

北海道における気候変動を踏まえた河川事業に係る取り組みについて



水落 彰宏

REPORT

技術本部 河川環境部
水落 彰宏 技術士(建設部門)

概要

近年、地球温暖化に伴う気候変動の影響により施設の整備規模を上回る規模の降雨が頻繁に発生しており、気候変動による外力の増大に対して具体的な対策を講じる必要性が高まっている。北海道においても例外ではなく、時間雨量 30mm を超える短時間雨量の発生が約 30 年前の 2 倍程度になる等、短時間強雨の発生回数が増加している。本稿では、令和 4 年度に実施した業務を対象に気候変動を踏まえた河川事業に係る取り組み事例について紹介する。

キーワード | 気候変動、河川事業、洪水防御方式、ハード対策、ソフト対策

1. はじめに

近年、全国各地で記録的豪雨が毎年のように発生し、河川の整備規模を上回るような雨量が記録されている。北海道においても例外ではなく、平成 28 年 8 月の大雨により甚大な被害が発生するなど、近年、洪水被害が頻発化・激甚化している状況にある。

今後も気候変動の影響により降雨量の増大等が懸念されていることを踏まえ、平成 30 年 4 月に有識者からなる「気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会」が設置され、令和 3 年 4 月に「気候変動を踏まえた治水計画のあり方—提言 改訂版」(以下、「提言改訂版」)が公表されている。

本稿では、「提言改訂版」の考え方をもとに、令和 4 年度に実施した業務を対象に気候変動を踏まえた河川事業に係る取り組み事例について紹介する。

2. 現在の河川整備における問題点と課題

新たに河川事業を立ち上げる際の流れは、図-1 のとおりである。河川の改修規模の設定に際しては、河川の重要度(一級河川、二級河川)や河川形態(市街地、農地)、上下流のバランス、近隣他河川の改修規模、既往洪水のカバー状況等を勘案して定める。

ここで問題となるのが、現在の河川整備では将来起こり得る気候変動のことまでは考慮されていないことである。

今後の河川整備においては、気候変動による外力の増大を踏まえた検討も行っていく必要があり、検討を進める上で、以下のような問題点が挙げられる。

【気候変動を踏まえた検討を行うための問題点】

- ①気候変動の影響によって計画値がどの程度増大するか
- ②増大した外力によってどの程度被害が拡大するか
- ③現在進行中の河川事業に対して手戻りの少ない河川整備をどのように進めていくか

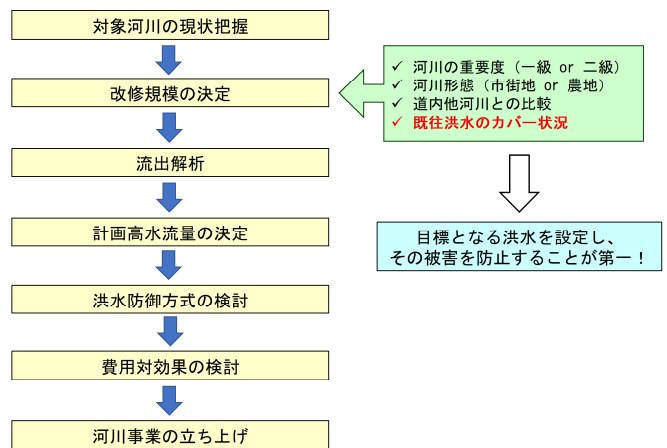


図-1 河川事業立ち上げまでの流れ

3. 気候変動シナリオと降雨量の変化倍率

国連気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第5次評価報告書では、温室効果ガス濃度の推移の違いによって4つのシナリオ(表-1参照)が用意されており、温室効果ガスが現在のように排出され続け温暖化が進んだ場合のRCP8.5(4℃上昇シナリオ)、温室効果ガスの実質的な排出量をほぼゼロにする最も温暖化を抑えたRCP2.6(2℃上昇シナリオ)等が示されている。

「提言改訂版」によると現時点において河川事業に反映させる外力の基準とするシナリオは、2℃上昇相当を基本とするべきとしている。

RCP2.6 と RCP8.5 における降雨量の変化倍率を表-2 に示す。

表-1 気候変動シナリオ

シナリオ	温暖化対策	シナリオ（予測）のタイプ
RCP 2.6	最大	低位安定化シナリオ 将来の気温上昇を2℃以下に抑えるという目標のもとに開発された排出量の最も低いシナリオ
RCP 4.5	中	中位安定化シナリオ
RCP 6.0	小	高位安定化シナリオ
RCP 8.5	対策なし	高位参照シナリオ 2100年における温室効果ガス排出量の最大排出量に相当するシナリオ

表-2 降雨量変化倍率

地域区分	RCP 2.6 2℃上昇	RCP 8.5 4℃上昇	短時間
	北海道北部、 北海道南部	1.15	
九州北西部	1.1	1.4	1.5
その他 (沖縄含む) 地域	1.1	1.2	1.3

