(26.6km)	0.017~0.045
幾春別川	西川向(7km)	0.033~0.04
夕張川	由仁(22.1km)	0.027~0.045
千歳川	西腰(40.5km)	0.022~0.045
旧美唄川	第一旧美唄橋(4km)	0.035
幌向川	豊幌(3.4km)	0.035
幾春別川	幾春(7.2km)	0.035
漁川	日の出橋(11.4km)	0.035
島松川	下島松(5.7km)	0.035

表1. 計算諸条件

2. 対象流域および対象洪水、諸条件

石狩川には広大な流域面積を持つ多数の1次支川が流入しており、特に27kmから40kmでは石狩川の背水の影響を強く受ける、幾春別川、夕張川、千歳川が合流する。また、それぞれの1次支川には、図1で示すように流域面積が100km²を超える大きさの2次支川が複数合流している。平成28年8月北海道豪雨では、8月17日~23日の1週間に、台風7号、11号、9号が北海道に上陸し、石狩川流域に大きな被害をもたらした。また、3個の台風の進路がそれぞれ異なっており、図2の各地点でのハイトグラフが示すように、台風7号では千歳川流域が降雨の中心、11号9号では上流域が降雨の中心と、降雨分布が異なる。本論文では、この3つの台風について、流域面積の大きく、影響力が大きいと考えられる2次支川を含め、本支川を一体で扱い、すべての河川で観測水位データを境界条件とし、本川同様河道断面形を用いた平面2次元非定常洪水流計算を行った。境界条件および計算条件について表1に示す。

3. 千歳川および2次支川による本川・千歳川下流への影響

図3の台風7号による千歳川の洪水水面形が示すように、本洪水では、降雨が千歳川流域に集中したことにより、本川からの背水の影響を大きく受けずに千歳川を流下していることが分かる。ただ、2次支川の影響が強く、8月18日0時では、漁川や幾春別川といった2次支川からの流下により、1次支川の千歳川の上流で背水の影響が出ている。また、台風11号の影響を受けた21日0時や18時では、本川の背水の影響を非常に強く受け、特に18時では、今回解析の上流端とした西腰付近まで背水の影響を受けていることが分かる。

