

学 位 論 文 題 名

Conservation biology on endangered salmonid species
Sakhalin taimen *Hucho perryi* inhabiting river basins
of eastern Hokkaido

（北海道東部の河川に生息する絶滅危惧サケ科魚種イトウの保全生物学）

学位論文内容の要旨

要旨

北海道に生息するイトウ (*Hucho perryi*) は全長1.5m、体重40kgに達することもある世界で最も大きなサケ科魚種であるが、近年、急速に個体数が減少しており、IUCN (国際自然保護連盟) が策定するレッドリストには絶滅する危険性が最も高い“Critically Endangered”に指定されている。各地で急速に進行しつつある本種の個体群絶滅を回避するための効果的な保全策を立案する上で、現状の個体数や分布を正確に把握することが急務である。しかしながら、本種の広大な流域に生息し、個体数が少ないという本種の特徴から、定量的に個体数を把握することは極めて困難であった。本研究では、北海道東部で1960年代に産卵が行われていたと考えられる7水系の64支流を調査対象河川として、現在も産卵が行われているかどうかを産卵期に川を歩いて産卵床の探索、稚魚の浮上時期に電気漁具で稚魚を採捕するなどして、現在も産卵がおこなわれているかどうかを調べるための調査をおこなった。その結果として、75%以上もの支流において、現在では繁殖が行われなくなり、局所絶滅が起きたことが確認された。さらに、各水系における産卵床数の計数結果から産卵したメス親魚の個体数を推定したところ、2水系で比較的安定的に資源が維持されている一方で、2水系で極端に個体数が少なく、個体群絶滅する危険性が高いことが示された。さらに、残りの3水系では全く、繁殖が確認されず、個体群絶滅したと推察された。

次に、こうした絶滅要因の解明を解明するために、隣接した2水系の32支流において、産卵床数と環境要因との関係を調べた。環境変量の候補としては、各支流における流域面積、産卵適地の面積、ニジマスの産卵床数、集水域面積内における牧草地面積が占める比率が選ばれた。牧草地は現在、北海道東部で最も代表的な土地利用形態である。しかし、1960年代以前は、笹地、森林が優占する広大な原野であった。その後の耕地開発により急速に草地化が進行した。解析の結果、イトウの産卵床数を説明するものとして、草地比率、産卵適地面積、草地比率×産卵適地面積の交互作用が統計モデルにより、選択され、過去50年間に増加した草地化の影響により、調査した32支流では52.8%もの産卵床数の減少が起きたことが推定された。したがって、道東地域における急速な絶滅の主な要因は急速におきた草地拡大と考えられる。その有力な減

少機構の一つとして、草地から河川へ流入した砂が、河床に堆積して、その砂が産卵床内の卵の呼吸や発育を阻害され続けた結果として、草地化された河川ではイトウの産卵床数が減少したのではないかと推察される。草地化が進んだ当地域で、イトウ保護にとって、有効な施策を検討するために、上記のモデルの結果から、将来、牧草地比率が変化した場合のイトウ産卵床数を予測したところ、5%から50%草地比率が増加すると、13.9%から63.7%産卵床数が減少すると、予測された。逆に、5%から50%草地比率が減少すると、5.6%から40%イトウ産卵床数は増加すると予測された。また、草地比率の増減がイトウ産卵床数に及ぼす効果は個々の流域間で異なることが明らかになった。草地比率の増減の効果は草地化が進んでいない川ほど大幅に産卵床数を変化させる傾向があることがわかった。草地化の影響を受けている川よりも、あまり受けていない流域に対して優先的に草地を減少させることが重要であることが示された。

ダムなどによるハビタットの分断は水域生態系に大きなインパクトを与えることが知られている。本研究では草地化の影響を受けていない2支流において、ダムによるハビタット分断が実際にどのくらいイトウ資源量に影響を与えているのかを産卵適地面積とイトウ産卵床数との間に見られた強い正の相関関係に基づき、約20年前にダムが建設されるまで、両支流ではそれぞれ、147.6床、3.4床の産卵床があったことが推定された。この147.6という推定値は現在の風蓮川水系全体の産卵床数をも上回るものであり、この支流にダムが建設ことにより、本水系のイトウが約50%程度も減少したことを意味している。こうした推定は本種の保全上、重要な支流を具体的な数字的根拠を伴って、明確に示しており、流域管理計画を考える上で、欠かせないものとなるだろう。

上流域における土地利用の改変やハビタット分断以外に加えて、外来種の侵入も淡水魚の保全を考える上で、大きな脅威となりうることが知られている。ニジマス *Oncorhynchus mykiss* は北米原産の外来サケ科魚種であるが、近年、道東地域においては急速にその分布を拡大しつつある。ニジマスはイトウ同様に、春に産卵するサケ科魚類であるが、道東地域のイトウとニジマスが同所的に産卵している1支流において、2006年から2008年まで、両種の産卵行動を観察した。4月中旬から下旬にかけて、両種の産卵期や産卵場所が著しく重複し、同じような流速、水深や河床材料に産卵していることが明らかになった。イトウのメス親魚はニジマスのメス親魚に比べて、大きい両種の卵の埋まっている深さは非常に似ていた。調査した3年間のうち、ニジマスの産卵床数は概ねイトウよりも5倍多く、確認されたイトウ産卵床の30%前後がニジマスによって掘り返されていることがわかった。このように、産卵床の掘り返し比率が高い要因は調査河川の産卵適地面積が小さいこと、ニジマスの産卵床数が多いことが影響していると考えられる。

