

豊平川のサケ産卵床における環境条件と浮上までの生残率

あるが のぞみ 有賀 望 (札幌市豊平川さけ科学館)・すずき としや 俊哉 (さけますセンター さけます研究部)

はじめに

北海道最大の都市、札幌の市街を流れる石狩川水系豊平川では、古来サケが自然繁殖し、昭和初期には放流事業も実施されていました。しかし、第二次大戦後の人口急増に伴い水質が悪化し、サケの遡上は途絶えました。その後、下水道の整備による水質改善を契機として、豊平川に再びサケを戻そうとする「カムバックサーモン運動」が市民の中から起こりました。この運動が実を結び、1979年春(1978年度)に稚魚の放流が再開され、1981年秋(1981年度)には親魚の回帰が確認されました(図1)。以後、現在に至るまで放流は続けられ、1985年度からは河川内での自然産卵も繰り返されています(図1)。

このように「カムバックサーモン運動」は、人工増殖を通じて、豊平川のサケ資源の回復を成功させました。しかし、そのゴールは回帰したサケが自然繁殖可能な河川環境の保全にあると著者らは考えます。そのためには、豊平川に産卵されたサケの卵が、どれくらい稚魚となって海に下り、再び母なる川に戻るのかを確かめる必要があります。

そこで今回、豊平川で自然繁殖するサケの回帰率を明らかにする取り組みの一環として、(1)浮上までの生き残りに関与する産卵環境を明らかにし、(2)産卵床内での生残率を推定し、(3)稚魚の浮上数を試算したので、その結果を報告します。

材料と方法

産卵環境調査 2003年9月から11月にかけて豊平川に形成されたサケの産卵床から、ランダムに10カ所を選出し、主要な産卵環境要因を測定しました(図2)。水深、流速および産室の深さは、産卵床の礫が最も盛り上がった地点で測定しました。流速は、プロペラ式流速計を使用して産卵床直上にて10回計測し、その平均値を用いました。産室の深さは、河床から卵が埋まっている位置までの深さを測定しました。礫の空隙サイズは、卵や仔魚へ酸素を供給する地下水の通水性や浮上稚魚の通過経路を規定することで、産卵床内での生残に強く影響します。空隙サイズを表す「Fredle 指数」(Lotspeich and Everest 1981)を算出するために、産卵床の砂利を縦横25cm、深さ20cm採取し、粒度を分析しました。

生残率推定実験 2003年11月から2004年6月にかけて、産卵環境調査と同一の産卵床10カ所それぞれに、豊平川放流魚と同一起源の千歳川産サケ発眼卵200粒を収容したバイバードボックス

スを6個ずつ埋設し、生残率を推定しました。6個のボックスのうち、3個は孵化率推定用とし(図3のA)、残り3個は稚魚の逸脱を防ぐためネットで覆い浮上率推定に用いました(図3のB)。孵化率は、発眼時に設置したボックスを孵化直後に回収し、ボックス上部に残った死卵数から推定しました。浮上率は、発眼時に埋設したボックスを浮上時期に回収し、ネット内に残った死亡仔魚を数えて見積もりました。孵化率および浮上率は、3箱の平均値で代表しました。各産卵床内の水温は、データロガーにより産卵直後から観測し、積算水温から発育時期を予測しました。積算水温は、発眼：240℃、孵化：480℃、浮上：960℃をボックス回収の指標としました。

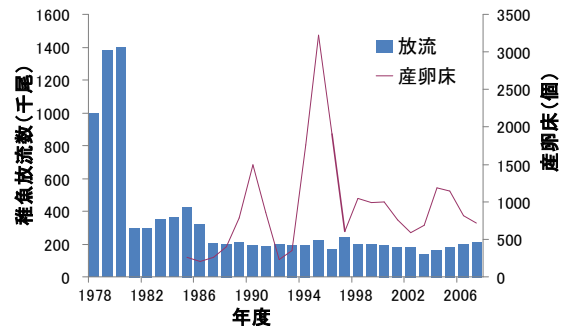


図1. 豊平川におけるサケ稚魚放流数と親魚の自然産卵確認数。



図2. 豊平川におけるサケの産卵範囲と産卵床調査地点。

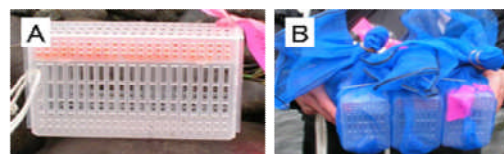


図3. 豊平川におけるサケ産卵床内の生残率推定に用いたバイバードボックス。A: 孵化率推定用, B: 浮上率推定用。

結果と考察

豊平川の産卵環境 豊平川におけるサケ産卵床の環境測定結果を表 1 に記載しました。産卵床の水深は、 28.0 ± 10.6 cm (平均値±標準偏差) を示しました。同じく流速は 26.5 ± 15.9 cm/秒、産室の深さは 23.2 ± 9.0 cm でした。

