

salmon情報 No.15

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 水産研究・教育機構 公開日: 2024-07-02 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2009557

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



SALMON 情報

第 15 号

2021 年 3 月

- “同位体”で探る、外洋域におけるサケの回遊経路
- サクラマスにおける個体群の遺伝的構造と個体群間の遺伝的交流
- サクラマスをめぐる漁業経済学・環境経済学からのアプローチの紹介
- 水産資源研究所さけます部門への組織改変にあたって
- さけの遡上る川-1 三面川（新潟県）
ほか



編集 水産資源研究所さけます部門



国立研究開発法人
水産研究・教育機構

目次

研究成果情報

“同位体”で探る、外洋域におけるサケの回遊経路……………	松林 順	3
サクラマスにおける個体群の遺伝的構造と個体群間の遺伝的交流……………	北西 滋	6
サクラマスをめぐる漁業経済学・環境経済学からの アプローチの紹介……………	大串伸吾・ほか	12

会議報告

さけます関係研究開発推進会議……………	福若雅章・ほか	22
第 28 回北太平洋溯河性魚類委員会（NPAFC）年次会議 科学調査統計小委員会（CSRS）の概要……………	斎藤寿彦	25

トピックス

水産資源研究所さけます部門への組織改変にあたって……………	黒川忠英	28
-------------------------------	------	----

さけます情報

さけの遡 ^{かえ} る川-1 三面川（新潟県）……………	阿部邦夫	29
北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖……………	上田周典	31
さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介（7） 「石狩国石狩郡」のサケ漁獲数に関する古文書……………	野川秀樹	33

mini column

カラフトマスが自然分布しているのは北太平洋で、その沿岸（日本、ロシア、カナダ、アメリカ）の河川に遡上します。ほぼすべての個体が2年で成熟するため、偶数年と奇数年で遺伝的な隔離があり、地域によっては2年周期の資源変動を示します。近年ではヨーロッパ北部に移植されたカラフトマスが定着し、在来生態系への影響も懸念されています。

国内の主な分布域は北海道オホーツク海側に面する地域ですが、本州の青森県や岩手県にも僅かな遡上がみられます。

国内のカラフトマスの漁獲量は、1990年から2010年ごろまでは高水準で、自然産卵群が高い資源水準に貢献したと考えられていますが、2012年以降は漁獲量が低迷しており、かつてのような大規模な自然産卵も見られなくなってきました。



研究成果情報

“同位体”で探る、外洋域におけるサケの回遊経路

まつばやし じゅん (中央大学理工学部人間総合理工学科)

はじめに

サケ (通称シロザケ, *Oncorhynchus keta*) は、私たちの食糧として重要な資源となっていますが、その生態も実に興味深く、多くの生態学者を魅了してきました。とりわけその「回遊」に関する生態は極めて独特です。日本系サケは春に卵から孵ると、早い段階で海に下り、まずオホーツク海を目指します。その後、ベーリング海に向かって北上し、夏と冬にベーリング海とアラスカ湾を行き来しながら数年かけて成長して、最終的 (多くは4年後) に産まれた河川へ帰ってくるとされています (浦和 2015; 図 1)。河川は我々の生活圏に接しており、また産卵・孵化という生活史上でも特に重要なイベントの場であることから、河川でのサケの生態についてはこれまでも多くの研究がなされてきました。一方で、サケの主な成長の場である外洋での生態に関しては、そのアクセスの困難さから調査・研究が進んでいません。特に筆者が興味を持っているのは、なぜ日本系サケの多くが日本近海にとどまらず、日本から 3,000 km も離れたベーリング海まで泳いで行くのか? という点です。図 1 の回遊経路は過去に実施された大規模な漁獲調査から推定されたものですが、フィールド調査では調査対象から外れた場所の情報を得ることができないため、まだ知られていない回遊のゴールのような場所が存在する可能性が残されています。

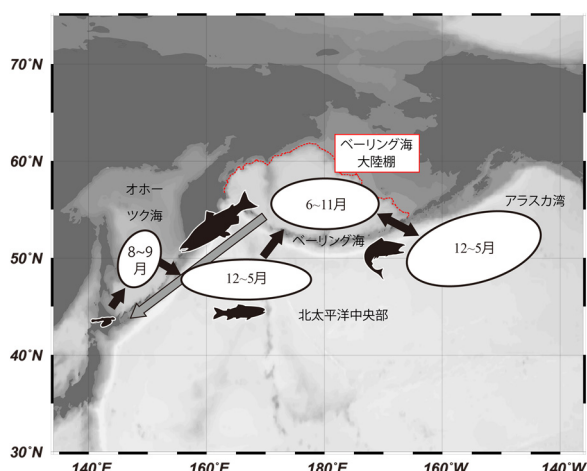


図 1. 既存研究で明らかになっている日本系サケの回遊ルート (浦和 2015 を基に作成)。

そこで、漁獲調査以外の手法でサケの外洋における回遊経路を調べる方法として私たちが着目したのが、同位体比の分布地図 (アイソスケープ)

を用いる方法です。同位体比とは、同じ原子番号 (=陽子数) の核種のうち、中性子数が異なる (=質量数が異なる) 原子の存在比のことを指します。例えば窒素では、質量数 14 (^{14}N) と 15 (^{15}N) の安定同位体が存在し、その同位体比は $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ で表されます。同位体は、生態学的な研究において生物の食べ物を調べるツールとしてよく用いられています。しかし、一定の条件を満たせば生物の回遊経路の推定にも応用可能であることが近年明らかになってきました。そこで、本稿では窒素安定同位体比を用いて日本系サケの回遊経路を復元した研究 (Matsubayashi et al. 2020) を解説します。

アイソスケープ

同位体を用いて動物の移動経路を復元するためには、まずその生息範囲内における同位体比の分布地図 (アイソスケープ) を作る必要があります。動物の移動の研究に用いることができる同位体核種には条件があり、①対象生物の行動圏内において顕著な同位体比の変動があること、②周辺環境 (水や植物プランクトンなどの一次生産者) と対象生物 (移動を調べたい生物) の間の同位体比の差 (同位体分別) を補正できること、③いつの時点に取り込んだ同位体比が対象組織に反映されるかが明らかであること、以上の三つを満たす必要があります (Hobson et al. 2010)。サケの回遊範囲である北太平洋において①の条件を満たす同位体核種として、窒素安定同位体比が想定されました。ただし、一般的に用いられているタンパク質全体の窒素安定同位体比は、栄養源が生物に代謝されることで値が大きく変動するため、②の条件を満たすことができません。そこで、本研究ではアミノ酸の一種であるフェニルアラニンの窒素安定同位体比に着目しました。通常のタンパク質全体の場合と異なり、フェニルアラニンでは代謝に伴う窒素安定同位体比の上昇が極めて小さいため、生物種を問わず②の条件を満たすことができます (Chikaraishi et al. 2009)。

私たちは、各海域の同位体比の指標として、北太平洋の広範囲で採取された動物プランクトン試料から、比較的長寿で遊泳能力の低い特定のカイアシ類 (*Neocalanus cristatus*, *N. plumchrus*, *N. flemingeri*, *Oncaea venusta*, *Paracalanus*

parvus, *P. aculeatus*) を抽出しました。続いて、これらの試料のタンパク質全体およびアミノ酸ごとの窒素安定同位体比を測定し、北太平洋におけるフェニルアラニンの窒素安定同位体比のアイソスケープを作成しました。北太平洋は窒素安定同位体比の空間的な変動が大きく、特にベーリング海東部大陸棚において 5.0 ‰を超える非常に高い値を示すことが明らかになりました (図 2)。

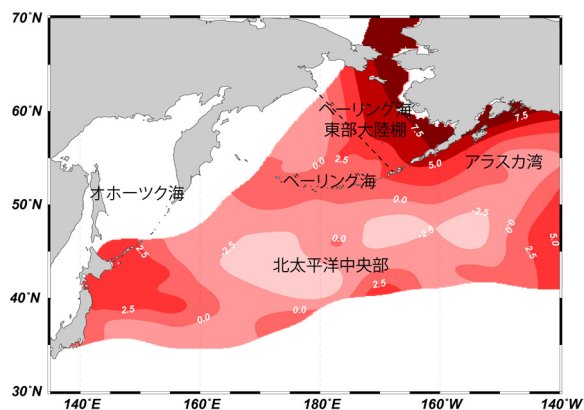


図 2. 北太平洋における窒素安定同位体比のアイソスケープ (Matsubayashi et al. 2020 を基に作成)。

サケの時系列安定同位体比分析

同位体比から動物の移動経路を復元するためには、対象動物が経験した過去の複数時点における同位体比を復元する必要があります。魚では、過去の経験環境の履歴を正確に保存する器官として耳石の輪紋を用いた分析が一般的に行われていますが、耳石はほぼ純粋な炭酸カルシウムで構成されているため、窒素の含有率が非常に低いという問題があります。このため、耳石から窒素安定同位体比の時系列変化を復元することは現実的ではありません。そこで、本研究では脊椎骨に着目しました。魚の脊椎骨を構成する円錐状の椎体 (脊椎骨椎体) は、耳石と同様に付加的な成長を示すことが分かっています (Matsubayashi et al. 2017)。さらに、骨はコラーゲンというたんぱく質成分を多く含んでいることから、窒素安定同位体比の時系列解析も可能です。そこで、北海道および岩手県の河川からそれぞれ採取したサケ 2 個体を対象に、脊椎骨椎体をそれぞれ 10 の切片に均等に分割して、アミノ酸ごとの窒素安定同位体比を測定しました。脊椎骨椎体では、中心から外側に向かって骨が成長していきます。本研究では、最も中心部に近い切片 (稚魚期に形成された骨) の番号を 1、最も外側の切片 (成長段階の最後に形成された骨) の番号を 10 としています。

分析の結果、どちらの個体も以下のような同位体比のパターンを示しました: i. 1 番目の脊椎骨切片では北海道周辺に近い値 (3.5~4.5 ‰) を示

し、5 番目の切片にかけて 0.0 ‰程度まで値が減少する、ii. 5 番目から後半の切片にかけて値が上昇していき、10 番目の切片では 7.0 ‰を超える値となる (図 3)。この同位体比の変動パターンをアイソスケープ (図 2) と照らし合わせて解析することで、サケの回遊経路を復元することができると考えられます。

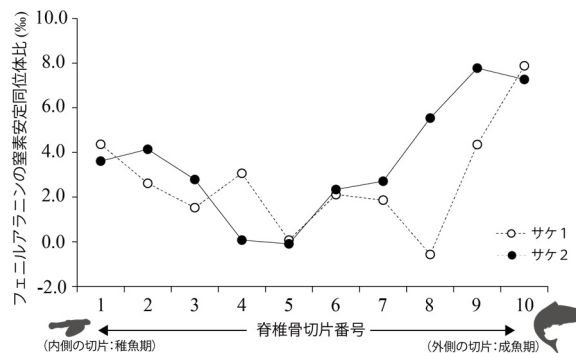


図 3. サケ 2 個体の脊椎骨切片ごと窒素安定同位体比 (Matsubayashi et al. 2020 を基に作成)。

サケの回遊経路復元モデル

サケの窒素同位体比の履歴とアイソスケープを組み合わせて、回遊経路を個体ごとに推定する統計モデルを構築しました。このモデルでは、①サケが遡上した場所と同一の河川で産まれたこと、②サケの体サイズが増加するにつれて移動距離が増加することの 2 つを仮定しています。そして、モデル中においてサケは一つ前の切片 (最初の切片の場合は、遡上した河川) からスタートして、次の脊椎骨切片の同位体比に近い場所により高い確率で移動していきます。こうしてすべての切片について、形成時における潜在的な分布域を確率分布で表現し、その中で最も確率の高かった点をつないで移動経路を推定しました (図 4)。モデルの結果によると、どちらの個体も北海道近海から成長に伴ってベーリング海へと北上し、最終的にベーリング海東部の大陸棚へと到達する回遊ルートが示されました。

日本近海から成長に伴ってベーリング海に移動する回遊経路は、過去の漁獲調査による研究で示された日本系サケの回遊経路 (図 1) と概ね一致しています。一方で、本研究で予想された回遊経路では、日本系サケが成長の最後の時期にベーリング海東部の大陸棚に至るといった新たな経路の存在が示唆されました。サケの骨格が最後に成長するのは、性成熟の時だと考えられます。このため、日本系サケは栄養塩に富み生物生産が非常に盛んなベーリング海大陸棚で甲殻類などの餌を食べて性成熟することで海での回遊を終える、つまりこの海域が海での回遊のゴールとなっていることが

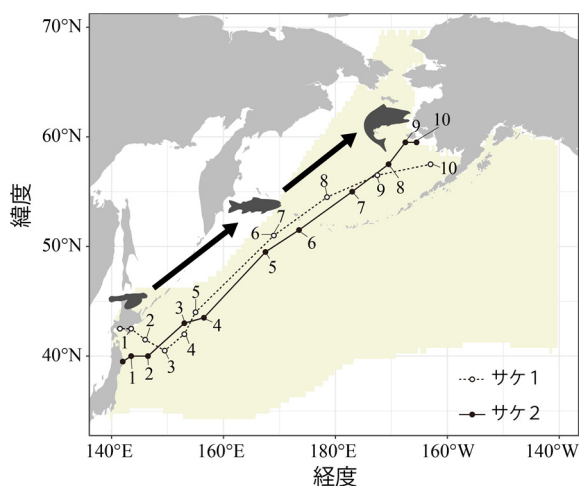


図 4. 窒素安定同位体比から推定された、サケ 2 個体の回遊経路 (Matsubayashi et al. 2020 を基に作成)。サケ 1 の 6・7 番目の脊椎骨切片は、最も存在確率の高い場所が同一地点となっていた。

考えられます。

一方で、今回分析したサケの脊椎骨の同位体比には、従来知られていたベーリング海とアラスカ湾との行き来やベーリング海から日本沿岸へと戻る回遊の情報は含まれていませんでした。日本系サケの越冬海域であるアラスカ湾や性成熟後の母川へと戻る回遊中のサケでは、成長ホルモンの分泌量が減少していることが分かっています (Björnsson 1994, Stead et al. 1999, Onuma et al. 2010)。このため、当該海域では骨が十分に成長せず、その同位体情報が骨に反映されなかったと考えられます。

今後の展望

本研究の結果から、窒素安定同位体比のアイソスケープは、北太平洋におけるサケの回遊を追跡するうえで有用なツールであることが示されました。ただし、本研究では、日本系サケにとって重要な海域となっていたベーリング海東部大陸棚において、特異的なアイソスケープが検出されたため、同位体データのみから回遊経路の復元が成功したという側面があります。今後、本分析手法を他の海域のサケの仲間に適用するためには、新たな同位体核種のアイソスケープを追加するなどの工夫が必要かもしれません。一方で、北太平洋は多数のサケの仲間の回遊経路となっていることか

ら、こうした別のサケの種や異なる地域個体群に属するサケがどのような回遊経路をもっており、種間・地域個体群間でどのような住み分けがなされているのかといった、サケの回遊生態をめぐるさらなる謎を解明し得る分析手法となることが期待されます。

引用文献

- Björnsson, B. T., Taranger, G. L., Hansen, T., Stefansson, S. O., & Haux, C. (1994). The interrelation between photoperiod, growth hormone, and sexual maturation of adult Atlantic salmon (*Salmo salar*). *General and comparative endocrinology*, 93(1), 70-81.
- Chikaraishi, Y., et al. 2009. Determination of aquatic food - web structure based on compound - specific nitrogen isotopic composition of amino acids. *Limnol. Oceanogr-Meth.* 7: 740-750.
- Hobson, K.A., et al. 2010. Using Isoscapes to Track Animal Migration. In *Isoscapes: Understanding Movement, Pattern and Processes on Earth Through Isotope Mapping* (edited by J.B. West, G.J. Bowen, T.E. Dawson and K.P. Tu), Springer, New York, pp. 273-298.
- Matsubayashi, J., et al. 2020. Tracking long - distance migration of marine fishes using compound - specific stable isotope analysis of amino acids. *Ecol. Lett.* 23: 881-890.
- Matsubayashi, J., et al. 2017. Incremental analysis of vertebral centra can reconstruct the stable isotope chronology of teleost fishes. *Meth. Eco. Evol.* 8: 1755-1763.
- Onuma, T.A., Ban, M., Makino, K., Katsumata, H., Hu, W., Ando, H. et al. (2010). Changes in gene expression for GH/PRL/SL family hormones in the pituitaries of homing chum salmon during ocean migration through upstream migration. *Gen. Comp. Endocr.*, 166, 537-548.
- Stead, S.M., Houlihan, D.F., McLay, H.A. & Johnstone, R. (1999). Food consumption and growth in maturing Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56, 2019-2028.
- 浦和茂彦. 2015. 日本系サケの海洋における分布と回遊. *水研センター研報*, 39: 9-19.

研究成果情報

サクラマスにおける個体群の遺伝的構造と個体群間の遺伝的交流

きたにし しげる
北西 滋 (大分大学理工学部)

はじめに

サクラマス *Oncorhynchus masou* は極東地域のみに生息するサケ科魚類の一種で、日本では北海道や、本州の日本海側および関東以北の太平洋側、瀬戸内海沿岸を除く九州に自然分布しています。サクラマスには、降海し大きく成長する降海型と、一生を河川で過ごす残留型の2つの生活史があり、降海型は沿岸域の重要な漁業資源となる一方、残留型は遊漁や環境教育対象となるなど、日本各地で広く親しまれています。しかし、1980年以降サクラマス資源は減少しており（玉手 2008；大熊 2019）、その資源回復は喫緊の課題となっています。

サケ科魚類の資源増殖手法としては、河川に遡上してきた親魚を用いた人工ふ化放流や継代飼育魚の放流が広く用いられており、サクラマスにおいてもこれらの増殖手法が古くから実践されてきました。しかし近年、さまざまなサケ科魚類において、放流魚による放流先に生息している野生魚への負の影響が懸念されています（例えば、Caputo et al. 2004; Araki et al. 2007）。特に、母川回帰性が高いサクラマスでは（Mayama et al. 1988; Miyakoshi et al. 2012）、地域や河川、場合によっては支流ごとに異なる遺伝的特性を有している可能性が高く（Hendry et al. 2004）、野生魚と放流魚との交雑が在来個体群の遺伝的固有性の消失や遺伝的攪乱、さらに将来的には適応度の低下をもたらす可能性は十分に考えられます。そのため、サクラマス個体群の遺伝的構造や遺伝的多様性の保全と、資源増殖とを両立させるためには、まず、サクラマスの遺伝的構造とその形成要因、遺伝的構造の空間スケールなどを把握し、それら地域ごと、個体群ごとのサクラマスの遺伝的特性に応じた資源管理を実践していくことが重要です。さらに、上述の放流魚による遺伝的攪乱の可能性を考えると、サクラマス個体群が本来有している遺伝的多様性や遺伝的構造を正確に把握するためには、野生魚（自然生産由来の魚）もしくは在来魚（過去に人為的な放流を経験していない個体群の魚）を調査対象とするのが好ましいと考えられます。そこで本稿では、これまでに著者らが北海道のサクラマス野生・在来個体群を対象に行ってきた個体群の遺伝的構造に関する研究を紹介したいと思います。

北海道におけるサクラマス個体群の遺伝的構造

2001年以降、ミトコンドリアDNAとマイクロサテライトDNAの2つの遺伝マーカーを用いて、サクラマス個体群の遺伝的構造に関する研究を進めてきました。まず、北海道の12個体群（382個体）を対象にミトコンドリアDNAを調べました。その結果、全部で13種類のハプロタイプ（ミトコンドリアDNAの塩基配列に基づくタイプ）が見つかりました（図1a）。また、例えばハプロタイプ3や4は道央や道南の河川に多く、ハプロタイプ11や12はオホーツク海側に多いなど、ハプロタイプの分布に地理的な偏りがあることも明らかになりました（図1b）。そして、個体群間の遺伝的差異や系統樹、mismatch distribution testなどの結果から、道央・道南に位置する個体群が同一のグループを形成していること、道央・道南の個体群と比べてオホーツク海側の個体群は遺伝的固有性が高いことが分かりました（Kitanishi et al. 2007）。

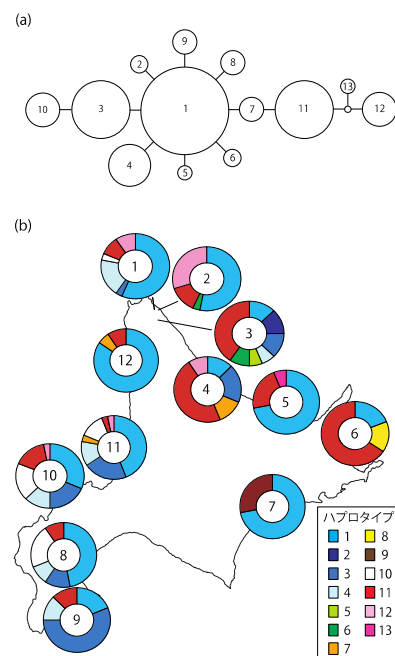


図1. ミトコンドリアDNAハプロタイプのネットワーク図 (a) と分布パターン (b)。ネットワーク図の円の大きさは当該ハプロタイプの出現数を表す。(b)の各河川名は、1: 知来別川, 2: 鬼志別川, 3: 猿払川, 4: 雄武川, 5: 佐呂間別川, 6: 崎無異川, 7: 音別川, 8: 野田追川, 9: 茂辺地川, 10: 幌内府川, 11: 厚田川, 12: ウツツ川。