4. 検討事例

4-1. 対象業務の概要

石狩川水系石山川は、砂川市北西部の石山に源を発して、砂川市街地を西流し、南空知太樋門で空知川に合流する流域面積 4.3 km²、流路延長 3.8 km の一級河川である。

石山川では、空知川合流点から上流 3.0km の河川改修が進められており、近年中に整備が完了する予定となっている。

そこで、現行計画の整備完了に伴い、気候変動の影響を考慮した洪水に対し、氾濫の危険性を把握し、気候変動を踏まえた治水計画、および整備メニューの検討を行った。

4-2. 計画規模および計画高水流量について

石山川は、砂川市街地を貫流している一級河川となっており、石山川流域が商業地や宅地を主とした都市河川であるものの、空知川への参加流量等を踏まえて、改修規模を N=1/10、計画高水流量 40m³/s（空知川合流点）としている。

石山川における流出解析諸元および河川整備計画における流量配分図は以下に示すとおりである。

◀ 流出解析諸元 ▶

計算手法 : 合理式
 計画規模 : N=1/10
 降雨資料 : 北海道の大雨資料第 10 編 (岩見沢)
 流域面積 : 4.3km²
 流出係数 : 0.71
 洪水到達時間 : 0.67hr
 計画高水流量 : 40m³/s (空知川合流点)

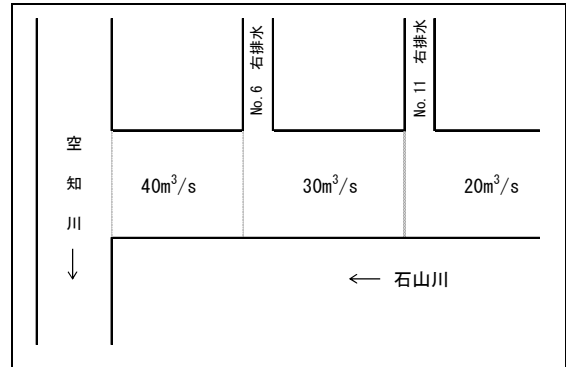


図-2 河川整備計画における石山川の流量配分図

4-3. 気候変動を考慮した降雨量および流量について

気候変動を考慮した降雨量は、「3. 気候変動シナリオと降雨量の変化倍率」で示したとおり、RCP2.6 における降雨量変化倍率 1.15 を用いて算出した。変化倍率を乗じる降雨量については、現在の整備規模における降雨量のほか、石山川が一級河川であり、砂川市街地を貫流している都市河川であることを踏まえて、50年確率規模の降雨量（以下、1/50 降雨量）も対象とした。気候変動を考慮した降雨量を表-3 に示す。

表-3 気候変動を考慮した降雨量

	石山川 整備規模	気候変動考慮 ケース 1	気候変動考慮 ケース 2
	1/10降雨量	1/10降雨量 × 1.15倍	1/50降雨量 × 1.15倍
雨量強度 (mm/hr)	47.15	54.22	79.13
確率評価 (10編) ※1	1/10年	1/17年	1/106年
確率評価 (14編) ※2	1/9年	1/15年	1/106年

※1) 改修計画が立案された当時の大雨資料第10編を用いたときの確率評価
 ※2) 最新の大雨資料第14編を用いたときの確率評価

表-3 に示した降雨量を用いて、合理式により流量を算出した結果を図-3 の流量配分図に示す。1/10 降雨量および 1/50 降雨量を 1.15 倍したときの流量はそれぞれ、現在の整備計画流量に対して、1.15 倍および 1.75 倍となった。

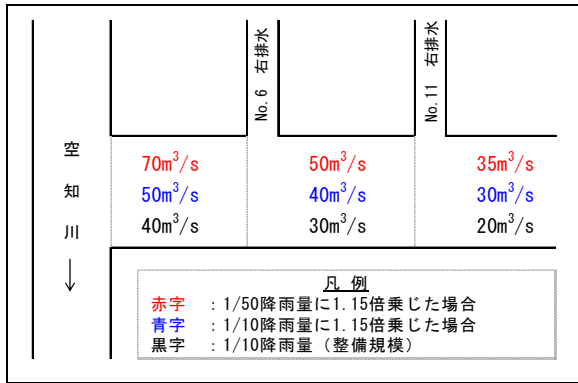


図-3 流量配分図

4-4. 外力の増大による被害区域の推定

本項では気候変動により増大した外力によって、どの程度被害が拡大するかを把握するため、氾濫シミュレーションを実施した。

氾濫シミュレーションは、改正水防法に準拠した「洪水浸水想定区域図作成マニュアル（第4版）」（以下、「マニュアル」として記載）をもとに行った。

(1) 検討対象流量

検討対象流量は、図-3の流量配分図に示した a) 1/10 降雨量を 1.15 倍したときの流量と b) 1/50 降雨量を 1.15 倍したときの流量の 2 ケースを対象とした。各ケースの流量ハイドログラフを図-4 および図-5 に示す。