上記に述べたように、道東地域の河川には様々なイトウ個体群に対する脅威が存在しているが、現在のイトウ個体群が置かれている状況の脅威を最小限に抑えるべく、現実的な流域管理計画を立てることが求められる。特に、絶滅危機個体群に関しては個体群絶滅を回避するために、個体群サイズの拡大を図ることが早急に求められる。また、大きな産卵適地面積があり、草地化による土砂流出の影響を受けていない支流でダムに効果的な魚道を設置することによって、流域間のつながりを回復させることはイトウの産卵床数の増加に大きな効果が期待できる。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 東 正 剛
副 査 教 授 上 田 宏
副 査 准教授 野 田 隆 史
副 査 特任助教 小 泉 逸 郎

学 位 論 文 題 名

Conservation biology on endangered salmonid species Sakhalin taimen *Hucho perryi* inhabiting river basins of eastern Hokkaido

(北海道東部の河川に生息する絶滅危惧サケ科魚種イトウの保全生物学)

申請者は、日本最大の淡水生サケ科魚種イトウの生態を研究し、特に北海道東部地域におけるこの絶滅危惧種の産卵床数・成魚数・分布の現状把握と保全に関する提言を試みている。まず、3つの河川支流に梁を設置し、産卵期（4月～5月）に遡上してくる産卵雌の個体数と、梁の上流に造られた産卵床の数を調査したところ、いずれの支流においても、産卵メス 1 匹あたり平均5つの産卵床を造ることが明らかとなった。これにより、産卵床数から遡上してきた産卵メスの個体数を推定することが可能となった。

次に、イトウと、同じく春産卵型の外来侵入種ニジマスが同所的に生息している支流において、両種の種間関係を調査した。両種ともに雪解け水流出で河川上流域の水量が増加する 4 月中旬に産卵を開始する。ニジマスの産卵は 6 月上旬まで見られるが、多くの産卵床がイトウの産卵期である 4 月中旬から 5 月上旬に造られる。しかも、両種共に砂利の多い早瀬を好んで産卵し、産卵床内の卵室の深さもほぼ同じであるため、既に造られているイトウの産卵床をニジマスが掘り返し、卵の流出も起こっていた。釣りを目的としてニジマスの放流が盛んに行われており、産卵場所をめぐる二種の競合関係は、イトウを保全する上で考慮しなければならない問題である。

さらに、申請者は卵から孵化した幼魚の行動を詳しく観察している。卵は 6 月末から 7 月上旬にかけて孵化し、幼魚の一部は孵化支流周辺に留まり、他の個体は下流に向かって分散した。分散は日没直後に最も盛んで、日の出とともに終わる。日中は淵などに留まり、次の日没後に再び分散を開始する。孵化場所に留まる残留型と流下する分散型の体長を比較したところ、大きく重複する

ものの、統計的には残留型の方が有意に大きい。残留型にはなわばり制が見られることから、幼魚間で生息地をめぐる競争があり、なわばりを持たない個体が幼魚期を過ごす生息地を求めて流下すると考えられた。残留型は最長2年近く孵化支流に留まり、分散型は下流の細い支流などで成長することも確認された。イトウを保全する上で幼魚の行動や生息地を明らかにすることは非常に重要であり、貴重な成果と言える。

次に、申請者は道東域の河川におけるイトウの分布を詳細に調査している。まず、漁師や釣り人への聞き込みにより、1960年代まで産卵床や親魚が目撃されていたことが確認された64の支流約500kmを踏査し、45の支流では現在産卵が行われていないことを明らかにした。また、産卵が行われている支流における産卵床数は568であった。既に述べたように、各産卵雌は平均5つの産卵床を造ることから、産卵雌の数は114個体と推定された。先行研究により、雌成魚は隔年産卵をすることが明らかになっており、この地域に生息する雌成魚の数は約230個体と推定された。

さらに、産卵床数の少ない支流は、この約50年間に牧草地化が進んだ地域に集中していた。そこで、64支流から34支流を選び、産卵期の流水量、河川斜度、産卵適地の面積と礫サイズ、流水域の面積と牧草地率などを詳しく調べ、産卵床数に影響を及ぼす環境要因を抽出している。まず、ダムの影響を受けていない32支流について重回帰分析を行い、産卵適地率と牧草地率が抽出された。牧草地からは大量の土砂が流出しており、その堆積によって産卵適地が減少し、イトウの減少につながっていると推定された。

最後に、申請者はイトウの産卵に及ぼすダム建設の影響を推定している。まず、牧草地率40%を境として32支流を2群に分け、産卵適地率(x)と産卵床数(y)の回帰式を求めたところ、牧草地率40%以下の群では $y = 0.46x + 0.61$ ($r = 0.97$, $p < 0.001$) が得られた。この式を、牧草地率が40%以下で産卵適地面積が3,168 m²であるにもかかわらず砂防ダムの影響を受けて産卵床がほとんど見られない風連川のある支流に当てはめると、潜在産卵床数は148にも達すると推定された。これは、風連川全域で現在見られる産卵床数139を上回る数であり、砂防ダムがいかにイトウの産卵を妨げているかを物語っている。そこで、今後撤去すべき砂防ダムの第一候補としてこのダムを挙げているが、最近、矢臼別演習場を管理する防衛省は申請者の提案に注目し、同省の管轄域内にあるこの砂防ダムの撤去を決定した。これは環境問題に関する基礎的研究を国の環境政策に反映させ、社会の福祉に役立てるという環境科学の目的からみても、大きな成果と評価することができる。

審査委員一同は、これらの成果を高く評価し、また研究者として誠実かつ熱心であり、大学院博士課程における研鑽や修得単位などもあわせて、申請者が博士（環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有するものと判定した。