

豊平川の未来への取り組み

市民運動「カムバックサーモン運動」でサケを取り戻してから、三十年以上が経過した豊平川。サケや水辺に集まる生き物、地域のみなさんにとってよりよい豊平川を目指して、未来への取り組みが始まっています。

道都を貫流する豊平川の治水

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 所長 大串 弘哉

豊平川の私の古い記憶は昭和56年（1981年）の洪水の時、川までまだ遠いのに聞こえてくる恐ろしい轟音です。今考えると巨石が流される音だったのでしょう。

豊平川は古くは「乾いた川」という意味のアイヌ語でサツポロペツと呼ばれていたものが、洪水で川の位置が替わった時に元の地名と区別するために「崩れる崖」という意味のトイピラに変わったのだそうです。二つの名前は洪水時に暴れて豊平扇状地を作り、普段は扇状地の砂礫の間に伏流する両方の特徴をよく表しているように思えます。

札幌の中心市街は豊平川の扇状地の上に広がっていて、豊平川は急勾配の早い流れとなっており、その急流の制御に苦労をしてきました。一方、下流の石狩川に合流する雁来や米里のあたりは、不安定だった河道を昭和初期に切り替えた新水路です。低平地を流れる緩やかな川ですが地盤には泥炭が厚く存在していて、堤防の築造に苦労してきました。

豊平川の治水は、北海道開拓の始まった明治2年に遡ります。市街地への氾濫を防ぐため豊平川左岸で堤防が作られ始め、当初は洪水の度に壊れましたが、次第に強固な堤防が作られました。昭和16年くらいまでに、雁来から福移までの豊平川新水路約7kmが作られ、堤防も石狩川合流点から真駒内川合流点までの左右岸に連続しました。

豊平川では上流の発電ダムの建設や土砂採取などが原因となり河床低下が進み、橋脚や護岸に影響が生じたため、昭和25年から48年にかけて、河床の安定と洗掘対策を目的として、7基の床止が設置されました。

また、昭和36、37年の洪水被害を踏まえた計画高水流量の見直しが行われ、都市化の進んだ流域の状況からダムによる洪水調節を行うこととなり、豊平峡ダムが昭和47年、定山渓ダムが平成元年に完成しています。

堤防や河道、ダムが整備されると、山から集まつくる洪水に対する安全性は向上しますが、住宅地や農地に降った雨水が河川へ排水できない内水被害が生じます。これを軽減するため、昭和55年から61年にかけ

て厚別と雁来に排水機場が整備されています。

豊平川上流の土砂災害対策も昭和50年の災害を契機に調査が進められ、昭和56年の災害を踏まえて、57年度から国直轄の砂防事業が進められています。

これらの治水事業によって、札幌は治水上格段に安全な街になったように感じられます。実際、平成23年（2011年）9月の洪水は、豊平川ではこの30年で一番大きな出水でしたが、ダム・堤防・護岸・排水機場などがよく機能し、大きな被害は発生しませんでした。もし豊平峡ダムと定山渓ダムが無ければ、市街部を流れる豊平川の水位は2m高くなつて氾濫危険水位（洪水により相当の家屋浸水等の被害を生じるはん濫の恐れがある水位）を超える計算となります。また、そのような洪水が流れた際、もし床止や護岸が無ければ、河岸が大きく削られ堤防にも危険が及んだでしょう。

では施設が概ね整備されている豊平川はもうすっかり安全なのでしょうか。不安を煽るわけではありませんが、安全な状態が続くように努力しているけれど、危険になることもあります。河川は絶えず変化していることから、床止や護岸のような構造物は劣化したり壊れたりします。とくに豊平川はとても急な流れなので、コンクリート構造物の基盤に空



写真1 荒れる豊平川 昭和56年洪水の三角波

洞ができてしまうこともあります。このような施設の劣化や破損は、日々の河川巡視や定期的な施設点検によって確認を行い、適切な維持管理を行うよう心がけています。河川行政で行っている堤防除草は美観のためではなく巡視や点検の際に堤防の亀裂や法崩れなどの異常を早期に発見するために行っていきます。

河畔林の伐採も維持管理として行っています。豊平川の河道に繁茂するヤナギ林は河畔の生物の生息生育環境であり、市民にとっても貴重な自然ですが、このまま拡大し続ければ洪水の流れを阻害して安全性を損なうとともに、瀬や淵、砂州などの多様な河川環境も失われ单調になってしまいます。人の生活が隣接する豊平川においては、ある程度の人為的な管理伐採を行うことで治水の安全と生物環境を両立させる必要があります。

また、近年今までに無かったような集中豪雨や季節外れの大雨などが発生するようになり、洪水のリスクが変化してきています。河川の水位や流量を継続的に計測し、河道の形状を定期的に測量することで、現在の治水対策が妥当なのか調査・検討を行っています。

現在（2014年）、豊平川で行っている工事は、一つは下流区間の河道拡幅です。高水敷の高い部分を掘削して洪水を安全に流すことができるよう河道を拡げています。この工事で発生する大量の泥炭は農地の土壌改良材に利用されています。二つ目は上流区間の床止改築で、老朽化した施設をより強固なものに作り直しています。さらに三つ目は上流区間で河床低下による護岸の機能不全を補うため、既設護岸の根継ぎを行っています。これらの工事は戦後最大規模の洪水となった昭和56年（1981年）の大雨を安全に流すことを目標に進めています。

