

SALMON 情報

第 19 号

2025 年 3 月

- 増殖事業におけるサケ・マス類の回遊と生理
- 稚魚が食われて起こること
- 続・サケの母川回帰精度について
- 日本におけるベニザケ人工ふ化放流の歴史
- なぜ魚の福祉に配慮するのか
- さけの遡^{かえ}る川-5 標津川（北海道）
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

- 増殖事業におけるサケ・マス類の回遊と生理…………… 伴 真俊 3
- 稚魚が食われて起こること…………… 長谷川 功・本多健太郎・佐々木 系 8

技術情報

- 続・サケの母川回帰精度について…………… 福澤博明・ほか 13
- 日本におけるベニザケ人工ふ化放流の歴史…………… 高橋昌也 17

会議報告

- さけます関係研究開発推進会議…………… 佐藤俊平・長谷川 功 23
- さけます報告会…………… 高橋昌也 25
- 第 31 回北太平洋溯河性魚類委員会 (NPAFC) 年次会議
科学統計小委員会 (CSRS) の概要…………… 斎藤寿彦 28

トピックス

- なぜ魚の福祉に配慮するのか…………… 小倉裕平 31

さけます情報

- さけの遡^{かえ}る川-5 標津川（北海道）…………… 市村政樹 34
- 北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖…………… 外山義典 37

mini column

ベニザケという名前は、未成魚の筋肉や、成熟魚の婚姻色が真紅色となることに由来しています。この写真は 2022 年の夏から秋にかけて、北海道苫小牧市に河口を持つ安平川で捕獲され、近郊にある当機構千歳さけます事業所の池で蓄養されていたベニザケ親魚です。撮影されたのは同年 10 月であり、産卵期を控え鮮やかな婚姻色をまとっているのがわかります。

今号の記事でも紹介していますが、我が国におけるベニザケの人工ふ化放流は 2023 年春の放流をもって終了したため、このような鮮やかな光景を見ることも今は出来なくなりました。ここに写る魚たちは、最後に放流された稚魚たちの親に当たります。この写真は我が国におけるベニザケの人工ふ化放流の最後の風景を記録した貴重な一枚となるでしょう。



(撮影：大本謙一氏)

研究成果情報

増殖事業におけるサケ・マス類の回遊と生理

ばん まさとし
伴 真俊（水産資源研究所さけマス部門 資源生態部）

はじめに

魚類は餌が豊富で快適な環境を求め、また子孫を残すために長距離を移動する場合があります。この移動は回遊と呼ばれ、その目的や生理・生態的特性に応じてさまざまな様式に分けられます。例えば、川と海との移動は“通し回遊”で、以下の形態があります（図 1）。

- ・遡河回遊：川で生まれ、海で成長し、川に帰って産卵（サケ・マス類など）
- ・降河回遊：海で生まれ、川で成長し、海に帰って産卵（ウナギなど）
- ・両側回遊：川で生まれ、海に降り、川に帰って成長、産卵（アユなど）

これらのなかには、産業的に重要な増養殖事業の対象種が含まれます。例えば、サケ・マス類は長年にわたり人工ふ化放流事業による資源造成が行われ、一定の成果を上げてきました。しかし、近年は地球規模の環境変動が資源に与える悪影響も懸念されています。本稿では、典型的な遡河回遊魚であるサケ・マス類の卵期、降海期および母川回帰時期における生理・生態的特性と、それらに与える環境要因、なかでも水温の影響を調査した結果を増殖事業の視点で紹介します。

卵の発生に与える水温の影響

気候変動に関する政府間パネルによると、日本沿岸の水温は 2050 年までに約 3-4℃ 上昇することが予想されており、それにとまうサケ・マス資源への悪影響が危惧されます（Kaeriyama et al. 2014）。また、増殖事業の面では放流に適した期間が短くなることが懸念されます。このような場合、卵期の飼育水温を調節することで発生を早め、放流時期を前倒しする対応策が考えられます。そこで、サケ（*Oncorhynchus keta*）の卵発生に与える水温の影響を調べてみました（Ban et al. 2022）。図 2 は、受精卵を水温 4℃、7℃、10℃、13℃、16℃ で飼育した際のふ化仔魚の体長（mm）と卵黄重量指数（卵黄重量 × 100/体重）を比較した結果です。注目したいのは 16℃ の群で、他の群に比べ極端に体長が短く、卵黄残量が多いことから、この群は十分に発育する前に生まれてしまったと考えられます。また、この群には、ふ化途上の死亡（図 3a）、未熟なふ化（図 3b）、さい嚢突起（図

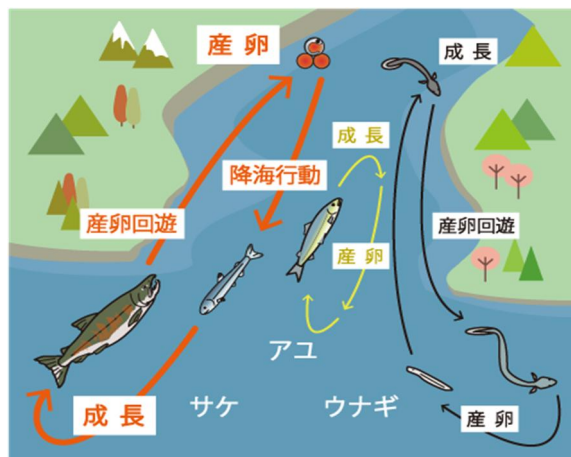


図 1. 通し回遊魚の生活史（作図：小野寺直美）

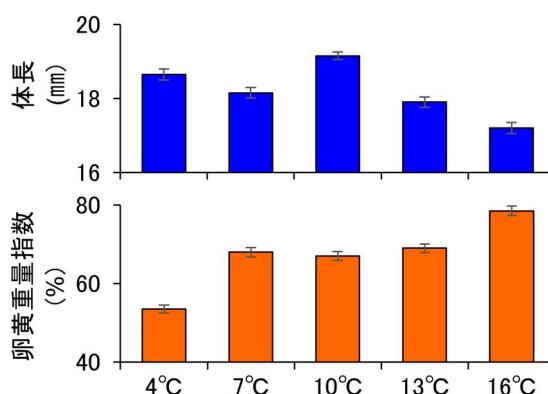
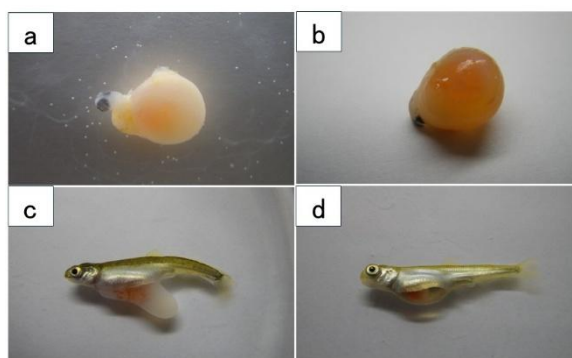


図 2. 異なる水温で飼育したふ化直後の仔魚の体長(mm)と卵黄重量指数(%) (Ban et al. 2022 を改変)

3c) や水腫症様症状（図 3d）を示す個体が現れ死亡率が高まりました。しかし、生き残った個体は通常の浮上魚と変わりありませんでした。4℃ の群はふ化までの日数が増したため卵黄が消費され、ふ化時の残量が他の群に比べて少なくなっていました。浮上までの日数を考慮すると、餌を食べる前に栄養不足になることが懸念されます。適期放

図 3. 受精卵を水温 16℃ で飼育した際の異常魚
a: 未熟なふ化、b: さい嚢突起、c: 水腫症様症状の仔魚、d: 死亡魚

流が目的であっても、通常から大きく外れた水温での卵管理には注意が必要です。

稚魚の高温耐性

地球規模の環境変動にともなう海水温の上昇は、冷水性魚類であるサケ・マス類の生活史全般に影響を与えると考えられます。なかでも身体が脆弱な降海期の魚は悪影響を受けやすいと予想されることから、サケ稚魚の高温耐性を調べてみました。実験では、稚魚を 10℃ の地下水に馴致させ、その後水温を 10℃ から 30℃ まで、5 分毎に 1℃ 上昇させた際の魚の状態を観察しました。その結果、約 16℃ までは通常の動きを示していましたが、18℃ 前後になると呼吸が荒くなって飛び跳ねる行動が目立ち始め、25℃ を超えると水槽の底に横たわる個体や呼吸を停止する個体が増えました。実験は 2 回繰り返しましたがほぼ同様の結果になったことから、25℃ 前後はサケ稚魚の生存にとって危険な水温と考えられます。この結果は、多くのサケ属魚類の幼魚は 25℃ を超える水温で一週間以上は耐えられないという Brett (1952) の指摘を裏付けています。

次に、高温耐性に関する地域差を比較してみました。図 4 は、ほぼ同じ大きさ(尾叉長 50 mm, 体重 1 g)の山形県月光川由来の稚魚と北海道千歳川由来の稚魚を、25℃ の飼育水に 3 時間浸漬した後の状態です。千歳川産の魚は多くの個体が倒れてしまっているのに対し、月光川産の個体は動きが鈍くはなったものの倒れてはいません。この結果だけで断定はできませんが、もしかするとサケ稚魚の高温耐性には地域差があるかもしれません。Ishida et al. (2009) は遺跡に残るサケの骨の調査結果に基づき、過去の温暖化時期に分布の南限が青森県付近まで北上したものの消滅はしていないことから、高温に強い群が生き残った可能性を紹介しています。長期的な温暖化対策として、高温耐性に優れた系統の探索と保存は一つの課題かもしれません。

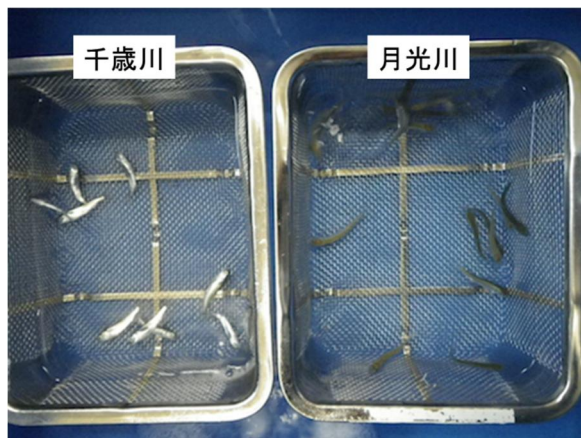


図 4. 水温 25℃ の海水に 3 時間浸漬した千歳川由来と月光川由来のサケ稚魚

幼稚魚の海水適応能

サケ・マス類の幼稚魚は海洋生活へ移る際、外見的(体色の銀白化、つま黒など)、機能的(浸透圧調節、母川記憶など)、行動的(群形成、降海行動など)変化を含む銀化(スモルト化)と呼ばれる変態現象を起こします。この呼び名は生活史が降海型と残留型に分かれる種で用いられることが多く(Wedemeyer et al. 1980)、全個体が降海するサケやカラフトマス(*O. gorbuscha*)にはあまり馴染みがありません。ここでは、魚種に関わらず降海期の魚が経験する浸透圧調節機能の変化として海水適応能を取り上げます。

スモルト化には、周期的な環境変化により導かれる内分泌系が関与します。Hoar (1939) がタイセイヨウサケ(*Salmo salar*)の甲状腺が降海時に活性化していることを発見して以降、甲状腺ホルモン(チロキシン)、成長ホルモン、副腎皮質ホルモン(コルチゾル)、インシュリン様成長因子-1 など、スモルト化における各種ホルモンの関与が明らかになっていきます(Boeuf et al. 1989; Avella et al. 1990; Poppinga et al. 2007)。筆者は、これらのうちチロキシンとコルチゾルがベニザケ幼魚(*O. nerka*)の海水適応能に果たす役割を調べました(Ban 2002)。海水適応能が高い魚は、海水中で魚の体内から余分なナトリウムを排除する鰓の酵素(Na^+ , K^+ -ATPase, NKA; $\mu\text{mol Pi/mg protein/h}$)が高く、魚を海水に移した後の血中ナトリウム濃度(mM)を低く抑えることができます。実験では、スモルト化前のベニザケ幼魚に、体重 1 g 当たり 10 μg のチロキシンかコルチゾル、あるいはその両方を 2 週間にわたって経口投与しました。その結果、コルチゾル投与群は NKA 活性が上昇し、海水移行 24 時間後の血中ナトリウム濃度は低くなっており、海水適応能が高まっていたことが分かります(図 5)。チロキシン投与群は対照群と大きな差がなく、海水適応能は低い状態でしたが、コルチゾルと併せて投与すると単独投与群に比べて血中

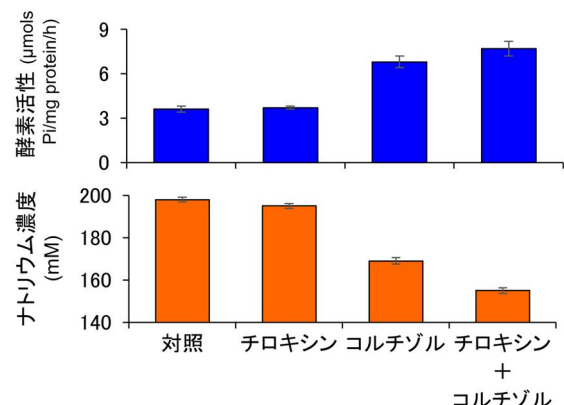


図 5. チロキシンおよびコルチゾルの投与がベニザケ幼魚の海水適応能に与える影響

上図は Na^+ , K^+ -ATPase 活性 ($\mu\text{mol Pi/mg protein/h}$)、
下図は海水移行 24 時間後の血中ナトリウム濃度 (mM)。グラフの縦線は標準偏差。(Ban 2002 を改変)

ナトリウム濃度が低くなり、3 群の中で最も高い海水適応能を示しました。この結果から、ベニザケ幼魚の海水適応能の発達にはコルチゾルが主要な役割を果たし、さらにチロキシンはその働きを助ける役目があることが確認できました。

魚種による海水適応能の違い

サケ・マス類の初期生活史は魚種により異なることから、海水適応能の発達過程にも違いがあると予想されます。筆者は、淡水飼育したサケとベニザケの海水適応能を前述の方法で比較しました(伴 2005)。調査期間は、サケが浮上時の 3 月から 8 月、ベニザケが 1 年魚の 1 月から 6 月の 6 ヶ月間です(図 6)。サケの NKA 活性は浮上から放流時期前後の 4-5 月にかけて約 17 まで上昇した後やや低下しますが、8 月まで 9 程度の値を維持しました。血中ナトリウム濃度も 3 月以降は 170 以下の適性値(Wedemeyer et al. 1980)だったことから、サケの海水適応能は浮上後の 3 月から 8 月までは高い状態で維持されたことが分かります。サケの増殖事業では、放流時期を適期放流や放流サイズの大型化などの目的で人為的に操作していますが、今のところ特段の問題はないようです。このようなことが可能なのは、海水適応能を長期間維持できるサケの生理特性に起因すると考えられます。しかし、NKA 活性は上昇後にやや低下することから、生理的には降海(あるいは放流)の適期があるのかもしれません。これに対し、ベニザケの NKA 活性はスモルト化した 1 年魚の 4-5 月に急上昇した後、6 月には低下しました。血中ナトリウム濃度は 4-5 月に約 180 から約 160 台へ低下した後、6 月には再び上昇に転じ、NKA 活性を反映した変動を示しました。これらの結果は、ベニザケの海水適応能は 1 年魚の 4-5 月に高まった後は低下することを示しています。サケに比べてベニザケは海水適応能が高い期間が短いため、放流時期の選定が重要になります。適切な放流時期を逸した魚はスモルトの特徴が衰退し、脱スモルトとして河川に残留します。このような個体を、増殖事業などで無理に海水へ移すと成長障害

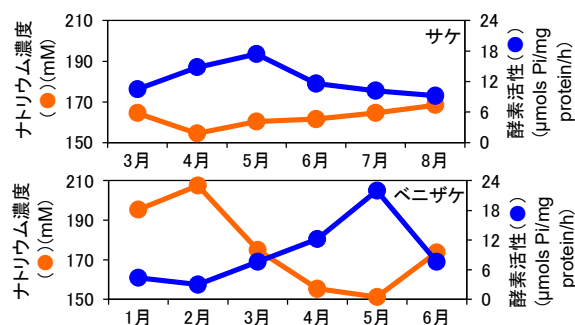


図6. サケ稚魚とベニザケ幼魚の Na^+ , K^+ -ATPase 活性(青色) ($\mu\text{mol Pi/mg protein/h}$) と海水移行24時間後の血中ナトリウム濃度(橙色) (mM) の変化(伴2005を改変)

(Folmar et al. 1982) を招くことがあるので注意が必要です。

海水適応能に与える水温の影響

海水適応能に与える水温の影響を確かめてみました。実験では、平均尾叉長 61.8 mm、平均体重 1.9 g のサケ稚魚を、水温 8°C、16°C、20°C の地下水で飼育し、10 日後と 20 日後に海水移行試験を行って血中ナトリウム濃度を比較しました(図 7)。その結果、8°C 群と 16°C 群は実験期間を通じて正常値とされる 170 以下を示したのに対し、20°C 群は上昇し 20 日後には約 190 の高い値を示しました。このように、水温が 20°C を超えるとサケ稚魚の海水適応能に悪影響が現れるようです。

海水適応能に与える水温の影響

日本系のサケはベーリング海やアラスカ湾で成長し、成熟の引き金が引かれると母川に回帰して産卵します。沿岸に到達した魚が河川生活へ移行する過程において、海水適応能はいつ頃まで維持されるのでしょうか。ここでは、1999 年のベーリング海と 2002 年の石狩湾で捕獲したサケの海水適応能を、鰓の NKA 活性と血中ナトリウム濃度で評価した結果を紹介します(Onuma et al. 2010)。NKA 活性はベーリング海の約 12 から石狩湾の約 5 に低下していました(図 8)。逆に、血中のナト

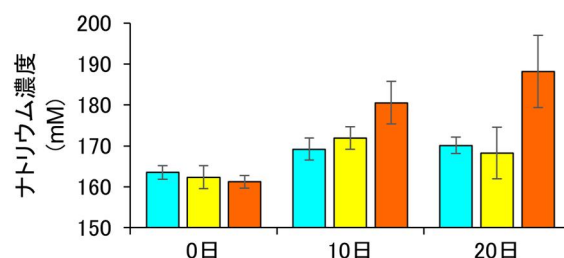


図7. 高水温飼育したサケ稚魚の海水移行 24 時間後における血中ナトリウム濃度
水色の棒グラフは 8°C、黄色の棒グラフは 16°C、橙色の棒グラフは 20°C で飼育した群。グラフの縦線は標準偏差。

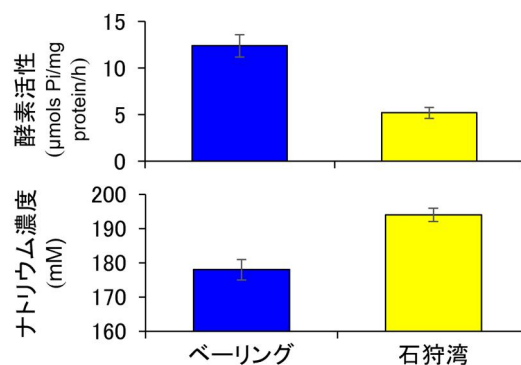


図8. ベーリング海と石狩湾で捕獲したサケの Na^+ , K^+ -ATPase 活性 ($\mu\text{mol Pi/mg protein/h}$) (上図) と血中ナトリウム濃度 (mM) (下図)
グラフの縦線は標準偏差。(Onuma et al. 2010を改変)

リウム濃度はベーリング海の約175から石狩湾の約190に上昇していました。図は雄の値ですが、雌も同様の結果でした。これらの結果は、沿岸に到達したサケの海水適応能が既に低下しており、浸透圧調節機能の面では川に戻りたい状態であることを示しています。このような状態の魚が何らかの要因で河川への侵入が遅れると、不適な体内環境が継続するため母川を探す余裕がなくなり、手近な川に迷入するなどの要因になるかもしれません。

母川回帰に与える水温の影響

成熟の引き金がかかれたサケが外洋から沿岸に到達する間の行動は、水温や水深を連続して記録する装置（データロガー）を付けた放流実験から少しずつ明らかになっています。例えば、さけ・ます資源管理センター（現・水産資源研究所さけ・ます部門）が2002-2003年に北海道南部で行ったロガーの放流結果によると、沖を回遊する個体の遊泳水温は主に10℃から16℃でした。しかし、魚は沿岸に近づくほど高い水温を経験するようになり、母川付近では20℃を超える温度帯を遊泳する場合もありました（さけ・ます資源管理センター 2003）。そのような場合にサケが受ける影響を、沿岸来遊行動と性成熟の面から調べました。図9は石狩湾の定置網で漁獲されたサケの総数に対する毎日の累積尾数の割合を示しています。橙色線は漁期直前の8月22-31日の平均表面水温が23.5℃だった1999年、青色線は19.5℃だった2003年の結果です。2003年は累積漁獲率が9月上旬から増加したのに対し、1999年の増加は沿岸水温が約20℃まで低下する9月下旬以降でした。また、累積漁獲率が50%に達した日は2003年が1999年より7日早い9月27日でした。このように、水温20℃を超える沿岸水温は石狩湾に来遊するサケの沿岸来遊時期あるいは河川遡上を遅らせる可能性が推察されます。

