

湧別川の侵食特性を考慮した河岸侵食対策について

網走開発建設部 遠軽開発事務所 河川課 ○加勢 功明
市原 哲也
水口 守

湧別川は全国有数の急流河川であり、出水時には砂州やみお筋が大きく変化し、河岸侵食による堤防や高水敷の被害が頻発している。近年では令和3年の融雪出水により堤防直近まで河岸侵食が進行するなど、侵食対策が喫緊の課題となっている。

本報告では、湧別川の砂州やみお筋等の河道の変化と河岸侵食の関係性に着目し、侵食特性を踏まえた河道の安全度評価と河岸侵食対策の取組について報告するものである。

キーワード：急流河川、河床低下、河岸侵食、河道評価

1. はじめに

湧別川は全国有数の急流河川であり、河床勾配(図-1)からわかるとおり中流部から下流部の河床勾配が約1/250～約1/500と非常に急勾配となっている。そのため、出水時には高速流が発生することから、堤防の侵食破壊を防ぐため、通常の高水護岸に加え、その下部に根固めブロックを設置する「高速流対策」を実施している。

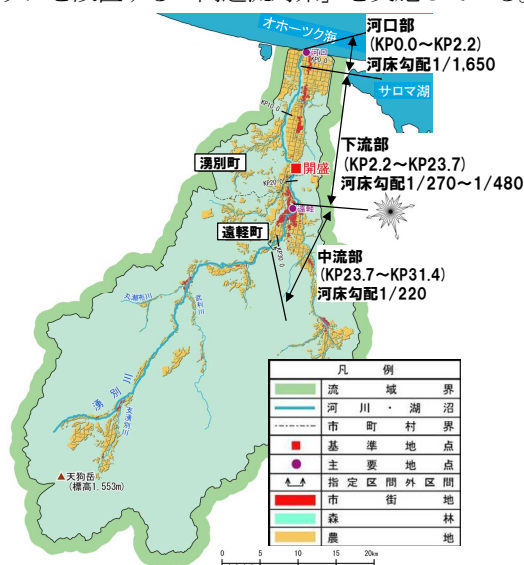


図-1 湧別川流域の概要

2. 湧別川の現状と課題

湧別川では出水時に全川にわたって河岸侵食が頻発しており、近年では令和3年の融雪出水により、堤防保護ラインが蛇行部に沿って大きく侵食され堤防付近まで河岸侵食が発生した(図-2)。また、平成30年出水では、遠軽町市街地において、河床低下によりいわね大橋の橋脚沈下が発生し通行止めになるなど(図-3)、河道の変状が重要インフラに与える影響は大きなものとなっている。

湧別川流域の気候はオホーツク海側の気候区分に属し、全国平均1700mmに対して平均年間降水量は800mm程度と少ない地域であるが、今後の気候変動による降雨量の増加の影響を踏まえると、出水時の河道安全度を確保するため、湧別川の急流・急勾配に適応した早急な対策が必要である。



図-2 令和3年融雪出水



図-3 平成30年いわね大橋の橋脚破損

3. 河道変化と侵食の関係

湧別川の侵食特性を把握するため、セグメントと砂州形態から沖積河道区間を分類するため、最深河床高縦断面図に基づき(図-6)、河口部 (KP0.0～2.2、セグメント2-1、河床勾配1/1,650)、下流部 (KP2.2～23.7、セグメント2-1、セグメント1、河床勾配1/480～1/270)、中流部 (KP23.7～31.4、セグメント1、河床勾配1/220) で河道を分類した。河道区間の分類と土砂収支に着目し、侵食箇所との関係性について整理した。

最深河床の変動高縦断面図(図-4)から、全川的に河床低下傾向となっていることがわかる。

平成10年以降の各期間における土砂収支の変遷(図-5)をみると、「①H10→H18-19、②H18-19→H25」の2期間では全川的に洗掘・侵食が多発し土砂収支がマイナスとなっているが、「③H25→H30-R1」期間では、堆積量が洗掘・侵食に比べて多く、中流部を除いて全川的に土砂収支がプラスとなっている。

要因として、①・②期間ではH13出水やH23出水などの大規模出水の影響で河岸侵食が発生したことや、③期間ではH28出水など短期間に大規模出水が連続したことが挙げられるが、流域から河道への土砂流出量が不明であるため、明確な根拠とはいえない。