豊平川では札幌市による環境整備事業が行われ、



写真2 札幌市街を貫流する豊平川
山鼻川合流点付近から下流を望む

高水敷の多くは公園や運動場として整備されています。また、カムバッケサーモン運動を契機に市民の環境意識が高まっています。そのため、河川の整備や管理においては、環境保全や河川利用者への配慮に努めています。濁水が生じるおそれのある河道内の作業では、大型の鋼製水槽を使って浮遊物を沈殿させてから排水するなど環境負荷の低減に努めています。また工事中の川底にサケが産卵しないようにネットを張り、他の適地で産卵するよう誘導しています。2014年の出水で河道内に落差が生じた箇所では応急的な魚道を設置して魚の移動の連続性が保たれるよう配慮しました。当然の話ですが、河川利用者に対しても工事による迷惑が最小限となるよう安全配慮に努めているところです。

一方で、豊平川は190万都市札幌の貴重な公共空間であり、多様なニーズが集中しています。ランニングや自転車、犬の散歩、釣り、野鳥や野草の観察会など様々に楽しまれ、野球場やサッカー場、パークゴルフ場もあります。そのため河川利用者それぞれの要求がぶつかり合うこともあります。河川法に定められているように、治水・利水・環境が保全されるように総合的に管理していくことが求められています。

豊平川はまた、水難事故が多い河川でもあります。豊平川安全利用検討会（2008年～2010年）の検討結果をもとに、教育機関と協力して安全教育を行ったり、看板やパンフレットで注意喚起していますが、依然として事故は無くなりません。

以上述べてきた複雑な仕事は河川管理者だけで行っていては十分でないため、河川工学や生物関係の有識者、自治体などの関係機関、さらには地域の方々と連携・協働して事業を進めています。今後も治水の安全を確保し、サケが上り、市民が憩う素晴らしい豊平川を未来に引き継ぐため、皆様のご協力をいただきますようお願いいたします。



写真3 川の安全利用学習会 近隣の小学生への安全教育

生き物にやさしい川作りとは

一般社団法人流域生態研究所 代表理事
株式会社エコテック 技術顧問 妹尾 優二

1984年に豊平川さけ科学館がオープンしてから30年、豊平川におけるサケをはじめとした河川生物と河川事業や人との関わり方など、科学館が果たしてきた役割は大きいものがあります。この30年間ありがとうございました。また、今後も豊平川と生き物の関係する提言・提案など豊平川・札幌市のために活躍されることを願っております。

豊平川は、定山渓・真駒内を経由して石狩川に注ぐ河川で、現在のJR橋周辺まで大扇状地を形成しながら札幌の大地をつくりあげた。このような広大な扇状地を持つ河川には多くの地下水を湧出させることから、太古の昔からサケが遡上し人々は遡上したサケを貴重な食料として暮らしてきた。

健全な扇状地に形成された大地は、水はけも良く農地としても有効な所で多くの人々が生活の場として定住し始め、現在では190万人の大都市札幌が形成された。さらに、大都市札幌を守るべく豊平川や支流河川の治水対策としての各種河川事業が大々的に行われ、現在では上流域の極一部でしか自然河川は確認できない状態である。

今、北海道の中心都市札幌がこの地にあるが、これは豊平川がつくりあげた広大かつ肥沃な大地があったからで、人々は豊平川から数えきれないほどの恩恵をいただいてきた。サケもその一つであったが、急速な都市化が進んだことで豊平川は汚れ、1954年以降サケの姿は確認されなくなったと記録されている。

1978年、豊平川に昔のようにサケの姿を！の願いからサケ稚魚の放流が1979年から始まり、1981年にはサケの回帰が確認された。このことが引き金となっ

て川への関心が持たれるようになり、市民の働きもあって水質改善や落差工への魚道（魚の通路）設置などが行われ次第にサケの回帰も多く、また豊平川産の自然サケも確認されるようになります、豊平川は蘇りつつある。

現在、豊平川は水質も改善され魚類の生息環境や人間の利用も可能な状況にまでなっているが、大都市札幌の市民の安全性確保・快適な生活環境確保のために多くの河川事業が行われてきたことは先に述べた通りである。洪水から人命・資産を守るために治水事業、安定した水の確保や電力・営農等の水需要への対応など快適な人間生活空間維持のために豊平川流域全体は大きな負担を背負っている。

結果、川は洪水流量を強制的に流下させる排水路となってしまい、これらの川形状が原因となって、川本来の機能が失われてしまい、川底の低下（河床低下）や土砂礫の流失による岩盤化（写真1）、さらには河川形態（瀬・淵）の消滅などによって、河川を利用する人間を含めた動植物の利用が困難な状況になっている。

豊平川には在来種から移入種を含めると40種以上の魚類生息が確認されているが、各種河川環境の変化によって生息数は減少しているのが現状である。河川内で生息する魚類は、水の流れる過程で形成された河川形態に対応して生息するもので、河川内の縦断的な環境や陸域も含めた横断的な環境が多様化された生態系基盤の中で、魚類を始め、昆虫類や鳥類・小動物から大型動物まで生息する。

河川内における魚類の生息環境には、成魚の生息か



写真1 河川改修により生じた上流域の河床低下、岩盤化



ら稚魚の生息及び季節別や時間別・河川流量の増減などによっても生息する環境は異なる。また、産卵環境も魚種によって多様な産卵形態があり、多くの魚類が生息可能な河川環境は、水の力によって複雑に変化した環境条件を備えていなければ生息出来ないことになる。さらに、水温環境なども大きな生息環境要因で、河川の下流から上流へと生息魚類も変化していく。

このように河川で生息する魚類は、水が流れる過程で形成した複雑な河川構造の中で生息するもので、古くから水の流れ（洪水と平水の河川形態の変化の見極め）を本能的に感知しながら子孫の繁栄などを繰り返している。また、河床・河川周辺への土砂の堆積と伏流水・地下水の流れなども本能的に感知し生息場や産卵場を選択するなど、水が創出する河川環境には、魚類等の水生生物、河川周辺を利用する各種生物にとって繊細な配慮が備わっている。

