

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

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
谷瀬 敦

豊平川周辺は我が国で最もサケに関して関心が高いとあってよい。その豊平川中流部では、近年河床堆積が進み、寄り州周辺のサケ産卵場の環境が劣化している。この砂州周辺の産卵環境を改善するために、砂州の地形を利用して砂州内の上流から下流へ掘削路を造成した。その結果、砂州下流部に堆積していたシルトが流出し、礫河床が出現した。本工事のような簡便な施工により、サケ産卵環境が改善できる可能性が高いと考えられる。

キーワード：再生・回復、保全・共生、自然環境

1. はじめに

サケ (*Oncorhynchus keta*) は北日本の重要な漁業資源であり、そのほとんどは人工ふ化放流技術の発展に支えられてきた¹⁾。しかし、人工ふ化放流事業の目覚ましい発展とともに、放流魚が野生魚の個体群存続性に負の影響を及ぼすとして、遺伝的、生態的リスクが指摘されるようになった²⁾。また、2012年に閣議決定された「生物多様性国家戦略2012-2020」においても野生魚と人工ふ化事業の共存への配慮³⁾について明記されている。

近年では、北海道内のサケの人工ふ化放流事業が行われている河川でもサケの自然産卵は行われている報告があり、河川捕獲数に占める野生魚の割合が約3割との推定もある⁴⁾。特に、札幌市内を流れる豊平川は、稚魚放流は行われているが、遡上親魚の約7割が野生魚であることが確認⁵⁾されており、サケ野生魚に対する注目が高まっている。これら野生魚に配慮するためには、サケの自然産卵できる環境を整えることが重要である。

豊平川では、毎年の中流部の流程約10 kmの範囲でサケの産卵が見られる⁶⁾。豊平川で9月から11月に産卵するサケは前期群、12月から1月に産卵するサケは後期群⁵⁾とされており、前期群は産卵範囲の全域に、後期群は産卵範囲の下流側に集中している⁵⁾。これは、温かい湧水を好む後期群が、湧水の湧き出る扇状地の扇端部である下流側を選ぶため⁷⁾とされている。また、前期群が産卵する上流側では、河床低下により⁸⁾岩盤の露出が進むことでサケの産卵に適した礫の減少が懸念されており⁵⁾、また後期群の産卵範囲の最下流部は、湧水に鉄分が含まれることでサケが忌避している可能性が指摘されている⁷⁾。このように、豊平川のサケを取り巻く河川環境は厳しい



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 国土院) に加筆)

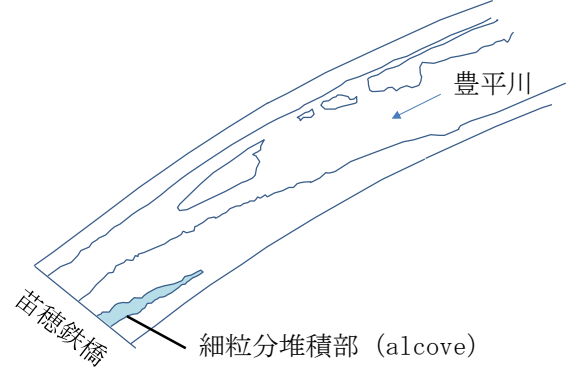


図-2 苗穂鉄道橋上流左岸の細粒分堆積部 (alcove)

現状にある。このような中、前述の後期群の産卵床の分

布が多い産卵範囲の内、産卵床数が減少しているところがある（さけ科学館、未発表）。寄り州の下流部にあるくぼ地（以下、alcove⁹⁾と言う。）において、礫の上に細粒分が堆積しており、産卵床の減少の原因は、この細粒分の堆積によるものである可能性があった。

これまでは、サケの生息環境に配慮するため、魚道整備¹⁰⁾をはじめとする遡上阻害の解消を行ってきた。しかし、産卵環境改善を目的とした取り組みはこれまで殆ど行われていない。

これらを踏まえ、本研究では豊平川のalcoveにおいて、サケ産卵環境改善に向けた取り組みとして、主流路から導水するための掘削路を造成し、人為的に細粒分を流出させる試験を行った。そして、alcoveの河床に堆積した細粒分の厚さの変化と、サケ産卵床数を掘削路造成前後で比較した。これにより、掘削路造成試験の効果検証を行うことを目的とした。

