

SWSP



創刊第2号 2015年5月

札幌ワイルドサーモンプロジェクト
ニュースレター

NEWSLETTER

No.002

May
2015

豊平川サケ 2014-2015モニタリング報告 p2

野生サケ研究トピックス / SWSP勉強会から p4

①

「放流が再開される前後の
豊平川のサケの記録と
その当時のサケの資源状況について」

森田健太郎さん 札幌ワイルドサーモンプロジェクト共同代表

②

「豊平川・千歳川・琴似発寒川に
遡上するサケ放流魚と
野生魚の遺伝的特徴」

佐藤俊平さん 水産総合研究センター北海道区水産研究所

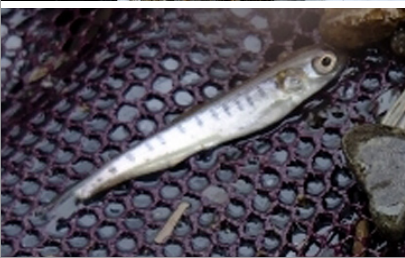
ちびリンまんが

「野生サケってことは？」 p28

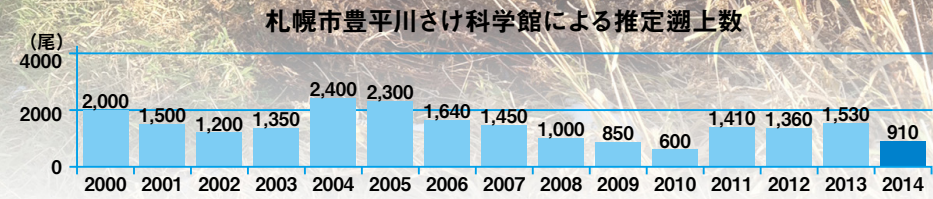
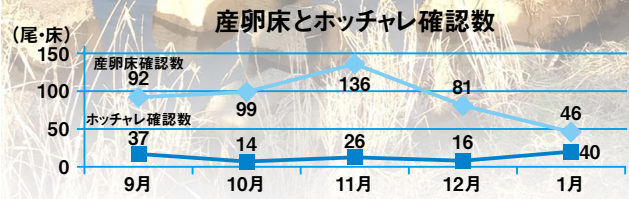
かじさやかさん

遡上サケのモニタリングは、
札幌ワイルドサーモンプロジェクトの重要な活動です。
2015年1月10日、札幌市中央区の豊平川で。
撮影・SWSP





豊平川サケ 2014-2015モニタリング報告



遡上数は910尾

2014年9月から15年1月にかけて、SWSPは札幌市豊平川さけ科学館の豊平川サケモニタリングに参加しました。新しい「順応的管理」を駆使して野生サケ個体群復元を目指すSWSPにとって、毎シーズンの遡上サケのモニタリングは、もっとも重要な調査活動です。

川の中を自由に泳ぎ回っているサケたちを正確に数えるのは容易ではありません。そこで代わりに、母ザケが川底につくった「産卵床」をカウントします。母ザケ1尾が1個ずつ産卵床を作ると仮定し、雄サケも同じ数が遡上してきているとして、産卵床数を2倍した数を遡上尾数と推定します。

調査区間は、環状北大橋（東区東雁来1条1丁目）からさけ科学館（南区真駒内）前までのおよそ11km区間。数人ずついくつかのチームに分かれ、1日ばかりで川の中を歩き、産卵床やホツチャレ（繁殖行動を終えて力尽きた親魚）を探しました。産卵

床は作りたてでないと見分けがつきにくいため、9月から1月にかけて、計6回のモニタリングを実施しました。

結果は、前年比40%減の推定910尾。さけ科学館の佐々木北斗さんは「今季は石狩川水系の河川でサケ遡上が低調でした。豊平川ではさらに、8号床止めの工期と重なって上流への遡上がほとんど見られなかったこと、9月の大増水で地形が大きく変わったことも要因でしょう」とみています。

また、さけ科学館から稚魚が放流される前の3月1日、水穂大橋付近でタモ網調査をおこない、川底の産卵床から赤ちゃんサケが元気に泳ぎだしてきているのを確認しました。

よう。明治時代から昭和初期にかけての豊平川は北海道を代表するようなサケの遡上河川でした。しかし太平洋戦争敗戦を経て、その後の高度経済成長期には札幌市の人口急増にともなう水質悪化が進み、サケの遡上が途絶えた、と考えられています。その後、1979年(昭和54年)にカムバックサーモン運動による放流が再開し、サケが復活。第1号が1981年に3年魚で帰ってきた、というふう言われています。

その後、昨年ですが、標識放流調査の結果をまとめたところ、自然産卵由来の野生魚がけっこういる(平均して69%を占めている)と分かってきたところ(※1)。

この札幌ワイルドサーモンプロジェクトの活動に関わるようになってから、私はまず豊平川の「カムバック

これまでの通説

明治時代～昭和初期

- かつての豊平川は北海道を代表するサケの遡上河川

高度経済成長～昭和53年

- サケの遡上が途絶えた(絶滅)

昭和54年～(1979年～)

- カムバックサーモン運動による放流でサケが復活(第1号が1981年に3年魚で帰帰)

平成26年(2014年)

- 自然産卵由来の野生魚が多いことが科学的に判明

放流前に見つかった遡上サケ

きょうはこのテーマについて、いろいろ調べてみた結果をお話ししたいと思います。



Photo / Tsuyoshi Hirata



野生サケ研究トピックス

放流が再開される前後の豊平川のサケの記録とその当時のサケの資源状況について

森田健太郎さん 札幌ワイルドサーモンプロジェクト共同代表

1974年、大阪府生まれ。北海道大学大学院水産学研究所修士後、水産総合研究センター北海道区水産研究所に勤務。2010年まで釧路庁舎で北洋サケマス調査を担当、2011年から札幌庁舎・繁殖保全グループに異動し、野生サケに関する業務を担当。

といいますのも、このあと佐藤俊平さんから、豊平川のサケのDNA分析の結果について発表いただくのですが、その結果を解釈するのに、過去からこれまで、豊平川のサケがどういう社会状況におかれていたのかを理解しておく、考察がより深まるかなと思っただけです。まず、これまでの通説を年表的にご紹介しておきます

「サーモン運動」がどういうものだったのかを改めて調べてみました。繰り返しになりますが、この運動では、千歳川産親魚から人工孵化で得たサケ稚魚の大量放流が1979年に初めて豊平川で実施され、81年に3年魚として豊平川に帰ってきた、ということですので、当時の記録を集めてみました。

まず見つけたのは、国土交通省北海道開発局のホームページの記事です。こんなふうに書かれていました。

「1979年9月10日、豊平川の豊平橋上流で、銀色の鱗を踊らせる体長60センチのサケが発見された。サケたちは、北太平洋を遠くアリューシャン列島からベーリング海まで数年間の旅をし、母なる豊平川に産卵のために帰ってくる。」

あれ？ 79年って初めて放流された年ですよね……。続きはこうです。

「この年には「カムバックサーモン運動」により、32年ぶりに稚魚の放流が行われているが、もちろんそのサケが戻ってきたわけではない。稚魚の放流が中止されていた間にも、サケたちは人知れず豊平川に遡ってきていたのだらう。／これが「25年ぶり、豊平川にサケ戻る」と新聞に報道されてから、カムバックサーモン運動は市民の間に急速な広がりを見せた。サケよ帰れということは、サケの戻れるようなきれいな川に戻そうということ

野生サケ研究トピックス

森田健太郎さん

※1 有賀ほか(2015) 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 80 (6), 946-955

である。しづぎを上げて遡上した一匹のサケは、市民の自然環境に対する意識を一気に高めたといっている。『なーんだ、1号が帰ってくる前にサケ帰ってきてたんだ、と初めて知りました。』

そこで、この記事で紹介されている「25年ぶり、豊平川にサケ戻る」の新聞記事を探しました。いまこういうのを何でもインターネットで調べられるから便利ですね(笑)。

実はサケではなくサクラマスだった可能性もあると聞いていたのですが、この記事の写真をみると、やっぱりサケです。「ああ、人工孵化稚魚を放流した年にもサケが遡上していたんだ」と分かりました。

79年はカムバックサーモン運動が始まったこともあり、みんなが豊平川に注目していたようです。『北海道昭和の漁業史』という文献を見ると、79年のサケの発見状況がまとめられていました。

〈9月7日に豊平川にサケ遡上〉

〈雁来橋の下流でサケが発見されたのを始まりに、石狩川水系の各河川でサケが観察された〉

〈このうち豊平川では9月27日に死んだサケ1尾を回収し、発寒川では5尾が回収された〉

いろんなところでサケが発見されています。79年には何個体か上ってきていたんです。

〈「1965年と73年に、堰堤付近で密漁者が引っかけ針でサケを捕るのを目撃した。いくぶん黒ずんではいたが、2度とも体長70センチ台の大型だった。おそらく千歳川からの迷いサケだろうが、ワシはサケがこっそり上がっているのを知った〉