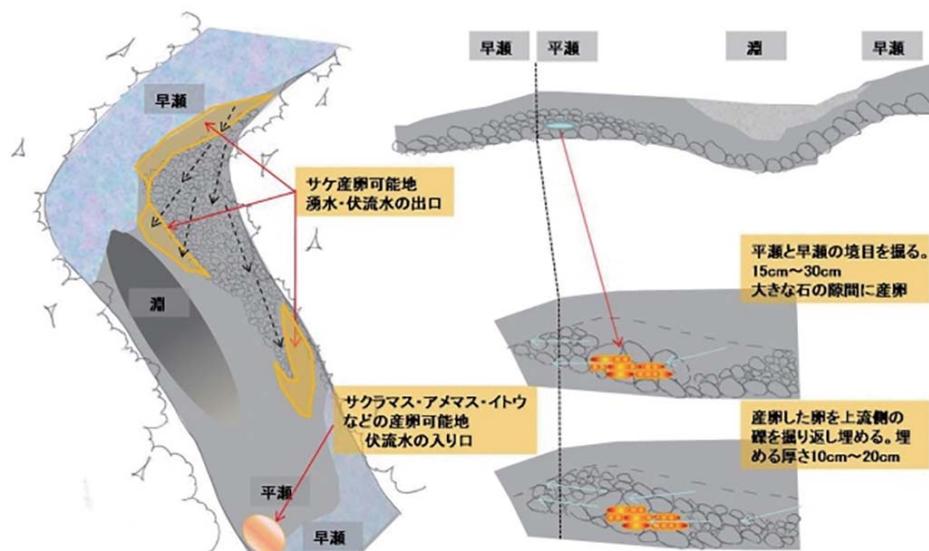
特に、蛇行部に形成される淵の役割は重要で、淵が形成されなければ川としての機能は創出されない。淵は、水の力を吸収して大きな河原や平瀬を形成させ（写真2）、魚類の産卵場や河川周辺へ多様な動・植物の生息・利用を可能にさせる。また、大きな河原の形成は人の利用も可能にするなど、淵の持つ機能は重要である。淵の機能は、流れ込んできた水力を吸収させることで淵に続く下流部に多くの礫を堆積させる。また、淵裏部には上向きの流れが発生し淀みを形成させ、木の葉や産卵後のサケなどの死骸を堆積・分解させる機能がある。これらの堆積物は冬期間に分解され、融雪洪水や降雨洪水時に水に溶け込ませながら海域へと流下させ海の栄養塩となる。



写真2 水の力で形成した典型的な河川形態

また、図1に示すように、大きな淵と河原の関係も重要で、河原内への伏流水や淵に続く平瀬での堆積礫内への伏流環境は魚類の産卵に重要であり、このような環境を維持させる要因として、春先の融雪洪水や秋口の降雨洪水による河川内及び周辺の攪乱作用が必要条件となる。豊平川においても同様で、融雪洪水後に産卵する魚として、ウグイ類、カワヤツメ、ワカサギなどで4月～6月頃、初秋の降雨洪水後に産卵する魚として、サクラマス、サケ、上流域ではアメマス、オショロコマなどで9月～12月頃があげられる。特にサケは、河原及び河床礫内からの伏流水や地下水が湧出する場所を選択する。これには大きな意味があり、産卵・孵化・浮上までに必要な算定水温が他の魚に比べ大きいことから、水温の安定している伏流水や地下水が必要となる。

河原の重要性と淵の存在



サケ・サクラマス産卵場環境

図1 伏流水と魚類の産卵との関係

以上のような豊平川の現状と豊平川を取り巻く各種生き物の生息空間を創出するためには、河川内における土砂コントロールが適切に行われる川づくりが必要となる。

自然河川の仕組みは、図2に示すように流量の増減によって流向・流速が多様に変化し、それに対応して土砂の移動もコントロールされている。すなわち、河川改修においてもこのような川自体のシステムが確立されなければ、川本来の機能は創出されないと同時に、河川を取りまく生態系も成立しないといえる。現状の河川改修を見ても、流水を強制して流下させる仕組みで、平水から洪水まで同一な器の中で流下させているため、河川内や河川周辺への土砂コントロールは行われないことがある。

今後の豊平川の川づくり計画においても、このような流量と流向の関係、流速分布と土砂コントロールの関係を十分に取り入れることで、ある程度の河川機能創出が期待できる。しかし、現状においては各種規制が多く、洪水流量まで水に自由度を与えることは困難であることから、出来る限り多くの流量に対して自由な空間を与えるような河川計画が必要となる。河川内での適正な土砂コントロールは、流水エネルギーの吸収・分散によって行われるもので、これによって魚類の生息・産卵環境の創出や多様な土砂環境が形成され、多くの植生侵入も可能となり、河川生態系を良好なものにすることが可能となるほか、河川内に形成される河原は人間の利用や環境教育の場としても有効となる。また、豊平川も高齢化社会に向けて「福祉の川」「癒やしの川」そして「思い出に残る川」も将来に向けて必要で、それが実現可能な河川空間を有している。写真3は、水に自由度を与えて水に川づくりをさせた事例で、魚類の生息や人間活動も可能にしている事例である。

散によって行われるもので、これによって魚類の生息・産卵環境の創出や多様な土砂環境が形成され、多くの植生侵入も可能となり、河川生態系を良好なものにすることが可能となるほか、河川内に形成される河原は人間の利用や環境教育の場としても有効となる。また、豊平川も高齢化社会に向けて「福祉の川」「癒やしの川」そして「思い出に残る川」も将来に向けて必要で、それが実現可能な河川空間を有している。写真3は、水に自由度を与えて水に川づくりをさせた事例で、魚類の生息や人間活動も可能にしている事例である。