また、最深河床高縦断面図と河岸侵食箇所の関係(図-6)から、主に下流部(KP2.2～23.7)で河岸侵食が頻発しており、淵よりも瀬頭(縦断的に勾配が急になる箇所)で河岸侵食がしやすい傾向があることから、河床低下箇所と河岸侵食箇所には相互に関係性がみられる。

湧別川における大規模な河岸侵食は、砂州移動に伴う蛇行頂部の移動により発生しているものが多い(図-7)。一般的には蛇行部においては横断方向に侵食が発生することとなるが、湧別川においては侵食延長の縦断的な蛇行移動は大きくても、横断方向には河岸侵食を引き起こしていない場合も見受けられる。

以上のことから、河道変化と侵食の関係性を考えると、

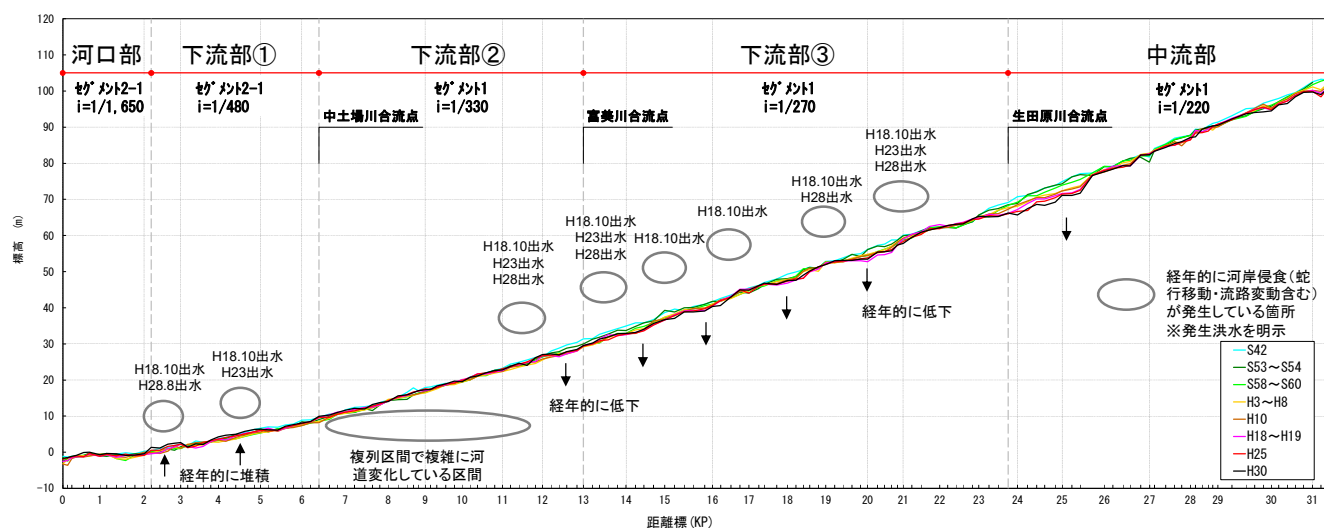


図-6 最深河床高縦断面図と河岸侵食箇所の関係

セグメント1下流部②の様な複列区間で複雑に河道変化をしている箇所や、低水護岸により河岸侵食や蛇行頂部の移動を規制しているような箇所、不規則な堆積や洗掘を招いている可能性が示唆され、予期せぬ大規模侵食につながる可能性があると考えられる。

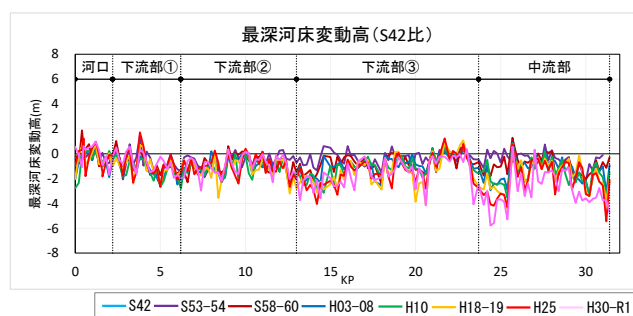
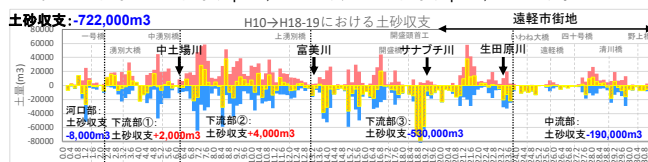