次に、マイクロサテライト DNA15 遺伝子を用いて、北海道の 16 個体群 (928 個体) を解析した結果、北海道のサクラマス個体群は南西および北東の 2 つのグループに分かれること、南西グループ内では近隣河川ごとに異なるグループを形成し、階層的な遺伝的構造を形成している一方、北東グループではそのような傾向は認められず各個体群の遺伝的固有性が高い傾向が認められました (図 2)。また、北東グループでは距離による隔離の効果 (IBD: isolation by distance) が見られたのに対して、南西グループでは IBD は認められませんでした。そして、大沢川 (河川長: 約 7 km) のような小規模河川では、周辺河川と比べて遺伝的特性が大きく異なっていました (Kitanishi et al. 2018)。これら両遺伝マーカーを用いた研究から、北海道のサクラマス個体群は明瞭な遺伝的構造を示し、日本海側北部と襟裳岬とを結ぶラインによって大きく 2 つに分けられることが分かりました (図 3)。また、グループごとの遺伝的構造から、南西地域は氷河の影響をあまり受けず氷河期の避難場所として長期的にサクラマス個体群が生息していた一方、北東地域の個体群は間氷期の対馬海流に沿った一方向の分散・再定着によって形成された比較的若い個体群であることが示唆されました。これらの結果から、北海道におけるサクラマス個体群の遺伝的構造が更新世の氷河期と間氷期や、海流などの影響により形作られ、サクラマスの高い母川回帰性によって、その遺伝的特性が現在も維持されていると考えられます。

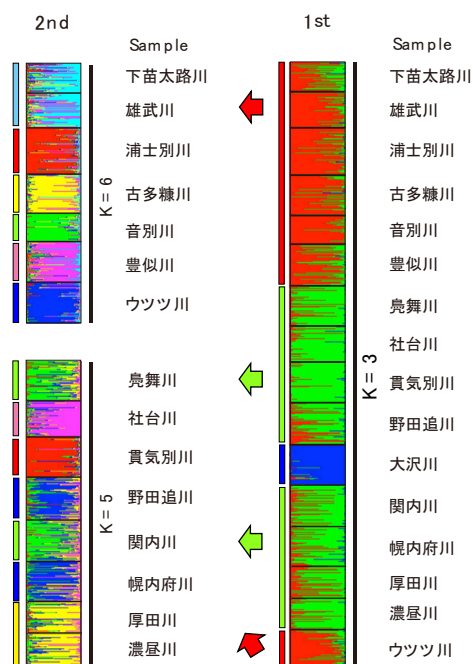


図 2. 2 段階の STRUCTURE 解析による遺伝的クラスタの結果. 第 1 段階 (1st) では 3 つのクラスタ (K = 3: 南西グループ、北東グループ、大沢川) に分かれ、第 2 段階 (2nd) では南西グループと北東グループは、それぞれ、5 つと 6 つのクラスタに分かれた。

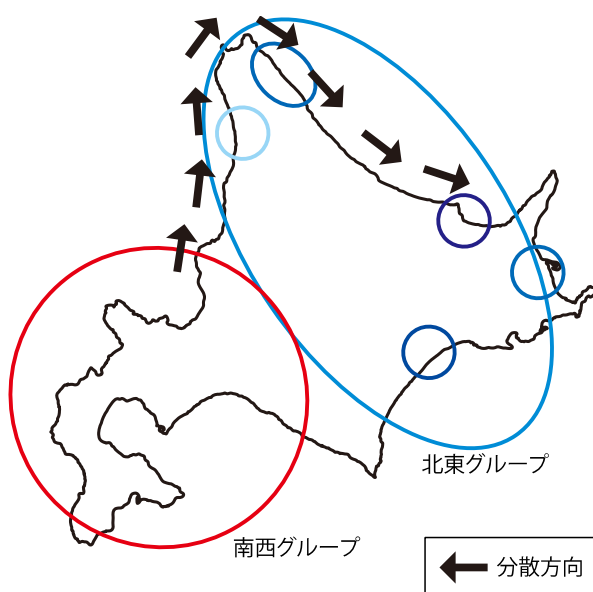


図 3. 北海道のサクラマス個体群の遺伝的クラスタと間氷期の分散の概念図. 南西グループと比べ、北東グループでは各個体群の遺伝的固有性が高い。

本稿の冒頭で、サクラマスは母川回帰性が高く近接個体群間にも遺伝的差異が存在している可能性がある」と述べました。しかし、同一河川内の異なる支流間といった狭い空間スケールにおいて、サクラマス個体群の遺伝的構造を調べた研究は殆どありませんでした。そこで、北海道中西部に位置する厚田川 7 支流のサクラマスを対象に河川内スケールにおける遺伝的構造を調べました (図 4a)。厚田川は河川長約 34 km、流域面積 136 km² の中規模河川です。さらに、保護水面であり、過去に放流が行われていないこと、また河川内にダムや堰などの魚の移動を阻む工作物が設置されていないなど人為的な影響が皆無であること、そしてこれまでに多くの調査研究知見が蓄積されていることから、サクラマスの生態研究を行うには最適な河川となっています。マイクロサテライト DNA 解析の結果、支流間にも遺伝的分化が認められること、各支流個体群の遺伝的類縁性が地理的な位置とよく合致しており (図 4b)、明瞭な遺伝的構造が形成されていることが明らかとなりました (Kitanishi et al. 2009)。この結果は、サクラマスが支流レベルでの正確な母川回帰により、同一水系内であっても支流ごとに異なる局所個体群を形成していることを示唆するものであり、本種の回遊ルートや移動距離を考えると (Kato 1991)、僅か数 km 離れただけで遺伝的分化が認められることは大きな驚きです。

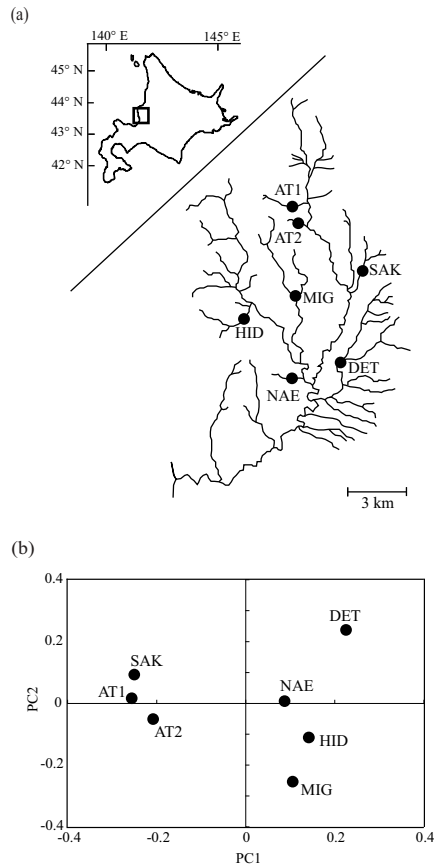


図 4. 厚田川と各支流の位置 (a) と、マイクロサテライト DNA8 遺伝子座の解析データに基づく主成分分析の結果 (b).

遺伝的構造の形成要因

これまで北海道全域を対象とした河川間スケール、および厚田川を対象とした河川内スケールにおけるサクラマス個体群の遺伝的構造について触れ、河川間スケールでは氷期-間氷期サイクルと海流に沿った個体の分散が遺伝的構造に大きな影響を与えていることを紹介しました。では、河川内スケールでは何が遺伝的構造の形成要因となっているのでしょうか？河川内スケールは、対象とする空間的な範囲が狭く含まれる物理環境の変異幅が小さいことから、河川間スケールのような氷期の影響や、水温や海流などの物理環境が遺伝的構造を形作った可能性は低いと考えられます。そこで、河川内における遺伝的構造の主要な形成要因の一つである“個体の分散”に着目しました。また、さまざまな動物で、繁殖システムに応じた分散の性差 (Perrine and Mazalov 2000) や、生活史ごとの分散能力の差異 (Clobert et al. 2001) が報告されています。そこで、厚田川のサクラマス在来集団 (6 支流 383 個体；降海型オス：133 個体、降海型メス：130 個体、残留型オス：120 個体) を対象としたマイクロサテライト DNA 解析により、サクラマスの分散行動における性差および生活史差の有無を調べました。まず、性および

生活史ごとに分けて IBD を求めた結果、全ての個体 (図 5a) および降海型メス (図 5b) では地理的距離と遺伝的距離との間に有意な相関関係が認められた一方、オス全個体 (降海型オスおよび残留型オス) では認められませんでした (図 5b)。次に、オスを降海型と残留型に分けて IBD を調べた結果、いずれも IBD は認められませんでした (図 5c)。さらに、ベイズ推定法を用いて各個体が分散個体 (母支流とは異なる支流で捕獲された迷入個体) かどうかを推定した結果、降海型オス、降海型メス、残留型オスのうち分散個体と推定された個体数は、それぞれ、14 個体 (10.5%)、8 個体 (6.2%)、7 個体 (5.8%) でした (Kitanishi et al. 2012)。これらの結果から、河川内スケールにおける遺伝的構造の主要な形成要因は、降海型メスの支流レベルでの正確な母川回帰であることが分かりました。一方、降海型オスは支流間の遺伝的交流を担っていることが示唆されました。残留型オスについては、近接支流間においても大きな遺伝的分化が見られたこと (図 5c)、九州の河川型個体群では淵や瀬などの微生息空間レベルでの高い定着性が見られていること (Sakata et al. 2004) などから、支流レベルでの高い定着性を有し、支流間での遺伝的分化に寄与していると思われます。

では、なぜこのような分散における性差や生活

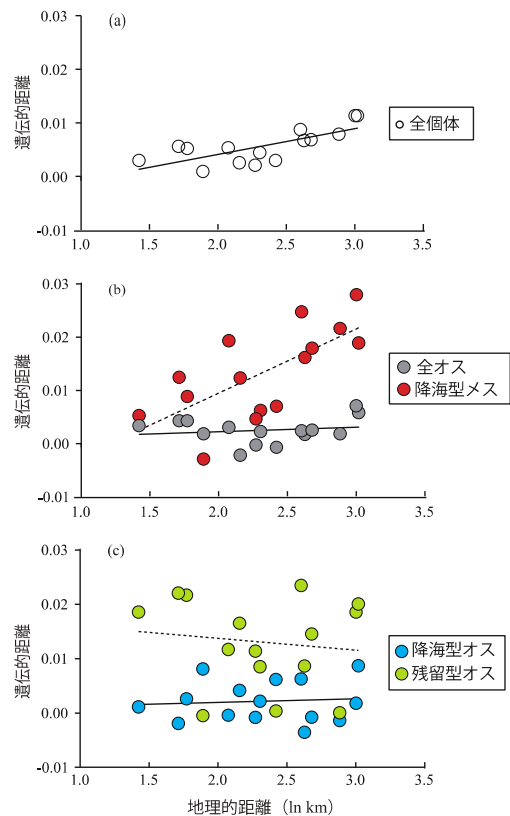


図 5. 各解析個体における解析距離による隔離の効果の結果。(a) 全ての個体、(b) 降海型メスとオス全て (降海型オス + 残留型オス)、(c) 降海型オスと残留型オス。

史差が生じたのでしょうか？北海道では、サクラマスは1尾の降海型メスに対し、複数の降海型オスおよび残留型オスが同時に繁殖に参加する乱交型の繁殖システムをとります。このような繁殖システム下では、実効性比はオスに強く偏り (Koseki and Maekawa 2000), オスはメスを巡って互いに争うとともに、より多くの繁殖機会を求めて分散するようになります。一方、メスの繁殖成功度は産卵環境によると言われており (Hendry et al. 2004), 好適な産卵環境をもたらす母川 (母支流) 回帰がより適応的と考えられます (Neville et al. 2006)。さらに、産卵後に自身の産卵床を守る行動も、高い定着性をもたらすことになり、これらの結果分散における性差が認められたと考えられます。生活史間で分散パターンが異なっている理由については、遊泳力の劣る残留型が分散に伴う遊泳エネルギーの消費 (Kinnison et al. 2003) を避けている可能性や、そもそも残留型は産まれた河川に留まっているだけである可能性などが考えられます (Sakata et al. 2004 を参照)。しかし、残留型の分散に関する情報は限られており、その詳細を理解するためには、さらなるデータの収集・解析が必要です。

次に、この分散における性差および生活史差は、河川間スケールにおいても当てはまるかどうかを調べました。厚田川とその近隣2河川を対象に河川内と同様の調査を行った結果、河川内 (厚田川: 14/190 個体, 7.4%) と比べ、河川間では分散が大きく減少することが分かりました (10/339 個体, 2.9%)。また、分散における性差および生活史差は、河川間スケールでは認められませんでした (降海型オス: 2.8%; 降海型メス: 2.3%; 残留型オス: 4.0%)。これらの結果から、河川間スケールでは、性および生活史を問わず僅か 10 数 km であっても遺伝的交流は殆ど生じないことが示唆されました (Kitanishi et al. 2017a)。一方、河川間分散における性差および生活史差の有無については、解析個体数や対象とする空間スケールが小さいため (3 河川, ca. <20 km) に検出できなかった可能性があり、結論を下すためにはさらなる追加解析が必要だと考えています。しかしながら、少なくともサクラマスの分散パターンが空間スケールごとに異なっていることについては、本種の分散パターンの特徴と言えるのではと考えています。

遺伝的構造の時間的な安定性

個体群の遺伝的多様性や遺伝的構造は、生物の保全や資源管理を行う際に不可欠な情報となっており、個体群の遺伝的構造の調査・研究が、さまざまな種・個体群を対象に広く実施されています。サクラマスにおいても、各地で古くから調査研究

が実施され、在来魚、放流魚を問わず、シロザケやカラフトマスと比べ、サクラマスはより小さな空間スケールにおいても遺伝的分化が認められること等が報告されてきました (例えば, Okazaki 1986; Suzuki et al. 2000; Yu et al. 2010)。これまで、さまざまな空間スケールを対象とした遺伝的構造解析が実施される一方、遺伝的構造の時間的な変化に関してはこれまで殆ど調査されてきませんでした。しかし、河川環境は増水や渇水、また河川改修などによって日々変化していきます。そして、それに伴い遺伝的構造も時間とともに変化していく可能性があります。そこで、2007 年から 2009 年にかけて、厚田川 8 支流を対象に、遺伝的構造の時間的な変化の有無を調べました。その結果、支流個体群間の遺伝的差異は年ごとに大きく変動し、特に 2007 年は支流個体群間の遺伝的差異が大きかったことが分かりました (図 6, Kitanishi et al. 2017b)。また、各支流個体群の有効集団サイズや遺伝的多様度、IBD の有無も年ごとに大きく変化していました (有効集団サイズ: 約 2~10 倍; IBD: 2009 年のみ有意な相関関係)。次に、DPR 法 (Koizumi et al. 2006) により、各年度内の outlier 個体群 (他の個体群から遺伝的に大きく外れている個体群。年度内に大きな遺伝的差異をもたらしている) を求めたところ、2007 年の 1 支流 (下濃昼沢) が outlier であることが分かりました。実際、2007 年に認められた大きな遺伝的差異の多くは、下濃昼沢によるものであり (図 6 黒丸)、この個体群を除くことで、例えば 2007 年に IBD が認められたり、年度間の遺伝的差異が小さくなるなど、遺伝的構造の時間的変動が小さくなりました。この下濃昼沢は、産卵床数も少なく (3~4 個, 杉若ら 1999), 入り口に落差約 2-3m の滝がある小河川 (川幅: 約 2~3m, 流域面積 2.7km²) であり、本研究で推定した有効集団サイズも 5~42 個体でした。さらに、調査開始前年の 2006 年における厚田川周辺での夏季 (7~9 月) の降水量は、例年の半分程度 (2006 年: 54.0 mm/month, 2005-2015 年: 88.8-206.7 mm/month) であったことから、渇

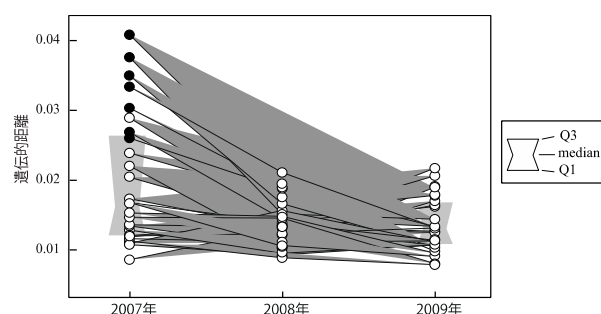


図 6. 年ごとの支流個体群間の遺伝的差異。図中の実線は同じ個体群間の遺伝的差異同士を結び、網掛部分は第一四分位数および第三四分位数を表す。2007 年の黒丸は、outlier 個体群 (下濃昼沢) との間の遺伝的差異を表す。

水により滝上流や小規模河川には降海型個体が十分に遡上できなかった可能性もあります。実際、小規模もしくは滝により隔離された支流の多くが、2007年の有効集団サイズが最も少ない値となっています。そのため、2006年の渇水による回帰個体数の激減によって下濃層を中心とした遺伝的浮動が生じ、その結果、個体群間の遺伝的差異の増大や遺伝的構造の時間的不安定性がもたらされたと考えられます。以上のことから、サクラマス個体群の遺伝的構造は、時間的にはある程度安定しているものの、特に滝上流や小規模支流を多く含んでいる河川内においては、渇水などの環境変動により容易に不安定化し、年ごとに大きく変動することが示唆されました。

遺伝的構造解析からのサクラマス資源管理に向けて

これまで見てきたように、サクラマスの分散パターンは性や生活史ごとに異なっていました。また、本種の生活史分化パターンは地域ごとに異なっていて、低緯度地域ほど降海型が減少します (Kato 1991)。これらのことは、サクラマスの遺伝的分化が生じる空間スケールが地域ごとに異なっていることを示唆しています。つまり、降海型オスの割合が増える高緯度地域ほど、遺伝的構造が形成される空間スケールが大きくなるのに対し、殆どの個体が残留型・河川型となる低緯度地域では、近接支流間などの非常に小さい空間スケールにおいても遺伝的分化が生じている可能性があります。また、西日本や九州などの河川型個体群は、河川源流域や、滝や堰堤の上流部など、限られた範囲に生息している場合が多く (中村ら 2012)、このような隔離もしくは小規模な個体群では、遺伝的特性が容易に変動してしまったり (Kitanishi et al. 2017b)、遺伝的多様性が激減してしまうことも考えられます (北西ら 未発表)。これらのことから、低緯度地域ほどより細やかな資源管理が必要となることが予測されます。

これまでの研究から、サクラマスが地域ごとに異なる多様な遺伝的構造・遺伝的固有性を持っていることが明らかとなっています。この遺伝的多様性は、過去に経験してきた歴史を反映しているだけでなく、将来の環境変動などに対する適応可能性も包含しており、将来にわたりサクラマスを利用していくための基盤となります。そのため、上述のように、地域ごとのサクラマスの生態特性と遺伝的特性の両方に応じた地域ごとの資源管理策の立案・実践が不可欠です。そして、そのためには、さまざまな地域・河川においてサクラマス個体群の遺伝的構造や遺伝的多様性情報を収集し、その変化をモニタリングしていくことが重要

となってきます。将来にわたるサクラマス資源の保全や持続的な利用の一助となるよう、これからもサクラマス個体群の遺伝的構造とそれら知見の資源増殖への応用を目指した研究を進めていきたいと考えています。

引用文献

- Araki, H., Cooper, B., and Blouin, M. S. 2007. Genetic effects of captive breeding cause a rapid, cumulative fitness decline in the wild. *Science*, 318: 100-103.
- Caputo, V., Giovannotti, M., Nisi Cerioni, P., Caniglia, M. L., and Splendiani, A. 2004. Genetic diversity of brown trout in central Italy. *J. Fish Biol.*, 65: 403-418.
- Clobert, J., Danchin, E., Dhondt, A. A., and Nichols, D. J. 2001. *Dispersal*. Oxford Univ. Press, Oxford. 542 pp.
- Hendry, A. P., Castaic, V., Kinnison, M. T., and Quinn, T. P. 2004. The evolution of philopatry and dispersal. In *Evolution Illuminated* (edited by A. P. Hendry and S. C. Stearns), Oxford Univ. Press, Oxford, UK. pp. 52-91.
- Kato, F. 1991. Life histories of masu salmon and amago salmon (*Oncorhynchus masou* and *Oncorhynchus rhodurus*). In *Pacific salmon life histories* (edited by C. Groot and L. Margolis), UBC Press, Vancouver. Pp. 447-520.
- Kitanishi, S., Edo, K., Yamamoto, T., Azuma, N., Hasegawa, O., and Higashi, S. 2007. Genetic structure of masu salmon (*Oncorhynchus masou*) populations in Hokkaido, northernmost Japan, inferred from mitochondrial DNA variation. *J. Fish Biol.*, 71: 437-452.
- Kitanishi, S., Yamamoto, T., and Higashi, S. 2009. Microsatellite variation reveals fine-scale genetic structure of masu salmon, *Oncorhynchus masou*, within the Atsuta River. *Ecol. Freshw. Fish*, 18: 65-71.
- Kitanishi, S., Yamamoto, T., Koizumi, I., Dunham, J. B., and Higashi, S. 2012. Fine scale relationships between sex, life history, and dispersal of masu salmon. *Ecol. Evol.*, 2: 920-929.
- Kitanishi, S., Yamamoto, T., Ishii, H., Yamaguchi Y., and Kobayashi, T. 2017a. Dispersal patterns of anadromous and freshwater resident masu salmon at different spatial scales in mid-western Hokkaido, Japan. *Ichthyol. Res.*, 64: 111-115.
- Kitanishi, S., Ikeda, T., and Yamamoto, T. 2017b. Short-term temporal instability in fine-scale genetic structure of masu salmon. *Freshw. Biol.*, 62: 1655-1664.

