

技術情報

サケ放流概況の現状と改善方向

あだち ひろやす いしだ ゆきまさ
安達 宏泰*1 石田 行正*2

はじめに

サケは北日本における重要な漁業資源であり、その殆どが人工ふ化放流によって維持されています。さけます類の人工ふ化放流の技術の革新については、捕獲、蓄養、採卵・受精、卵管理、仔魚管理、稚魚の飼育管理および放流の工程ごとに詳しく報告されており、その要点は「健苗育成」と「適期・適サイズ放流」という言葉でふ化放流事業の技術者に理解されています(小林 1988, 野川 2010, 野川・八木沢 2011, 関 2013)。

サケの来遊数はS45年頃からはほぼ順調に増加し、H8年には約8,900万尾に達しました。しかし、その後は、H12年に約4,400万尾、H16年に約7,700万尾と大きく変動し、H17年以降は減少傾向が続き、R3年には約1,927万尾にまで減少しました(外山 2022)。

近年のサケの来遊数の減少については、いくつかの要因が考えられています。海洋環境の面では、日本沿岸やオホーツク海の海水温の上昇、稚魚の被食減耗などが指摘されています(斎藤ら 2014)。

一方、ふ化放流事業に関しても、H15年の薬事法改正によって、従来の寄生虫対策を前提とした長期飼育が困難になったこと、さらに、H23年の東日本大震災によるふ化放流施設の被災や、電気料金の高騰など、社会情勢の変化に様々な影響を受けており、サケの放流概況(時期、サイズ、放流時期の海面水温)にも変化が生じていることが考えられます。

本稿では、S57年春放流群以降の放流概況について、地域別に整理し、回帰率との間に見られる関連性からその改善方向を考えてみました。

適期・適サイズ放流の考え方

サケのふ化放流事業は、「適期・適サイズ放流」の考え方に近づくことを目標に発展してきました。「適期・適サイズ放流」とは、過去に得られた知見から、「沿岸水温が5℃となる時期以降に体重1g以上で放流することを基本とし、沿岸水温が13℃に達する時期までに体重3g以上に達することが可能な時期及びサイズで放流する」ことを指します(高橋 2020)。本稿では、この考え方の基本である「沿岸水温5℃以降」、「放流サイズ1g以上」を基準と置いて、地域毎・放流年毎の放流概況を整理することとします。

