

平成30年度

# 豊平川におけるサケ自然産卵場再生試験

国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所水環境保全チーム ○片岡 朋子  
布川 雅典  
札幌市豊平川さけ科学館・札幌ワイルドサーモンプロジェクト 有賀 望

サケ漁獲量低下から野生魚の保全が求められ、自然産卵場の保全や再生が行われている。豊平川でも河床環境改善を目的として砂州に水路が掘削された。しかし、増水により流入口が閉塞し、細粒土砂が再堆積すると考えられた。そこで、物理環境変量の閉塞前後の変化を計測した結果、環境変量に変化がみとめられた。単一変量の改善のみでは産卵場環境の再生には不十分である可能性が示唆された。

キーワード：細粒土砂、alcove、流入口閉塞

## 1. はじめに

氾濫原は生物多様性にとって重要な役割があることが知られている<sup>1)</sup>。北米では氾濫原の一部を水生生物の生息場であるという意味で **Off-Channel Habitats** とよび、その特性から **Side channels** や **alcove** といった分類がなされている<sup>2)</sup>。その中の **alcove** は、サケ科魚類の越冬場や待避場として使われていることが知られている。現在の日本では、縦断的に堤防が整備されており、氾濫原は堤外地に限定されている<sup>3)</sup>。堤外地におけるワンドやたまり、分流もしくは二次流路<sup>3)</sup>と言われるものが該当する。

現在の札幌市を流れる豊平川も連続的に堤防と護岸で守られた河川である。その低水路内に、砂州によって形成された氾濫原がわずかに残り、砂州と河岸の間でできたくぼ地（以下、**alcove**<sup>4)</sup>とする。）が存在する。この **alcove** は 2017 年まで増水時を除き、上流からの流入はなく、下流側のみ本流とつながっており、河床には細粒土砂が堆積しており、その堆積厚が 30 cm を超えるところもあった<sup>5)</sup>。この場所には、サケの産卵床が多数確認されていたが、2013 年から年々減少していた<sup>6)</sup>。この **alcove** で産卵するサケは、この細粒土砂のさらに下にある礫を掘って産卵することから（有賀、未発表）、産卵の支障になっていると考えられた。そこで、著者らは産卵床数が減った原因を細粒土砂の堆積であると仮定し、この細粒土砂の流出を試みた。河川水が **alcove** へ常時流入することで細粒土砂が流出すると考え、2017 年 9 月に掘削路を造成した。その結果、豊平川本流の河川水が流入口（写真-1）から掘削路を経て **alcove** へ流入するようになり、河床の細粒土砂の堆積厚が減少した。粒径の粗い礫が観察されるようになった。また、掘



図-1 石狩川支流豊平川中流部に位置する調査地（地理院地図（提供 国土地理院）に加筆）

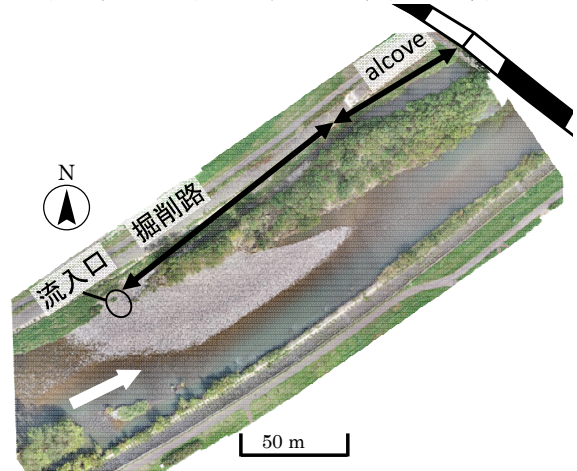


写真-1 苗穂鉄道橋上流左岸の調査地（2018年9月28日撮影）。

削路ができた後の2017年10月から2018年1月までの産卵床数が前年の2倍以上に増加した<sup>5)</sup>。

その後、2018年7月の出水により、掘削路の流入口(写真-1)に土砂が堆積することで掘削路は閉塞し、豊平川本流からの流水は洪水時以外は見られなくなった。堆積傾向の砂州に掘削路を造成し、産卵場環境を改善していく上で、このような現象は十分に想定されることだと考えられる。しかし、この現象によって閉塞後すぐに改善効果が見られなくなるかはよくわかっていない。今後このような産卵環境改善を行う上で、閉塞後に河床の変化がどの程度生じるかを明らかにしておくことは重要である。そこで、流水により産卵場環境改善した調査区間が、閉塞し常時流入水が見られなくなった後の河床粒径変化を報告する。