2. 調査地

調査地が位置するのは、札幌市中心部を流れる石狩川支流豊平川中流部である（写真-1）。石狩川との合流点から上流12.2km左岸側のalcove（写真-2）で、主流路からの背水と、上流から砂州からの浸み出しが目で確認でき、平水時は流れが停滞した状態の水域である。

3. 調査方法

(1) 掘削路造成

調査地は、alcove上流部に砂州が厚く堆積しており、平水時は冠水することはなかった。しかし、掘削路造成前の2017年9月18日の降雨による増水（2017年9月18日14:00の雁来観測所地点で水位5.98 mを観測¹¹⁾）で砂州上を流れた。2日後には、堆積した砂州上に増水時の流路跡に水が残っていた（写真-1）。この流路跡に沿って、2017年9月25日から26日にかけて掘削路を造成した（写真-2）。掘削路は、延長120 m、河床勾配200分の1、水路下幅1 m から2 m 程度、床掘勾配は1:1程度とした。

(2) 細粒分堆積厚の計測

砂州にできたalcoveの最上流(KP12.2+13.5 m)から40 m までの区間において、1 m ごとに河床の細粒分堆積厚を計測した。掘削路造成前の2017年9月6日（1 m から24 mまで）、9月12日（26 m 以降）、造成から24日後の2017年10月20日に計測した。計測位置は、流心から左右岸側それぞれ1 m 以内で最も細粒分の堆積した箇所とし、河床下の砂礫層までを計測した。



写真-1 掘削路造成前のalcove上流に堆積した砂州
2017年9月18日の降雨による増水後に砂州上流路跡に河川水が残る様子（2017年9月20日撮影）。



写真-2 alcove上流に堆積した砂州の掘削路造成作業
（施工最終日の2017年9月26日に本調査地の左岸砂州上から本流上流方向を撮影。）

(3) サケの産卵床

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¹²⁾の結果を利用して明らかにした。この調査は、毎年行われており、ここでは2013年から2017年のデータを使用した。調査は毎年当年9月から翌年1月まで行われており、毎月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）。

4. 結果

掘削路を造成すると、調査区間には本流からの河川水が掘削路を経てalcoveへ常時流入するようになった。掘削路の平均水深は17 cm、平均流速は37 cm/sとなり、数日から数週間で掘削路内に瀬淵構造が認められるようになった。alcoveには河川水の流入に伴って、alcoveの

最上流部の一部（幅2 m、延長8 m）に上流からの粒径の粗い土砂が堆積した。

(1) 細粒分堆積厚の変化

調査区間における造成前の細粒分の堆積厚はほとんどの地点で5 cm以上あり、下流に向けて堆積厚が増加する傾向を示し、特に26 m 地点では最大値32 cmとなっていた。このような堆積物は、多くが砂および粒径0.075 mm 未満の細粒分だったが、その下には礫（2 mm から37.5 mm）が堆積していた。掘削路造成後は、細粒分の堆積厚が下流に向けて増加する傾向は認められず、堆積厚はどの調査地点においても5 cmよりも小さくなった（図-4）。また、造成後は多くの場所で、細粒分の堆積厚が大幅に減少したことから粒径の粗い礫が観察されるようになった（写真-3）。

(2) サケの産卵床数と産卵時期の変化

5か年にわたるサケの月別産卵床数の変化を示す（図-4）。本調査区間のalcoveにおける産卵床は、どの年も9月には確認されていなかった。2013年に確認された産卵床は14カ所だったが、2014年と2015年は2カ所しか確認されなかった。2016年は9カ所確認されていたが、掘削路造成後の2017年は造成前の過去4か年いずれの年をも上回る19カ所が確認された。

調査月別で見ると、10月と11月に確認される産卵床の数は少なく、11月に確認された年は2013年と掘削路造成後の2017年だけであり、10月に確認された4カ所は掘削路造成後の2017年のみであった。また、9月から11月の産卵床を前期群、12月から1月までの産卵床を後期群とすると、前期群の産卵床は掘削前では2013年に3カ所確認されていたが、2014年から2016年までは確認されなかった。しかし、掘削路造成後の2017年には6カ所確認された。また、後期群の産卵床は、掘削前後を含むいずれの年でも確認されており、産卵床数の多かった2013年には11カ所、2017年には13カ所が認められていた。この結

