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 [全文の要約]
Author(s)	富安, 信
Citation	北海道大学. 博士(環境科学) 甲第13114号
Issue Date	2018-03-22
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/70377
Type	theses (doctoral - abstract of entire text)
Note	この博士論文全文の閲覧方法については、以下のサイトをご参照ください。
Note(URL)	https://www.lib.hokudai.ac.jp/dissertations/copy-guides/
File Information	Makoto_Tomiyasu_summary.pdf

Instructions for use

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学 位 論 文 内 容 の 要 約

博士（環境科学）　　氏 名 富安 信

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効果的な漁獲規制や保護管理を考案していく必要がある．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．特に産卵期の太平洋ニシン *Clupea pallasii* は，群れで沿岸域に来遊し，一斉に産卵する「群来」を見せることが知られているものの，親魚が産卵前後にどのような回遊過程を経るのかは実証されていなかった．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，明らかになった産卵生態を基に今後のニシンの資源管理，持続的漁業のための最適な操業方法の提案を行った．

序論に続く第1章では，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の導入を試み，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個体へ計測機器を導入し，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，ニシンの生存率はハンドリングや輸送中の脱鱗によって大きく影響を受けており，脱鱗に配慮して実験を行うことで短時間での斃死を減少させ，最長で21日間の生存を確認することができた．加えて，導入する機器の重量を個体重量の2-5%以内とすること，実験環境の水温，同所的な群れの大きさを考慮することも機器を装着した個体の生存に影響すると推察された．

第2章では，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て行い，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構造との関係性を検証することで，自然下での群れの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，個体が日中は横長に密集した群れを形成し，夜間には分散して積極的に移動する傾向にあることが観察された．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巡行，遊泳，上下移動，およびダッシュに分類し，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201

6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．このことからも，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，野外での群れの構造の評価には，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．

第3章では，野外でニシン親魚の産卵回遊を追跡した．2016年と2017年に，北海道東部厚岸周辺海域の厚岸湾・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) の追跡を行った．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パターンは，湾での長期間の滞在，湖への移動，および沖への移動が確認された．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，水槽実験同様に昼底層で滞在し，夜間に積極的に移動する傾向が観察された．湖への移動は，放流後12-48時間の短時間で起き，湖奥での放精中の個体の再捕やニシンの卵の発見が見られたことなどからも，湖内での産卵のために起きたものと考えられた．湖への移動中は，昼夜通して個体の鉛直移動傾向が強く，過去の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ものの，産卵場として期待される厚岸湖の水深が1-2mと浅いため本調査での断定は困難であった．さらに個体が湖へ進入する際のタイミング，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．また胃内容物の有無より，産卵後には積極的に索餌を行っているものと考えられた．群れの構造の推定は，短時間ではあるが5個体の数時間での同所的な遊泳から検出され，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，厚岸における太平洋ニシンの産卵個体群は，年級群ごとの資源規模，厚岸湾・湖の水温，結氷の状況によって来遊，成熟タイミングが異なり，成熟度に応じて異なる行動パターン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パターンを詳細に可視化し，年級群による来遊タイミングの違い，沿岸での滞在期間の変動性，成熟度による行動戦術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年を通じての刺し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産卵能力が高く早期に来遊する高齢の個体や，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バイオロギングシステムを用いて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沿岸域，産卵場での行動生態を詳細に理解できる可能性が示された．今後は，これらの資源における生態理解と，資源管理や持続的な漁業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．