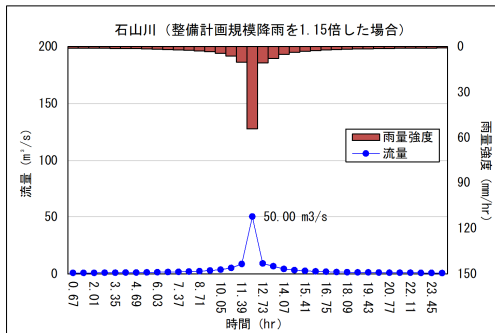


図-4 流量ハイドログラフ

(1/10 降雨量を 1.15 倍したときの流量)

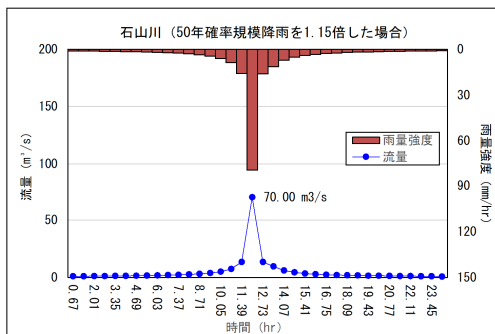


図-5 流量ハイドログラフ

(1/50 降雨量を 1.15 倍したときの流量)

(2) 氾濫水理モデルの設定

氾濫シミュレーションを行うために、氾濫水が広がる可能性のある範囲を 25m×25m メッシュに分割して、氾濫水理モデルを作成した。

25m メッシュの中には計算に必要な「標高」「空隙率」「粗度係数」等のパラメータを入力した。

(3) 外力の増大による被害区域の推定

前述した 2 ケースの流量を対象として氾濫シミュレーションを実施した結果、a) 1/10 降雨量を 1.15 倍したときの流量では氾濫が生じない結果となった。

一方、図-6 は、b) 1/50 降雨量を 1.15 倍したときの流量を対象とした場合の洪水浸水想定区域図である。当該流量は石山川の整備流量の 1.75 倍の流量となっているが、石山川沿川の背後地盤高が高く、堤内地側には図中の丸印のところを除いて、氾濫しない結果となった。

以上より、石山川は気候変動による外力の増大に対しても安全性が高い河川であるといえる。

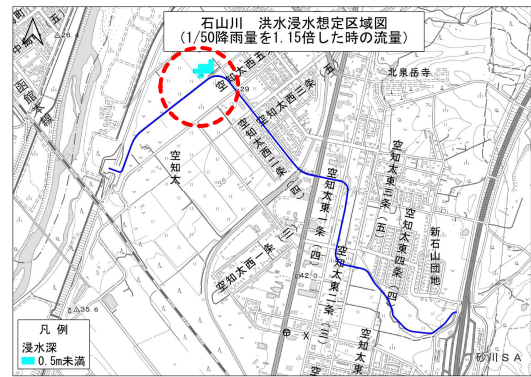


図-6 洪水浸水想定区域図

(1/50 降雨量を 1.15 倍したときの流量)

4-5. 河川整備メニューの検討

前述のとおり、外力の増大に伴う氾濫は少ないが、現行計画の計画高水位を超過し、橋梁が水没する等の危険な状態になることから、河川整備メニューの検討を行った。気候変動への影響を踏まえた洪水防御方式は、手戻りの少ない河川整備メニューとして、①河道拡幅案と②HWL 嵩上げ案、③遊水地案の 3 案とした。

検討対象流量は、「4-4. 外力の増大による被害区域の推定」において溢水氾濫が生じた「1/50 降雨量を 1.15 倍したときの流量」とした。

いずれの案についても周辺環境への影響は避けられないことから、コストに着目して比較検討を行った。なお、概算工事費は土量、護岸、橋梁、遊水地監視施設等に着目して算出した。

比較検討の結果、コスト的に最も優位となる河川整備メニューは「②HWL 嵩上げ案」となった。

(1) 河川整備メニューの検討

① 河道拡幅案 [概算工事費：23.4 億円/4 橋架替]

河道拡幅案については、検討対象流量 $70\text{m}^3/\text{s}$ を流下可能な断面として、極力、堤内地側への影響を避けるため、5分断面で川幅を拡幅することを基本とした。なお、縦断形については現行計画の縦断形を踏襲した。