図-4 最深河床変動高縦断面図

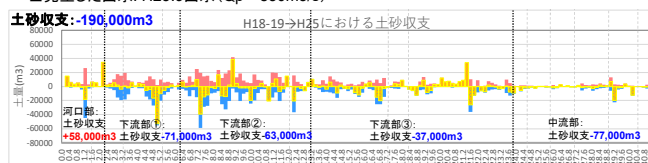
①H10→H18-19期間

■発生した出水: H13.9出水 (Qp=1,010m³/s)、H18.10出水 (Qp=1,350m³/s) 等



②H18-19→H25期間

■発生した出水: H23.9出水 (Qp=830m³/s)



③H25→H30-R1期間

■発生した出水: H28.8出水 (Qp=1,100m³/s)、H30.7出水 (Qp=920m³/s)

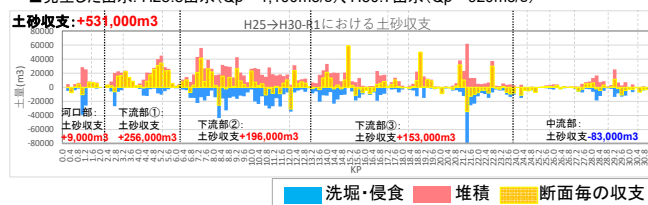


図-5 湧別川における土砂収支

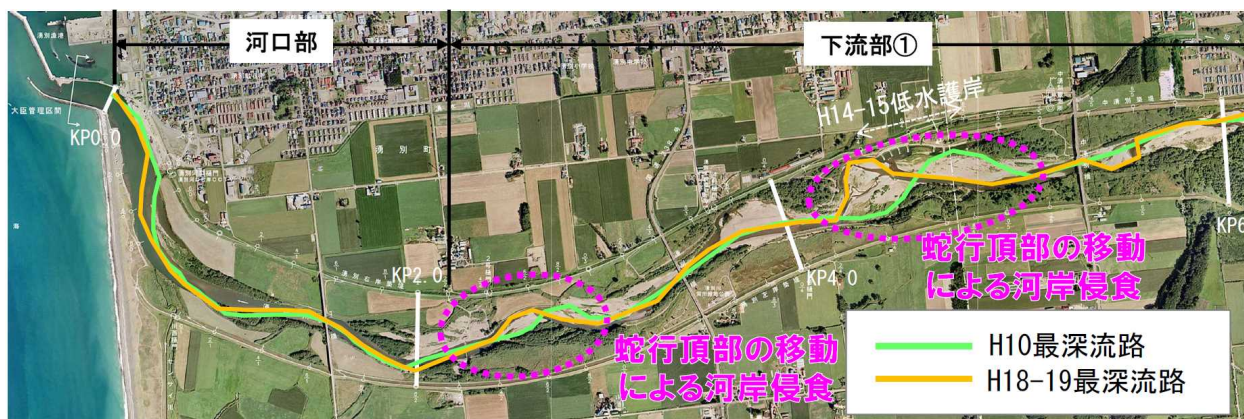


図-7 蛇行頂部の移動による河岸侵食

4. 河床変動解析による河岸侵食特性検証

河道の変化と侵食の関係性をふまえ、砂州や蛇行頂部の移動と河岸侵食の関係に着目し、河床変動解析により検証を行った。

(1) 計算条件

蛇行移動に伴う河岸侵食要因について、平面2次元河床変動解析による検証を行った。平成23年9月出水前後にKP10.0～13.0で発生した河岸侵食に着目し、表-1の条件でiRIC (Nays2dh) による河床変動解析を行った。

(2) 計算結果

計算水位縦断面図を図-8に示す。計算水位（低水路の平均水位）は、痕跡水位と概ね一致しており、粗度係数等の設定条件は妥当であると判断した。

河床変動高コンター図(図-9、図-10)より、実測値と計算結果を比較すると、格子間隔や河岸侵食のモデル係数（河岸の水中安息角、河床材料粒径等）の調整等で精度向上の余地はあるものの、砂州移動に伴い蛇行の頂部が移動して河岸侵食が生じるという河岸侵食傾向は再現できたことで、蛇行頂部の移動が河岸侵食要因となっていることが確認された。

