

論文内容要旨

論文題目

仔稚魚の出現動態から見た
砂浜海岸における東北地方太平洋沖地震の影響

指導教員

朝日田 卓

要 旨

緒言

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、水産業だけでも被害総額が1兆2637億円におよぶなど、人的・物的に甚大な被害をもたらした。特に大きな被害を受けた東北太平洋側3県（岩手県・宮城県・福島県）は全国の漁業生産に占める漁獲量と生産額の割合がともに1割以上と極めて高く、名実ともに我が国の食糧自給を支える重要な拠点となっている。しかし、地震に伴い発生した巨大津波や地盤沈下は被災地沿岸において防潮堤や漁港等の損壊や砂浜の消失などを引き起こし、我が国きっての生産拠点の環境を一変させた。砂浜や海藻・海草藻場などさまざまな環境を有する海浜域は、海洋中で最も生物の生産力が高い場所であり、現在では海浜域にある各環境が魚類等の成育場の一つになっていることが明らかにされているが、その一方で陸地と接しアクセスが良いといった特性からさまざまな環境変化にさらされやすく、自然災害による影響も受けやすい。現在、被災地沿岸のさまざまな海域において研究が行われており、震災前のデータが存在する場所では、震災前後を比較することで生物やその生息環境における影響の実態が明らかになり始めているが、震災が砂浜海岸の仔稚魚相に及ぼした影響は未だ明らかにされていない。そこで、震災前から仔稚魚相について調査を行ってきた岩手県沿岸南部の砂浜海岸において震災後も調査を継続することで、同海域に震災が及ぼした影響を評価し、また、その後の回復過程を明らかにできるものと考えられた。

本研究では被災地沿岸の中でも特に環境変化にさらされやすい浅海域にあつて魚類の成育場として利用される砂浜海岸に注目し、地震発生前後における仔稚魚の動態を明らかにすることで、津波や地盤沈下が魚類の生息環境に及ぼした影響とその後の回復過程を明らかにし、今後発生し得る災害に備える上で有用な知見の蓄積に資することを目的とした。

第 I 章. 岩手県沿岸南部の砂浜域砕波帯における仔稚魚相

1 節. 仔稚魚相の特徴

岩手県南部の砂浜海岸における仔稚魚相を明らかにするため、震災発生前の 2000 年から 2005 年までの調査で得られた仔稚魚サンプルと環境データを用い、詳細な分析を行なった。岩手県南部の 6 海岸 8 地点の砕波帯において縦 1m×横 4m、目合い 1mm のセインネットを用いて採集された仔稚魚は、10%海水ホルマリンまたは 70%海水エタノールで固定され研究室に保存された。これらの標本を分析した結果、2000 年 5 月から 2001 年 4 月までの 12 ヶ月間に 10 目 33 科 53 種以上の仔稚魚の出現が確認され、ウキゴリ属魚類やクダヤガラ、チカなどの冷水種や広温種が優占するなど温帯域北部の砕波帯における仔稚魚相の特徴が認められた。種組成の地点間比較では、群平均法によるクラスター解析の結果、各地点が環境特性や出現種の特徴から『河口域隣接型』と『岩礁域隣接型』の 2 タイプに大別されることが明らかとなり、さらに Bray-Curtis 指数を基にした序列化を行った結果、各地点では偶来種の出現によって年ごとに異なる仔稚魚相を呈していたことが示された。また主座標分析、非階層クラスター分析、指標種分析によって仔稚魚相における季節性を求めた結果、本海域における各種の出現は『秋-冬型』『冬-春型』『春-夏型』『夏-秋型』の 4 つの季節型に大別できるものと考えられた。

2 節. 優占種の出現動態

浦浜・浪板両海岸における継続調査により、チカ仔稚魚が本海域の砕波帯における優占種であることが明らかとなったが、本種の出現個体数は年ごとに大きく増減することが 2000 年から 2016 年に行われた長期調査によって明らかとなった。出現個体数の変化には海岸間で共通した動きが見られたことから ($P < 0.01$) 海流との関係を想定して水系分析を行なった結果、本種の出現個体数は冬季に接岸する親潮の勢力に応じて増減することが明らかとなり、親魚の来遊数との相関が示唆された。

第 II 章. 東北地方太平洋沖地震が魚類の成育環境に及ぼした影響

1 節. 震災後の浦浜海岸における環境変化および仔稚魚の出現動態

被害が大きかった場所の一つである越喜来湾の浦浜海岸では津波や地盤沈下の影響で砂浜海岸が消失したものの、2011 年（震災年）6 月には田畑であった場所に形成された波打ちぎわに砂が堆積することで砂浜が生じ始めたため、2011 年 7 月から調査を開始した。しかし、防潮堤建設工事などにより、砂浜の消長、ガレキ（コンクリート片等）や転石の増加、それらを付着基質とする海藻類の繁茂といった環境変化が連続し、震災前後で種組成の変化が示されるなど、環境変化に伴う仔稚魚相の変化が確認された。また、震災以前の浦浜海岸には多くの両側回遊魚が出現したが、優占種であったシロウオやチチブ属魚類などには著しい減少傾向が見られた。同海岸に隣接する浦浜川では、地盤沈下による最下流域の消失と共に河口水門の建設や河道の付替え工事等により河床や川辺の環境が変化しており、産卵環境や成育環境の変化に起因して資源量が減少したことが示唆された。

