

# サケ産卵域の保全・維持に配慮した河道掘削の検討

野上 毅・川村里実・巖倉啓子・伊藤禎朗

## 1. はじめに

近年、河道内の砂州や滞筋の固定化に伴い、砂州上の樹林化や川幅縮小などの現象が顕在化しており、流下能力の維持・向上のための対策が重要な課題となっている<sup>1)</sup>。また、砂州上の樹林化の進行に伴い、陸域と水域の高低差が拡大するといった現象が顕著になると、浅瀬の消失により、例えばサケの産卵環境の悪化など、魚類生息環境への影響も懸念される<sup>2),3)</sup>。

流下能力向上のための対策として、樹木伐採や河道掘削の実施が挙げられる。しかしながら、掘削により河道を拡幅する場合は、その後の出水による河道変化において川幅が維持できなければ、長期的な対策の効果は期待できない。礫床河川における安定な断面形状（川幅、水深）は、流量、河床勾配や河床材料などによって規定されることが知られており<sup>4)</sup>、効率的な維持管理の観点からも、長期的に維持可能な適切な掘削断面の設定が求められる。また、同時に再樹林化の抑制も維持管理上の重要な観点となる。

本稿では、豊平川を対象に実施した河道掘削の事例を紹介する。これは、長期的に安定し得る川幅を検討した上で、再樹林化抑制とサケ産卵域保全・維持を図ることを目的として掘削断面を設定した事例である。河床変動計算および産卵環境評価により河道掘削後の将来予測を実施することによって掘削の影響についても検討している。

## 2. 対象河川の特徴

豊平川は、流域面積902km<sup>2</sup>、流路長73kmの190万都市・札幌の中心部を流れる河川であり、普段は市民の貴重な憩いの場であるとともに、鳥や魚の生息場所として重要な連続性を持つ空間である。一方、大都市を流れる急勾配な河川であり、昭和25年から昭和48年にかけては、河道の安定のために床止工の設置、昭和40年代から50年代

にかけて、堤防の保護などを目的に、高水敷の造成、低水護岸工が行われた。

図-1は扇状地を流れる豊平川の河床縦断面図(低水路平均河床)を示す。市内中心部のKP10~11付近(合流点より10km地点)に河床勾配の変化点を持ち、その前後に伏流水が豊富なサケ産卵床がみられる。勾配変化点の上流側は、急流河川としての特徴を持ち、下流側は緩流河川としての特徴を持っている。

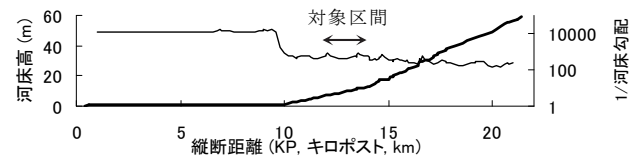


図-1 豊平川の河床縦断面図

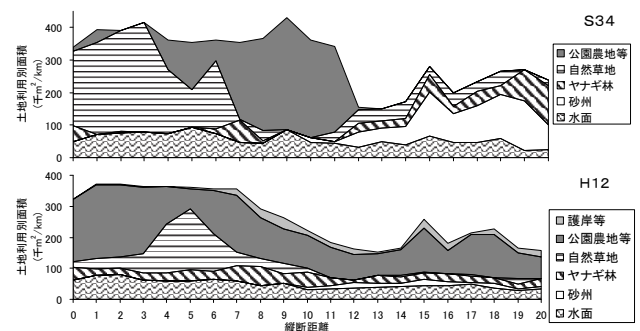


図-2 豊平川河川敷地の土地利用別面積の変遷<sup>5)</sup>  
図上(1959年)、図下(2000年)

図-2は、豊平川河川敷地の土地利用の変遷を示す<sup>5)</sup>。1959年には、KP7より下流で自然草地が多くを占め、KP11より上流では砂州が多くを占めていたが、2000年には、自然草地や砂州は減少し、生態系としての機能も大きく変化してきたことが窺える。

本検討で対象とした区間KP12.0~KP13.6の航空写真を写真-1に示す。当該区間の平均河床勾配は1/500前後である。また扇状地上の急勾配河道区間の最下流に位置し、下流側の緩流部(河床勾配1/1,000~1/10,000)と接する区間でもある。そのため、既往の予測結果<sup>6)</sup>からも、中長期的な土砂堆積傾向のある区間である。低水路内の砂州上において樹林の繁茂が読み取れる。