- Kitanishi, S., Yamamoto, T., Urabe, H., and Shimoda, K. 2018. Hierarchical genetic structure of native masu salmon populations in Hokkaido, Japan. *Environ. Biol. Fish.*, 101: 699-710.
- Koizumi, I., Yamamoto, S., and Maekawa, K. 2006. Decomposed pairwise regression analysis of genetic and geographic distances reveals a metapopulation structure of stream-dwelling Dolly-Varden charr. *Mol. Ecol.*, 15: 3175-3189.
- Koseki, Y., and Maekawa, K. 2000. Sexual selection on mature male parr of masu salmon: does sneaking behavior favor small body size and less-developed sexual characters? *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 48: 211-217.
- Mayama, H., Nomura, T., and Ohkuma, K. 1988. Seaward migration and adult return of the marked masu salmon, *Oncorhynchus masou*, released in late fall before wintering. *Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery*, 42: 21-36.
- Miyakoshi, Y., Takahashi, M., Ohkuma, K., Urabe, H., Shimoda, K., and Kawamura, H. 2012. Homing of masu salmon in the tributaries of the Shiribetsu River evaluated by returns of marked fish. *Sci. Rep. Hokkaido, Fish Res. Inst.*, 81: 125-129.
- 中村智幸・岸 大弼・徳原哲也・久保田仁志・亀甲武志・坪井潤一. 2012. 在来溪流魚(イワナ類, サクラマス類): 利用, 増殖, 保全の現状と課題. *魚類学雑誌*, 59: 163-167.
- Neville, H. M., Isaak, J. D., Dunham, B. J., Thurow, F. R., and Tieman, E. B. 2006. Fine-scale natal homing and localized movement as shaped by sex and spawning habitat in Chinook salmon: insights from spatial autocorrelation analysis of individual genotypes. *Mol. Ecol.*, 15: 4589-4602.
- 大熊一正. 2019. サクラマスの生活史パラメータの推定と資源回復, 保全をめざした今後の動向. *SALMON 情報*, 13: 3-9.
- Okazaki, T. 1986. Genetic variation and population structure in masu salmon *Oncorhynchus masou* of Japan. *Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish.*, 52: 1365-1376.
- Perrin, N., Mazalov, M. 2000. Local competition, inbreeding, and the evolution of sex-biased dispersal. *Am. Nat.*, 155: 116-127.
- Sakata, K., Kondou, T., Takeshita, K., Nakazono, A., and Kimura, S. 2004. Movement of the fluvial form of masu salmon, *Oncorhynchus masou masou*, in a mountain stream in Kyushu, Japan. *Fish. Sci.*, 71: 333-341.
- 杉若圭一・竹内勝巳・鈴木研一・永田光博・宮本真人・川村洋司. 1999. 厚田川におけるサクラマス産卵床の分布と構造. *北海道水産孵化場研報*, 53: 11-28.
- Suzuki, K. T., Kobayashi, T., Matsuishi, T., and Numachi, K. Genetic variability of masu salmon in Hokkaido, by restriction fragment length polymorphism analysis of mitochondrial DNA. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 66: 639-646.
- 玉手 剛. 2008. 1980 年以前の北海道沿岸におけるサクラマス漁獲量の推定. *水産増殖*, 56: 137-138.
- Yu, J.-N., Azuma, N., Yoon, M., Brykov, V., Urawa, S., Nagata, M., Jin, D. H., and Abe, S. 2010. Population genetic structure and phylogeography of masu salmon (*Oncorhynchus masou masou*) inferred from mitochondrial and microsatellite DNA analyses. *Zool. Sci.*, 27: 375-385.

研究成果情報

サクラマスをめぐる漁業経済学・環境経済学からのアプローチの紹介

おおくし しんご みやざわ はるひこ うらべ ひろかず しょうじ やすし
大串 伸吾*1・宮澤 晴彦*2・ト部 浩一*3・庄子 康*4

はじめに

サクラマスと言う魚は、「希少でストーリー性のある国産鮭鱒」としてのユニークな位置づけができます。ロシアでは商業漁獲は禁止されており、多少混獲される程度なので、ほぼ日本でしか漁獲されていない「商業上日本特有のサケの仲間」と言っても過言ではありません(長谷川・佐橋 2019)。北海道の日本海側の漁業者は春先の漁業収入源としてサクラマスを漁獲しており、地域の漁業振興を図るうえでの重要魚種のひとつとされ、人工ふ化放流事業が積極的に行われてきました(宮腰 2006)。しかし、1980 年代以降から漁獲量が激減し、後志総合振興局・桧山振興局管内では依然漁獲量は低水準にあります。これは放流によって造成した資源以上に、野生資源が減少したためであり(宮腰 2008)、河川環境に長く依存するその生態から、人工ふ化放流事業に合わせて野生魚の繁殖を保護するための取り組みを生態系ベースで行う必要性が提唱されています(永田 2009)。

2010 年ごろには、日本海側の漁業地域で河川環境そのものを直そうとする動きが始まります。その一つが、治山ダムや砂防ダムにスリットを入れる改修工事(スリット化)です。本稿では特に治山ダムに注目して話を進めていきます。治山ダムとは、渓流域の山脚(山すそ)に位置する森林(保安林)を修復し、山腹の森林が崩壊しないよう森林と一体となって治水機能を発揮する施設です。これは住民の要望に応じて「崩れた森・渓流を治す」事業として設置されることが多いようです。サクラマス漁獲量の激減が顕著となった 1980 年台後半までには、現存する大半の治山ダムが設置されました(玉手・早尻 2008)。

治山ダムをスリット化するメリットには、①魚の往来が回復され、②砂利の流れとともに魚類の産卵場所や餌となる昆虫の生息場所が回復されることがあります。一部の魚類の川の往来機能を修復(rehabilitation)する魚道と比べて、これは生態系の再生(restoration)に踏み込もうとする取り組みであり、スリットにゴミが詰りにくく、メンテナンスにコストがかからないこともメリットといえます。一方、デメリットとして治山・治水機能の低下が懸念され、対策が必要になります。つまり、サクラマス資源の保護を目指した治山ダムの

スリット化とは、「ダムが持つ保安林を守る機能を維持しつつ、漁業資源の保全と川の生態系の再生を同時に目指す社会的な動き」であると考えられます。この社会的な動きを分析・評価するには水産分野にとどまらない枠組みでの分析が必要になります。

そこで、本稿では漁業経済学の分析から、①サクラマス漁業による収入実態調査、②マーケットの評価と産地への要求を調査することで資源利用の実態を明らかにし、サクラマス資源の保護増殖の背景を整理します。そして、環境経済学の分析から、③スリット化を行う上での問題対策と成果の実態調査、④川の生態系を守る効果と税負担意志額の関係を道民を対象として調査することで、河川環境の修復によって水産資源保全を行う現代的な意義を考えます。

1. サクラマス漁業の収入実態調査

調査地域はサクラマスの人工ふ化放流事業の主要拠点が存在し、治山ダムがスリット化された事例のある後志総合振興局・桧山振興局管内とし、寿都町漁協、島牧漁協、ひやま漁協瀬棚支所・大成支所・熊石支所で事例調査を行いました。各漁協にヒアリング可能な漁業者の選定を依頼し、17 名へのヒアリングを行いました。

まず後志管内ですが、調査を行った 2013 年時点の統計では定置網でサクラマスのおよそ 9 割が漁獲されている地域としての事例です。

選出された定置網漁業者において、2008～2012 年の 5 年平均のサクラマス漁獲金額は年間収入の 2～16%を占めており、金額・単価ともにヒラメと並ぶ高級魚種と位置づけられます。そして、漁期である 4～5 月の漁獲金額の約 2 割をサクラマスが占め、これは乗組員の給与に相当します(表 1)。中には、この時期の 5～8 割の漁獲金額がサクラマスで占められる漁業者もあり、設置場所によって漁獲量が左右される定置網ならではの特性がうかがわれます。

つぎに桧山管内ですが、こちらは一本釣り漁業によって管内の漁獲量のおよそ半分が占められます。2011～2012 年の 2 年間の漁獲金額に占めるサクラマスの割合は平均 2～22%でした。特に、1～3 月は今でもサクラマス以外に漁獲対象がなく、

*1 寿都町役場産業振興課水産係、*2 北海道大学大学院水産科学研究院、*3 地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部さけます・内水面水産試験場、*4 北海道大学大学院農学研究院

表 1. 事例定置網漁業者のサクラマス漁期における漁獲金額の割合.

寿都① (常雇1人+季節雇用2人)			島牧① (常雇8人)			熊石① (共同経営者6人+従事者1人)			事例漁家平均 (寿都・島牧のみ)		
	4月	5月	4月	5月		4月	5月		4月	5月	
2012	46%	21%	7%	1%		80%	8%		12%	9%	
2011	42%	49%	50%	34%		75%	33%		31%	30%	
2010	50%	28%	32%	23%		—	—		22%	15%	
2009	61%	45%	22%	8%		—	—		23%	18%	
2008	19%	21%	20%	6%		—	—		10%	11%	
平均	44%	33%	26%	15%		78%	20%		20%	17%	
固定給合計に対する割合	160%	170%	126%	44%		373%	149%		117%	111%	

寿都② (常雇8人)			寿都③ (常雇4人)			寿都④ (常雇4人)			寿都⑤ (季節雇用1人)		
	4月	5月	4月	5月		4月	5月		4月	5月	
2012	18%	8%	2%	6%		2%	16%		0%	2%	
2011	40%	44%	12%	18%		17%	36%		24%	0%	
2010	22%	12%	5%	6%		2%	6%		20%	17%	
2009	20%	17%	9%	13%		8%	14%		17%	9%	
2008	4%	8%	5%	1%		2%	6%		12%	26%	
平均	21%	18%	6%	9%		6%	16%		15%	11%	
固定給合計に対する割合	210%	110%	70%	50%		60%	100%		76%	190%	

注) ひやま漁協では 2011 年と 2012 年の資料の提供を受けた

専門的に狙っています。一方、かつては 5～6 月にも大型魚の盛漁期があったものの、これがほとんど獲れなくなったことでタコやナマコの採捕にシフトしていました。大型魚が釣れる 5 月前後の魚が他の漁業に転換したことで、小型サクラマスの単価が反映されやすくなった結果、あまり高級な魚という位置づけではなくなっています。この

漁期である 1～3 月の収入源としてサクラマスは瀬棚支所で約 9 割、大成支所で約 5 割を占めていました。この経営上の位置づけとしては、同期間の燃油経費、年金と比較しても、それなりの大きさです(表 2)。ただし実際の金額としては、ひと月分の生活費に届かない年もあり、漁獲金額に加え、年金や世帯員の漁業外収入と合わせて生活し

表 2. 瀬棚地区・大成地区一本釣り漁業者におけるサクラマスの漁獲金額の割合.

瀬棚①② (後継者35歳, 父76歳)		瀬棚③④ (本人42歳, 父77歳)		瀬棚⑤ (60歳)		瀬棚⑥ (49歳)		瀬棚 事例平均	
	1-3月		1-4月		1-3月		1-3月		1-3月
2012	98%	2012	100%	2012	99%	2012	82%		95%
2011	100%	2011	100%	2011	99%	2011	67%		92%
漁期平均	99%	漁期平均	100%	漁期平均	99%	漁期平均	74%		93%
油経費比	81%	油経費比	248%	年金比	392%	油経費比	340%		261%
油経費比		油経費比		油経費比	376%				

大成① (70歳)		大成② (63歳)		大成③ (71歳)		大成④ (75歳)		大成 事例平均	
	1-4月		1-3月		1-3月		1-3月		1-3月
2012	1%	2012	67%	2012	0%	2012	33%		43%
2011	59%	2011	95%	2011	71%	2011	85%		82%
漁期平均	30%	漁期平均	81%	漁期平均	36%	漁期平均	59%		64%
年金比	259%	年金比	423%	年金比	67%	年金比	36%		190%
油経費比	259%	油経費比	212%	油経費比	267%	油経費比	230%		277%

大成⑤ (76歳)		大成⑥ (69歳)	
	1-3月		1-3月
2010	92%	2010	66%
2011	100%	2011	80%
漁期平均	96%	漁期平均	80%
年金比	128%	年金比	230%
油経費比	413%	油経費比	281%

ている実態がありました。

小括として、サクラマス漁獲量が減少した現在でも、他の漁業に転換した月があったものの、サクラマスの漁獲金額は春季の収入源として、主要な操業支出と比較して軽視できないと考えられます。特に一本釣り漁業者においては1～3月においてはサクラマス以外に漁業対象がほとんどありません。今後も春先の漁業収入資源としてサクラマス資源の保護・増殖策を講じることは日本海側沿岸漁業者のニーズの一つと言えるでしょう。

2. マーケットの評価と産地の認識

全道で漁獲されるサクラマスはいったいどこに行くのでしょうか。道内漁獲量に占める札幌市場への出荷シェアは市場統計では25～30%と推定されています。それ以外は産地消費、本州送り、加工、市場外流通です。ヒアリング調査に協力頂いた産地市場の仲買人の出荷先の割合をまとめてみると、道外に出荷される割合が高いことがわかりました。その中でもよく話題になるのが富山県のます寿司原料向けであり、ヒアリング事例の中でも46トンと最も大きな数量でした(表3)。

富山県は2011年から県のイメージアップにつながる名産品のブランド化を図っており、ます寿

しはその認定第1号です。そして、伝統的なます寿しの形が定義されたのですが、原料はサクラマスに限定されていません。定義通りの商品の生産業者は2012年の時点で26社でした。それ以外にも20社ほどが存在し、コンビニ向けの廉価商品を製造しています。定義にかかわらず、サクラマスを原料に使ったます寿司を生産しているのは8社でした。必要とするサクラマスは、産地の仲買と冷蔵庫会社、ます寿司業者のヒアリングから、42トン以上と推定されました(表4)。製品売り上げとしては市場規模2.3億円程度です。調査対象とした2011年では寿都からその半分が供給されていました。これは、2011年は東日本大震災によって石巻の養殖サクラマスが壊滅したため、寿都がその代替供給先とされたためです。しかし、ヒアリングした6社の中からは「天然物は品質が悪い」、「アザがあつて捨てざるを得ない部位が少なくない」という評価が目立ちました。そうした理由でサクラマスの産地を切り替えていた加工業者にその品質の悪さについて調べるため、商品化できずに廃棄する切り身をサンプリングしてもらいました(図1)。すると、廃棄する必要がなければ売り上げを年間で100万円レベルで伸ばせるだけの損失が出ていたことが分かりました(表5)。

表3. 産地別仲買人別出荷先数量の聞き取り値。

						道内		道外														
	番号	年商	サクラマス 評価	2011年 買付(t)	ます寿し (t)	道内	推定道内	道外	推定道外	東京	青森	岩手	宮城	秋田	山形	新潟	富山	名古屋	その他			
◆産地卸売市場						単位:(t)		単位:(t)														
函館	①	平均 30億円	高級	16.0		20%	3.2	80%	12.5													
	②		大衆・高級	7.5		40%	3.0	60%	4.5													
	③		高級	5.6		0%	0.0	100%	5.6													
	④		高級	4.7		0%	0.0	100%	4.7													
寿都	⑤	平均 6.8億円	高級	5.5		20%	1.1	80%	4.4													
	⑥		高級	5.0		30%	1.5	70%	3.5													
	⑦		高級・大衆	12.0		1%	0.1	99%	11.9													
	⑧		高級	20.0		0%	0.0	100%	20													
ひやま	⑨	平均 6.8億円	大衆・高級	1.0		60%	0.6	40%	0.4													
	⑩		高級	12.0		70%	8.4	30%	3.6													
	⑪		-	6.4		0%	0	100%	6.4													
	⑫		高級	20.0		40%	8.0	60%	12.0													
釧路東部	⑬	平均 17.2億円	高級	15.0		0%	0.0	100%	15.0													
	⑭		高級	12.0		0%	0.0	100%	12.0													
	⑮		大衆	3.0		90%	2.7	10%	0.3													
	⑯		大衆・高級	13.0		30%	3.9	70%	9.1													
産地発・集計					計	158.7	平均:	25%	計:32.5t	平均:	75%	計:126.2t	30.7	7.2	1.2	5.0	9.5	5.6	15.6	46.1	0.2	4.8

注) 黒塗りは各ヒアリング先の企業情報を考慮し詳細を割愛した

表4. 富山県のます寿司に供給されるサクラマス需要量。

ます寿司店 番号	売り上げ (サクラマス)	聞き取り・ 推定トン数	流通経路	例年	2011年	産地概要	供給/需要 (B/A)
				冷蔵庫会社聞き取り値	仲買聞き取り値[B]		
①	平均一業者 当たり年間 3904万円	3	← 冷蔵庫会社A	天然10t前後(多くて20t)	計 22 t	寿都仲買A	52%
②		4		石巻養殖 10t(震災で消失)		寿都仲買B	
③		10		20t前後		函館市場	
④		1	← 冷蔵庫会社B		14t	札幌市場(道東産)	29%
⑤		8				奥尻～噴火湾	
⑥		6	独自買付				
⑦	?	10	冷蔵庫会社と独自買付				
その他1件	?	?	?	20t? (④⑤⑥)=5t 以上			18%以上
推定市場規模 2億3千万円以上							100%
【A】推定需要合計値 (t)				42t以上	多くて40t	34.5t	

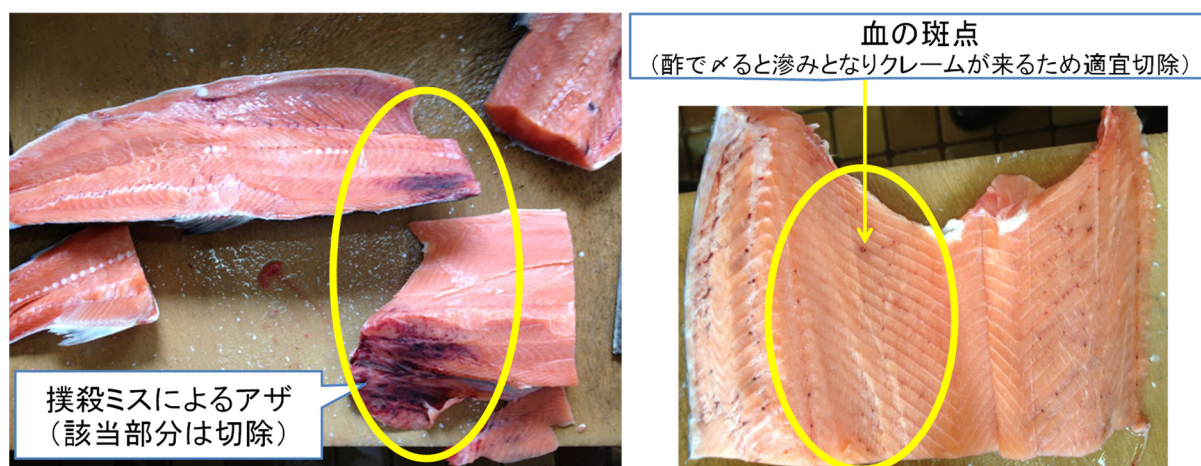


図 1. 天然サクラマスに見られる品質問題.