サケは自分が産み落とされた時期に合わせて産卵場に帰るとい説がありますが、沿岸水温が高くて遡上が遅れた魚は産卵時期も変わるのでしょうか。今のところ明確な答えはありませんが、石狩湾で捕獲したサケについて、生殖腺の発達に関わる雄ホルモン（11-テストステロン）と雌ホルモン（エストラジオール17β）の動態と水温の関係性を調べた例があります（Onuma et al. 2003）。著者らはNOAAの衛星画像などから、サケの回帰時期における石狩湾沿岸の表面水温を6年間にわたって調べ、水温が低い年と高い年およびその中間の年に分けました。各年に沿岸で捕獲した魚のホルモン濃度を測定した結果、水温が高い年はホルモン濃度も高い年が雌雄ともに認められまし

た（図10）。このような年の魚は、産卵場に到達した時点で成熟が進み過ぎていることも考えられます。今後の増殖事業では、沿岸水温が親の成熟状態に与える影響も注視しておく必要があるでしょう。

おわりに

本稿では、主に水温がサケ・マス類の卵期、降海期および母川回帰時期に与える生理・生態的な影響を、増殖事業の視点から断片的に紹介しました。増殖事業関係者の喫緊の課題は、資源が減った要因の解明とその回復でしょう。本稿で紹介した研究は、サケ・マス類の生活史の各段階に水温が深く関わっていることを示唆しています。得られた結果は直ちに資源問題の解決に繋がるわけではありませんが、魚の特性を把握し、環境要因が与える影響調査を地道に積み重ねることで、今後の様々な調査結果を評価するための判断材料になることが期待されます。

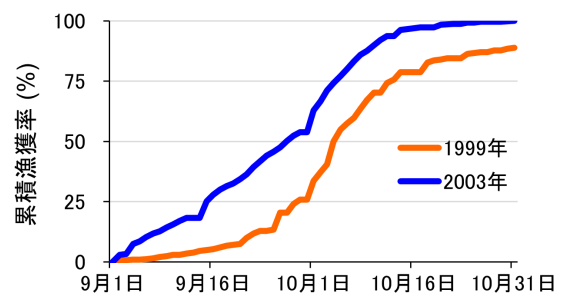


図9. 石狩湾の定置網で獲られたサケの累積漁獲率の推移
橙色線は8月下旬の平均表面水温が23.5℃だった1999年、青色線は同水温が19.5℃だった2003年の値

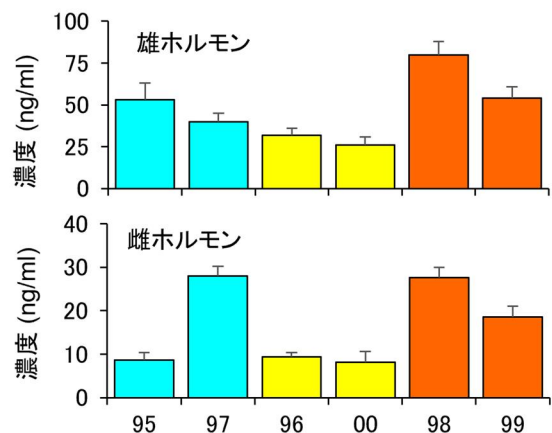


図10. 石狩湾の定置網で漁獲されたサケの雄ホルモン（11-テストステロン）および雌ホルモン（エストラジオール17β）の血中濃度（ng/ml）
水色（95,97年）は沿岸の表面水温が低い年、黄色（96,00年）は中間の年、橙色（98,99年）は高い年。グラフの縦線は標準偏差。（Onuma et al. 2003を改変）

引用文献

- Avella, M., Young, G., Prunet, P., and Schreck, C. B. 1990. Plasma prolactin and cortisol concentrations during salinity challenges of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) at smolt and post-smolt stages. *Aquaculture*, 91: 359-372.
- Ban, M. 2002. Effects of cortisol and growth hormone on the seawater tolerance of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Bulletin of the National Salmon Resources Center*, 5: 27-31.
- 伴 真俊. 2005. 成長にともなう浸透圧調節機能の変化—サケとベニザケの比較—. さけ・ます資源管理センター技術情報, 171: 21-28.
- Ban, M., Itou, H., Nakashima A., Sada, I., Toda, S., Kagaya, M., and Hirama, Y. 2022. The effects of temperature and salinity of hatchery water on early development of chum salmon (*Oncorhynchus keta*). *Aquaculture*, 549: 737738.
- Boeuf, G., Le Bail, P. Y., and Prunet, P. 1989. Growth hormone and thyroid hormones during Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolting, and after transfer to seawater. *Aquaculture*, 82: 257-268.
- Brett, J. R. 1952. Temperature tolerance in young Pacific salmon, genus *Oncorhynchus*. *J. Fish. Res. Board Can.*, 9: 265-323.
- Folmar, L. C., Dickhoff, W. W., Mahnken, C. V. W., and Waknitz, F. W. 1982. Stunting and parr-reversion during smoltification of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *Aquaculture*, 28: 91-104.
- Hoar, W. S. 1939. The thyroid gland of the Atlantic salmon. Dissertation of Boston University Graduate School, Boston. 138 pp.
- Ishida, Y., Yamada, A., Adachi, H., Yagisawa, I., Tadokoro, K., and Geiger, H. J. 2009. Salmon distribution in northern Japan during the Jomon period, 2,000-8,000 years ago, and its implications for future global warming. *N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bulletin*, 5: 287-292.
- Kaeriyama, M., Seo, H., and Qin, Y. 2014. Effect of global warming on the life history and population dynamics of Japanese chum salmon. *Fish. Sci.*, 80: 251-260.
- Onuma, T., Higashi, Y., Ando, H., Ban, M., Ueda, H., and Urano, A. 2003. Year-to-year differences in plasma levels of steroid hormones in pre-spawning chum salmon. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 133: 199-215.
- Onuma, T. A., Ban, M., Makino, K., Katsumata, H., Hu, W., Ando, H., Fukuwaka, M., Azumaya, T., and Urano, A. 2010. Changes in gene expression for GH/PRL/SL family hormones in the pituitaries of homing chum salmon during ocean migration through upstream migration. *Gene. Comp. Endocrinol.*, 166: 537-548.
- Poppinga, J., Kittilson, J., McCormick, S. D., and Sheridan, M. A. 2007. Effects of somatostatin on the growth hormone-insulin-like growth factor axis and seawater adaptation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 273: 312-319.
- さけ・ます資源管理センター. 2003. 親魚期の沿岸水域調査. 平成 14 年度さけ・ます資源管理センター業務報告書, 58-62.
- Wedemeyer, G. A., Saunders, R. L., and Clarke, W. C. 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. *Mar. Fish. Rev.* 42, 1-14.

研究成果情報

稚魚が食われて起こること

はせがわ こう ほんだ けんたろう
長谷川 功・本多 健太郎（水産資源研究所さけます部門 資源生態部）・佐々木 系（水産技術研究所環境・応用部門 沿岸生態システム部）

肉食動物が獲物を狩るシーンは、ダイナミックで、テレビの自然番組などで流れると思わず見入ってしまう人も多いのではないのでしょうか？食う（捕食）－食われる（被食）の関係は、生物の個体数の変動に影響するだけでなく、ときに何種類もの生物で構成される生態系の構造まで変えてしまう、生態学的にみてもダイナミックな現象です。

さけますも、自然界では食う－食われるの関係の真っ只中にいます。Okado and Hasegawa (2024)では、日本生まれのさけます3種（サケ・カラフトマス・サクラマス）の、河川から外洋にかけて、つまり、稚魚から親になって川に遡上するまでの捕食者に関する先行研究を整理しました。すると、彼らが常に色々な捕食者から狙われていることが読み取れたのですが、実際に、きちんと調査ができているのは今のところ、河川から沿岸にかけての稚魚期だけです。その他の場所、成長段階については調査を計画もしていないので、読者の皆様には怠慢とお叱りを受けるかもしれませんが、特に放流直後は、あらゆる魚類に稚魚が食われることは古くから知られていました（久保 1946；長澤・帰山 1995）。ですので、まずは稚魚期に着目した研究アプローチは悪くはないと思っています。そこで、本稿では近年、著者らが取り組んださけますの稚魚をめぐる食う－食われるの関係に関する研究を紹介します。

小さい稚魚は食われやすい

そもそもさけますの被食に関する研究に取り組もうとしたきっかけは、2018年3月に北海道松前町及部川でサケ稚魚の降海行動（長谷川ら 2019）を調査していた空き時間に“海アメ”釣りに興じたことでした。北海道では、イワナ（アメマス）はごく普通に沿岸部でもみられ、遊漁の人気ターゲットです。彼らが放流したサケ稚魚を捕食することは釣り人の間ではよく知られたことだったので、実際にどれくらい捕食しているのだろうか？と放流日翌日に及部川周辺でイワナを釣っては胃内容物を吐き出させてみました。すると、釣ったイワナ9尾（尾叉長34～43 cm）すべてがサケ稚魚（12～57尾）を食べていました。これはもはや当然の結果なのかもしれませんが、興味深いことに、耳石温度標識から前日及部川から放流された稚魚について尾叉長をみても、食われていた

稚魚（平均4.3 cm：換算式を用いて生存時の尾叉長に補正）は、放流された稚魚全体（平均4.6 cm）よりも小さい方に偏っていました（Hasegawa et al. 2021）。捕食者からしてみれば大きい方が魅力的な餌なので、食われる稚魚の尾叉長は大きい方に偏ることも考えられたのですが、今回の結果は、小さい方が捕食者回避能力（逃げるスピードなど）が劣るということが強く反映されたようです。また、Honda et al. (2020)では、釧路川で放流されたサケ稚魚の河口到達時（＝降海時）の体サイズ組成と比べて、少し離れた沿岸部で採集した稚魚の耳石を使って割り出した降海時の体サイズは大きい方に偏ったことから、降海時に小さい稚魚はその後生き残りにくいことを指摘しています（図1）。及部川での結果を踏まえると、捕食者が誰かまでは断定できませんが、小さい稚魚が食われたことが原因のように思います。

なお、同様のパターンは、石狩川水系千歳川のブラウントラウトとサケ稚魚、尻別川水系目名川のイワナとサクラマス稚魚の組合せでも確認されました（Hasegawa et al. 2021）。どうやら、放流されたさけますの稚魚のうち、小さい魚は早々に食われてしまい、場合によってはその後の幼稚魚の体サイズ組成にまで影響しているのかもしれません。

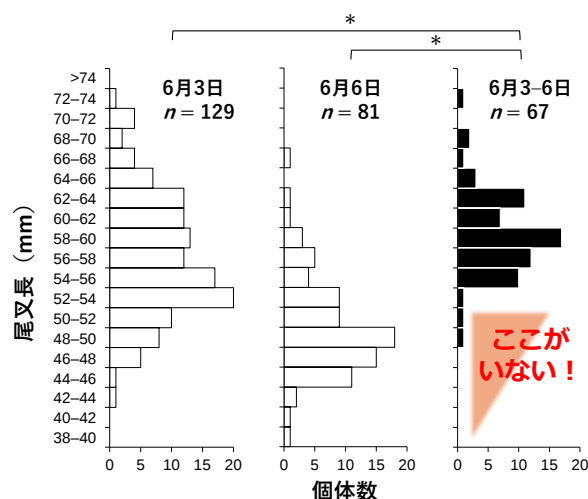


図1. 2013年6月3日と6日に釧路川河口（降海直前）で採集されたサケ幼稚魚の尾叉長分布（白）と同年に釧路川河口から東方約20 km 沖で採集された釧路川産サケ幼稚魚のうち、耳石の日輪から逆算・推定した降海日が6月3-6日の個体の降海時点の尾叉長分布（黒）。*統計学的な有意差あり。すなわち、降海後約20 km 東方まで生残した個体は降海サイズが大きく偏る＝大型個体が生残しやすい。Honda et al. (2020)の Fig. 3 を改変。

稚魚が食われるのは一時的？

稚魚の放流が行われると、周囲にいる捕食者は、普段は魚を食べない種類であっても稚魚ばかり食うようになります。サケ科魚類がその代表例で、なかには、体型が変わるほどお腹がパンパンになるまで食っている場合があります(図2)。そんな捕食者は、きっとガンガン成長しているに違いない！と思って、2019年に先述の目名川のイワナとサクラマス稚魚で調査をしました(Hasegawa and Fukui 2022)。方法はシンプルで、尻別川水系目名川のイワナに外部標識を施し、定期的に採集しては体サイズを測り成長を記録しました。また、比較のために同じ尻別川水系でサクラマスのいない支流でイワナの成長を同様に記録しました。その結果は、予想と全く異なりました。たしかに放流後2日以内だと、幅がせいぜい5m程度の川に、足の踏み場もないほど稚魚が泳いでいて、イワナもお腹がはちきれんばかりに稚魚を食っていたのですが(イワナの尾叉長: 12~26 cm; イワナ1尾が捕食していた稚魚数: 1~38尾), 20日も経過すると、稚魚はまだまだたくさんいるのに、イワナはぱったり稚魚を食わなくなりました。そんなことから、捕食者の成長がよくなるなんてことはありませんでした。その理由として、放流後しばらくして、稚魚が河川環境に馴致し、適切に捕食者回避行動をとれるようになったこと、それに伴いイワナにとっては、逃げ回る稚魚よりも動きの鈍い落下・流下昆虫を狙った方が採餌効率を高めやすい、なんて教科書通りの考察をラーメン屋で同僚に説明していたら、その彼が脂多めのラーメンにやられながら、

「魚も胃もたれするんじゃない??」

とぼそっとつぶやきました。

生理学的に紐解く、食うー食われるの関係

調べてみると、魚が胃もたれをすることを証明する方法はなくはなさそうなのですが、聞いたこともない薬品や機械があれこれと必要で、予算的に研究はできそうにありません。ただ、脂(脂肪酸)というキーワードは著者らにとっては目新しく、研究対象として魅力的でした。そこで、捕食者の筋肉中に含まれるオメガ3脂肪酸(特にDHA(ドコサヘキサエン酸)とEPA(エイコサペンタエン酸))の変化を先述の尻別川水系のイワナで調べました(Hasegawa et al. 2023)。サンプリングは2021年にやり直したのですが、やはり放流直後以外はイワナはサクラマス稚魚を食っていませんでした。ところが、イワナのDHAとEPAの含有量は放流前と比べると放流後は劇的に増加していました(図3)。魚にとってDHAは成長や性成

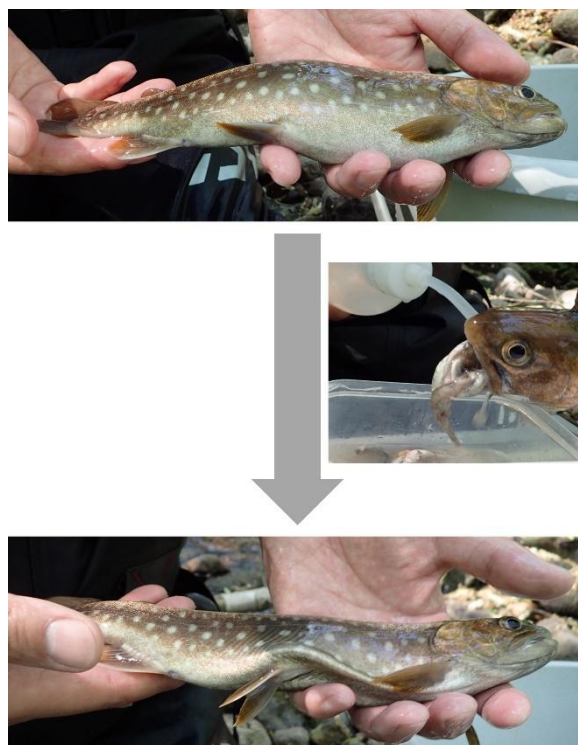


図2. 放流されたサクラマス稚魚を大量に食ったイワナ。ストマックポンプで胃内容物を採取したら腹がぺちゃんコになった。

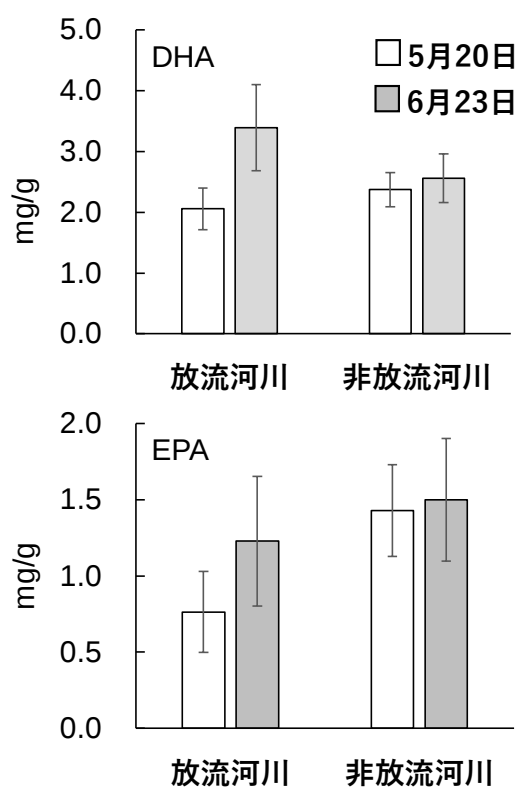


図3. サクラマス稚魚放流河川と非放流河川でイワナの筋肉中のDHAとEPAの含有量を放流前後(5月20日と6月23日:放流日は5月25日または27日)で比較した。棒グラフは平均値、エラーバーは標準偏差を示す。グラフはHasegawa et al. (2023)のFig. 2で示したデータを元に本稿用に作り直した。

熟に不可欠な栄養素で、普段は体内で EPA から合成して獲得します。これだけ急激に DHA が増加したということは、もともと DHA を含んでいた魚類を捕食、すなわち放流された稚魚から獲得したと考えるのが妥当でしょう。EPA は魚類よりも水生昆虫の方が含有量が多いのですが、稚魚を大量に捕食したために急増したと考えられます。いずれにせよ、成長では評価できなかったサクラマス稚魚捕食のメリットを、生理学的アプローチによって、1 つ示唆することができました。

浮かびあがった不都合な真実～ふ化放流事業と外来種問題の意外な関係～？

ここまでイワナを捕食者代表として研究成果を紹介してきました。ふ化放流事業を通じて在来種であるイワナの生態を攪乱することに生物多様性保全上の問題がないとは言い切れないのですが、捕食者が外来種になると、ふ化放流事業遂行と外来種管理の両方の観点からより複雑な問題がありそうです。そこで、北海道のサケ稚魚と外来種ブラウントラウトがどのような関係にあるか調べてみました。

ブラウントラウトはヨーロッパ周辺が原産のサケ科魚類で、北海道でもいくつかの河川で定着し、イワナを駆逐してしまうなど生物多様性保全上の問題がかねてから指摘されています(長谷川 2016, Hasegawa 2020)。放流されたサケ稚魚を大量に捕食することから(図 4)、駆除が行われた河川もありますが(下田 2012)、ブラウントラウトがサケの資源変動にどれだけ影響しているかはよく分かっていません。そんなブラウントラウトについて、実は放流されたサケ稚魚が越冬後(しかも産卵後)の栄養状態回復に一役買っているのではないかと考え調べてみました(Honda et al. 2024)。この研究では、北海道内のいくつかのサケ稚魚放流河川、非放流河川でブラウントラウトを採集し、イワナとサクラマス稚魚のときと同様に、生理学的アプローチを用い、栄養状態の指標となるいくつかの項目(肥満度、トリグリセリドや DHA の含有量など)を測ってみました。その結果、総じて放流河川のブラウントラウトの方が回復が早い、つまり、サケ稚魚の捕食を通じて、ブラウントラウトが栄養状態をより早く回復させていることが明らかになりました。大袈裟な言い方をすると、サケ稚魚放流はブラウントラウトの個体群維持に一役買っているかもしれない、ということです。ふ化放流事業や外来種管理の方針については、多種多様な考え方があるので、本稿で正解を探ることはしません。しかし、本研究はサケ稚魚とブラウントラウトの関係について看過できない事実を示しており、少なくとも両種と関係が深い方々に



