

2022 年度 サケ会議要録

日 時： 2022 年 5 月 28 日（土）14:30～

会 場： TKP 札幌駅ビジネスセンター赤レンガ前

テーマ： 気候変動下のサケ～適応的な生産と利用に向けて

趣 旨： 地球温暖化に伴う気候変動は海洋環境に変化をもたらし、魚介藻類などの水産資源に大きな影響を与え始めている。遡河性の生活史をもち海洋を広く索餌・産卵回遊するサケ類は、沿岸から外洋までの環境変化の影響をとりわけ受け易いと考えられる。

気候変動への対策には、原因を極力排除する緩和策と被害を極力軽減する適応策の 2 つがある。緩和策によっても避けられない気候変動と海洋環境の変化が水産資源に及ぼす影響を軽減するには、やはり適応的な生産と利用が現実的な対応となる。

このような状況の下、回帰資源の減少が続いている我国のサケ類の適応的な生産と利用に係る増殖・環境・水産経済などの展望について、今回、関係の方々からお話し頂くことにする。

【開会の挨拶】

阿部周一（北海道サケネットワーク代表）

阿部代表より、3 年ぶりの対面方式のサケ会議であり、国連提唱の SDGs 関連の話題なので、限られた時間ではあるが十分にご議論頂きたい旨、挨拶があった。

【講 演】

衛星を利用した持続可能なサケ資源生産支援

齊藤誠一 氏（北海道大学北極域研究センター）

成長の生理学から見たサケマスの生残と成熟

清水宗敬 氏（北海道大学北方生物圏フィールド科学センター）

北海道のサケ産業の動向

濱田武士 氏（北海学園大学経済学部）

【総合討論】

司会：河村 博 氏（北海道サケネットワーク顧問）

（以降、講演要旨とコメント、質疑応答が掲載されています。）

衛星を利用した持続可能なサケ資源生産支援

齊藤 誠一（北海道大学名誉教授）

NPO 法人 Digital 北海道研究会 理事長

国立大学法人北海道大学北極域研究センター 研究員

北海道のサケの来遊数は最盛期（2004 年 6,050 万尾）以降減少傾向を示し、2019 年にはその約 3 割（1,760 万尾）にまで減少し、漁業のみならずフードサプライチェーン（加工業者・消費者）にも経済的な打撃を与えている。川から海へ下ったサケは水温が概ね 8～13℃の範囲にある時期に沿岸域で動物プランクトンなどを食べて成長し、その後、沖合への回遊を開始する。最近では沿岸域の水温が 13℃を超える時期が早期化してサケ幼魚が沿岸域で成長できる期間が短くなったことが最近のサケ資源の減少要因の一つであることが指摘されている。このため、放流時期の前に沿岸水温を予測できるシステムが構築することで、サケ幼稚魚をより適切な時期に放流することが可能になるものと期待される。

2020 年度に内閣府「課題解決に向けた先進的な衛星リモートセンシングデータ利用モデル実証プロジェクト」に採択された「衛星を利用した持続可能なサケ資源生産支援プロジェクト」において、放流最適化を目指したサケ資源生産支援のための衛星画像や数値モデル予測値などを見える化したプロトタイプ WebGIS を開発した。沿岸滞留期は生活史の初期減耗期として重要であるが、近年の水温上昇、海洋熱波などの気候変動下においては 2 年目、3 年目に回遊するベーリング海（索時期）、アラスカ湾（越冬期）における海洋生活期の海洋環境把握も重要になってきている。これに、複合衛星データを取り込むことでその予測技術をより精緻なものにすることができる。宇宙航空研究開発機構（JAXA）の第 3 回地球観測研究(2022-2024 年度)に採択された研究テーマ「複合衛星データを用いた気候変動下における持続可能なサケ資源利用」において、内閣府で開発したプロトタイプ WebGIS の運営および改良などの情報サービスを継続してサケ資源利用へ貢献するとともに、複合衛星データや数値モデル再解析データを利用して放流期から来遊期までの長期に年級群別に餌環境、越冬環境をモニタリングし、生活期を通じた回帰資源推定に貢献していくことを目指している。

衛星画像解析からのサケの来遊数の激減に係わる知見など

- ・海洋熱波が 7～9 月に増えている。従来の研究では、降海 1 年目の生残が来遊数の増減に決定的だと考えられていたが、2～3 年目以降のサケの生残も重要だとの認識が高まる。
- ・また日本系サケの回帰ルートになっている北方領土におけるロシア側の「先取り」も日本の秋サケ資源に影響している可能性があり、衛星画像から北方領土の島嶼沿岸に定置網の拡大設置が確認された。
- ・今後も衛星画像解析による沿岸や沖合の環境変化や回帰資源のシミュレーション予測の精度をあげて行く。現在、以下のプロジェクトが走っており、持続可能なサケ資源生産に貢献して行きたい。