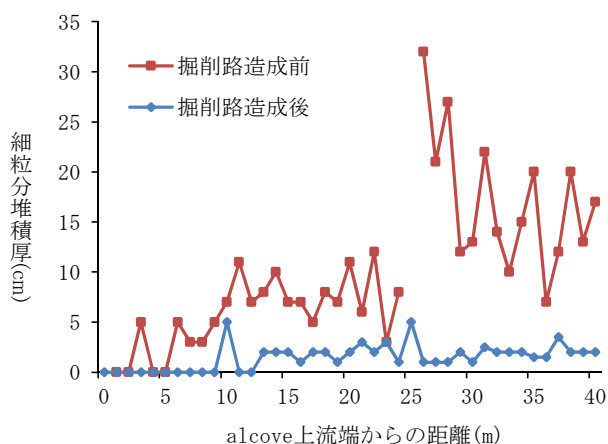


図-3 調査地のalcoveにおける細粒分堆積厚の変化

(a)



(b)



写真-3 掘削路造成前(a)と掘削路造成後(b)のalcoveの様子
2017年9月10日と2017年10月11日に撮影。河床の変化がわかる。

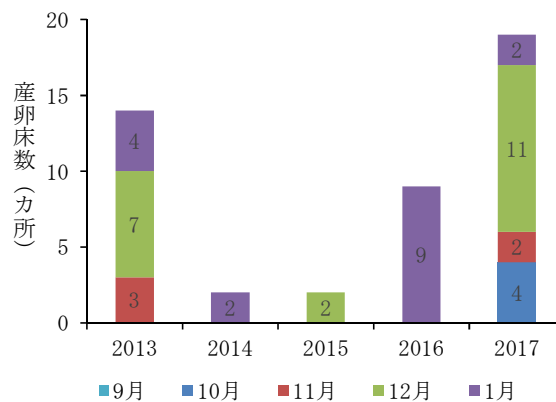


図-4 調査地のalcoveにおける2013年から2017年までの産卵床数

果は、掘削路造成後には前期群、後期群ともに産卵床は過去5年で最も多かったことを示している。

5. 考察

本研究では、掘削路造成によりalcoveに主流路からの

河川水が常時流入するようになった。それにより、河床に堆積した細粒分が大幅に減少した。サケの産卵床は粒径0.5 cm から3.0 cm の中型砂利が多い¹³⁾と言われている。掘削前は、サケが本alcoveで産卵する際には、まず細粒分を掘り返した後に、さらにその下にある粗い粒径の砂利を掘ることで産卵し、粗い粒径の砂利で卵を覆うという行動が見られた(有賀、私信)。掘削路造成により堆積した細粒分が減少し、下部に存在していたこのような荒い粒径の砂利が出現することで、産卵時の掘り返しの程度が小さくなったと考えられた。よって、今回行った掘削路造成は、本alcove内のサケの産卵環境を造成前より改善したと思われる。

今回前述したように、掘削路造成により河床に堆積していた細粒分が減少した。また、2013年から2016年までの4年間の各年のサケ産卵床数と2017年の産卵床数を比較すると、掘削路造成後の2017年が最も多かった。その中でも、前期群と後期群どちらの時期でも産卵床が増加していた。本調査地付近は豊平川扇状地の扇端部に位置しており、滞留時間の長い湧水が豊富な場所であることから、冬季の河川水温より高い水温環境を好む後期群の産卵環境として知られている⁷⁾。今回、掘削路造成により細粒分が減少して産卵床としての河床材料組成が良好となり、産卵環境が改善した。このことが、湧水の存在とともに後期群の産卵床増加につながったと思われる。一方で、本alcove上流部では、細粒分の流出と同時に、粒径の粗い土砂の堆積と流速の大きな流れが認められた。このような場所は、扇状地による滞留時間の長い湧水だけではなく、瀬淵構造のような空間スケールの小さな河川地形による、滞留時間が短く水温が河川水に近い伏流水の発生が考えられる。このような場所は前期群の産卵環境として適している⁶⁾。そのため、今回の掘削路造成は、後期群の産卵床だけでなく、前期群の産卵床も増加させたと考えられた。