なるほど、カムバックサーモン運動で放流する前から、サケはなんぼかは上ってきていたんだ、と思ったわけですね。

すると、1981年に捕獲された最初のサケについても、本当に全てが放流一周年(3年魚)だったのかな、と疑問が浮かびますよね。そこで、こちらの豊平川さけ科学館さんに「81年のデータはありませんか」と聞いてもら、「当時はまだ科学館ができていません」というお返事でした(科学館は84年オープン)。「でも増協(増殖協会)が捕獲していました」と。なんだウチにデータあるんじゃない、と思って倉庫を見たらですね、「81年豊平川」「82年豊平川」が見つかりました。

81年は4個体です。改めてウロコの年輪を数えてみましたが、そのうちの1個体は4年魚でした(残りは3年魚が2尾、2年魚が1尾)。81年に上ってきた魚の中には4年魚も混ざっていたと思われまます。

82年は放流一周年が4年魚の主力として帰ってくる年です。その時の魚体測定データがこれ。ウロコも見まし

豊平川のサケは絶滅していない？

また、翌年80年に『北海道新聞』に掲載された吉崎昌一・北海道大学助教授(カムバックサーモン運動呼びかけ人)のインタビュー記事には「今年も豊平川にサケが帰ってきました」とあります。

北13条橋の下で体長70センチのサケが見つかり、雁来橋の下でも3尾が泳いでいるのが目視された、と書かれています。

カムバックサーモン運動の初年度の放流魚が帰ってきた可能性もありますが、2年魚で70センチはありえないでしょう。

次の81年はいよいよ1回目に放流した稚魚が第1号となって帰ってくる年です。当時の『北海道新聞』記事を読むと、

〈札幌のど真ん中を流れる豊平川に9月15日、サケが戻った。市民の手で稚魚の放流が始まって3年目。1期生の3年魚かどうかは未確認だが……〉

という文章が始まっているんですけど、この記事にはあるおじさんのコメントが載っていました。けっこうおもしろいことを言っています。

1981年に豊平川に遡上したサケの鱗

1981年豊平川	2年魚=1個体
3年魚=2個体	4年魚=1個体

1981年に豊平川に遡上したサケの鱗

いたわけではなく、細々とは上ってきていた、というふうにし解釈できません。

ひょっとして豊平川のサケは絶滅していなかったの？というふうにもとれるわけですが、そうとも言えません。当時からこれらのサケは迷入魚だろうと言われていました。2014年の有賀さんの論文の豊平川へのサケの迷入率から計算すると、年間だいたい10尾弱の迷入サケが豊平川を遡上するとみられます。豊平川のサケは絶滅せずに細々と生き残っていたのかも知れないし、迷いサケだったのかも知れません。それをはっきりさせるのに、

佐藤俊平さんの今後のDNA分析に期待をかけたと思っています。

野生サケ研究トピックス

森田健太郎さん

イラスト内の赤いピンマークをダブルクリックすると拡大イメージが開きます。

サケの資源量のデータを 読み解く

もうひとつ、当時のサケの資源状況についてご説明したいと思います。

サケはそもそもいろんな要因で増えたり減ったりするんです。そうしたことを考え合わせることもまた、豊平川のサケがその時どういう状況に置かれていたのかを考えるためには必要だと思います。

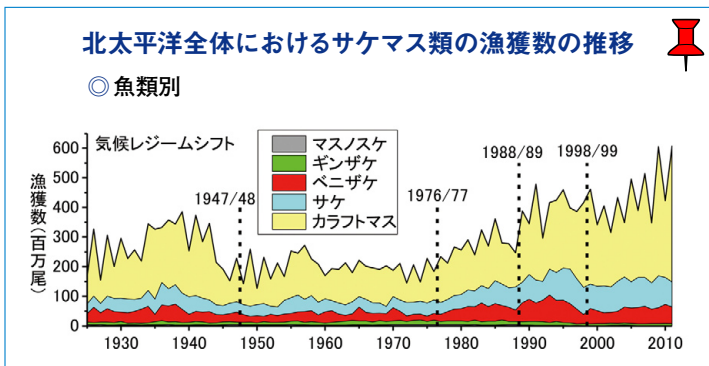
これは、サケ漁獲量の推移グラフで、**北水研のホームページ**に載っているものです。棒グラフが来遊数、実線の折れ線グラフが放流数です。1970年代にサケの放流数がぐんと増えて、それに追従するように来遊数も増加していることが良く分かります。

「放流数を増やしたから来遊数も増えた」という説明がもつとも有力です。ただ、放流数を増やすには、親魚の来遊数も多くなないと困ります。当時は、来遊数が増えた↓人工採卵の数も増えた↓稚魚放流数も増えた、という連動もあります。昭和中期あたりの年々の放流数は、前年の親魚回帰数に強く依存しています。カラフトマスで特に顕著で、放流数の折れ線が年ごとにギザギザしていますが、これは来遊数が増えて親魚がたくさん捕れた

回復したというのは神話じゃないのか。」と（SWS P ニューズレター第1号34ページ参照）。

このようなご意見はあまり耳にすることがないので、どういう意味だったのか、一般の方はチンプンカンプンだったんじゃないかな？ と思います。そこでちょっと

詳しく中身をご紹介します。



この図は、日本沿岸だけでなく、ロシア、アメリカ、カナダなども合わせて北太平洋全体でサケマス類の漁獲数の推移を示したものです。長期的にみると、かつては多かったのが1945年ごろからぐくと減って、それが75年ごろからまた増えてきたという変動が見ら

野生サケ研究
トピックス

森田健太郎さん

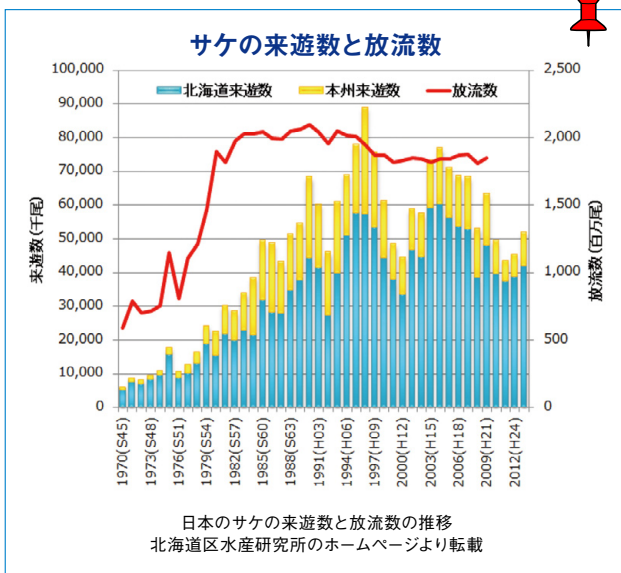
同じデータソースを使って、今度は魚種組成ではなく、漁獲法別の構成要素をみてみましょう。赤（斜線）が日本の沿岸漁業。黒が日本の沖合漁業です。漁業形態の大きな変化は日本の敗戦（1945年）と、いわゆる200カイリ時代の到来（漁業専管水域⇨排他的経済水域の確定、77年）の時に起きています。ちよつと脇にそれますが、敗戦年まで日本の沿岸漁業

激動する サケマス漁業

とはいえ、これはあくまで漁獲数のデータです。人間が獲った魚の数ですから、この数字が海の中の資源量を反映しているかどうかはまた別問題です。

れます。種で分けると、一番多いのがカラフトマス、2番目がサケ（シロサケ）です。

なぜこういう変動が起きたのか。帰山雅秀先生たちは、気候変化（レジームシフト）が起こったせいではないかと指摘しています。海水温などが急激に変化することによって魚類を含むいろんな生態系がドラスティックに変わる現象です。この100年では、それが1947年あたりと76年あたり、その後も何回か起きた、と考えられています。



日本のサケの来遊数と放流数の推移
北海道区水産研究所のホームページより転載

時にたくさん放流、来遊数が少なかった年は放流も少なくなっていたためです。

昨年11月のフォーラムで講演された荒木仁志さんがこのグラフを示された時、会場におられた元北海道大学教員の方がこんな意見を述べられました。「サケマスの資源状況を考える時に、ロシアの禁漁と、河川での水質改善の影響が大きいのではないかな。ふ化放流でサケ資源が