図 4. 水中銃で捕獲したブラウントラウトから胃内容物を取り出す。この個体はおよそ 500 尾のサケ稚魚を食べていた。

はこのような事実があることをぜひ知っておいて欲しいと思います。

捕食者の分布を考える～さけますをめぐる食うー食われるの関係をよりよく知るために～

冒頭で食うー食われるの関係は時に生物の個体数の変動に影響する、と述べましたが、さけますが稚魚期に食われることで、実際にどの程度、資源量に影響しているのかはよく分かっていません。あるいは、稚魚は栄養段階でいえば低次に位置付けられるので(生態ピラミッドの下の方)、食われて当然の存在なのかも知れません。とはいえ、捕食者の分布やその捕食者がどの程度稚魚を食べているかを把握しておくことは、さけますの管理に必要な知見でしょう。そこで、最後に捕食者の分布に関する研究事例を紹介します。

まずは、千歳川でのブラウントラウトの分布・移動を調べた研究です(Honda et al. 2023)。本研究では、サケ稚魚の放流シーズンになるとブラウントラウトが放流場所に集まってくる(蛸集(いしゅう)してくる)、というまことしやかに言われていた噂を確かめることを目的としました。2 年以上にわたり月一回(稚魚の放流シーズンを含む 2～5 月は 10 日に一回)の頻度で潜水目視により、放流場所(千歳さけます事業所)周辺のブラウントラウトを計数しました。気温がマイナス 10 度を下回る極寒の季節でもシュノーケリング調査を

し、さらに音響テレメトリーも併用して数十個体のブラウントラウトに発信器を付けて行動を追跡したのですが、結局噂は噂でしかありませんでした。稚魚の放流シーズンでも放流場所付近ではブラウントラウトの数は増えず、いずれの追跡個体も放流場所付近まで移動しませんでした。どうやら、千歳川のように定期的に大量放流（毎年計約 3 千万尾、一回当たりの放流が 100 万尾以上）をする河川では、捕食者がわざわざ放流場所まで移動しなくても、自然条件下ではあり得ないほど大量の餌（サケ稚魚）にありつけるようです。実際に、放流場所から 10 km ほどの下流でも稚魚の放流翌日に 100 尾以上のサケ稚魚を食っているブラウントラウトが複数確認されました。食われた稚魚の耳石温度標識を調べたところ、そのほとんどが前日に放流された稚魚と判明しました。蛇足ですが、千歳川はブラウントラウト釣りで人気の河川ですが、釣り人をよく見掛けた場所では、あまり魚を目にすることはありませんでした。

捕食者の自然分布域は、経年的にも変わります。特に海域では新たな捕食者の分布が確認されることもあります (Kitada et al. 2023)。実際に岩手県では海洋環境が変化したためか、近年、サケ稚魚の沿岸滞泳期である春季にサバ類（マサバおよびゴマサバ：主にマサバ）成魚がまとまって沿岸に來遊するようになりました。サバ類は魚食性を示すことに加え、個体数が多いため、放流されたサケ稚魚の多くが食べられていないか懸念されました。そこで、岩手県の宮古湾において、サケ稚魚の沿岸滞泳期にあたる 4 月から 6 月にかけて釣獲したサバ類成魚 166 尾の胃内容物を調べてみました。その結果、サケ稚魚はサバ類の成魚に捕食されていることが確認されましたが（サバ類の尾叉長：30~35 cm；サバ類 1 尾が捕食していたサケ稚魚数：1~7 尾）、サケ稚魚を捕食していたサバ類の数は、10 尾と多くありませんでした (Sasaki et al. 2023)。サバ類は、魚類ではサケよりもカタチイワシを多く捕食していました。また、オキアミ類や端脚類（カマキリヨコエビ類、ワレカラ類など）を中心とした体長十数 mm の動物プランクトンや小型甲殻類をよく捕食していました。サバ類は魚類から動物プランクトンまで幅広い生物種を餌として利用できるため、サケ稚魚といった特定の種に対する捕食圧は高くなりにくいかもしれません。

著者らの本音

本稿で紹介した食う—食われるの関係はすべて放流されたさけます稚魚が研究対象です。ふ化放流事業に従事する人たちから、放流した稚魚の被食実態を把握して欲しいという研究ニーズがあが

っていたため実施したということもありますが、放流がされていない野生魚のみの河川では、実はそれほどさけます稚魚は食われていません (Hasegawa et al. 2012 ; Honda et al. 2024)。すなわち、本稿で紹介した事例はふ化放流事業によっておきた現象ともいえます。さけますの資源管理はふ化放流事業と自然再生産の両方を活用して進めるのが理想とされています (大熊ら 2016)。しかし、近年はふ化放流事業を続けても資源低迷に歯止めがかからない中で、著者らの本音としては、いくつかの既存文献が示すように野生魚を増やしていくのが良さそうだと考えるのですが (小倉ら 2024 ; 佐橋 2024 ; 有賀 2024)、そのように判断するにはまだまだ情報不足です。だからこそ、本稿で示したように稚魚が食われることで何が起るかという情報もさけます資源管理についての議論を建設的に進めるためには重要と考えます。

引用文献

- 有賀 望. 2024. 豊平川のサケは存続可能？SWSP の役割と今後の課題. SWSP NEWSLETTER, 14: 4-7.
- 長谷川 功. 2016. 外来サケ科魚類ニジマス・ブラウントラウトの定着メカニズムと在来生態系への影響. SALMON 情報, 10: 8-15.
- Hasegawa, K. 2020. Invasions of rainbow trout and brown trout in Japan: A comparison of invasiveness and impact on native species. Ecology of Freshwater Fish, 29: 419-428.
- Hasegawa, K., and Fukui, S. 2022. Pulsed supplies of small fish facilitate time-limited intraguild predation in salmon-stocked streams. Royal Society Open Science, 9: 220127.
- Hasegawa, K., Honda, K., Yoshiyama, T., Suzuki, K., and Fukui, S. 2021. Small biased body size of salmon fry preyed upon by piscivorous fish in riverine and marine habitats. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 78: 631-638.
- 長谷川 功・森田健太郎・大熊一正・鈴木健吾・本多健太郎・中島 歩・吉野州正・日本海さけます増殖事業協会・渡島管内さけます増殖事業協会. 2019. サケ稚魚の降海行動が活発になるとき. SALMON 情報, 13: 14-19.
- Hasegawa, K., Yamazaki, C., Ohta, T., and Ohkuma, K. 2012. Food habits of introduced brown trout and native masu salmon are influenced by seasonal and locational prey availability. Fisheries Science, 78: 1163-1171.
- Hasegawa, K., Yano, Y., Honda, K., and Ogura, Y. 2023. DHA and EPA levels in a piscivorous fish changed by preying upon stocked salmon fry.

- Scientific Reports, 13: 15278.
- Honda, K., Hasegawa, K., Ono, I., and Miyashita, K. 2023. Piscivorous brown trout *Salmo trutta* does not migrate from distant downstream habitats to a massive release site for chum salmon *Oncorhynchus keta* fry in the Chitose River, northern Japan. *Environmental Biology of Fishes*, 106: 707-715.
- Honda, K., Hasegawa, K., Ban, M., Yano, Y., and Ogura, Y. 2024. Massive stocking of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) fry fattens non-native brown trout (*Salmo trutta*) in Hokkaido, Japan. *PLOS ONE*, 19: e0307552.
- Honda, K., Shirai, K., Komatsu, S., and Saito, T. 2020. Sea-entry conditions of juvenile chum salmon *Oncorhynchus keta* that improve post-sea-entry survival: a case study of the 2012 brood-year stock released from the Kushiro River, eastern Hokkaido, Japan. *Fisheries Science*, 86: 783-792.
- Kitada, S., Myers, K. W., and Kishino, H. 2023. Hatcheries to high seas: climate change connections to salmon marine survival. *bioRxiv*, 2023-09.
- 久保達郎. 1946. 各種河川魚の鮭鱒稚魚食害に就て. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 1: 51-55.
- 長澤和也・帰山雅秀. 1995. 日本沿岸水域における魚類と海鳥類によるサケ幼稚魚の捕食. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 49: 41-53.
- 小倉裕平・大門純平・長谷川 功. 2024. サクラマ
- ス日本系. 令和 5 年度国際漁業資源の現況 (詳細版). 水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構, 東京・横浜. 62: 1-11.
- 大熊一正・長谷川 功・佐藤俊平・岸 大弼・市村政樹・飯田真也・森田健太郎. 2016. 平成 27 年度さけます資源部第 1 回連絡会議ワークショップ「野生魚を活用した持続可能なさけます漁業と増殖事業」. *SALMON 情報*, 10: 30-37.
- Okado, J., and Hasegawa, K. 2024. Exploring predators of Pacific salmon throughout their life history: The case of Japanese chum, pink, and masu salmon. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, <https://doi.org/10.1007/s11160-024-09858-y>
- 佐橋玄記. 2024. カラフトマス日本系. 令和 5 年度国際漁業資源の現況 (詳細版). 水産庁・国立研究開発法人 水産研究・教育機構, 東京・横浜. 60: 1-10.
- Sasaki, K., Yatsuya, M., Shimizu, D., Ojima, D., and Komatsu, S. 2023. Occurrence of Predation of Juvenile Chum Salmon (*Oncorhynchus keta*) by Chub Mackerel (*Scomber japonicus*) and Spotted Mackerel (*Scomber australasicus*) in Miyako Bay, Iwate Prefecture, Japan. *Journal of Marine Science and Technology*, 31: 15.
- 下田和孝. 2012. 北海道における外来魚問題 (外来サケ科魚類). *日本水産学会誌*, 78: 754-757.

技術情報

続・サケの母川回帰精度について

ふくざわ ひろあき もりした たくみ そとやま よしのり かとう まさひろ いまい けんご
福澤 博明・森下 匠・外山 義典・加藤 雅博・今井 謙吾（水産資源研究所さけます部門 資源増殖部）

はじめに

サケ（*Oncorhynchus keta*）は北太平洋を回遊した後、生まれた川あるいは放流された川である「母川」へ遡上して産卵することが知られていますが、戻ってきた親魚のうちの何割が正確に母川へ回帰するか？という国内の報告はほとんどありません。筆者は北海道内の主要なサケ放流河川 10 河川（以下、主要 10 河川と記す）へ遡上した親魚の耳石を調べ、放流場所が明らかな耳石温度標識魚の母川以外への遡上状況から、親魚が迷入遡上する割合（以下、迷入割合）は 0.24%であったことを本誌において報告しました（福澤 2016）。

先の報告では、2009～2014 年の 6 年間で調査した結果をまとめましたが、さらに調査を継続し、2015～2023 年の 9 年分のデータが追加できたので、今回、迷入に関するデータを改めて整理し報告します。なお、先の報告と同様、本稿では、“ある河川の遡上親魚（捕獲親魚）のうち、どのくらいの割合が迷入遡上した親魚で（迷入割合）、どのくらいの割合が母川遡上した親魚か？”という観点で母川回帰精度を論じています。このようにした理由は「おわりに」で触れることとします。

耳石温度標識魚の回帰調査

水産研究・教育機構（以下、水産機構）では、北海道内の主要 10 河川にあるそれぞれのさけます事業所計 10 箇所から合計 1 億 3 千万尾のサケ稚魚の耳石にバーコード状の模様を付けて放流しています（浦和 2001，図 1）。この模様は耳石温度標識と呼ばれ、河川毎、放流群毎に個別の標識パターンが付けられており、それぞれの放流群の放流効果を調べるため、各河川で捕獲された親魚から旬毎に雌雄各 50 尾を無作為に抽出し、鱗から年齢を、耳石から標識パターンを調べて標識群毎の母川への回帰率を推定しています。耳石採取は無作為に抽出した魚から行っているため、中には耳石温度標識が付いていない「無標識魚」や他河川の耳石温度標識が付いた「迷入魚」も見られます。無標識魚の由来は、自然産卵によって生まれた魚や他の増殖団体による無標識の放流魚などが考えられます。

河川毎の迷入魚遡上割合の推定

2009～2023 年に主要 10 河川で捕獲されたサケ親魚のうち、141,318 尾の耳石を調べた結果、放流された河川とは異なる河川へ迷入した耳石温度標識魚（10 事業所放流分）の数は、雌 187 尾、雄 217 尾の合計 404 尾でした。前回報告と同様に調査尾数（抽出数）に占める耳石温度標識魚の割合と河川捕獲数から、調査河川毎に河川捕獲数に占める水産機構の放流魚の迷入数とその割合を推定しました（表 1）。主要 10 河川全体では、2009～2023 年に他河川由来の耳石温度標識魚が迷入し

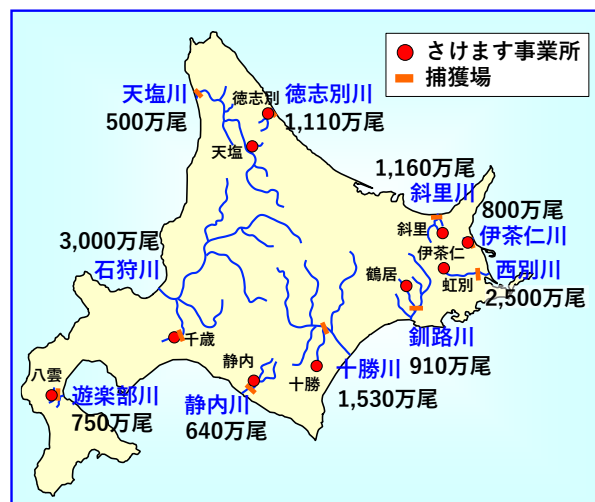


図 1. 水産研究・教育機構のサケ放流河川と放流数
回帰親魚調査実施捕獲場の位置を示す（但し、釧路川での捕獲は 2006～2010 年および 2020 年以降、鶴居さけます事業所付近で実施）。

表 1. 水産機構調査河川におけるサケ耳石温度標識魚の推定迷入数（2009～2023）
調査河川の（ ）内は調査捕獲場が支流にある場合の支流名。

調査河川	調査尾数	迷入 標本数	推定 迷入数	捕獲数に占める迷入数の 割合（回帰年毎の範囲）	河口～捕 獲場距離	河口～放 流場距離
	尾	尾	尾	%	km	km
斜里	16,041	3	49	0.001（0.000～0.009）	1	19
徳志別	14,261	18	1,778	0.081（0.000～1.012）	0.6	0.8
天塩	8,812	101	3,226	0.555（0.000～3.044）	5	131
石狩(千歳)	17,774	5	641	0.017（0.000～0.138）	79	82
伊茶仁	12,940	52	320	0.273（0.000～0.701）	0.2	3
西別	14,234	44	1,049	0.143（0.000～0.728）	13	110
釧路(雪裡)	12,970	93	939	0.242（0.000～0.988）	7	31
十勝(猿別)	16,615	80	884	0.040（0.000～0.205）	40	77
静内(豊畑)	12,797	6	297	0.035（0.000～0.431）	8	13
遊楽部	14,874	2	35	0.007（0.000～0.186）	7	20
合計	141,318	404	9,217	0.053（0.013～0.187）		

た数は 9,217 尾、その割合は 0.053% と推定されました。調査期間中に北海道全体で放流されたサケ稚魚の数は毎年 10 億 3 千万尾程度であり、水産機構の放流数 1 億 3 千万尾はその 12.6% です。水産機構以外の放流魚も同様な割合で迷入するとすれば、主要 10 河川における迷入割合は 0.42% ($0.00053 \div 0.126 = 0.0042$) と見積もられ、最も高い天塩川でも 4.4% ($0.00555 \div 0.126 = 0.044$) となります。前回の報告に比べて迷入割合が増えています、これは、斜里川と石狩川の放流魚の迷入が増えたこと、特に 2016 年の斜里川からの迷入魚の一時的な増加の影響が大きかったようです。

2009～2023 年の迷入の動向

何処の事業所から放流された魚が何処の川へ迷入したかを回帰年別に図 2 に示します。放流数や推定回帰数は河川ごとに異なりますが、特徴としては次のようなことが挙げられます

- ①斜里川及び西別川放流魚が多数・広範囲に迷入した (図 2A, 2B)。
- ②徳志別川及び石狩川放流魚は天塩川へ多数迷入 (図 2A, 2D)。
- ③根室海区及びえりも以東海区の河川への迷入数が多い (図 2A, 2B)。
- ④えりも以西海区産の迷入数は少ないが、遊楽部川放流魚は広範囲に迷入した (図 2D)。

また、河口から捕獲場までの距離は迷入の多寡に必ずしも影響しないようです (表 1)。

各標識群の母川での捕獲数と他河川への迷入魚の数には有意な相関は認められませんでした。例えば、石狩川産のサケはほぼ毎年天塩川へ迷入遡上するのですが、2022 年では、石狩川の捕獲数は 56 万尾という大豊漁にも拘わらず、天塩川への迷入は極わずかでした。10 河川のうちで最も他河川への迷入が多かった斜里川産のサケは 2016 年だけ極端に迷入が多く見られましたが (図 2A)、母川への遡上数は特段多くはありませんで

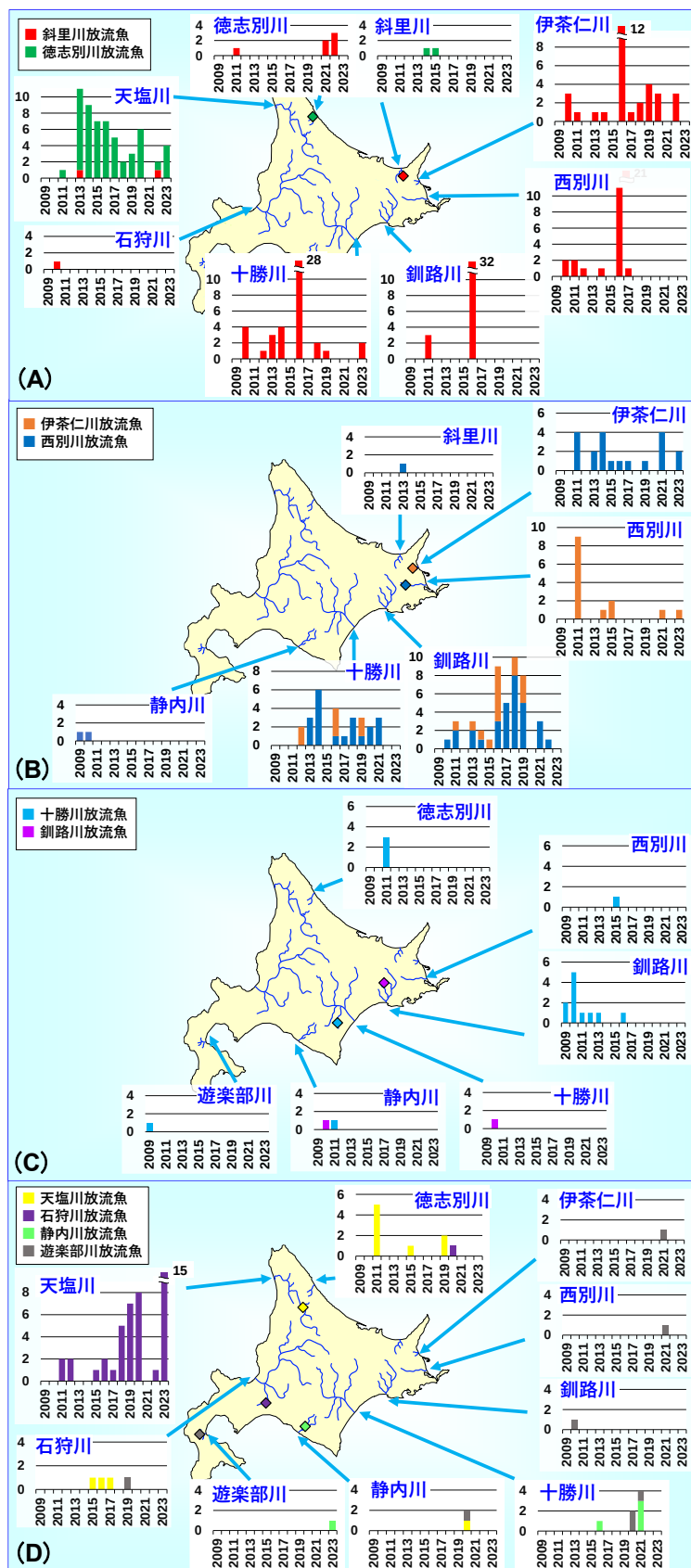


図 2. 耳石温度標識サケの迷入標本数(縦軸は尾数、横軸は回帰年、◇は放流地点)

(A) オホーツク海区産 (斜里川・徳志別川) の他河川への迷入

(B) 根室海区産 (伊奈仁川・西別川) の他河川への迷入

(C) えりも以東海区産 (釧路川・十勝川) の他河川への迷入

(D) えりも以西海区産 (天塩川・静内川・遊楽部川) 及び日本海区産 (天塩川・石狩川) の他河川への迷入

した。2016 年の迷入数が多かったのは 11 月以降でしたが、この時期の沿岸や河川環境に特異的な現象は見当たりませんでした。さらに、表 1 に示した回帰年毎の迷入割合にはある程度の幅を持つことから、サケの迷入については、一定の割合で母川へ戻れない魚が出現するというわけではなく、偶発的な要因による現象のように思われます。