今回の解析では、表1で示すように、解析区間にある主要な2次支川においても非定常洪水流解析を行い、2次支

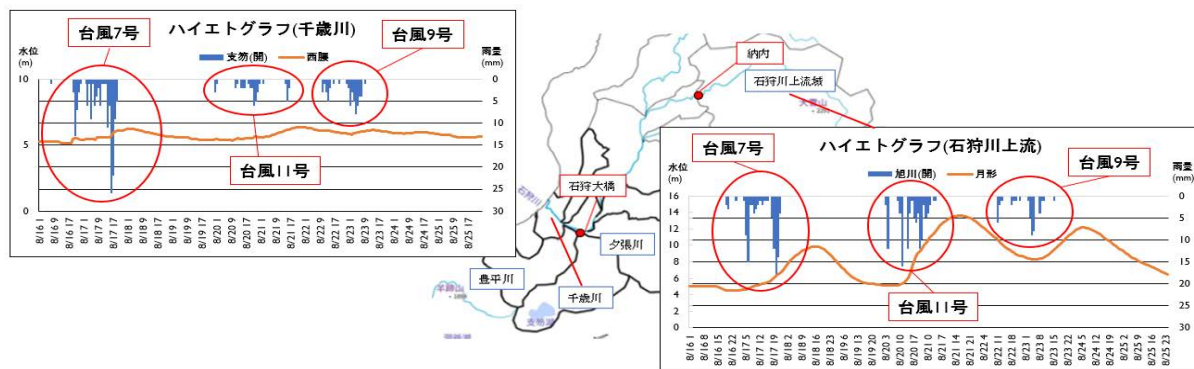


図 2. 石狩川流域ハイエトグラフ

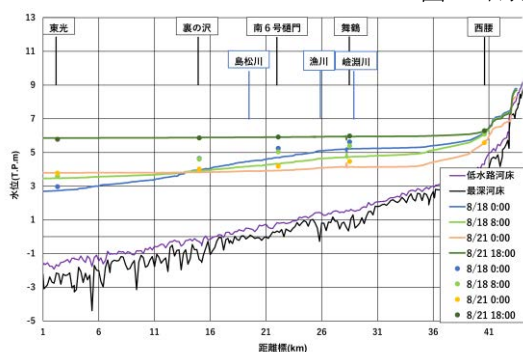


図 3. 千歳川水面形

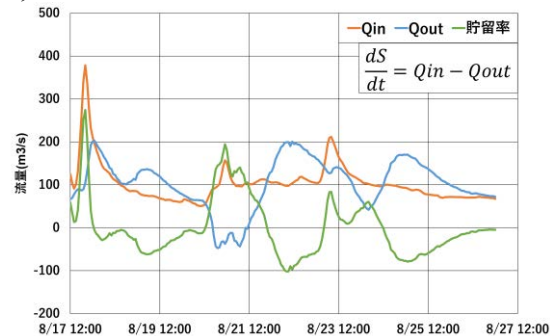


図 4. 千歳川の流入量(Qin)流出量(Qout)・貯留率(dS/dt)

川の水面形を計算で求めている．そのため、千歳川上流端西腰での流量に、千歳川に流入する 2 次支川の解析上流端での解析流量を加えた千歳川全体の流入量 Q_{in} と、千歳川の流末での流出量 Q_{out} 、さらにその差で表される千歳川流域の貯留率の時間的変化 dS/dt を、解析結果から図 4 として求めている．この図からわかるように、千歳川流域での降雨が中心となった台風 9 号による洪水である 8 月 17 日～8 月 20 日では、千歳川のピーク流入量が $380\text{ m}^3/\text{s}$ であるのに対し、貯留率は $275\text{ m}^3/\text{s}$ となり、

背水の影響の少ない洪水であっても、貯留率は流入量の 72% となる．

また、この洪水の期間において、貯留率が負の値をとる時間が、正の値をとる時間の 4 倍程度あることから、河道に貯めた水を非常にゆっくりと流下させ、石狩川本川の水位低下にもたらしている．さらに、石狩川上流域での降雨が中心となった台風 11 号による洪水である 8 月 20 日～8 月 22 日では、ピーク流入量が $155\text{ m}^3/\text{s}$ であるのに対し、貯留率が $195\text{ m}^3/\text{s}$ となり、貯留率が流入量を超す 124% となっている．このことは、千歳川河道での貯留が、本川からの逆流により本川下流の洪水被害の低減を担っていることが分かる．最後に、図 5 に、総降雨量と河道への総流入量、河道貯留量および流末から本川への流出量を示す．降雨量は、解析対象とした千歳川流域における雨量観測所での観測値から、ティーセン法により求めたものである．これより、総降雨量 1.8 億 m^3 に対し、河道への総流出量が 9 千万 m^3 であることから、千歳川支川群の河道への流出率は 0.5 程度であり、この値は一般に言われている値より小さい．これは上流域に存在する支笏湖、漁川ダム等へ貯留され、河道への流出が抑制されたためと考えられる．今回の解析では、3 洪水での貯留量を Q_{in} と Q_{out} から求めており、負の貯留量となっている時間帯が存在する．これは千歳川の河道特性を表すものであり、さらなる考察が必要である．

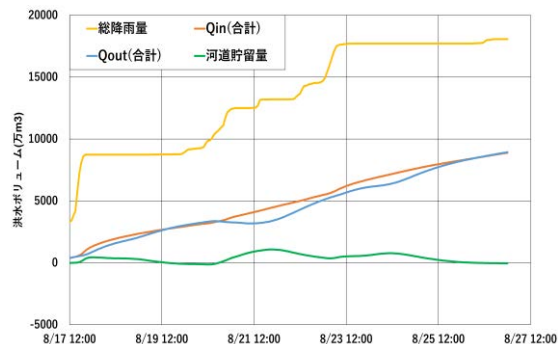


図 5. 千歳川流域の水収支の時間分布

参考文献

- 1) 見上哲章ら：土木学会論文集 B1(水工学) Vol. 77, No. 2, I_427-I_432, 2021. I_42
- 2) 福岡捷二ら：河川技術論文集，第 22 巻，pp. 373-378, 2016