

大学院派遣研修の報告

石川県立金沢伏見高等学校
教諭 川内 斉

1. 研究の概要

【研修先】

金沢大学大学院教育学研究科 理科教育専攻 川幡佳一研究室（生態学分野）

【論文題目】

金沢市伏見川におけるシロザケの繁殖生態

【論文概要】

シロザケ（サケ、*Oncorhynchus keta*）はサケ科サケ亜科サケ属の一種であり、わが国の水産資源として重要である。生活史から見ると、シロザケは川を産卵場、海を生育場として生活する遡河回遊魚である。石川県内では10月初旬から遡上が始まり11月末まで続く。

県内の手取川・犀川などでもかつては毎年秋になると、天然のシロザケが遡上していた。しかし、工業排水や生活排水などによる水質汚染やダム建設などによる河川水量の減少などが影響して各河川で遡上する天然シロザケの姿は減少していった。そんな状況の中で、石川県水産総合センター美川事業所が1979年から継続してきた稚魚放流事業と水質改善の成果が次第に見られるようになった。金沢市内を流れる犀川支流の伏見川でもシロザケが遡上してきて、繁殖行動が見られるようになった。

筆者は、1988年秋に初めて伏見川で遡上したシロザケを観察した。そして、翌年の観察でシロザケの産卵場所が、前年のそれとほとんど同じであることが明らかになった。そこで、シロザケの産卵場所として必要な条件を明らかにすることは、伏見川に遡上する個体群を維持させていくためには重要であると考えた。なぜなら、遡上個体数が非常に少なく、水質や水量の面でも条件の悪い伏見川で、この個体群を維持させていくためには、人間の積極的な協力も必要である。親水空間の造成などの河川改修を積極的に行ってきた伏見川においては、今後も工事が行われるであろう。その時に、シロザケが自然繁殖できる河川環境を少しでも残すためには、伏見川におけるシロザケの繁殖生態を明らかにしておくことが必要なのである。

1990～1991年の調査により、次の4点が明らかになった。産卵床は平瀬を中心に形成される傾向がある。降雨による増水後にまとまって遡上してくる傾向がある。遡上のピークが2つ以上に分けられると、産卵床の二度使いが起こることがある。通常水位では魚体さえも収まらないような浅瀬が、増水時には産卵場所として利用されることがある。さらに、2002年2月23日には、調査区域より下流の金沢市保古橋付近にてシロザケ稚魚を1尾捕獲した（石川県の特別採捕許可済み）。

そこで、伏見川の環境、特に物理的環境の特性がシロザケの繁殖成功率に及ぼす影響を研究した。シロザケは繁殖のためだけに遡上するので、河川での行動は直接、繁殖成功率に影響する。その際、雌では受精や発生、卵の保護行動をより確実にするた

めに産卵場所の選択が最も重要であると考えた。また、雄ではできるだけ多くの産卵に参加して放精することが重要であると考えた。そこで、本研究は、雌の産卵場所の選択性と雄の繁殖行動の二点から別々にアプローチし、最後に総合的な考察を行った。

産卵場所として雌が好む流速と水深は、それぞれ $0.36 \pm 0.13 \text{m/s}$ (平均値 \pm 標準偏差)、 $27.3 \pm 7.5 \text{cm}$ であった。また、河床の底質は 4~12cm の礫が単位面積の約 80% 以上を占める場所が利用されていた。しかし、産卵後の雌が卵を保護する日数(在床日数)は、降雨による増水で流速や水位が激しく変動すると著しく減少した。したがって、雌の繁殖成功率を左右する要因は、遡上河川が雌の選好性に一致する物理的環境の特性をもち、なおかつ、産卵後の降雨による増水を緩和するのに十分な開けた流路をもっていることが最も重要であると考えられる。

雄の繁殖行動を観察すると、1尾の雌に対しては1尾の優位雄だけというのではなく、複数の劣位雄や時々他から侵入してくる侵入雄が集まっている。そこで、この三者の雄の個体間関係を分析した。その結果、劣位雄は後方からスニークの機会を狙ってはいるが、必ずしも優位雄と敵対関係にあるのではなく、むしろ協同で侵入雄の追い出しに対処している場合が多かった。また、1尾の雄がその時々により優位雄や侵入雄になったり、劣位雄になったりする例が観察されるにいたり、雄は雄同士の個体間関係の中で流動的に役割を変えることが明らかとなった。したがって、雄はその時々々の条件に対して多様な繁殖戦術をとりながら、1回でも多く繁殖に参加することで繁殖成功率を高くしていると考えられる。

