

- ① 大量発生したウニの間引きと完全養殖による高品質化技術
- ② 河口汽水域の二枚貝資源と震災後の物理環境変化
- ③ サケ回帰率向上に向けた調査
- ④ マボヤ養殖復興支援
- ⑤ 食の安全性証明と風評被害防止
- ⑥ 生態系が受けた影響情報に基づいた漁業展開促進
- ⑦ センサー類を用いた海洋環境モニタリング
- ⑧ 漁業可能なエリアの特定と瓦礫撤去方策策定
- ⑨ 漁業施設の設置推進
- ⑩ ワカメ養殖生産の安定化技術
- ⑪ 環境および生態情報を利用した養殖場管理技術の開発
- ⑫ 干潟域の二枚貝および外来巻貝の個体群動態調査

各成果の詳細について次頁以降に記載。

関連論文は別添の論文リストに記載の番号で引用。

① 大量発生したウニの間引きと完全養殖による高品質化技術

ニーズ

- 大量の瓦礫が堆積した他、長期に渡って海水が濁ったことにより光が遮られ、磯焼け（アラメに代表される海藻が茂る藻場の喪失）の発生が懸念。
- 藻場は、ウニやアワビの餌となるほか、多くの種の産卵場となっており、生態系全体への影響が懸念。
- 震災後に生まれた大量のウニの食害によって磯焼けが再発・悪化し、アワビの成育を阻害するだけでなくウニ自身も痩せて価格が下落するなどの漁業被害が発生。対策が急務。



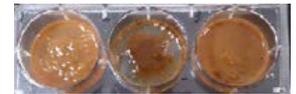
大量発生し、アラメを食い荒らすキタムラサキウニ

調査内容

- 複数の地点で潜水調査。海藻の分布状況、ウニ・アワビなどの生物の分布密度・サイズ・身入りなどについて調査。
- 大量発生したウニの間引きと、間引きウニの商品化手法についての調査、試験を実施。

調査結果

- 震災後の磯焼けの自然回復状況と、その後に発生したウニの食害の実態を解明。
- 漁協との共同調査の結果、間引きしたウニに海藻を与えて養殖することで販売可能な商品価値まで育てられることを確認。



(上)間引き直後のウニ
(下)養殖後のウニ
養殖によって身入りが回復している。

成果

- 漁業者との実証試験により、大量発生したウニを間引きすることで、藻場を回復させ、アワビ資源も回復することを証明。
- 費用を捻出しながらの藻場の回復、維持に向けて、間引きしたウニを商品化する見通しが立つ。

今後

- 間引きによる藻場の回復状況を継続的にモニタリングし、最適な間引き量・時期を調査。
- 養殖したウニを効率的に高品質化する手法を開発し、地元試験研究機関・漁業関係者へ知見を随時提供することで、広範囲にわたるウニの間引き、藻場の回復に貢献することを目指す。

関連論文:
27-1

② 河口汽水域の二枚貝資源と震災後の物理環境変化

ニース

- 宮城県名取川河口域では、アサリ・シジミ漁が盛んに行われていたが、震災により壊滅的な被害が発生。
- 地形変化に伴う塩分の変化の影響も懸念。
- 漁獲再開に向けて、資源量、分布状況の把握と環境調査が必要。

調査内容

- 漁が実施されていた地点とその上流での資源量調査とともに、環境調査を実施。

調査結果

- 震災によりいずれの地点でも資源量が極端に少ない状態となったが、平成25年には上流の地点に多くのシジミが分布していることを確認し、情報を提供。地盤沈下の影響であることを確認。
- 塩分の連続観測・近傍の雨量データから、河口域に形成されていた砂礫により、大雨で供給された淡水が長期間留まったことによってアサリの資源量回復が妨げられていると解明し、国土交通省へ情報提供。

成果

- 新たな分布が確認された上流の地点において種苗放流と漁獲が開始され、震災後に停止していた名取川のシジミの漁獲が平成25年以降急速に回復。
- 国土交通省により砂礫の除去工事が実施され、アサリの資源量が急速に回復。

今後

- 安定した漁獲を維持するため、継続的なモニタリング調査を行うとともに、関係機関への情報提供を実施。



名取川におけるヤマトシジミの漁獲量
震災後に0となった漁獲量が急速に回復している。



名取川河口域の地形の変化
(上)震災直後 (下)2013年5月

関連論文:

28-7, 28-8, 28-9, 28-10

③ サケ回帰率向上に向けた調査

ニーズ

- 地震によってサケ類種苗生産施設が壊滅し種苗放流が停止。サケ類の漁獲量が減少。
- 放流後の稚魚の減耗を最小限に抑え稚魚の生残率を向上させることで資源量を回復させる必要があり、エサが豊富な時期や場所に合わせて放流するための情報が必要。
- 放流数に対して回帰数の復旧が鈍く、河川、沿岸環境の変化による回帰率低下も懸念。

