



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Addressing the discrepancy between predicted and observed local extinction of Dolly Varden charr under global warming : the roles of local environments, seasonal timing, and interspecific competition [an abstract of dissertation and a summary of dissertation review]
Author(s)	植村, 洋亮
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第16225号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95132
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	UEMURA_Yohsuke_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士 (環境科学)

氏 名 植村 洋亮

審査委員 主査 准教授 小泉 逸郎

副査 教授 野田 隆史

副査 教授 相場 慎一郎

副査 グループ長 長谷川 功

(国立研究開発法人水産研究・教育機構 水産資源研究所)

学 位 論 文 題 名

Addressing the discrepancy between predicted and observed local extinction of Dolly Varden charr under global warming: the roles of local environments, seasonal timing, and interspecific competition

(温暖化による局所絶滅予測と実際の絶滅とのギャップを説明する局所環境、影響する季節、および種間競争：サケ科魚類オショロコマにおける実証)

過去数十年間の気候変動は生物多様性の喪失を著しく加速させている。特に温暖化は個体群の局所絶滅リスクを高めており、これまでに多くの研究が将来の個体群変化を予測する絶滅リスク評価を実施してきた。しかし、実際にモデルが予測したような局所絶滅が起きたかを確認し、予測の信頼性を確かめた研究はほとんどない。そこで申請者は約30年前に絶滅リスク予測が行われた北海道のサケ科魚類オショロコマにおいて、過去の分布地点を再訪問し当時の絶滅リスク予測の検証と共にモデルの改良を行った。特に、種の分布や個体群の局所絶滅を予測する上で、これまでの多くの研究で未考慮であった至近要因：1) 局所環境、2) 影響する季節、3) 種間競争の3点に着目した。北海道のオショロコマは分布域の南限に位置し温暖化の影響を受けやすい。また、過去30年で北海道の平均気温は約0.5℃、8月の夏期平均気温は約0.8℃も上昇している。さらに同属のアメマスとの種間競争において劣位であり、高水温下で影響がより顕著になると示唆されている。このため温暖化による絶滅リスク評価モデルの検討をするうえで優れた研究対象となっている。

第2章では、オショロコマのアバンダンスに対する水温を含む局所的な物理環境、およびアメマスの影響を調べるため、北海道空知川水系の本流に注ぐ27支流で夏季に調査を実施した。まず、オショロコマの相対アバンダンス（両種に占めるオショロコマの割合）に対する局所的な物理環境変数の相対重要性をしらべた結果、あらゆる環境変数の中で平均水温が最も重要な説明変数として選択された。次に、オショロコマの密度に対する水温とアメマスの密度を調べたところ、平均水温、アメマス密度、および相互作用の影響が検出された。以上の結果は、水温がオショロコマのアバンダンスに強く影響し、競争種アメマスがその影響を増幅させることを示唆している。

第3章では、過去の研究でオショロコマが確認された北海道全域の141地点を再訪し、過去20-30年で実際にどのくらい局所絶滅が起こったのかを明らかにした。その結果、年間平

均気温に基づいた先行研究のモデルでは4.3%しか局所絶滅しないと予測されたが、実際には9.2%の局所絶滅が確認された。そこで、このギャップを説明する要因として、第2章で推定された、夏季の水温、水温と競争種アメマスとの相互作用を考慮したモデルを新たに構築した。局所的に異なる温度上昇、影響する季節、および種間相互作用を考慮した複数のモデルを解析した結果、8月平均気温が一律に上昇するモデルがベストモデルとして選ばれた。また、局所的に上昇率が異なる地下水温を考慮したモデルも上位であった。さらに、局所気温上昇、局所地下水温の上昇による局所絶滅への直接効果、過去20年間でのアメマスの侵入を介した間接効果を構造方程式モデリングで調べたところ、局所地下水温の上昇から局所絶滅へのパスのみが有意な正の効果として検出された。以上をまとめると、オショロコマの局所絶滅が過去の予測よりも実際には多く起こっていた要因として、影響する季節（年間平均気温ではなく夏季平均気温が重要）と局所環境（地下水温上昇）が重要であると推定された。夏季はオショロコマの稚魚の生存率（分布の決定に重要）に大きな影響を与えるため、このことと整合性がある。一方、競争種アメマスの効果は北海道全域スケールでは検出されなかった。しかし、アメマスの分布地点は過去20年間で増加し、オショロコマと共出現地点は約2倍に増加していた。この理由として、オショロコマの絶滅を伴わないアバンダンス減少が、アメマスのニッチ拡大につながったのかもしれない。

第4章の総合考察では、これまで絶滅リスク評価の検証研究が少なかった理由、本研究によって判明した局所絶滅の要因の重要性、およびオショロコマの保全における本研究の立ち位置を考察した。実証が極めて少ない背景として、温暖化による将来予測研究が1990年代から台頭したことを考慮すると、未だ「将来」には達しておらず、それらのシナリオと現状と比較することは困難と考えられた。本研究では、過去の予測が黎明期に行われたことで長期インパクトの検証が可能となった。つまり、本研究は温暖化による局所絶滅予測の信頼性を実データによって検証した稀有な研究と言える。また、予測と実際の絶滅とのギャップを説明する各要素について統合的に検証した研究は現在、皆無である。これまでの数多くの研究はマクロな環境（気候）要因に着目していたが、それらは空間階層を経て非常に複雑に相互作用しながら分布に影響する。そのため、影響が検出されるまで長期的なタイムラグを要し、さらに検出のタイミングを見極めるのは困難である。また、現在、オショロコマに関しては具体的な保全活動は行われていない。そのため、本検証により判明した局所絶滅要因の提示は、オショロコマにおける現在の絶滅評価基準の再検討や更新に大きく貢献する。以上から本学位論文は、今後本格的に進展していく温暖化による局所絶滅の実証、そしてそれを踏まえた保全で広く適用されるフレームワークになると期待される。

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、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。