表-1 計算条件一覧表

項目	設定内容
計算区間	湧別川 KP10.0～13.0
河道形状	平成18年横断 (H23.9出水前)
平面形状	流下方向：140測線 (約20.0m間隔) 横断方向：61測線 (約10.0m間隔)
粗度係数	計画粗度係数
樹木	投影面積密度 a_w (透過係数) 樹高10m： $a_w=0.025$ ※樹林化構造予測式から想定
起算水位	等流起算 ※河床勾配1/330
流量	$Q_{max}=954.26\text{m}^3/\text{s}$ ※H23.9出水 100 m^3/s 以上
河床材料	単一粒径 $d=36.11\text{mm}$ (H10のKP3.0～13.0の平均) ※セグメント平均

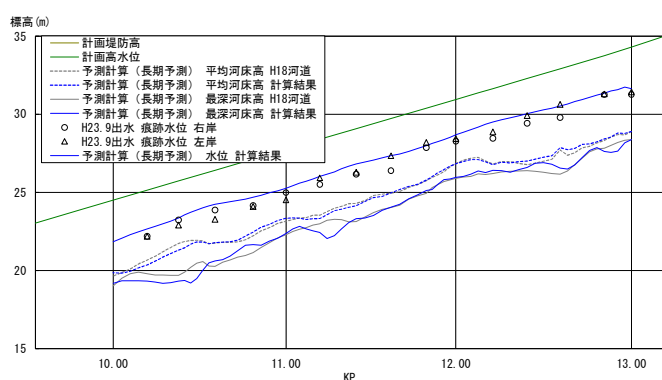


図-8 計算水位縦断面図

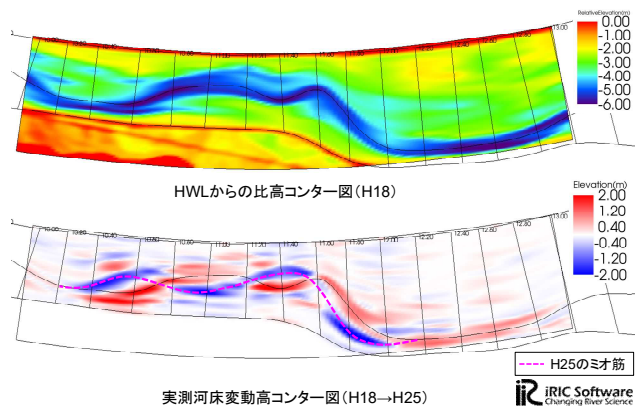


図-9 河床高・河床変動高コンター図 (実測値)

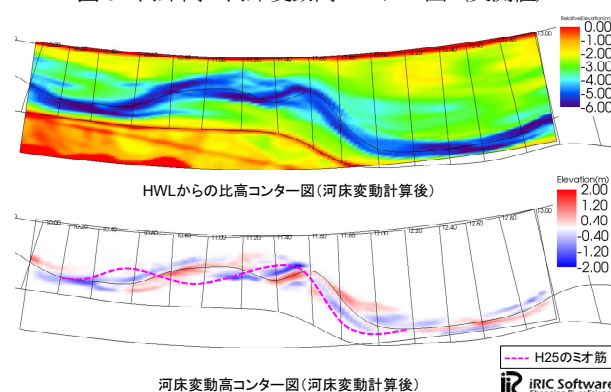


図-10 河床高・河床変動高コンター図 (計算結果)

5. 河道安全度評価

(1) 評価手法

河道の安全度評価は、高水敷幅と侵食予測幅から行うこととし、護岸等の健全度評価や河岸侵食の危険度を踏まえ、将来的な侵食幅に基づく破堤危険度を評価した。

a) 護岸等の健全度評価

護岸の健全度は、堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領」を踏まえ、表-2に示すように護岸の機能に支障が生じているかに着目し評価した。

b) 河岸侵食の危険度評価

河岸侵食の危険度評価は、将来的な河岸侵食予測幅が、堤防法線・堤防防護ライン・河岸侵食管理ライン等に達する可能性があるかに着目し評価した。なお、河岸侵食管理ラインとは、将来の河岸侵食を考慮した管理ラインとして設定したものであり、将来の河岸侵食予測幅は、各区間における最大侵食幅で設定した。