海面水温の推移

実際のふ化放流事業が、この基準をどのくらい満たしていたのかを確かめるため、先ず、ウェブサイトで公表されている海面水温情報(札幌管区

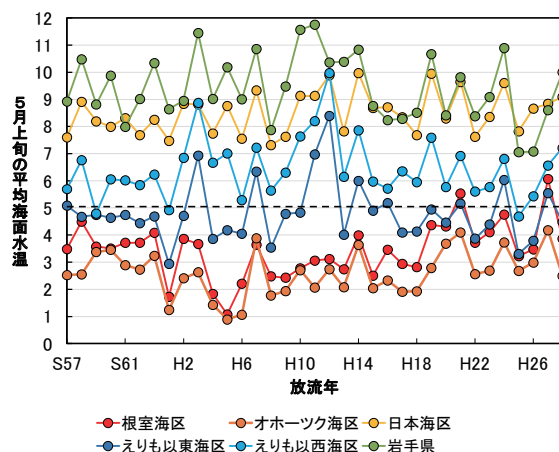


図1. 北海道5海区および岩手県における5月上旬の平均海面水温. 破線は5℃を示す。

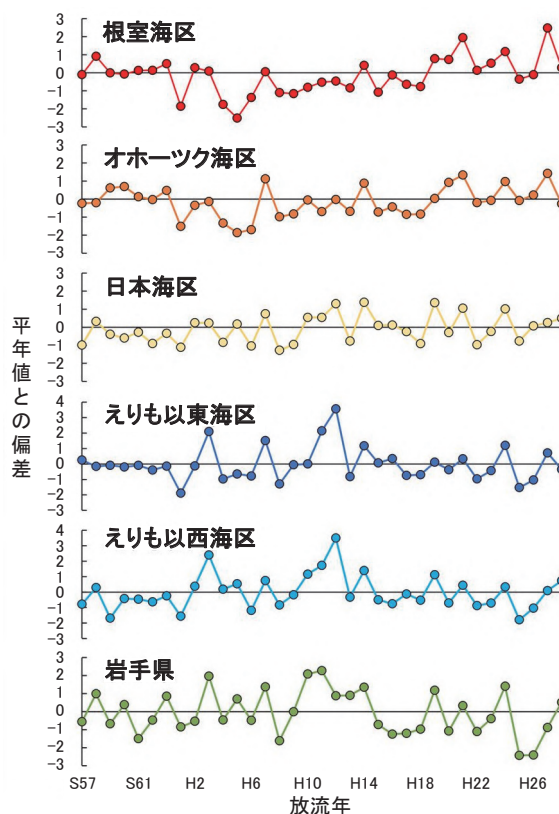


図2. 北海道5海区および岩手県における5月上旬平均海面水温の年値との偏差。

気象台 2020, 仙台管区気象台 2020)を利用して、北海道 5 海区の代表的な観測海域(根室海区:根室海峡, オホーツク海区:網走地方沿岸, 日本海区:石狩地方沿岸, えりも以東海区:十勝地方沿岸, えりも以西海区:胆振中・東部地方沿岸)および東北太平洋側のサケ主産地である岩手県(岩手県北部・南部沿岸)の春季(5月上旬)の海面水温(図1)及び平均値との偏差(図2)を示します。オホーツク海に面して隣接する根室海区とオホーツク海区の水温変動は類似しており、H1年からH18年頃までは低い年が多く、H19年以降は(特に根室海区で)高い年が多い傾向にありました。一方、太平洋に面するえりも以東海区から岩手県にかけては、H3年からH14年頃までは高い年が多く、H25年以降は低い年が多いという違いが見られました。日本海区については、他の海区に比べ変動が少なく、明瞭な傾向は見られませんでした。

放流時期の推移

次にサケが放流された時期およびその時の沿岸水温について述べていきたいと思えます。ただし、サケが放流される時期は、地域やふ化場によって2月から6月と幅広い期間にまたがりますので、放流旬毎の放流数で重みづけして求めた放流日の平均値(以下、「平均放流日」とします。)を放流時期の指標として用いました(図3)。大まかに見ると、平均放流日は放流数全体の約4割を放流し終えた時期に該当していました。

オホーツク海に面する根室海区の平均放流日は、S57~H13年放流群頃までは遅くなる傾向にあり、H4~H15年放流群まではほぼ5月中旬で推移していました。しかし、新たな寄生虫症対策が必要になったH16年放流群から5月上旬に急激に早まり、それ以降は横ばいで推移していました。

オホーツク海区では、S57~H3年放流群頃まで急速に遅くなり、その後も少しずつ遅くなり続けていました。

日本海区では、若干の変動は見られるものの小幅な変化にとどまっていた。

太平洋岸のえりも以東海区では、S57~H11年放流群頃まで徐々に遅くなり、H16~H20年放流群まで一時的に早まりましたが、H21年放流群でH15年放流群と同時期に戻った後は大きな変化がありませんでした。えりも以西海区では、えりも以東海区と同様にH16~H20年放流群まで早まったことを除いて、S57~H26年放流群まで大きな変化がありませんでした。岩手県では、海中飼育放流の減少に伴ってH2年放流群から急激に早まり、H24年放流群以降は遅くなる兆しは見えませんが、依然として早い時期にありました。なお、H23