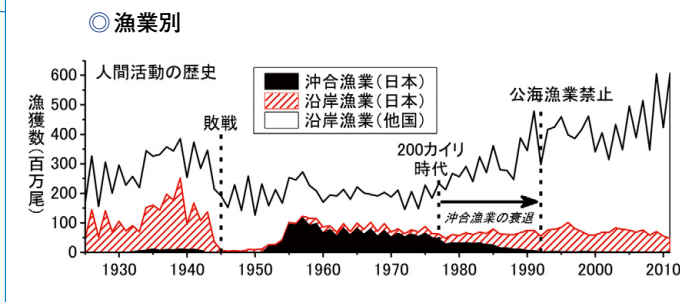
なくなっただけで漁獲量が激減した可能性が大きいことが分かると思います。

私も調査でダッチハーバー（アリューシャン列島ウナラスカ島。太平洋戦争中、米海軍基地があった）に行くのと「アリューシャンの戦い（1942年）」の跡（トーチカ）が海辺にあるのを見て考えさせられたり、またサハリンに行くところな日本語が掘られた石碑があつてかつてここは日本の領土だったんだとか、感じるどころです。

さてその後、豊平川でカムバックサーモン運動が始まる時代、このあたりの漁獲量はすごくいびつな構造をしています。沿岸で漁獲がぐんと増えてきたことが強調されがちですが、日本で獲っていたサケマス類の全体量自体はそう変わっていないんです。沖合の漁獲量が減っているからです。77年に「200カイリ時代」が始まって、ロシアがほとんど禁漁を強めていった結果ですね。

北太平洋のサケマス類の漁獲量は1970～80年代に大幅に増え、これには沖合で獲られなくなったこともある程度は関係しているようですが、沖合の漁獲量の減少分だけでは説明できない増加量です。ただ、当時の沖合漁業の漁獲量は真の値より相当過小に推計されていたとも言われます。ジャーナリストの本多勝一さんをご存じの方は多いと思いますが、当時の朝日新聞（1978年2月6日付け）に発表された記事の見出しは「霧に包ま

北太平洋全体におけるサケマス類の漁獲数の推移



はありませんよね。日露戦争（1904～05年）で日本が勝利し、ポーツマス講和条約で日本がロシア沿海州の沿岸でも漁業権を得たことよって、カムチャツカやサハリンでも日本の漁師が沿岸漁業をしていた、ということでした。当時の漁業は軍事活動とも関係して、とりわけロシア革命（1917年）後の混乱期などには、日本の漁船は「自衛出漁」といって、軍艦とともに出漁したりしていました。太平洋戦争（1941～45年）のころの様子はあ

によるサケマス漁獲量はものすごい多いですよ。どうやってこんなにか？ と思いますが、当時の日本の沿岸漁場を表した地図がこれです（マルハニチロサーモンミュージアム カムチャツカ露領漁業）。昭和7年（1932年）のもですが、これ、どうみても「日本の沿岸」で

野生サケ研究トピックス

森田健太郎さん

たので（青木久、1977『危機に立つ北洋漁業』三省堂）、少し紹介しましょう。

——戦局が不利になるにつれて缶詰用カラ缶の不足による工場の運転休止、石油不足による漁船の操業中止が続出した。ロシア漁業は1943年春から大幅な縮小をせざるを得ない状況になった。この年の5月、日本軍がアッツ島で玉砕してからは——アッツ島はアリューシャン列島にある島です——ベーリング海の制海空権を失い、もはやカムチャツカ東岸への出漁は、不可能になっていた。1944年——終戦の前年です——になると、北千島は連日アメリカ軍の空襲にさらされ、多くの漁船が空襲で沈められた。漁獲高は前年比17・5%という激減を余儀なくされた。——それでも終戦の年の1945年も出漁しています——日魯漁業（現在のマルハニチロ）首脳陣は無事に着漁できないとして北千島出漁中止の腹を固めていたが、政府から北千島だけでなくカムチャツカまで出漁するようにと『決死の出漁』を強く求められ、護衛艦とともに生還を期したい出漁を強行した。死の船出をした漁船団はカムチャツカでは8月9日——ポツダム宣言受託の直前です——5万箱の缶詰を積み込んだところで沈没させられた——。

こういったふうに記載されていますね……。〔海の資源量が減ったからというより〕日本の漁船が漁場から離れた北洋伏魔殿。どんなに少なく見積もったとしても報告数の3倍は獲っていた、と書かれています。

最近になって、そのことを裏づける証拠が見つかったと、北海道新聞（2012年10月29日付け夕刊）にさらさらと出ていました。

〈北洋サケ・マス漁が1970～80年代、日ソ漁業協定で決めた割当量の3～8倍を捕っていたことを示す水産庁や道、業界の資料が見つかった。漁獲量超過は「国益」を理由にタブー扱いで、物証となる文書は未発見だった。国際協定を政府、業界ぐるみで破っていたことが裏付けられた。／資料は他界した元水産庁幹部が段ボールに入れ、自宅に残していた。〉

汚濁河川が
いま「清流日本一」に

次に水質汚染のお話をします。

豊平川でサケがいなくなった、少なくなった理由のひとつとして、水質汚染が挙げられています。水質汚染というと、都市河川に限ったことという印象をすごく持つんですけど、実はそうじゃなかった。全道各地、とくに道東の農村部を流れる川の水質汚染もかなり深刻だったのです。

たので（青木久、1977『危機に立つ北洋漁業』三省堂）、少し紹介しましょう。

——戦局が不利になるにつれて缶詰用カラ缶の不足による工場の運転休止、石油不足による漁船の操業中止が続出した。ロシア漁業は1943年春から大幅な縮小をせざるを得ない状況になった。この年の5月、日本軍がアッツ島で玉砕してからは——アッツ島はアリューシャン列島にある島です——ベーリング海の制海空権を失い、もはやカムチャツカ東岸への出漁は、不可能になっていた。1944年——終戦の前年です——になると、北千島は連日アメリカ軍の空襲にさらされ、多くの漁船が空襲で沈められた。漁獲高は前年比17・5%という激減を余儀なくされた。——それでも終戦の年の1945年も出漁しています——日魯漁業（現在のマルハニチロ）首脳陣は無事に着漁できないとして北千島出漁中止の腹を固めていたが、政府から北千島だけでなくカムチャツカまで出漁するようにと『決死の出漁』を強く求められ、護衛艦とともに生還を期したい出漁を強行した。死の船出をした漁船団はカムチャツカでは8月9日——ポツダム宣言受託の直前です——5万箱の缶詰を積み込んだところで沈没させられた——。

こういったふうに記載されていますね……。〔海の資源量が減ったからというより〕日本の漁船が漁場から離れた北洋伏魔殿。どんなに少なく見積もったとしても報告数の3倍は獲っていた、と書かれています。

最近になって、そのことを裏づける証拠が見つかったと、北海道新聞（2012年10月29日付け夕刊）にさらさらと出ていました。

〈北洋サケ・マス漁が1970～80年代、日ソ漁業協定で決めた割当量の3～8倍を捕っていたことを示す水産庁や道、業界の資料が見つかった。漁獲量超過は「国益」を理由にタブー扱いで、物証となる文書は未発見だった。国際協定を政府、業界ぐるみで破っていたことが裏付けられた。／資料は他界した元水産庁幹部が段ボールに入れ、自宅に残していた。〉

汚濁河川が
いま「清流日本一」に

次に水質汚染のお話をします。

豊平川でサケがいなくなった、少なくなった理由のひとつとして、水質汚染が挙げられています。水質汚染というと、都市河川に限ったことという印象をすごく持つんですけど、実はそうじゃなかった。全道各地、とくに道東の農村部を流れる川の水質汚染もかなり深刻だったのです。

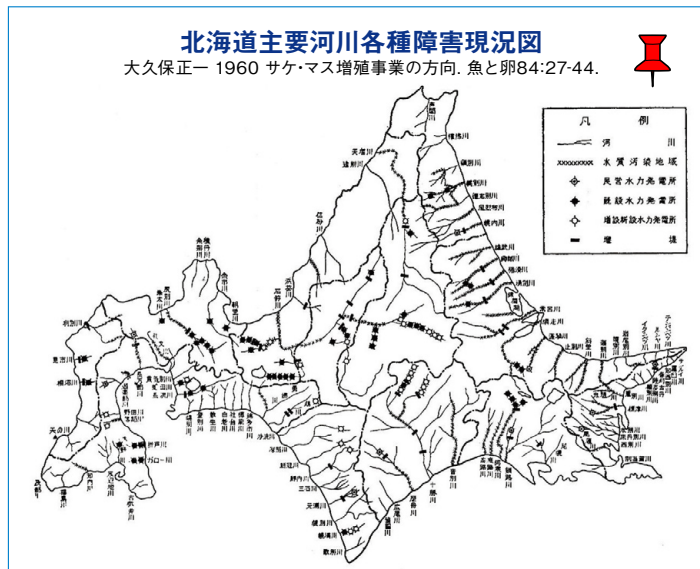
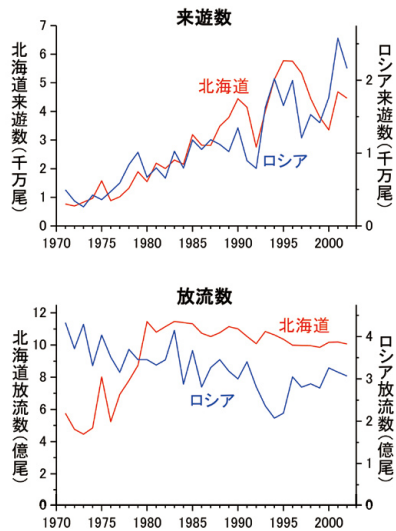
ようするに、カムバックサーモン運動によるサケ稚魚放流が始まった80年代はちょうど、ロシアによる禁漁と、河川の水质の改善で、河川に遡上するサケが増え出すステージにあった、と言えると思います。

