

厳しい残暑でサケの遡上が遅れる？ 河川水温や気温の上昇がサケの増殖事業に及ぼす影響

キーワード：サケ、地球温暖化、河川遡上、発眼率、増殖事業

はじめに

大気・海洋の変動や地球温暖化などによって日本周辺の気温や海面水温は上昇しており、なかでも秋期（9～11月）は近年顕著な昇温傾向にあります（図1）。

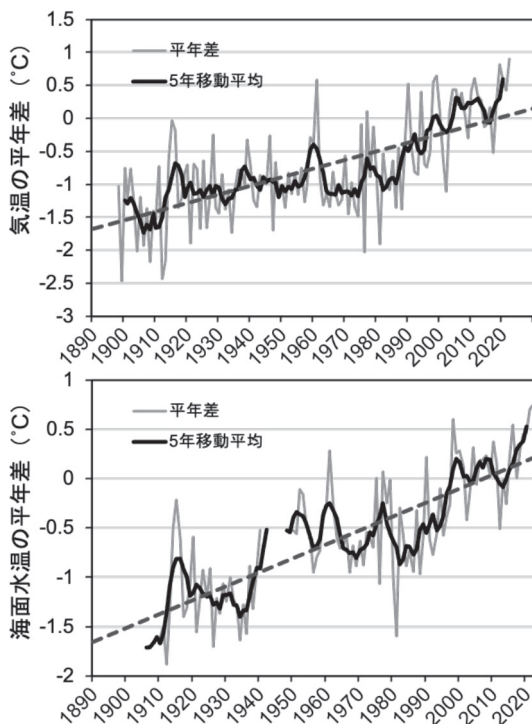


図1 日本の秋（9～11月）の平均気温の長期的な変化（上）、日本近海の秋の海面水温の長期的な変化（下）（気象庁データより作成）

北海道を代表する水産物である秋サケは9月から沿岸への来遊や河川への遡上が本格化し、9月下旬～10月上旬にピークを迎えます（図2）。近年はサケの来遊初期に沿岸域が高水温になることがよくあります（図3）。そのた

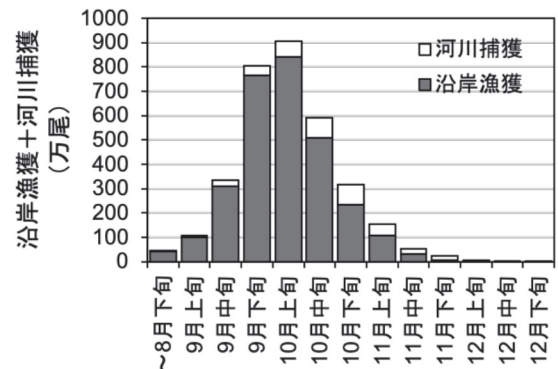


図2 北海道の沿岸漁獲数と河川捕獲数の季節を通しての変化（2022年）

め、サケは冷水性の魚であり、沿岸域の高水温や、気温と連動した河川水温の上昇によって、来遊や遡上に大きな影響を受けると考えられます。これまでも沿岸水温が高いと漁期が遅れたり、来遊数（沿岸漁獲数と河川捕獲数の合計）全体に対して河川捕獲数の割合が高くなることが報告されています^{1, 2)}。