表 5. 事例ます寿司業者における原料品質問題にかかるロスの試算.

n=16日	捌いたサクラマス尾数(A)	問題のあったサクラマス				問題のあった 合計尾数 (F) *1	問題のある魚 の存在割合 (F)/(A)
		アザ (B)	血の斑点 (C)	悪い匂い (D)	その他 (E)		
1日平均	12	4	3	2	0	6	50%
合計	184	55	50	5	0	103	-

*1 症状の重複によるダブルカウント防止のため(F)は実数

	問題を理由に 廃棄した切り身 (g)(G)	破棄した切り身を 使えば作れた 一重製品の個数 (H)	当日生産した ます寿司製品 の個数 (一重換算) (I)	問題がなければ 増加する 製造個数割合 (H)/(I)	年間の営業 日数(日) (J)	潜在増加 販売個数 (J × 3 個)	問題が全くなかった場合に見積もら れる最大の売り上げ向上分 (1300円 × 900個)
1日平均	345	3.5	85	4%	300	900	117万円
合計	5,517	56	1365				

なぜ魚にアザがついたのでしょうか。日本海側では、鱗がはがれたサクラマスは扱いが悪いものとして値段が下がるため、鱗がはがれる前に撲殺する習慣があります。2000年代の中ごろからは、新規漁業就業者を全国から募り、未熟な若手漁業者が増加していた地域もありました。このことで撲殺のやり方が悪くなっていたことから買い付けが敬遠されたことがうかがえます。

そのような中、2007年頃には桧山管内で船上活〆サクラマスも登場しました。これは札幌市場にて高品質な鮭鱒原料を求めている加工業者と直結し、買い手と売り手が信頼関係を構築するために卸売り会社の積極的な努力で実現したものでした。この船上活〆と中央卸売市場への直接出荷の付加価値向上額は、2013年では産地市場に出すよりも100万円以上の利益アップも試算されており、高いブランド性が示されています。また、このようなます寿司業者の評価を知った漁業者も、2014年以降にサクラマスの船上活〆に取り組むようになり、当該産地の品質評価は大きく改善しています(大串 2015)。

2019年になると、北海道に新潟県産の養殖サクラマスが入荷されるようになりました。2月末～

5月頭に一日当たり200kg前後が札幌市場へ入荷されており、2019年春には4～5トンが販売されました。この養殖サクラマスは、高価格帯の回転すし屋や鮮魚店、大手量販店とは差別化したいスーパーなどで販売されています。その評価としては、刺身としての食味は申し分なく、天然物の品薄な2月から安定して仕入れができること、現行の数量ならば卸値も安定して刺身で使えることを考えれば高くはないとのことでした。

以上から、北海道産サクラマスは多くが道外に出荷されていくものの、ます寿司需要はさほど多くないことが分かりました。そして一部の産地を除いて道南日本海側での魚の取り扱いが良くない実態がありました。養殖サクラマスの登場によって、今後は取り扱いが悪く加熱用の商材にしかならないサクラマスは市場においても“叩かれる”かもしれません。

ここまでは、漁業経済学分野から、サクラマスの資源保護・増殖の背景となる水産利用の実態を紹介しました。次節からは、河川環境の改善による生態系の再生を通じたサクラマス資源保全について議論していきます。

3. スリット化の問題対策と成果の実態調査

河川関連の法制度は多岐にわたります。特に、治水だけでなく水力発電などの利水にかかわる多目的ダムが関係すると複雑です。そこで今回はなるべく議論しやすく、サクラマス産卵域であり実際に取り組みが進んでいる後志・桧山地域の治山分野の事例を検討します。

【島牧村の保護水面・千走川支流の九助川】

島牧村を流れる保護水面の千走川にはサクラマスの人工ふ化放流施設があり、遡上親魚を採捕し人工ふ化放流を行っています。支流の九助川には、1964 年に荒廃した森林地帯を復旧し下流への土砂濁水流出を緩和する目的で治山ダム（床固工）が設置されました。しかし、後付けの魚道が頻繁に土砂で閉塞し機能不全になっていたことから、サクラマスの遡上障害を解消し、自然再生産の回復を図るために、島牧漁協の組合長と島牧村の村長から治山ダムの改修が要望されました。改修方法の協議の中では魚道の改修などの代替案も検討されましたが、漁業関係者はメンテナンスがほぼいなくなるスリット化（複断面化）を強く要望しました。そしてその課題としては、①ダムの治山治水機能の維持、②切り下げで発生する不安定土砂 2,000m³ の処理があった一方で、ソフト面では特に論点はありませんでした（表 6）。

課題の解決策として、①は護岸工を併設するこ

と、②は村の空き地に搬出することが提示されました。また、春のコウナゴの敷き網漁、夏のウニ採りなど海の透明度が重要な漁業に影響がない時期に実施することで他の漁業者との合意形成が図られました。この改修事業における経済的な効果について、さけます・内水面水産試験場との共同調査を行いました。Net Energy Intake 理論に基づく環境収容力の調査です（Urabe et al. 2010）。

その結果、ダム上流部にはサクラマスの春稚魚に換算して 92,653 尾が生息できる環境収容力があることが分かりました。今まで九助川には島牧村の人工ふ化放流施設から一尾あたり 2.8 円と非常に良い成績で生産されたサクラマスの稚魚が放流されており、これが自然再生産の復活で賄われるようになるとすると、一年あたり約 26 万円の価値に匹敵します。治山事業では 50 年の評価期間の便益を現在価値に割り引いて用いることから、その価値の合計が約 579 万円となりました。この自然再生産で漁獲量が増え、市場取引が振興されると、一年あたり 45 万円の便益が仮定でき、母川回歸までのタイムラグ 2 年を考慮して 48 年間で評価を行うと 992 万円となります。この二つの便益を足した 1,571 万円が事業によるサクラマスに関する経済的効果です（表 7）。

次に、本事業におけるスリット化にかかった経費は 1,500 万円であったことから、便益を費用で

表 6. 事例河川での課題と解決策。

島牧村・九助川 （普通河川：保護水面）		せたな町・ラルイシ川 （普通河川）	
切り下げに関する課題		切り下げに関する課題	
技術面	合意形成・ソフト面	技術面	合意形成・ソフト面
①ダムの治山治水機能の維持	特になし	①高さ3m以上の堤体を切り下げた例がほとんどなく、河川の動向を予測できない	（調査先要望により割愛）
②切り下げで発生する不安定土砂2千m ³ の処理		②切り下げで発生する多量の不安定土砂の処理	
解 決 策		解 決 策	
技術面	合意形成・ソフト面	技術面	合意形成・ソフト面
①護岸工の併設で早期に決着	②沿岸漁業（磯根・敷網）の操業に支障のないように土砂搬出する施工時期を決定（海の透明度に影響する漁業へ配慮）	①試験的なモデル事業として、治山治水維持対策なし	②多量の土砂流出による漁場への影響を『一時的なもの』として漁業者が受忍する合意
②村の空き地に搬出		②不安定土砂も流下させる	③出水時の流木などサケ定置部会が自主的に撤去
備 考		備 考	
要望から施工まで約 1年		要望から施工まで約 5年（助走期を含め約 8年）	
周辺は村有林（水源涵養保安林）		周辺は私有林	
その他：問題の既存の魚道は、後志管内の漁業士会と後志総合振興局水産課が時折清掃していたが、頻繁に土砂が詰まり、機能不全状態だった。		その他：下流の保全対象だった民家6件が既に移転。問題視されていた既設の魚道は毎年一平会と漁業者が清掃作業を行っていた。	

表 7. 九助川における事業の経済効率性の計算.

記号	項目	値	単位
A	推定されたサクラマス春稚魚が生息可能な尾数	92,653	尾/年
B	春稚魚一尾当たりの生産コスト (島牧増殖施設の運営経費および生産尾数より推定)	2.8	円/尾
C	野生再生産を放流でまかなった場合の費用 (A×B)	259,428	円/年
D	スリット事業によるサクラマス春稚魚再生産効果 (評価期間50年の現在価値 $\sum (C_i)/(1+0.04)^i$)	5,796,010	円
E	期待漁獲金額 (稚魚が成長し平均回収率0.41%で漁獲・市場取引(790円/kg)されると仮定)	450,154	円/年
F	供給された稚魚によって期待できる漁業振興効果 (評価期間48年*1の現在価値 $\sum (E_i)/(1+0.04)^i$) *1 稚魚が母川回帰するタイムラグ2年を考慮	9,922,725	円
G	事業によるサクラマスに関する経済的効果 (D+F)	15,718,735	円
H	サクラマス稚魚の再生産を復元する目的の経費 測量費300万, 河川仮設付け替え600万, スリット化600万の合計 (後志総合振興局治山係提供)	15,000,000	円
I	保安林等保全目的の経費込の小規模治山事業費 H + 護岸工費用約3600万 (治山計画G提供)	51,547,650	円
J	サクラマス対策の経済効率性 (G/H)	1.05	
K	護岸工を含めた経済効率性 (G/I)	0.30	

除すことでサクラマス対策の経済効率性は1.05と計算されます。しかし、本事業では治山・治水機能の低下を防止するため、図2上段のような護岸工を施しています。この護岸工で3,600万円がかかっており、事業全体の経費である5,154万円で経済効率性を計算すると0.30まで大きく低下しました。

【せたな町の普通河川・ラルイシ川】

ラルイシ川は全長約10kmの小規模な普通河川で河口から約500m地点に1つめ、さらに500mほど上流に2つめの堰堤工の治山ダムがありました。加えて、小さな支流に2基の谷止め工の治山ダムがありました。これらは1964～1970年の間に、下流への土砂濁水流出の緩和と、当時あった6件の民家を守るために建設されました。

ラルイシ川のダムのスリット化事業で最も大きな働きをしたのは、一平会と言う地元遊漁者の任意団体です。主要なメンバーが役場の水産系職員と町議会議員という、発言力のある団体です。一平会は治山ダムに付けられていた螺旋型魚道が頻繁に詰まってしまうことから漁業者を巻き込んで

魚道清掃をしてきた中、ひやま漁協瀬棚支所とともに「せたな町の豊かな海と川を取り戻す会」を設立し、メンテナンスのいらないスリット化を要望します。保護水面である九助川との違いは、サクラマスの幼魚であるヤマメが遊漁対象でもあるという点であり、磯焼け対策も含めて、自然の恵みを取り戻すという目的も付与されていることがあります。

切り下げに関する技術面としての課題は、①高さ3m以上の提体を切り下げた例がほとんどなく、改修による河川の動向を予測できなかったこと、②切り下げで発生する多量の不安定土砂の処理がありました。解決策としては、試験的なモデル事業として治山・治水維持対策をせず、不安定土砂も流下させるというものでした。これに当たっての合意形成・ソフト面での対応としては、多量の土砂流出による漁場への影響を『一時的なもの』として漁業者が受忍する約束がなされたこと、実際に出水して流木が出た際には、サケ定置部会が自主的に撤去するなどの自助努力で対応がなされました。

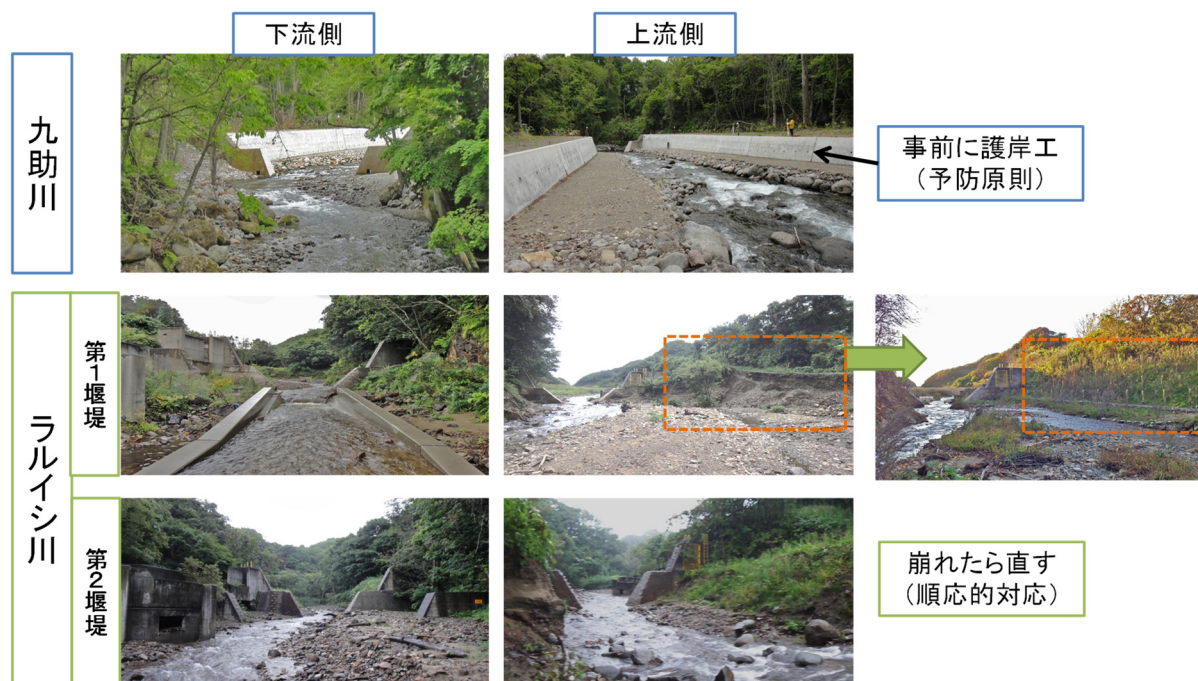


図2. 九助川とラルイシ川での治山ダムのスリット化と治水対策。

このモデル事業の結果、堰堤下流域でサクラマス等の卵のふ化率が低下する 2mm 以下の砂の構成が大きく低下し（図3）、スリット化によって河床環境自体が改善されたことが分かりました。さらに、アユやリョシノボリ（北海道で希少種）、サケなども上流まで遡上するようになり、様々な魚類の生息環境が改善されたといえます。

一方で問題としては、工事終了後の出水時に図2の中段の写真である第1堰堤の上流部の土手が削られ、作業用道路が崩壊するなど、治山ダムに

よる山すそ固定効果があれば防げたであろう問題も発生しましたが、蛇かごを積んで追加の補修工事を行うことで解決しました。ただ、2基のダム改修費用には約2,200万円かかっており、推察として、九助川ほどの環境収容力がないと思われるラルイシ川では、この費用を超えるサクラマスの経済効率性を見込むことは難しいと思われました。

これらを小括すると、治山・治水機能低下の対処法として、①予防原則で事前に補修する（九助川）、守るべき対象が減少していたので影響が出たら補修する（ラルイシ川：順応的対応）、②漁業者の合意を得て土砂を流す試験とする、③トラブルは漁業者自らでも対応する、ということが挙げられます。

また、経済的な効果としては、サクラマスに関する部分のみでは効率性が低いということも分かりました。スリット化を行うための予算は、機動的に災害復旧を行うための「小規模治山事業」（年10億円程度）で行われているため、限られた予算の中での優先順位は高く位置づけられにくい恐れもあります。

とはいえ、河川やそこに暮らす生物の生息環境修復の手段としては、魚道ではなく治山ダムのスリット化の方が効果的です。生態系保全への投資は、現世代、当事者だけの便益ではなく、将来的に河川や生態系からの恩恵を享受する次世代のことも考慮した議論が避けられないでしょう。

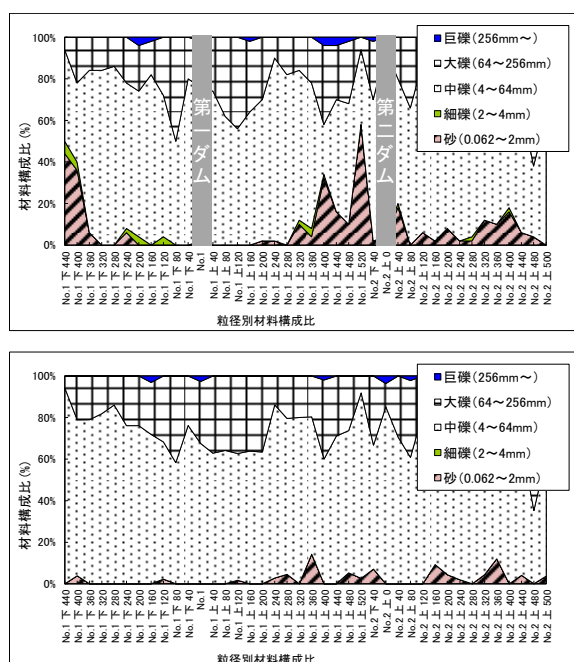


図3. ラルイシ川で観察された河床材料の変化。

（出典）良瑠石川小規模治山委託業務報告書より

4. 川の生態系を守ることの効用と税負担意志額に関する北海道民の意識調査

ここまでの議論では、サクラマス資源を直接的に利用する「利用価値」の計算を行いました。しかし、生態系の価値には今現在は直接的に利用しない、「後世に残すべき価値」のような「非利用価値」もあり、これは保全対象地以外の地域の人々も認識していることが知られています(図4)(柘植 2001)。環境経済学の分野では、この価値の市場への内含を目指した研究が盛んに行われてきました(栗山 1998)。

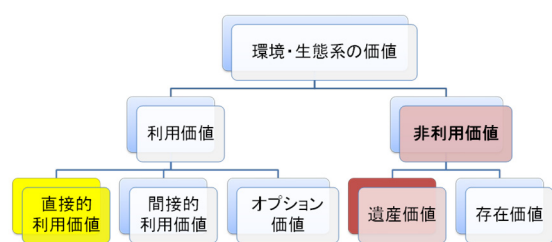


図4. 生態系の価値の分類。

本研究では、サクラマス資源の保全に直結する河川生態系の保全にかかわる「非利用価値＝遺産価値」を評価するために、選択型実験と呼ばれる手法を用いました。これは、回答者の選好特性を明らかにする手法で、複数の選択肢の中から回答者自らが受ける恩恵(効用)を最大化させるものを選ぶ、という仮定に基づきます。つまり、どんな河川を保全すべきかという「川選び」に応用することで、河川生態系を保全することによって回答者が受ける効用と、治水機能の低下に関するマイナスの効用、そして、その支払意思額を同時に明らかにできる方法です。

この調査を行うにあたっては、アンケートに用いるシナリオが重要です。今回は「今後、北海道が河川生態系に影響する治水施設を改修する政策を打ち出していく」という仮定の政策を提示しました。どのような河川を保全すべきかというシナリオは、①44箇所(保護水面(禁漁河川)に治水施設によって魚が遡上できない河川がある、②こ

の中から4河川を選んで川の生態系を守る、③選んだ4河川でスリット化事業が実施される、④最終的に4河川分の工事費が次年度の世帯当たりの税負担額に上乗せされる、⑤保全された資源は回答者が直接利用せず、次世代に継承する、としました。

どのような保護水面の治水施設を改修するかは、①サクラマスが遡上する川、②絶滅危惧種のイトウが遡上する川、③追加的な補修工事が必要かどうか、④税負担額、の4属性とし、サクラマスの遡上数については、0尾(遡上しない)、30尾、80尾、150尾、300尾の5水準が実験計画法に基づき選択肢に組み込まれるようにしました。

表8の回答例で言えば、「治水施設をスリット化することでサクラマス親魚が毎年300尾遡上するようになり、イトウの保全は期待できないけれども、補修工事をする必要がなく、一河川スリット化するのに必要な一世帯当たりの税負担額が1,000円であるE川で改修事業を行うことが望ましい」として選択されていることを意味しています。このような選択肢セットを一人4回選んでもらい、その税負担額の合計が最終的に翌年の納税額に上乗せされるというシナリオです。

本調査では、近年では個人情報に関する制約が強まり無作為抽出法に基づいた書面郵送によるアンケート調査が困難であることから、選択型実験が可能なシステムをもつ(株)経日サーチのWEBアンケートモニターを利用しました。2013年11月28日～12月3日の6日間で道内在住の1,196人から回答が得られました。その中から、回答時間が極端に短く、説明をしっかりと読んでいないためシナリオ伝達ミスにつながる回答者、戦略バイアス、温情効果などのバイアスを検出する質問に回答した回答者を除いた958人分のデータを分析しました。

その結果、AIC, LRIより、RPL(ランダムパラメータロジットモデル)という、前提条件の制約の少ないモデルの方が当てはまりが良い結果となりました(表9)。各パラメータを検討すると、現状をそのまま維持した場合の効用の低下がマイナス1.7と最も大きかったことから、現状維持は良

表8. 選択型実験に用いた選択肢セットの一例。

改修事業で考えられる各川の項目 (問7～問10 共通)	D 川	E 川	F 川	この三つの 河川からは、 改修事業を 行わない
①サクラマスの親が毎年遡上するようになる数	0尾(遡上しない)	+300尾遡上	+150尾遡上	
②イトウの保全が期待できるか河川か	期待できる	期待できない	期待できる	
③追加的な治水補修工事の必要性	補修が必要ない	補修が必要ない	補修が必要	
④1河川スリット化に必要な一世帯当たりの税金負担	2000円	1000円	500円	0円
選択してください⇒	☐	☒	☐	☐

表 9. 選択型実験の各モデルパラメータの推定結果.

