



北海道e-水プロジェクト

斜里町立知床博物館協力会主催

特別講演会「サケの現在と未来」における 質問とその回答

当日、時間の都合上ご回答できなかった質問について、講演者の方々に以下のようにご回答いただきました。質問はできるだけわかりやすいように、質問の意図が極力変わらない程度に、こちらで一部加筆・修正しています。

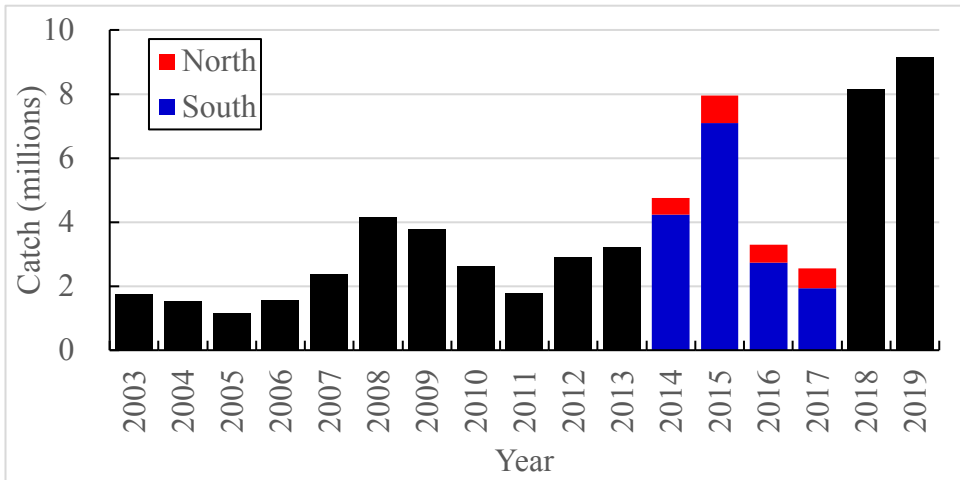
1. 帰山 雅秀さん(北海道大学)「サケが育つ海で今起きていること～ふるさとのサケを守る～」への質問と講師からの回答

・オホーツク海のプランクトンが減少しているとのことだったのですが、海洋のプランクトン量と漁獲量（資源量）との相関関係を示したようなデータ、研究はあるのでしょうか。

回答：オホーツク海の深海におけるマクロ・プランクトンのバイオマス（総重量）は、1980-90年 1159 mg/m³, 1991-95年に 1022 mg/m³, 1996-2005年 793 mg/m³, 2006-2010年に 334 mg/m³ と減少傾向にあり、オホーツク海の水深 0-200m 層における魚類のバイオマスは、1980-1990年に 286.49 百万トン, 1991-95年に 261.30 百万トン, 1996-2005年に 239.01 百万トン, 2006-2010年に 130.00 百万トンとやはり減少傾向にあります。但し、表層（水深 0-50m 層）ではサケ類と亜熱帯性魚類の漁獲量が増えているので、逆に増加しています。サケ類の増加理由は、好適な再生産環境（初期生活期）によると考えられています。

・地理的に近い、国後島、択捉島の漁獲は現在どうなっているのでしょうか？日本と同じように減少しているのでしょうか。

回答：下の図は、千島列島におけるロシアのサケ漁獲データです(NPAFC Catch-data より)。増加傾向にあることがお分かりになるかと思います。2014-2017 年は北千島列島と南千島列島に分かれており、南千島列島の漁獲量が圧倒的に多いことが分かります。全体的にこのような傾向であると考えると、国後島や択捉島のサケ漁獲量はこれまで増加傾向を示していたことがうかがわれ、ロシア国内の報道情報もそのように伝えているようです。ただし、2020年のオホーツク海におけるサケ漁獲量は減ったという情報も入ってきております。



・稚魚の離岸サイズが小さくなっているとのことだが、それに対処するためにどのような工夫がなされているのでしょうか。例えば、ふ化までの積算温度を高めてふ化を早めるなどの工夫をなされたりしているのでしょうか。