2011 年頃から水産機構以外からも耳石温度標識魚が放流されるようになってきており、水産庁補助事業の放流調査によりオホーツク海区の頓別川から放流された耳石温度標識魚が 2015～2018 年に天塩川で 15 尾発見されました。頓別川は徳志別川の北西に位置し、河口間の直線距離は 38 km しかありませんが（図 3）、徳志別川への頓別川放流魚の迷入はありませんでした。頓別川放流魚が近隣の徳志別川よりも 58 km 離れた隣の日本海区の天塩川に多く迷入したことや、徳志別川、石狩川放流魚の天塩川迷入数も多いことから、天塩川には迷入を引き起こす何らかの要因があるのかもしれない。

余談になりますが、山形県の月光川から放流された耳石温度標識魚が斜里川で 1 尾（2015 年 10 月中旬）、徳志別川で 1 尾（2017 年 10 月中旬）発見されました。これは本州のサケ耳石温度標識魚が北海道の河川内で捕獲された珍しい例です。

サケは同一水系の支流も識別して回帰するか？

天塩川には水産機構の天塩さけます事業所のほかに（一社）留萌管内さけ・ます事業協会の中川ふ化場があり、それぞれの施設がある支流の美深川とパンケナイ川へ飼育池から水路を通じて稚魚を放流し、それぞれの支流で再生産用の親魚を捕獲しています（図 3）。通常の回帰率推定のための耳石調査には、天塩川の河口で捕獲した親魚を用いますが、中川ふ化場からの放流魚の一部にも耳石温度標識が付けられるようになったことから、2021～2022 年に美深川とパンケナイ川でも調査を行いました。その結果、直線距離で約 45 km 離れた支流間での相互迷入はありませんでした。美深川からの放流魚には全て標識が付いていますが、この 2 年間に美深川で調査した 1,000 尾のうち、無標識魚は 2 尾しか見つからず、他の水系河川からの迷入耳石温度標識魚もいませんでした。また、パンケナイ川で調査した 800 尾の中にも迷入耳石温度標識魚はいませんでした。

静内川にも水産機構の静内さけます事業所のほかに（一社）日高管内さけ・ます事業協会の豊畑ふ化場がありますが、ここでは両施設の稚魚は豊畑ふ化場の水路を通じて放流されます（図 3, 4）。静内さけます事業所で生産された全ての稚魚は約

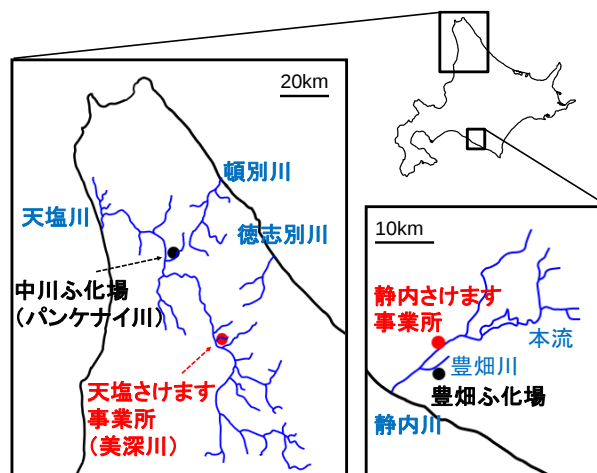


図 3. 頓別川、天塩川、静内川の位置

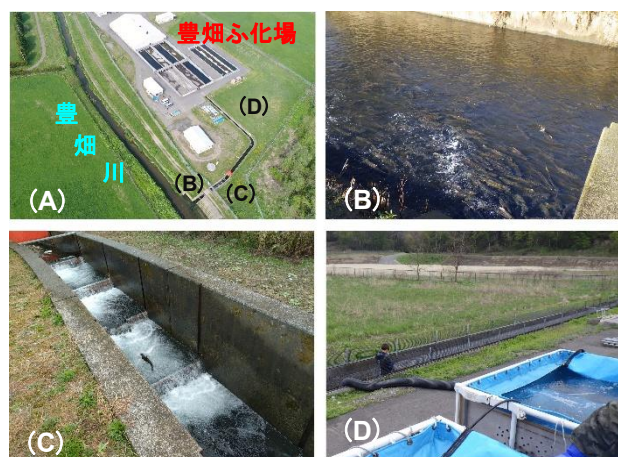


図 4. 静内川における放流と親魚捕獲

- (A) 豊畑ふ化場と豊畑川
- (B) 放流水路の豊畑川への合流点、手前側が水路の出口
- (C) 階段状の水路を遡上する親魚
- (D) 放流水路へのサケ稚魚輸送放流

5 km 離れた豊畑ふ化場へトラックにより輸送放流され、親魚となって回帰する際には、ほとんどが豊畑ふ化場がある豊畑川を識別して遡上します。このため静内川での捕獲場所は支流の豊畑川の一カ所だけで良く、豊畑ふ化場の飼育池へ親魚を誘導することによって捕獲しています。これはサケの母川回帰精度の高さをうまく利用した効率的な増殖事業の好例と言えます。

このほか、石狩川の支流千歳川にある千歳さけます事業所から約 130 km 離れた別の支流に輸送放流された耳石温度標識魚が放流地点付近に大量に回帰した報告（福澤ら 2020）や豊平川（有賀ら 2014）、十勝川（楠茂 2017）などの河川でも、母川を支流レベルで識別していることが報告されています。サケは稚魚の時に降下した河川を母川として支流レベルで識別して回帰していると考えて良いでしょう。

おわりに

みなさんが知りたいのは、ある川へ迷入遡上するサケの割合でなく、稚魚放流したサケが回帰した時に、全体の何割が母川に遡上するかという「母川選択率」ではないかと思います。これを調べるためには、母川周辺の近隣河川を含めて広範囲から無作為に河川を選んで調査する必要がありますが、サンプリングするための労力と耳石を解析する労力が膨大であり、これを実行するのは非常に困難です。

北米での研究によれば、放流河川からの距離が近い河川ほどサケの迷入は多くなる(Piston and Heinl 2012; Payne 2022) ことが報告されていますが、今回の結果からはそのような明らかな傾向は把握できませんでした。我が国のサケの母川回帰

精度の詳細な実態を明らかにするためには、主要 10 河川の間隔よりも近い距離にある河川における迷入調査が必要ですが、サケが支流まで識別して母川選択する精度の高さを考えると、主要 10 河川の調査に依っても母川選択する割合はある程度掴めるのではないかと思います。参考として、主要 10 河川の調査結果だけを用いて放流河川毎に母川へ回帰した割合を表 2 にまとめてみました。これは無数にある河川のうちの 10 河川の調査結果にすぎず、これを母川選択率とすることには無理がありますが、今回の 10 河川の間では相当高い精度で母川を選択していることが窺われます。

最後に、本調査にご協力いただきました、北海道内のさけます増殖団体の皆様に感謝するとともに、引き続きご協力いただきますよう、お願い申し上げます。

表 2. 水産機構調査河川における放流河川別のサケ耳石温度標識魚の推定捕獲数(2009～2023)

調査河川の()内は調査捕獲場が支流にある場合の支流名。母川で捕獲された割合は、主要 10 河川で推定された産地毎の捕獲数の合計のうち、母川での推定捕獲数の占める割合。

調査河川	放流河川									
	斜里川産	徳志別川産	天塩川産	石狩川産	伊茶仁川産	西別川産	釧路川産	十勝川産	静内川産	遊楽部川産
斜里	1,669,175	19				30				
徳志別	226	1,889,878	1,157	120				275		
天塩	116	1,545	207,821	1,564						
石狩(千歳)	38		575	3,544,102						28
伊茶仁	142				105,112	169				10
西別	484				491	505,142		66		8
釧路(雪裡)	232				70	380	161,080	240		18
十勝(猿別)	427				218	209	17	691,740	9	4
静内(豊畑)			87			131	41	37	695,798	1
遊楽部								9	26	222,876
母川で捕獲された割合	99.90%	99.92%	99.14%	99.95%	99.27%	99.82%	99.96%	99.91%	99.99%	99.97%

引用文献

- Piston, A.W. and Heinl, S.C. 2012. Hatchery Chum Salmon Straying in Southeast Alaska, 2011. Fishery Data Series No.12-45. Alaska Department of Fish and Game, Anchorage. 29pp.
- 有賀 望・森田健太郎・鈴木俊哉・佐藤信洋・岡本康寿・大熊一正. 2014. 大都市を流れる豊平川におけるサケ *Oncorhynchus keta* 野生個体群の存続可能性の評価. 日水誌, 80: 946-955.
- 福澤博明. 2016. サケの母川回帰精度について. SALMON 情報, 10: 16-19.
- 福澤博明・鈴木栄治・坂上哲也・伴 真俊・伊藤洋

満・中島 歩・山田直佳. 2020. 石狩川上流域サケ稚魚大規模放流から 10 年. SALMON 情報, 14: 15-20.

楠茂恵一. 2017. 十勝川水系内でのサケの母川回帰について. SALMON 情報, 11: 14-15.

Payne, M.K. 2022. Predicting stream attractiveness to stray hatchery-origin chum salmon to aid in understanding salmon dispersal and informing hatchery management. University of Alaska Fairbanks Master thesis, Fairbanks, 90 pp.

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, 7: 3-10.

技術情報

日本におけるベニザケ人工ふ化放流の歴史

たかはし まさや
高橋 昌也 (水産資源研究所さけます部門 資源増殖部)

はじめに

ベニザケ (*Oncorhynchus nerka*) (図 1) は、一般に生まれてから 1-3 年を湖沼で過ごしたのち海洋生活に移り、産卵のため再び湖沼や河川に遡上して一生を終えるという生活史を持つサケ科魚類で、そのうち湖沼で小型のまま一生を終える陸封型は「ヒメマス」(図 2) と呼ばれています(鈴木 2001)。水産研究・教育機構水産資源研究所さけます部門では、前身組織である水産庁北海道さけ・ますふ化場の時代から、長きに渡りベニザケの人工ふ化放流に取り組んできました。しかし、近年の深刻なサケ資源の減少を受け、技術開発業務をサケに集中させるため、2023 年春をもってベニザケの人工ふ化放流を終了しました。人工ふ化放流は終了しましたが、これまでに取り組まれてきた様々な試みの記録は、後世に残すべき価値のあるものと思います。本稿では、我が国におけるベニザケの人工ふ化放流を振り返り、今まで行ってきた技術開発の概要についてまとめたいと思います(主な出来事については付表 1 を参照)。

なお本稿では以降、降海型ベニザケのことを単純に「ベニザケ」、陸封型もしくは湖沼残留型を「ヒメマス」と記すこととします。



図 1. 成熟したベニザケ親魚(上:雄, 下:雌)(撮影:大本謙一氏)。



図 2. 成熟したヒメマス親魚(上:雄, 下:雌)(撮影:高崎大輔氏)

日本に生息するベニザケ

日本国内に自然分布していた *Oncorhynchus nerka* として、北海道東部の阿寒湖およびチミケツ湖のヒメマスが良く知られています。一方でベニザケについては、迷い込みを除いては自然分布していなかったと思われがちですが、実は北方四島の一つである択捉島には、流域に湖沼を有する河川が数か所存在し、ベニザケの生息が確認されていました。特にそのうちのウルモベツ川では、1893 年からベニザケの人工ふ化放流が試みられ、1915 年には流域のウルモベツ湖の湖畔にふ化場が建設され、本格的な人工ふ化放流事業が行われました。

もし、択捉島において我が国が自由に活動できる状況にあったなら、ウルモベツ湖は日本のベニザケ資源造成の拠点と位置づけられていたことでしょう。なお、ウルモベツふ化場に関しては、本誌 11 号の記事(野川 2017)で詳細に紹介していますので是非ご一読ください。

ヒメマス種卵の供給基地「支笏湖」

後述するとおり、我が国のベニザケ人工ふ化放流の礎となったのは、支笏湖のヒメマスでした。北海道南西部にある支笏湖(図 3)は、北海道において最初にサケの人工ふ化放流事業が行われた石狩川水系千歳川の源であり、ヒメマスが生息することで全国的に有名です。ただし支笏湖のヒメマスは在来種ではなく、1894 年から 1896 年にかけて、阿寒湖から種卵を移植したのが始まりです。

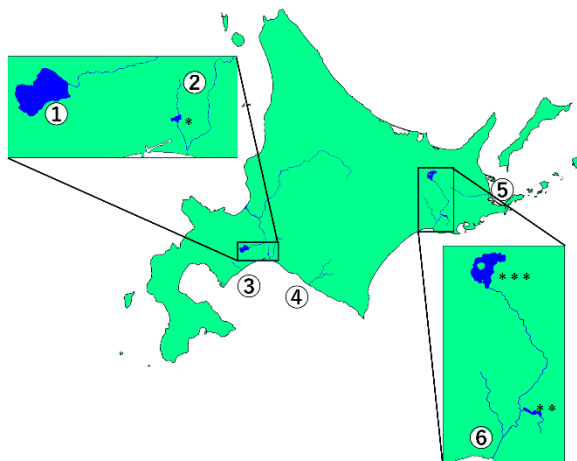


図 3. ベニザケ・ヒメマス人工ふ化放流実施河川および湖沼(①:支笏湖, ②:安平川(*:ウトナイ湖), ③:敷生川, ④:静内川, ⑤:西別川, ⑥:釧路川(*:塘路湖, **:屈斜路湖))

その後、1898 年には 1,752 尾の親魚が放流場所に回帰したことから、本格的に人工ふ化放流事業が行われるようになりました（小林ら 2005）。事業は軌道に乗り、採卵数も順調に増えたことから、近隣の洞爺湖や青森県の十和田湖、栃木県の中禅寺湖など、全国各地の湖沼に支笏湖から種卵が分与されるようになりました（徳井 1964, 小林ら 2005, 帰山ら 2005）。1922 年には過去最高の 55 千尾が親魚として回帰しますが、それ以降は過密が原因と考えられる極端な雄への性比の偏りや卵巣の異常が見られ、1925 年には十分な採卵ができなくなり、個体数が激減しました（帰山 1991）。そのため、1925 年から 1940 年にかけて、あらためてウルモベツ湖産のベニザケを主な起源とする種卵が支笏湖に移殖されました。それ以降、支笏湖のヒメマス資源量は大きく変動しながらも絶滅することなく推移し、1960 年代から 1970 年代にかけては比較的高い水準で維持されていました。しかし、1970 年代半ば頃に発生したミズカビ病の影響で資源量は再び激減しました。これらの要因が、支笏湖の収容力に見合わない放流過多にあると考えられたため、1990 年代以降は 10～20 万尾の範囲で放流数が維持されており、資源量も以前と比べると少ないものの、安定して推移しています（図 4）。

また、支笏湖では例年 6 月から 7 月にかけて、湖の水温が 10～15℃ になる時期に、支笏湖から千歳川への流出口を通過して降下行動を示す個体（以降「降下型ヒメマス」とします）が見られることが知られています（大東ら 1948, 徳井 1970, 帰山 1991）。この存在は、千歳川に発電用のダムが建設された後、発電所のタービンの排水口から傷ついたヒメマスが出て来たことをきっかけに知られるようになったようです（帰山ら 2005）。その後流出口付近に流下防止の網が設置されるようになり、現在でも続けられています。「降下型ヒメマス」の外部形態は顕著なスモルト化を呈すること

や降下時期がウルモベツ湖のそれと一致することから、支笏湖のヒメマスがウルモベツ湖起源であることが改めて確認されたと考えられました（帰山 1991）。しかし、後に行われた日本におけるベニザケおよびヒメマスの遺伝的変異性を調べた研究では、意外にも支笏湖のヒメマスと択捉島のベニザケとの間に類縁性が見られませんでした（Winans and Urawa 2000）。日本国内では過去に湖沼間でヒメマスの移殖放流が頻繁に行われてきたため、国内の主要産地間で遺伝的な差異が見られない状態になっています（山本 2015）。現在の支笏湖のヒメマスも遺伝分析ではその起源は解っていません。

なお、支笏湖のヒメマス人工ふ化放流事業は長い間、国の直轄事業として営まれてきましたが、1998 年には千歳市に移管され、2008 年からは支笏湖漁業協同組合によって実施されています。

「ヒメマス」を「ベニザケ」に～新たな国産ベニザケ作出の試み～

第二次世界大戦の終了後、ベニザケが自然分布していた択捉島は他国の実効支配下に置かれてしまったため、日本国内でベニザケの種卵を確保することはできなくなりました。そんな中、過去にカナダで行われた、ヒメマスの幼魚を降海させてベニザケの回帰を図る実験の成功例を参考として、支笏湖のヒメマスを元に、新たに国産ベニザケを作出する試みがなされました。

まず 1960 年に、支笏湖で採卵されたヒメマス卵 300 千粒を、北海道東部の西別川（図 3）の最上流域にある北海道さけ・ますふ化場虹別事業場（現：水産研究・教育機構虹別さけます事業所）に移殖し、そこで生産したヒメマス幼魚 78 千尾を翌年 1961 年の 8 月に西別川へ試験放流しました。その後、1965 年の秋に西別川で 6 尾、その周辺の沿岸で 14 尾のベニザケが採捕され、これら

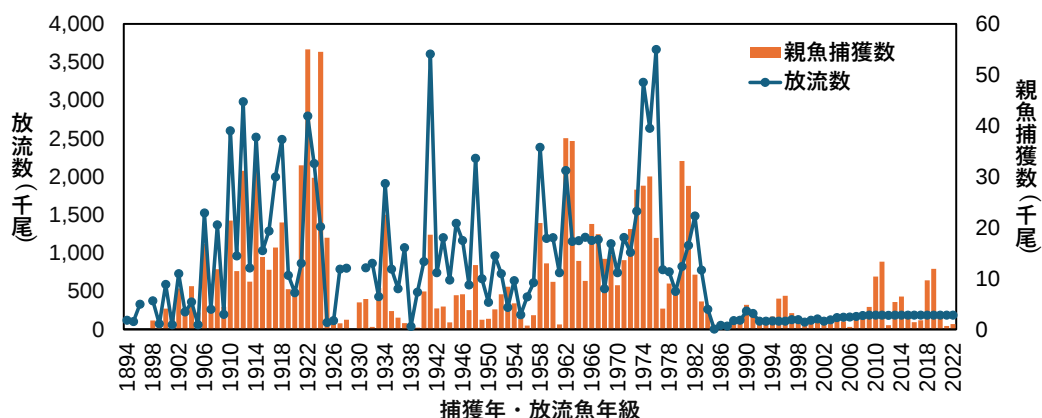


図 4. 支笏湖におけるヒメマスの放流数と親魚捕獲数の推移（データ出典：北海道さけ・ますふ化放流百年史編さん委員会（1988）、徳井（1964）、黒萩（1968）、秋庭（1993）、水産庁北海道さけ・ますふ化場事業成績書、千歳市資料）

は放流したヒメマス幼魚がベニザケとなって回帰したものと推察されました(足田 1967)。これを受け、同年秋に支笏湖からヒメマス卵を再び移植し、本格的なベニザケ生産の口火が切られました。さらに 1967 年からは「ベニザケ生産事業」と銘打たれたプロジェクトとして取り組まれることになり、同年には 1,135 千粒のヒメマス卵を支笏湖から移植し、それから 945 千尾の稚幼魚を生産し、西別川に放流しました。ベニザケはふ化した後 1-3 年を湖沼で過ごした後スモルト化(海洋生活に適應する状態へ変化すること)して降海することを踏まえ、この事業では湖沼生活期の代わりに 1 年間人工管理下で飼育し、天然の降海幼魚に相当する大きさまで育ててから放流する、という手法を採用しました(北海道さけ・ますふ化場根室支場 1971)。

1967 年級の魚が 4 年魚で回帰した 1971 年には、西別川で 2,609 尾ものベニザケが捕獲され、プロジェクトに明るい展望が開けたかに思いましたが、親魚の蓄養中に魚病(せつそう病)が発生したことで、雌親魚の 8 割が斃死してしまい、得られた種卵は 171 千粒に留まりました。また西別川ではこの年、後述するウィルス性疾病の発生によって放流予定の稚幼魚も大量に減耗しました。軌道に乗るかと思われた西別川でのプロジェクトはこのように出鼻を挫かれる形となってしまい、親魚蓄養や幼魚飼育の未熟さも災いして、以降 1980 年代に入るまで回帰数が 100 尾に満たない低迷期が続きました(図 5)。

米国アラスカ州からのベニザケ卵移入と疾病の発生

1968 年から 5 ヶ年間、支笏湖のヒメマス卵に加え、米国アラスカ州産のベニザケ発眼卵が、民間団体の協力によって虹別事業場に導入されました(浦和 1991)。しかし 1971 年、飼育管理中の 1970 年級群からウィルス性疾病と思われる魚病が発生し、飼育魚の 8 割程度が斃死しました。同様の魚病は同時期に同じくアラスカ卵を移入した北海道立水産孵化場森支場でも発生したことから、病原体はアラスカから持ち込まれたものと判断されました。虹別事業場では翌年にも飼育管理中の 1971 年級から同様の魚病が発生し、感染した支笏湖産ヒメマス由来の稚魚や、西別川へ回帰したベニザケ由来の稚魚は全滅、アラスカ産も 7 割弱が斃死する結果となりました。当時は魚類のウィルス性疾病に関する知見が少なく、診断技術も不十分ではありましたが、北海道内の研究機関が協力して原因の究明と対策の研究を行った結果、「伝染性造血器壊死症(IHN)」であることが明らかとなりました(木村 1975, 小林ら 2005)。この件を期に、

