

## 自然再生産を利用したサケ資源保全への取り組み

鈴木俊哉 (さけますセンター さけます研究部)

### はじめに

我が国のサケ資源は、増殖事業の成功と北太平洋の環境条件の好転に支えられ増大しました。しかし、近年では輸入サケマス類の増加に伴う価格の低迷など漁家経営上の問題も起こり始め、増殖事業はコスト低減を目指したさらなる効率化を求められています。このような状況にあって、自然再生産を利用したサケ資源の保全やそれに関わる研究開発がなぜ必要なのでしょう。

1991年に日・米・加・露の4ヶ国間で結ばれた「北太平洋における溯河性魚類の系群保全のための条約」において、加盟国は自国の資源に対する権利と同時に、北太平洋生態系の秩序を保全する義務を負うことになりました。また、1993年に策定された「生物多様性国家戦略」の中で、サケマス増殖事業は北太平洋生態系との調和を図るとともに種の多様性と独立性を維持しながら実施する必要性がうたわれています。

サケは母川回帰性を有するため、各地域の環境に適応した固有の性質を持つ地域集団を形成しています。また、回帰が長期(晩夏から初冬)に渡るため、産卵時期の違いによる形質の変異も認められます。このようにサケが本来持っている生物特性の時空間変異、すなわち遺伝的な固有性と多様性を維持していくことが、種を保全する上で重要になります。人工ふ化放流がサケ資源に与える遺伝学的影響としては、地域集団間の移植による固有性の喪失や使用親魚数の減少による多様性の低下などがあげられます。これらの影響は、現在の我が国サケ集団の全てに及んでいるわけではありませんが、人工増殖が過度に効率化を追求した場合、顕在化する可能性は否定できません。

それではサケを水産資源として持続的に利用すると共に、生物種として健全に保全していくためにはどうすればよいのでしょうか。幸いにも近年、増殖事業の効率化を図るため、幼稚魚を放流するが回帰親魚は捕獲しないという「非捕獲河川」が増加しています。これらの河川におけるサケの自然再生産を促すことは、資源保全の有効な手だてであると共に、コストをかけない増殖の一手法とも考えられます。そのためには、サケの産卵に適した生息場所と産卵場所まで遡上可能な河川環境の保全や修復が必要となりますが、その基礎となる知見は乏しいのが実情です。ここでは当所がこれまで取り組んできた、北海道の河川におけるサケ産卵場所の環境と産卵生態に関する研究のなかから、近年得られた知見を紹介しします。

### サケ産卵床の礫組成と生残率

サケマス類の産卵場所を規定する河川の環境要因として、水深、流速、底質および河床からの湧昇流等の重要性が指摘されています。ここで底質とは、河床を構成する礫のサイズ組成を意味しています。礫組成は産卵床内の通水性と密接に関係します。細かい砂や泥が増え組成が密になると通水性は減少し、卵や仔魚への酸素供給が不足して生残率の低下を招きます。

サケマス類の産卵床の礫組成と稚魚が浮上するまでの生残率との関係は、かつて通水性の適当な指標がなかったことから様々な方法で測定され、総合的な理解が困難な状況にありました。その後、Lotspeichら(1981)によって提案された「Fredle指数」により、礫の通水性をより正確に表すことが可能になりましたが、サケへの応用はなされてきませんでした。そこで筆者は、この指数を用いたサケ産卵床の環境評価を試みました。

実験には、ハッチング・ジャーに礫を35cmの厚さに詰めた人工産卵床を使用しました。人工産卵床の礫組成は、通水性の低い(細かい砂礫が多い)ほうから順に、Fredle指数を1.4(1区)、2.5(2区)、4.8(3区)、7.7(4区)および14.7(5区)に設定した5種を各2セット、合計10個用意しました(図1)。各産卵床にはサケの発眼卵50粒を30cmの深さに埋設し、水温10.4℃の地下水をかけ流して養育しました。

浮上した仔稚魚数から推定した生残率は、1区で35%、2区で46%、3区で89%、4区で96%および5区で100%を示し、礫組成の密な1-2区と比較的粗い3-5区との間で大きな差が認められま



図1. サケ産卵床の礫組成と浮上までの生残率を実験した水槽。礫組成(Fredle指数)は; 1区(1.4)、2区(2.5)、3区(4.8)、4区(7.7)、5区(14.7)に設定。

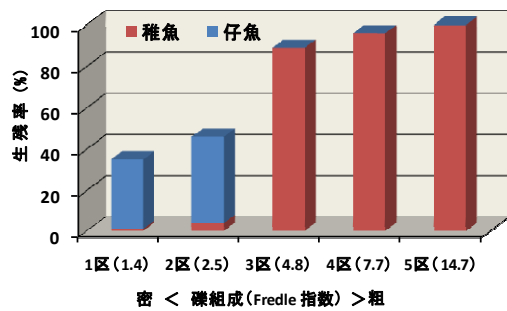


図2. サケ産卵床の礫組成 (Fredle指数) と浮上までの生残率との関係. 浮上魚は発育段階により稚魚と仔魚に区分.



図3. 人工産卵床から浮上したサケの仔魚 (上) と稚魚 (下).

した. さらに, 浮上した魚の発育段階も両グループ間で異なりました. すなわち, 3-5 区では通常的生活史同様「稚魚」の発育段階で浮上したのに対し, 1-2 区ではほとんどの個体がより早い時期に, まだ卵黄を多く残した「仔魚」の発育段階で浮上しました (図 2 および図 3). 仔魚は遊泳機能や摂餌機能が未発達なので, 河川水中での自由生活に適応することは困難です. 従って, これら礫組成の密な産卵床における自然界で再生産効率は, 実験で得られた値を更に下回ると推察されます. 以上のことから, サケ産卵床における卵・仔魚の生残率は礫の透水性が一定値を下回ると急激に低下し, その閾値は Fredle 指数で 2.5-4.8 の範囲にあることが示唆されました.