回答：稚魚ではなく幼魚ですが、沿岸からの離岸サイズは2005-2006年にFL（尾叉長）平均で10 cm以上でしたが、2007年以降8.5 cmに減少していることをプレゼンテーションでお示しました。今のところ、三陸沿岸と同じように、温暖化の影響により沿岸における滞在日数が短くなってきて、十分成長できていないためであろうと考えております。現在、私にはオホーツク沿岸での孵化放流事業の実態に関する情報はありません。そのため、そのような沿岸環境の変化に対してどのような孵化放流事業対策が取られているかは分かりません。申し訳ございませんが、現場の孵化放流技術者のご意見をお聞きになれることをお勧めいたします。

・野生魚とふ化場魚のゾーニングが必要と述べられていましたが、その理由と具体的な方法についてなにかお考えがあれば教えてください。

回答：野生魚を守ることの重要性は講演でお話ししたとおりであります。野生魚の方が孵化場魚に比べて環境の変化などに対する適応度が高いからです。ただし、適応度が高いことと、生残率とは一致しませんのでご注意ください。野生魚は原種として非常に重要です（帰山1999; 2005）。基本的には繁殖競争において野生魚の方が孵化場魚より圧倒的に有利で、産卵場では野生魚は孵化場魚を追い出しますが、孵化場魚がスニーク（別の言い方をすると乱婚）することにより繁殖成功にいたる場合があります。そのため、小さな河川であれば、河川毎に野生魚を守る川と人工孵化放流事業を行う川を分ける（ゾーニング）、大川であれば

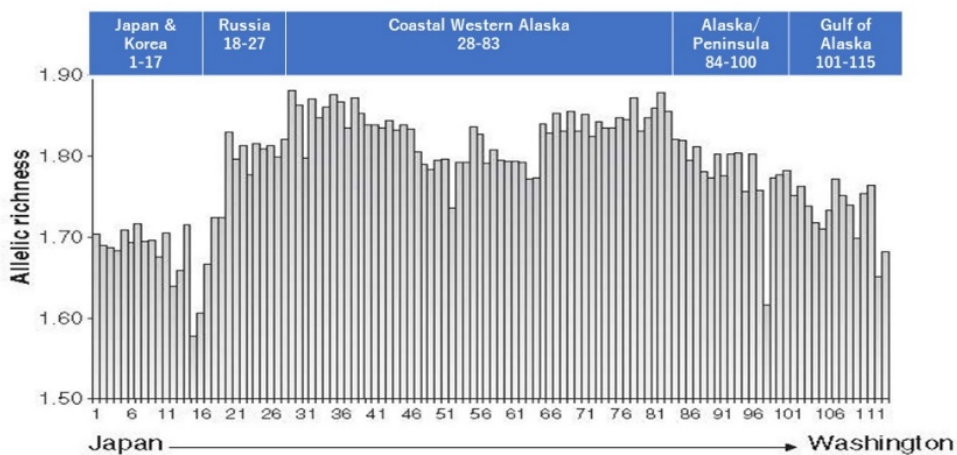
ば支流毎に分けることが効果的であろうと思います。

・北海道のサケは遺伝的多様性が高いと聞いたことがあるのですが、本当ですか？ 遺伝的多様性が高い場合、その多様性の高さが温暖化に対してプラスに働くことはないのでしょうか。

回答：古い研究で、ミトコンドリア DNA ではそのような結果が見られています。しかし最近の研究ではどうもそれは見せかけの遺伝的多様性の高さではないか、実際にはやはり南辺部に位置する日本産サケの遺伝的多様性は低いようだということが分かってきました（下図；Seeb et al. 2011；Kaeriyama and Qin 2014）。

日本系サケの遺伝的多様性が高く見えた理由として、1970年代までの全国ベースによる卵移植による遺伝的攪乱(Kaeriyama and Qin 2014)と人工孵化放流化（家畜化とも言います）(Kitada and Kishino 2020)によると考えられます。特に後者は今後の課題として重要になってくるでしょう。一般に言われていることですが、家畜化により生存に不利な形質も許容されることが多くなります。すなわち、本来であれば自然選択で消失してしまう遺伝子が許容されてしまいます。例えば、ミトコンドリア DNA でみるとイヌの多様性の起源は家畜化の初期における自然選択圧の低下によって集団中に高い遺伝的多様性が原種であるオオカミに比べて許容されるようになったと考えられています（Björnerfeldt et al. 2006；長谷川・米澤 2010）。最近、わが国のサケ孵化場魚においても、ロシアや北米大陸のサケに比べて遺伝子流動により遺伝的に隔離されており、自然界の野生魚より再生産やサーカディアン・リズムに関係する遺伝子や、寄生虫や病気に応答する遺伝子が高い頻度で出現していることが分かってきました（Kitada and Kishino 2020）。