内閣府サケプロジェクト：WebGIS 水温と放流記録との対応を比較

JAXA サケプロジェクト：プランクトンの残存量や水温などの環境比較

成長の生理学から見たサケマスの生残と成熟

清水宗敬

国立大学法人北海道大学北方生物圏フィールド科学センター 教授

我が国においてシロザケは水産重要種であり、その資源量はふ化放流事業によって支えられている。近年、我が国のシロザケの回帰親魚の数が激減しているが、考えられる理由の一つとして、気候変動に伴う海水温などの海洋環境の変化が挙げられる。シロザケを含むサケマスは、海洋生活初期と冬季に成長と栄養状態に依存した大規模な減耗受けるとされる。そのため、シロザケの資源加入を評価するには、変動する海洋環境下における成長をリアルタイムにモニタリングすることが重要である。

一方、外洋で十分成長したシロザケは成熟を開始して河川に回帰するが、その年齢には幅がある。成熟年齢は外洋での成長に依存するとされており、回帰前年の秋に成熟を開始するか否かを決めているという仮説が提唱されている。このように、回帰年齢組成を評価・推定する上でも成長のモニタリングが有効であると考えられる。

成長のモニタリングには、耳石や鱗の輪紋幅を解析する方法が広く用いられてきており、資源量変動の評価に多大な貢献をしてきた。しかし、これらの方法は過去の成長履歴を再構築するものであり、現在の成長を評価するものではない。演者の研究グループは、成長調節のメカニズムに着目し、それに関わるホルモンや蛋白質が成長指標として有用であることを示してきた。現在、それらを用いて降海直後のシロザケ稚幼魚の成長や外洋のシロザケ若魚・成魚の成長を評価することを試みている。

稚幼魚に関しては、主に飼育実験による水温の影響を調べている。これまでに、シロザケ稚魚が淡水中で絶食を経験した後に冷たい海水に移行すると成長停滞が長引くことを報告した。その理由として、絶食後に摂餌をしても肝臓での栄養蓄積を優先してしまうことが考えられた。現在は離岸期の高水温の影響を飼育実験で調べている。加えて、さけます・内水面水産試験場、北見管内さけ・ます増殖事業協会および網走漁業共同組合と共同で、網走沿岸のシロザケ稚魚の調査や海中飼育の効果などを調べている。

また、最近、外洋シロザケの成長モニタリングを開始した。本プロジェクトは、水産研究・教育機構水産資源研究所ならびに北太平洋遡河性魚類委員会 (NPAFC) との共同研究として行っている。夏季にベーリング海、冬季にアラスカ湾にて行われる調査航海でシロザケならびに他のサケマスの血液試料を得、上述の成長指標を測定する。成長指標の変動やバラツキを海洋環境と関連づけて評価するとともに、成長と成熟の関係を理解することを目指す。以上のように、これまでの資源調査に生理学の視点とツールを加えて、より包括的にシロザケをはじめとするサケマスの海洋での成長変動を評価して、気候変動に対応する一助にしたいと考えている。

目標：インスリン様成長因子-1 (IGF-1) などを指標に生理学的なモニタリングを行い、サケの孵化放流事業や資源評価に役立てたい。

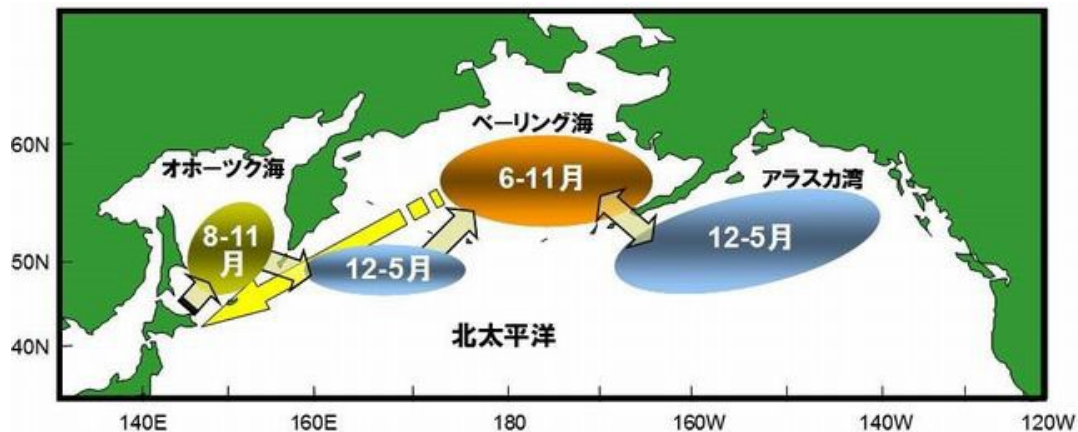
どのくらいが生き残るのか、サケの成長と生残や成熟との係わり。

海洋生活 1 年目が大規模な減耗に関わっているとの仮説がある。2 つの要因①最初期に一定のサイズが無いと遊泳能力が低い。そのまま捕食されたり、餌場に行き着けなかったりする。②エネルギー蓄積が足りないと 1 年目に相当減耗率が高くなる。これを実証するために、成長率を測定：①直接比較、②耳石の比較、③ IGF-1 による比較（IGF-1 の血中量は個体の成長と密接な関連性がある）。ただ近年は海洋生活 2～3 年目以降の生残の動向も注目されている。