河道拡幅案の検討結果を図-7 に示す。石山川は全川護岸の河川となっているため、護岸はすべて新設する計画となる。

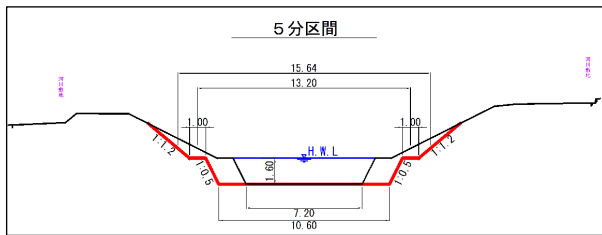


図-7 河道拡幅案

② HWL 嵩上げ案 [概算工事費：10.3 億円/3 橋架替]

HWL 嵩上げ案は、現在の計画高水位よりも60cm 上げることで検討対象流量 $70\text{m}^3/\text{s}$ を流下可能な断面となる。なお、積みブロックの天端よりも計画高水位が高くなることから、流水により法面の侵食を防ぐため、連節ブロックを新設する計画とした (図-8 参照)。

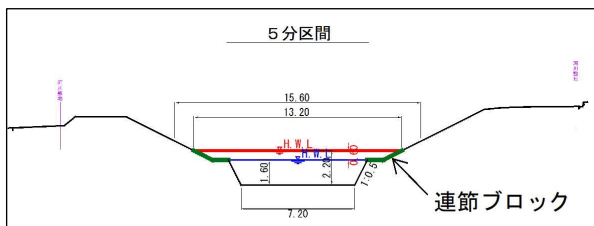


図-8 HWL 嵩上げ案

③ 遊水地案 [概算工事費：14.7 億円 (遊水地 5.3 億円+河川改修 9.4 億円 (HWL 嵩上げ)) /3 橋架替]

図-9 は、石山川沿川の土地利用状況や背後地盤高との比高差等から選定した遊水地候補地である。遊水地候補地の選定にあたっては、国土地理院が公開している航空写真や陰影起伏図等を活用し、作業の効率化を図った。

当該遊水地でカットできる流量は約 $10\text{m}^3/\text{s}$ となっており、遊水地カット後の流量であっても整備計画流量以下にはできない結果となった。このため、遊水地の整備と合わせて、河川改修も必要となる。

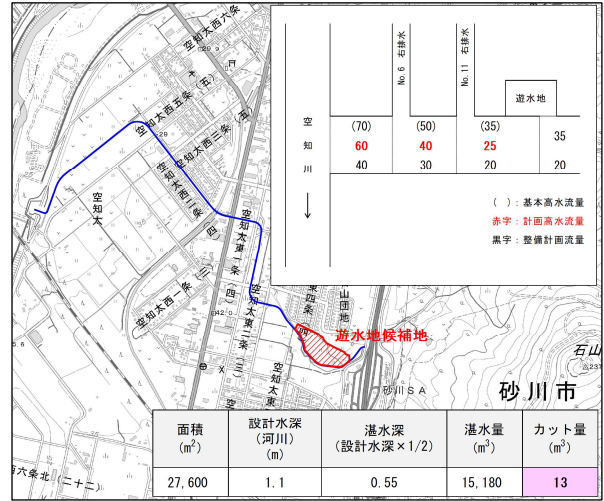


図-9 遊水地候補地

(2) 総合評価

本検討事例においては、遊水地の適地が少なかったことや掘込河道であったこと等から、「HWL 嵩上げ案」がコスト的に最も優位な案となった。しかしながら、①案や②案による更なる河川改修を行う場合、護岸の新設等の手戻りが生じることや沿川住民の生活環境等に対して、再度、多くの影響を及ぼすことになる。

このようなことから、気候変動への取り組みを推進していくための河川整備メニューとして、図-10 に示すような段階的な整備内容を提案した。

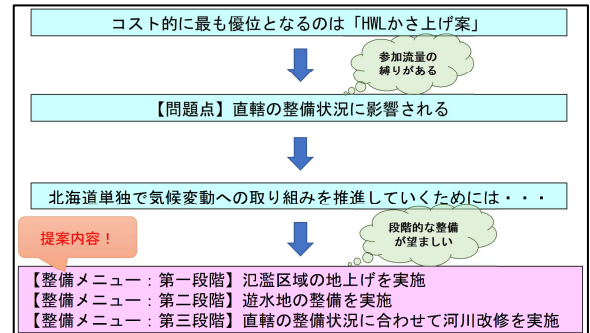


図-10 気候変動を踏まえた河川整備メニュー

(3) おわりに

本稿では、「気候変動を踏まえた河川事業に係る取り組みについて」の事例紹介を行ったが、北海道において、「手戻りの少ない河川整備」を推進していくためには、ダム・遊水地等の面的整備が有効と考えられる。このため、今後、遊水地整備等の事例についても検討を進め、その有効性について検証していきたい。

<参考文献>

気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会：『気候変動を踏まえた治水計画のあり方 提言』, 令和3年4月改訂。