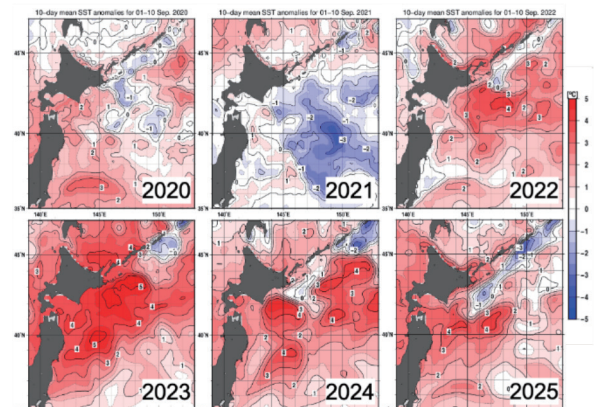


図3 9月上旬の海面水温の平年からの偏差（2020～2025年）。近年は高水温の年が多い。（気象庁HPより編集）

また、河川の水温が高くなると、遡上した親魚が採卵前に死亡したり、採卵しても卵の生き残りが悪くなることも知られています³⁾。このように、水温上昇は、サケの遡上や増殖事業に様々な影響を及ぼすと考えられますが、それを裏打ちする科学的なデータは十分ではありませんでした。そこで、河川内における高水温がサケの捕獲や採卵などに及ぼす影響を明らかにするため、2017～2021年にかけて調査を行いました。

北海道全域での調査

北海道ではオホーツク、根室、えりも以東、えりも以西、日本海の5海区を14地区に細分してサケの来遊や増殖事業のデータを取りまとめています。本調査では各地区の主要なサケの捕獲・放流を行う河川を1～3河川選び、捕獲場やふ化場の蓄養池にデータロガーを設置して水温をモニタリングしました(図4)。



図4 調査を行った河川とふ化場(○)の位置

サケの遡上状況として、公益社団法人 北海道さけ・ます増殖事業協会が公表している河川捕獲数を取りまとめました。

サケの受精卵は、水温と日数を掛け合わせた積算水温が約 $240^{\circ}\text{C}\cdot\text{日}$ を越えると胚体に眼が形成

されて発眼卵という状態になります。発眼卵になると物理的な衝撃に強くなるため、ふ化場では発眼卵期に未受精や発生不全などで死んだ卵を取り除きます。そこで受精後の卵の生き残りの指標として、採卵した卵数に対する発眼卵の卵数の割合である発眼率を用いました。そして、河川水温と河川捕獲数および発眼率との関係を調べました。

水温と発眼率との関係

サケマス増殖事業では河川に遡上してきた親魚を捕獲場で捕獲し、採卵までふ化場の蓄養池に收容されます。捕獲場は下流にあることが多く、その水温は気温の変化と連動していました(図5)。調べた蓄養池の大部分では、水温が低く一定な地下水や河川水よりは水温が低い浸透水に河川水を混ぜており、河川水より水温が低くなっていました。

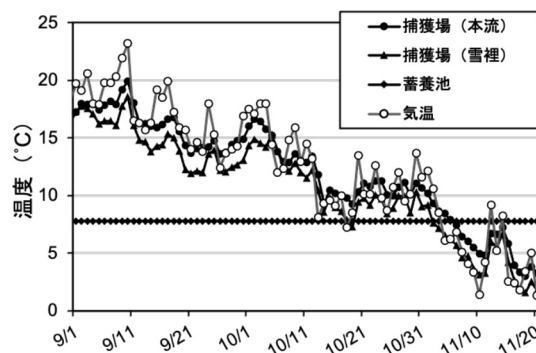


図5 捕獲場と蓄養池の水温と気温の変化(釧路川、2019年)

受精卵の生残は親魚が経験した水温に影響を受けることから³⁾、捕獲場や蓄養池の水温が卵の生残に影響を及ぼす可能性があります。しかし、蓄養池の水温は一定で(図5)、季節や地域の違いが見られない場合もあったので、受精卵に及ぼす水温の関係をみるために、採卵群別の発眼率と採卵した日の捕獲場における水温との関係を調べま