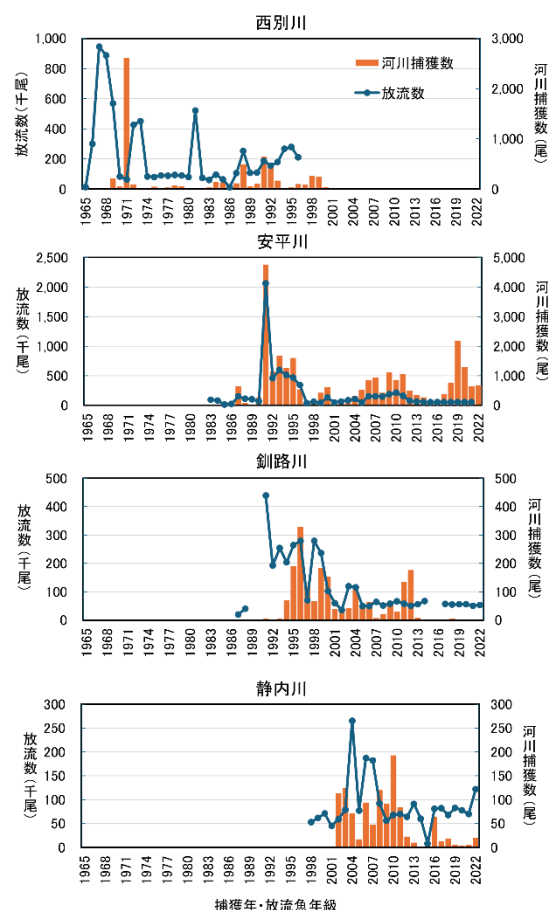


図 5. ベニザケ人工ふ化放流実施河川におけるベニザケ放流量(年級毎)および河川での親魚捕獲数の推移(データ出典:北海道さけ・ますふ化場事業成績書, さけ・ます資源管理センター業務報告書, 北海道さけ・ます増殖事業協会さけ・ます増殖事業成績書)

ふ化放流の現場では施設や機器の消毒、発眼卵のヨード剤消毒等の防疫対策が強化されるようになりました。

支笏湖の「降下型ヒメマス」をベニザケとして回帰させる試み

1977 年から 1980 年にかけて、前出した支笏湖の「降下型ヒメマス」を河川に放流し、ベニザケとして回帰させる試験が行われました。試験放流する河川は、降海時期の沿岸水温が低い太平洋側の河川が良いとの判断から、北海道白老町の敷生川が選ばれました(図 3)。1979 年には 14 千尾の降下型ヒメマスが放流され、その 2 年後には周辺の沿岸で 196 尾、敷生川で 23 尾のベニザケが採捕され、降下型ヒメマスがベニザケとなって回帰することが確認されました(帰山ら 2005)。このことは、これまで放流実績の無かった北海道太平洋側の地域におけるベニザケ増殖の可能性を示唆する結果にもなりました。

新資源造成事業～本格的なスモルト放流と放流河川の拡大～

1984 年から、ニーズの高い高品質な魚種の資源造成を図ることを目指し、サクラマスおよびベニザケを対象に、スモルト放流による資源造成を目指した「新資源造成事業」がスタートしました。先行して西別川で取り組まれてきた「ベニザケ生産事業」はこの事業に継承されるとともに、前出の敷生川での放流試験結果を踏まえ、敷生川と同じ地域に位置する苫小牧市の安平川（図 3）において、新たにベニザケのスモルト放流が開始されました。安平川を選出した理由の一つとして、ベニザケの生活史にとって重要な環境である「湖沼」が流域に存在するという点もありました。しかしこの湖（ウトナイ湖）は水深が浅く夏場は水温が上昇するため、天然のベニザケのように湖内でベニザケ稚魚が越冬するのは無理と判断し、スモルト放流が実施されることとなりました（鈴木 1990）。最初に安平川に放流された 1983 年級のスモルトは、西別川と同様に支笏湖産ヒメマス卵を元とし、翌年の 1984 年級は十和田湖産、翌々年の 1985 年級は中禅寺湖産のヒメマス卵が用いられました。これらの年級の回帰年に当たる 1986～1989 年の 4 か年ではそれぞれ 104, 640, 80, 24 尾のベニザケ親魚が安平川に回帰し、それらから採卵した種卵を元に次のスモルト生産が行われました。そして 1987 年級が 4 年魚で回帰する 1991 年には過去最高となる 4,763 尾のベニザケが安平川に回帰しました。安平川への回帰数はその後も比較的好調に推移し、ベニザケ種卵の安定確保に貢献しました（図 5）。

一方西別川では、幼魚のスモルト化率を高める飼育手法の導入などに取り組んだ結果、1988 年には 490 尾、1991, 1992 年にはそれぞれ 652 尾、520 尾と、多くの親魚が回帰した年もありました（図 5）。しかしながら、1997 年の北海道さけ・ますふ化場の組織改編に伴い、1960 年の試験放流開始から 37 年間続いた西別川での放流事業は終了しました。

また、北海道東部の釧路川では 1991 年級から、西部の静内川では 1998 年級からベニザケのスモルト放流が継続的に実施されましたが（図 3）、両河川とも回帰数が大きく伸びることはありませんでした（図 5）。

湖沼を利用したベニザケ資源造成～釧路川水系での挑戦～

「ベニザケ生産事業」および「新資源造成事業」では、天然のベニザケが湖沼で生活する期間の代わりに人工管理下で飼育し、スモルト化させてから放流するという手法を用いていましたが、この方

法は一年間の人工管理にかかるコストが大きいことが欠点でした。もしこの期間を天然の湖沼で過ごさせることができれば、よりベニザケの生態に則した形で、しかもコストのかからない方法となると言えます。このため、湖沼を利用したベニザケ増殖手法が検討されました。場所として、釧路川下流の湿原部に位置する塘路湖（図 3）が選ばれました。塘路湖は面積 6.37 km²、最大水深 7 m の小さな湖です。

塘路湖へのベニザケ幼魚放流は 2 ヶ年実施されました。1988 年 11 月に 1987 年級の幼魚 20 千尾を、翌 1989 年 11 月に 1988 年級の幼魚 40 千尾を輸送して放流しました（Kaeriyama et al. 1992）。そして 1990 年および 1991 年に合計 18 尾のベニザケ親魚が、釧路川下流域および塘路湖内で捕獲され、湖沼を利用したベニザケ増殖の可能性が示されました。その一方、放流後の湖内調査では、高水温によって成長が阻害されながらも、多くの個体が湖内に留まって越冬することがわかりました（Kaeriyama et al. 1992）。夏場に高温となる塘路湖では、多くの個体が夏になる前に海洋へと移動すると予測していましたが、結果はそれと逆になりました。多くの個体がベニザケにならず湖内に残留するという事は、ベニザケ資源造成という観点からは効率が良いとは言えないため、塘路湖での試みはこれで終了しました。

塘路湖での試みは僅かの期間で終わりましたが、同じ釧路川水系には、日本最大のカルデラ湖である屈斜路湖が存在します（図 3）。屈斜路湖は釧路川の源流部に位置し、その規模は面積約 79 km²、と大きく、最大水深も約 120 m あり越冬するための条件も良く、源流から河口に至るまでダム等の工作物が存在しない釧路川的环境と合わせ、ベニザケ増殖に適した条件が揃っていると言えます。しかし残念なことに、屈斜路湖は地震や温泉開発が要因（諸説あり）と考えられる酸性化によって、長い間サケ科魚類の生息には適さない状態にあったため、増殖のフィールドに用いられることもありませんでした。そんな屈斜路湖の水質も、1980 年代から次第に中性化し始め（田中 2004）、1990 年代にはサクラマスやアメマスなどのサケ科魚類の生息も確認されるようになりました（弟子屈町 web サイト）。これを受け、いよいよ屈斜路湖を利用したベニザケ増殖に取り組むことになりました。

1995 年から 2000 年までの 6 年間、屈斜路湖に流入する小河川にベニザケの稚魚を放流しました。毎年の放流数はその年のベニザケ種卵の確保状況に左右されるため一定ではなく、10～140 千尾の間で変動しました（伴・鈴木 2003）。その後、1998 年から 2002 年にかけて屈斜路湖内と釧路川の一部で調査を実施しました。放流した稚魚が湖内でスモルト化し降下しているかを確認するため、釧

路川流出部付近および釧路川の河川内でスマルトの採捕を試みました。その結果、2000 年に 2 尾のスマルト幼魚が採捕され、湖内でスマルト化する個体が存在することが証明されました（伴・鈴木 2003）。また、ベニザケとなって屈斜路湖まで回帰する親魚がいるかどうかを確認するため、秋季に釧路川流出部付近に刺網を仕掛けたところ、2000 年に 4 尾のベニザケ親魚を確認することができました。その一方、2001 年の秋には、稚魚を放流した河川に多数の成熟したヒメマスが溯上しているのが確認されました。このことから、放流された稚魚の多くは屈斜路湖内に残留しヒメマスとなった可能性が高いと考えられました（伴・鈴木 2003）。期待された屈斜路湖での取り組みでしたが、結果としては塘路湖と同様、ベニザケ資源造成という観点からは効率が良いとは言えず、事業化に至ることなく試験を終了しました。

その後、屈斜路湖にベニザケやヒメマスが放流された記録はありませんが（弟子屈町 web サイト）、屈斜路湖では現在も自然再生産で定着したと考えられるヒメマスの姿が見られ、遊漁の対象として地域振興にも役立っています。また、2000 年以降にも、降海してベニザケとなり回帰した個体が確認されています（春日井ら 2014）。2022 年には、起源は不明ながら釧路川水系において群れをなすベニザケについての報道もありました（朝日新聞デジタル 2022）。

コスト低減を図るための技術開発～0+スマルト放流～

2000 年代以降には、コスト削減を図るため、スマルト化するまでの飼育期間を短縮する技術開発が試みられました。具体的には、水温の高い飼育用水を用いて成長を早め、ふ化した年の春にスマルト化させる方法や、日照時間の人為的なコントロールによってふ化した年の秋にスマルト化させる方法によって、通常一年以上かかるスマルト化までの期間を大幅に短縮することに成功しました（さけ・ます資源管理センター 2001, 伴ら 2002）。これらの方法で生産したスマルト（0+スマルト）の回帰効果を確認するための試験放流が 3 つの河川で行われましたが、通常のスマルト放流に比べ回帰率は極めて低く、やはり事業化には至りませんでした。

おわりに

ヒメマスから新たな国産ベニザケを作出する技術の開発は一定の成果を上げたと言えます。しかし、スマルトの育成にかかるコスト等がネックとなり、資源造成を目的とした本格的な人工ふ化放

流事業へと発展することはありませんでした。ベニザケの生産は中止となりましたが、ヒメマスからベニザケを作出する技術は確立していますので、将来的にベニザケ資源が必要となったときに再びその技術を活かせるよう、後世へ引き継ぐことが必要です。また、そのときに必要となるヒメマスの個体群が、支笏湖や屈斜路湖を始めとした全国の湖沼において維持されることも重要です。

引用文献

- 秋庭鉄之. 1993. 千歳と姫鱒. 千歳ヒメマス記念事業実行委員会, 千歳市. 121pp.
- 朝日新聞デジタル. 2022. 大量に溯上したベニザケ 釧路水系に 50 匹の群れ いったいなぜ. URL: <https://www.asahi.com/articles/ASQ9Z4VXFQ9NIPE01P.html>, (参照 2024-10-22).
- 伴 真俊・伊藤二美男・清水 勝. 2002. ベニザケ 0 年魚秋スマルト放流の試み. さけ・ます資源管理センター技術情報, 168: 29-32.
- 伴 真俊・鈴木俊哉. 2003. 屈斜路湖におけるベニザケの人工増殖. さけ・ます資源管理センター技術情報, 169: 13-23.
- 疋田豊彦. 1967. 西別川に溯上した降海型ベニザケ及び湖沼産大形ヒメマスの数例. さけ・ますふ研報, 21: 71-76.
- 北海道さけ・ますふ化場根室支. 1971. ベニザケを創り出すーベニザケ生産事業による放流と回帰の成績についてー. 魚と卵, 137: 1-9.
- 北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会. 1988. 北海道鮭鱒ふ化放流事業百年史 統計編. 北海道さけ・ますふ化放流百年記念事業協賛会, 札幌. 432pp.
- 帰山雅秀. 1991. 支笏湖に生息する湖沼型ベニザケの個体群動態. さけ・ますふ研報, 45: 1-24.
- Kaeriyama, M., Urawa, S. and Suzuki, T. 1992. Anadromous Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) Derived from Nonanadromous Kokanee: Life History in Lake Toro. Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery, 46: 157-174.
- 帰山雅秀・眞山 紘・加藤禎一・小林哲夫・河村 博. 2005. 我が国におけるヒメマスの増養殖. 湖沼環境の基盤情報整備事業報告書ー豊かな自然環境を次世代に引き継ぐためにー支笏湖. 社団法人日本水産資源保護協会, 東京. pp.123-155.
- 春日井 潔・隼野寛史・眞野修一・渡辺智治・吉川 朋子・斎藤真美・脇元理恵. 2014. 耳石微量元素から推定した屈斜路湖に生息する湖沼型ベニザケの降海遡上履歴 (短報). 北水試研報, 86: 145-149.
- 木村喬久. 1975. 魚類, 甲殻類の病原微生物(2)ウイルス. 水産学シリーズ 10 海洋の生態系と微生物 (日本水産学会編). 恒星社厚生閣, 東京.

- pp.97-111.
- 小林哲夫・河村 博・吉水 守・栗倉輝彦・野村哲一. 2005. 北海道内のヒメマスの移殖. 湖沼環境の基盤情報整備事業報告書—豊かな自然環境を次世代に引き継ぐために—支笏湖. 社団法人日本水産資源保護協会, 東京. pp.69-119.
- 黒萩 尚. 1968. 支笏湖のヒメマスに関する未発表の記録. さけ・ますふ研報, 22: 73-92.
- 野川秀樹. 2017. さけます人工孵化放流に関する古文書の紹介(3)択捉島ウルモベツ紅鱒孵化場. SALMON 情報, 11: 42-46.
- 大東信一・久保達郎・大久保正一. 1948. 支笏湖に於けるヒメマスの生態(予報). 水産孵化場試験報告, 3 (1): 29-32.
- さけ・ます資源管理センター. 2001. 降海型ベにぎけの作出技術の開発. 平成 12 年度さけ・ます資源管理センター業務報告書, 79-82.
- 鈴木俊哉. 1990. ベニザケのビッグ・ランを夢みて. さけ・ますふ化場だより, 6: 4.
- 鈴木俊哉. 2001. サケ科魚類のプロファイル-1 ベニザケ. さけ・ます資源管理センターニュース, 7: 12-13.
- 田中 敦. 2004. 屈斜路湖が自然に中性化した原因を探るには. 国立環境研究所ニュース, 23(4): 6-7.
- 弟子屈町 web サイト. 弟子屈町による放流と採捕実績 (平成 29 年度末現在). URL: <https://www.town.teshikaga.hokkaido.jp/kurashi/soshikiichiran/kankyoseikatsuka/3/898.html>, (参照 2024-10-22).
- 徳井利信. 1964. ヒメマスの研究 (V) 日本におけるヒメマスの移殖. さけ・ますふ研報, 18: 73-90.
- 徳井利信. 1970. ヒメマスの研究 (VI) 1962 年に支笏湖から降下移動したヒメマスについて. さけ・ますふ研報, 24: 1-8.
- 浦和茂彦. 1991. 西別川におけるベニザケ増殖. 魚と卵, 160: 3-10.
- Winans, G. A. and S. Urawa. 2000. Allozyme variability of *Oncorhynchus nerka* in Japan. Ichthyol. Res., 47(4): 343-352.
- 山本祥一郎. 2015. ヒメマス—複雑な移殖の歴史をもつ水産重要種. 魚類学雑誌, 62(2): 195-198.

付表 1. ベニザケ人工ふ化放流に関する主な出来事.

年度	主な出来事
1893 (M26)	・ 択捉島ウルモベツ湖でベニザケの人工ふ化放流が試みられる
1894 (M27)	・ 阿寒湖からヒメマス卵を支笏湖に移殖
1916 (T06)	・ 択捉島ウルモベツ湖にベニザケふ化場設置
1922 (T11)	・ 支笏湖で55千尾のヒメマス親魚を捕獲
1925 (T14)	・ 支笏湖のヒメマス個体群崩壊で採卵数が激減 ・ ウルモベツ湖産ベニザケの種卵を支笏湖に移殖 (1940年まで実施)
1960 (S35)	・ 支笏湖産ヒメマス発眼卵を虹別事業場に移殖
1961 (S36)	・ 移殖卵から生産した稚魚78千尾を西別川に放流
1965 (S40)	・ 西別川で6尾, 周辺の沿岸で14尾のベニザケを確認 ・ 新たに支笏湖産ヒメマス受精卵を虹別事業場に移殖
1967 (S42)	・ 西別川で「ベニザケ生産事業」開始
1968 (S43)	・ アラスカ産ベニザケ発眼卵を虹別事業場に移殖 (1972年まで実施)
1969 (S44)	・ 西別川でベニザケ親魚223尾を捕獲, 27千粒を採卵
1971 (S46)	・ 飼育中の1970年級 (アラスカ産, 支笏湖産, 西別川産) 幼魚にウィルス性疾病と見られる魚病が発生, 飼育魚の8割程度が斃死 ・ 西別川でベニザケ親魚2,609尾を捕獲するも蓄養中にせつそう病が発生し, 雌親魚の8割が斃死
1972 (S47)	・ 飼育中の1971年級 (アラスカ産, 支笏湖産, 西別川産) 幼魚にウィルス性疾病 (IHNと診断) が発生, 支笏湖産および西別川産は全滅, アラスカ産も6割強が斃死
1973 (S48)	・ 西別川での親魚捕獲数ゼロ
1974 (S49)	・ 支笏湖でヒメマスのミズカビ病が発生
1975 (S50)	・ 支笏湖ヒメマスの全面禁漁措置
1977 (S52)	・ 支笏湖で採捕した降下型ヒメマスを敷生川へ試験放流 (1980年まで実施)
1979 (S54)	・ 再び支笏湖ヒメマスの全面禁漁措置 (1981年まで継続)
1981 (S56)	・ 敷生川に放流した降下型ヒメマスの回帰を確認, 太平洋側におけるベニザケ作出の可能性が示唆される
1984 (S59)	・ 「新資源造成事業」開始, 安平川でのスモルト放流を開始
1988 (S63)	・ 釧路川水系塘路湖にベニザケ幼魚を試験放流 (1989年まで継続)
1990 (H01)	・ 塘路湖に試験放流したベニザケの回帰を確認 (Kaeriyama et al. 1992)
1991 (H03)	・ 安平川でベニザケ親魚4,763尾を捕獲
1992 (H04)	・ 釧路川でベニザケスモルト放流を開始
1995 (H07)	・ 屈斜路湖でベニザケ稚魚放流試験を開始 (2000年まで継続)
1997 (H09)	・ 1998年春に, 西別川にスモルト211千尾を放流し, 西別川におけるベニザケの人工ふ化放流を終了
1998 (H10)	・ 支笏湖のヒメマス人工ふ化放流事業を千歳市に移管
1999 (H11)	・ 静内川でベニザケスモルト放流を開始
2000 (H12)	・ 屈斜路湖内で海から溯上したベニザケ親魚を採捕 (伴・鈴木 2003) ・ 静内川・釧路川でベニザケ0+スモルト試験放流を開始
2006 (H18)	・ 安平川でベニザケ0+スモルト試験放流を開始
2008 (H20)	・ 支笏湖のヒメマス人工ふ化放流事業を千歳市から支笏湖漁業協同組合に移管
2009 (H21)	・ 屈斜路湖内で海から溯上したベニザケ親魚を採捕 (春日井ら 2014)
2015 (H27)	・ 静内川でベニザケ秋幼魚放流を開始
2017 (H29)	・ 釧路川でベニザケ春稚魚放流を開始
2022 (R04)	・ 2023年春に, 安平川にスモルト50千尾, 釧路川に稚魚53千尾, 静内川に稚魚122千尾を放流し, ベニザケの人工ふ化放流を終了

会議報告

さけます関係研究開発推進会議

さとう しゅんぺい はせがわ こう
佐藤 俊平・長谷川 功（水産資源研究所さけます部門 資源生態部）

はじめに

令和 6 年 8 月 8 日に札幌市内会議場にて「令和 6 年度さけます関係研究開発推進会議」（以下、推進会議）を開催し、9 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 10 機関 32 名の参加がありました。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。当機構の養松理事より、主催者の挨拶があった後、議事に入りました。

