

博士（地球環境科学）江戸謙顕

学位論文題名

Behavioral ecology and conservation of endangered salmonids, Sakhalin taimen *Hucho perryi*

(サケ科希少種イトウ *Hucho perryi* の行動生態と保全)

学位論文内容の要旨

種多様性の保全を適切且つ効果的におこなうためには、対象種の適応進化のメカニズムを解明する必要がある。その際、行動生態学的なアプローチは有効な示唆を与えることが期待される。そこで本研究では、空知川水系に生息するサケ科希少種イトウの産卵遡上個体を対象に、行動生態学的アプローチからイトウの繁殖行動における適応進化のメカニズムの解明を試みた。さらに、そこで得られた個々の知見を用いて、適切且つ効果的な保全への提言をおこなった。

イトウの産卵行動特性を明らかにするために、個体識別に基づく行動追跡調査並びに発眼卵の計測をおこなった。産卵は常にオスメス 1 尾ずつのペアのみでおこなわれ、各メスは産卵床を平均 3 個つくり、それを平均 219m 分散させていた。各メスの産卵数は平均 2915 粒で、産卵数とメスサイズには正の相関が認められたが、発眼卵数とメスサイズには相関が認められなかった。発眼率は各メス個体による差よりも産卵床のつくられた場所（環境）の差の影響を強く受けており、こうした発眼率の高低が繁殖成功を決める大きな要因であることが示唆された。また、メスは別個体に対して決して攻撃行動を示さず、産卵床のガードもおこなわなかった。大型のメスほど深い巣を掘ったが、小型のメスが産卵床の掘り返しを避けるために産卵日を遅らせる行動もみられなかった。こうしたメスの行動特性は、産卵河川における繁殖個体の密度が低いことと典型的な多数回繁殖型の生活史を反映していると考えられ、一繁殖期にかかるコストを極力抑えて長期的な繁殖成功を上げる方向により強い選択がかかっていることが示唆された。

オス間には激しい攻撃行動がみられたが、他のサケ科にみられるような複数のオスによる繁殖グループの形成や、劣位オスによるスニークは一切観察されなかった。劣位オスはペアにスニークする代わりに、別の場所に移動して単独のメスを探すことと、ペアオスとして繁殖成功を得ていた。こうした条件戦術は、メスが産卵河川内において空間的に不連続に分布することと、メスが小型の劣位オスに対し攻撃行動等を示さないことにより実現していると考えられた。また、劣位オスの空きメス狙い戦術による繁殖成功は、産卵遡上個体における機能的性比の偏りにより大きな

影響を受け、オスに強く性比が偏った 1996 年よりもメスの数が多かった 1995 年は劣位オスも高い繁殖成功を得ていた。以上のような特徴的なオスの繁殖行動特性についても、メスと同様に繁殖個体の密度の低さと多数回繁殖型の生活史が反映されていると考えられた。

イトウのメスは産卵床を複数つくり、それそれを分散させていたが、さらに各場所での産卵回数は産卵場所の面積に関係なくランダムに決められていた。したがって産卵環境の保全を図る際には、河道内における産卵場所の分布様式にも配慮する必要があることが示唆され、河道内に大面積で少数の産卵場所が分布するより、小面積の産卵場所が多数分布する方が、イトウが本来の産卵行動をおこなう上でより適していると考えられた。こうした産卵場所の空間的に不連続な分布様式はメス間競争を緩和させると同時に、オス優位個体によるメスの独占を阻害し、劣位のオスの繁殖成功を引き上げることが予想された。

イトウの産卵床の構造について詳細に検討したところ、本種の産卵床は特有の V 字型の窪み (V-shaped pot) を持つており、その数と形状から産卵回数を推定することができた。掘り行動はおこなったが実際に産卵しなかった偽産卵床は V 字型の窪みを持っておらず、サイズも明らかに小さいことから、両者は容易に区別することができた。また、産卵床サイズと卵数、メスサイズは有意な相関を示したことから、回帰直線を用いることで、産卵床サイズから卵数、メスサイズを推定することができた。同様に巣の深さもメスサイズと相関を示し、したがって回帰直線を用いることで巣の深さからもメスサイズを推定できた。さらに、各メスは産卵床を平均 3 個つくることから、メス産卵個体の数は産卵床数 /3 により推定することができた。こうした産卵床を用いた個体群構造構成要素の推定は、比較的簡単且つ低コストで、さらに魚体にダメージを与えることなく実践できるため、イトウのような希少種をモニターするのに非常に有効な方法であると考えられた。

空知川水系で過去にイトウの遡上が確認されている全ての河川において産卵床をカウントした結果、1999 年には全体で 110 個、2000 年には全体で 102 個の産卵床を確認することができた。産卵河川は全部で 12 に区分されたが、そのうち産卵に利用された河川は 8 河川のみで、残りの 5 河川ではイトウの産卵局所個体群は絶滅したものと考えられた。利用された 8 河川においては 1999 年、2000 年ともにほぼ同一の河道区間が利用されていた。産卵床数から、水系全体で 1999 年には 37 尾、2000 年には 44 尾のメスが産卵したと推定された。