	CL	RPL		
変数	β_i	β_i	SD	MWTP(円) - β_i / β_{Fee}
サクラマス遡上尾数 【 β_{Sakura} 】	0.00465***	0.00537***	0.00212***	8
(SE)	(0.0002)	(0.0003)	(0.0006)	
イトウの保全 【 β_{Ito} 】	0.64813***	0.78418***	0.44289***	1,170
(SE)	(0.0264)	(0.0379)	(0.0538)	
追加補修工事 【 β_{Repair} 】	-0.07801***	-0.07417***	-0.32276***	-111
(SE)	(0.0222)	(0.0265)	(0.0511)	
現状維持 【ASC】	-0.43377***	-1.73908***	-2.42154***	-
(SE)	(0.0777)	(0.1904)	(0.0184)	
一世帯当たり年間税負担 【 β_{Fee} 】	-0.00060***	-0.00067***	-	
(SE)	(0.2147D-04)	(0.2583D-04)	-	
SDは標準偏差 SEは標準誤差 ***は1%水準で有意				
サンプルサイズ	958	958		
AIC	8,178	7,793		
LRI	0.172	0.268		
調整済み決定係数	0.171	0.268		

くないと認識されていることが分かります。次に年間税負担が増えること、追加で補修工事が必要になることもマイナスという結果です。一方でサクラマスとイトウが保全できるかどうかのパラメータはプラスでした。各パラメータを一世帯当たり年間税負担で除すことで、それぞれ一単位増加することへの限界支払意思額 (MWTP: Marginal Willingness To Pay) に換算できます(柘植ら 2011)。これをまとめたのが表 10 です。

サクラマス親魚の遡上量として毎年 80 尾遡上するというのは、九助川に相当するものであり、このような河川でスリット化事業を行うことに対する MWTP は一世帯あたり 641 円でした。一方で補修工事が必要な河川で事業を行うことへの MWTP はマイナス 111 円となっています。つまり、河川生態系の保全を行うことへの MWTP の方が大きいということが分かります。

そのような中で、イトウが保全できる河川で事業を行うことへの支払意思額は 1,170 円となっており、サクラマスが 150 尾遡上する川と同等の価値が見いだされていることとなります。この結果を利用し、九助川でのスリット化事業の経済効率性を再検討すると、限界支払意思額 641 円を全道の世帯 242 万世帯に乗じた非利用価値 15 億円を

便益に加算することができ、経済効率性は約 31 となります。費用に対して約 31 倍のメリットがあることとなります。

この選択型実験から、スリット化におけるデメリットを考慮してもサクラマスおよびイトウが遡上するような河川を保全していくことに対して、北海道民から一定の税負担意思があると考えられました。ただし、実際にスリット化を行う地域住民間での治水対策に関する合意形成があった上で、評価額は考慮されるべきです。

最後に

以上のことから本研究を総括すると、河川環境の修復によって水産資源の保全を行うことは、『増やしたい魚だけを増殖するのではなく、サクラマス等を通して河川環境を修復することが、水産資源の保全活動によって現代社会のニーズでもある「川の生態系を守ることに」つながる』ということと言えるのではないのでしょうか。『従来の「守りたい資源だけを放流しがちだった資源増殖」の在り方に新たな展開を付け加えることができる』そこに現代的な意義があると考えられます。

本研究は、本質的に「海(水産資源)と山(森林の治水機能)の恵みをどう守るかのトレードオフ」を解消していく議論であり、この「恵み」とは、最近では「生態系サービス」と呼ばれる分野につながって行くものと考えられます。

本研究は(独)日本学術振興会の若手育成事業特別研究員(DC2)の成果物の一部です。

表 10. 限界支払意思額の結果.

RPL		単位: 円	単位: 百万円
ある一河川でのスリット化事業に対する 道民一世帯当たりのMWTP			北海道全体 (242万世帯)
	MWTP/世帯		MWTP × 242万
サ	30尾遡上する河川	240 円	583
ク	80尾遡上する河川	641 円	1,554
ラ	150尾遡上する河川	1,282 円	3,109
マ	300尾遡上する河川	2,404 円	5,829
ス	イトウの保全ができる河川	1,170 円	2,837
	補修工事が必要な河川	-111 円	-268

引用文献

- 栗山浩一. 1997. 公共事業と環境の価値—CVM ガイドブック. 築地書館, 174pp.
- 柘植隆宏. 2001. 市民の選好に基づく森林の公益的機能の評価とその政策利用の可能性—選択型実験による実証研究—. 環境科学会誌, 14(5): 465-476.
- 宮腰康之. 2006. 北海道におけるサクラマス放流効果および資源評価に関する研究. 北海道立水産孵化場研究報告. 60: 1-64.
- 宮腰靖之. 2008. 種苗放流効果と資源増殖 北海道のサクラマスを事例として. 水産資源の増殖と保全 (北田修一・浜崎活幸・谷口順彦・帰山雅秀編), 成山堂書店, 東京. pp.48-65.
- 玉手剛・早尻正宏. 2008. 北海道における河川横断工作物基数とサクラマス沿岸漁獲量の関係—河川横断工作物とサクラマスの関係から河川生態系保全を考える—. 水利科学, 301: 74-82.
- 永田光博. 2009. サケ類増殖事業の歴史と将来展望. サケ学入門 (阿部周一・天野哲也・荒井克俊・安東宏徳・上田宏・浦野明宏・帰山雅秀・笠井久会編), 北海道大学出版会, 札幌. pp.19-34.
- Urabe, H., Nakajima, M., Torao, M., and Aoyama, T. 2010. Evaluation of Habitat Quality for Stream Salmonids Based on a bioenergetics Model. Trans. Am. Fish. Soc., 139: 1665-1676.
- 柘植隆宏・栗山浩一・三谷羊平. 2011. 環境評価の最新テクニック. 勁草書房, 東京. 288pp.
- 防災地質工業株式会社. 2012. 良瑠石川小規模治山委託業務報告書. 桧山振興局.
- 大串伸吾. 2015. 北海道日本海域におけるサクラマスの漁獲実態と高品質化操業の課題—島牧村・寿都町・熊石地区の定置網経営体を事例に—. 漁業経済研究, 59: 111-128.
- 長谷川功・佐橋玄記. 2019. 61 サクラマス日本系. 「平成 30 年度国際漁業資源の現況」(水産庁編) 水産庁・水産研究・教育機構, 東京. URL: http://kokushi.fra.go.jp/H30/H30_61.html (参照 2020-12-03).

会議報告

さけます関係研究開発推進会議

ふくわか まさあき さとう しゅんぺい くらかわ ただひで
 福若 雅章・佐藤 俊平・黒川 忠英（水産資源研究所 さけます部門）

はじめに

令和 2 年 11 月に「令和 2 年度さけます関係研究開発推進会議」をメール会議の形式で開催しました。昨年度まで、本会議は傘下に設置された「研究部会」の開催と北海道、東北及び日本海ブロック推進会議での協議への参加により開催に換えておりましたが、今年度に水産業関係研究開発推進会議体制が見直され、部会が廃止されたことにより、本会議は分野別推進会議の一つとして開催することになりました。しかし、今年度については、新型コロナウイルス感染拡大防止のため、やむなくメール会議の形式で開催しました。本会議は、関係道県の試験研究機関等との情報交換を密にし、相互の連携強化を図ることにより、さけます類に関する研究開発等を効率的かつ効果的に推進することを目的としております。

本会議は 11 月 5 日から 11 月 11 日に水産庁、11 道県の試験研究機関と水産研究・教育機構（以下、当機構）から合計 17 機関 56 名の参加の下で開催されました。主催者である水産資源研究所田中所長の挨拶の後、議事に入りました。

サケ資源状況

当機構から 2019 年および 2020 年漁期におけるサケ資源状況について、資料が配布されました。その中で、北太平洋全体のサケ資源は高水準を維持しているものの、ロシアやアラスカなどの北部

の系群が多くなっていること、2019 年漁期の来遊数は近年最低水準であり、4 年魚（2015 年級群）の豊度が極端に低かったことが報告されました（図 1）。2015 年級群が降海した 2016 年春季の沿岸海洋環境は平年よりも水温が高い状況でした（図 2）。これは、水温が低い年に降海した年級群は回帰率が低いというこれまでの状況と異なっています。2016 年の日本周辺水域では、親潮の勢力が特に弱く、対馬暖流の勢力が強かった特異的な現象が観察されていることから（図 3）、降海した時の沿岸の水温だけでなく、北日本周辺の海流もサケ稚魚の生き残りに影響している可能性が示唆されました。

また、2020 年漁期の来遊状況に関しては、参加した 11 道県から最新の情報が共有され、漁期当初に見込まれた太平洋側の前年以上の不振と日本海側の持ち直しの傾向が明瞭となりました。

親潮が弱く、対馬暖流が強い状況は、2020 年まで継続中です。釧路庁舎の黒田グループ長らの研究結果によると、親潮は長期的に弱体化しており、それがサンマなどの浮魚類の漁場形成に影響していることが指摘されています（Kuroda and Yokouchi 2017）。もし、サケ稚魚の生き残りが親潮勢力に影響を受けているとすれば、日本のサケ資源状態は今後も予断を許さないと言えます。行政、沿岸漁業者と増殖団体等の協力による産卵親魚数の確保や増殖団体による健苗生産がますます重要になってくるでしょう。

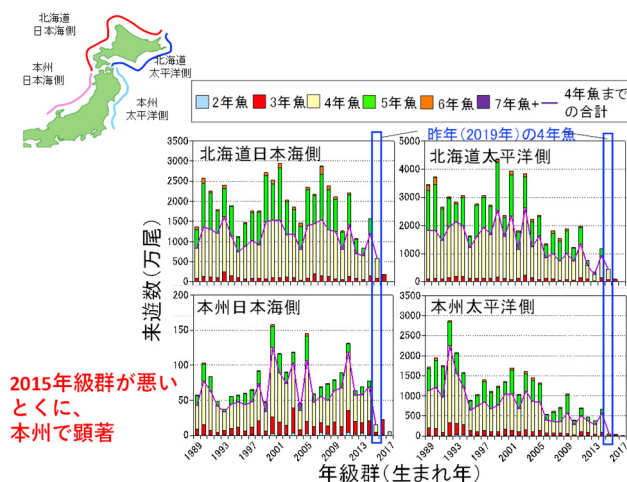


図 1. 2019 年漁期における地域別のサケ年級別来遊数。

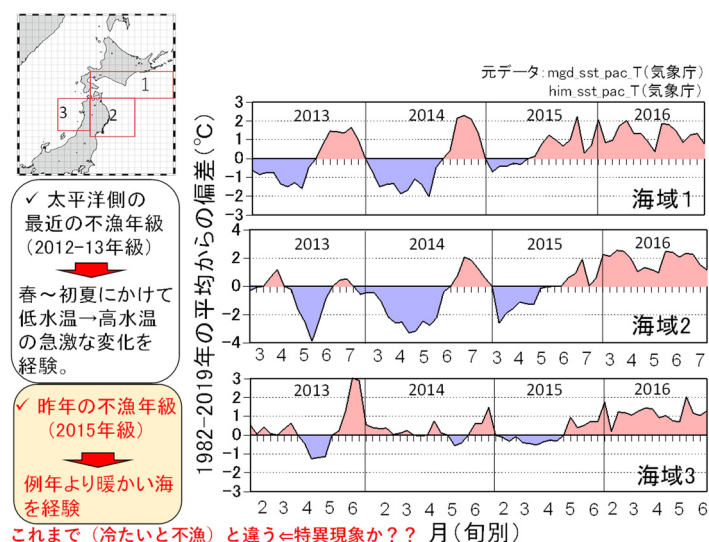


図2. サケの2012～2015年級群が降海した年の表面海水温。

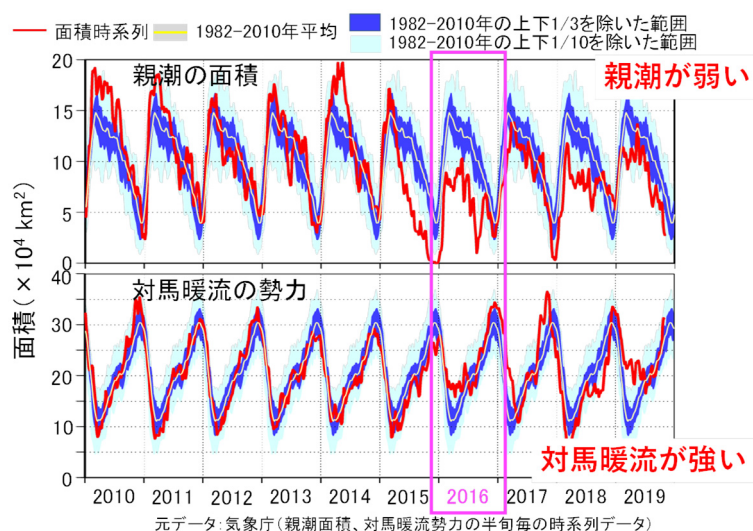


図3. サケの2015年級群が降海した年(2016年)の親潮及び対馬暖流の勢力。

各機関の研究開発の実施状況

各道県試験研究機関および当機構の令和2年度のさけます関連研究開発課題の一覧表により、各試験研究機関から調査研究計画と結果概要が紹介されました。北海道立総合研究機構の研究課題の「道東サケの漁獲回復を実現する「天然潟湖」を活用した新たなサケ放流体系の確立」では、春季の沿岸水温が低い道東太平洋域において、潟湖は沿岸域が好適水温に到達するまでの間の保育場として機能し、回帰率も向上する可能性が紹介されました(卜部・真野 2020)。

サクラマス分科会

本分科会は、サクラマス資源に関する議論をより深く進めるために、さけます関係研究開発推進会議(以下、推進会議)の下に設置された専門の会議です。推進会議からは「サクラマス資源の保全や増養殖による持続的かつ安定的な生産を実現するため、関連する試験研究および技術についての情報交換や構成者間の連携強化ならびに新たな試験研究の企画・立案」が付託されています。

例年ですと本分科会は推進会議の前日に開催されますが、新型コロナウイルス感染拡大防止の観点から、今年度はメール会議形式による実施となりました。メール会議は10月26日～10月30日の5日間に開催され、8道県の9試験研究機関および当機構から45名が参加しました。

会議期間中は、主にサクラマス資源研究を進める上での問題点の抽出と対応策の検討について議論が行われました。この中で、新潟県より自県のサクラマス種苗放流手法の改善に資するため、参加した他の試験研究機関に対し、各道県・機関が実施しているサクラマス資源の増殖実態、種苗放流実施時の条件（放流サイズ・放流尾数・密度・放流時期等）、およびサクラマス放流河川における天然魚と放流魚のスモルト化率や回帰率に関する知見や試験研究に関する情報提供の要請が行われました。これに対し、参加各県・機関が行っているサクラマス種苗放流に関する情報、特に放流尾数や平均体重、放流時期についての情報が多数寄せられました。またサクラマス放流河川における天然魚と放流魚のスモルト化率や回帰率に関しては、1+スモルト春放流の放流時期と回帰率に関する調査結果等が寄せられました。サクラマスでは放流魚が自然産卵由来の天然魚（野生魚）に対し様々な影響を与えることが知られていますが（長谷川ほか 2020 を参照）、今回寄せられた情報は、天然魚への影響を軽減するような放流手法の開発に貢献するものと思われます。

2000 年以降の日本におけるサクラマス漁獲量は、年変動は大きいものの、中位・横ばいの資源水準を維持しているとされています（長谷川ほか 2020）。一方で、地域によっては現在も漁獲量が減少傾向にあることから、サクラマス資源に関する調査・研究の要望は多く、各試験研究機関へ大きな期待が寄せられています。このような期待に応えるべく、今後も各地域の試験研究機関が力を合わせ、サクラマスの資源回復や適切な資源管理に資する取り組みを更に進めていく必要があります。

研究開発ニーズへの対応

今年度は昨年漁期のサケの不漁を受け、来遊資源量減少要因の解明やふ化放流事業における環境変動への適応策に関するニーズが挙げられました。これらの研究テーマに対応するためには、道県試験研究機関と機構間の連携をこれまで以上に強化する必要があります。当機構では、外部資金等による道県試験研究機関との共同のさけマス調査研究の推進に努めて参ります。

おわりに

さけマス類は、日本の漁業資源の中でも最重要資源の一つです。最近のように大きな資源変動が起きますと、北日本各地域の漁業、加工業や流通業など水産業全体への影響が非常に大きくなってしまいます。また、さけマス類は有史以前から北半球高緯度地域の海洋、湖、河川で、貴重な食料資源として利用され、私たちの文化にも深く根付いており、水産資源としてのみならず多面的な価値を有しています。このため、北太平洋と北大西洋沿岸のさけマス類が生息する国々により 2019 年を国際サーモン年に制定し、2022 年まで各国の科学者による国際共同調査やさけマス類の文化的、社会的、経済的価値を広くアピールすることが計画されています。残念ながら、世界的な新型コロナウイルスの感染拡大により、国際共同調査のための調査船の航海やアウトリーチ活動のためのイベント開催が非常に困難となっています。しかしながら、このような厳しい環境の中でも、私たちが将来にわたってさけマス資源の多様な価値を十分に享受するために安定して管理できるように、道県試験研究機関等と協力して試験研究や技術開発を進める不断の努力が必要だと考えております。

引用文献

- ト部浩一・真野修一. 2020. 道東サケの漁獲回復を実現する「天然潟湖」を活用した新たなサケ放流体系の確立（重点研究）. 平成 30 年度道総研さけマス・内水面水産試験場事業報告書、地方独立行政法人北海道立総合研究機構水産研究本部さけマス・内水面水産試験場、恵庭市. pp. 9-12.
- 長谷川功・佐橋玄記・福井翔. 2020. サクラマス日本系. 令和元年度国際漁業資源の現況（水産庁・水産研究・教育機構）, 8pp.
- Kuroda, H., and Yokouchi, K. 2017. Interdecadal decrease in potential fishing areas for Pacific saury off the southeastern coast of Hokkaido, Japan. Fish. Oceanogr. 26: 439-454.