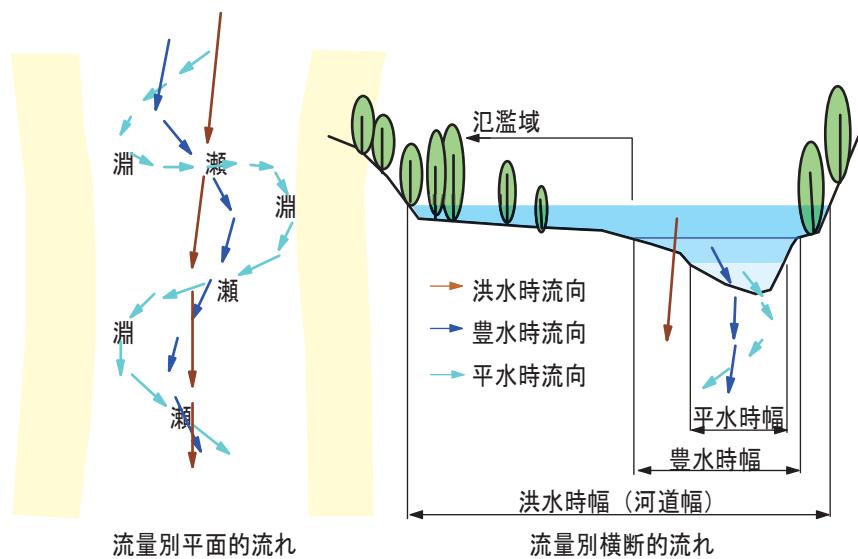


図2 自然河川における水の流れ



水に自由度を与えて水が川をつくる

写真3 流量の変化に合わせて流向を変化させ、水に川づくりを行わせた事例

河床から考える豊平川の今とこれから

北海道大学大学院地球環境科学研究院 準教授 根岸 淳二郎

はじめに

河床は河川の命の源である。その表面には多くの昆虫が生息して、魚のエサとなり、有機物の分解などに大きな影響を及ぼす。サケなどの魚は好みの大きさの河床の礫を選んで産卵して子孫を残す。また、河床は川の水を収める箱の底ではない。普段目にする河川の表流水は、地下水の一部が地表に現れたものであり、河床内部は、礫の間隙で地下水と浸透した表流水が複雑に混じる場である。間隙内でも様々な物質の変化や滞留が繰り返されている。豊平川のような扇状地河川は、頻繁に横断・垂直方向に変動する河床と、豊富な地下水と表流水の相互作用が、生息する各種生物にとっての生命線である。以下に、河床から豊平川の今とこれからを考えてみる。

河床の構造

国が直接管理する直轄区間では、河道の縦断方向に200m間隔で横断面の地形測量が定期的に行われている（図1、北海道開発局より提供）。この記録から、豊平川の河床環境にこの50年程度の間に起きた変化を見て取れる。ここでは、各側線における横

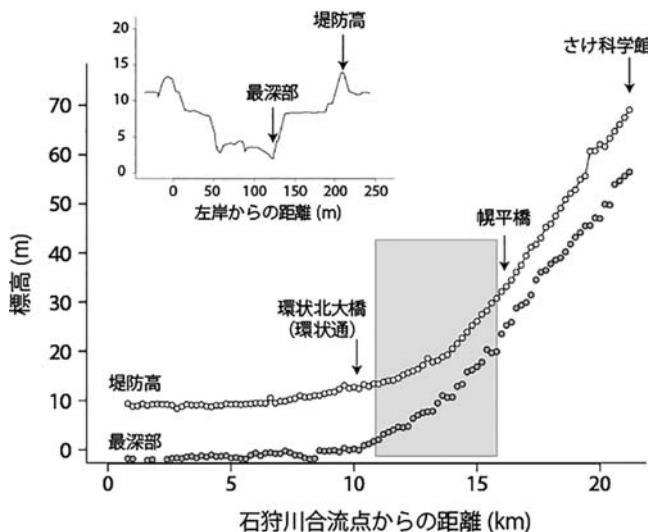


図1 2001年における豊平川の堤防高および最深部（澪筋）の縦断標高図。左上に合流点からの距離11km地点における横断面を例として示した。灰色で示された区間で、湧水環境の調査（図3）を行った

断方向の最深部（澪筋とも呼ばれる）の河床標高について注目する。澪筋は、ある横断面において、単位面積あたりの流量が大きいところに形成される。したがって、澪筋の時間的変化を追うことで、河川の動きをある程度把握することができる。豊平川の場合、石狩川との合流点付近を基準として、さけ科学館（約21km上流）付近まで側線がある（図1）。

ある測量年の澪筋標高をその後の測量年のそれから差し引いて、経過年数で割れば、澪筋標高変化速度（m／年）となる。この値が負か正であれば、それぞれ低下あるいは上昇傾向を示し、ゼロに近ければ、変化なしである。一般的に、河床の標高は、上流からの供給土砂と下流への流亡土砂量のバランスで決定される。自然条件下では、数十年の時間では速度はゼロに近く、両者が動的平衡状態で釣り合っている。なんらかの人為的な変化により、下流への土砂流亡が卓越すれば、負の速度を示す。各側線において標高の時間に対する変化速度を回帰式の傾きとして求めた（図2）。豊平川では、17kmより上流区間で連続して最も大きな低下傾向を示した。その速度は最大-0.15m／年となり、50年間での低下量は7.5mに達する。