したがって日本系サケは、その遺伝子構造が温暖化のプラスに働くかどうかは分かりませんが、例えばオホーツク海では共存するロシアの野生魚との競争に不利である可能性は否定できません（Kitada and Kishino 2020）。



参考文献

- Björnerfeldt S, Webster MT and Vilà C. 2012. Relaxation of selective constraint on dog mitochondrial DNA following domestication. *Genome Research* 16: 990-994.
- 長谷川政美・米澤隆弘. 2010. DNA からみた生物の進化. (池谷和信編) 日本列島の野生生物と人, p25-45, 世界思想社.
- 梶山雅秀. 1996. サケ属魚類の再生産と最適放流技術. 月刊海洋, 28: 589-594.
- 梶山雅秀. 1999. サケ属魚類における野生魚と孵化場魚の生物学的相互作用. 水産育種, 27: 33-44.
- 梶山雅秀. 2005. 水辺生態系の物質輸送に果たす遡河回遊魚の役割. 日本生態学会誌, 55: 51-59.
- Kaeriyama M and Qin Y. 2014. Biological interactions between wild and hatchery-produced Pacific salmon. In: *Salmon* (eds: Woo PTK and Noakes DJ) pp. 223-238. Nova Science Publishers, Inc.
- Kitada S and Kishino H. 2020. Natural and hatchery-derived selection on chum salmon: mechanisms underlying Japanese catch decline in a warming climate. <https://doi.org/10.1101/828780>.
- Seeb LW et al. 2011. Single nucleotide polymorphisms across a species' range: implications for conservation studies of Pacific salmon. *Molecular Ecology Resources* 11: 195-217.
- Shuntov VP, Ivanov OA, Dulepova EP. 2019. Biological resources in the Sea of Okhotsk large marine ecosystem: their status and commercial use. *Deep-Sea Research II* 163: 33-45.
- Temnykh OS and Kanzeparova AN. 2018. Interannual dynamics of abundance of pink and chum salmon juveniles and their average body size in the Sea of Okhotsk in 1998-2017. *NPAFC Tech Re* 11:46-50.

2. 宮腰 靖之さん(北見管内さけ・ます増殖事業協会)「人工ふ化放流によるサケの資源づくり」への質問と講師からの回答

・ふ化放流の歴史を聞いて大変勉強になりました。サケのふ化放流とは別にシロザケの部分的な養殖化はやはり難しいのでしょうか。

回答：シロザケの養殖は試験的に試みられた例がある程度で、適切な飼育条件や成長・生残などは十分にわかっていないようです。山形県で実施された淡水での飼育試験 (<https://www.pref.yamagata.jp/documents/6277/h27-yamagata-naisuishi-seika14.pdf>) では、シロザケは臆病で警戒心が強く、鱗が剥がれやすいなど飼育する上で難しい面も指摘されています。養殖が可能かどうかを判断するには、目標とするサイズや品質を設定した上で、飼育条件、飼育期間、コストなどを十分に検討する必要があると思います。

・プレゼンの中で、痩せ細ったサケ（川の遡上してきた個体の）写真が掲載されていましたが、毎年、平均体重などをモニタリングされていたりするのでしょうか。実際に、最近の個体が痩せてしまってきているようなデータがあったりするのでしょうか。

回答：北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場が、北海道に回帰したサケの体サイズをモニタリングしています。講演の中で紹介した痩せた魚の写真は、網走川で捕獲したサケの中で特に痩せたものを撮影したのですが、河川遡上した魚をランダムに選んで測定している水産試験場のモニタリング結果を見ても、最近はサケが痩せてきていることがわかります。