年放流群の平均放流日が極端に早くなったのは、東日本大震災の発生によるものです。

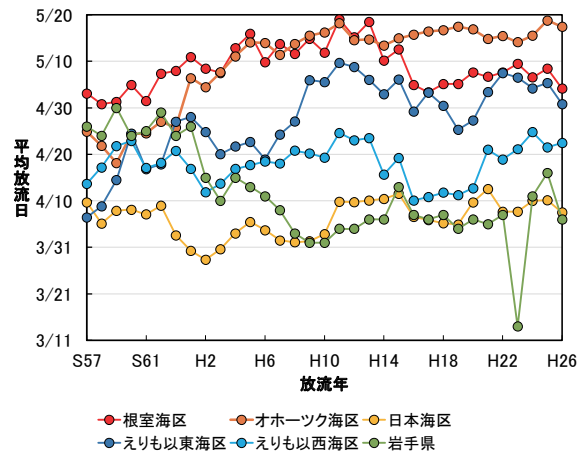


図3. 北海道5海区および岩手県におけるサケ稚魚の平均放流日。

平均放流日における海面水温の推移

平均放流日における海面水温を図4に示します。根室海区とオホーツク海区では、S57~H14年にかけて上昇し、5°Cを超える年もありましたが、H15年以降は、4°C前後に留まっていた。また日本海区では、5°Cを下回る年は殆どありませんでした。

えりも以東海区とえりも以西海区では、S57~H12年放流群にかけて上昇し、8°Cを超える年もありましたが、H13年放流群以降は5°C以下の年が多くなりました。岩手県では殆どの年で5°Cを上回っていましたが、長期的には低下傾向にあり、H26年放流群では5°Cを下回りました。

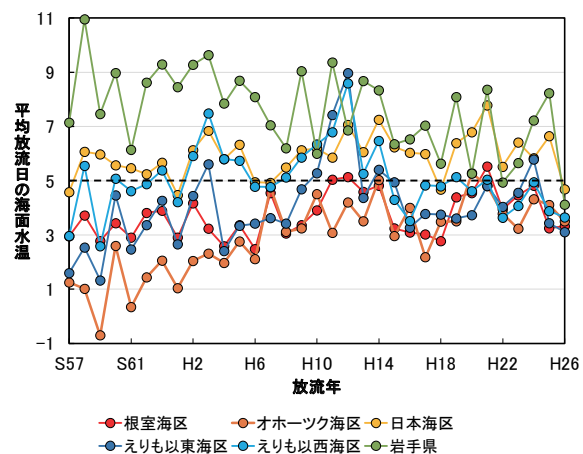


図4. 北海道5海区および岩手県におけるサケ稚魚の平均放流日の海面水温。破線は5°Cを示す。

放流体重の推移

平均放流体重（以下、「放流体重」とします）の推移を図5に示します。北海道5海区の放流体重は、昭和の末期から平成の初期にかけて顕著に大型化し、根室、えりも以東及びえりも以西海区では1gに達した年から一度も1gを下回ることがありませんでした。オホーツク及び日本海区では、H3年放流群でほぼ1gに達し、それ以降は多少の増減があるものの横ばいで推移し、オホーツク海区ではH11年放流群以降、日本海区ではH18年放流群以降、1gを下回ることがありませんでした。

一方岩手県では、海中飼育放流の減少による放流時期の早期化に伴い、H2年放流群頃から急激に小さくなり、近年は1.5gをやや下回るサイズで推移していましたが、1gを下回る群はありませんでした。以上のことから、適期・適サイズ放流の基準の一つである「体重1g以上」に関しては、平成初期以降すべての海区において概ねクリアされてきた、と言えます。