写真-1 解析対象区間（豊平川KP12.0～KP13.6）

### 3. 掘削断面の設定および河道変化の予測

#### 3.1 河道掘削断面の設定

掘削計画断面を図-3に示す。まず、掘削による低水路内の拡幅にあたり、拡幅後の再堆積ができる限り抑制されるような安定な川幅<sup>4)</sup>を検討した。ここでは、1/2年確率の出水規模 $370\text{m}^3/\text{s}$ で堆積が生じない川幅を河床変動計算で検討し、その結果として、掘削後の川幅を50mと設定した。この範囲を図-3中に【設定①】として示す。この【設定①】における掘削敷高の設定にあたっては、サケの遡上・産卵を妨げない高さを検討した。ここでは、サケ遡上期間中（9月～12月）の平均流量時にサケの産卵床となり、かつ最低水位時に現況水深が確保されるべく、2011年～2018年のサケ遡上期（9月～12月）の最低水位を掘削敷高に採用した。なお、本掘削の妥当性については、4章で検討する。

次に、図-3中の【設定②】は、河畔林伐採と併せて、平均年最大流量( $Q=480\text{m}^3/\text{s}$ )流下時に樹林化抑制可能な摩擦速度の値<sup>7)</sup>が確保できる敷高まで砂州の切り下げを行った。

このように【設定①】と【設定②】に分けてそれぞれ設定することによって、拡幅した低水路幅を維持し、かつ、サケ産卵床の保全と再樹林化抑制を図ることが可能になるものと期待される。

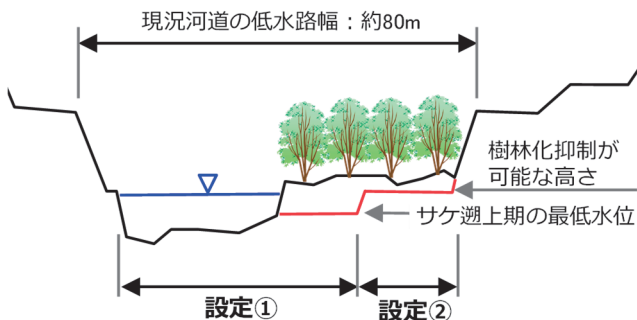


図-3 河道掘削断面模式図

#### 3.2 河道変化の予測計算

現況河道と上記の断面で掘削した河道の2つのケースについて平面二次元河床変動計算を実施し、

流況および河道変化の予測を行った。計算条件を表-1に示す。計算には、ピーク流量が平均年最大流量規模だった2012年5月4日出水（ピーク $469\text{m}^3/\text{s}$ ）の流量ハイドロを適用し、3回繰り返して3年間の計算とした。なお、土砂が移動しない流量（ここでは $320\text{m}^3/\text{s}$ ）以下は計算時間短縮のため除外している。ただし、後述するようなサケ産卵に関する環境評価を実施するために、1つの出水ハイドロ前後にサケ遡上期の平均流量 $17.6\text{m}^3/\text{s}$ を一定時間設定している。

図-5および図-6に、初期河床を現況河道（掘削なし）としたCase0および初期河床を掘削河道としたCase1の計算結果（ $Q=100\text{m}^3/\text{s}$ 時の水深分布）をそれぞれ示す。この図から現況河道と比較して、掘削河道の方が掘削で創出された水深1m前後の水深の箇所面積が大きいことが読み取れる。

表-1 計算条件一覧表

| 項目    | 設定内容                                      |
|-------|-------------------------------------------|
| 解析モデル | iRIC Ver2.3                               |
| 計算区間  | 豊平川 KP11.0～KP15.4                         |
| 計算ケース | Case0: 現況河道（掘削なし）<br>Case1: 掘削河道          |
| 計算格子  | 縦横断方向の格子サイズ：5～10m<br>格子数：縦断方向 441、横断方向 33 |
| 粗度係数  | 低水路粗度係数：0.034～0.035<br>高水敷粗度係数：0.040      |
| 樹木    | 樹木なし                                      |
| 流量    | H24/5/4の実績流量 × 3回                         |
| 起算水位  | 等流水位                                      |
| 河床材料  | 混合粒径(H28 河床材料調査)                          |
| 上流端境界 | 動的平衡                                      |
| 固定点   | 1号床止め(KP13.5)、<br>3号床止め(KP14.5)、高水敷       |