これらの結果を、道内他河川におけるサケの産卵環境と比較しました (表 1)。これまでに報告されている河川と豊平川では、流域面積や河床勾配など水系の環境が大きく異なるにも関わらず、サケ産卵床の流速、水深および産室の深さは、ほぼ同様の値を示しています。この結果から、豊平川においてもサケの産卵に適した水深や流速の場所が存在し、サケは産卵時にそのような場所を選んでいることが示唆されます。

次に、礫の空隙率を示す Fredle 指数の頻度分布を図 4 に示しました。産卵床の Fredle 指数は、5-12.5 の範囲に多く分布し、中央値として 8.2 が得られました。Fredle 指数が 4.8 を下回ると、サケの生残に悪影響を及ぼすことが、室内実験から示されています (鈴木 2008)。このような産卵床は、今回 1 ヶ所しか観察されず、豊平川ではおおむね好適な環境下で卵が育っていることが予想されました。

産卵床内の生残率 卵の孵化率および、仔魚から稚魚への浮上率の頻度分布を図 5 に示しました。孵化率は、調査した全ての場所において 0.8 以上で、中央値が 0.92 と非常に高い値を示しました。一方、浮上率は多くが 0.6 以上で、中央値が 0.83 とやや低い値が得られました。なお、浮上率が 0.14 と最も低かった産卵床は、Fredle 指数が 3.7 を示したことから、礫の空隙の少なさが生残率を低下させた一因ではないかと考えています。

今回得られた孵化率および浮上率の中央値を積算すると、豊平川に産み付けられたサケの卵が稚魚となって浮上するまでの生残率は 0.76 と推定され、比較的高水準にあることが示唆されました。

浮上稚魚数の試算 豊平川におけるサケの平均抱卵数は 2,881 粒、産卵率 (産卵数/抱卵数) は 0.98、産卵した卵の発眼までの生残率は 0.98 と報告されています (小宮山ら 1990)。2003 年度に

豊平川で確認された産卵床数は 685 ヶ所でした (さけ科学館 未発表)。これらの数値に今回求められた発眼から孵化までの孵化率と、仔魚が稚魚になるまでの浮上率を合わせて、自然産卵由来の浮上稚魚数を下式により求めました。

$$\begin{aligned} \text{浮上稚魚数} &= \text{産卵床数} \times \text{抱卵数} \times \text{産卵率} \times \text{発眼率} \times \text{孵化率} \times \text{浮上率} \\ &= 685 \times 2881 \times 0.98 \times 0.98 \times 0.92 \times 0.83 \\ &= 1,447,278 \text{ 尾} \end{aligned}$$

この結果、2003 年度に自然産卵から生まれ浮上した稚魚は、約 1,450 千尾と試算されました。これは、同年度に豊平川へ放流された稚魚 138 千尾の約 10.5 倍に相当します。多くの稚魚が自然産卵によって生まれていることが推定されました。