会議報告

第 28 回北太平洋溯河性魚類委員会(NPAFC) 年次会議 科学調査統計小委員会(CSRS)の概要

さいとう としひこ
斎藤 寿彦 (水産資源研究所さけます部門 資源生態部)

北太平洋溯河性魚類委員会 (North Pacific Anadromous Fish Commission, NPAFC) は、「北太平洋における溯河性魚類の系群の保存のための条約」に基づいて設立された国際機関 (本部: カナダのバンクーバー) であり、北緯 33 度以北の北太平洋とその接続海域の公海を条約水域とし、条約水域における溯河性魚類 (サケ、ギンザケ、カラフトマス、ベニザケ、マスノスケ、サクラマスおよびスチールヘッド) の系群の保存を促進することを目的としています。この条約は 1993 年 2 月に発効し、現在の締約国はカナダ、日本、ロシア、米国および韓国の 5 カ国です。年次会議は、年 1 回各締約国の持ち回りにより開催され、条約水域における違法操業の取締活動や科学調査活動について協議が行われています。2020 年の年次会議は、5 月 18 日から 22 日までの日程で、函館市で開催されることになっていました。ところが、新型コロナウイルス感染症の世界的流行により、2020 年 3 月に通常の対面形式での年次会議は断念し、代わって電子メールによる開催が決定されました。本稿では、2020 年 5 月 19 日から 21 日に電子メールで開催された科学調査統計小委員会の概要について報告します。

科学統計小委員会 (CSRS) とは

本委員会には、各締約国メンバーから構成される財政運営小委員会 (Committee on Finance and Administration, F&A)、取締小委員会 (Committee on Enforcement, ENFO) および科学統計小委員会 (Committee on Scientific Research and Statistics, CSRS) という 3 つの小委員会が設置されています。それぞれの小委員会は、委員会からの付託事項に基づき活動しており、CSRS への付託事項は科学的情報の収集と委員会への報告および勧告となっています。具体的には、①締約国が行う調査研究活動の調整、②系群識別などの調査方法の開発と標準化、③データや生物標本の交換と研究者の交流、④シンポジウムやワークショップの開催、研究報告の出版などを通じた科学情報の公表、⑤委員会に対する科学的勧告が主な任務となっています (浦和 2017)。CSRS では、科学分科会と 4 つの作業グループ (資源評価作業グループ、標識

作業グループ、系群識別作業グループおよび国際サーモン年作業グループ) が役割分担しながら上記の任務に対応するため活動しています。

2019 年の商業漁獲量と放流数

北太平洋における 2019 年の商業漁獲量は 96.9 万トン (5.6 億尾) で、2018 年の 107.5 万トン (6.5 億尾) よりも減少しました。国別にみると、ロシアが 49.9 万トン (全商業漁獲量の 51.3%)、米国が 40.7 万トン (同 42%)、日本が 5.9 万トン (同 6.1%)、カナダが 2,900 トン (同 1%以下)、韓国が 130 トン (同 1%以下) でした (図 1)。魚種別では、カラフトマスが 52.5 万トン (全商業漁獲量の 54.2%) と最も多く、サケが 23.4 万トン (同 24.1%)、ベニザケが 17.9 万トン (同 18.5%)、ギンザケが 2.3 万トン (同 2.4%) と続き、マスノスケ、サクラマスおよびスチールヘッドの漁獲量はそれぞれ 1%以下でした。

北太平洋の商業漁獲量は、歴史的にみれば引き続き高水準と言えますが、2009 年以降、やや減少傾向が認められます。2007 年から 2015 年までの奇数年の商業漁獲量はいずれの年も 100 万トンを超えていましたが、2019 年の商業漁獲量は 2005 年以降の奇数年のなかでは 2017 年に次いで 2 番目に少なくなりました。なお、奇数年の漁獲量が偶数年に比べて卓越する傾向があるのは、漁獲量の最も大きなカラフトマスが奇数年と偶数年で比較的明瞭な豊漁と不漁を示す傾向があり、地域や年代にもよりますが奇数年に豊漁となることが多いためです。

アジア側 (ロシア、日本、韓国) では、カラフトマスとサケの漁獲量が卓越しています。2011 年から 2017 年にかけて、アジア側の商業漁獲量は減少傾向を示していましたが、2018 年と 2019 年にロシアのカラフトマス漁獲量が増えたことで増加に転じました。一方、サケは 2015 年以降減少しており、2019 年の商業漁獲量 16.8 万トンは過去 10 年の平均である 23.6 万トンを大きく下回りました。この減少には、日本のサケ漁獲量の減少が影響しています。

2019 年の締約 5 カ国による総放流数は 55.2 億尾でした。1993 年以降、年間約 50 億尾と比較的

安定した放流数で推移していましたが、2019 年には過去最高の放流数を記録しました(図 2)。国別では、米国が 20.2 億尾(総放流数の 36.6%)、日本が 19.2 億尾(同 34.8%)、ロシアが 11.8 億尾(同 21.4%)、カナダが 3.8 億尾(同 6.9%)、韓国が 1,100 万尾(同 1%以下)であり、ロシアによる放流数の増加が 2019 年の総放流数の増加につながりました。魚種別では、サケが 34.7 億尾と最も多く、うち日本からのサケ放流数が 17.8 億尾(51.3%)と卓越し、ロシアの 8.8 億尾(25.4%)、米国の 7.4 億尾(21.3%)が続きました。なお、

今年の会議では、北海道に隣接するサハリン州において新たに 10 のふ化場が稼働し、これらのふ化場から約 5 千万尾のサケが放流されたことがロシア側から報告されました。サケの次に多いのはカラフトマスで、13.6 億尾が放流されました。カラフトマスは北米(アラスカ州)からの放流数が 68.4%と最も多くなっています。

2019 年の耳石標識魚の放流状況

耳石標識には、温度標識、ドライ標識、ストロ

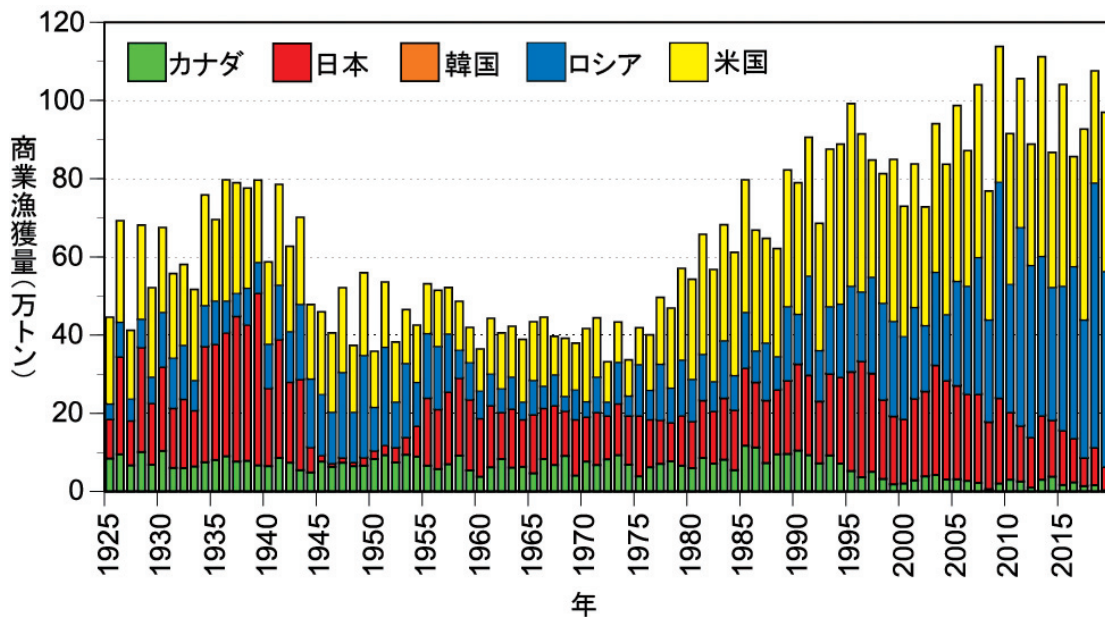


図 1. NPAFC 加盟国によるサケマス類の商業漁獲量 (1925-2019 年)。データ : NPAFC_Catch_Stat_Web_21July2020.xls

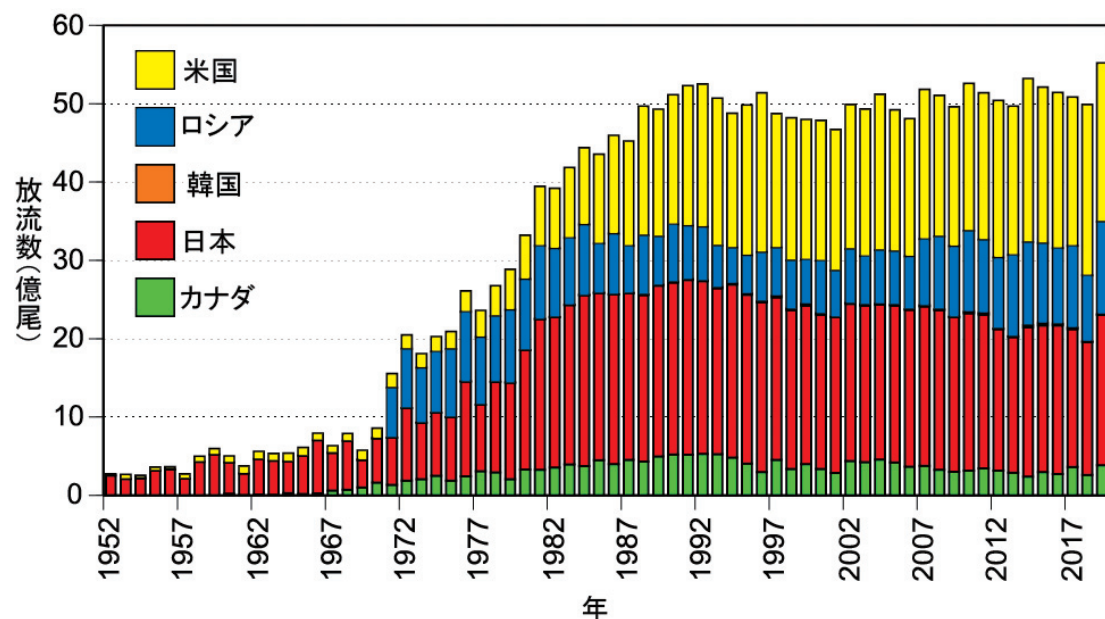


図 2. NPAFC 加盟国によるサケマス類の放流数 (1952-2019 年)。データ : NPAFC_Hatchery_Rel_Stat_Web_21July2020.xls

ンチウム標識、蛍光標識など、様々な標識技術があります(浦和 2001)。2019 年に各締約国から放流された耳石標識魚にも、これら 4 種類の標識技術が利用されており、そのうち圧倒的多数の標識魚に用いられた技術が温度標識でした。温度標識は、発眼卵から仔魚期にかけての時期に、飼育水温を短期間に上下させることで耳石輪紋に濃淡をつける標識技術で、水温変化の間隔を変えることでバーコード状のさまざまな標識パターンを作り出すことができます。日本では、発眼卵からふ化までの期間に温度標識を施標していますが、他国ではふ化後の仔魚期にも施標が行われています。2019 年に放流された耳石標識魚の総数は 24.4 億尾でした。2019 年の各締約国からの総放流数が 55.2 億尾でしたので、実に放流魚の 44.2% に耳石標識が施されている計算になります。魚種別の内訳は、サケが 12.6 億尾(全標識魚の 51.6%)、カラフトマスが 10.5 億尾(同 43.0%)、ベニザケが 6,291 万尾(同 2.6%)、マスノスケが 5,236 万尾(同 2.1%)、ギンザケが 1,090 万尾(同 1%以下)、サクラマスが 339 万尾(同 1%以下)で、サケとカラフトマスで全標識魚の 95%ほどを占めました。国別にみると、米国が 16.1 億尾と最も多く(同 66.0%)、日本とロシアがそれぞれ 3.9 億尾(各々 16.0%)、カナダが 4,404 万尾(同 1.8%)、韓国が 270 万尾(同 1%以下)でした。このように多数の放流魚に耳石標識をつけているため、近年多数の標識パターンが各締約国で使用されています(2016 年: 355 パターン、2017 年: 391 パターン、2018 年: 400 パターン、2019 年: 388 パターン、2020 年予定: 417 パターン)。そのため、同じ標識パターンが異なる放流群の間で重複しないように調整することも CSRS の重要な任務になります。この任務を担っているのが標識作業グループですが、事前に標識計画を作業グループ内で交換することで、標識パターンの重複の有無が検討され、重複の回避が図られています。

国際サーモン年に関する活動

国際サーモン年(International Year of the Salmon; IYS)は、サケマス類やタイセイヨウサケ(あわせてサーモンと総称)と人類との関わりや未来を見定め、各国が協力して持続的な資源管理に向けた研究や技術開発を推進するため、NPAFC と北

大西洋サケ保全機構(NASCO)が中心となり立ち上げたプロジェクトです(IYS 日本語版ホームページ: <http://hnf.fra.affrc.go.jp/iys/index.html>)。2019 年は国際サーモン年の“焦点の年(Focal Year)”ということもあり、北半球全域で様々な活動が行われ、2019 年末までに IYS の公式サイト(英語)には 182 のイベントと 56 のプロジェクトが登録されたことが、今年の年次会議で報告されました。2019 年には、国際サーモン年の代表的なプロジェクトの 1 つとして、国際共同調査プロジェクト「International Gulf of Alaska Expedition」というアラスカ湾における冬期調査が実施されました(浦和 2020)。そして昨年にひきつづき、2 回目となるアラスカ湾調査が 2020 年 3 月 11 日から 4 月 7 日にかけて実施されました。2020 年のアラスカ湾調査の概要(暫定的な結果など)は、原稿執筆中の 2020 年 10 月現在、IYS 公式サイトから閲覧することができます(https://yearofthesalmon.org/preliminary_findings_2020/)。さらに今年の年次会議では、第 3 段として、複数の調査船を使ったより大規模な国際共同調査を 2021 年に実施する計画についても議論されました(後日談になりますが、新型コロナウイルス感染症の世界的流行などの理由により、2020 年 9 月に 2021 年の国際共同調査は 2022 年まで延期することが委員会により決定されました)。なお、2020 年 5 月に函館で開催される予定だった「太平洋サケマス類の生産と環境変動の関係に関する第 3 回 NPAFC 国際サーモン年ワークショップ」は、1 年延期されて 2021 年 5 月 22 日から 24 日の日程で函館市において開催される予定です。詳しくは IYS 日本語版ホームページ(<http://hnf.fra.affrc.go.jp/iys/index.html>)をご参照ください。

参考文献

- 浦和茂彦. 2001. さけ・ます類の耳石標識: 技術と応用. さけ・ます資源管理センターニュース. No. 7: 3-11.
- 浦和茂彦. 2017. 2016 年 NPAFC 年次会議 科学調査統計小委員会(CSRS)の概要. SALMON 情報. No. 11: 20-22.
- 浦和茂彦. 2020. 冬期のアラスカ湾における国際共同調査: サケは冬に死亡するのか? SALMON 情報. No. 14: 40-44.

トピックス

水産資源研究所さけます部門への組織改変にあたって

くろかわ ただひで
黒川 忠英（水産資源研究所さけます部門 部門長）

国立研究開発法人水産研究・教育機構は、2020 年の 7 月 20 日に大幅な組織改変を行いました。これまでの地域別の海区水産研究所の枠組みがなくなり、水産大学校と開発調査センターを除くすべての研究所を、大きく 2 つの研究所に再編しました。一つは資源評価に関わる資源研究を主体とする水産資源研究所（横浜本所）で、もう一つは増養殖などの水産技術に関わる水産技術研究所（長崎本所）です。全国にあった各庁舎は、そのどちらかに所属することとなりました。

さけます関連部署が主に所属していた北海道区水産研究所もなくなり、新たに水産資源研究所のさけます部門としてスタートしました。さけます部門の中心は、これまで通り札幌庁舎に置かれています。さけます部門は、資源生態部と資源増殖部の 2 部体制となり、資源増殖部の下に事業課、技術課、本州技術普及課（宮古・塩釜）が配置されました。これまで、宮古庁舎や塩釜庁舎の本州技術普及課は、東北区水産研究所に所属していましたが、新組織ではさけます部

門に集約され、機能別の組織体制が強化され、より機動的な組織となったと考えております。

我が国のさけます資源を取り巻く状況は厳しさを増しており、特に 2010 年代に入ってからサケ資源の減少は、北海道、本州ともに顕著となっています。サケの生活史における減耗としては、稚魚期の減耗が最も影響が大きいと考えられています。そのため、さけます部門では、近年の稚魚が降海する時期の海洋環境の変動とサケ資源の変動要因の関係性の解明や、このような変動する環境下でのサケ資源の持続的な利用に向けた資源増殖手法の開発やふ化放流技術の高度化などを推進するとともに、国によって定められた個体群維持のためのふ化放流を一体的に実施して行きたいと考えております。

今後も、漁業者や関係者の皆様とともに、サケ資源の回復に向けた調査研究や技術開発を進め、国民の期待に応えられるよう努力して参りたいと思いますので、これまで同様にご理解とご協力を賜りますようお願いいたします。

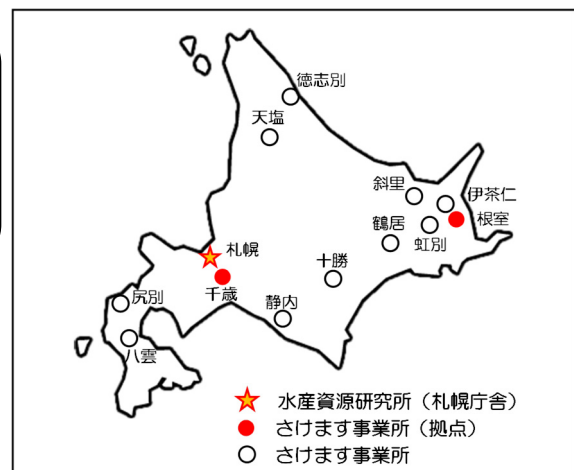
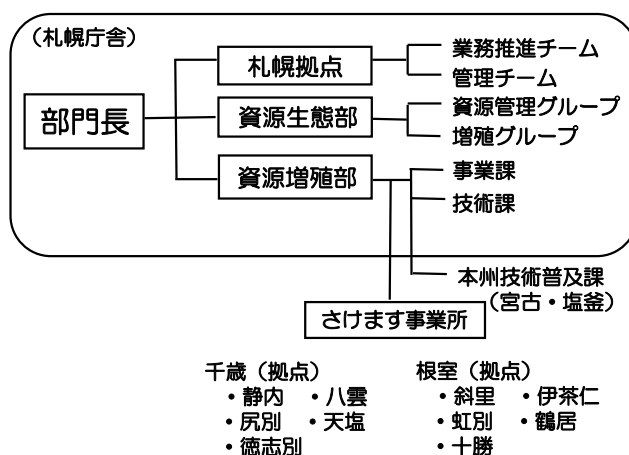


図. 水産資源研究所「さけます部門」の組織図。

さけます情報

さけの遡^{かえ}る川-1 みおもて 三面川(新潟県)

あべ くに お 阿部 邦夫 (水産資源研究所さけます部門 資源増殖部技術課)

三面川は、その源を朝日連峰以東岳 (1,771m) に発し、新潟県北部の村上市内を流れて日本海に注ぐ、幹線流路延長約 50km、流域面積 677 km² の 2 級河川です (図 1)。三面川はまた、世界に先駆けてサケの増殖事業が行われた河川といわれています。ここでは、その増殖方法とそれを実行した人物について紹介したいと思います。

青砥武平治によるサケ増殖事業

江戸時代、当時の村上藩は三面川に遡上するサケの恩恵を受けて潤っていましたが、江戸時代中期にはサケの不漁が続く、財政が底をついたといわれています。そんな中、サケの生態研究からサケに母川回帰の習性が備わっていることを知った村上藩士・青砥武平治 (図 2) は、持ち前の土木技術を活かし、「種川 (たねがわ)」というサケの産卵場を考案しました。種川とは、本流に分水路を造り、そこに産卵しやすいように砂利を敷き、入ったサケを柵により囲い込み産卵させるというものです (図 3)。

この武平治の考えのもと、村上藩は産卵親魚やふ化した稚魚の保護等を定めた自然産卵保護制度である「種川の制」を制定しました。「種川の制」によって三面川のサケ資源は大きく回復し、再び村上藩の財政を支えたといわれています。なお、詳しくは 1987 (昭和 62) 年に村上市に建てられた、サケの博物館である「イヨボヤ会館」 (図 4) に資料がありますので、機会がありましたら是非足を運んでみてください。



図 1. 三面川 (手前が下流、中央の下側が種川の入口)。



図 2. 青砥武平治像。

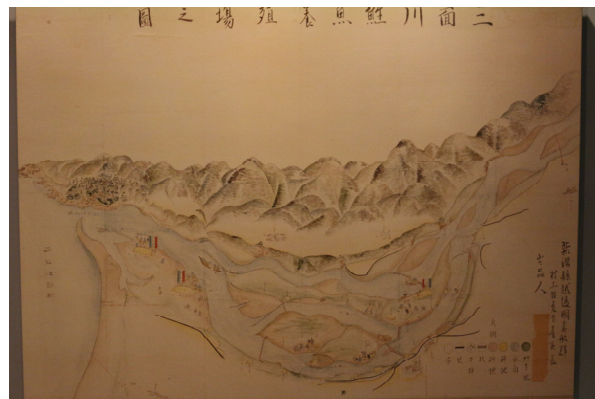


図 3. 種川 (手前が分水路で奥が本流。資料提供：イヨボヤ会館奥村館長)。



図 4. イヨボヤ会館。

村上市のサケ食文化

古来より三面川に遡上するサケの恩恵を受け、市民一人当たりのサケ消費量が日本一であるともいわれている「鮭のまち」村上市では、サケを中心とした豊かな食文化が代々受け継がれてきました。

伝統的なサケの料理法は100種類を超えともいわれており、その中でも有名なのが塩蔵したサケを干して作る「塩引き鮭」です(図5)。時期になると、市内の民家の軒下に吊り下げられた塩引き鮭を見ることができます。



図5. 民家の軒下に干されている塩引きサケ(資料提供: イヨボヤ会館奥村館長)。

近年の三面川のサケ増殖事業

「種川の制」に始まった三面川のサケ増殖事業ですが、1878(明治11)年には新たな手法である人工ふ化放流事業も開始されました。現在、三面川に放流するサケ稚魚は、1977(昭和52)年に建設された三面川ふ化場(図6)で生産されています。三面川ふ化場の生産規模は新潟県内に22カ所あるふ化場の中で一番大きいものとなっています。

三面川では、増殖事業に使用するサケ親魚を主にウライ方式で捕獲しています(図7)。ウライ方式とは、ウライ(やな)と呼ばれる柵状の構造物で河川を遮断した上で一部にサケの通り道を開けておき、その上流側に設置した捕獲槽の中にサケを誘い込んだ後、タモ網で捕獲する方法です。ここ10年間のサケ稚魚放流数と親魚捕獲数は、平均で放流数が約9百万尾、捕獲数が約4万尾で



図6. 三面川ふ化場の全景。

あり、新潟県内のサケ増殖河川16水系の中で一番多くなっています。

なお、「種川」は現在も三面川の分流として存在しており、実際にサケの産卵も行われています。前出のイヨボヤ会館は種川のすぐ側に建てられており、地下の観察窓からは川の中でサケが産卵する様子を見ることができます。



図7. 三面川の捕獲(ウライ方式)。

おわりに

約250年前、青砥武平治により三面川で始められた「種川の制」は、今日のサケ増殖事業の礎となる画期的な施策でした。全国的にサケ資源が低迷している現在、改めて先人の偉業に学べる場所も多いのではないかと感じています。また、「鮭のまち」村上市の人々にとってサケはなくてはならないものであり、豊かな食文化を今後も引き継いでいくためにも、資源を持続的に利用可能な状態で維持していくことが重要です。水産資源研究所さけます部門では関係機関と連携しながら、資源の維持に向けて協力していきたいと考えています。

最後になりますが、本稿の執筆にあたり、資料の提供と有益な助言を頂いたイヨボヤ会館館長の奥村芳人氏、多くのご協力を頂いた三面川鮭産漁業協同組合増殖担当の佐藤貴弘氏他職員の皆様に感謝いたします。

参考文献

- 江連睦子. 2010. さけます展示施設のページ イヨボヤ会館. SALMON 情報, 4:32-33.
- 河口洋一. 2010. 三面川-鮭の川. 図説 日本の河川(小倉紀雄・島谷幸宏・谷田一三編), 朝倉書店, 東京. pp. 54-55.
- 須藤和夫. 1985. 三面川サケ物語, 朔風社, 東京. 185p.