さけますを巡る情勢

最初に、当機構から令和 5 年の日本におけるさけますの漁業生産量ならびに来遊数、各種国際会議の実施状況、また現在実施されている調査研究活動の紹介を行いました。

2023 年（令和 5 年）漁期におけるサケ資源状況

引き続き当機構から、サケの資源状況ならびに漁期の特徴について説明を行いました。日本の 4 地域におけるサケの来遊数（図 1）は、近年いずれも減少・低迷が続いていますが、2023 年は全ての地域で前年と比較して来遊数が減少しました。その程度は地域により異なり、北海道では日本海地域の日本海区と太平洋地域のえりも以西海区で、本州では太平洋地域で特に大きな減少幅を示しました。さらに、2023 年に主群となる 2019 年級の回帰を見ると、前年 3 年魚の回帰数と比べ 4 年魚の回帰数は少なく、あまり振るわないという結果となりました。

次に、来遊数の減少をもたらした要因について、昨年特に来遊数の減少幅が大きかった北海道えりも以西海区と本州太平洋を例に、主群となる 2019 年級が降海した 2020 年春の海洋環境や捕食者分

年別地域別のサケ年齢別来遊数

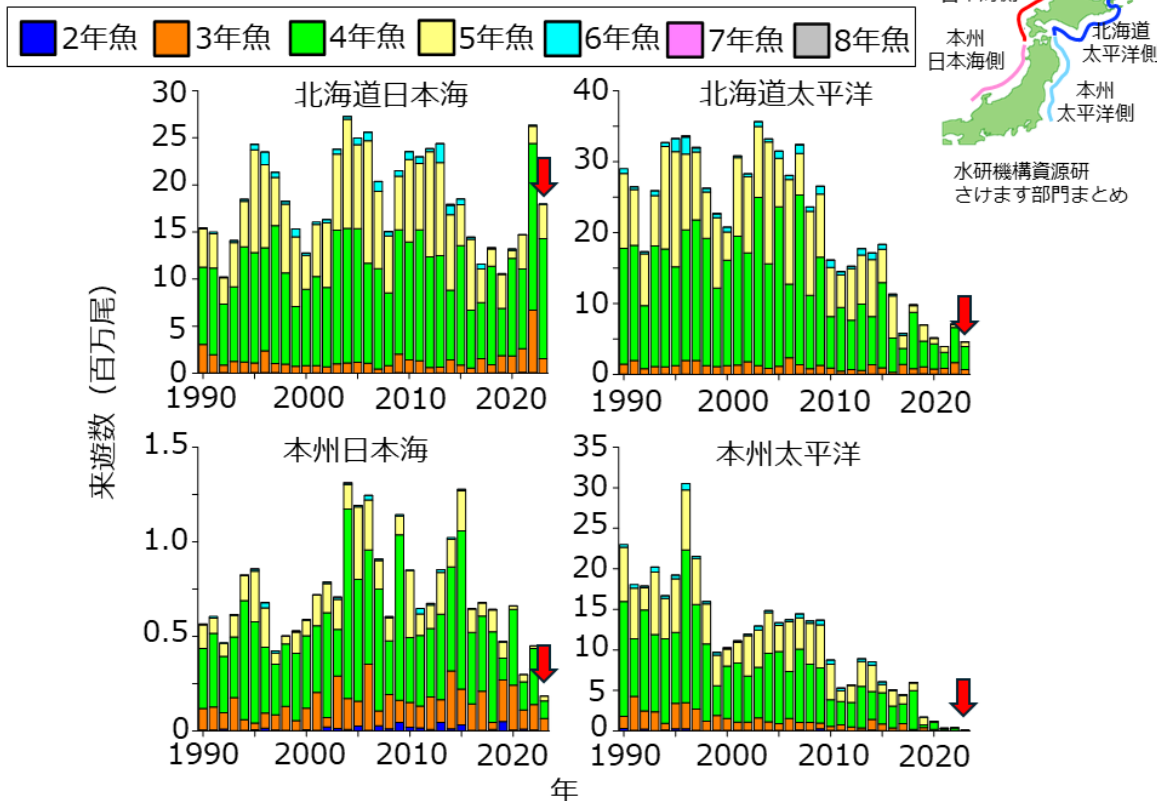


図 1. 年別地域別年齢別サケ来遊数の推移

布等に着目して検討した結果を紹介しました。さらに、4 年魚として回帰した 2019 年級の来遊数が前年（3 年魚）の来遊数と比較し予想よりも低迷した理由の検討結果についても報告しました。

その後の質疑応答では、サケの回帰年齢の若齢化や体サイズの小型化、沖合域の状況も加味した減耗プロセスの解明の必要性について意見が出され、それに対しベーリング海における沖合調査の継続実施や NPAFC 等の国際会議の場における情報収集の重要性等について、意見交換が行われました。

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が実施する令和 6 年度さけます関連研究開発課題計 48 件について、担当する各研究機関よりその実施概要ならびに次年度の計画概要が紹介されました。これら各課題のうち、サケを対象とした高水温環境に対応した種苗生産技術の検討（岩手県）について、質疑応答が行われました。

サクラマス分科会

本分科会は、推進会議の下に設置された専門の会議で、サクラマス資源に関する議論を行っています。今年度も例年通り、推進会議前日の 8 月 7 日午後にはハイブリッド形式で開催され、道県の試験研究機関や当機構など合計 13 機関から 37 名の参加がありました。

会議では、特別講演として、二村凌博士（ライプニッツ淡水生態学・内水面漁業研究所/水産技術研究所/学振 PD）から「サクラマスにおける回遊前のサイズ依存成長戦略」と題して、サクラマスの降海性に関する自身の研究成果を紹介頂きました（例えば、Futamura et al., 2022）。基礎生態学に軸足を置いた一連の研究は、サクラマス資源の保全や管理を考えるにあたっても大いに参考になる内容でした。その他、秋田県水産振興センターより、河川内での親魚越夏場所に関する調査、青森県産業技術センター内水面研究所より、沿岸部での幼魚の食性に関する調査、富山県農林水産総合技術センター水産研究所より、昨年度実施した産卵床調査、資源研さけます部門より採卵用親魚の畜養中における生残率に関する調査の報告がそれぞれ行われました。そして最後に、座長である長谷川から、今後の研究の方向性としてサクラマスだけでなく他のさけますも比較対象とすることで、各魚種の豊漁・不漁要因の抽出につながるのでは

というアイデアが示されました。

本分科会は、情報交換の場としてだけでなく、人脈を形成するためにも活用されています。特に今年度は初参加の若手職員が目立ちました。本分科会としても、これまで蓄積してきたノウハウを彼らに伝承し、さらには彼らが活躍できる環境を整える努力をすることが、サクラマス研究の発展につながると考えます。

研究開発ニーズへの対応

令和 6 年度は、本推進会議に対する新たな研究開発ニーズとして岩手県水産技術センターから「種卵の確保及び稚魚の放流手法に係る道県横断的な技術開発」が、新潟県水産海洋研究所から「稚魚降河後の沿岸環境調査」および「本州日本海側由来のサケ回遊経路調査」への取り組みが提起され、それぞれのニーズについて、当機構より具体的な対応方針を示させて頂きました。

おわりに

2023 年漁期は、前年と比較し全ての地域でサケ来遊数が減少するという大変厳しい状況となりました。また、減少の程度も地域によって異なり、特に本州地域では資源減少に歯止めがかからず、危機的な状況が続いています。更にサケの回帰年齢の若齢化や小型化といった現象も指摘されるようになってきました。これらを引き起こす要因の一つとして考えられるのは、やはり地球温暖化に伴う海洋環境の変化だと思われます。我々は海洋環境そのものをコントロールすることはできませんが、どのような変化がサケの資源変動を引き起こす要因となりうるのかについて少しでも明らかにできれば、それに対する対応策を検討することも可能となります。そのためにも、引き続きこのような場における試験研究機関同士の情報や成果の共有、意見交換を継続しながら、少しでもサケ資源の回復に向けた試験研究や技術開発を進めていきたいと考えています。

引用文献

Futamura, R., Morita, K., Kanno, Y., Kumikawa, S., Matsuoka, Y., Okuda, A., Sugiyama, H., Takahashi, H., Uchida, J. and Kishida, O. 2022. Size-dependent growth tactics of a partially migratory fish before migration. *Oecologia*, 198(2): 371-379 (doi.org/10.1007/s00442-022-05111-0).

会議報告

さけます報告会

たかはし まさや
高橋 昌也（水産資源研究所さけます部門 資源増殖部）

はじめに

「さけます報告会」は、さけます類のふ化放流を科学的かつ効果的に推進し、ふ化放流技術等の普及や改善を促すことを目的として、年一回開催しています。今回は、さけますふ化放流事業に関係する行政機関、試験研究機関、増殖団体、漁業者、当機構内関係部署等 325 名（会場参加 151 名、Web 参加 174 名）の参加の下、2024 年 8 月 8 日に札幌市を会場として開催しました。主催者である水産資源研究所さけます部門（以下、さけます部門）石塚部門長の挨拶に続き、来賓を代表して水産庁増殖推進部栽培増殖課の柿沼課長からご挨拶をいただいた後、5 つの課題について報告を行いました。

1. 2023 年（令和 5 年）漁期におけるサケ資源状況について

さけます部門資源生態部の佐藤部長から、同日午前に開催された「さけます関係研究開発推進会議」における昨年漁期のサケ資源状況にかかる議論の概要が報告されました。詳細については、本誌「さけます関係研究開発推進会議」の項を参照下さい。

2. 北太平洋におけるさけ・ます資源状況と過去の夏季ベーリング海におけるさけ・ます調査結果の概要

さけます部門資源生態部増殖グループの斎藤グループ長から、北太平洋における 2023 年のさけます類の商業漁獲量は 109.6 万トン（7.3 億尾）で、重量としては過去 3 番目、尾数では過去最高であったこと、その一方で地域別にみると漁獲が好調なのはロシア極東北部やアラスカ州といった北方地域に限られており、それより南の地域では漁獲量の減少や低位横ばいの傾向が顕著となっていること等が報告されました。

また、夏季ベーリング海調査については、2023 年度は調査が中止となったこと、2007～2022 年の調査結果から、毎回最も多く採捕される魚種はサケであり、年齢は 2 年魚が最も多く、高齢になるにつれ採集数が少なくなること、サケ 2 年魚の分布密度が高い年には 1 尾あたりの体重が軽くなったり、肥満度が低くなる傾向が認められること、

調査海域の水温（50m 以深の躍層下）は 2014 年以降高水温状態が続いていること、サケの系群組成はロシア系に次いで日本系が多いこと、日本系の割合は 2015 年に減少したがその後は回復していること等が報告されました。



写真 1. 全景



写真 2. 主催者挨拶 さけます部門 石塚部門長



写真 3. 来賓挨拶 水産庁栽培増殖課 柿沼課長

3. 今年の秋サケ来遊見通しについて(北海道)

北海道立総合研究機構さけます・内水面水産試験場さけます資源部の藤原部長から、2023 年の全道への秋サケ来遊数は 2,257 万尾であり前年(2022 年)の 67%にとどまったこと、年齢別に見ると 4 年魚(2019 年生まれ)が 1,562 万尾と 5 カ年平均(2011-2015 年生まれ)の 78%にとどまったこと、5 年魚(2018 年生まれ)は 481 万尾で前年の 2 倍となったものの、5 カ年平均の 33%にとどまったこと、3 年魚(2020 年生まれ)は 208 万尾で 5 カ年平均を若干上回ったこと等が報告されました。

また、2024 年の来遊見通しは、近年の回帰年齢の若齢化傾向を考慮し、4 年魚が昨年の 6 割程度、5 年魚は昨年と同程度と予測し、全体では 1,703 万尾と、前年の 75%にとどまる見込みであること等が報告されました。

4. 静内さけます事業所における回帰率向上を目指した放流手法の改善に関する取り組み

さけます部門資源増殖部静内さけます事業所の加藤所長から、静内さけます事業所では近年のサケ資源の減少を受け、過去の耳石温度標識魚の回帰結果を元に放流手法の改良に取り組んでいること、2016~2018 年級の回帰結果から、2023 年級については、従来よりも放流時期を早めるとともに放流サイズの大型化を図る形に放流手法を見直したことで、さらに 2024 年級については、最新の情報を加味するとともに、近年の沿岸水温の変動も意識した形で放流手法をアップデートする方針であること、これらの情報を近隣の民間ふ化場とも共有し、連携しながら地域全体の回帰率向上を目指す考えであること等が報告されました。

5. 海洋環境変動下における本州太平洋側のサケ資源生態について

水産研究・教育機構水産技術研究所沿岸生態システム部の佐々木主任研究員から、サケ稚魚の沿岸滞泳期である春季の親潮南限緯度が近年では北偏する傾向にあること、岩手県では春季の親潮南限緯度が北緯 40 度(岩手県普代村周辺)以北の年に放流されたサケの回帰率は顕著に低下すること、親潮南限が北緯 40 度以南に到達した年では降海直後の沿岸での成長速度が高い放流群ほど回帰率が高かったのに対し、到達しなかった年では成長速度が高い放流群でも回帰率が低くなったこと、到達した年としなかった年では稚魚が食べていた生物の種組成が大きく異なっていたこと等が報告されました。また、親潮南限の北偏傾向が強



写真 4. さけます部門 佐藤資源生態部長



写真 5. さけます部門 斎藤増殖グループ長



写真 6. さけます・内水面水産試験場 藤原さけます資源部長



写真 7. さけます部門静内さけます事業所 加藤所長

まった時期を境に、春季にサバ類の成魚がまとまって沿岸に来遊するようになったこと、サバ類によるサケ稚魚の捕食実態を調べた結果、分布が重なる時期にはサケ稚魚を捕食しているサバ類が例外なく見られたが全体に占める割合は高くなかったこと等が報告されました。さらに、岩手県でサケ稚魚の放流が行われていない 2 河川を対象に 2016 年から 2021 年にかけて野生サケの産卵床の数を調査した結果、両河川とも周辺の人工ふ化放流河川の回帰数と同様の年変動パターンを示し、2019 年以降の減少が顕著で、2021 年にはピーク時の数の 6.7%および 2.7%にまで減少していたことが報告されました。

アンケート結果

さけます報告会をより充実させていくため、会場での参加者を対象にアンケート調査を実施しました。「業務に役立つ内容だったか」との問いに対し、「はい」と答えた人が 58%、「まあまあ」と答えた人が 39%、「あまり」と答えた人が 3%で、「いいえ」と答えた方はいらっしゃいませんでした。「今後取り組むべき研究開発課題やさけます報告会への意見・要望」に関しては、「静内さけます事業所以外での取り組み事例や放流方法の紹介」、「ベーリング海や沿岸域におけるモニタリング調査の継続と情報提供」、「高水温でも帰って来るサケの作出に関する研究」等の意見をいただきました。これらについては、今後の研究開発や報告会の運営に役立てたいと思います。



写真 8. 水産技術研究所沿岸生態システム部 佐々木主任 研究員

おわりに

近年、サケ資源が減少傾向にあることはご存知のとおりで、今回のさけます報告会においても、そのことに関連した話題が必然的に多くなりました。そんな中、担当者は、少しでも状況を良くするために日々頭を悩ませています。今回は静内さけます事業所での取り組み事例を紹介しましたが、我々水産機構はもちろん、大学、道県、民間ふ化場、漁業者などにおいてもそれぞれ様々な取り組みがなされているところです。今後とも、関係者が一丸となった取り組みを進めることが重要です。我々は研究開発機関として、有益な情報を見出し、提供していく責務があると痛感しております。なお、今回の発表に関する資料は、当機構のホームページ上で公開しております(<https://www.fra.go.jp/shigen/salmon/sakehou.html#R06>)。詳しい内容についてはそちらを参照下さい。

会議報告

第 31 回北太平洋溯河性魚類委員会(NPAFC)年次会議 科学統計小委員会(CSRS)の概要

さいとう 斎藤 としひこ 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政府間組織です。この条約は、1992 年 2 月 11 日に署名され、1993 年 2 月 16 日に発効しました。現在の締約国は、カナダ、日本、韓国、ロシア及び米国です。NPAFC の主な目的は、北緯 33 度以北の太平洋とその周辺海域の公海 (以下、条約水域) における溯河性魚類の系群の保存を促進することであり、対象種は条約水域を回遊するさけます類 (カラフトマス、サケ、ベニザケ、ギンザケ、マスノスケ、サクラマス及びスチールヘッドトラウトのサケ科サケ属 7 種) です。系群の保存を促進するため、条約水域において (1) さけます類の漁獲禁止 (ただし NPAFC で承認された科学調査による漁獲を除く)、

(2) 可能な限りさけます類の混獲を削減、(3) 他の魚種を漁獲することを目的とした漁船がさけます類を偶然漁獲した場合、これの保有を禁止するといった保護措置が定められています。条約水域に回遊するさけます類のほぼ全ての魚は NPAFC 締約国の水域で生まれたものであり、各締約国には自国のさけます類を漁獲・保存することの第一義的な権利と責任があります。条約水域においてさけます類の漁獲や混獲した魚の保有を禁止することで、当該水域を回遊する魚は締約国の母川まで回帰することが可能になります。その結果、締約国は自国で実施する漁獲管理や資源保護といった措置により得られる利益を享受できるようになります。

NPAFC ではさけます類の資源保存と持続性を促進するため、毎年年次会合を開催して漁業取締や科学調査に関する情報交換や調整などを行っています。科学調査に関する議論は主に科学調査統計小委員会 (Committee on Scientific Research and Statistics; CSRS) で行われており、2024 年の CSRS 会合は日本時間の 5 月 15-17 日にメール会議とウェブ会議を併用して開催されました。ここでは、2024 年の CSRS 会合の概要をご紹介します。

2023 年の漁獲及びふ化放流

2023 年の北太平洋全体における商業漁獲は、重量では約 110 万トン、尾数では約 7 億 2,800 万尾となり、1925 年以降の統計で見ると重量では第 3 位、尾数では第 1 位となる漁獲を記録しました (図 1)。漁獲量が 100 万トンを超えたのは、初めて漁獲量 100 万トン超えを記録した 2007 年以降 7 回目のことです。2023 年はカラフトマスの漁獲量が

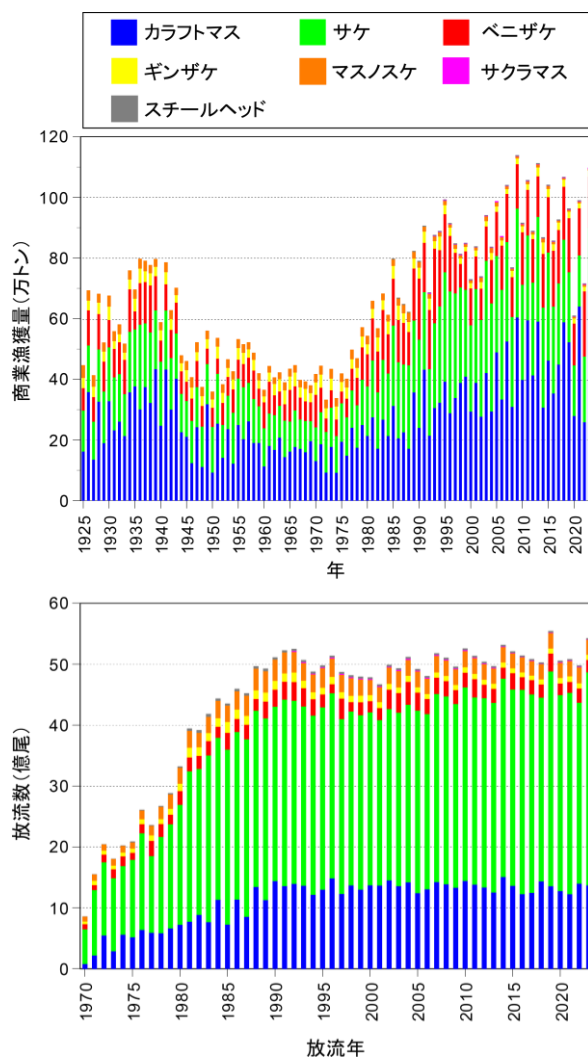


図 1. 北太平洋におけるさけます類の魚種別商業漁獲量 (1925~2023 年、上) と魚種別放流数 (1970~2023 年、下)。データ出典: NPAFC

全体の 63%を占めており、1925 年以降で最高値を記録しました。カラフトマスの次に漁獲量が多いのはサケとベニザケで、それぞれ 2023 年の漁獲量の 19%と 15%を占めました。国別では、ロシアが 60.3 万トン、米国が 42.7 万トン（うち、アラスカ州の漁獲量が 42.2 万トン）、日本が 6.1 万トン、カナダが 5 千トン、そして韓国が 100 トンを漁獲しました。アジア側で漁獲量が多いのはカラフトマスとサケですが、2023 年のアジア側におけるカラフトマス漁獲量は 47.7 万トンとなり、1925 年以降で 2 番目に多い漁獲量を記録しました。しかしながら、日本におけるカラフトマス漁獲量は 900 トン弱に留まり、1925 年以降の統計で最も少なくなりました。一方、アジア側のサケは 2015 年以降減少傾向にあり、2023 年は 13.5 万トンと過去 10 年間の平均値である 18.6 万トンを下回りました。2023 年のサケ漁獲量は 1982 年以降で 2 番目に少なくなっています。国別に近年の傾向をみると、ロシアと韓国では近年の漁獲量のピークを記録した 2015 年を境に、また日本では 2003 年を境に、それぞれ減少傾向が続いています。