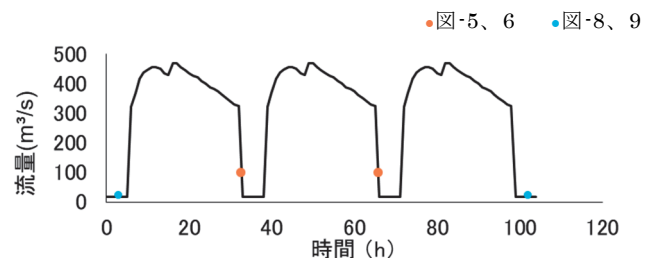


図-4 計算流量（3年分）

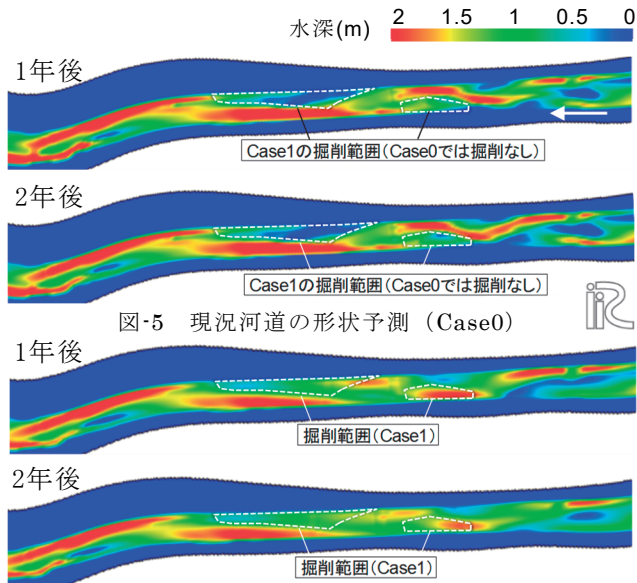


図-5 現況河道の形状予測 (Case0)

## 4. サケ産卵環境の評価手法検討

### 4.1 PHABSIMによる評価

PHABSIM (Physical HABitat SIMulation system)は、多項目の物理環境要素から環境を評価する手法であり、SI値(適性基準値)は、魚類が産卵床として選好し利用する度合を示す値である<sup>8)</sup>。

図-7に産卵床位置における物理量(水深、流速)の頻度分布を示す。ここで物理量は、現況河道におけるサケ遡上期の平均流量 $17.6\text{m}^3/\text{s}$ 時の計算結果(前章)を利用している。これを基に、既往知見<sup>3),10)</sup>を踏まえた上で補正し、選好曲線を作成した(図-7)。なおここで用いた産卵床位置情報は、豊平川さけ科学館<sup>9)</sup>のH30産卵床位置データを用いた。

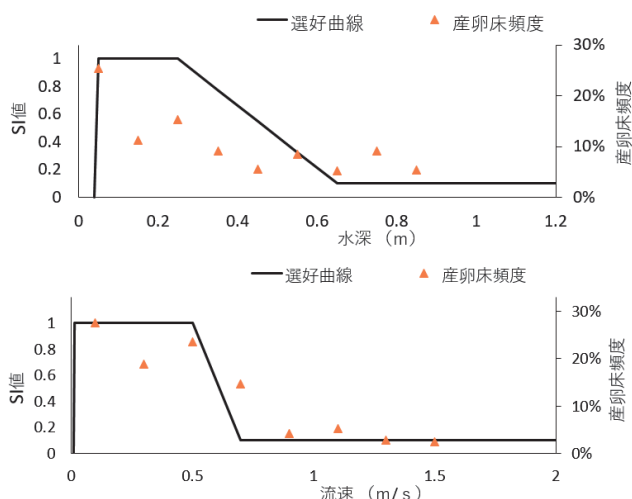


図-7 平面二次河床変動計算に基づく適正基準SI値

### 4.2 CSI(合成適性値)の予測結果とサケ産卵環境の評価

現況河道および3年後の予測河道における $Q=17.6\text{m}^3/\text{s}$ 時(サケ遡上時平均)の計算水量から図-7の選好曲線に対応する水深と流速のSI値を掛け合わせて求めたCSI(合成適性値)の平面分布を図-8に示す。同様に、掘削河道における同流量時のCSI分布予測を図-9に示す。

分布予測結果の内、図-8中央の掘削範囲(薄青で囲んだエリア)に着目すると、掘削なしの河道では3年後も陸域のままであり、産卵床としての利用は出来ない。一方、掘削河道におけるサケ遡上時期の産卵環境は、陸域化しつつあった河畔林部分の砂州を切り下げることにより、水域が拡大し産卵可能面積の改善(CSI値が高いエリアが広がった)につながり、3年後まで維持されることが予測結果より確認できた。

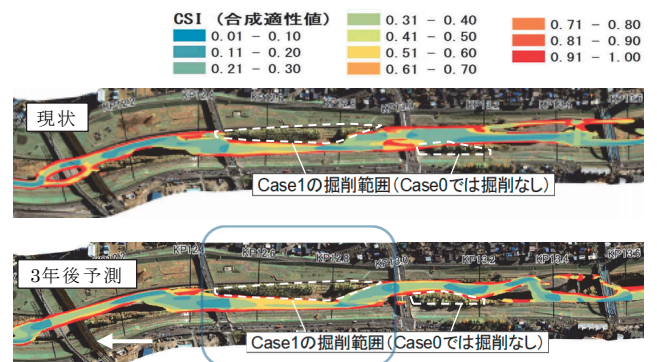


図-8 現況河道のCSI分布 (Case0)