6. おわりに

豊平川はかつて、サケが遡上していた川であり、増殖事業が1937年から始まり稚魚の放流が実施されていたが、札幌の人口増加に伴う家庭排水や工場排水による水質悪化により、稚魚の放流が中止されていた⁸⁾。その後、豊平川の水質は下水道整備などにより改善され、市民グループによる「カムバックサーモン運動」が始まった1979年春には、稚魚の放流が再開され、親魚の遡上も確認された⁸⁾。また、1994年以降、順次床止に魚道を設置してきたことでサケの遡上範囲は真駒内川まで延びてきている⁸⁾。しかし、前期群が産卵する上流側の河床低下に伴う産卵環境悪化の懸念や、後期群の産卵範囲に限られていることから、サケの産卵環境は厳しい状態と言える⁵⁾。近年、地域住民が中心となった手づくり魚道や河床を

掘り起こして魚類の産卵環境改善を行う取り組みが「小さな自然再生」という名で注目されている¹⁴⁾。小規模であるメリットとして、地域住民が主体となり、誰でも参加することができ、短期間で効果がわかると言われている。また、小規模であることで修復や再構築が容易である。本研究で実施した掘削路造成試験もこれに類似しており、市民活動である札幌市ワイルドサーモンプロジェクト(SWSP)や道興建設(株)をはじめとする市民なくしては実施できなかった。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、行動するためにも行政と地域住民の協力が不可欠と考える。また、サケの遡上する他河川においても、このような産卵環境改善および創出する取り組みが、野生魚との共存のために有効である。

謝辞：道興建設(株)の皆様には、社会貢献として掘削路造成の測量、設計、施工にご協力いただいた。札幌市さけ科学館の職員の方々には、現地調査、サケ産卵床調査データの提供にご協力いただいた。札幌ワイルドサーモンプロジェクトには、調査にご協力いただいた。本研究を進めるにあたり、国立研究開発法人水産研究・教育機構北海道区水産研究所さけます資源研究部資源保全グループの森田健太郎氏、札幌市さけ科学館の有賀望氏、(株)北海道技術コンサルタントの渡辺恵三氏には有意義なご指摘をいただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) 野川秀樹：さけます類の人工ふ化放流に関する技術小史(序説)、水産技術、vol. 3, no. 1, pp. 1-8, 2010.
- 2) 森田健太郎、大熊一正：サケ：ふ化事業の陰で生き長らえてきた野生魚の存在とその保全、シリーズ日本の希少魚類の現状と課題、魚類学雑誌、vol. 62, no. 2, pp. 189-195, 2015.
- 3) 環境省：生物多様性国家戦略2012-2020、
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/20763.pdf> (2018. 1. 5確認)
- 4) 森田健太郎、高橋悟、大熊一正、永沢亨：人工ふ化放流河川におけるサケ野生魚の割合推定、日本水産学会誌、vol. 79, no. 2, pp. 206-213, 2013.
- 5) 有賀望、森田健太郎、鈴木敏哉、佐藤信洋、岡本康寿、大熊一正：大都市を流れる豊平川におけるサケ(*oncorhynchus keta*)野生個体群の存続可能性の評価、日本水産学会誌、vol. 80, no. 6, pp. 946-955, 2014.
- 6) 鈴木俊哉：自然再生産を利用したサケ資源保全への取り組み、SALMON情報、no. 2, pp. 3-5, 2008.
- 7) 岡本康寿、小原聡、佐藤信洋、高山肇：豊平川におけるシロザケ産卵床の分布と湧水との関係(1996年度)、札幌市豊平川さけ科学館館報、no. 9, 1997.
- 8) 北海道開発局札幌開発建設部：石狩川水系河川整備計画豊平川河川整備計画

https://www.hkd.mlit.go.jp/sp/kasen_keikaku/kluhh400000hckw.html (平成30年1月5日確認)

- 9) 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、*ya 応用生態工学*、vol. 7、no. 1、pp. 13-24、2004.
- 10) 海野 武史、小林 幹男、萬谷 俊哉：北海道開発局における多自然川づくり戦略について、第55回北海道開発技術研究発表会、環38、2012.
- 11) 国土交通省：水文水質データベース、
<http://www1.river.go.jp/> (平成30年1月5日確認)
- 12) 札幌市さけ科学館：サケ調査情報、
<http://www.sapporo-park.or.jp/sake/?p=4274> (平成30年1月5日確認)
- 13) 佐野誠三：北日本産サケの生態と養殖について、*さけ・ます・ふ化場研究報告*、no. 14、pp. 21-90、1888.
- 14) 山口県土木建築部河川課：水辺の小わざ、浜野龍夫（編）、pp. 276-277、*フロム・ワンデザイン*、2016.