そこで、最後に雌の場所選択性と雄の繁殖行動に及ぼす河川環境の影響を考察した。雌の繁殖成功率は、自身の場所選択によって大きく左右される。すなわち、遡上河川の中下流域に雌の選好性(流速、水深、河床の底質、水温、湧水の有無など)と一致する物理的環境の特性を備えた場所が十分に存在することが必要である。しかし、繁殖成功率は、産卵後の雌が卵を保護するための在床日数によってさらに影響を受けると考えられる。この雌の在床日数を左右するのが、この季節に多い降雨による増水、一種の攪乱である。この増水により水位だけでなく流速も増大し、河床の砂礫が移動する。したがって、雌の産卵した場所が増水による物理環境の変化に対して、十分に緩和する力をもっているかどうかが必要である。そして、その緩和する力を備えるためには、雌の産卵場所として最も利用される河川の中下流域に広い流路の平瀬や早瀬が存在していることが必要である。そして、もしこの条件が整えば、雌はこの一帯に選好性と一致する場所を見つけて、互いに隣接しながらほぼ同時期に造巢すると考えられる。そのため、雌雄の性比が 1:1 であれば、雄同士は闘争を繰り返しながらも高い確率で、いずれかの雌に対して優位雄になれると予想される。その結果、雄の繁殖成功率は増大すると考えられる。

一方、遡上河川が広い流路の平瀬や早瀬を備えていなければ、狭い流路の水深は大きくなり、雌の選好性に一致する場所はパッチ状に分布することになる。さらに、雌の個体数を満たすだけの好適な場所を確保するためには、より長い流路が必要である。

そのため、雌は好適条件の場所を探し当てるのに時間を要し、結果的に雌個体間の産卵に時間差を生じる。雄は間近に産卵しそうな雌を求めて泳ぎ回るが、1尾の雄が泳ぎ回る範囲には造巢中の雌は少ないだろう。そのため、1尾の雌の周りには雄が次第に集まってきて、結果的に複数の劣位雄と1尾の優位雄、さらには他の繁殖単位で放精経験のある侵入雄が出現するのではないかと考えられる。すなわち、好適な場所が距離をおいてパッチ状に分布している河川において、雄は優位雄になるために広範囲の流程を泳ぎ回って雌を探すよりも、1尾の雌の周囲で劣位雄としてスニークを狙った方が、繁殖成功率が高くなるのではないかと考えられる。その結果、伏見川では1つの繁殖単位に複数の劣位雄や侵入雄が出現しているのではないかと結論づけられる。ただし、このような場所は増水による影響が大きく出るため、広い流路をもつ場所に比べると産卵後の繁殖成功率は低くなると考えられる。

今回の調査は、伏見川に遡上するシロザケの繁殖生態の一部を記述したに過ぎない。今後、雌の産卵後の在床日数や繁殖単位内での雄の行動について、伏見川の調査結果と好適な場所を広範囲に備えた河川の調査結果を比較することが重要である。

2. 研修成果の活用

今回の研修では、理科教育の中でも生物学の生態学分野を専門的に研究した。具体的には、伏見川に遡上するシロザケを集中的に観察し、さらにそれを取り巻く河川の物理的環境を詳細に記録しながら、両者の関わりについて考察を試みた。設定したテーマについて、仮説を検証するために野外調査やデータ整理を推し進めることは、わくわくするような喜びであると共に、時には予想以上の苦しみでもあった。私は、この研修で2つのことを学んだ。1つは、河川生態学と動物行動学の研究の手法である。もう1つは、研究過程で閃いた多くの仮説よりも、1つの仮説をきちんと最後まで検証しきる「気構え」の大切さである。生物の課題研究の目標にも、「探求する能力と態度を養う」と掲げられているが、この態度こそがとても大切なのである。

私は現在、勤務校の自然科学コースで開講している「フィールドワーク」を担当している。選択者は毎年、十数名から二十名と比較的小集団であるため、2名の教諭で積極的に野外実習を行っている。テーマは、学校の前を流れる伏見川である。今年度の具体的な活動は大きく分けて、4ヶ所の定点で水生昆虫を採集及び種の同定とスケッチ、基礎的な河川生態学(河川の構造や生物採集の方法など)、遡上するシロザケの行動観察であった。今後は、この「フィールドワーク」の授業をより充実させるために研修の成果を活かしたいと考える。