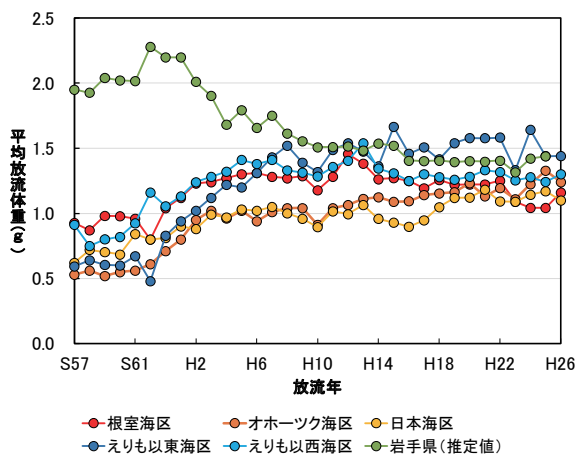


図5. 北海道5海区および岩手県におけるサケ稚魚の平均放流体重。

回帰率の推移

回帰率の推移を図6に示します。根室海区とオホーツク海区では、S57年放流群以降、ほぼ同じように上昇していきましたが、H17年放流群以降、根室海区が大きく落ち込んでいるのに対して、オホーツク海区は少なくともH22年放流群までは高い値が維持されていました。先に述べたとおり、この2海区はオホーツク海に面して隣接しており、海面水温の変動傾向は類似していましたが、根室海区ではH16年放流群から放流時期が急激に早まり、近年では放流体重も小さくなる傾向が見られるのに対し、オホーツク海区ではそれが見られていません。このことが、回帰率に差が生じた要因である可能性があります。

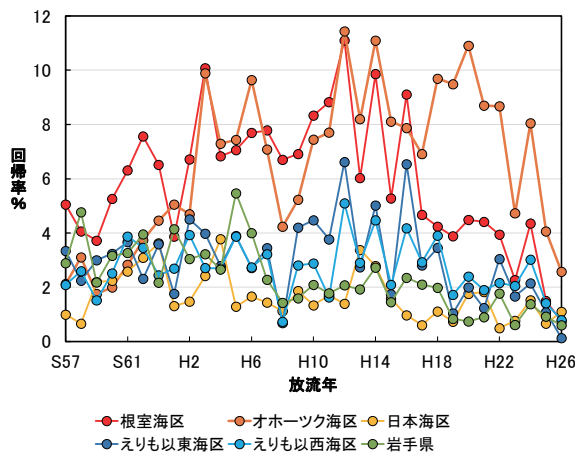


図6. 北海道5海区および岩手県におけるサケの回帰率。

日本海区の回帰率には、一定の方向性が見られず、H14年放流群までは、この海区としては回帰率が高い放流群がしばしば現れましたが、H16年放流群以降は低い値で推移しました。

えりも以東・以西海区と岩手県の回帰率は、S57～H7年放流群まではよく似た変動をしていましたが、H8年放流群で全ての海区（地域）で大きく落ち込んだ後、えりも以東・以西海区では大きく増加したのに対して、岩手県では回復せず、H19年放流群以降は、えりも以東・以西海区でも大きく落ち込みました。

平均放流日の海面水温と回帰率の関係

適期・適サイズ放流の考え方に照らし合わせると、基準の一つである「体重1g」に関しては前述のとおり概ねクリアされていました。一方、もう一つの基準と置いた「沿岸水温が5℃となる時期以降」に関しては、海洋環境の変動に左右される面があるものの、十分に達成されてきたとは言いがたいように思えます。ちなみに、平均放流日の海面水温と回帰率の間には、オホーツク海区、えりも以東海区、えりも以西海区および岩手県で、全期間を通じて正の相関が認められました（オホーツク海区： $r=0.639^{***}$, $p<0.001$, えりも以東海区： $r=0.387^*$, $p<0.05$, えりも以西海区： $r=0.448^{**}$, $p<0.01$, 岩手県： $r=0.527^{**}$, $p<0.01$ ）。根室海区では、全期間を通しての相関は認められませんでした。H15年放流群以前に限ると正の相関が認められました（ $r=0.548^{**}$, $p<0.01$ ）。日本海区では、相関が認められませんでした（ $r=0.079$, $p=0.66$ ）（図7）。

このように、多くの海区において、平均放流日の海面水温が高いほど回帰率が高くなる傾向が認められたことから、海面水温を見据えて放流を行うことが重要であることが改めてうかがえまし