2 節. 震災後の浪板海岸における環境変化および仔稚魚の出現動態

海岸内における環境変化

越喜来湾内で唯一広いアマモ場を擁する浪板海岸では、砂浜域が残存したもののアマモ場が津波によりほぼ流失する環境変化が生じた。しかし、2012 年 1 月には約 680m²、2013

年 8 月には約 1200m²、2014 年 8 月には約 3400m² と経年的に面積が増加したことが潜水調査や空撮画像の解析により明らかとなり、震災以前（約 2500-3000m²）と比較して拡大したことも明らかとなった。アマモの繁殖方法には実生による繁殖と地下茎による繁殖が知られるが、潜水調査により、本海岸のアマモ場は地中に残存した地下茎からの回復と地下茎の伸長および実生の着生による拡大の 2 段階の過程を経て回復していたことが明らかとなった。

震災前後のアマモ場における仔稚魚相の比較

震災前後のアマモ場の仔稚魚相比較には 2007 年から 2008 年および 2012 年から 2015 年の 6 年間のデータを用いた。アマモ場では 6 年間で 10 目 35 科 81 種以上の仔稚魚の出現が確認され、クラスター解析の結果、震災前（2007-2008 年）と 2015 年から成るクラスターと震災後（2012-2014 年）から成るクラスターの 2 グループに大別された。さらに生活様式に基づいた分析により、定住種を中心に仔稚魚相が早期に回復したことが示された。特に本研究により定住性が示されたタケギンボやハナジロガジにはアマモ場面積の増加に伴う経年的な増加が示唆される（ $P < 0.01$ ）など、回復傾向が顕著であることが明らかとなった。加えて、アマモ場には岩場などの近傍環境からの偶来種も多く出現したが、これらの回復もあって 2015 年には種組成が回復したものと考えられた。一方、マボヤに産卵する習性を有するクダヤガラは減少は、津波によるマボヤの流失の他、回復しつつあったマボヤの個体数が復興工事等により減少したことが主因になったことがモデル解析により明らかとなった。また、優占種の組成には変化も示唆されたが、震災後に減少が見られた種のいくつかは海流等の影響によるものであることが示唆された。

震災前後の砂浜域砕波帯における仔稚魚相の比較

砕波帯においても仔稚魚相の回復を示唆する結果が得られ、震災前に確認された定住種 11 種の全てが 2015 年までに出現していたことが明らかとなった。クラスター解析の結果から種組成の経年的な回復が示唆され、特に 2014 年以降は種組成が震災前に近づいたことが示された。本海岸では浦浜海岸と比較して震災後に行なわれた工事の規模が小さく、また両側回遊性の出現種数が少ないことから、復興工事などによる二次的な震災の影響が少なかったものと考えられる。また、砕波帯に出現する仔稚魚の約 74% がアマモ場に出現したことから、アマモ場の存在が本海岸の砕波帯に出現する仔稚魚の多様化に寄与しているものと考えられ、砕波帯においても近傍環境（アマモ場・砂泥底域・岩礁域等）における各種の増加・回復が仔稚魚相回復の一要因と考えられた。

第 III 章. 総合考察

岩手県南部の砂浜海岸を対象とした一連の研究により、砕波帯およびアマモ場の仔稚魚相と環境も含めた震災後の回復状況が明らかとなった。出現種の一部では砕波帯やアマモ場における生活史の一端も明らかとなり、浅所に依存した生活史を有するホシガレイやマツカワといった希少種の出現も確認されるなど、本海域に特有の小規模砂浜海岸が沿岸性魚類の資源や多様性を保全する上で重要な空間を提供していることを示し得た。これらの結果は震災後の浦浜地区における防潮堤再建計画にも活かされ、防潮堤のセットバックによる海岸線の保全が実現し、またアマモ場保全に配慮した防波堤工法が採用されるなど、被災地復興への貢献につながっている。震災復興工事は国の緊急施策であるため環境アセ

スメント等が行なわれない事例がほとんどであるが、本研究により各種工事による環境回復への影響（二次的被害）が明らかになったことから、激甚災害に当たるような場合でも、環境回復を妨げない施策を講じ、また必要に応じて人為的環境修復を講じる必要があろう。本研究では①碎波帯の仔稚魚相が近傍環境の違いによって異なり、また②仔稚魚相が海流等の海洋環境の影響を受けて年ごとに変化することが明らかとなった。さらに、③環境や生物相の変化に地点間の差があることが示されたことから、多様な海岸環境を有する三陸沿岸では、湾または海岸単位で震災の影響が異なった可能性が高い。しかし、④個々の種への影響の多くは、その生活史と深く関連していることが明らかとなったことから、環境や生息種に関する情報を用いれば多くの時間を要せずに自然回復を妨げない工法を選定することが可能である。本論文において環境に配慮した復興事業実施の可能性を示し得たことは、想定されている巨大災害後の各種施策の決定にも非常に有用と考えられる。