### サケ産卵場所の時空間変異

札幌市内を流れる豊平川では近年約 20 万尾のサケ幼稚魚が放流され, 約 2 千尾の親魚が回帰します. 豊平川での放流は 1979 年に「カムバックサーモン運動」の一環として始まったため捕獲施設が十分整備されず, 回帰親魚の一部は河川内で産卵してきました. 1998 年以後は回帰魚の捕獲が中止され, 全ての魚が河川内で自然繁殖しています. 同時に, 放流魚は全て同一水系の支流千歳川産の種苗で占められるようになりました. このように豊平川は前述の「非捕獲河川」の先例とみなされるため, ここでサケの自然再生産状況を調

べ始めました. その過程で得られた, サケ産卵場所の時空間変異に関する興味深い事例を紹介し

ます. 豊平川においてサケは, 9 月下旬から翌年の 1 月上旬にかけて回帰し, 中流域の流程約 10 km の範囲で産卵します (図 4 および図 5). このエリ



図4. 豊平川におけるサケ産卵床の分布域と調査区域.



図5. 豊平川で産卵中のサケ親魚 (写真提供: 札幌市豊平川さけ科学館).



アを18に区分し、各調査区における産卵床数を旬一回の頻度で目視により記録しました。2004-2006年における産卵床の分布パターンを、前期群（回帰時期の前半、9月下旬から11月中旬に産卵する魚）と後期群（回帰時期の後半、11月下旬から1月上旬に産卵する魚）で比較した結果を図6に示します。ここで産卵床の出現頻度（%）とは、各群において3年間に観察された産卵床数の合計に占める、各調査区で記録された産卵床数の割合として表しました。

サケ親魚の産卵場所には繁殖時期による変異が認められました。すなわち、調査区域の上流側(1-9)における産卵床出現頻度は、前期群では44%とほぼ半数を占めるのに対し、後期群では僅か2割程度に過ぎません。また、下流域(10-18)における産卵床出現頻度も、調査区域12や13で大きく異なりました。

この理由を明らかにするために、前期群と後期群が最も高頻度で利用した調査区域7と15において、産卵床内に埋設したデータロガーで水温を測定しました。その結果、前期群の産卵床内水温は河川水温とほぼ等しく変動したのに対し、後期群のそれは比較的高温かつ一定の水準で推移することがわかりました（図7）。これらは、前期群の産卵床は河川水が伏流する場所に形成されること、および後期群は地下水が湧出する場所を選んで繁殖していることを示唆しています。このような産卵場所利用の多様性は、海外のサケ野生個体群でも報告されており、卵や仔魚の発育をコントロールして浮上稚魚を適正な時期に降海させるための適応と考えられています。

我が国のサケ増殖事業において、卵および仔魚は地下水で養育されるのが一般的です。現在の豊平川のサケも、このように画一的な環境下で長期にわたり再生産を繰り返してきたふ化魚が起源です。その回帰親魚が数世代の自然繁殖を経て、野生魚に近い多様な産卵生態を示すに至ったことは、自然再生産を利用して日本系サケ資源の遺伝的多様性を保全することの有効性を示唆する結果だと考えます。

## おわりに

これまでの研究から、サケの自然産卵に適した河川環境条件や繁殖生態の一端を明らかにすることができました。しかし、河川で生まれた稚魚がどの程度回帰し、再び河川で繁殖するのか？とい

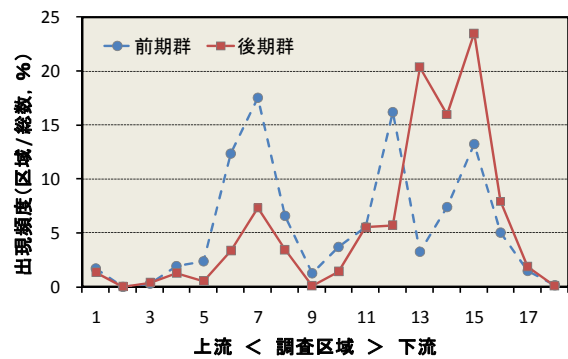


図6. 2004-2006年の豊平川におけるサケ産卵床の分布状況。

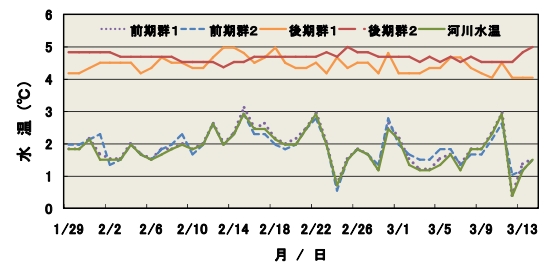


図7. 豊平川におけるサケ産卵床（前期群および後期群）と河川水の水温。

った「再生産の実態」については未解明なまま残されています。この課題を解決するため、豊平川では2003-2006年に回帰した親魚の産卵床数と産卵床の礫組成から、翌春の降河稚魚数推定を試みました。さらに、2004-2007年に放流されたサケ幼稚魚には全て脂鰭切除の標識が施され、天然魚との識別が可能になっています。これらの幼稚魚が回帰する2005-2011年にかけて、親魚に含まれる標識魚の割合やふ化場魚と天然魚の生物特性の違いを調べることにより、両群の生残率や繁殖生態に関する知見の集積が可能になると期待しています。

## 引用文献

Lotspeich, F. B., and F. H. Everest. 1981. A new method for reporting and interpreting textural composition of spawning gravel. U. S. Forest Service Research Note PNW-369.