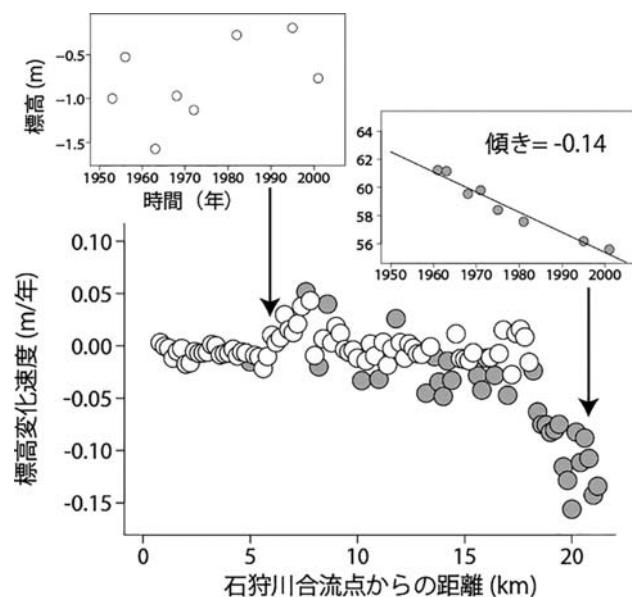


図2 定期横断地形測量データ（北海道開発局提供）に基づく1950年代から2000年代までの澪筋河床標高の低下速度の縦断分布。上部の2例（左・右は合流点からの距離がそれぞれ7 kmと21 km）は標高変化の傾き算出法を示す。統計的な検定（有意水準5%）から、白は傾きがゼロ（変化なし）灰色は傾きがある（変化あり）とみなせる

湧水

扇状地の末端（扇端）では、湧水が湧き出すことが多い。このような湧水は、扇状地奥の山地で地面へ浸透した降水が湧出したもの、あるいは山地から扇状地へと移行する扇頂付近から河川表流水の一部が堆積土砂中に浸透したもの、などがその起源として説明されている。豊平川では、さけ科学館付近がちょうど扇頂に該当する。歴史的に、豊平川扇状地の扇端部（北大中央ローン、或いは豊平川とJR函館本線が交わるあたり）に沿って北部に凸の円弧状に湧出地点が確認されている（札幌市 1983）。現在は、地下水位の低下などによりそれらの多くは姿を消し、その存在を身近に感じることはない。一方で、サケの産卵環境と関連づけて豊平川の湧水の存在が報告されている（岡本ほか 1996）。

一般的に、湧水は、水温が通年安定しており、夏季は相対的に低い水温を呈する。したがって、同所的に採取した河床間隙水と河川表流水に異なる水温や水質の特徴が見られる場合、湧水が湧出している可能性が高い。2012年の夏に、市街中心部の約5km（図1）を対象にして、濾筋を対象に、縦断方向50m間隔で河川表面水と河床間隙水（20cm深）に対して各種水質の計測を行った。扇端に該当する河床のほぼ一面において、河川表流水に対して、相対的に冷たく、また電気伝導度の高い（電解質の各種溶存物質濃度が高い）間隙水が確認された（図3）。別途行った冬季の調査でもこの結果は支持された（森崎 2013）。

まとめ

濾筋だけに着目してもこの約50年で、豊平川には大きな変化が起きている。工藤ほか（2001）は、豊平川における河川工事の履歴や濾筋の横断方向の変化などを詳細に報告している。豊平川の河道物理環境は多くの河川工事に大きく影響を受けてきた。特に、札幌市街中心部に近い河道の動きを抑制する目的で1950-70年代に多くの横断工作物（河床の勾配を緩め洗掘を防止する床固め工）が設置された。河床低下速度が負に大きく偏るのは、8号床止めが1973年に設置された距離約17.5km地点のちょうど上流部に該当する。総合的に考えると、上流からの土砂供給の低下に伴い、扇頂付近では河床の土砂の流失が卓越し、下流部では、構造物で人工的に流失が抑えられている状況と推察できる。床止め区間の河床標高がある程度安定的に保たれているのも、扇状地河川における本来の土砂移送の平衡状態が維持されているわけではない。河床の健全性はその攪乱によって維持されるので、生物にとっての豊平川の河床環境の経年的な劣化は明らかである。吉井ら（1982）によれば、1981年の洪水後の上流部の平均河床材料サイズは、80mm程度である。現状のそれは、それより大きくなつたように思え、また一部区間では基岩が広範に露出している。

札幌市中心部から身近な湧水が姿を消して久しいが、豊平川の特定箇所では、河床から湧水が湧出していることが示唆された。この湧水は扇頂で地下へ浸透した河川水が湧出したものである可能性は否定

できない。その場合、前述の河床構造の変化、すなわち扇頂付近の濾筋標高の著しい低下などは、地下水流动に変化を与えていたかもしれない。例えば、河床の低下に伴い表流水の水位が低下することで、比較的浅い部位に存在する地下水位を下げてしまう。結果的に、現状での水を通した扇頂と扇端のつながりは昔のそれとは違うのかもしれない。さらに、間隙水における著しく高い電気伝導度の値の原因も懸念される（湧水との関連が疑われる河床間隙水は最大およそ40mS/m；河川表面水のそれは通常その半分以下）。扇頂からの河川表流水がその起源だと