## 2. 調査地

調査地であるalcove(写真-1)は、石狩川支流豊平川中流部、石狩川との合流点から上流12.2 km 左岸に位置する。ここでは、2017年9月に掘削路を造成し、alcove内の細粒土砂を流下させることで、産卵床数が増加した<sup>5)</sup>。その後、2018年7月4日から6日にかけて、豊平川雁来観測所における過去10カ年で2番目に大きな出水<sup>7)</sup>により、掘削路の流入口(写真-1)に土砂が堆積した。その結果、本流から掘削路を経てalcoveへ常時流入していた流水がみられなくなった。現在のalcoveには、砂州からの浸み出しがみられる程度の流入はあるものの、平水時は豊平川本流から掘削路を経た流入は見られない。掘削路と本流の間には、2018年7月洪水によって運ばれた土砂の堆積が広がり、掘削路はalcoveの上流側に接続している(この部分をalcoveの上流端とする。(図-3))。下流側は常時本流と接しており、流れが停滞した状態の水域である。

alcove上流端は、水面幅約2.5 mあり、下流方向に沿って徐々に水面幅が広がり、上流端から25 mほど下流の地点で水面幅が大きく拡幅し、約9 mとなる。alcove上流端から下流80 m 付近の右岸にみられる砂州の最下流端地点でalcoveは豊平川と接続する(図-3)。

## 3. 調査方法

掘削路の流入口(写真-1)の閉塞後のalcoveにおける河床堆積物の変化を明らかにするために、河床の表面粒径と細粒成分の堆積厚を計測した。また、2018年11月14日、15日、20日および12月6日の4日間わたり細粒土砂の堆積厚を計測した。

河床の表面粒径の計測は、掘削路造成後約1ヶ月経過した2017年10月27日と、流入口(写真-1)の閉塞後から3ヶ月経過した2018年10月20日にそれぞれ実施した。alcove上流端の位置を0 mとし、流路に沿って70 m(2017年は75 m)までの区間を調査した。0 mから40 mまでは5 m間隔、40 m以降は10 m間隔で、流路に沿って直角な横断線を設け、水面幅を最小単位10 cmで計測した。2017年の調査では各横断線上に等間隔に4点、2018年の調査では各横断線上に50 cm間隔に計測点を取り、各点における河床の表面粒径をInoue & Nunokawa(2005)ほか<sup>8)</sup>の示す格子枠を使用した手法(以下、INUグリッド法とする)により計測をした。各計測点に、内部が0.1 m四方の25個の小格子で構成された0.5 m四方の格子枠を設置した。各小格子の優占する表面粒径を、目視により6段階の粗度に分類した。粗度に対応する粒径階は、以下の通りである。1;コンクリートブロック、2;砂もしくはそれより細かい(2 mm未満)、3;小礫(2 mm以上16 mm未満)、4;中礫(16 mm以上64 mm未満)、5;大礫(64 mm以上128 mm未満)、6;巨礫(128 mm以上)。1地点につき25個の格子ごとの粗度の平均値をその地点の粗度とし、その平均値の標準偏差とした。2017年の計測では、河床にコンクリートブロックがあった場合はそれを外して地点選定をしており、2018年ではコンクリートブロックを含めているため、計測条件が異なる。

また、alcove内の細粒土砂の堆積が確認できる範囲について、その堆積厚を調査した。調査は2018年11月14日、15日、20日、12月6日の4日間に実施した。細粒土砂の上面で水深を計測し、次にその細粒土砂の堆積している部分にスタッフをおいて再び水深を計測した。その差を細粒土砂の厚さとした。

調査区間におけるサケ産卵床数は札幌市さけ科学館が実施しているサケ産卵床調査<sup>9)</sup>の結果を利用して明らかにした。調査は当年9月から翌年1月まで毎年行われており、複数人で徒歩により河床を確認する方法で産卵床数を計数している(有賀、未発表)。各年の値は9月から翌年1月に確認された産卵床数の合計値である。ここでは2013年9月から2018年11月までのデータを使用した。

## 4. 結果

### (1) alcove 河床の表面粒径の変化

alcoveの横断線上で平均した河床の粗度を、図-2に示す。2017年の掘削路造成後の河床は、この時の計測範囲の最上流である10 mで最も粗度が大きく、下流に行くほど粗度が小さくなった。10 mでは多くが64 mm以上128 mm未満の大礫が優占していた。15 mになると、大礫だけではなく、右岸側に、2 mm以上16 mm未満の小礫が見られた。2 mm未満の砂もしくはそれよ