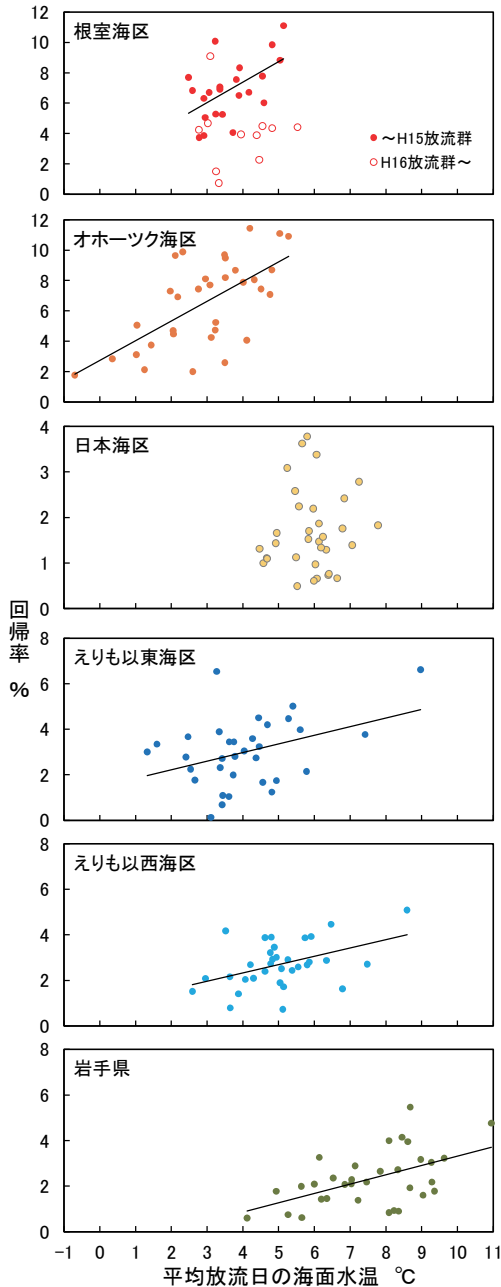


図7. 北海道5海区および岩手県における平均放流日の海面水温と回帰率との関係。

た。先に述べたとおり、平均放流日までに放流数全体の4割強が放流されているとすれば、仮に平均放流日の海面水温が5℃だったとしても、この4割強は「適期」外の時期に放流されていることになり、「適期」の放流数は全体の6割弱に留まっていることとなります。日本海区と岩手県を除いた4海区の放流群132例のうち105例は、5℃にすら達していませんので、「適期放流」は、完成どころか、H10年代半ば以降は足踏み状態、または後退していると考えられるべきでしょう。

飼育用水量の推移

「放流適期での放流をできるだけ多くする」ためには、その時期まで多くの稚魚を放流せずに飼育しておく必要があり、そのためには飼育のための池と、飼育量に見合った水（稚魚1kg当り1L/分、北海道さけ・ますふ化場1996）が必要です。そこで、過去の情報が把握可能な北海道における飼育用水量の推移を、同年の稚魚生産量および回帰率と併せて示しました（図8）。

200海里問題への対応が国家的急務となり、ふ化放流施設の整備事業が盛んに行われた昭和50年代から平成初期にかけて、飼育用水量はS53年の430m³/分から15年後のH5年には560m³/分増の990m³/分に増大し、それに伴って、稚魚放流量も420tから1,160tに増大しました。しかし、時を同じくして回帰率が急激な上昇傾向に入ったことは、行政機関や水産業界のみならず、ふ化放流事業に携わる当事者にさえ「ふ化放流技術は完成した。」という認識を植え付けるのに十分だったようです。その後、公費補助が徐々に減額されたこともあり、H5年から25年後のH30年の飼育用水量は、460m³/分増の1,450m³/分に留まり、稚魚放流量は1,300t前後の横ばい状態で推移しました。

稚魚放流量および量が急速に増大したことによって、注水量不足や過密飼育に起因する細菌性鰓病が多発していた平成初期の頃（H5年の飼育用水量：稚魚放流量＝1：1.18）と比べると、近年は飼育用水量の余裕が増した（H30年の飼育用水量：稚魚放流量＝1：0.86）と思われるかも知れません。しかし、寄生虫対策に細心の注意を払わなければならない状態が続いていますので、稚魚放流量が飼育用水量を大きく上回るような種卵確保計画や稚魚飼育計画を立てることは避けるべきでしょう。

