



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Elucidating the distribution of potential spawning habitat and determinants of productivity for anadromous salmonids [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	山田, 太平
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第15608号
Issue Date	2023-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/90844
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Taihei_Yamada_abstract.pdf, 論文内容の要旨



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 山田 太平

学位論文題名

Elucidating the distribution of potential spawning habitat and determinants of productivity for anadromous salmonids

（遡河性サケ科魚類の産卵適地推定および再生産効率規定要因の解明）

遡河性サケ科魚類（以下、サケ類と呼ぶ）は、高い経済的価値を持つ自然資源であり、世界の多くの地域で漁獲されている。また、サケ類は重要な生態学的機能も有する。河川で生まれ、海洋で成長し、再度河川に戻り産卵する生活史を持つサケ類は、海洋由来の栄養を淡水・陸上生態系に供給し、遡上河川の生物の個体数や分布、生態系機能に影響を与える。しかし近年、サケ類の回帰数減少が世界各地で確認されている。サケ類の回帰数は淡水生活期のサケ類稚魚の個体数によって大きく影響される。サケ類稚魚の個体数は“生息地の劣化”と“大規模な孵化放流事業”による影響を大きく受けている。そのため、サケ類の個体群を維持するためには、野生個体群（孵化放流事業ではなく自然産卵によって維持されている個体群）の生息地保全・再生が必要であると考えられる。安定した野生個体群を維持するためには、以下の二つの点を明らかにする必要がある。1つ目は産卵適地の解明である。サケ類が産卵できるか否かは、河床礫径によって大きく規定されるため、河床礫径に基づく産卵適地の分布解明が必要である。また、河川横断構造物の建設に伴う分断化によって、利用可能な産卵適地が大きく減少していると考えられ、分断化の影響を考慮した検討が必要である。2つ目は再生産効率（親魚あたりの稚魚の数）の規定要因の解明である。流量や水温などの環境条件はサケ類の再生産効率を左右する。これらの環境条件は河川および流程によって異なるため、再生産効率も空間的に異なることが予想される。そのため、再生産効率の空間的な違いを規定する要因の解明が必要である。そこで本論文では、①サケ類の産卵適地の分布を広域的に予測し、ダムなどの横断構造物による分断化が産卵適地の利用可能性に及ぼす影響を評価すること、②サケ類の再生産効率の規定要因を明らかにすることを研究目的とした。

まず、北海道全域を対象とし、サケ類（サクラマス *Oncorhynchus masou*、サケ *O. keta*、カラフトマス *O. gorbuscha*）の産卵適地を予測し、それに対するダムなどの横断構造物による分断化の影響を評価した。サケ類の産卵適地は主に河床礫径によって規定されるため、本研究では河床礫径に基づく産卵適地の予測を行った。まず、機械学習モデルであるニューラルネットワークを用いて、河床礫径を地形や地質、気候条件などから予測するモデルを構築した。そして、この予測モデルとサケ類が産卵に利用する礫径の基準値をもとに産卵適地の分布を地図化し、地図上に横断構造物の位置データを重ねることで分断化の影響を評価した。その結果、北海道全域の産卵適地の約半分が河川横断構造物によって分断されていることが明らかとなった。分断された産卵適地の総距離数が最

も長い水系は、十勝川水系であり、この水系を優先的に再生することが重要であると考えられる。

次に、再生産効率を評価するために必要な、カラフトマス稚魚の日周降下移動パターンを明らかにした。河川で生まれたサケ類の稚魚は、一定期間を河川で過ごした後、急速な成長を目的として海域への降下移動を行う。先行研究では、カラフトマス稚魚の日周降下移動パターンについて、河川や調査ごとに異なる結果が示されていた。そこで北海道知床半島の 3 河川において、カラフトマス稚魚の日周降下移動パターンを調査した。その結果、カラフトマス稚魚の降下移動は時間帯による有意な影響を受け、89.9% が 18 時台から 22 時台の間に移動していることが分かった。調査河川の優占種は河川性サケ科魚類であるオショロコマ *Salvelinus curilus* であり、同種はしばしば稚魚を捕食し、日没直後に採餌活性が低下することが知られている。このことから、今回検出されたピーク時間は、カラフトマス稚魚にとって捕食回避に最適な時間だったと考えられる。

さらに、降下移動パターンの結果を踏まえ、カラフトマスの再生産効率の規定要因を解明した。知床半島の 10 河川を調査河川とし、各河川において 2020 年から 2022 年にかけてカラフトマスの総遡上数と総降下稚魚数を評価した。また、再生産効率に影響を与えうる要因として、流域平均傾斜、stream power、産卵期間の流域平均最大日降水量、水温、捕食者の生息密度、親魚 1 個体が利用可能な産卵適地の面積を各河川において取得した。これらのデータを用いて解析を行った結果、カラフトマスの再生産効率は、流域平均傾斜、stream power、流域平均最大日降水量のみから有意な影響を受け、これらの変数が再生産効率に負の影響を与えることが明らかとなった。流域平均傾斜や stream power は河床の攪乱強度と関連することから、これらの結果は再生産効率が攪乱の影響を大きく受けることを示唆している。したがって、生息地の保全・再生活動は、流域平均傾斜や stream power が低い流域において優先的に実施されるべきであると考えられる。

以上より、本論文は、機械学習モデルを用いて北海道全域のサケ類の産卵適地を予測し、それらの約半分が河川横断構造物により分断されていることを明らかにした。また、カラフトマス稚魚の降下移動のピーク時間が、18 時台から 22 時台の間であることを明らかにした。そして、降下移動パターンを踏まえ、カラフトマスの再生産効率が流域平均傾斜、stream power、流域平均最大日降水量によって影響され、これらから負の影響を受けることを解明した。本研究において、産卵適地の量と再生産効率が流域によって顕著に異なることが示されたことから、生息地の保全・再生を検討する際には、両方を考慮することが重要である。つまり、産卵適地が多くても再生産効率が低い流域は、保全・再生価値が相対的に低くなる。本研究で提示した枠組みに基づき、優先的に保全・再生すべき流域を抽出することで、サケ類の野生個体群を維持、保全するための活動を効果的に実施することができると思われる。