最後に、このことを物語る例をお見せします。

北海道では、1970～80年代にサケの来遊数が大きく増えましたが、この同じ年代にロシアでも来遊数が増えていたのです。この時代、ロシアによる放流数は減ってきているのに、です。

1992年の数値をみてください。来遊数がかくつと落ち込んだ年です。北海道でもロシアでも来遊数も減つ

北海道とロシアにおけるサケの放流数と来遊数



http://salmon.fra.affrc.go.jp/kankobutu/tech_repo/fe10/fishandegg084p27-44.pdfより転載

1960年に、北海道さけ・マス孵化場によって作成された「主要河川の障害状況」という、素晴らしい地図があります。ダムが出来たり、水質が汚染されたりしている川の情報が書き込まれているのですが、全道各地で水質の汚染が報告されています。

野生サケ研究トピックス

森田健太郎さん

最後にいくつか、札幌ワイルドサーモンプロジェクトに関連しそうな話題をご提供します。

従来は「サケ科魚類には母川回帰性(生まれ育った川に母川に帰ってきて繁殖する習性)があるので、いったん絶滅するとすぐには回復しない。だから放流しなくてはならない」というふうに言われてきました。けれども、こんな定説を覆す事実が、次々に報告されています。

これは最近出たレビュー(※2)からの引用ですけれど、ダムなどによって長く魚類の遡上が妨げられていた川で、魚道設置などによって遡上が再開してから、いろいろな種類のサケ属魚類がどのように増えていったか、全部北米の例ですが、調査結果をまとめた図です。ご覧

※2 Pess et al. (2014). Re-colonization of Atlantic and Pacific rivers by anadromous fishes: linkages between life history and the benefits of barrier removal. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24, 881-900.

原因は鉱工業。特にパルプ工場・でんぷん工場・鉱山の排水が汚染の原因だったといわれています。サケマスの被害は甚大だったと記録されています。道東を拡大してみると、知床方面の河川を含め、軒なみ「水質汚染地域」にاندますね。いまは泳げるぐらいきれいな川なのに、と思います。

BODの値をみると、60年代の斜里川なんか強汚濁河川です——なんですが、その同じ斜里川は環境省の水質調査で日本で最もきれいな川に選ばれるほどまで水質が回復しています。

インターネットを調べると、いくつかの川の水質の変遷が載っているページがあります(国土交通省水質水質データベース)。それをみると、かつては釧路川も十勝川もすごく汚かったことがわかります。釧路川下流では、1966年と1972年、一時的にBOD値が記録上100ppmを越えるという、いったいどういうことなんだろう? と思いますけれど、かつて水質汚濁は大きな問題だったようです(ウェブサイト「北海道の水質環境」)。

でもその後、1970年代後半から80年代にかけて、豊平川でカムバックサーモン運動が始まったころ、豊平川だけではなく、全道の川の水はだいぶきれいになってきます。

迷入サケが「祖先」になるメカニズム

流だけではなく、海洋環境やら漁業規制やら、いろんなものが複合的に合わさっている気がします。同じように、カムバックサーモン運動が始まったころにロシアの禁漁政策と北海道の河川環境の改善が進んで、ちょうどサケが増えるには絶好のフェイズに当たったことも幸いしたんじゃないかなって思います。

もうひとつ、英国・ロンドンを流れるテムズ川の例をご紹介します。

あちらでも札幌のカムバックサーモン運動と同じ時期、タイセイヨウサケをよみがえらせようという動きがあった、当時の札幌市とも関わりがあったようです。

〈国際都市札幌、テムズ川にサケ1000匹〉とか〈テムズ川にサケ戻った／150年ぶり〉とか、北海道新聞に記事が出ていたそうです。

で、その後にテムズ川のタイセイヨウサケはどうなったのかを調べてみました。

テムズ川も、豊平川と同じように、かつては汚濁して、水質汚染が深刻でした。1970年代に水質が改善し、1975年から稚魚放流が行なわれます。その後、親サケが回帰するようになったのも豊平川と同じです。

いったん親サケの遡上が再開したテムズ川でしたが、その後、遡上数がまた減少してしまいました。2005年には親魚遡上は確認されませんでした。しかし06年以降にはまた少し遡上がみられるようになり、現在に至っています。しかし、06年以降に遡上したサケに標識された

テムズ川の教訓に学ぼう

野生サケ研究トピックス

森田健太郎さん

いまテムズ川に上ってきているサケは、どうやら近隣河川からの迷いサケのようだ。かつての何百万ポンドにおよぶ放流努力の結果ではなかった。

回帰サケの遺伝データを分析した研究者たちは、放流より生息環境の再生のほうがより効果的だと示唆している。

研究チームは、魚のいなくなった他の川にもこの「テムズ川の教訓」をいかすべきだ言っている。

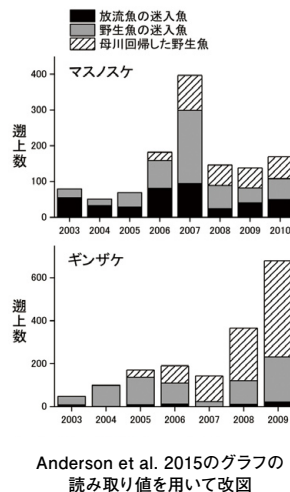
「Healthy Thames key for return of salmon」/サケ回帰のカギはテムズ川の「健全性」の見出しで、次のように書かれています。

放流魚はいませんでした。じゃあいま遡上してきているサケって何者なんだ、ということ、ここでもDNA分析が行なわれました。その結果、現在テムズ川に上ってきているタイセイヨウサケは、放流魚の子孫ではないことが判明しました(※4)。迷入のサケが遡上していた、ということなのです。

このニュースをBBCが大きく報道しています。

※4 Griffiths et al. (2011). Restoration versus recolonisation: The origin of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) currently in the River Thames. *Biological Conservation*, 144: 2733-2738.

北米シダー川における魚道開通(=2003年)後の遡上数の推移



のように、遡上再開直後からコンスタントに増える場合もあるし、しばらくおいてから級に増え出す場所もあります。〈遡上可能になってから、多くの場合10〜20年で定着し、けっこう回復する〉と書いてあります。

中でも北米のシダー川(米国ワシントン州)で、遺伝子解析を含む詳しい調査研究が行なわれています(※3)。河川改修やダム建設によって、100年以上にわたってサケが完全に途絶えていた川です。2003年に魚道が開通するようになったか。その年からすぐにマスノスケとギンザケが上ってきました。その後、どんどん遡上が回復してくるのですが、興味深いのは、遡上魚の由来です。孵化場があつて、そこから放流された魚には標識が付いています。また標識のない魚(野生魚)についても遺伝子分析によって、その川で生まれて母川回帰

してきた魚なのか、他の川生まれの迷入魚なのか、区別して調べられていることです。

その結果がこの棒グラフです。母川回帰の野生魚は、もちろん魚道開通後しばらくはいないのですが、第2世代以降は増えていきます。孵化場はけっこう離れているのに、マスノスケは放流魚の迷入がいままでけっこう多い。ギンザケは放流魚の迷入は意外に少なく、しばらくすると迷入魚より母川回帰の野生魚の方が多くなってきました。

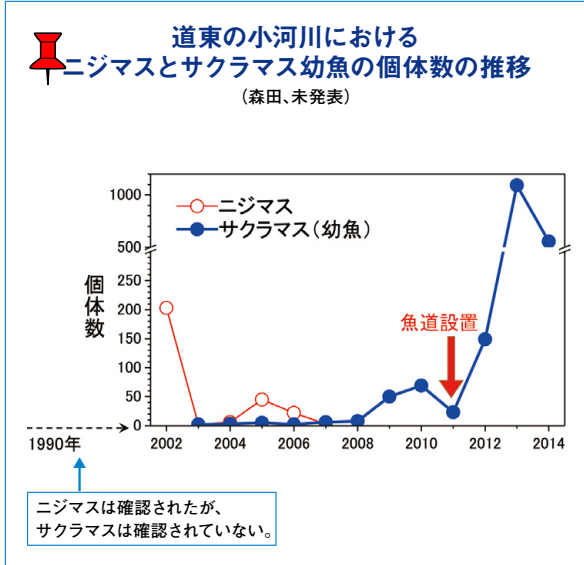
なんでマスノスケに迷い込みが多いのか——その理由の一つとして考察されているのは、遡上時期が早い(ギンザケと比べて)からだ、というものです。マスノスケは海からの遡上時期が早い。その後、川で夏を越すための環境を求めて移動しているときに、この新天地のシダー川に遡上してくる可能性があるようです。母川とは違うと分かっているにもかかわらず「なんや、ここ工場所やん!」と思つて、そのまま産卵してしまうのかな? なんて(笑)。

じつは北海道でもサクラマスの繁殖地がいま増えているんですけど、サクラマスも遡上時期が早く、越夏する間に生まれた川でないことが分かっていても「このほうがエエやん」って気に入って産卵しちゃうとかいふのがあるんじゃないかな、と思いました。

※3 Anderson et al. (2015). Dispersal and productivity of Chinook (*Oncorhynchus tshawytscha*) and coho (*Oncorhynchus kisutch*) salmon colonizing newly accessible habitat. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 72: 454-465.

