



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	Study on the catch characteristics of chum salmon based on the vertical behaviour in the coastal water of Shiretoko Peninsula
Author(s)	李, 心怡
Description	この博士論文の全文は利用可能日以降に公開されます。利用可能日以前の閲覧方法は https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/ をご参照ください。
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第16574号
Issue Date	2025-09-25
DOI	https://doi.org/10.14943/doctoral.k16574
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/98184
Type	doctoral thesis
File Information	LI_Xinyi_review.pdf, 審査の要旨 https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士 (環境科学)

氏 名 李 心怡

審査委員 主査 教授 宮下 和士

副査 教授 仲岡 雅裕

副査 特任教授 志田 修

(北方生物圏フィールド科学センター)

副査 准教授 南 憲吏

学 位 論 文 題 名

Study on the catch characteristics of chum salmon based on the vertical behaviour in the coastal water of
Shiretoko Peninsula

(知床半島沿岸域における鉛直行動から見たサケの漁獲特性に関する研究)

サケ (*Oncorhynchus keta*) は、北海道における重要な漁業資源であり、生態系の構成要素でもある。北海道のサケ資源は主に孵化放流事業によって支えられている。溯河回遊魚であるサケは、孵化場から放流後すぐに降海し、沿岸域で成長した後、オホーツク海を經由してベーリング海へ回遊する。その後、夏季のベーリング海の摂食域とアラスカ湾の越冬域との間で摂食回遊を繰り返す。成熟したサケ親魚は、毎年9月から12月に産卵回遊のために北海道へ戻り、定置網で漁獲される。近年、放流数はほぼ一定であるにもかかわらず、漁獲量はピーク時の3分の1に激減している。これまで、稚魚の生存率、放流時の水温環境、気候変動などの観点から原因が議論されてきたが、来岸時期の水温環境が漁獲量に与える影響に関する知見は少ない。定置網漁業持続のため、来岸時期の沿岸域水温環境がサケ親魚および漁獲量に与える影響を検証する必要がある。

第1章では、研究背景として、先行研究に基づきサケの生活史、行動特性、および北海道の定置網漁業の現状を概説した。先行研究によれば、サケ親魚は産卵回遊開始時に摂食を停止し、摂食回遊時に蓄積したエネルギーを利用して公海から母川まで数千キロを回遊する。代謝消費を抑えるため、親魚は水温環境に応じて深度分布や回遊行動を調整する。また、沿岸域に到達した親魚は、主に海表面のアミノ酸組成を頼りに母川を特定するため、鉛直行動を繰り返す。サケが高水温を回避する特性は既に検証されているが、沿岸域での親魚が鉛直行動を通じて代謝消費と母川探索のバランスをどう保つかの戦略に関する知見は不足している。定置網は固定漁具であり、漁獲量は親魚の行動に大きく依存するが、その関係性の検証も不十分である。本研究は、北海道知床半島を対象に、沿岸域の水温環境、親魚の鉛直行動特性、および定置網漁獲量の間の関連を解明することを試みる。さらに、定置網漁業を維持するための提案を行うことを目指す。

第2章では、回遊するサケの鉛直行動特徴に焦点を当てた。知床半島の主要な漁期は9月および10月である。2007～2013年の9月と10月に、音響テレメリーを用いて知床半島沿岸域の69尾のサケ親魚の連続的な遊泳行動を記録し、表層滞在率(%)、一時間当たりの潜水頻度(n/h)、1回当たりの平均潜水時間(min)、経験深度中央値(m)を算出して各個体の鉛直行動を評価した。結果、9月の沿岸域海面水温(SST)は親魚にとって高温で、鉛直水温勾配が大きく、親魚は主に深度100m以内で活動する。10月のSSTは適温で、親魚は主に深度50m以内で活動する。個体間での行動特性