飼育による稚幼魚の状況：

- i 絶食している稚魚は成長しない。
- ii 成長停滞＝ホルモン量が低い。
- iii 一定のサイズに達しなかった稚幼魚では、絶食から解放されても食べた餌は成長よりエネルギー蓄積に向けられる。
- iv 栄養摂取能力の強化と河川餌豊度の強化が、ふ化放流事業に必要な。

成熟開始のタイミングの仮説：1 年前の成長が重要。①前年秋に脂肪蓄積が充分で、②秋から春にかけてエネルギーが残っている、この条件が整うと回帰する。外洋調査の結果では、まだはっきりした結論は見えない。（更に各国漁業調査船などのデータ収集が待たれる。）



日本系サケ回遊ルート

その他、いろいろな観点からの報告があったが、データ収集中ということで、何らかの結論や提言はまだ具体的に出せないということだった。



露調査船「プロフェッソール・カガノフスキー」



北大実習船「おしよろ丸」V 世

北海道のサケ産業の動向

濱田 武士

北海学園大学経済学部 教授

北海道においてサケマスは重要な水産資源のひとつである。アキサケと呼ばれるシロサケについては孵化放流体制を拡充してきたこともあってか、1950年代は3万トンにも満たなかったが、70年代から増加傾向を辿り、2003年には20万トンを超える至り、その後、アキサケは輸出にも向けられるようになった。

北海道のサケ漁獲量は国産の7割を占める。サケの産業から見ても北海道は高い地位にある。しかし一方で、今日、下図に見られるように北海道内のサケ水揚量は5万トン程度まで落ちこんでいる。しかも、北海道のサケはサーモンの類であるにもかかわらず、過去10年の「サーモン」ブームの中で食材としての存在感を失っている。