さけます情報

北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖

う え だ し ゅ う す け
上 田 周 典 (水産資源研究所 さけます部門 事業課)

2019 年の北太平洋

漁獲数

2020 年に公表された NPAFC 統計データによると、2019 年 1-12 月の北太平洋におけるさけます類の漁獲数は 5 億 6,328 万尾で、前年 6 億 5,392 万尾の 86%でした (図 1A)。

魚種別に見ると、カラフトマスが 4 億 507 万尾で最も多く、全体の 72% (前年比 86%) を占めています。次いでサケが 7,387 万尾 (構成比 13%, 前年比 74%), ペニザケが 7,557 万尾 (構成比 13%, 前年比 101%) と続き、これら 3 魚種で全体の約 98%を占めています (図 1A)。地域別では、ロシアが 3 億 3,411 万尾 (前年比 68%) と最も多く、次いでアラスカが 2 億 0,833 万尾 (前年比 179%) と両地域で全体の 96%以上を占めています。以下、日本 1,852 万尾 (前年比 53%), カナダ 96.3 万尾

(前年比 18%), アラスカ以外の米国 (ワシントン, オレゴン, カリフォルニア, アイダホ州) 137 万尾 (前年比 91%), 韓国 5.0 万尾 (前年比 52%) と続いています。アラスカの漁獲数は増加しましたが、アラスカ以外の米国、各国とも前年に比べて減少し、近年の減少傾向が目立ちます (図 1B)。

人工ふ化放流数

2019 年 1-12 月に各国から人工ふ化放流された幼稚魚数は 55 億 181 万尾で、前年 49 億 890 万尾の 110%でした (図 1C)。

魚種別ではサケが 34 億 6,883 万尾で約 6 割を占め、これに次ぐカラフトマス 13 億 5,680 万尾と合わせると全体の 9 割近くを占めます (図 1C)。地域別では日本が 19 億 1,789 万尾、アラスカ 17 億 589 万尾、ロシア 11 億 8,142 万尾、カナダ 3 億 8,440 万尾、アラスカ以外の米国 3 億 1,755 万尾、

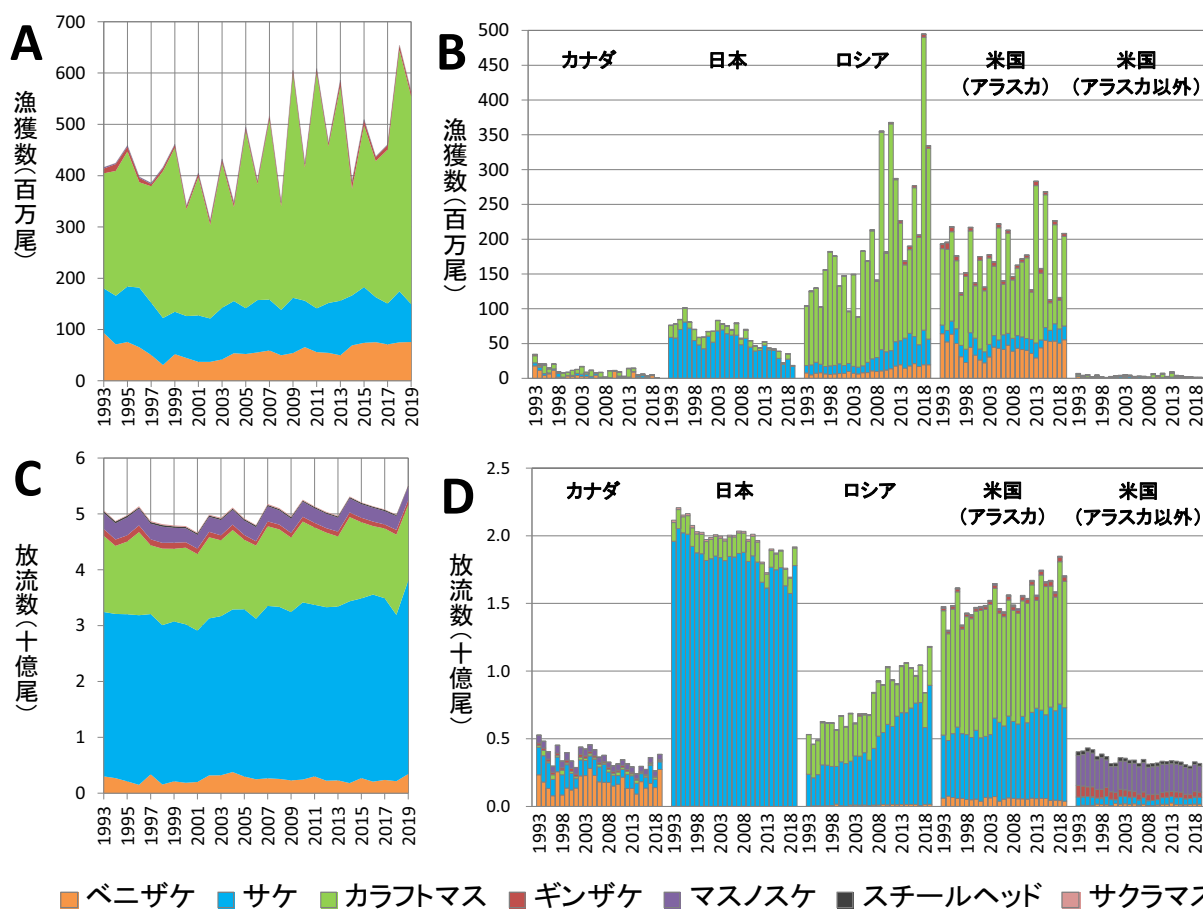


図 1. 北太平洋におけるさけます類の魚種別漁獲数 (A), 地域別魚種別の漁獲数 (B), 魚種別人工ふ化放流数 (C) 及び地域別魚種別の人工ふ化放流数 (D).

A 及び B は「NPAFC Pacific salmonid catch statistics (updated 21 July 2020).」, C 及び D は「NPAFC Pacific salmonid hatchery release statistics (updated 21 July 2020)」より作成 (参照 2020-12-4)。アラスカ以外の米国はワシントン, オレゴン, カリフォルニア, アイダホ州の合計。韓国は他国に比べ漁獲尾数・放流尾数とも僅かなため図中では省略。

韓国 1,095 万尾となっています (図 1D)。

2020 年漁期の日本

サケ

2020 年漁期 (2020 年 8 月～2021 年 2 月) の来遊数 (沿岸漁獲と河川捕獲の合計) は 1 月 20 日現在で 2,016 万尾、前年同期比で 102% となっており、前年よりも若干増加はしたものの、引き続き低い水準となっています (図 2)。このうち北海道では 1,832 万尾 (前年同期比 104%)、本州太平洋側では 118 万尾 (前年同期比 70%)、本州日本海側では 66 万尾 (前年同期比 140%) となりました。採卵数は、1 月 20 日現在で 15 億 5,242 万粒と、前年同期の 99.6% となっています。このうち北海道は計画数の 94%、本州太平洋では、計画数の 45% でした。本州日本海では 115% と増加しましたが、全国の放流数は計画 (17 億 1,130 万尾) を大きく下回る見込みです。

カラフトマス

カラフトマスは 2 年で回帰するため、偶数年級と奇数年級で異なる繁殖集団を形成していると考えられます。主産地の北海道における来遊数の動向を見ると、奇数年級は 2007 年以降減少傾向を示しており、2019 年漁期 (2019 年 7 月～11 月) は 109 万尾 (前年比 16%) と、1983 年以降で最低の来遊数となりました (図 3)。偶数年級の来遊数は 2016 年に増加しましたが、2018 年から減少傾向を示し、2020 年は 473 万尾の回帰となりました。採卵数は 1 億 4,345 万粒で計画数の 83% となっており、放流数も計画 (1 億 3,840 万尾) を下回ると見込まれます。

サクラマス

2020 年漁期の北海道における河川捕獲数は 15,496 尾 (前年比 172%) となり、2000 年以降の平均の約 150% となりました。地域別には、オホーツク海区で前年比 193%、日本海区で 159%、根室海区で 154%、えりも以西海区で 200% と、どの地区も前年比を上回りました。採卵数は 761.7 万粒で、計画数の 152% となりました。なお、2020 年漁期の本州河川捕獲数については現在確認中です (図 4)。

ベニザケ

2020 年漁期の北海道 3 河川 (安平川・静内川・釧路川) における河川捕獲数は 1,292 尾で前年比 58.8% となりました。

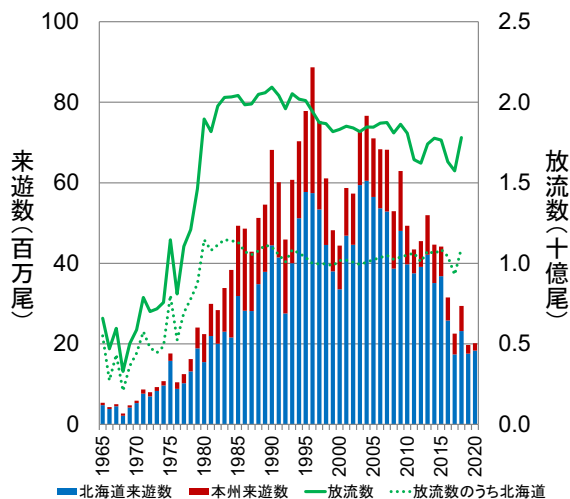


図 2. 日本におけるサケの来遊数と人工ふ化放流数 (2020 年漁期来遊数は 1 月 20 日現在)。

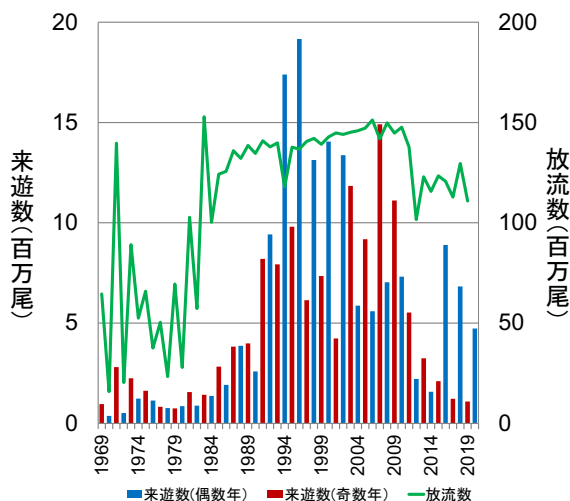


図 3. 日本におけるカラフトマスの来遊数と人工ふ化放流数。

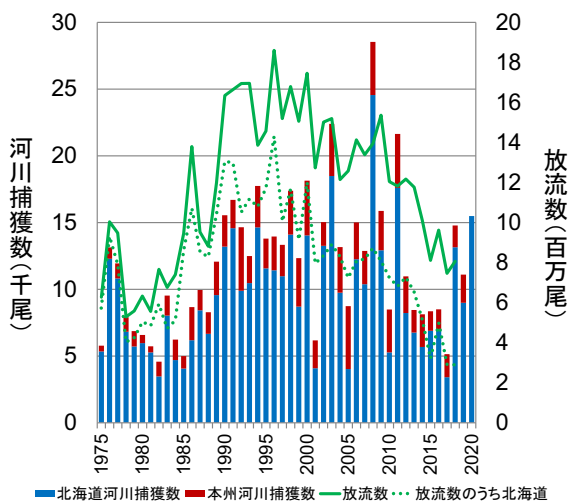


図 4. 日本におけるサクラマスの河川捕獲数と人工ふ化放流数 (2020 年漁期の本州河川捕獲数は確認中)。

さけます情報

さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介(7)

「石狩国石狩郡」のサケ漁獲数に関する古文書

のがわ ひでき
野川 秀樹 (水産資源研究所さけます部門 客員研究員)

はじめに

当所（さけます部門）には、退職者から寄贈された資料が多数所蔵されています。中でも、さけますに関するものは、「水産庁北海道さけ・ますふ化場」の退職者からその多くが寄贈されています（当部門と水産庁北海道さけ・ますふ化場との組織的な関係については、野川（2015）、大迫（2020）を参照）。主なものは、明治期に刊行されたさけますの人工孵化放流に関する図書、さけますの資源・生態・生息環境等に関する調査報告書や復命書などです。

今回はその中から、明治 13 (1880) ~ 16 (1883) 年度の「石狩国石狩郡」のサケの漁獲数に関する古文書を紹介します。この 4 年間は明治期の中でもサケが比較的多く漁獲された時期に相当し、明治 15 年度には約 150 万尾を漁獲しています。当時の石狩川や河口近くの沿岸域における漁獲に関して、多くの貴重な情報を与えてくれます。

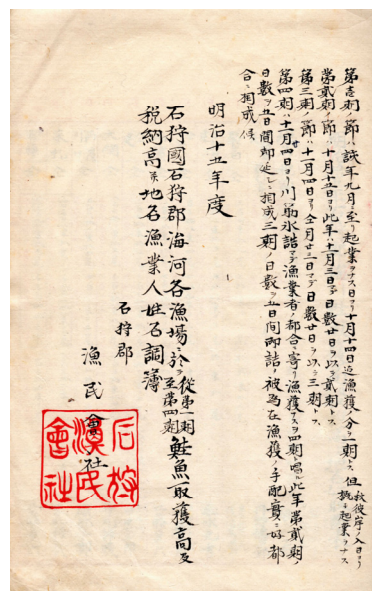


図 1. 明治 15 年度の 1 頁目（冒頭部分）。明治 13～16 年度中，最も漁獲数の多かった 15 年度を掲載しました。

古文書の概要

古文書のタイトルですが、明治 13, 14 年度には「石狩国石狩郡海産干場ノ海河ニ於テ従第一期至第四期鮭魚総取獲高及税納高並地名漁業人名調簿」と書かれ、明治 15, 16 年度には「石狩国石狩郡海河各漁場ニ於テ従第一期至第四期鮭魚取獲高及税納高並地名漁業人姓名調簿」(図 1)とあります(以下、本稿では「調簿」とします)。タイトルに若干の違いがありますが、内容は全て同様で、当時の「石狩国石狩郡」でサケ漁が行われていた地名(漁場があったところの地名)、取獲高(サケの漁獲数)、税額(漁獲に応じて納めた税の割合)と収税高(税の割合に基づき物納した数)、及び漁業人の姓名(漁場の経営者の氏名)が、漁場毎に記載されています(図 2)。

「調簿」の作成された時期及び作成者ですが、年度の最終頁に「右之通ニ御座候也 明治十七年一月調 石狩郡漁民会社」とあることから(図3)、作成されたのは明治17年1月で、作成者は「石狩郡漁民会社」ということになります。石狩郡漁民会社については、後述します。

なお、明治 15、16 年度の「調簿」では、9 月の操業開始から河川が結氷して漁ができなくなるま

[illegible]

図2. 明治15年度の2頁目. 地名, 漁獲高等が2~6頁にわたって記載されています.

での間を 4 期に分け、期別に漁獲数等が記載されています。明治 13, 14 年度については、合計数のみの記載となっています。

「石狩場所」と、石狩郡の漁場位置

石狩川とその支流に位置する現在の札幌市を包括した地域が、サケのきわめて豊富な場所として史料に登場してくるのは、元禄元（1688）年に水戸藩が快風丸を石狩川に派遣し、蝦夷地の状況を調査したことに始まります。その報告書の中に、サケが川に遡上する季節には、舟の艫にあたるほど多くのサケが遡上すると記述されています（札幌市 1989）。

このように多くのサケが遡上する石狩川は、支流を合わせて長さ 268 km、流域面積 14,330 km²にも及ぶ蝦夷地第一の大河で、沿岸域には宝永 3（1706）年に松前藩によって「イシカリ場所」が開設されます（片山 1993）。一方、河川には上流の豊平川や島松川などを含めた広大な地域に、享保年間（1716～1736）から寛政 4（1792）にかけて、いわゆる「イシカリ十三場所」が開設されます（石狩町 1972、札幌市 1989）。なお、両場所は文政元（1818）年に場所請負人^{*1}の村山家によって「石狩場所」として統合され、同家によって一括して請負われることとなります（片上 1993）。

「調簿」に登場する「石狩国石狩郡」は、広大な石狩場所の一部で、当時の石狩郡に属する地域は、沿岸域は西の分部越（フムベオマイ）から東の聚富（シュツフ）まで、河川は河口から上流の豊平川と石狩川の合流点付近の対雁（ツイシカリ）。現在の江別市付近）までとなります（図 4、村尾 1885、石狩町 1972）。「調簿」に出てくるサケ漁が行われた漁場のあった地名もこの間に所在します。

明治 15 年度に漁場のあった地名は図 4 のとおりで、沿岸域では聚富、西浜、分部越の「所」に、河川ではライサツから対雁上向まで 34 の「所」に漁場がありました。それらの「所」のなかには経営者の異なる複数の漁場が存在するものがあり、沿岸及び河川における漁場の数は表 1 のとおりです。4 カ年間で大きな増減は見られず、ほぼ 60 程度の漁場があったことが、そして、それらの多く

表 1. 漁場数の推移。

年度	沿岸	河川	合計
明治 13	5	50	55
14	8	49	57
15	8	52	60
16	8	49	58

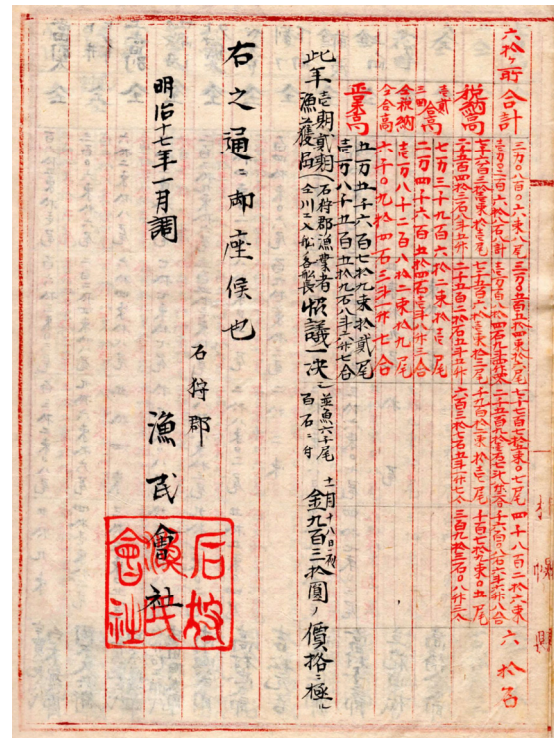


図 3. 明治 15 年度の 7 頁目（最終頁）。



図 4. 漁場のあった地名（明治 15 年度）。河筋は飯嶋・船越（1873）、札幌区役所（1911）、石狩川開発建設部（2003）を参考に作図。地名の位置は江別市（2005）、石狩町（1972）、樺原（2002）、札幌市（1989）を参考に表示。

^{*1} 松前藩の家臣から、家臣の知行地（場所）の経営を請負い、アイヌと交易を行った商人のこと。

は河口から琴似川との合流点(河口から約20 km)の間に集中してあったことが分かります。

なお、イシカリ改革(当該改革については後述)が開始された安政3(1856)年の頃には、沿岸域では聚富、西浜の2カ所に、河川ではホリカムイから対雁までの21カ所に漁場があったとされていることから(札幌市 1989)、明治13~16年にはこの頃に比較して、漁場のあった地名は10カ所以上増えていることになります。

石狩川周辺における漁獲数

明治時代以前の石狩場所におけるサケの漁獲数については、史料により差が大きく実数の把握は難しいのですが、「石狩町史」(石狩町 1972)と「新札幌市史」(札幌市 1989)によれば、明治に至る前の1800年代の漁獲数は、文化年間からわずかずつて増加しており、1800年代中頃には約50万尾の漁獲数となっています(表2)。この背景には漁具や漁法の改良があったとされています。

