HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	北海道豊平川における野生サケの産卵環境の変化と個体群存続可能性の評価［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	有賀, 望
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	乙第7189号
Issue Date	2023-12-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/91199
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Aruga_Nozomi_abstract.pdf, 論文内容の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 旨

博士の専攻分野の名称：　博士（農学）　　氏名　　有賀　望

学 位 論 文 題 名

北海道豊平川における野生サケの産卵環境の変化と個体群存続可能性の評価

人間の活動は、世界的に生物多様性を驚異的な速度で劣化させている。太平洋サケ属（*Oncorhynchus* spp.）は、外洋での成長期には人為的な影響を受けにくいが、産卵から稚魚が海に下るまでの間は河川環境が生存に大きな影響を与えるため、淡水への回帰期には人為的な影響を受けやすい。都市部の河川における太平洋岸サケ属成魚の産卵と稚魚の降下は、特に人間活動の影響を受ける。日本のサケ *Oncorhynchus keta* は、20 世紀後半に沿岸漁獲量が大幅に増加したが、2000 年以降減少傾向にある。近年、ふ化放流事業が生物多様性や野生魚の再生産能力に与える負の影響が指摘されるようになり、北海道の河川において自然産卵するサケの存在は、近年注目されている。190 万人都市である札幌市内を流れる豊平川は、かつては地下水由来の小河川が扇端部に数多く形成され、サケの捕獲道具が遺跡より確認されているように、古来より一大サケの産卵場があった。また、網状流路が発達した豊平川本流でもサケの増殖事業が行われていたが、都市化に伴いその個体数は大きく減少した。その後、水質改善に伴い市民放流が再開したことを受け、まとまった個体数のサケが遡上し、自然産卵もみられるようになった。一方で、近年、豊平川の河川地形は、上流側で河床低下が進み、下流側で砂礫堆の樹林化が見られ、水面幅が狭まっており、産卵環境への影響が懸念される。そこで、本研究では、まず、豊平川に遡上するサケのうち、自然産卵から生まれる野生魚の割合を調べ、野生サケ個体群特性を明らかにすることを目的とした。また、産卵場所の地形的特性と卵の生存率、さらに、河川地形の経年変化がサケの産卵環境に与える影響について明らかにし、野生サケ個体群の存続可能性について評価した。

標識放流調査により、豊平川に遡上した 600～1640 尾/年のサケの約 7 割は、豊平川で自然産卵によって生まれた野生魚であることが明らかとなった。また、放流魚と野生魚の間には、成熟年齢や繁殖時期に相違が認められた。9 月下旬から 1 月上旬までの繁殖時期を、前期群と後期群に分けて解析すると、野生魚は前期群の割合が高いのに対し、放流魚は後期群までの幅広い期間に遡上していた。現在は、豊平川の環境に適応した野生魚個体群が定着していると考えられたが、現在の自然産卵に基づく個体群増加率は平均 0.63 で、個体群増加率が 1 となり定常状態に達する環境収容力は 1105 尾と推定され、豊平川の河川規模に鑑みると環境収容力は大きくないことが示唆された。

サケの産卵床が形成される河川地形は、産卵に利用できる河川地形の割合とは異なっており、前期群のサケは主に砂礫堆沿いの湧出域で産卵し、後期群は二次流路を選択的に利用していた。卵の生存率は、前期群の方が高かった。これは、前期群の産卵環境は、流速が速く、水深が深く、冬期間の河床内最高水温が低い（地下水の影響が少ない）、

溶存酸素が豊富な環境であるため、卵の生存率が高かったと考えられた。一方で、後期群が地下水の影響が大きい冬期間の水温が高い場所を選択する理由として、稚魚が適切なタイミングで降下できるためと考えられるが、地下水の溶存酸素量が河川水よりも低いことや、都市の地下水に汚染が見られることが、卵の生存率を低下させたと考えられる。後期群の産卵環境は、仔魚の成長を早めるメリットと、卵の死亡率が高まるリスクという条件のトレードオフにあり、二次流路は後期群にとって最も適応度の高い環境であると考えられる。野生稚魚数は、前期群の産卵床のみと相関がみられたことから、豊平川における野生サケ個体群の存続には、前期群が多く産卵する砂礫堆沿いの湧出域の保全が不可欠である言える。

豊平川の河川地形の経年変化は、上中流域の河床低下、比高差の拡大、水面幅の減少、澪筋の固定化が顕著であった。現在の豊平川では、年に数回の頻度で冠水する砂礫堆は形成されず、澪筋の固定化が進行し、砂礫が移動するような攪乱は低下した。サケの産卵床数は、河床低下が起こらず、低水路の比高差が小さく、水面幅が広く、分流が多い地形、つまり攪乱の起こりやすい指標と、河床材料が粗粒化しておらず、湧水の出やすさの指標と相関がみられた。豊平川の河川地形は、攪乱が起こりにくい方向へ経年的に変化しており、砂礫堆が流路変動で攪乱を受ける頻度が低下したため、豊平川のサケの初期生存率に負の影響を与えている可能性が示唆された。

野生サケ個体群の自然再生産が存続するためには、多様な産卵環境を再生し、豊平川の卵から稚魚までの初期生存率を上げることで、個体群増加率を 1 に近づけることが重要であると考える。現在、自然産卵に基づく個体群増加率の平均は 1 を大きく下回っているが、産卵環境が改善することで個体群増加率が上がることが期待できる。そのためには、自然流況や土砂移動を復元し、砂礫堆の攪乱頻度を上げること必要であり、将来的に河道設計の見直しが必要と考える。例えば、高水敷の高さを下げ、一部にワンドや二次流路を復元し、氾濫原の生態的機能を回復させることで、局所的な侵食や堆積傾向が緩和され、砂礫堆が攪乱を受ける規模の流路変動が起こり、サケの産卵場として必要な河川形態が実現する可能性がある。また、上流からの土砂流送を増やすことで流路変動が起こりやすく、さらに砂礫堆の固定化を防ぐことが期待できる。地下水が減少した現在の豊平川流域においては、後期群に適した産卵環境を増やすことは困難であるが、本流とは環境が異なる支流への遡上・産卵範囲を広げることで、個体群構造の多様性が高まり、豊平川野生個体群の存続可能性を高めることに繋がるかもしれない。

ふ化放流が野生魚の再生産能力に負の影響を与える懸念があることから、豊平川では 2016 年より放流数の順応的管理を始め、2016 年より放流数を 1/3 に削減しているが、現在のところ、回帰親魚の野生魚割合に大きな変化はみられていない。これは、放流魚の河川回帰率が大規模放流をしていた時期より高くなったためと考える。海洋における生存が良かったことに加え、飼育密度が減ったことで放流サイズや放流時期が最適化され、河川回帰率を高めた可能性もある。一方で、野生魚割合と個体群増加率には正の相関がみられたことから、今後、さらに野生魚割合を増加させることが、豊平川の野生個体群の存続に重要だと考える。