サケ復活の王道は「環境復元」

これは私のデータなんですけど、道東のある小川川でもう10年以上モニタリングをしています。かつて調査開始のころ、ニジマスしか見られない川で、初年はサクラマスは一匹もいませんでした。それ以前（1990年代）



生態学会編、共立出版」という新しい本が来月、出ます。キーワードは生物多様性・生態系サービス・順応的管理・放流・家魚化…豊平川のカムバックサーモン運動やこの札幌ワイルドサーモンプロジェクトの名前も索引に入れました。有賀望さんにも執筆いただいて、活動を紹介していますので、ぜひご覧ください。

以上です。ありがとうございます。

フロア（かじさやかさん）「カムバックサーモン運動で放流する以前から実はサケが遡上していた」というお話でしたが、私が当時聞いた話では、いわゆるゲリラ放流——春先、他の川からサケ稚魚を丁寧につくってきては豊平川に放す、ということをやっていた人は少なくなかったんじゃないか、ということでした。

森田さん ありがとうございます。そういった情報はなかなか公式な記録には残らないでしょうね……。その意味でも、DNAの分析というのが重要なのかなとも思います。

2015年2月26日、札幌ワイルドサーモンプロジェクト勉強会（札幌市豊平川さけ科学館）での講演から。

野生サケ研究トピックス

森田健太郎さん

道東の小河川で確認されたサクラマスたち



2011年、ダムに魚道が設置されるとすぐ、サクラマス親魚が確認されるようになったa。魚道の上流では早くも産卵床が形成されb、さらに上流のダム（魚道なし）の堤体直下では、親魚たちの群泳がみられたc。 Photos / Kentaro Morita

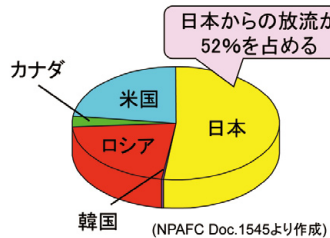
の報告を見てもサクラマスの記録はなくて、地元の人によると大昔（1970年代）はいたそうなんですけど、当時は魚道の無いダムもあって環境も良好とは言えず、もう「サクラマスなんて全然いないや」という状況でした。ところがこの川から実験的にニジマス（外来種）の個体数を調整しているとき、放流はされていないはずなのに、少しずつサクラマスが増えってきました。河口の近くにダムがあるので、そんなに増えないだろうと思っていたのに、魚道が開通したその年に26尾のサクラマスが上つてきてビックリ、上流域で産卵したら急にポントと増えました（ただし年変動は大きく先行き不透明）。環境が整ったら、それだけではないと思うのですが、サクラマスでも自然に増えてくる状況が、いま北海道各地の川で起こっていると感じています。

これらの研究からは、「自然産卵するサケマスを再生するために大切なのは、放流ではなく、環境の復元である」という強いメッセージを受け取ることができます。でも日本ではまだ、環境の復元より、まず放流が先に進むことが多いように思います。「放流シンドローム（症候群）」と呼ぶ人もいるほどですが、やっぱり環境の復元こそがキーになる、ということを確認しなくてはいいかなと思います。

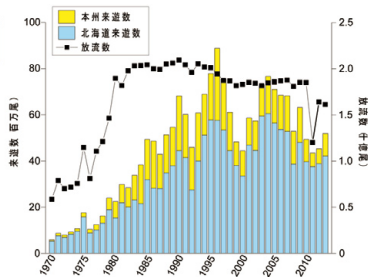
最後に宣伝です（笑）。「人間活動と生態系」（日本生

日本系サケ資源: 心化放流による資源造成

北太平洋におけるサケの国別放流割合 (2013年、総放流数31.1億尾)



北海道と本州におけるサケ来遊数と放流数経年変化



- 増殖事業が日本系サケ資源造成に大きく貢献
- 放流が生態系や遺伝的多様性に与える影響等が懸念
- 増殖事業実施で配慮を要求 (生物多様性国家戦略2012~2020)

イラスト内の赤いピンマークをダブルクリックすると拡大イメージが開きます。

また、1970年代から1980年代にかけて、日本のサケ資源は放流数が増えるにつれ回帰数も増加しました。この背景には、先ほどの発表で示されたような沖合での漁獲量の変化や水質の改善も考えられます

野生サケ研究トピックス

佐藤俊平さん

なぜこの違いが大切なのかというと、それらが様々な環境の変化に対する適応の源泉となるからです。例えば、水温上昇といった急速な生息環境の変化が起こった時に、バリエーションがたくさんあると、そのような変化に適応できる個体が出てくる可能性があります。

が、放流による効果も大きな要因のひとつであることは間違いないと思います。一方で、大量の放流が生態系や遺伝的多様性に与える影響が20年くらい前から指摘されています。そのため、日本においてさけます増殖事業は「生物多様性及び生態系に配慮して実施すること」(生物多様性国家戦略2012~2020)とされています。「遺伝的多様性を守る」ということについて簡単に紹介します。

遺伝的多様性とは、同じ生物の中にある遺伝的な変異性や特徴、またはそれを反映した形質のことを言います。例えばミクロなレベルでは「塩基配列に生じた多型」、目に見える違いでは「アメマス体表の斑紋数や斑紋の大きさが川ごとや支流ごとが違うこと」や「ゲンジボタルの発光周期が分布域の東と西で異なること」などがあります。同じ種であっても、ミクロな点でも、目に見える形質という点でも、このような様々な違いがあるということです。

「遺伝的多様性」って何だろうか？

今日は、主に豊平川と千歳川、琴似発寒川の3つの河川のサケについて、遺伝的な話をする予定ですが、おそらくみなさんはそんなに遺伝的な話を聞く機会はないと思いますし、馴染みがありません。せっかくなので、日本のサケが遺伝的にどのような特徴が

Photo / Tsuyoshi Hirata

豊平川・千歳川・琴似発寒川に遡上するサケ放流魚と野生魚の遺伝的特徴



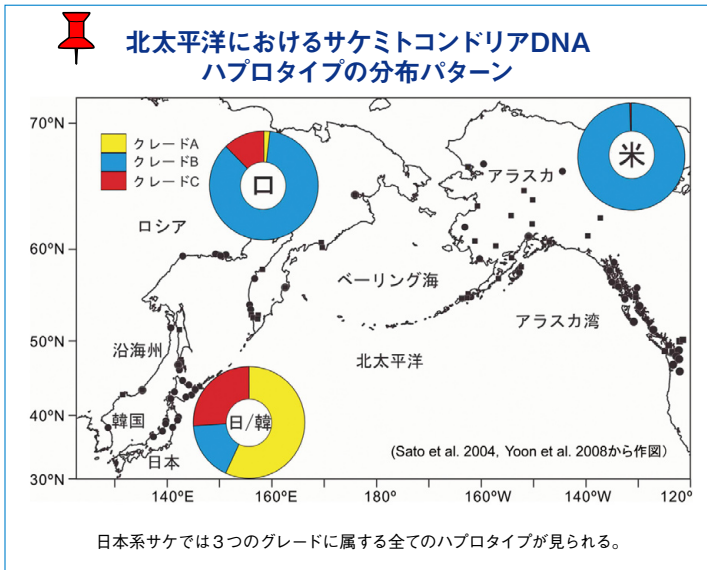
野生サケ研究トピックス

佐藤俊平さん 水産総合研究センター北海道水産研究所

1975年、栃木県生まれ。北海道大学大学院理学研究科博士後期課程修了後、当時の(独)さけ・ます資源管理センターに入庁。現在は日本系サケ個体群の遺伝構造解析やベーリング海におけるさけ・ます資源生息調査などに従事。