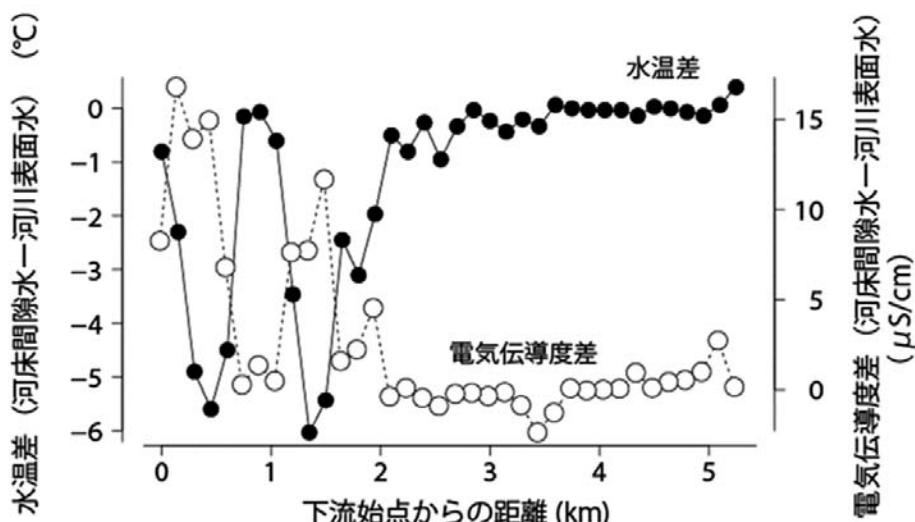


図3 河床湧水環境調査（2012年8月計測）に基づく、河床間隙水と河川表面水の水温差および電気伝導度差を下流端からの距離に対して示した

すれば、それほどの値の上昇は自然条件下ではあまり考えられない。これに関しては、窒素等による人為的な影響が最も考えやすいが、この起源はどこにあるのだろうか。

現在の豊平川は、河床の表面に限らず内部の構造や水循環過程が過去（自然状態）のそれとは大きく異なる可能性が高い。数10メートルに及ぶとされる分厚い扇状地の堆積土砂層に対して表面的な部分での些細な変化だが、表面に生息するサケを含む生物にとっては命の源の危機である。水循環基本法が制定された今、もう一度、河床の中の地下水領域まで含めた豊平川の構造の変遷・現状・将来の姿を考えてみるべきである。研究者として、この身近なすばらしい都市河川の仕組みをよりよく理解し、永い将来に渡りその恩恵を受けられるよう微力を尽くしたい。

【引用文献】

岡本康寿ほか（1996）. 豊平川におけるシロザケ産卵床の分布と湧水との関係, 札幌市豊平川さけ科学館館報9, 36-48.

札幌市教育委員会文化資料室（編）(1983). 札幌と水, さっぽろ文庫24, 北海道新聞社.

工藤拓也ほか（2001）. 豊平川における河道変遷と平成23年出水後の河道状況について, 平成23年度北海道開発局技術研究発表会要旨.

森崎夏輝（2013）. サケ産卵床の空間分布に湧水が及ぼす影響—研究を活用した地域再発見の提案まで—, 北海道大学大学院地球環境科学研究院環境起学専攻修士論文.

吉井厚志ほか（1982）. 豊平川の流出土砂と砂防計画, 昭和56年度北海道開発局技術研究発表会要旨.



写真1 豊平川上流さけ科学館横では河床低下が見られる



写真2 岝平橋上空から豊平川上流を望む

札幌ワイルドサーモンプロジェクトの立ち上げ

公益財団法人札幌市公園緑化協会 西岡公園主任

札幌市豊平川さけ科学館元職員（1999～2013年）

札幌ワイルドサーモンプロジェクト共同代表 有賀 誠

望

札幌市内を流れる川にもともとサケが多く遡上していたことは、遺跡から出土したサケの捕獲施設やサケの骨から明らかである（北海道大学 2011）。

豊平川におけるサケの本格的な増殖事業は、1937年から1953年まで行われたが、札幌市の人口増加に伴い水質が悪化したため、増殖事業は中断された（図1）。その後、下水道が整備されて水質が改善されたことを受け、再び豊平川にサケを呼び戻そうという札幌市民によるカムバッケサーモン運動が1978年に起こり、1979年にサケ稚魚の放流が再開された。当時は、石狩川水系の千歳川で捕獲、採卵、飼育された稚魚を豊平川に活魚輸送し、放流した。1983年以降は、豊平川で捕獲された親魚も用いられたが、豊平川には捕獲施設がなく、産卵前の親魚を確保する事が難しいため、近年では、ほぼ100%が千歳川の親魚由来の稚魚を放流している（図1）。

カムバッケサーモン運動が起きたころは、稚魚を放流すれば、親魚になって母川回帰することは期待されていたが、都市河川において自然産卵は困難ではないかと考えられていた。しかし、1985年に自然産卵^{さんらん}が確認され、継続的な調査により、毎年、産卵床（サケが産卵した場所）が500～1,000床（最大3,221床）確認されている。

現在の豊平川には、人工ふ化によって生まれた放流魚と、自然産卵に由来した野生魚が混在している。放流魚と野生魚は外見から識別する事はできないため、これまでその割合を知ることができなかつたが、

2004年から2007年に放流した稚魚の脂びれを切り目印をつけることで、戻ってきた親サケが放流魚か野生魚かを区別する標識放流調査を独立行政法人水産総合研究センターと共同で実施した。その結果、野生魚の割合が約7割であることがわかり、豊平川に遡上するサケの大部分は、豊平川で自然産卵によって生まれた野生魚であると考えられた（図2、有賀ほか 2014）。

また、豊平川生まれの野生サケと千歳川から移植された放流魚では、川に戻ってくる時期や年齢に違いがみられた。豊平川では、野生魚の割合が10月に最も高く（図3）、これは湧水が比較的多くない豊平川では前期産卵由来の稚魚の方が残りやすい可能性が考えられた（有賀ほか 2014）。昭和初期の記録においても豊平川のサケの遡上時期は10月初旬～11月中旬までとされており（北海道廳 1930）、1981年から回復した豊平川の自然産卵が2011年で7世代を超える、本来の豊平川の環境に適したサケの個体群が定着していることが示唆された。さらに、千歳川産の稚魚の放流を続ける事は、野生魚の定着に貢献しておらず、増殖事業河川ではない豊平川において、過度なふ化放流は豊平川生まれの野生サケ個体群に負の影響を与えることが考えられた。