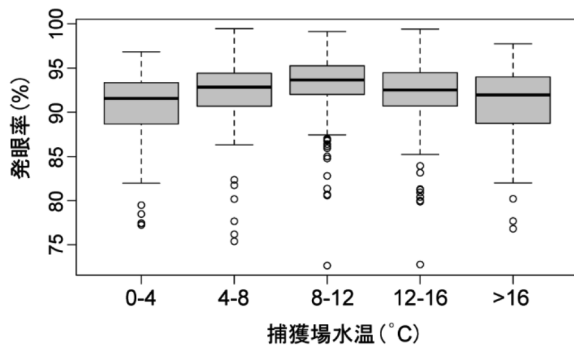


図6 捕獲場の水温と発眼率との関係

した。その結果、発眼率は、蓄養池と捕獲場の水温差が小さい8～12℃の時に最も高くなり、水温差が±2℃を超える早期や晩期にはやや低下する傾向がありました（図6）。

水温、気温と捕獲数との関係

2009年と2010年の後志利別川の例を見ると、親魚の捕獲数やそのピークには年によって違いが見

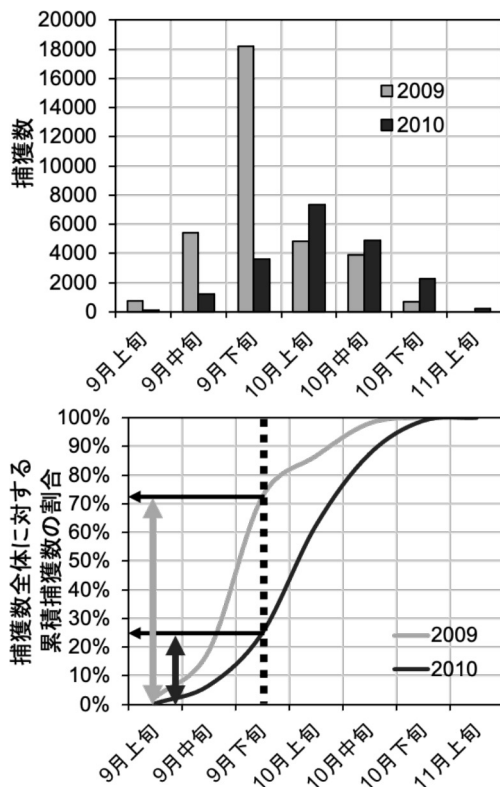


図7 後志利別川における捕獲数変化（上）と捕獲数全体に対する累積捕獲数の割合の変化（下）（2009、2010年）

られます（図7上）。ここでは河川水温が早い時期に捕獲される親魚の遡上にどのような影響を受けるのかを調べるため、9月下旬までに捕獲される親魚の捕獲数の捕獲数全体に対する割合（早期遡上率）を指標としました（図7下）。捕獲場の水温と早期遡上率との間には関係がありそうですが、捕獲場の水温データは4～5年分しかないため確実なことが言えません。そこで、河川水温と連動して変動する気温に着目し（図5参照）、気温とサケの早期遡上率との関係を検討しました。

その結果、日本海側やえりも以西の河川などで9月上中旬の平均気温と9月下旬までの早期遡上率の間に、有意な負の相関が認められました（図8）。これは、気温が高いと早い時期に捕獲される親魚の割合が少ないことを意味し、日本海側やえりも以西の河川では気温が高いと親魚の遡上が遅れる傾向があることがわかりました。

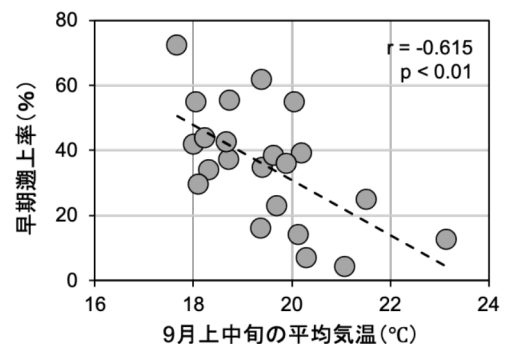


図8 9月上中旬の平均気温と9月下旬までの早期遡上率との関係（後志利別川 1999～2022年）

気温と発眼率との関係

発眼率についても、早期遡上率と同様に気温との関係を検討したところ、日本海側の一部の河川で、9月上中旬の平均気温と9月下旬までの採卵群の平均発眼率との間で、有意な負の相関を示しました（図9）。つまり、これらの河川の早い時期の採卵群では、気温が高いと発眼率が低下する関係が示唆されました。