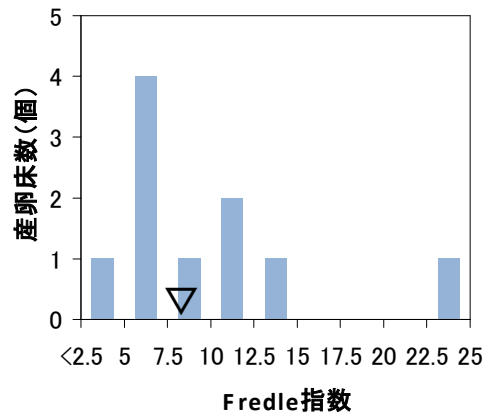


図4. 豊平川のサケ産卵床における礫の空隙率 (Fredle 指数) の頻度分布。▽は中央値を示す。

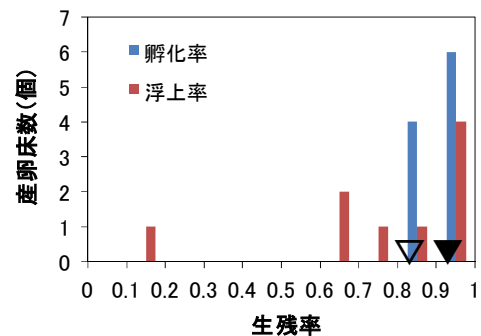


図5. 豊平川のサケ産卵床における生残率の頻度分布図。▼は孵化率、▽は浮上率の中央値を示す。

表1. 豊平川および北海道の他河川におけるサケ産卵床の環境。値は平均値±標準偏差。ハイフン (—) で連結した値は範囲を表す。ndは報告なし。

調査河川	水深 (cm)	流速 (cm/秒)	産室の深さ (cm)	出典
豊平川	28.0 ± 10.6	26.5 ± 15.9	23.2 ± 9.0	今回
遊楽部川	27.7 ± 12.1	27.2 ± 18.2	nd	鈴木 (1999)
知内川, 遊楽部川	20.2	10-43	20-30	小林 (1968)
十勝川水系メム川	nd	nd	15-20	佐野・長沢 (1958)

が、この試算結果は、浮上までの生残に影響する他の要因（例えば、他のメスによる産卵床の掘り返し、捕食、増水や濁水による減耗など）が考慮されていないため、過大評価になっているかもしれません。また、浮上した稚魚が川で成長する時期には、豊平川の河川敷に捨てられた大量の雪が川に押し出されており、このような環境でどれくらい降海しているかは不明です。より正確な推定のためには、これらの影響についての調査研究も今後必要と考えます。

現在の豊平川には、千歳川産の放流魚と自然産卵由来のサケが存在しています。今回の調査により、豊平川で自然産卵したサケの子孫が、かなりの割合で稚魚まで育ち、翌春川を下っている可能性を示すことが出来ました（図6）。では、自然産卵由来のサケはその後どれだけ回帰しているのでしょうか？このことを明らかにするため、著者らは豊平川に放流するサケ全てに標識を付け、回帰親魚に占める自然産卵魚と放流魚の割合を調査中です。また、標識の無いサケについても、石狩川支流の千歳川に回帰する魚が迷入していないか確かめるため、耳石標識による判別調査も実施しています。今後これらの調査を通じて放流魚と自然産卵魚の回帰率が明らかになれば、豊平川でのサケ保全に留まらず、自然の生産力を利用したサケマス資源の管理にも寄与出来るものと期待しています。

謝辞

今回の調査を行なうにあたり、小原聡氏、パブリックコンサルタント（株）の角田武氏、（株）北海道技術コンサルタントの渡辺恵三氏、さけ科学館の岡本康寿氏、佐藤信洋氏には、多くのご指導やご協力をしていただきました。また、さけ科学館ボランティアの会や博物館実習生の方には調査に協力していただきました。ここに深く感謝の意を表します。

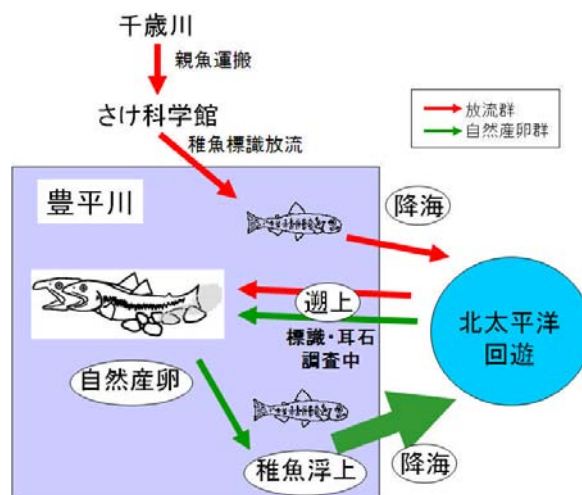


図6. 豊平川のサケの現状.

引用文献

- 小林哲夫. 1968. サケとカラフトマスの産卵環境. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, **22**: 7-13.
- 小宮山英重・堀本宏・小原聡. 1990. 豊平川におけるシロザケの河川回帰率とその自然産卵環境. 北海道の自然と生物, **2**: 1-6.
- 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.
- 佐野誠三・長沢有晃. 1958. 十勝川支流メム川に於ける鮭の天然蕃殖. 北海道さけ・ますふ化場研究報告, **12**: 1-19.
- 鈴木俊哉. 1998. 遊楽部川におけるサケの自然産卵環境調査. さけ・ます資源管理センターニュース, **4**: 1-4.
- 鈴木俊哉. 2008. 自然再生産を利用したサケ資源保全への取り組み. SALMON 情報, **2**: 3-5.