その結果の一部は令和2年度北海道立総合研究機構水産研究本部の研究成果発表会で報告され、ホームページ上で紹介されています

(http://www.hro.or.jp/info_headquarters/domin/pdf/20200828_pressrelease.pdf)。

3. ト部 浩一さん(道総研さけます・内水面水産試験場)「サケの自然産卵と産卵環境保全の重要性」への質問と講師からの回答

・なぜ、温暖な環境に強かったはずの北海道・日本のサケが温水に弱くなってしまったのでしょうか？

回答：この理由については、まだ良くわかっていませんが、ご紹介した論文の著者は、「ふ化場で飼育する過程において、温暖な環境に適応した魚の生残りが悪くなる（＝寒冷な環境に適応した魚の生き残りが良くなる）何らかの条件があるのだろう」と説明されています。

・寒冷地に適応した DNA を持つ、現在のサケを自然産卵させることで温暖化適応するといふのはどのようなメカニズムで起きるのでしょうか。もう少し詳しく教えていただけないでしょうか。

回答：寒冷な環境への適応（＝遺伝特性の変化）は、ふ化場での飼育環境が自然の環境と異なるために起きたと考えられています（前の質問への回答もご覧ください）。このため、寒冷な環境に適応したサケであっても、温暖な環境に適応した「野生魚」と交配し、海に下るまでのあいだ自然環境下で生活することで、温暖な環境に適応した遺伝特性を持つサケへと変化することが期待されます。そのようなサケを放流事業に用いることができれば、温暖化に対しても強い（温暖な環境）サケ資源の回復につながると考えられます。

・サケが産卵しやすい河川環境の整備、復元にあたって、斜里、知床地域で現在最も優先度の高い課題はどのようなことでしょうか。

回答：知床地域は急峻なため、土砂災害を防止するためのダムが多数設置されています。一方、斜里地域では、平地が広がり農業が盛んなことから、農業用の利水施設（頭首工）が設置され、また農地として利用しやすくするための落差工が多く作られています。どちらの地域でもこれらの工作物により、サケの産卵遡上が止められてしまっている事例が数多くみられます。このため、工作物の上流にサケが遡上できるようにすることが最も重要と考えられます。

・日本の野生魚に温暖化適応遺伝子が多いというデータがなかったように思うのですが、そのような研究、データはあるのでしょうか。

回答：ご指摘のとおり、ご紹介した論文には「日本の野生魚に温暖な環境に適応した遺伝子が多い」というデータは示されていません。また、他の研究でもそのようなデータは示されていません。論文の著者は、「(北半球では) 理屈上、南に行けばいくほど温暖な環境に適応した遺伝子を持つ個体の割合が高まる。そのことは他の魚種でも確認されているので、サケにも共通するはず。」という前提を置いています。そのうえで「野生魚を主体とする海外のサケの遺伝特性は、その理屈に合っている」という事実に基づき、「日本系の『野生魚』は温暖な環境に適応した遺伝特性を持っている」と結論付けています。

4. 森 高志さん(斜里町水産林務課)「鮭漁業と資源への取り組み」への質問と講師からの回答

・河川の遡上環境、産卵環境の改善について 200 数カ所調査されたそうですが、うち問題ない河川、問題のある河川、改善済の河川の割合はそれぞれどれくらいなのでしょう。

回答：主に遡上障害物という視点で調査してきましたが、障害物等で産卵遡上に問題があることを確認したのは調査河川の 3 割ほどで、改善に着手しているのは調査河川の 1 割ほどです。

・サケ稚魚を捕食する動物として、カモメ類、サギ類、カモ類、ウ類などの鳥類が考えられます。サケ資源を中心に考えると、これらの鳥に対して敵意が生まれてしまうのではないかと心配です。これらの稚魚を捕食する鳥獣に対してどのように考えますか？

回答：漁業は生態系の一部を利用させてもらう産業で、漁業者にもその意識があります。
今の斜里の漁業関係者の中には、水鳥などに対しての敵意は無いと思います。
ただしカワウが大量に飛来するなど、これまでと違う状況となった場合は、注意深く影響を見ていく必要もあるかと思えます。

〒099-4113

斜里郡斜里町本町 49 知床博物館内 事務局

斜里町立知床博物館協力会

TEL：0152-23-1256