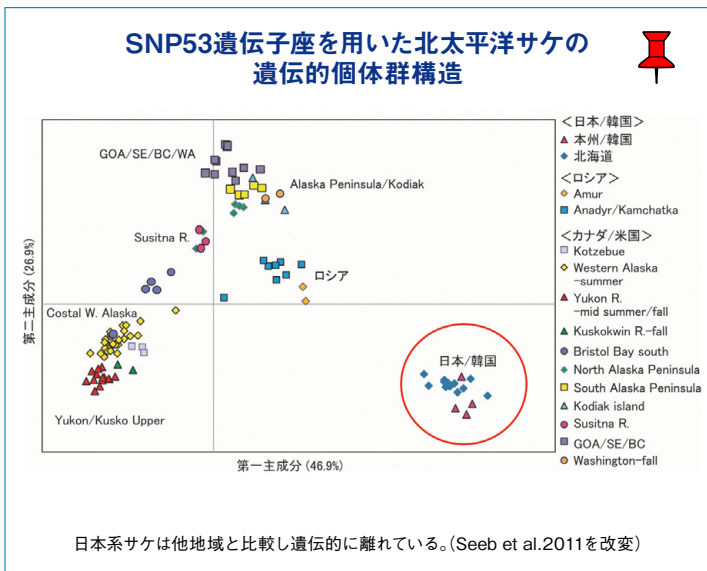
あるか、また、遺伝的多様性がどのようなものなのかということをお話してから、具体的に豊平川などの話をしたいと思います。

森田さんのお話にあったように、日本のサケは放流によって資源が作られていると考えられています。2013年には北太平洋5カ国(日本・韓国・ロシア・カナダ・米国)から約31億尾のサケが放流されていますが、日本からはその52%に当たる約16億尾が放流されています。



野生サケ研究トピックス

佐藤俊平さん



この地域でグループにまとまり、日本と韓国のグループは、遺伝的に他のグループから離れていることが分かりました。さらに、それぞれの地域のサケの遺伝的多様性を、ミトコンドリアDNA・マイクロサテライト・SNPの3つの遺伝マーカーを使って調べてみると、いづれ

のマーカーにおいても、日本のサケ個体群の遺伝的多様性は、他の個体群と同じか、少し高い、ということが示されており、日本系サケの遺伝的多様性は世界的に見ても高い傾向にあるという結果となりました。日本のサケたちは、なぜそんな状態なのでしょう

私は大学院生時代、北太平洋におけるサケのミトコンドリアDNAのハプロタイプの分布パターンを調べ、サケ個体群の遺伝的な構造が北太平洋全体でどのような

また、米国の共同研究者がSNP 53種類を遺伝マーカーに使用して、同じように北太平洋サケ個体群の遺伝構造を調べたところ、日本と韓国・ロシア・北米とそれぞ

では、日本のサケの遺伝的多様性や遺伝的特徴はどのような状態にあるのでしょうか？

日本には多様なタイプのサケが集合

また、ある病原菌が蔓延して、多くの個体が死んでしまっても、その病気に抵抗性を示す個体が少しでもいれば、その個体をきっかけに資源（個体数）を回復できるかもしれない。このような違いが生物進化の原動力になって、新しい種が生まれることもあります。

このようなことから、遺伝的な多様性はその生き物が生き残るために重要な要素になるため、遺伝的多様性を守る必要があるのです。

結果でした。

つまり、同じサケでも、北太平洋全体で見ると、日本とロシアと北米でハプロタイプの分布が異なり、中でも日本のサケは、全てのクレードに属するハプロタイプが見られるという特長を持っていました。

また北米のサケでは、99%が「クレードB」で占められ残りも「クレードC」で、日本で最も多く見られる「クレードA」タイプのサケは北米では見られない、という

ているかを研究をしました。ハプロタイプというのは、ミトコンドリアDNAのある一部分を調べた時に出てくる遺伝子のタイプのことです。

ハプロタイプは、サケでは全部で32種類あり、それらは大きくクレードA・B・Cの3つに分かれます。

日本系のサケは、全てのクレードに属するハプロタイプが分布していて、そのうち「クレードA」タイプが最も多いことが分かりました。

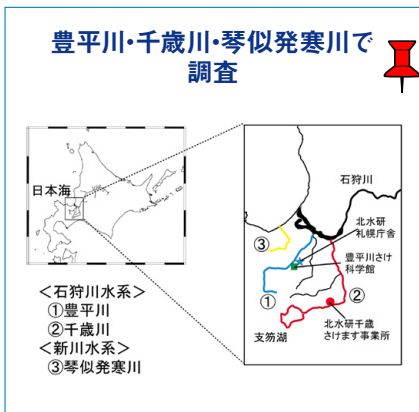
いっぽうロシアでは、全てのクレードに属するハプロタイプが分布していますが、最も多いのは「クレードB」で、「クレードC」が次に多く、「クレードA」はほとんど見つかりませんでした。

発寒川は9月下旬～1月です。なお千歳川では、8月下旬～12月中旬にウライを設置してサケを捕獲し、増殖事業に使用しています。

調査内容は次の通りです。

豊平川では、2013年10月～2014年1月にホッチャレ（産卵後の遺骸）84個体から遺伝標本と鱗を採集しました。採集個体が放流魚か野生魚かは区別していません。

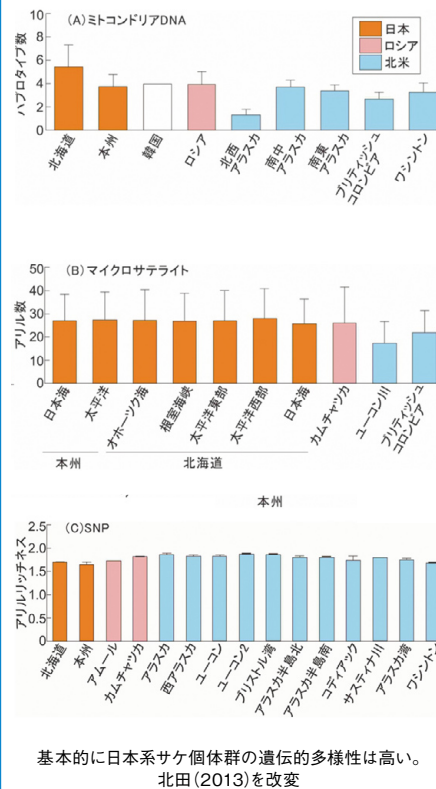
千歳川では、2011年5月～12月に川で捕獲して人工採卵に用いた1044個体の親魚から、遺伝標本と耳石を採集しました。耳石標識を調べたところ、898個体が標識魚（放流魚）、146個体が無標識魚でした。



野生サケの遺伝的特徴の調べ方

さて、こうした研究によって日本系サケのユニークな遺伝的特徴が明らかになってきたわけですが、これらの

3種類の遺伝マーカーによるサケの遺伝的多様性



その理由の一つとして、日本系サケがサケの分布域の南限に位置していることから、過去に起こった氷河の

発達や後退といった地質学的イベントの影響を受けやすく、その結果、遺伝的に多様なサケ個体群が発達してきたのではないかと私は考えています。

たことについて調べることにしました。

そのフィールドとして、石狩川水系の豊平川・千歳川と、新川水系の琴似発寒川の3河川で調査を行ないました。豊平川は「千歳川由来のサケを放流するが捕獲はしない河川」、千歳川は「捕獲・放流を実施する増殖河川」、琴似発寒川は「放流も捕獲もしない河川」です。年間の放流尾数（直近10年間平均）は、豊平川約20万尾、千歳川約3000万尾です。また年間の遡上尾数（同）は、豊平川約1500尾、千歳川約21万尾、琴似発寒川約160尾です。遡上期間も若干異なっていて、豊平川が9月下旬～1月上旬、千歳川は8月中旬～2月、琴似

野生サケ研究トピックス

佐藤俊平さん

豊平サケは「放流魚と野生魚の中間」?