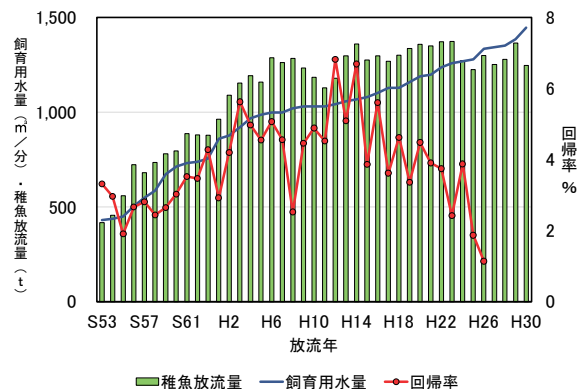


図8. 北海道における飼育用水量、稚魚放流量および回帰率の推移。

おわりに

近年、地球温暖化の影響なのか、冬から春の海面水温が低下する一方、春から夏の沿岸水温が上昇するなど、海洋環境の極端な変動が目立ちます。根室海区やオホーツク海区のように、放流時期の沿岸水温が上昇してサケ稚魚の適温に近づいているにもかかわらず回帰率が低下するなど、従来は見られなかった現象も起きていますので、今後、新たな対策が必要になることも考えられます。

人間には、海洋環境をコントロールすることはできませんが、①時期別種卵確保の重点を中・後期に移す、②適正な飼育量を維持しながら、放流終期を現状より遅くする、③井戸の機能回復工事によって飼育用水を増量する、などの対策によって、回帰率の向上、少なくとも低下を抑えることは期待できると思いますので、一つ一つの地道な取り組みを大切にしてほしいと思います。また、本稿では過去に得られた知見を元に5℃になる時期を適期の基準として議論を進めましたが、沿岸水温は地域によって異なるので、それぞれの地域の条件に合った適期を見定める必要もあるでしょう。

本稿を取りまとめるにあたって用いたデータは、北海道および岩手県のさけます増殖団体、漁業協同組合、行政機関および試験研究機関の長年にわたるご理解とご協力のもとに収集されたものです。また、広島大学名誉教授長澤和也氏には、本稿の元となった資料の作成に際して貴重なご助言をいただきました。ここに深く感謝の意を表します。

引用文献

- 北海道さけ・ますふ化場. 1996. 稚魚の管理. さけ・ますふ化事業実施マニュアル, pp. 46-55.
- 小林哲夫. 1988. 漁業と増殖. 「日本のサケマス-その生物学と増殖事業」(久保達郎編), たくぎん総合研究所, 札幌. pp.230-246.
- 野川秀樹. 2010. さけます類の人工ふ化放流に関する技術小史(序説). 水産技術, 3: 1-8.
- 野川秀樹・八木沢 功. 2011. さけます類の人工ふ化放流に関する技術小史(飼育管理編). 水産技術, 3: 67-89.
- 斎藤寿彦・東屋知範・佐藤俊平・岡本康孝・佐々木 系・高橋史久・渡邊久爾・森田健太郎・安達宏泰・高橋昌也・飯田真也・井関智明・八木佑太・羽賀正人・阿部邦夫・栗林 誠・坂本 準. 2014. さけます資源の現状: 想定される減少要因と今後の対応. SALMON 情報, 8: 32-37.
- 札幌管区气象台. 2020. 沿岸域の海面水温情報(北海道). URL:<http://www.jma-net.go.jp/sapporo/kaiyou/engan/data/engandata.html>, (参照 2020-04-07).
- 関 二郎. 2013. さけます類の人工孵化放流に関する技術小史(放流編). 水産技術, 6: 69-82.
- 仙台管区气象台. 2020. 沿岸域の海面水温情報(東北周辺). URL:<https://www.jma-net.go.jp/sendai/wadai/umi/engan.html>, (参照 2020-04-07).
- 外山義典. 2022. 北太平洋と日本におけるさけます類の資源と増殖. SALMON 情報, 16: 35-36.
- 高橋昌也. 2020. 北海道におけるサケ稚魚の放流パターン及び回帰率の変遷~40年間を俯瞰して~. SALMON 情報, 14: 21-24.