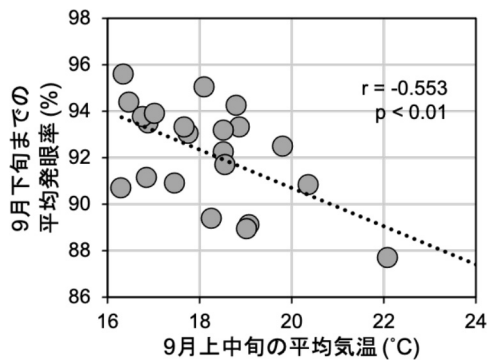


図9 9月上中旬の平均気温と9月下旬までの平均産卵率との関係(尻別川)

おわりに

本研究では、北海道南西部の河川では捕獲・採卵事業の早期においては、気温ひいては河川水温が高いと増殖事業が影響を受ける可能性があることが示唆されました。温暖化による河川水温の上昇は今後も進むと予想されるため、高水温による増殖事業への影響を軽減することを考えてゆく必要があるでしょう。

放流されるサケ稚魚は受精＝採卵した時期に親魚となって河川に遡上することが知られています。このため、高気温の影響を回避するためには、早い時期の採卵を少なくし、採卵時期を後ろにずらすことによって気温の影響を受けないように親魚の回帰時期を遅らせることも対策の一つとなるかもしれません。しかし、近年の来遊数の急激な減少により採卵数を確保することが優先され、採卵時期を選ぶことができなくなってきました。

下流で捕獲された親魚は成熟が進んでいないことが多く、蓄養池に収容され採卵できるようになるまで成熟するのを待ちます。早い時期に捕獲されると、ふ化場によっては成熟に1か月近くかかることもあるため、蓄養中に少なからず死ぬこともあります^{4,5)}。ある河川では下流での捕獲を止め、上流のふ化場で捕獲するようになったところ、捕

獲される親魚はほぼ成熟し、卵の質も良いと聞いています。また、下流では川幅が広く流量も多いため、捕獲に人手が多くかかりますが、上流ではそれよりは小規模で捕獲できるようになるでしょう。ただ、上流での捕獲は、密漁を誘発する危険性があること、途中で親魚が産卵してしまうため、捕獲の効率としては低下してしまうことなど短所もあります。しかし、来遊数が少なくなったため水揚げ金額から捻出する増殖費用が減少している現在では、コストの削減に有効かもしれません。

近年の来遊数の急減はふ化放流事業の持続に危機感をもたらしています。地球温暖化への適応策として、従来のふ化放流事業の見直しも視野に入れた検討が今後必要になるかもしれません。

参考文献

- 1) 宮腰靖之 (2013) 秋の沿岸での高水温がサケの来遊時期に与える影響, 北水試だより, 87号, 5-8.
- 2) 宮腰靖之 (2014) 北海道における最近のサケの資源動向, 北日本漁業, 42号, 12-19.
- 3) 藤原真, 隼野寛史, 宮腰靖之 (2015) 成熟期のサケ親魚への高水温の影響に関する基礎的調査, 北水試研報, 88号, 25-31.
- 4) 埴山雅秀, 小林明弘 (1977) 十勝川水系におけるサケ・マス的人工再生産効率向上に関する研究-I. 打内蓄養池のサケ蓄養条件と利用率について, 北海道さけ・ますふ化場研究報告, 31号, 37-53.
- 5) 奈良和俊 (1997) サケ・マス類の親魚の捕獲時期別の蓄養日数調査, 魚と卵, 166号, 13-27.

(春日井 潔 さけます内水試道東センター
報文番号B2508)