そこで、筆者と共同研究者の森田健太郎氏（独立行政法人水産総合研究センター）、淡水魚の保全に深い知見を持つ平田剛士氏（フリーランス記者）、旭川のサケの自然産卵を調査している有賀誠氏（明

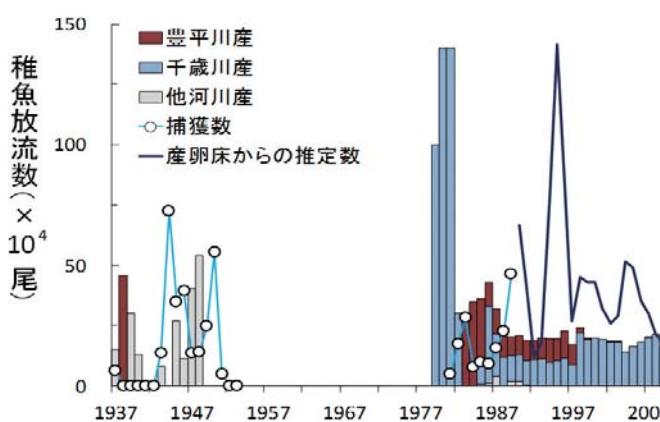


図1 豊平川におけるサケ稚魚放流数と親魚捕獲数

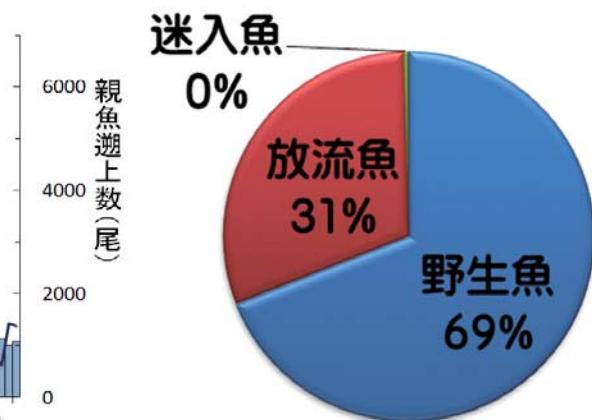


図2 2006年から2012年に豊平川に遡上したサケの野生魚と放流魚の割合

治コンサルタント株式会社)が呼びかけ人となり、さらに行政、河川の管理者、研究者、有志の市民らが加わり、豊平川の野生魚を保全する『札幌ワイルドサーモンプロジェクト(s wsp)』(図4)が2014年1月に立ち上がった。このプロジェクトは、札幌市内を流れる豊平川において、市民による「カムバッターサーモン運動」の精神を尊重しつつ、この地域の生物多様性を重んじ、科学的知見に基づく順応的管理手法によって、市民と共に豊平川のサケ個体群の野性味を最大限向上させることを目的としている。

プロジェクトでは、まず遡上数に応じて放流数を管理する放流魚の順応的管理の導入を提案している。遡上数が多い年が続ければ放流数を減らし、遡上数が少ない年が続ければ放流数を増やす。その際には放流魚に標識を付け、回帰魚をモニタリングする事により、豊平川のサケの野性味が向上しているかを検証する。サケの順応的管理は、おそらく日本初である。

他方で、豊平川の自然産卵域は、サケの遡上の障害となる床止に1994年以降魚道が付き拡大した。しかし、近年は土砂供給が減ったことなどが原因となり河床の砂利が減少し、扇状地の扇頂部では岩盤が露出し、サケの産卵に適した環境が減少している。また、稚魚が採餌を始める春の豊平川は、河川敷が雪捨て場となっており、濁度やCODが上がるなどの環境悪化が、稚魚の生存率を下げている事が懸念されている(有賀ほか 2014)。豊平川において自然産卵由来の稚魚の生存率を高めるためには、産卵環境や稚魚の生育環境の改善が不可欠であり、そのためには、市民や研究者、河川管理者らを交えた検討が必要となる。プロジェクトには、行政、河川の管理者、研究者、有志の市民らが参加しており、勉強会を重ねながら手がけられる事を模索している。

さけ科学館の開館30周年記念フォーラムでは、札

幌ワイルドサーモンプロジェクトがお披露目され、マスコミなどにも多く取り上げられた。2014年は、札幌ワイルドサーモンプロジェクト発足の年であり、さけ科学館が市民と共に、豊平川のサケの未来を改めて考える年となった。

【引用文献】

北海道廳 (1930-1931), 昭和4年度-昭和5年度鮭鱒孵化事業報告, 札幌。

有賀望・森田健太郎・鈴木俊哉・佐藤信洋・岡本康寿・大熊一正 (2014). 大都市を流れる豊平川におけるサケ *Oncorhynchus keta* の野生個体群存続可能性の評価, 日本国水産学会誌 80, 946-955.

北海道大学 (2011). 北海道大学埋蔵文化財調査室ニュースレター 12.

