

TUMSAT-OACIS Repository - Tokyo

University of Marine Science and Technology

(東京海洋大学)

日本産ニシンの遺伝的多様性と集団構造に関する研究

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2017-06-23 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 藤田, 智也 メールアドレス: 所属:
URL	https://oacis.repo.nii.ac.jp/records/1434

博士学位論文内容要旨

Abstract

専攻 Major	応用生命科学	氏名 Name	藤田 智也
論文題目 Title	日本産ニシンの遺伝的多様性と集団構造に関する研究		

太平洋ニシン *Clupea pallasii* (以下、ニシンという) はアメリカ西岸からカナダ、ロシア、日本、韓国、中国にかけて太平洋北部に広く分布する世界的に非常に重要な魚種の一つである。太平洋北西部のロシア、日本、韓国及び中国では近年の漁獲量は 25~45 万トンで、1990 年代中頃から大きく回復している。これに対し、太平洋北東部のカナダ及びアメリカでは現在約 5 万トンで、1970 年代から漸減している。日本沿岸では、1897 年には北海道沿岸で北海道・サハリン系群が 100 万トン程漁獲されていたが、北海道・サハリン系群が姿を消したとされる 1950 年代後半以降は漁獲量が激減した。1970 年代には一時 10 万トンまで回復したが、その後は低位で経過し、2013 年の漁獲量は北海道沿岸で 4,506 トン、本州東北太平洋沿岸では僅か 4 トンの合計 4,510 トンで、最盛期のおよそ 1/200 となっている。

日本沿岸に分布するニシンは、産卵場の環境条件に対する生理的な適応様式と索餌回遊の行動様式と移動・回遊に関する過去の研究から、(1) 湖沼性地域型、(2) 海洋性地域型、(3) 海洋性広域型、(4) 湖沼性地域型と海洋性広域型の間中型に分類されている。これに従えば、現在日本沿岸で漁獲されているニシンは、主として湖沼性地域型及び海洋性地域型であり、北海道沿岸では石狩湾、能取湖、風連湖、厚岸湖、湧洞沼、本州東北太平洋沿岸では尾駱沼、宮古湾、松島湾、万石浦などの産卵群がこれにあたる。これらの地域性ニシンを対象に、1982 年から種苗放流が行われている。

2011 年 3 月 11 日、マグニチュード 9.0 という未曾有の東日本大震災が発生し、これに伴う津波は北海道から沖縄まで広範囲に及び、特に関東・東北・北海道の太平洋沿岸部は甚大な被害を受けた。ニシンは潮間帯や亜潮間帯に繁茂するアマモ類、ヒバマタ類、コンブ類等の水生植物等に卵を産みつける。東北太平洋沿岸のニシンの産卵盛期は 2 月から 3 月であることから、東日本大震災の発生した 3 月には大量の受精卵が沿岸の水生植物等に産みつけられていたはずであり、ニシンの再生産は深刻な影響を受けたと思われる。そこで、本研究では、日本産ニシンの漁業と種苗放流の状況を把握すること、及び東日本震災がニシン集団の遺伝的多様性に与えた影響と集団構造の時空的变化を評価することを目的とした。研究室に蓄積された 2003 年から 2007 年の間に採集した石狩湾、サロマ湖、能取湖、厚岸湖、湧洞沼、噴火湾、尾駱沼、宮古湾及び松島湾の標本を震災前の基準群とし、大きな被害が出た岩手県宮古湾から、2011 年産卵群が初めて産卵来遊する 2013 年に影響評価のための標本を採集した。また、対照群として、津波の被害が比較的小さかった北海道厚岸湖からも標本を採集するとともに、2014 年には宮古湾に比較的近い青森県尾駱沼から標本を採集した。これらは、自然攪乱等の影響評価に適するいわゆる Before-After Control-Impact デザインの標本になっている。また、すべてが産卵期に来遊した産卵群を漁獲したものであることが特筆される。これら標本の生物測定データと統計資料、及びミトコンドリア DNA (mtDNA) とマイクロサテライトマーカー遺伝子型データを解析した。

第 1 章では、北海道を中心に日本産ニシンの漁業と種苗放流の状況を地域別に記述した。地域性ニシンの資源動向を常に把握することは重要であるが、既往知見では各地の年間漁獲量に報告されているものの、それらを俯瞰できる報告は無く、産卵期の漁獲量の推移も確認できない。そこで 1 章では、漁業・養殖業生産統計年報 (以下、農林統計という) から、ニシンが分布する北海道各振興局、青森