明治時代に入ると、集計範囲が石狩郡へと狭まったにもかかわらず、明治元年には114万尾と100万尾を超えるまでに増加します。以後100万尾前後で推移し、明治12年には194万尾と明治期の最も多い漁獲数を記録します(表3、北海道水産部漁業調整課 1957、石狩町 1985)。「調簿」はこの翌年から4カ年間のもので、比較的漁獲数の多い時期と言えます。翌年の明治17年からは急激に減少傾向をたどり、1800年代初頭の水準にまで減少します(図5)。減少の主な要因については、漁場の増加による河川でのすさまじいまでの乱獲と、上流域の開発に伴う産卵環境の悪化などが挙げられています(内村 1884、北海道水産部漁業調整課 1957)。

ところで、表3の数値の出典元は2つありますが、「北海道漁業史」(北海道水産部漁業調整課 1957)では「石狩川」の漁獲数、また「石狩町誌」(石狩町 1985)では「石狩郡」の漁獲数、として同一の値が記載されています。はたして、どちらが正しい集計範囲なのでしょう。この疑問は「調簿」によって、ようやくはっきりさせることができました。つまり、「調簿」の4カ年間の漁獲数(表4)と一致していることから、表3の数値も「調簿」と同様の方法で集計されたものと考えられますので、河川だけではなく沿岸域の漁獲数も含んでおり、集計範囲は「石狩川」ではなく、「石狩郡」と考えるのが妥当と思われます。

表2. 石狩場所における1800年代のサケ漁獲数。

期間	漁獲数(年平均)
文化12(1815)年~ 文政4(1821)年	14,400束 4,800石 (28万8千尾)
文政5(1822)年~ 文政11(1828)年	15,900束 5,300石 (31万8千尾)
文政12(1830)年~ 天保6(1835)年	15,000束 5,000石 (30万尾)
天保7(1836)年~ 天保13(1842)年	19,500束 6,300石 (37万8千尾)
天保14(1843)年~ 嘉永2(1849)年	21,000束 7,000石 (42万尾)
嘉永3(1850)年~ 安政3(1856)年	24,000束 8,000石 (48万尾)

尾数は1束20尾で計算。

表3. 石狩郡におけるサケ漁獲数(単位:千尾)。

年	漁獲数	年	漁獲数
明治1	1,135	16	1,000
2	930	17	582
3	1,030	18	503
4	1,455	19	798
5	1,030	20	645
6	900	21	725
7	623	22	562
8	910	23	470
9	865	24	460
10	725	25	543
11	955	26	270
12	1,945	27	170
13	1,160	28	210
14	865	29	250
15	1,480	30	269

「石狩川鮭漁獲高(石狩漁業会調)」(北海道水産部漁業調整課 1957)及び「明治期石狩郡鮭収獲高統計(石狩漁業会調)」(石狩町 1985)から、赤は「調簿」の時期。

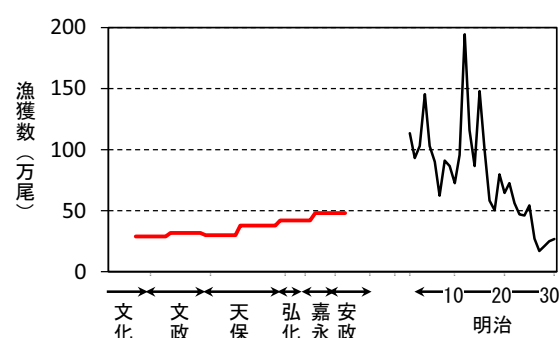


図5. 石狩川周辺におけるサケ漁獲数の推移。赤は石狩場所、黒は石狩郡が対象。

表4. 「調簿」におけるサケ漁獲数。

年度	漁獲数	尾数
明治13	58,059束04尾	1,161,184尾
14	43,273束15尾	865,475尾
15	73,962束11尾	1,479,251尾
16	49,998束13尾	999,973尾

尾数は1束20尾で計算。

「調簿」に戻ります。前述しましたように 15 年、16 年は、4 期に分けて集計されています。時期別の漁獲の状況を表 5 に示しました。両年とも 9～10 月にその大半を漁獲しており、特に 16 年においては I 期だけで 70%以上を漁獲しています。一方、11 月以降の漁獲数は 2 割にも満たないことから、当時の石狩川は 9～10 月に溯上するサケが多かったことが分かります。

次に漁場毎の漁獲状況を見てみたいと思います（表 6）。各年度の一漁場当たりの平均漁獲数（全漁獲数÷全漁場数）は、13 年度が約 2 万 1 千尾、以降、約 1 万 5 千尾、約 2 万 5 千尾、約 1 万 7 千尾ですが、全体の約 70%の漁場は平均以下となっています。なかでも 1 万尾にも満たない漁場は、13 年度では 15 漁場（全体の 27%）、以降、27（47%）、19（32%）、28（48%）となっており、14、16 年度では半数近くを占めています。このような漁獲数の少ない漁場は、シビシビウスより上流の漁場に多く見られています。

続いて、漁獲の多い漁場を、漁獲数 3 以上～5 万尾未満、5 以上～10 万尾未満、10 万尾以上の 3 区分に分けて見てみます。すると、河口に近い来札、若生、堀神、テイネイ、澗郡別などの漁場で多くのサケを漁獲しており、合わせて 10 か所ほどの漁場で全体の 40%以上を、15、16 年度にお

いては約 50～60%を占めており、河口近くの漁場が漁獲に有利であったことが分かります。

沿岸域の漁場の状況についても触れておきたいと思います。沿岸域には聚富、分部越、西浜、西浜（大網）などの漁場があり、13 年度には 5 漁場、14、15 年度には 8 漁場、16 年度には 9 漁場で漁獲が行われています。漁獲の状況を見ますと、河川に比較して全体的に漁獲数は少なく、14、15 年度の西浜（大網）、16 年度の聚富を除いて大きな漁獲をしている漁場はなく、1 万尾以下の漁場も見られます。

表 5. 時期別の漁獲割合（%）.

年度	I 期	II 期	III 期	IV 期
明治 15	41.7	41.3	10.5	6.5
16	71.5	18.8	7.9	1.7

（明治 15 年度）I 期：9 月の起業日～10 月 14 日。
II 期：10 月 15 日～11 月 3 日。III 期：11 月 4 日～11 月 23 日。IV 期：11 月 24 日～川筋氷結（終漁）。

（明治 16 年度）I 期：9 月の起業日～10 月 15 日。
II 期：10 月 16 日～10 月 31 日。III 期：11 月 1 日～11 月 25 日。IV 期：11 月 26 日～川筋氷結（終漁）。
※両年度とも「彼岸ノ入日ヨリ各者概ネ起業ス」との注記があります。

表 6. 漁場別の漁獲状況.

年度	1 漁場当たりの平均漁獲数及び漁獲数が平均に満たない漁場数とその割合	漁獲数が 1 万尾未満の漁場数とその割合	各区に該当する漁場名並びにその漁場数と漁獲割合		
			3～5 万尾	5～10 万尾	10 万尾以上
明治 13	平均漁獲数：21,000 尾 漁場数と割合：37（67%）	15 （27%）	若生 ヤウスバ シビシビウス 茨戸太	西浜（大網） 来札 堀神<2> 下テイネイ	なし
			4（14%）	5（32%）	
14	平均漁獲数：15,000 尾 漁場数と割合：34（60%）	27 （47%）	来札 堀神 上テイネイ 上澗郡別 シビシビウス 茨戸太	堀神 下テイネイ	なし
			6（27%）	2（14%）	
15	平均漁獲数：25,000 尾 漁場数と割合：41（68%）	19 （32%）	西浜（大網） ウツナイ<2> 茨戸太	来札 若生 上テイネイ ヤウスバ 上澗郡別 シビシビウス	上堀神 下堀神 下テイネイ
			4（8%）	6（26%）	3（24%）
16	平均漁獲数：17,000 尾 漁場数と割合：41（71%）	28 （48%）	聚富 西浜 ヤウスバ 上澗郡別	来札 下堀神 若生 下テイネイ	上堀神
			4（15%）	4（28%）	1（10%）

漁場名は「調簿」の名称を記載しました。漁場名に<2>があるものは、経営者の異なる同名の漁場が 2 カ所あることを意味します。図 4 の地名との関係は、来札→ライサツ、堀神→ホリカムイ、若生→ワッカオイ、澗郡別→マクンベツ、茨戸太→バラトフトです。

漁場の経営者

村山家が文政元（1818）年に「石狩場所」を一括して請負いますが、この村山家の一手支配は幕末のイシカリ改革まで継続されます。イシカリ改革とは、安政 3（1855）年に始まり、安政 5 年には長年石狩場所を請け負ってきた村山家を罷免するとともに、長年の場所請負制そのものを廃止し、石狩役所が直接場所の経営をすることになる一連の政策のことをいいます。

場所請負制の廃止により村山家は一漁場経営者となりますが、従来携わってきた好漁場の引継は認められ、石狩場所の最大の漁場経営者の地位は維持されます。また、改革時にユウフツやシコツ場所の請負人で石狩場所の有力な出稼人であった山田文右衛門なども既得権を認められ、好条件のほとんどの漁場は、引き続き村山家や山田家におさえられることになります。なお、村山家の漁場は、村山家が反政府軍に資金を提供したことなどの理由により、明治 2（1869）年に新政府により没収されます。しかし、明治 6 年に入札により取戻し、明治 17（1884）年まで井尻半兵衛に漁場の経営を委託させます（工藤 2011）。

このような経過を念頭に「調簿」の経営者を見てみたいと思います。まず、経営者の数ですが、複数の漁場を経営している経営者もいることから、漁場数よりは少なくなっています。その数は表 7 のとおりで、15、16 年度の経営者数は、13、14 年度に比較して増加していますが、これは漁場の増加や複数の漁場の経営者の減少に伴うものです。

新規の経営者の加入も見られます。13 年度と比較して 14 年度は 16 人、15、16 年度は 31 人が新規の経営者となっており、7 割近くが入れ替わっています。特に、経営者の交替は上流域の漁場で多く見られ、これらの漁場では漁獲数も少ないことから、経営の厳しさが新規参入を促したのではないかと推察されます。

村山家と山田家の漁場について見てみます。13、14 年度の「調簿」には井尻半兵衛及び山田文右衛門の代理人の山田久五郎の名前が見られます。井尻半兵衛の漁場は西浜（大網）、下テイネイ、上テイネイで、山田久五郎の漁場は聚富、堀神、若生、茂尻となっています。いずれの漁場も、図 4、表 6 から分かるように、河口に近く漁獲数の多い漁場となっており、村山、山田両家はこの頃まで、石狩川の好漁場を経営していたことが分かります。ところが、15、16 年度には井尻半兵衛のところの漁場に井尻静蔵という名前は見られますが、山田久五郎の名前は見られません。その後の資料がないので、確定的なことは言えませんが、山田久五郎の石狩川の漁場への係りは、14 年度が最後であったとも考えられます。

表 7. 漁場の経営者の数.

年度	明治 13	14	15	16
経営者数	34 (12)	39 (9)	47 (7)	45 (7)

（ ）は複数漁場の経営者数.

表 8. 石狩国石狩郡におけるサケの税率（明治 13 年度）.

鮭		種類
二割	二割五分	税率
石狩		国
石狩		郡
改正ス 流及海面ヲ二割五分ト		沿革 従前海面及石狩川上流 下流ノ別ヲ以テ一割二 割三割に区分シ徴収ス 明治六年石狩川字「ビ イ」ヨリ上流ハ二割同 「ヘキリトシカ」ヨリ下
トス 一日マテ後季ハ漁業ノ終		納期 石狩郡二限リ一季漁業収 穫物ヲ初中後三回二区別 収税ノ例トス其納期ハ 該年漁獲ノ多寡ニ因ルト 雖トモ概ネ初季ハ十月十 五日マテ中季ハ十月三十

海産税の税率

明治 2 年に開拓使は場所請負制を全面的に廃止します。これにより、「運上金」の上納は取り止めとなり、以降、開拓使は漁業からの税を「海産税」と称して、漁民の直納による制度とします。当初の「海産税」は魚種や製品により、また地方によって税率も納入形態も一様ではなかったようですが、その後、次第に統一されて明治 13 年頃には「収獲の 1 乃至 2 割」を「現品」で納める形態が支配的となります（北海道水産部漁業調整課 1957）。

サケの税率ですが、明治 13 年度の「石狩国石狩郡」における税率は表 8 のとおりで、「ビトイ」から上流の漁場が 2 割、「ヘキリトシカ」より下流の漁場が 2 割 5 分となっています(大蔵省 1885)。「調簿」においても表 7 と同様の税率が記載されており、「ヘキリトシカ」を境に上流の漁場が 2 割、下流の漁場が 2 割 5 分となっています。

表 7 の沿革欄に「従前は海面、石狩川上流、石狩川下流に 3 区分して税を徴収した」旨が記されています。これは、安政 5 年に場所請負制を廃止し、石狩役所が場所経営を直接始めた際に、沿岸域の漁場に 1 割、石狩川上流(ビトイ(図 4 のヘキリトシカの対岸の地名)から上流)の漁場に 2 割、石狩川下流(ビトイから下流)の漁場に 3 割を課税したことを指します(田中・前田 2002)。

石狩郡漁民会社

石狩郡漁民会社については、石狩町誌(石狩町 1991)及び石狩漁業協同組合史(田中・前田 2002)には、おおよそ次のような記述があるのみでした。

「石狩町の水産業関係団体は、明治 19 年の「石狩漁業組合」に始まるが、それ以前に「漁民会社」と称した組織があった。石狩漁業組合は明治 36 年に「石狩水産組合」となり、大正 2 年に「石狩町漁業組合」と改称した。」。ここには、かつて「漁民会社」なる組織が存在したという事実のみが記述されており、石狩郡漁民会社の設立目的等に関する記述は見当たりません。

そこで、北海道立文書館で当該会社に関する文書がないか探してみたところ、開拓使が作成した公文書「函館新聞紙上ニ掲載ノ石狩漁民会社ニ係ル投書ノ件」(開拓使 1879)の中に、石狩漁民会社が作成した投書に対する反論文書が綴られており、その中に設立に関する若干の記述を見ることができました。

石狩漁民会社を誹謗する記事が函館新聞に掲載されたのは、明治 12 年 3 月のことです(函館新聞 1879)。ここでは、誹謗内容については省略しますが、石狩漁民会社は早々にこの投書に対する反論文書を函館新聞に提出します。この反論文書の中に石狩郡漁民会社の設立理由が書かれている箇所があり、以下にその内容を簡潔に紹介します。まず前段に、石狩の漁業者は薄漁などによる経営悪化により資本金を借りているが、その返済は漁獲収入の減少により困難な状況にあること、年々増加する借財により破産する漁業者も出るような状況にあること、その一方で、漁獲したサケ

の取引に関して、小樽の間屋との間に漁業者が不利益を被るような悪弊あることなどが書かれています。その上で、借財を滞りなく返済するため、また、間屋との間にある悪弊を取除き、自らが一手に販売を引き受けることを協議するために結社したと書かれています。この文書から、漁民会社の結社の理由とともに、当時の石狩漁業者の厳しい経営環境なども窺い知ることができます。

文書の最後に、村山儀兵衛、畠山万吉、工藤茂兵衛、古谷長兵衛、山田久五郎(名前の右上に「石狩郡漁民会社頭取」と肩書が書かれています)の 5 名が署名捺印しています。村山儀兵衛及び山田久五郎は、石狩川の有力な漁場経営者であり、他の 3 名についても「調簿」の漁場経営者の中にその名前を見ることができます。

おわりに

明治 13~16 年度の石狩場所の中の「石狩国石狩郡」のサケの漁獲数等に関する「調簿」を紹介しました。毛筆による小さな文字でビッシリと書かれており、相当の時間をかけて作成したものと思われます。各年度の最終頁に「右之通ニ御座候明治十七年一月調」とあること、札幌県の罫紙が使用されていることから、当時の石狩国の管轄行政庁である札幌県*2からの求めに応じて作成し、提出したものではないかと推察されます。そう考えると、水産庁北海道さけ・ますふ化場が長らく北海道庁の一組織であったことと考え合わせて、職員が所持していたことも頷けるように思われます。わずか 4 年分ですが、漁場毎に漁獲数、税率、現品として納税した数、漁場の経営者が記載されており、当時の漁獲の状況などを知る上で有益な資料と言えます。

このような古い資料は、組織改編や施設の改築などの際に紛失し、残っていることは極めて稀なことから、その意味でも貴重と思われます。「調簿」には「昭和二十二年 内海重左エ門氏より寄贈されたもの ㊤(三原)」とメモが書かれています。三原とは三原建夫氏のことですが、両氏からは多くの資料が寄贈されています。両氏はすでに故人となつて久しいのですが、共にさけます人工孵化放流事業に大きく貢献された人物です。興味のある方は是非その功績などを調べてみてください。

*2 明治 2 (1869) 年の開拓使設置とともに、北海道は 11 国 86 郡に区分されますが、この国に行政区としての意味合いはありませんでした。その後、明治 15 (1882) 年に開拓使は廃止され、函館、札幌、根室の 3 県が置かれます。札幌県は石狩国の他、日高国、十勝国、天塩国及び後志国の一部を所管しました。3 県は明治 19 (1886) 年の北海道庁設置に伴って廃止されており、「調簿」は短命に終わった札幌県時代に作成されています。

引用文献

- 江別市. 2005. 維新の足音. 新江別市史 本編, 江別市, 江別. pp. 94-112.
- 函館新聞. 1879. 投書「漁民会社ノ事業ヲ論ス」. 函館新聞, 156~159 号, 北溟社, 函館. (札幌市立図書館所蔵, 資料番号: 0122047319)
- 北海道水産部漁業調整課. 1957. 北海道漁業史. 第一法規出版, 長野. 1022 pp.
- 飯嶋矩道・船越長善. 1873. 札幌郡西部図. 1 pp. (北海道立図書館所蔵, 請求記号: チ/561/69)
- 石狩川開発建設部. 2003. 石狩川舟運史. 石狩川開発建設部. 113 pp.
- 石狩町. 1972. 石狩町誌 上巻. 石狩町, 札幌. 409 pp.
- 石狩町. 1985. 漁業. 石狩町誌 中巻一, 石狩町, 札幌. pp. 224-292.
- 石狩町. 1991. 漁業. 石狩町誌 中巻二, 石狩町, 札幌. pp. 337-384.
- 開拓使. 1879. 函館新聞紙上ニ掲載ノ石狩漁民会社ニ係ル投書ノ件. 勸業課公文録 雑部雑甲 明治十二年. (道立文書館所蔵, 請求記号: A4/74, 件番号: 82)
- 片山広子. 1993. 近世における石狩地域の動態. 人文地理, 45(6): 45-54.
- 工藤義衛. 2011. 「石狩郡図 (三番)」について. いしかり砂丘の風資料館紀要, 1: 1-13.
- 村尾元長. 1885. 郡区町村. 北海道要覧 前篇, 魁文社, 函館. pp. 3-21.
- 野川秀樹. 2015. さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介. SALMON 情報, 9: 39-41.
- 大蔵省. 1885. 租税. 開拓使事業報告第五編, 大蔵省, 東京. pp. 341-584.
- 大迫典久. 2020. 北水研の創設から現在、そして未来へ. 北の海から, 37: 4.
- 榊原正文. 2002. データベースアイヌ語地名 石狩 I. 北海道出版企画センター, 札幌. 203 pp.
- 札幌区役所. 1911. 明治 6 年 11 月札幌付近ノ図. 札幌区史, 札幌区役所, 東京. p. 456 と 457 間の綴込地図.
- 札幌市. 1989. 新札幌市史 第一巻 通史一. 札幌市, 札幌. 1039 pp.
- 田中 実・前田薫徳. 2002. 明治時代. 石狩漁業協同組合史 創立五十周年記念事業, 石狩漁業協同組合, 石狩. pp. 43-82.
- 内村鑑三. 1884. 石狩川鮭魚減少ノ源因. 大日本水産会報告, 26: 10-20.



写真：新潟県北部の村上市内を流れる三面川と沈む夕日（上流部から河口に向かって撮影）。

右下に写っている施設が三面川ふ化場で、手前に河川内を遮断して設置されているのがウライ（やな）。三面川について、本誌の P. 29～30 で紹介していますので、ご覧下さい。

発行：国立研究開発法人水産研究・教育機構

編集：国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産資源研究所さけます部門

〒062-0922 北海道札幌市豊平区中の島 2 条 2 丁目 4-1

TEL 代表 011-822-2131 資源増殖部 事業課 011-822-2161

FAX 代表 011-822-3342

URL <https://www2.fra.go.jp/xq/prev-institute/hnf/>

SALMON 情報 編集委員会（50 音順）

吉光昇二(委員長), 上田周典, 川名守彦, 楠茂恵一, 斎藤寿彦, 佐藤恵久雄, 高橋昌也, 長谷川功

本誌掲載記事, 図, 写真の無断転載を禁じます。