には顕著な差異が認められた。本研究により、性腺成熟の進行に伴い、潜水頻度および平均潜水時間が有意に減少し、表層滞留率が有意に増加することが示された。特に、9月の高水温下においても、完全に成熟した個体は表層で活動していた。未成熟個体は生存を優先し、完全に成熟した個体は母川回遊を優先すると考えられた。これは成熟度に応じた行動戦略の違いを反映している。本研究では、雌雄個体の行動特性の差異を初めて記録した。雌性個体は雄性個体に比べ、経験水温が低く、潜水頻度が高く、表層滞留率が低いことが示された。これは雌性個体の高いエネルギー需要と低い高温耐性に関連し、繁殖成功率を確保するため積極的な代謝制御が必要であることを示唆している。本研究は、沿岸域の異なる水温環境下でのサケ親魚の鉛直行動特性を記録し、成熟段階や性別による生態的ニーズの違いが異なる鉛直行動戦略につながることを解明した。

第3章では、気象要因がサケの鉛直行動に及ぼす影響を検討した。本章では、9月および10月サケ親魚の鉛直行動データ(表層滞在率(%))、一時間当たりの潜水頻度(n/h)、1回当たりの平均潜水時間(min)、経験深度中央値(m))と放流日の日平均風速・降水量を収集し、一般化加法モデル(GAM)で分析した。結果、平均風速と降水量が鉛直行動パターンに有意な影響を与えることが示された。さらに、風や降雨下では親魚の表層経験水温が低下し、無風時15~20℃(90%)に対し有風時10~15℃(63%)、無降雨時10~15℃(43%)・15~20℃(39%)に対し有降雨時10~15℃(69%)に集中した。風と降水は沿岸水温構造を変化させ、表層高水温の影響を軽減すると考えられた。本章は、気象要因が沿岸水温を変化させ、鉛直行動に影響を与えることを明らかにした。

第4章では、漁獲量データと沿岸環境要因の関連を検証し、鉛直行動から定置網の漁獲量に及ぼす環境要因について調べた。知床半島の定置網は設置深度が異なるため、斜里町(深度50m)の15か所の定置網を対象に行った。結果、2007~2013年間、9月のSSTが高い年(2008、2010、2012年)は親魚の来岸が遅れ、漁獲量も低下した。これらの年はSSTが20℃を超え、致死水温に近く来岸を阻害したと推測される。気象と単日漁獲量の比較では、9月に漁獲日前日の降水量が多い場合、当日の漁獲量が増加した。これは、降雨による表層の冷水環境が鉛直行動を減らし、表層滞在率を高め、漁獲効率を向上させたと推測された。台風通過前後の4日間も高漁獲量を示した。大雨や台風による海水混合で深層水が湧昇し、表層水温が低下する現象が影響したと考えられた。

第5章では、本研究の成果をまとめ、北海道定置網漁業の持続可能性に向けた改善策を提案した。研究結果から、親魚の鉛直行動は沿岸水温の強い影響を受け、9月の高SSTを回避するために頻繁な潜水行動を示した。9月の高水温環境は親魚に不利であり、高い代謝消耗が生存率および再生産効率を低下させ、サケ資源全体に悪影響を及ぼす。さらに、頻繁な潜水は定置網の漁獲効率を下げると考えられた。知床半島では9月の高温が続き、今後も上昇傾向にあるとされているため、高温の影響を軽減する対策が急務である。採卵時期は来岸時期とほぼ一致するため、本研究では採卵時期を漁期中後期に遅らせることで親魚の来岸時期を調整し、より適した水温環境での来岸を促し、高水温の影響を軽減することを提案する。現在、孵化放流事業は放流時の水温環境と稚魚生存率に重点を置き、「適期・適サイズ」放流を実施しているが、親魚の来遊環境を考慮していない。今後は、親魚の来岸期の水温環境も考慮し、地域特性に応じた最適な放流戦略の策定することが、サケ資源の持続のために不可欠である。

以上の通り、申請者の研究により知床半島沿岸における鉛直行動から見たサケの漁獲特性についての理解が大きく進み、サケの持続的利用に向けた生態を考慮した対策について大きな進展がみられた。

審査員一同は、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博士号を取得するに十分な資質を備えていると判定し、李心怡氏が博士(環境科学)にふさわしいとの結論に達した。