2023 年に NPAFC 締約国から放流されたさけます類は 54.3 億尾でした（図 1）。この放流数は過去 2 番目に多い放流数であり、増加の理由は主にロシアからの放流数が増えたためでした。北太平洋における放流数は 1990 年初頭以降、年間およそ 50 億尾で比較的安定しています。国別では米国（21.8 億尾）が最も多く、ロシア（16.4 億尾）、日本（13.7 億尾）、カナダ（2.2 億尾）、韓国（1200 万尾）と続きました。魚種別にみると最も放流数が多いのはサケ（35 億尾、64.5%）で、次いでカラフトマス（13.7 億尾、25.3%）、マスノスケ（2.5 億尾、4.5%）、ベニザケ（2.0 億尾、3.7%）、ギンザケ（8.6 千万尾、1.6%）、スチールヘッドトラウト（1.7 千万尾、1%未満）、そしてサクラマス（7 百万尾、1%未満）の順番でした。アジア側の放流数に着目すると、1981 年以降、放流数は年間 25 億尾を超えており、2019 年には放流数 32 億尾のピークを迎えました。2023 年は 30 億尾が放流され、サケとカラフトマスの放流数がそれぞれ 87%と 11.6%を占めました。その他の魚種は、ベニザケ、サクラマス、ギンザケ及びマスノスケの順番で放流数が多かったのですが、いずれの魚種の放流数もアジア全体に占める割合は 1%未満でした。なお、アジア側ではスチールヘッドトラウトの放流はありません。アジア側では、ロシアにおいてサケ放流数が近年増加傾向にあること、カラフトマスの放流数は 2010 年以降減少傾向にあることなどが特徴的となっています。2023 年に耳石温度標識などの耳石標識を付けられて放流されたさけます類は 26.2 億尾でした。北太平洋全体の放流数が 54.3 億尾ですから、放流魚の 48.3%に耳石標識

が付いていることになります。国別では、米国の標識放流数が 18.6 億尾と最も多く、次いでロシア（4.2 億尾）、日本（3.0 億尾）、カナダ（4.7 千万尾）、韓国（4.7 百万尾）の順番となっています（四捨五入の影響で、国別標識数の合計は必ずしも全放流数に一致しません）。魚種別ではサケの標識放流数が全標識放流数の 51.0%を占め、次いでカラフトマス（43.5%）、ベニザケ（2.4%）、マスノスケ（2.1%）、ギンザケ（1%未満）、サクラマス（1%未満）と続けました。スチールヘッドトラウトの耳石標識放流は行われませんでした。会議では 2024 年に放流される耳石標識の暫定値について、前年と同規模の 26.3 億尾となる見込みであることが報告されました。さらに、2024 年級群（放流は主に 2025 年以降）の耳石標識について各締約国の計画調整が行われました。各締約国から提案のあった耳石標識パターン数は全部で 431 パターンであり、うち 4 パターンが締約国間で重複することが判明しましたが、調整により同一魚種内における標識パターンの重複は解消されました。北太平洋全域で使用される耳石標識パターンは近年毎年 400 パターン超となっており、パターン重複を回避するための事前調整がより一層重要になっています。

対話型マッピングシステム（Interactive Mapping System ; IMS）の一般公開

CSRS 内には複数の作業グループが設置されていますが、2017 年に作業グループのひとつである“さけます標識作業グループ”が、オンラインによる対話型マッピングシステム（IMS）の構築を CSRS に提案し、これが承認されました。NPAFC は 1993 年に設立されたことは冒頭で述べましたが、NPAFC 設立以前の 1952-1993 年まで、北太平洋漁業国際委員会（International North Pacific Fisheries Commission; INPFC）という政府間組織が存在し（締約国は日本、米国およびカナダ）、INPFC が長年にわたってさけます類の保存を目的とした活動を行っていました。その INPFC の時代から 1993 年以降現在の NPAFC の時代まで、海洋ではさけます類のタグ標識放流とその回収や、各種データロガー装着魚の放流と回収が実施されてきました。NPAFC では、これらタグ標識に関するデータを“公海さけますタグ標識-回収データベース”として管理し、古いものでは 1956 年のデータまで遡ることが可能となっており、現在このデータベースには 36,000 以上のタグ放流と回収データや 90 以上のデータロガーの情報が収録されています（NPAFC 2024）。この膨大なデータベースに収録された情報を、地理情報システム（GIS）ソフトウェアを使ってウェブ上の地図に表示し、デ

ータを視覚化するシステムが IMS になります(図 2)。IMS はアラスカ州漁業狩猟局の GIS プログラマーと NPAFC 事務局スタッフによって構築され、各国のさけます標識作業グループのメンバーがプロトタイプの IMS の操作性等の検証を重ね、2024 年 5 月に一般公開の準備が整ったことが今年の CSRS 会合で報告されました。IMS には、国際サーモン年 (IYS) で実施された国際共同調査 (2019-2022 年) で収集されたデータも収録されています。また、表面海水温やクロロフィル a などの環境データのオーバーレイ (重ね合わせ) も可能になっており、さけます類の海洋分布や海洋環境などの情報を視覚的に把握することができます。IMS は次の URL から誰でも利用することができます。
<https://www.npafc.org/high-seas-salmonid-tag-recoveries-and-expedition-application/>

新プロジェクト: 海盆スケールのイベントから沿岸への影響 (Basin Scale Events To Coastal Impacts; BECI)

BECI (海外の研究者は“ベッキー”と呼んでいます) プロジェクトは、NPAFC と政府間機関のひとつである北太平洋海洋科学機関 (North Pacific Marine Science Organization; PICES) が共同で主導するプロジェクトで、2021 年に「持続可能な開発のための国連海洋科学の 10 年」のプロジェクトとして正式に承認されました。BECI は多国籍の複数分野にまたがるプロジェクトであり、国境を超えた先進の海洋および気候変動科学に基づく意思決定支援を提供することによって、増大する気候変動下において海洋および沿岸管理を改善することを目的としています (図 3, Jasinski 2024)。BECI は漁業管理に関する問題解決に焦点のひとつを当てており、特に北太平洋で地域漁業管理機関が扱う魚種 (さけます類, オヒョウ, マグロ類そしてサンマなど) を当該プロジェクトにおける優先魚種に位置付けています。今年の CSRS 会合では、BECI 事務局の科学ディレクターを招聘し、BECI プロジェクトの進捗状況について説明を受けました。今後、BECI 科学計画が立案される予定ですが、さけます類に関する計画については

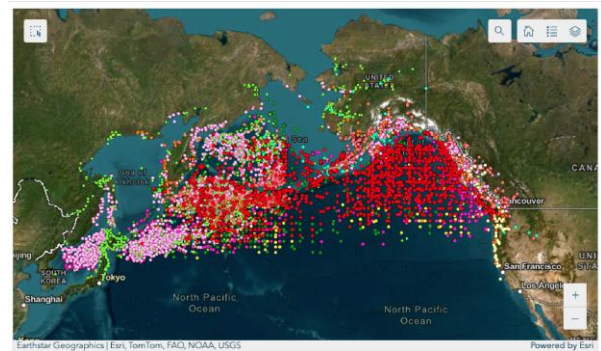


図 2. 2024 年に一般公開された対話型マッピングシステム (Interactive Mapping System; IMS).

<https://www.npafc.org/high-seas-salmonid-tag-recoveries-and-expedition-application/>



図 3. BECI プロジェクトの概念図. Jasinski (2024) の原図を改変.

NPAFC の関与が求められています。そのため、CSRS に設置された科学分科会が中心となって BECI 科学計画の立案支援や検証にあたることになりました。また、BECI 科学計画案の作成スケジュールや承認プロセスなどについても協議され、BECI 科学計画は 2025 年の NPAFC および PICES の年次会議においてそれぞれ承認を目指す予定となっています。

引用文献

- Jasinski, C. 2024. Basin-Scale Events to Coastal Impacts Update. NPAFC Newsletter. 56: 18-19.
 NPAFC. 2024. NPAFC Convened 31st Virtual Annual Meeting. NPAFC Newsletter, 56: 1-2.

トピックス

なぜ魚の福祉に配慮するのか

おぐら ゆうへい
小倉 裕平（水産資源研究所さけます部門 資源生態部）

はじめに

動物福祉と聞くと、非科学的という印象をもつかもしれません。しかし、実際には動物福祉は生物学的に評価可能であり、動物福祉学という学問としても扱われています。また、動物福祉学は動物倫理学という学術体系の一部としてとらえることもでき（図 1）、動物福祉が求められる背景を理解するには動物倫理学の考えにも触れる必要があります。そこで、本稿ではまず動物福祉とは何かを解説し、動物福祉の必要性に関する動物倫理学的な背景を説明します。また、魚に関しては、動物福祉の対象とすべきか否かという論点があるので、関連する議論を紹介します。

動物福祉の必要性

「動物福祉」という言葉は様々な文脈で使用され、意味も若干異なっていますが、本稿では「動物福祉」＝「animal welfare」として、下記の国際獣疫事務局（WOAH）による定義を用います。WOAH（2024）は動物福祉とは「動物の生死にかかわる身体的または精神的な状態」と定義しています。動物福祉の指標としては寿命、成長、繁殖、怪我、病気、ストレス、行動などが用いられており、これらは生物学的に評価できます（Broom 1991）。動物福祉に配慮するということはこれらの指標に基づき、動物の心身の状態を向上させることを意味します。

なぜ、動物福祉の水準を向上させることが必要なのでしょう。こうした判断は生物学の範疇ではなく、動物に関する行為の是非に対する根拠を考える動物倫理学によって行われます（田上 2021）。ここでは、動物倫理学の中心を占める 2 つの学説と動物福祉の関連を紹介します（図 2）。一つ目の学説は功利主義的動物倫理で、種差別を否定した上で幸福の総量の最大化を目指し、動物を含めた生物の最大幸福を理想とします（山口 2008）。この考え方は合理的であるように思えますが、最大となる過程を問わない点が問題となります。例えば、人や動物を殺すことに無上の幸せを感じる人が多数いる世界は、幸福の総量が多かったとしてもよい世界だとは言い難いと想像できます。その問題を克服するのが 2 つ目の学説である動物権利論であり、個々の権利の順守を至上とします（山口 2008）。例えば、生き物を殺すこと

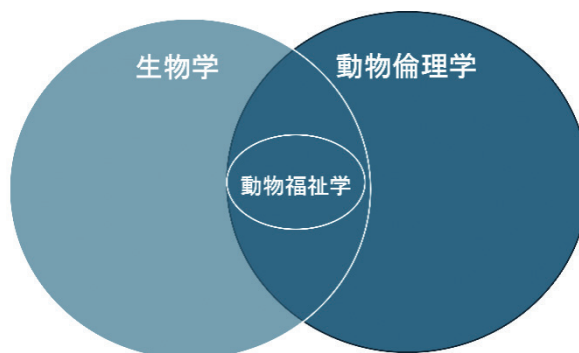


図 1. 動物福祉学と生物学、動物倫理学との関係性
動物福祉は生物学的に評価可能であるが、動物福祉が求められる根拠は動物倫理学に依る。

は生存権を侵害するため動物権利論では先ほどの殺生が常態化した世界は推奨されません。みなんの権利が尊重される世界は理想的ですが、動物権利論にも問題があり、それぞれの利害が衝突する時に生じます。例えば、獣害など動物が人間に危害を与える状況では、いずれかの権利の優先を迫られます。思想を实践するうえでの問題点はありますが、動物権利論は修正を受けつつも動物倫理学の理論的主流となっています（フランシオン 2018）。一方、動物福祉は基本的には功利主義に根差しており、人と動物の幸福の総量が大きくなる場合は動物の利用を妨げません。（田上 2021）。ただし、動物権利論の最高到達点である動物利用廃絶を目指しつつも、現状では動物福祉を重視する、動物福祉の概念を拡張した思想も存在します。（井

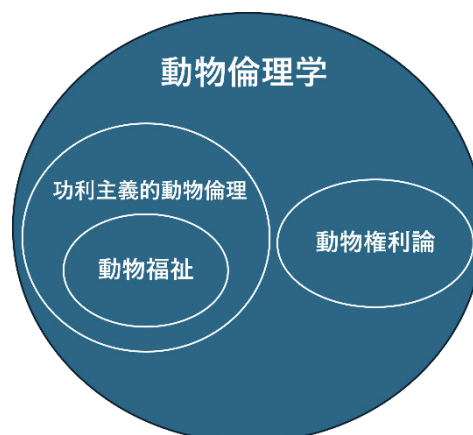


図 2. 動物倫理学の中での動物福祉の位置づけ
動物倫理学の主要な学説として功利主義的動物倫理と動物権利論がある。動物福祉は人と動物の幸福の総量が高まる場合には動物の利用を否定しない点で功利主義的動物倫理に根差した思想である。

上 2022)。

魚を動物福祉の対象とすべきか

続いて、魚を動物福祉の対象とすべきか否か、について考えていきます。動物福祉の対象動物にどこで線を引くかは様々な議論がありますが、「情動」の有無が基準となることが一般的です(Brown 2015)。生理学における情動とは苦痛や喜びなどの感情に身体的な変化を加えた概念です(中江・眞下 2010)。魚の情動の有無についても議論の余地はありますが、活発に行われてきた痛みの研究は魚に情動があることを強く示唆しています(Sneddon 2020)。痛みについて間違いやすいところですが、不快な刺激に対して忌避行動を示すことは痛みを経験する証拠とはなりません。組織を侵害しうる刺激に対する反応はほとんどの動物が備えています、必ずしも不快感のような情動が伴うわけではありません(Smith and Lewin 2009)。一方、痛みは組織の傷害等に伴う不快な感覚と情動の経験と定義されています(IASP 2020)。魚において不快な情動を推し量ることは困難ですが、生理学的・行動学的な研究により、人を含む哺乳類における痛みと同等な経験を魚も共有している可能性が高いことが示されています(Sneddon 2020)。以上の理由から、魚は動物福祉の評価の対象となることが一般的です。

おわりに

近年、動物福祉に関する法律やガイドラインによる規制は世界中で強まる傾向があります(Franks et al. 2021)。動物福祉の必要性を完全に支持する理論がない状況でなぜ動物福祉を考慮する動きが広まっているのでしょうか。図3は各国の動物福祉に対する取り組みを評価したもので、日本の評価は極めて低く、イギリスやスウェーデン等の取り組み方とは大きな差があることがうかがえます。

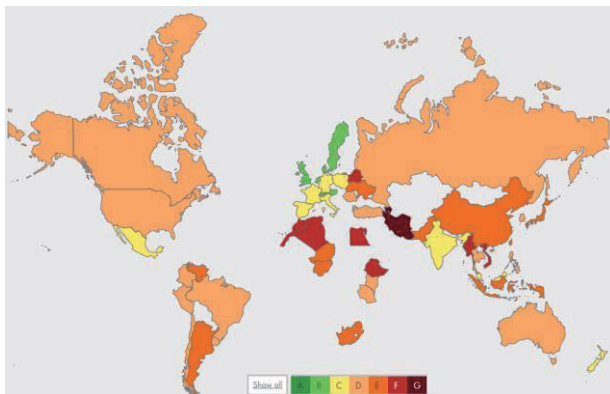


図3. Animal Protection Index (API)

APIは50の国に対して、動物福祉に関わる制度や政策を評価した指標である。地図上の色は最も高いAから最も低いGまでの総合評価を示している(World animal protection, 2020より引用)。

これより、日本とは全く異なる動物倫理に対する空気感が特に欧米の一部に存在していることをまず認識する必要があります。実際に、以前は極端な少数派だと見なされた動物搾取を一切否定するヴィーガンも欧米を中心に増加しています(Vestergren and Uysal 2022)。倫理学的事象に限らず、数学の証明のように隙のない理論は稀であり、ある程度妥当だという同意をより多く得た考えが法律などの社会的なルールとなります。差別の否定や多様性の尊重を背景に拡大した動物倫理を重視する世論が動物福祉関連のルールの強化に貢献していると考えられます(田上 2021)。また、動物福祉の思想は、動物の利用で利益を得る人々と動物利用の廃絶を目指す人々の両者に配慮しているとも捉えられ、現実的に受け入れやすい点が導入を促している可能性があります。一方、通常追加的な労力を要する動物福祉への対応は、人の利益がない場合は受け入れがたいと考えられます。そこで、そうした声にも対応した one welfare という概念が近年登場しました。one welfare は動物と人間の福祉の関連性を重視し、双方の福祉向上を目的とする考えです(Pinillos et al. 2016)。例えば、魚の福祉に配慮することで魚体品質が向上する例があり、食品として間接的に人間の福祉向上にもつながる可能性が指摘されています(Giaquinto 2024)。これまで動物福祉の向上のみを目指していた取り組みに one welfare の考えを取り入れることで、動物福祉が人間にとっても必要なものへと変化してきています。

引用文献

- Broom, D. M. 1991. Animal welfare: concepts and measurement. *J. Anim. Sci.*, 69(10): 4167-4175.
- Brown, C. 2015. Fish intelligence, sentience and ethics. *Anim. Cognt.*, 18(1): 1-17.
- ゲイリー・L・フランシオン. 2018. 動物の権利入門ーわが子を救うか、犬を救うか(井上太一訳). 緑風出版, 東京. 348 pp.
- Franks, B., Ewell, C., & Jacquet, J. 2021. Animal welfare risks of global aquaculture. *Sci. Adv.*, 7(14), eabg0677.
- Giaquinto, C. M. M. P. C. 2024. Structural environmental enrichment improves Nile tilapia flesh quality(in press). *Int. Aquat. Res.*
- IASP. 2020. IASP Announces Revised Definition of Pain. URL: <https://www.iasp-pain.org/publications/iasp-news/iasp-announces-revised-definition-of-pain/>, (参照 2024-08-15)。
- 井上太一. 2022.動物倫理の最前線ー批判的動物研究とは何か. 人文書院, 京都. 425 pp.
- 中江 文・眞下 節. 2010. 痛みと情動. *Pain*

- Research, 25(4): 199-209.
- Pinillos, R. G., Appleby, M. C., Manteca, X., Scott - Park, F., Smith, C., & Velarde, A. 2016. One Welfare - a platform for improving human and animal welfare. *Vet. Rec.*, 179(16): 412-413.
- Smith, E. S. J., & Lewin, G. R. 2009. Nociceptors: a phylogenetic view. *J. Comp. Physiol. A*, 195:1089-1106.
- Sneddon, L. U. 2020. Can fish experience pain? In *The welfare of fish* (edited by Kristiansen, T. S., Fernö, A., Pavlidis, M. A., & Van de Vis, H.), Springer International Publishing, Cham, Switzerland. pp. 229-249.
- 田上孝一. 2021. はじめての動物倫理学. 集英社, 東京. 264 pp.
- Vestergren, S., & Uysal, M. S. 2022. Beyond the choice of what you put in your mouth: A systematic mapping review of veganism and vegan identity. *Frontiers in psychology*, 13: 848434.
- WOAH-World Organisation for Animal Health. 2004. Terrestrial Animal Health Code. URL: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/terrestrial-code-online-access>, (参照 2024/07/23) .
- World animal protection. Animal protection index. URL: <https://api.worldanimalprotection.org/>, (参照 2024-08-15) .
- 山口拓美. 2008. EU アニマルウェルフェア政策の思想的背景についてー功利主義と perfectionism. *商経論叢*, 43(3-4): 115-138.