札幌ワイルドサーモンプロジェクト(s wsp)

(2015年3月5日現在、計31名)

〔共同代表〕

有賀 望	(公財)札幌市公園緑化協会西岡公園
岡本 康寿	(公財)札幌市公園緑化協会
森田健太郎	独立行政法人水産総合研究センター 北海道区水産研究所

〔事務局長〕

平田 剛士	フリーランス記者
-------	----------

〔会計〕

有賀 誠	明治コンサルタント株式会社
佐藤 信洋	(公財)札幌市公園緑化協会 札幌市豊平川さけ科学館

〔監事〕

木村 義一	北海道サーモン協会
渡辺 恵三	株式会社北海道技術コンサルタント

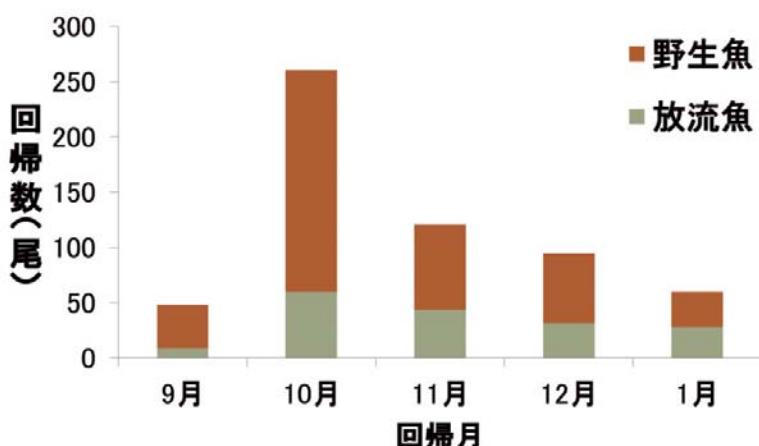


図3 2006年から2012年に豊平川に遡上したサケの回帰時期ごとの野生魚と放流魚の内訳



図4 札幌ワイルドサーモンプロジェクト ワッペン

サケ稚魚の定量放流から順応的管理へ

独立行政法人水産総合研究センター北海道区水産研究所 主任研究員
札幌ワイルドサーモンプロジェクト 共同代表 森田 健太郎

人工的に魚を増やすことを目的として、19世紀後半から人工ふ化放流（種苗放流）という試みが行われるようになった。これは、自然界において死亡率が著しく高い卵～稚魚期を人工環境に置くことで、資源増大を図ろうというアイディアから生まれたものである（図1）。人工環境で飼育されている間は、自然界よりも生存率が高まる。しかし、その一方で、自然界では死ぬはずの個体が人工環境では生き残るので、ふ化場魚と野生魚では行動や形態に違いが生じてくることが知られるようになった。例えば、ふ化場魚は、捕食者に対する警戒心が薄かったり、表層に浮いている餌を盛んに食べたりすることが知られている。また、人工飼育では餌が十分に与えられるので、ふ化場魚は小さい卵を多く産む戦略に進化するということも懸念されている。

このような、人工的な飼育環境に適応することを「家魚化」と呼ぶ。通常、家魚化は、自然界での生き残りには劣る方向に働くため、ふ化場魚の遺伝子が混ざると野生魚が減ってしまうことが心配されている（遺伝的リスク）。また、ふ化場魚が大量に放流されると、野生魚の餌や生息場所が圧迫されることも心配されている（生態的リスク）。そのため、過度のふ化放流は、自然産卵によって子孫を繋ぐ野生サケの存続性には負の影響を及ぼすことが懸念されるようになった（森田 2015）。

このように近年、人工ふ化放流が野生魚に及ぼす負の側面が知られるようになり、人工ふ化放流は野生魚に配慮する必要が求められている。例えば、平成24年9月に閣議決定された生物多様性国家戦略2012–2020においても、さけ・ます増殖事業をおこなう上で、周辺の生態系との調和を図り、生物とし

イラスト：
堀まゆみ



図1 人工ふ化放流と自然産卵によるライフサイクル

て持つ種の特性と多様性を維持することに配慮し、野生魚との共存可能な放流技術の高度化を図ることが明記された。札幌市が平成25年3月に策定した「生物多様性さっぽろビジョン」においても、稚魚の放流によりサケの遡上が回復した豊平川でも将来的には自然産卵によってサケの回帰が維持されることが理想ですと記されている。

そこで、札幌ワイルドサーモンプロジェクトでは、豊平川で目標とすべきサケの遡上数を定め、放流数をコントロールすることによって、野生サケの割合を高めようとする順応的管理の取り組みを進めることを検討している。具体的には、現在の放流数（約20万尾）から実験的に数万尾程度に減らす試みを行い、産卵床のモニタリング調査によって、もし遡上数が大幅に減るようなことがあれば放流数を元に戻し、遡上数が目標値を達成できれば放流数を削減したままでしばらく様子を見るというものである（図2）。順応的管理とは、『未実証の前提に基づいて管理計画を実施し、継続監視によってその前提の妥当性を絶えず検証しながら、状態変化に応じて方策を変えること（フィードバック制御）によって管理失敗のリスクを低減する管理のこと』（岩崎ほか 2014）である。今後、産卵床のモニタリング調査を継続することによって、豊平川に野生サケを遡上させるために必要な放流数について、明らかになっていくことが期待される。

【引用文献】

- 岩崎雄一・松田裕之・及川敬貴（2014）. 第5章リスクと生態系管理. 『生態学と社会科学の接点』（日本生態学会・佐竹暁子・巖佐庸編）共立出版、東京.
森田健太郎（2015）. 第8章漁業の特性と生物の適応. 『人間活動と生態系』（日本生態学会・森田健太郎・池田浩明編）共立出版、東京.

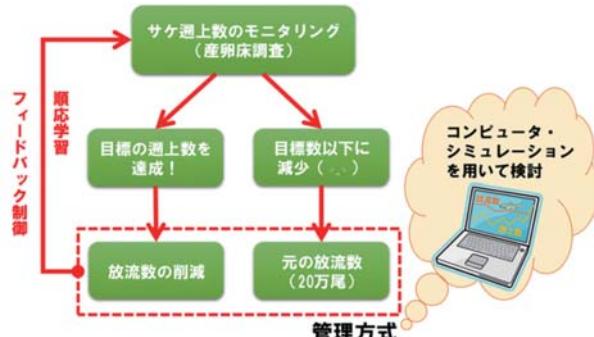


図2 豊平川のサケ放流数の順応的管理（模式図）