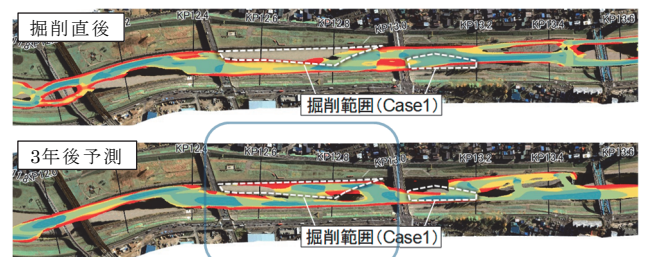


図-9 掘削河道のCSI分布 (Case1)



写真-2 掘削後の河道(東橋から下流側を望む)



## 5. まとめ

今回の検討では、流下能力の維持向上を目的とした河道掘削において、掘削後の川幅が維持されるように掘削幅を設定した上で、河畔林の樹林化抑制やサケ産卵環境の保全が図れるように掘削敷高を設定した。また、設定した断面で掘削した場合の河道変化、流況変化およびサケの産卵環境の変化について予測計算を実施したところ、掘削なしの場合と比較して、掘削した場合は、掘削箇所において水域が拡大し産卵可能面積の改善につながり、その効果は少なくとも3年後までは維持されることが確認された。引き続き、産卵床の実測の物理環境データなども加えて、定量的分析や箇所毎の数値の比較等の分析を行っていききたい。

本稿で対象とした区間では、札幌開発建設部札幌河川事務所により、上述のような掘削断面が設定され、掘削工事が実施された。河道掘削が必要とされる多くの河川では、同様の課題を抱えており、掘削断面を設定する有効な手段が求められている。これに加えて、副流路の維持、上下流の生息環境の保全など、より細やかな配慮が求められることも多く、今後はさらに各種視点からの調査が必要と考える。今回検討した掘削断面の設定方法についても、現地のモニタリングを継続し、検討手法の妥当性を検証し、予測技術の向上を図りたい。

## 参考文献

- 1) 北海道開発局河川計画課、寒地土木研究所外：北海道の急流河川における河川整備に関する研究、平成27年度北海道開発局技術研究発表会、2016.2
- 2) 寒地土木研究所水環境保全チーム：冷水性魚類の産卵床を考慮した自律的河道整備に関する研究、平成27年度プロジェクト研究、土木研究所HP
- 3) 矢野雅昭、平井康幸、谷瀬敦：物理環境要素の計算値を用いたPHABSIMによるシロザケ産卵適地の推定、寒地土木研究所月報、2015.7
- 4) (財)国土技術研究センター：河道計画検討の手引き、山海堂、pp64、2002
- 5) 野上毅、中津川誠、小林美樹：豊平川と札内川における魚類生息環境の比較、河川技術論文集、Vol.8、pp.179～184、2002
- 6) 白戸暢彦、田代隆志、奥山昌幸：豊平川の河道変化に対する対策工の検討について、平成27年度北海道開発局技術研究発表会、2016.2
- 7) 国交省北海道開発局・(独)土木研究所寒地土木研究所：樹林化抑制を考慮した河岸形状設定のガイドライン(案)、p.51、2011.3
- 8) 玉井信行、奥田重俊、中村俊六：河川生態環境評価法、東大出版会、2000
- 9) 札幌市さけ科学館：<https://salmon-museum.jp/>
- 10) 鈴木俊哉：遊楽部川におけるサケの自然産卵環境調査、さけ・ます資源管理センターニュース、No.4、1999.9
- 11) 片岡朋子、布川雅典、有賀望：豊平川におけるサケ自然産卵場再生試験、平成30年度北海道開発局技術研究発表会、2019.2
- 12) ト部浩一、三島啓雄、宮腰靖之：十勝川水系におけるサケ・サクラマス産卵環境評価(資料)、北水試研報84、pp.47～56、2013

野上 毅



土木研究所寒地土木研究所寒地水圏研究グループ水環境保全チーム 総括主任研究員、博士(工学)  
Dr. NOGAMI Takeshi

川村里実



土木研究所寒地土木研究所寒地水圏研究グループ寒地河川チーム 主任研究員、博士(工学)  
Dr. KAWAMURA Satomi

巖倉啓子



土木研究所寒地土木研究所寒地水圏研究グループ水環境保全チーム 上席研究員  
IWAKURA Keiko

伊藤禎朗



国土交通省北海道開発局札幌開発建設部札幌河川事務所長  
ITOU Yoshirou