さけます情報

さけの遡^{か え}る川-5 しべつ 標津川(北海道)いちむら まさき
市村 政樹 (NP0 法人サーモンサイエンスミュージアム理事長・標津サーモン科学館館長)

はじめに

標津川は、北海道東部知床半島の付け根、根室地方の中標津町と標津町を流れる流路延長 77.9 km、流域面積 671.1 km² の 2 級河川です。標津川本流と流入する支流の多くは北部から流入し、その上流部はいわゆる溪流ですが、中流から下流にかけては泥炭地の典型的な湿原河川で、下流部の河川水はやや茶褐色の濁りがあります。標津川はかつて蛇行を繰り返していましたが、治水と土地利用開発を目的として 1932 年から 1970 年代後半にかけて河道の直線化工事が行われました。この工事は地域の発展に大きく寄与し、流域は日本有数の酪農地帯となりました。しかしながら、河道が直線化されたことにより、川は浅く単調な流れとなったため、希少種であるイトウの生息は確認されなくなり、現在はほぼ絶滅状態と考えられます。

今回は標津川に関わる歴史と現状について紹介します。

松浦武四郎と標津

穂もはや 日数へにけん しべつ河 せにつく
鮭の 色さびにけり

(訳：秋も深まり標津川の瀬にやって来るサケの姿も婚姻色の錆色に変わっていることだろう)

「北海道」の名前の名付け親でもあり、幕末の探検家でもある松浦武四郎が 1856 (安政 3) 年に標津を訪れた際に詠んだ詩です。標津川は古くから標津から斜里へ抜ける重要な交通路でもありました。松浦武四郎の「東蝦夷日誌」には、斜里か

ら清里峠を經由して標津川沿いの養老牛、中標津を經由して標津へ来たという記述があります。

「シベツ」の名前の由来は、アイヌ語の「シ・ペツ」(大きな川・本流) という説、もう一つが、武四郎が著した知床日誌の「シベツ シベヲツの訛り 鮭有る義なり (サケのいる川)」の 2 説あります。「しべつ」は江戸から明治時代初めにかけて「志平津」「土部津」「標別」など様々な漢字の宛字が使われてきました。現在の「標津」の漢字が使われるようになったのは、幕末に標津代官として当地に赴任した会津藩士南摩綱紀が、当時標津の漁場支配人を務めていた加賀伝蔵に送った詩文の中で使用したのが確認できる最初の事例です。その後、南摩、加賀とも交友の深い松浦武四郎が、明治 2 年に作成した蝦夷地の郡名に「標津郡」を採用し、今に続いています。

標津番屋屏風

「標津番屋屏風」が描かれたのは 1864 年 (元治元) 年です。18 世紀、このあたりは松前藩の領地で、ラッコ毛皮や鷺羽などに加え、塩鮭・塩鱈が重要な本州向けの交易品となっていました。

幕末、標津を含む蝦夷地に新たな領地を貰い受けた会津藩は、ここに初めて自らの海を手に入れることができました。その藩士達の想いを藩主松平容保公に伝えるため描かれたものが、「標津番屋屏風」です (図 1)。この屏風にはこの地で会津藩士とアイヌの人たちがサケをとり加工していた様子が描かれています。この屏風は海側から見た様子が描かれていますが、場所は現在の標津町のほぼ中心部に当たり、写真中央のやや右側にある



図 1. 標津番屋屏風

標津神社は現在でも同じ場所にあります。また、この時代、標津川は河口部で大きく南へと蛇行しており、現在の国道 244 号線の海側（東側）に沿って流れていました。

この屏風の実物大レプリカは標津サーモン科学館で展示していますので、機会がありましたら、是非ご覧になってください。

標津川の人工孵化放流事業の歴史

現在、標津川流域には根室管内さけ・ます増殖事業協会の孵化場が 3 箇所あり、例年 4,000 万尾前後のサケの稚魚が放流されています（図 2）。標津川における孵化場の歴史は古く、1892（明治 25）年にポンリウル（ポンルル）川との合流点（標津川と俣落川の合流点より約 1.3 km 下流）に「標津孵化場」が設置されたのが最初です。なお、同年に標津町内では忠類川と薫別川でも孵化場が設置されました。

標津川孵化場は、孵化室の面積が 247.5 m²、アトキンス式孵化器で 1,000 万粒が収容できる、当時としてはかなり大規模なものであったようです。初年度の創業費は 2,288 円で標津漁業組合が支出したと記録にありますが、当時、米の価格が 10kg あたり 50 銭以下であったことや物価の高い東京の大工の日当が 50 銭だった事を考えますと、かなり高額な負担で、当時の標津の人たちの孵化放流事業への期待が伺えます。

実際、放流事業が開始されしばらくすると、孵化場近辺に産卵のため集まるサケたちが確認されるようになり、関係者の期待も高まったそうです。しかし、孵化場が設置されてから、大雪のため孵化場が倒壊したり、山火事で孵化施設が全て消失、さらに度重なる増水により流失や建物の欠損が相次ぐなど、かなり紆余曲折があったようです。標津川孵化場はこの場所に 80 年程ありましたが、湧水が少なくなったため 1974 年頃に廃止され、中標津町養老牛へと移転しました。

また、サケの捕獲場所は孵化場開始当初は孵化場近辺で行っていたと記録されています。しかし、密漁防止のため、捕獲施設は徐々に下流へと移行し、昭和 30 年代後半に現在の位置（標津サーモン科学館近辺）へと移動しました（図 3）。

ミカドチョウザメ（チョウザメ）

標津サーモン科学館では、道東地域での国内絶滅種であるミカドチョウザメ（チョウザメ）の記録について調べたことがあります。江戸時代以降、刀剣の鞘の装飾にミカドチョウザメの硬鱗などが使われるようになりました。蝦夷地の根室場所請負人の藤野喜兵衛が代々の番頭に記録させた文書

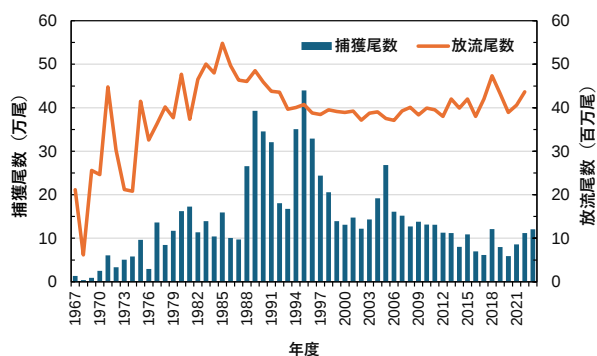


図 2. 標津川のサケの捕獲尾数と放流尾数の推移



図 3. 標津川に設置されているウライ

の中に、1834（天保 5）年から 1856（安政 3）年にかけて、合計 170 枚の蝶鮫の皮が買い上げられたことが、買い上げ値段とともに記録されていました。大型の個体は 1 枚当たり 300 文以上、米に換算すると 6 升程度で取引されており、当時、この地域としては比較的高価な商品であったようです。

また、荒井保恵の「東行漫筆」（1809）には、「シヘツ川上ね川、ほんけね川はネモロ場所之由、前々よりくすり夷人住居蝶鮫皮同油あつしの類出ル。」との記述があります。意識すると「標津川支流のケネカ川は根室場所ではあるが、釧路のアイヌの人たちが住み着いてチョウザメの皮や油をとっていた。」となります。また、他の資料からも標津川でミカドチョウザメがいたという記録があるため、標津川に生息していたのは、ほぼ確実だと思われます。

標津川における調査研究

標津サーモン科学館では、「標津町サケマス自然産卵調査協議会」の活動を通して、町内各河川で自然産卵するサケの調査を行っています。この協議会は、標津漁業協同組合、標津サケ定置漁業部会、標津町、根室管内さけ・ます増殖協会、標津サーモン科学館によって 2012 年に立ち上げた組織で設置目的は、現在の孵化放流事業に加え、

自然産卵による漁業資源の増加です。標津川においても調査定点を設けて、自然産卵個体数や発眼時生存率などの調査を行ってきました。その結果、標津川における自然産卵状況は、増水によりウライを乗り越えるサケの数は多くなく、産卵する場所は前期群が本流上流部の比較的広い範囲で産卵しているものの、後期群は支流の武佐川の更に支流であるシュラ川にある孵化場近辺に著しく集中している事がわかりました。これは、シュラ川にある孵化場で放流されているのは中期から後期群であり、親魚が生まれ育った孵化場の地下水を産卵場所を選んでいてためと考えられました。しかし、産卵個体が集中している区間は孵化場の排水口から下流の直線河道で、その河床は水の流れが滞っているためか発眼時の生存率は 22.9% (2012~2016 年, 毎年 N=10) と非常に低い値でした。

そのため、この区間の産卵環境を改善するため「バープ工」による工事を地元の若手漁業者を中心とする協議会メンバーで 2017 年に実施しました (図 4)。「バープ工」は、川の流れに対して、河岸から上流側に向けて突き出して設置する高さの低い水制で、結果として直線河道内の流路を蛇行させることが可能です。バープ工を 2 基設置した後、流路が蛇行し淵と瀬が形成され、産卵場所が分散され、さらにこの区間の発眼時生存率は 60.0% (2018~2021 年, N=6~15) と高くなりました。

この工事により増えるサケは、それほど多くはないと思いますが、今後、少しでもサケの資源が増えることを目指して、他の河川の同様の場所でもこの「バープ工」による取り組みを行っています。



図 4. 設置したバープ

さいごに

根室海峡沿岸の標津町・根室市・別海町・羅臼町には、それぞれの時代で、サケに関連する文化財が数多く残されています。特に標津町内には 1 万年前の縄文時代早期から、17 世紀に至るまで続いた遺跡が数多くあり、堅穴住居跡からサケの骨が大量に見つかっています。2020 年には、この地域のサケと共に紡がれてきた歴史文化のストーリーとして「「鮭の聖地」の物語」が文化庁の日本遺産に認定されました。

この地では、1 万年前から現代までサケを利用した人々の暮らしが続いています。人とサケとの関わりが、この後も末永く続くことを願っています。

主な参考文献

- 秋庭鉄之・末武敏夫. 1984. 根室の鮭鱒. 北海道さけ・ます友の会, 札幌. 430pp.
- 北海道さけ・ますふ化放流事業百年史編さん委員会. 1988. 北海道鮭鱒ふ化放流事業百年史. 北海道さけ・ますふ化放流事業百年記念事業協賛会, 札幌. 1260pp.
- 市村政樹. 2015. 根室地域におけるサケの自然再生産の現状と評価に関する研究. 北海道大学大学院水産科学院学位論文, 105pp.
- 市村政樹・菊池勝紀・足立伸次. 2016. 国内絶滅種「チョウザメ」. モーリー, 44: 8-11.
- 標津町史編纂委員会. 1968. 標津町史. 標津町役場, 北海道. 1102pp.
- 標津漁業協同組合史編集委員会. 1989. 風雪の 90 年. 標津漁業協同組合, 北海道. 357pp.



図 5. 標津川を遡上するサケ (標津川観覧橋より撮影)

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

そとやま よしのり
外山 義典（水産資源研究所さけます部門 事業課）

2023 年の北太平洋

漁獲数

2024 年に公表された NPAFC 統計データによると、2023 年 1-12 月の北太平洋におけるさけます類の漁獲数は 7 億 2,757 万尾で、前年 3 億 5,542 万尾の 205%でした（図 1A）。

魚種別に見ると、カラフトマスが 5 億 7,926 万尾で最も多く、全体の 80%（前年比 323%）を占めています。次いでサケが 7,153 万尾（構成比 10%、前年比 95%）、ベニザケが 6,846 万尾（構成比 9%、前年比 73%）、と続き、これら 3 魚種で全体の約 99%を占めています（図 1A）。地域別では、ロシアが 4 億 7,109 万尾（前年比 305%）で最も多く、次いでアラスカが 2 億 3,239 万尾（前年比 142%）と両地域で全体の 97%近くを占めています。以下、日本 2,015 万尾（前年比 62%）、カナダ 229 万尾（前年比 100%）、米国本土（ワシントン、オレゴ

ン、カリフォルニア、アイダホ州）161 万尾（前年比 66%）、韓国 4.0 万尾（前年比 74%）と続いています。ロシアとアラスカの漁獲数は前年から増加し、特にロシアではカラフトマスの影響で前年比 305%と大きく増加しました。日本とアラスカ以外の米国、韓国は前年に比べて減少しました（図 1B）。

人工ふ化放流数

2023 年 1-12 月に各国から人工ふ化放流されたさけます類の幼稚魚数は 54 億 2,673 万尾で、前年 49 億 7,913 万尾の 109%でした（図 1C）。

魚種別ではサケが 34 億 9,920 万尾で全体の 64%を占め、これに次ぐカラフトマス 13 億 7,038 万尾と合わせると全体の 89%以上を占めます（図 1C）。地域別ではアラスカ 18 億 5,606 万尾、ロシア 16 億 3,968 万尾、日本が 13 億 6,863 万尾、米国本土 3 億 2,814 万尾、カナダ 2 億 2,251 万尾、韓国 1,171 万尾となっています（図 1D）。

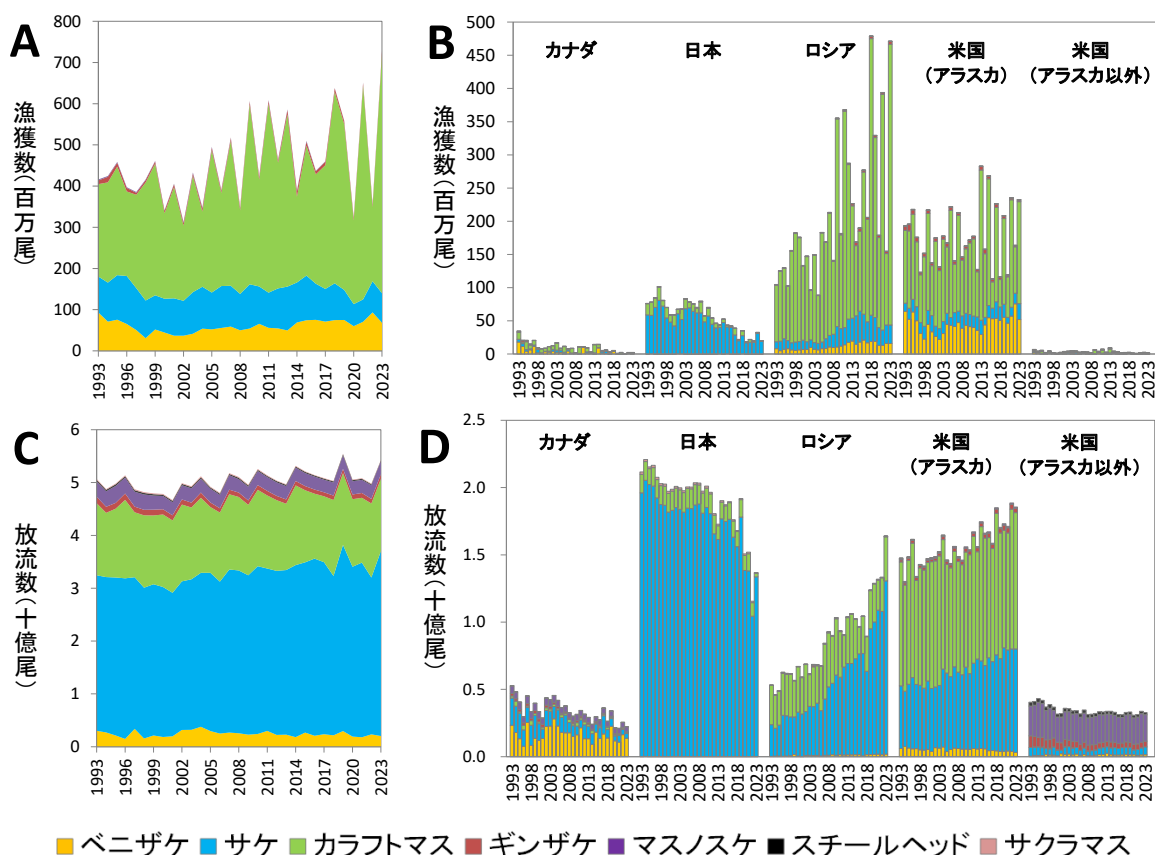


図 1. 北太平洋におけるさけます類の魚種別漁獲数 (A)、地域別魚種別の漁獲数 (B)、魚種別人工ふ化放流数 (C) 及び地域別魚種別の人工ふ化放流数 (D)。

A 及び B は「NPAFC Catch Statistics (updated 28 June 2024)」, C 及び D は「NPAFC Hatchery Release Statistics (updated 28 June 2024)」より作成（参照 2024-9-19）。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。

2024 年漁期の日本

サケ

2024 年漁期（2024 年 8 月～2025 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 1,786 万尾（前年同期比 78%）となりました（図 2）。このうち北海道では 1,765 万尾（前年同期比 78%）、本州太平洋側では 8 万尾（前年同期比 82%）、本州日本海側では 12 万尾（前年同期比 68%）と、いずれも前年を下回っており、本州は引き続き低い水準となっています。採卵数は 1 月 20 日現在で 10 億 7,235 万粒（前年同期比 81%）となりました。このうち北海道は計画数の 86%、本州太平洋は計画数の 18%、本州日本海は計画数の 53%といずれも下回っており、全国の放流数は計画（12 億 4,036 万尾）を下回ることが見込まれます。

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、偶数年級は 2016 年以降減少傾向を示しており、2024 年漁期（2024 年 7 月～11 月）は 3 万尾（前年比 40%）と 1970 年以降で最低の来遊数となりました。奇数年級の来遊数は 2007 年から減少傾向を示しており、2023 年は 9 万尾となりました（図 3）。採卵数は 176 万粒で計画数の 1%となっており、放流数も計画（1 億 2,540 万尾）を大きく下回ると見込まれます。

サクラマス

2024 年漁期の北海道における河川捕獲数は 9,208 尾（前年比 80%）となり、2000 年以降の平均の約 86%となりました。地域別には、オホーツク海区で前年比 87%、日本海区で 79%、根室海区で 50%、えりも以西海区で 31%と、いずれの海区も前年を下回りました。採卵数は 643.4 万粒で、計画数の 100%となりました。なお、2024 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）。

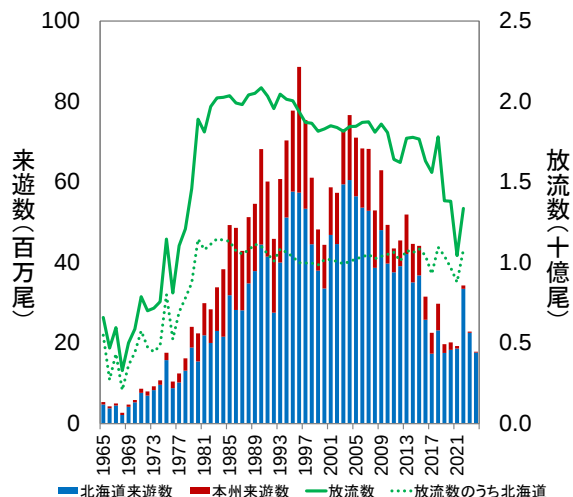


図 2. 日本におけるサケの来遊数と人工ふ化放流数（2024 年漁期来遊数は 1 月 20 日現在）。

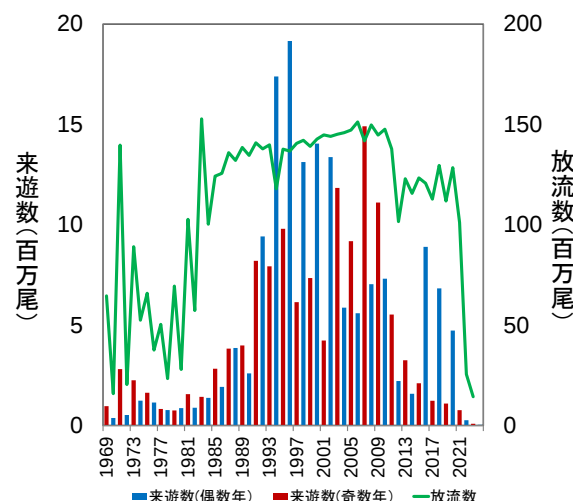


図 3. 日本におけるカラフトマスの来遊数と人工ふ化放流数。

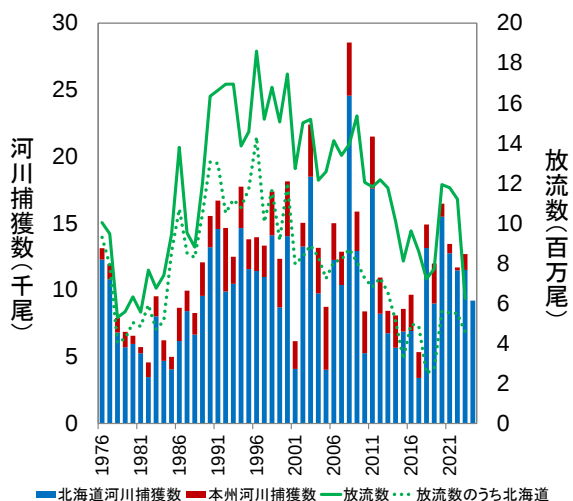


図 4. 日本におけるサクラマスの河川捕獲数と人工ふ化放流数（2024 年漁期の本州河川捕獲数は確認中）。



写真上 北海道東部標津町内を流れ根室海峡に流れ込む標津川の最下流部（標津サーモン科学館展望室より撮影）。奥には知床半島（左）や国後島（右）を望む。

写真下 標津川捕獲場でのサケの捕獲。後ろに見える塔状の施設が標津サーモン科学館展望室。

標津川については、本誌の P. 34～36 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 技術課 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）

高橋昌也（委員長）、江連睦子、小役丸隼人、佐藤恵久雄、佐橋玄記、長谷川功、平林幸弘、八谷三和、渡邊久爾

本誌掲載記事、図、写真の無断転載を禁じます。