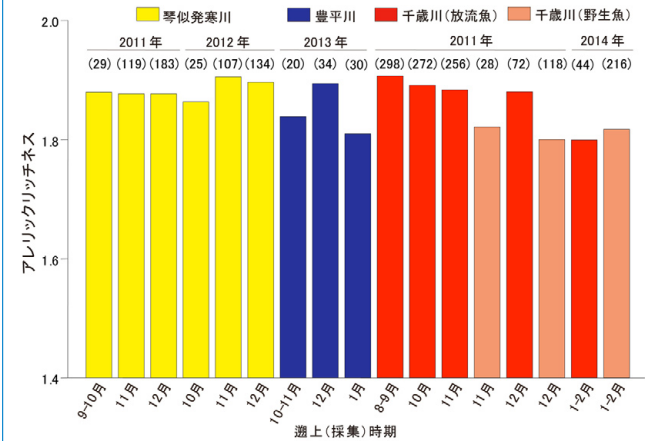
まず、3河川の遺伝的多様度を比較するため、「ヘテロ接合度の期待値」と「アレリックリッチネス」という

千歳川では2014年1～2月に上流域で拾った260個体のホッチャレからも遺伝標本と耳石を採集しました。耳石標識の確認から、44個体が放流魚、216個体が無標識魚でした。

琴似発寒川では、拾い集めたホッチャレ（2011年9月～12月に331個体、2012年10月～12月に190個体）から遺伝標本と耳石を採集しました。耳石標識を確認したところ、2011年は2個体、2012年は4個体が標識魚でした。

いずれの川でも、無標識の個体は、厳密には「野生魚または他河川から迷入した（無標識の）放流魚」と考えられますが、今回は母川帰性を仮定して全て野生魚（自然産卵によって川底で生まれ、成長後に繁殖のために帰ってきた魚）とみなしました。遺伝マーカーにはSNP 44種類を用いました。遺伝分析は採集月ごとに行ない、千歳川では、野生魚と放流魚の間でも比較分析を実施しました。

豊平川・千歳川・琴似発寒川におけるサケの遺伝的な多様性



○放流魚と比較し、野生魚遺伝的な多様性低い傾向
○括弧内は分析個体数。

2つの指標を調べました。いずれも、値が高いほど遺伝的多様性が高いことを示す指標です。
ヘテロ接合度の期待値は、放流魚と野生魚の間で差は見られませんでしたが、しかしアレリックリッチネスでは、琴似発寒川では高いものの、豊平川や千歳川の野生魚において、放流魚と比較して低い傾向を示しました(統計

歳川野生魚群と同じ枝に入ったことから、再導入された千歳川放流魚よりも千歳川野生魚に近く、両者の中間に位置することがわかりました。

続いて、主座標分析という方法で3河川の遺伝的構造を比較してみました。これは近ければ遺伝的に近く、離れていれば遺伝的に遠いことを示します。結果は、琴似発寒川群・千歳川放流魚群・千歳川野生魚群でそれぞれまとまっています。豊平川群は千歳川放流魚群と野生魚群の間に位置する傾向にありましたが、採集した月によって違いが見られました。また千歳川のような増殖河川でも、野生魚と放流魚で遺伝的に異なる可能性があることが示されました。

これらをまとめると、次のようになります。

- 1 豊平川・千歳川・琴似発寒川におけるサケ放流魚と野生魚の遺伝的特徴を調べたところ、野生魚で遺伝的多様性が放流魚と同じか、若干低くなる傾向を示しました。
- 2 それぞれの河川を見ていくと、非放流・非捕獲河川である琴似発寒川は他の2河川と遺伝的に分化していることがわかりました。
- 3 また増殖河川である千歳川でも放流魚と野生魚の間で遺伝的に違いがあることがわかりました。

野生サケ研究トピックス

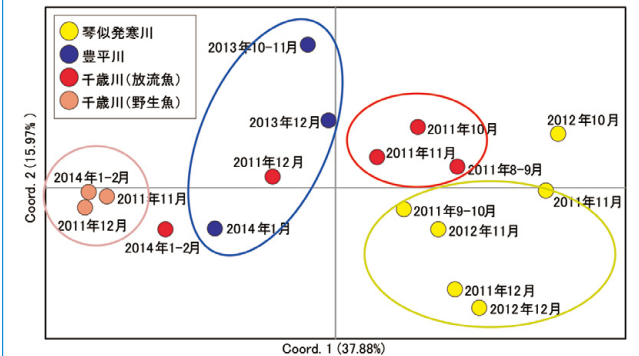
佐藤俊平さん

最後に、できるかできないかは別にして、今後豊平川のサケで調べてみたいことをいくつか考えました。
まず豊平川でも放流魚と野生魚の遺伝的な比較をしてみたいと思います。これは有賀さんらが標識放流調査を行なった際に採集した鱗からDNAを抽出すればできると思います。
また、豊平川サケの遺伝的特徴の変化の推移を長期的なデータから調べられないかと考えています。例えば1981年に回帰が再開されてから自然産卵を繰り返す中で、遺伝的な特徴が変化していったのかを分析できないかと考えます(これを行なうためには自然選択に関わっているような遺伝マーカーを使用する必要があります)

豊平川で調べたい「野生魚と放流魚の違い」

4 一方、豊平川のサケは千歳川放流魚と野生魚の中間的な特徴を示しました。この理由として豊平川のサンプルは放流魚と野生魚を区別せずに分析したことが原因ではないかと考えられます。ただ、豊平川の個体群は千歳川の放流魚の遺伝的特徴をそのまま持っているわけではないと考えられました。今後、より詳細な解析が必要だと思えます。

調査した3河川の時期別の遺伝構造(主座標分析)



○琴似発寒川群、千歳川放流魚群、千歳川野生魚群でそれぞれまとまる。
○豊平川群は千歳川放流群と野生群の間に位置する傾向。
○増殖河川でも野生魚は放流魚と遺伝的に異なる。

的な有意差はなし)。次に3河川の個体群について遺伝構造を調べるため、近隣結合法による系統樹を作成してみると、琴似発寒川群・千歳川放流魚群・千歳川野生魚群でそれぞれ別の枝にまとまりました。
さらに豊平川の個体群は、千歳川放流魚群ではなく千

SWSP ブックシェルフ



『人間活動と生態系』

日本生態学会 編
森田 健太郎・池田 浩明担当編集委員
共立出版

どのようにして、生態系サービスを楽しむことができる自然共生社会を作ればよいのだろうか。それに対する明確な答えはないが、すべての生態系サービスを同時に享受することが困難な、壊れた自然生態系となった現在、それぞれの価値を、それぞれの相応しい場所で高めていけば良いのではないだろうか。そのためには、現在の人間活動によって生態系がどのように壊れてしまっているのか個々の問題を理解する必要がある。本書は、応用生態学の分野で活躍する17名の執筆者が、人間活動と生態系に関する諸問題について基礎から応用の側面まで含めて概説している。

日本が策定した生物多様性国家戦略では、「生物多様性の維持・回復と持続可能な利用を通じて、わが国の生物多様性の状態を現状以上に豊かなものとするとともに、生態系サービスを将来にわたって享受できる自然共生社会を実現する」ことが長期目標として掲げられている。本書が、その目標を達成し、生態学の社会貢献を加速するための一助となれば幸いである。(本書まえがきから)

ISBN 978-4-320-05743-2
ページ数 272ページ
発売日 2015年03月08日
本体価格 3,400円

2015年2月26日、札幌ワイルドサーモンプロジェクト勉強会(札幌市豊平川さけ科学館)での講演から。

せん。ただし、山形県の月光川では、前期群に千歳川からの移殖の影響が見られる、という結果は出ています。

フロア 今回の結果は、日本系サケ特有のハプロタイプとはどのような関係にありますか？

佐藤さん ミトコンドリアでは調べていないので、今回のサンプルがどれくらい、日本系サケ特有のクレードAのハプロタイプを持っているかは分かりません。

野生サケ研究 トピックス

佐藤俊平さん



フロア 主座標分析の図で、千歳の野生魚の近くに、放流魚の割合が高い豊平川(1月)がプロットされているのはなぜ？

佐藤さん 有賀さんらの調査では、1月に放流魚が多い

ただ、何を持って「豊平川本来の遺伝子」とするかは問題で、これはなかなか難しいと思っています。豊平川をキーに日本のサケの放流魚と野生魚の関係性や、放流魚と野生魚の共存などを考えるための知見を提供できるのではないかと、その可能性を豊平川のサケは持っているのではないかと、私は考えています。



結果になっていますが、このサンプルの野生魚と放流魚の割合が分からないので、もしかしたら標本は野生魚が多い可能性もあります。この分析で残念だったのは、豊平川の野生魚と放流魚が分けられなかったことです。