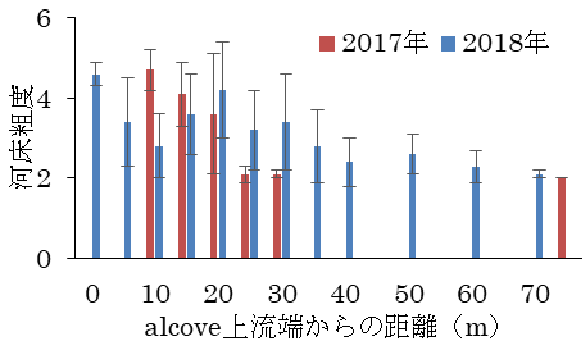


図-2 調査地 alcove における河床粗度  
棒グラフは各横断測線上の粗度の平均値、エラーバーは標準偏差を示す。

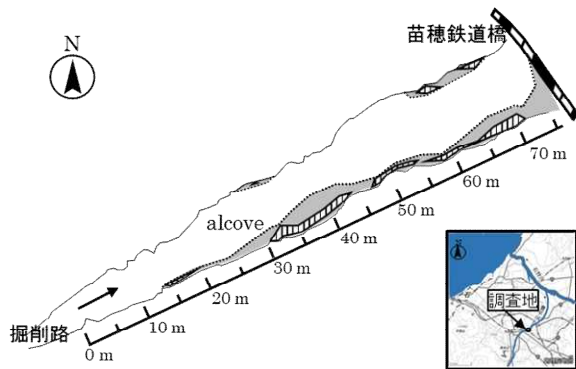


図-3 2018年11月から12月にかけて計測した調査地alcoveの細粒土砂堆積厚分布  
細粒土砂の堆積厚が5cm未満を灰色の塗りつぶし、5cm以上を黒色縦縞で示す。

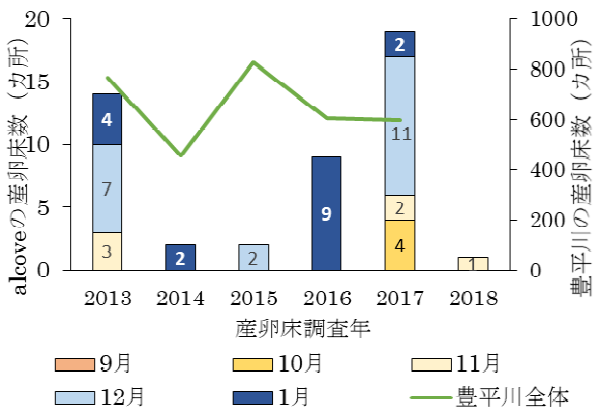


図-4 調査地の alcove における 2013年9月から2018年11月までの産卵床数(札幌市さけ科学館の調査データ<sup>9)</sup>をもとに作成)  
2018年は11月までの結果が示されている。各調査年の期間については方法を参照。

り細かい粒径は、10mと15mには、局所的な部分を除き確認されなかった。20mでは、計測した4地点の内の右岸側半分に2mm未満が優占していた。25mと30mの粗度は2.1を示し、砂もしくはそれより細かい粒径

が優占していたことを示している。75mでは計測地点全てにおいて表面粒径が2mm未満であった。

一方、2018年の掘削路流入閉塞後の河床粗度は、上流端の0mで最も高く、上流端から70mまで徐々に小さくなっていった。0mでは16mm以上64mm未満の中礫と大礫が優占していた。5mでは、計測した横断上の右岸側半分に小礫と砂もしくはそれより細かい粒径が見られた。10mから20mまでの間は計測地点の右岸側約1mの範囲に砂もしくはそれより細かい粒径が優占していた。25mから35mまでは、流心部にあたる横断方向の中心部分約4mの幅で中礫から大礫の優占が見られ、その左右岸は砂、もしくはそれより細かい粒径の優占が見られた。40mから下流は、中心部に大礫が優占する地点も散見されたが、多くが砂もしくはそれより細かい粒径が優占していた。

### (2) alcove 河床の細粒土砂堆積厚

細粒土砂の堆積厚を計測した結果を図-3に示す。alcoveの右岸沿いに、15mから苗穂鉄道橋付近まで細粒土砂が堆積していた。また、左岸沿いに30mから35mまでと、60mから70mまでの間に5cm未満の細粒土砂の堆積が見られた。また、部分的に5cm以上の堆積がみられた。これらの場所以外には細粒土砂の堆積が認められなかった。

### (3) サケの産卵床数の変化

alcoveにおける2013年9月から2018年11月までの産卵床数を図-4に示す。2017年は近5年以内で最も多く確認され、その前年の9カ所より大幅に増加し、19カ所の産卵床がみとめられた。特に、9月から11月までの前期群と呼ばれる産卵床<sup>10)</sup>が6カ所確認された。2017年を除き、前期群は2013年に確認されて以降、2016年まで確認されず、2018年でも11月に1カ所のみみられただけであった。2013年から2017年までの産卵床調査では、alcoveに12月から1月までに産卵する後期群の産卵床<sup>10)</sup>が確認されていた。