県、岩手県、宮城県、福島県及び茨城県における 1965 年以降のニシンの漁獲量を取りまとめた。また、年間漁獲量の推移と産卵期の漁獲量の関係を検証するため、主な産卵場を擁する北海道振興局及び青森県、岩手県において、産卵期の漁獲量を入力し、農林統計の年間漁獲量との回帰分析を行った。石狩湾系、風蓮湖系、厚岸湖系、湧洞沼系では、産卵期漁獲量と年間漁獲量に有意な正の相関が認められ、年間の漁獲量から産卵期の漁獲量が把握できることが分かった。一方、サロマ・能取湖系、尾駈沼系、宮古湾系では両者の間に相関は認められず、これら地域性ニシンの産卵資源動向を把握する場合には、漁業協同組合から産卵期の漁獲状況を直接聞き取る必要がある。人工種苗の生産と放流は、主として北海道と岩手県で実施されており、約 5,000 千尾の人工生産種苗が毎年放流されている。

第 2 章では、日本産ニシン集団の遺伝的多様性、時空間構造及び東日本大震災の影響を評価した。地震や洪水、火山の噴火等による自然環境の攪乱は、世界の生態系の集団ダイナミクスと多様性形成の主要な要因であり、種の遺伝的多様性は、適応度や新しい種の進化等全てのレベルの生物多様性に影響を与えると考えられている。しかし、遺伝的多様性の重要性は広く認識されているにもかかわらず、自然攪乱が遺伝的多様性や集団構造及ぼす影響についてはほとんど分かっていない。2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災は、自然災害が生物多様性や生態系への影響評価を許す稀有な事象である。そこで 2 章では、東日本大震災前後の 2003~2014 年に日本沿岸 9 か所で産卵期に採集した 23 の標本 4,617 個体を用いて、遺伝的集団構造と震災の影響を明らかにした。3,785 個体のマイクロサテライト領域 5 遺伝子座の遺伝子型及び、618 個体の mtDNA 調節領域の塩基配列を決定し、解析した。日本産ニシンの集団構造は、北海道、尾駈沼及び宮古湾・松島湾の 3 つのグループで構成された。ペアワイズ $F_{ST} \pm SD$ はマイクロサテライト (0.0120 ± 0.0052) と mtDNA (0.0133 ± 0.0050) で有意な差はなく、それぞれに対する遺伝子流動率 54.5 ± 2.36 と 45.27 ± 9.18 も差がなかった。有効集団サイズは、厚岸湖で 124-746、湧洞沼で 199、尾駈沼で 114-183、宮古湾では 41-261 と推定された。宮古湾では、震災前は 64% を占めていた宮古湾集団が震災後 9% に減少し、26% を占めていた松島湾集団は全滅した。一方、尾駈沼集団は、8% から 75% に増加し、宮古湾の海洋性ニシンのほとんどは尾駈沼の湖沼性ニシンと置き換わっていることをみいだした。また、混合比は小さいが、厚岸湖、湧洞沼、噴火湾からの恒常的な移動が見られた。これに対し、尾駈沼では遺伝的混合比は安定で、82% が尾駈沼集団、8% が宮古湾、10% 程度が北海道の集団であった。これらから、定常的な産卵回帰と産卵場間の移動(迷入)により、遺伝子流動が大きいにも関わらず、集団構造が維持されていると推論した。なお、厚岸湖及び尾駈沼では震災後に漁獲量が増加しており、震災による負の影響は観測されなかった。

第 3 章では日本産ニシンの個体群動態史 (Demographic history) を明らかにした。太平洋北部海域の分布域全体からニシンの標本を採集し mtDNA の塩基配列を解析した先行研究は、アリューシャン列島を境に太平洋西部と東部でハプロタイプの系統が異なることを明らかにし、太平洋北西部のニシンは数年数十年周期の気候や水温の大きな変動を経験して近年集団の拡大が起きたと推察している。ここでは、日本産ニシンについても解析しているが、標本集団数は限られていた。そこで第 3 章では、第 2 章で用いた北海道及び本州北部太平洋の 9 か所で産卵期に採集された 618 個体について、mtDNA 調節領域 551bp の塩基配列を用いて個体群動態史を解析した。検出した 76 ハプロタイプのうち、北海道固有のハプロタイプは 62 であったが、本州固有のそれは 3 と少なかった。Mismatch distribution、Tajima's D 及び Fu's F_s の解析から、北海道のニシンは個体群の拡大を経験したこと、また、拡大の開始時期はおおよそ 86.7 (38.1~137.0) 万年程前の更新世期に当たると推定した。一方、本州のニシンは、ハプロタイプの欠落や集団拡大モデルからの逸脱が認められ、過去にボトルネックを経験していることが示唆された。その一因として、東北地方で 500~800 年の周期で繰り返し発生する大地震が考えられた。