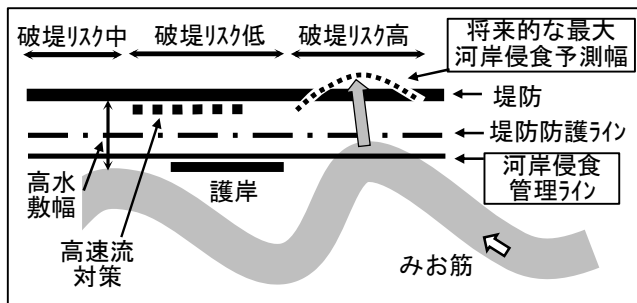


図-11 破堤危険度に対する河道安全度評価のイメージ

表-2 護岸等の健全度に対する評価基準（案）

健全度	段階	護岸機能	例
a	異常なし	◎	・変状なし ・護岸前面に土砂堆積 ・護岸が土砂で被覆 ・被災後補修済み
b	要監視・予防保全段階	○	・根固工の露出 ・根固工の沈下
c	措置段階	×	・根固工の浮き上がり ・護岸や根固工の破損、流出
d	護岸無し	—	—

c) 安全度評価

護岸の健全度評価及び河岸侵食の危険度評価を踏まえ、図-12に示す評価マトリックスを用いて破堤リスクを評価した。

(2) 安全度評価結果

上記手法による安全度評価結果を図-13に示す。低水護岸が設置されておらず、河岸侵食予測幅に対し現況高水敷幅が不足するような箇所、河岸侵食による破堤リスクが高くなっている。

表-3 河岸侵食に対する評価基準（案）

危険度	内容	評価基準
a	堤防被害（決壊・流出）の可能性が高い箇所	今後の蛇行の移動による河岸侵食が発生した際に、蛇行頂部が堤防法尻（堤外地）を割り込むと想定される区間。
b	河岸侵食が堤防の近傍に達する可能性が高い箇所	今後の蛇行の移動による河岸侵食が発生した際に、蛇行頂部が堤防防護ラインを割り込むと想定される区間。
c	河岸侵食が堤防の近傍に達する可能性がある箇所	今後の蛇行の移動による河岸侵食が発生した際に、蛇行頂部が河岸侵食管理ライン（実績最大侵食幅）を割り込むと想定される区間。
d	上記以外の箇所	上記に該当しない区間。

		(2) 河岸侵食の危険度評価			
		a	b	c	d
(1) 護岸等の健全度評価	d	高リスク	高リスク	中リスク	低リスク
	c	中リスク	中リスク	中リスク	低リスク
	a, b	低リスク	低リスク	低リスク	低リスク

図-12 安全度評価マトリックス

KP	護岸の健全度評価					河岸侵食に対するリスク評価					破堤リスクの評価
	H30-R1 最深河床高	護岸基礎高	判定	既設護岸状態	健全度 評価結果	蛇行頂部移動後の 高水敷幅	必要高水敷幅	管理高水敷幅	高水護岸 設置有無	危険度 評価結果	
〇〇	15.49	16.46	×	根固露出	b	144.490	40	92	—	d	低リスク
〇〇	18.09	18.2	×	前面土砂堆積	a	47.942	40	92	—	c	低リスク
〇〇	18.46	17.63	○	前面土砂堆積	a	1.237	40	92	—	b	低リスク
〇〇	19.57		—		d	-21.544	40	92	—	a	高リスク

図-13 安全度評価結果の例

6. 今後の対策方針

以上のことから、湧別川では複列区間の複雑な河道変化や、蛇行頂部の移動の規制による不規則な堆積や洗掘により大規模な河岸侵食が懸念され、湧別川の特性を踏まえた河岸侵食メカニズムを十分に把握した上で、災害リスクの高い箇所に効果的な対策を実施する必要がある。

現在、リバーカウンセラーや寒地土木研究所と連携し、湧別川河岸侵食対策勉強会を立ち上げ、河岸侵食メカニズムについて詳細な分析を進めるとともに、効果的・効率的な河岸侵食対策工を検討しているところである。

今後、湧別川の河道特性や安全度評価結果を踏まえ、多様な自然環境（サケ科魚類の遡上・産卵環境、鳥類の生息・生育環境等）と河道安全度のバランスがとれた「湧別川らしい」河岸侵食対策案の立案を目標とし検討を進める。

参考文献

- 1) <https://i-ric.org/ja/>
- 2) 国土交通省 水管理・国土保全局, 河川環境課: 堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領, H31.4, https://www.mlit.go.jp/river/shishin_guideline/kasen/pdf/01_teibou_tenkenhyouka_youryou.pdf.
- 3) 国土交通省 湧別川水系河川整備基本方針
<https://www.hkd.mlit.go.jp/ab/tisui/v6dkjr0000002vjcatt/1.kihonhoushin.pdf>