## 5. 考察

著者らは2017年に掘削路造成前後のalcoveの上流端の0mから40mまでの流心部において、細粒土砂の堆積厚を計測した。その結果、掘削路造成前ではalcoveの河床全体に細粒土砂が堆積し、厚いところで30cmを超えるところもあったが、掘削路造成後はほとんどの河床で0cmから5cmを示していた<sup>9)</sup>。一方、今回の調査では河岸に沿って細粒土砂の堆積の分布がみられ、それ以外にはみられなかった。このことから、掘削路造成前より造成後に近い状況であることがわかった。

著者らは、掘削路造成時の仮説として産卵床数が減少した原因を河床に堆積した細粒土砂であると考えていた。今回の調査結果から、細粒土砂の堆積状況は掘削路造成前の状況にまでには達しておらず、掘削路造成後の環境に近いと言える。それにも関わらず、前期群の産卵床数が2017年の6カ所に対して2018年の1カ所のみであった。河床の状態からは細粒土砂だけが原因ではない可能性が考えられる。掘削路の河川水流入口が閉塞したことで、alcoveへの常時流入が途絶えてなくなり、alcove内の流速が小さくなっていた。一方で、魚類が流水に対して正の走流性を示すことから、魚道に集魚する方法として呼び水と言われる流水を利用することがある<sup>1)</sup>。少なくとも、前期群のサケがalcoveに戻ってくるためには、呼び水のような上流から下流への流れが必要である可能性がある。

## 6. おわりに

著者らは、野生サケ保全活動を行っている札幌市ワールドサーモンプロジェクト (SWSP) に参加している。本研究の成果をSWSPの活動にフィードバックするには、さらなる追跡調査を行う必要がある。また、サケの遡上する他河川においても応用できるよう、今後も豊平川のサケ産卵環境を改善できる方法を模索し続ける必要がある。

### 参考文献

- 1) 永山滋也、原田守啓、萱場祐一：高水敷掘削による氾濫原の再生は可能か？～自然堤防帯を例として～、応用生態工学、vol.17、no.2、pp.67-77、2015.
- 2) D. Landers, A. Fernald, C. Andrus : Off-channel Habitats, Willamette River Basin Atlas, Pacific Northwest Ecosystem Research Consortium, pp.26-27, [http://www.fsl.orst.edu/pnwerc/wrb/Atlas\\_web\\_compressed/PDFtoc.html](http://www.fsl.orst.edu/pnwerc/wrb/Atlas_web_compressed/PDFtoc.html)(平成31年1月15日確認)
- 3) ト部浩一：十勝川水系札内川における二次流路の環境特性、北水研報、vol.88、pp.33-42、2015.
- 4) 柳井清治、長坂有、佐藤弘和、安藤大成：都市近郊溪流における木製構造物による流路とサクラマス生息環境の改善、応用生態工学、vol.7、no.1、pp.13-24、2004.
- 5) 片岡朋子、布川雅典、谷瀬敦：豊平川中流部における小規模掘削によるサケ産卵環境の創出、北海道開発技術研究発表会、環18、2018.
- 6) 札幌市さけ科学館：<https://salmon-museum.jp/> (平成31年1月15日確認)
- 7) 国土交通省：水文水質データベース、<http://www1.river.go.jp/> (平成31年1月15日確認)
- 8) M. Inoue, M. Nunokawa : Effects of longitudinal variations in stream habitat structure on fish abundance: an analysis based on subunit-scale habitat classification, Freshwater Biology, vol.47, pp.1594-1607, 2002.
- 9) 池田幸資、布川雅典：物理環境の新しい調査手法-日本ザリガニを対象とした河床環境の定量化-エビ・カニ・ザリガニ淡水甲殻類の保全と生物学、川井唯史、中田和義編著、生物研究社、pp.302-303、2011.
- 10) 有賀望、森田健太郎、鈴木俊哉、佐藤信洋、岡本康寿、大熊一正：大都市を流れる豊平平川におけるサケ *Oncorhynchus keta* 野生個体群の存続の可能性、日本水産学会誌、vol.80、no.6、pp.946-955、2014.
- 11) 社団法人ドイツ水資源・農業土木協会 (DVWK) : 多自然型魚道マニュアル、中村俊六監修、財団法人リバーフロント整備センター翻訳・編集、pp.25、1998.