本報告は、サケ産業の歴史や全体像を確かめながら、そのことを確認していきたい。

1. 流通しているサケマスについて
2. 北海道のサケの供給状況
3. サーモンの趨勢
4. 希少化するサケ魚卵
5. 出遅れたサーモン養殖と今後

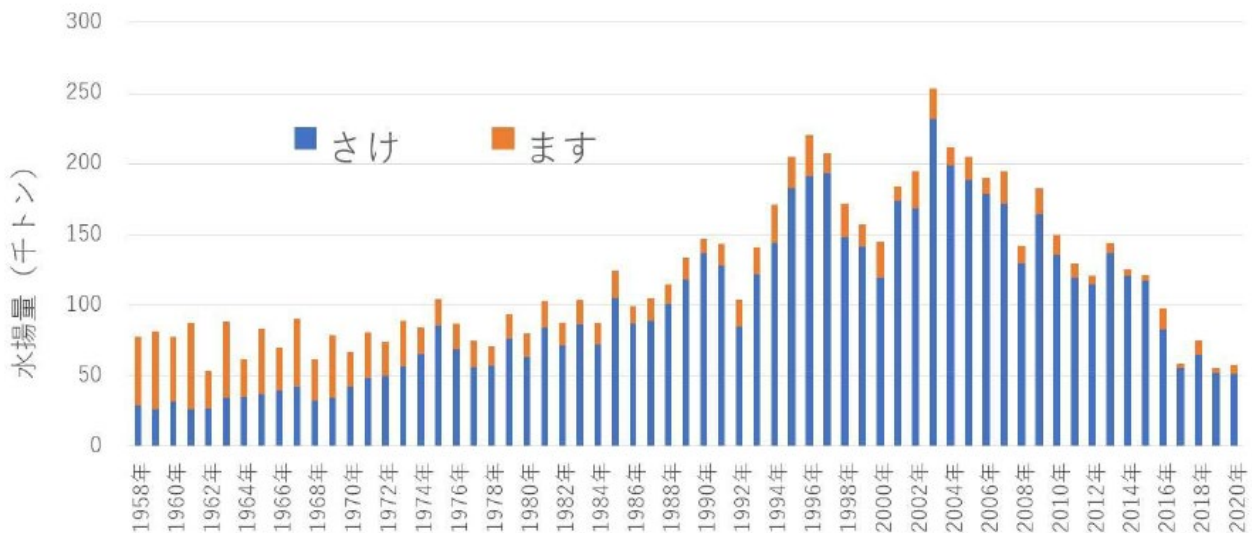


図. 北海道内のサケ・マスの水揚量の推移

1. 国内で流通しているサケマスについて

国産（シロザケ・サクラマス）、輸入（ギンザケ・アトランティック）など、

魚介類消費量：1人の消費～30年前14kg→現在8kgに減った。

サケの消費は90年代に増加し、2000年代に減っており、最近数年はコロナの影響でまた持ち直す。

サケの本身だけではなくイクラの消費も多い。

<漁業史>

- ・千島列島、カラフト・カムチャツカでの漁業
- ・大正期、母船式漁業
- ・戦後米ソに制限を付けられ、70年代から二百海里時代以降も、ソ連には漁業料を払って入漁した。
- ・しかしその後、合弁事業によってある程度認められていたが、2016年に完全に露領のサケマス漁業は終焉。領海内での国産定置網漁による水揚げは継続。20万トンから獲れていたが、現在では5万トン程度。金額では400円/kg。
- ・2000年代まで日本では消費しきれず、6万トン程度を中国で加工して欧州に売る形を取っていたが、現在では輸出も絶えた。



2. 北海道のサケの供給状況

世界的な養殖事業では250万トンもの生産量がある。チリ（ギンザケ）、ロシア（ベニザケ）などから輸入されている。長期的な減少の中、加工製品から冷凍に移行している。

母船式サケマス漁最盛期

3. サーモンの趨勢

供給が不安定なため、需要も頭打ち。世界的な人気の上昇と、日本の経済状況の推移で消費が減っている。

4. 希少化するサケ魚卵

ロシア産が中心だったが、2018年に急に増えた後は、現在はまた輸入が低迷している。

5. 出遅れたサーモン養殖と今後

漁業はサケ資源次第で不安定、水産加工業は原材料不足で壊滅的に採算が厳しい。大規模海洋養殖については、先行き不透明。陸上養殖は光熱費等エネルギーコストの関係で悲観的。国内では小規模事業体の乱立で結局は地産地消程度の規模。サーモン養殖成功の見通しは暗い。



南三陸町に於けるギンザケ養殖

総合討論

三名の方々のご講演に対して感謝を伝えた後、講演に関する質問を齊藤先生、清水先生、渡辺先生の順で頂戴した。（河村）

質問：ベーリング海の中央辺りに日本系サケが多いということだが、最近の研究では「日本系」かどうかという視点が少ないのではないかと（浦野）

アラスカ海域に於いては、一部識別しているデータがある。北部（低温）：北米系、南部（高温）：アジア系でロシア系中心とのこと。（阿部）

質問：5日間絶食させた場合成長が鈍るが、どの程度で成長が戻るのか。(市村)

適温で再給餌されたものは1週間くらいで戻る。絶食後に低温だと、1ヵ月ほど掛かる。(清水)

質問：海洋に戻した場合はどうか。(市村) 未だ知見は無い。(清水)

IGF-1については、肝臓と血中濃度だけではなくて、生殖腺にも注目すべきでは。シアトルの研究者から、肝臓で作られるほか生殖腺でも作られているとの報告あり。(浦野)

質問：国内では100以上の小規模な養殖事業体があり、地域限定サーモンが生産されているが、共倒れの懸念が高い。行政による業界の整理は出来ないものか。(阿部)

「タネ」も餌も高い中、養殖適地も少なく鳥瞰的な整理は難しい。大規模な養殖産業に再編するのには時間が掛かると思われる。またトラウトなどの外来種養殖は、遺伝子汚染などの問題もあって行政は及び腰である。(濱田)

日本水産は東日本大震災後に宮城から島根の境港に拠点を移してギンサケ養殖に成功している。その辺りを参考に出来ないか。(浦野)

・最後に**司会者**からお三方の考えをいただきたい。

質問：齊藤先生に伺いたい。「SDGs（持続可能な開発目標）」に注目して、衛星データや数値モデルデータを利用したサケ稚幼魚がくらす沿岸域の環境収容力(キャリングキャパシティ)の時空間的評価ができる可能性は？(河村)

・興味はあるが現時点では難しいと思われる。(齊藤)

質問：清水先生に伺いたい。外洋シロザケの成長モニタリングは、回帰年齢組成および栄養状態評価にとって重要と言えるが、外洋でのサンプリングは系群解析など課題も多い。サケ以外のモデル（魚）として、生活史変異が多様な野外の外来種ブラウントラウトを用いることの可能性は？(河村)

・考えていない。サクラマスを用いて研究する考え。(清水)

質問：最後に濱田先生に伺いたい。講演要旨に「日本のサケの存在感がこの10年間で薄れている。」とのことだが、より具体的な説明等あれば伺いたい。(河村)

・講演内容以外の特別な説明は示されなかった。(濱田)