フロア 標識放流の鱗を使ってDNAを調べたら、主座標分析の図の中に、結果をプロットできるのでしょいか？

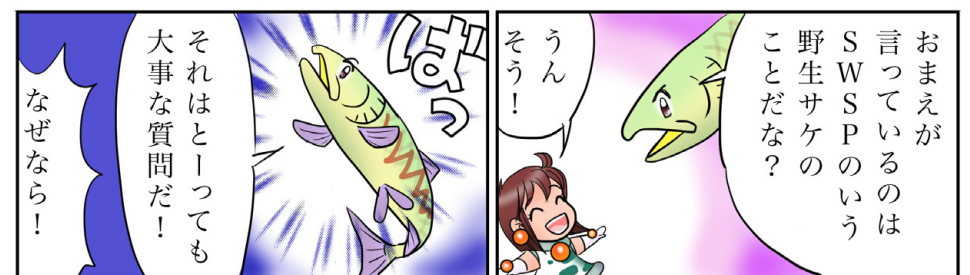
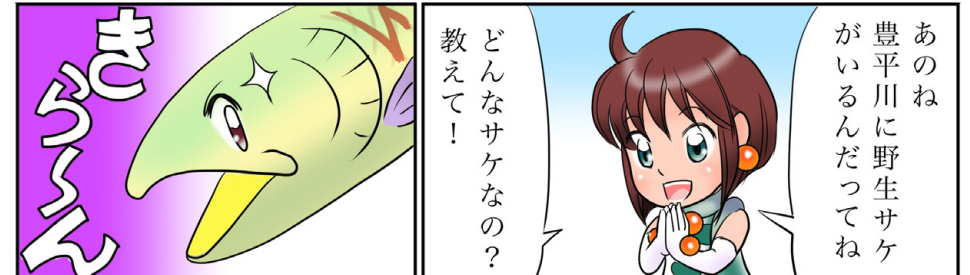
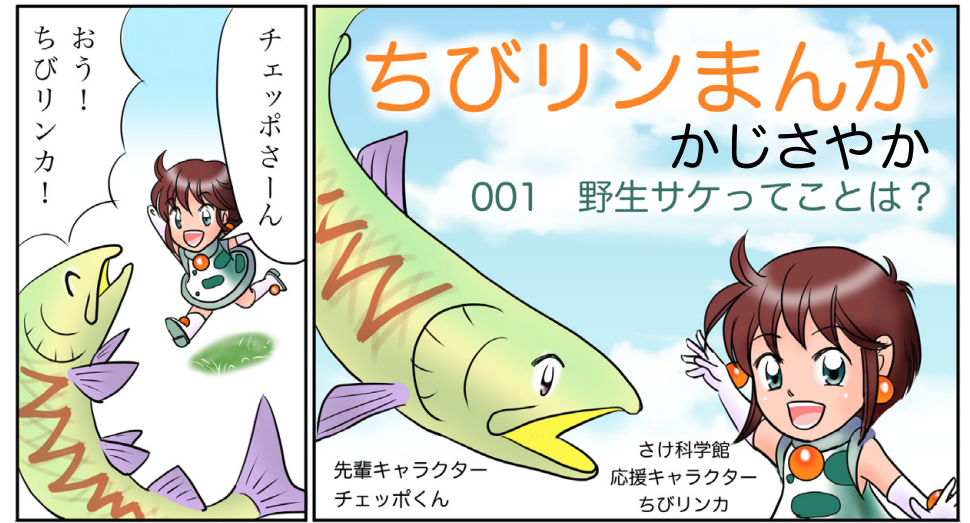
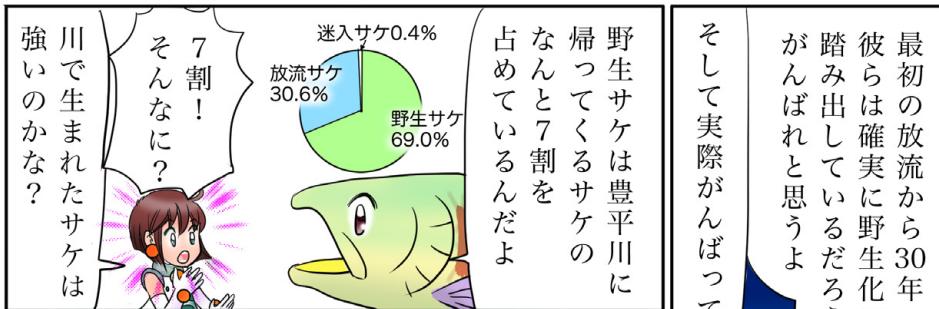
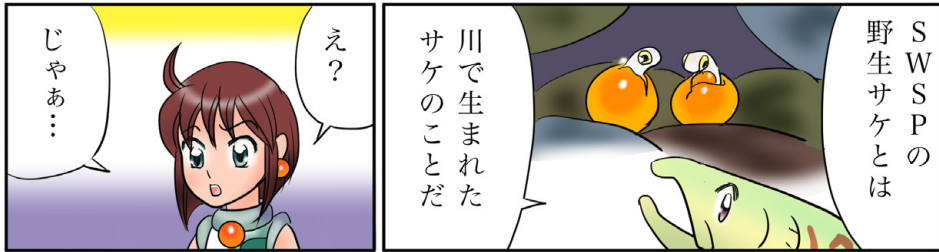
佐藤さん はい。この図の中に結果が載せられます。鱗からうまくDNAが取れれば、豊平川の野生魚と放流魚の位置がより正確にわかると思います。

フロア 千歳川のサケで、「野生魚の方が遺伝的多様性が低い」と出ているのは、少ない個体群で継代しているからということなのでしょうか？

佐藤さん 継代しているからなのかは分かりませんが、集団が小さいことが影響している可能性があると思います。

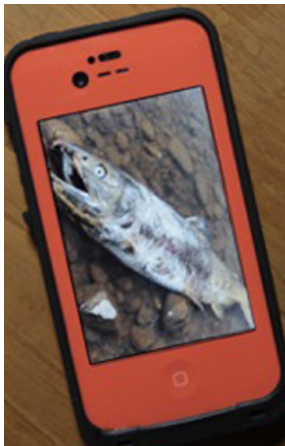
フロア 一般的に言われていることで、放流魚は移殖放流によっていろいろな河川の遺伝子が混ざっているから多様性が高い、ということもありますよね？

佐藤さん たとえば千歳川には、十勝川から移殖放流されていますが、私の持っているデータでは、両河川のサケが同じクラスターに入ってくるような状況は見られませんので、移殖の影響がどれくらいあるのかは分かりま



SWSPへのご支援をありがとうございます

札幌ワイルドサーモンプロジェクト(SWSP)は、札幌市豊平川さけ科学館を拠点に、豊平川で野生サケの復元をめざすボランティア活動です。サケの研究者を中心に多彩な顔ぶれが集い、それぞれ「得意技」を生かすかたちで活動を盛り立てています。おかげさまで、札幌市民のみならずをはじめ、多くの方が関心をおよせくださり、多大なサポートをいただいています。心より感謝申し上げます。健全な水域生態系のシンボルとも言える野生サケたちが安心して世代交代していける豊平川を実現すべく、SWSPは活動を続けていきます。どうぞこれまで以上のご理解とご支援をよろしくお願いします。



ケータイ写真でお手軽サケ調査

札幌ワイルドサーモンプロジェクト(SWSP)は今年度から、市民参加型のモニタリング調査を始めます。

「モニタリング」だなんて何だか難しそうですが、ご心配は無用です。豊平川の橋の上や川沿いの遊歩道などから、川の中にサケの姿を見かけたら、お手元のケータイやスマホで写真を撮るだけ。あとは自動的に時刻と場所が記録され、電子地図の上にデータが配置される仕組みです。こうして蓄積される野生サケの写真データは、だれでもインターネット経由で無料でご覧いただけます。

富士通株式会社(東京)が提供する「携帯フォトシステム・クラウドサービス」を活用した新しい生物調査法です。札幌市民が愛してやまない豊平川のサケ調査にこそ、うってつけの自然環境モニタリング活動といえるでしょう。

SWSPはこのモニタリング調査への参加希望者を募集しています。参加は無料、SWSP会員でなくてもOK。ケータイで美しく川の生き物を撮影するための講習会なども準備中です。お気軽にご参加ください。

SWSPで一緒にしませんか

札幌ワイルドサーモンプロジェクト(SWSP)は、市民によるボランティア活動です。川や魚や釣りが好きな方、自然保護に関心をお寄せの方、サケのことをもっとお知りになりたい方、環境系のサークルやボランティアに興味がおありの方、ぜひ一緒にしませんか。年会費無料のサポーター登録で、メールニュースをお届けします。

SWSPへのお問い合わせ

札幌市豊平川さけ科学館内 SWSP事務局

☎011-582-7555

ウェブサイトのお問い合わせフォームもご利用ください。

<http://swsp.jimdo.com>

ご寄付はこちらでうけたまわります

北洋銀行・円山公園支店(普通口座)

口座番号/4098796

口座名/サッポロワイルドサーモンプロジェクト
(振り込み手数料はご負担願います)

札幌ワイルドサーモンプロジェクトニュースレター

創刊第2号 2015年5月

発行 札幌ワイルドサーモンプロジェクト(SWSP)事務局

〒005-0017 札幌市南区真駒内公園2-1 札幌市豊平川さけ科学館内

編集 平田剛士/楳斐明広

☎011-582-7555

<http://swsp.jimdo.com>

©2015 Sapporo Wild Salmon Project, All rights Reserved.