



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	バイオロギングシステムを用いた太平洋ニシンの産卵回遊に関する研究〔論文内容及び審査の要旨〕
Author(s)	富安, 信
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(環境科学)
Dissertation Number	甲第13114号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/70375
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Makoto_Tomiyasu_review.pdf, 審査の要旨



学 位 論 文 審 査 の 要 旨

博士（環境科学）

氏 名 富 安 信

審査委員 主査 教 授 宮下 和士

副査 教 授 仲岡 雅裕

副査 准教授 三谷 曜子

副査 助 教 南 憲吏

(島根大学エスチュアリー研究センター)

学 位 論 文 題 名

バイオロギングシステムを用いた太平洋ニシンの産卵回遊に関する研究
(Study on spawning migration of Pacific herring *Clupea pallasii* using bio-logging system)

イワシ類を代表とした多獲性の小型浮魚類は、環境変動や漁業活動の影響を強く受け資源量を大きく変動させるため、その資源動態を考慮した上での利用が欠かせない。加えて、ニシンのように産卵を通じて沿岸域を利用する種においては、対象種の栽培技術の確立と共にその産卵生態を加味した漁獲規制や保護管理を進める必要がある。しかしながら多くの沿岸性の小型浮魚類において水中の行動を連続的に追いかけることは困難であり、産卵生態の理解は限定的であった。そこで本研究では、小型のセンサーや発信機を用いて連続的に個体の行動を追跡するバイオロギングシステムを太平洋ニシン *Clupea pallasii* に導入し、ニシンの産卵生態を解明することを目的とした。また、明らかになった知見から今後の本種の資源管理、持続的漁業のための最適な操業方法の提案を行った。

はじめに小型浮魚類であるニシンへ、データロガーやピンガーの各種計測機器を導入し、装着の影響や生存期間について検証した。北海道内の標津、厚岸周辺海域の定置網にて漁獲されたニシン564個体中261個体へ機器を導入し、実験条件、機器の種類、個体の大きさに着目して導入の影響を調べた。解析の結果、個体の生存率はハンドリングや輸送中の脱鱗により影響を受けており、脱鱗に配慮して実験を行うことで、最長で21日間の生存を確認することができた。加えて、導入する機器と個体重量とのバランス、水温環境、同所的な群れの大きさも個体の生存に影響すると推察された。

次に、大型実験水槽にニシンの群れを放流し、ロガーを用いて複数個体の遊泳行動を計測すると共に、群れの構造の直接観察を並行し、個体における行動パターンの評価と、個体の遊泳と群れの構造との関係性を検証した。また定置網内に複数のロガー装着個体を放流し、屋内で検証した個体と群れの関係性を検証することで、自然下での群れ構造の推定を試みた。2016年の実験では、ロガー装着個体を含む大きな群れが形成され、個体が夜間に分散して積極的に移動する傾向にあることが可視化できた。加えて2017年の実験では、加速度記録から個体の定常行動を分類し、また産卵行動を遊泳深度データの水槽底面への短期的な集中として検出することが可能となった。群れの構造

解析は2016年の実験データを用いて行い、その構造は個体の遊泳傾向同様に、昼に密集し夜に分散することが確認された。すなわち、群れ内の複数のロガー装着個体における遊泳深度差（VND）や各VNDの継続時間に昼夜で有意な差が現れていた。このことから、ロガー記録から群れの構造を推定することは可能であると考えられた。加えて、定置網内の実験においてもVNDやその継続時間には昼夜での有意な差が見られた。しかしながら、野外での群れ構造の評価には、群れの規模の変化や奥行き方向への群れの広がりによる影響が存在するため、それらを考慮した実験、解析が必要であると考えられた。

次に、野外でニシン親魚の回遊を追跡した。2016年と2017年に、北海道東部の厚岸湾・厚岸湖にて、157個体へのロガー・ピンガーの装着・放流を行い、最大513時間（21日間）の追跡に成功した。また並行して、調査期間中の漁獲物の年齢、尾叉長、成熟度における変化を調べたところ、個体は1月ごろから沿岸域に来遊するものの産卵自体は3月初旬から始める傾向にあり、また来遊・成熟のタイミングは高齢個体で早く、若齢個体で遅い傾向にあった。ロガー・ピンガーで追跡した個体の行動特性は、湾での長期間の滞在、湖への移動、沖までの分散が確認された。湾での滞在は、個体が成熟しきるまでの間に起こると考えられ、水槽実験同様に昼夜での遊泳深度変化が観察された。湖への移動は、放流後12-48時間の短時間で起き、放精中の個体の再捕や湖奥でのニシン卵の発見などからも、湖内での産卵のために起きたものと考えられた。湖へ移動中は、昼夜通して個体の鉛直移動傾向が強く、大西洋ニシンでの報告と同様に産卵直前には産卵場の探索を優先しているものと考えられた。また湖奥では、湖の底面で長時間遊泳する様子が見られ、野外での産卵行動の検出可能性が示された。さらに湖へ進入する際、湖奥へ現れる際のタイミングは、夜間の満ち潮の時間帯に集中する傾向にあり、効率的な移動や受精率の増加に寄与していたと推察された。沖への分散は産卵後に見られると考えられ、短い間で沖への移動が見られたことから、産卵後には速やかに沿岸域から離れる傾向にあることがわかった。群れ構造の推定は、5個体の遊泳から検出され、野外での群れ構造の一端を垣間見ることができた。以上より、厚岸における本種の産卵個体群は、年級群ごとの資源規模、湾・湖の水温、結氷の状況によって来遊、成熟時期が異なり、成熟度に応じて異なる行動特性を示すと考えられた。

本研究の成果は、ニシンの産卵回遊中の行動特性を詳細に可視化し、年級群による来遊時期の違い、沿岸での滞在期間の変動性、成熟度による行動特性の違いといった産卵生態の理解に大きく寄与した。特に、厚岸海域の現状では1年を通じての刺網の操業や昼夜通しての操業が許可されており、これらを改善することによって早期に来遊する高齢個体や、産卵場の探索を行うようになる産卵直前の個体など特定の個体の保護ができる可能性が示唆された。また本研究を通じて、国内では初めてニシンの行動を連続的に追跡することができ、その他の地域個体群や沿岸性の小型浮魚類においても漁場や、産卵場での行動生態の理解が期待された。今後は、これらの資源における生態理解と、資源管理への知見の反映を実現していくと共に、マイワシ *Sardinops melanostictus* やマサバ *Scomber japonicus* といった沖合で産卵する小型浮魚類の生態理解にも技術が応用されていくことが期待される。

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習得単位などをあわせ、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。