1997 年に調査河川に遡上したメス 14 尾に標識をつけて放流したところ、1999 年には同じ河川にメスが 3 尾遡上し、その 3 尾全て (100%) が標識魚だった。同様に 2000 年には 10 尾遡上し、そのうち 6 尾 (60%) が標識魚だった。こうした標識魚の回帰率と、水系全体で産卵遡上したメス個体数を用いて、イトウメスの母川回帰性の有無について確率的に検討したところ、1999 年、2000 年ともに 5% 以下の確率で標識魚が特定の河川に回帰していることが明らかとなり、イトウのメスは支流ごとに母川回帰していることが示唆された。イトウが支流ごとに母川回帰性を有する場

合、各支流の繁殖グループはそれぞれ独立した局所個体群と捉えることができ、イトウの保全は各支流の産卵局所個体群ごとにおこなわれる必要があることが示唆された。

学位論文審査の要旨

主　査　教　授　東　正　剛

副　査　教　授　岩　熊　敏　夫

副　査　教　授　木　村　正　人

副　査　教　授　前　川　光　司（大学院農学研究科）

学位論文題名

Behavioral ecology and conservation of endangered salmonids, Sakhalin taimen *Hucho perryi*

（サケ科希少種イトウ *Hucho perryi* の行動生態と保全）

生物多様性の中心は種の多様性であり、希少種や絶滅危惧種の保全は生物多様性保全の根幹を成している。産業革命以来の大量絶滅が人為的撹乱に起因することは間違いないが、人為的影響の様相は種の行動や生活史と深く結びついていることが近年強調されるようになった。本研究は、サケ科希少種イトウを材料として、種の行動生態や生活史特性がその稀少化とどのように関連しているかを明らかにしようとするものである。

本研究は、北海道中央部に位置する空知川水系において行われた。まず、春期、ある小支流に産卵・放精のために遡上してくるイトウを捕獲し、全個体に個体マークを施して放流し、産卵・放精を終了するまで行動追跡を行った。その結果、1) 雌は産卵場所を求めて支流内を放浪し、平均3カ所に産卵床を造り、各産卵床に1-4個の卵室を掘る、2) 一個の卵室からなる産卵床は、卵室を掘ったときの砂礫で出来た下流凸部、卵室を埋めるときに掘られた上流部のV字型凹部、卵室が埋まっている中央凸部からなる、3) 複数の卵室からなる産卵床はこの基本形が重なりあったものである、4) 従って、産卵床の形状、特にV字型凹部の数から卵室数を容易に推定できる、5) 最上部のV字型凹部を除く産卵床の長さが雌の体長と有意な相関関係にある、ことなどを明らかにしている。このことは、産卵床を掘らなくても卵室数、卵数およびそれを造った雌の大きさを推定できることを意味しており、イトウの保全策を立てる上で重要な知見として高く評価できる。

さらに、雄の繁殖行動について、1) 雌を見つけた雄は一緒に行動するが、他の雄が近づくと攻撃行動を示し、ペア一雄が入れ替わることもある、2) 雄同士の争いはあまり激しくなく、ほとんどの場合、大型雄が雌を得、小型雄は他の雌を求めて離れていく、3) 小型雄のスニーク行動は見られない、ことなどを明らかにした。これは、激しい闘争やスニーク行動を示す多くのサケ科魚類の雄とは非常に異なる行動であるが、その究極要因として多数回繁殖を挙げている。つまり、多くのサケ科魚類が1回繁殖型であるのに対してイトウはしばしば10年以上にも亘って繁殖する多数回繁殖型であり、

翌年にも放精チャンスのある小型雄が危険を冒すことは生涯適応度の面から見て不利だと考察している。また、他の多くのサケ科魚類が秋産卵であるのに対してイトウが春産卵であるのも、多数回繁殖に起因すると論じている。つまり、一回繁殖型のサケ類にとっては、餌の豊富な夏に栄養を蓄えてより多くの卵を産むことが有利だが、多数回繁殖型のイトウは餌の豊富な夏場に体力を回復し、栄養を蓄えて冬場を乗り切る方が有利であろうと考察している。このことは、イトウの特異的な行動生態を多数回繁殖で統一的に説明できる可能性を示唆しており、今後の理論的発展にも可能性を開く成果として注目できる。

最後に、メスはいつも同じ支流に遡上してくる可能性が非常に高いことを明らかにしている。このことは、イトウの個体群は水系全体を1つの単位として見るのではなく、各支流の集団から成るメタ個体群として見ることの重要性を示している。つまり、たとえ小さな支流と言えども、一旦その集団が絶滅すると他の支流からの移入がほとんど期待できない。このことは、イトウの保全を考える上で最も重要な知見として評価できる。

審査員一同は、これらの成果を高く評価し、また申請者が研究者として誠実かつ熱心であり、大学院課程に於ける研鑽や取得単位なども併せ、博士（地球環境科学）の学位を受けるのに十分な資格を有すると判定した。