調査内容

- エサの種類を特定するため、サケ類稚魚を採集し胃内容物を解析。
- 種苗生産時に発生するミズカビ病の原因物質と、感染経路を調査。
- 発信機を装着し、大槌湾内におけるサケの行動パターンを分析。

調査結果

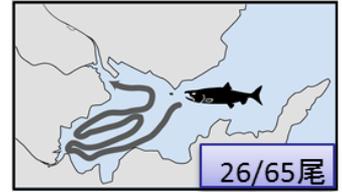
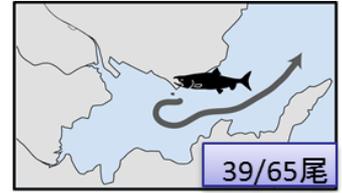
- サケ類稚魚のエサの組成と割合を正確に把握し、放流に適した環境の指標を得た。
- ミズカビ病の新たな原因菌と感染経路を特定。
- 大槌湾に回帰したサケの過半数が河川を遡上せず、湾外に向かったことを解明。
- 自治体、漁業者等に対して幅広く情報提供し、専門家を交えて意見交換。

成果

- 放流に適した時期、場所を特定し、サケ類の効果的な放流事業の実施と漁獲量増加に向けて必要となる情報を提供。
- ミズカビ病の予防、対策手法の策定に貢献。
- 半数以上のサケが湾に戻った後に河川に回帰しないことが回帰数減少の要因の一つであることを示し、震災による環境擾乱の影響が考えられることを指摘。

今後

- 調査を継続し、ふ化事業の復興、漁獲量の回復に資する情報を提供。



平成26～27年の冬における大槌湾内のサケの行動パターン
過半数が河川に回帰せず、震災による環境擾乱の影響を受けていることが考えられる。

関連論文:
26-34, 26-35, 26-36,
26-39, 26-40, 26-41,
27-46,
28-41, 28-42, 28-58

④ マボヤ養殖復興支援

ニーズ

- 宮城県が全国生産の8割を占めるホヤの養殖集団が震災で全滅。
- 出荷可能な大きさに成長するまでに3年以上を要するため、天然ホヤからの再生産による資源量の回復が急務。
- 天然ホヤの再生産状況の把握と効率的な種苗採取が課題。

調査内容

- 鮫浦湾内に設置した流速計のデータに基づく数値計算により、天然ホヤからの採苗地の候補を探索。
- 漁協と共同で候補地における実地調査を行い、天然ホヤの資源量を確認。

調査結果

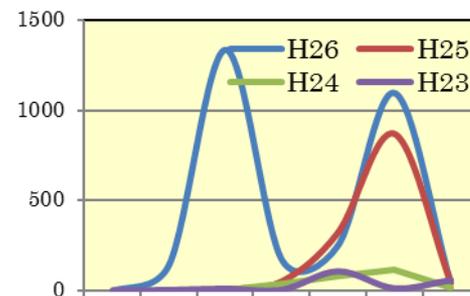
- 震災後に発生した天然ホヤが順調に成長し、幼生数が大きく回復していることを解明。
- 数値計算で示された採苗候補地が実際に採苗に適した状況であることを確認。

成果

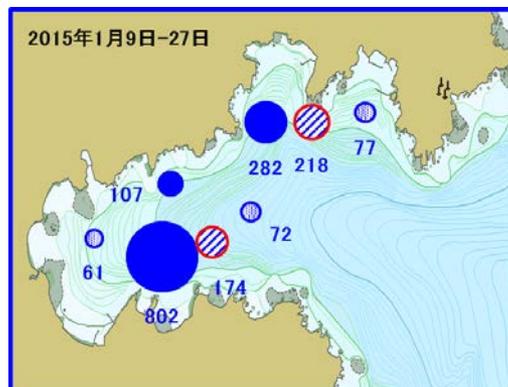
- 天然ホヤからの採苗地発見と、その後の効率的な採苗と養殖業の再開に貢献。
- 平成27年度からは顕微鏡等の機器を漁業者自ら整備し、主体的に調査が実施された。

今後

- 漁業者の主体的な取り組みを支援し、必要に応じて情報を提供。



マボヤの幼生個体数(H23~26年) 産卵、発生期である12月~翌年2月の個体数の調査結果。震災で被害を受けた天然ホヤの資源量はH25年以降順調に回復している。



鮫浦湾におけるマボヤの幼生採集個体数調査結果

予測された採苗地候補に十分な数の幼生が存在することが確認された。

関連論文:
今年度以降執筆

⑤ 食の安全性証明と風評被害防止

ニーズ

- 津波によって陸上からもたらされた有害化学物質が、食物連鎖の過程で海洋生物に蓄積することを懸念。
- 食の安全性の確認や環境汚染の進行を把握するため、水産生物を含む海洋生物や環境に蓄積された化学物質のモニタリング情報が必要。

調査内容

- 底質分析を行い、有機物、有害物質の供給過程、分布を解明。
- 海洋生物を対象に、食物連鎖関係と有害物質濃度を分析し、震災前後で比較。

調査結果

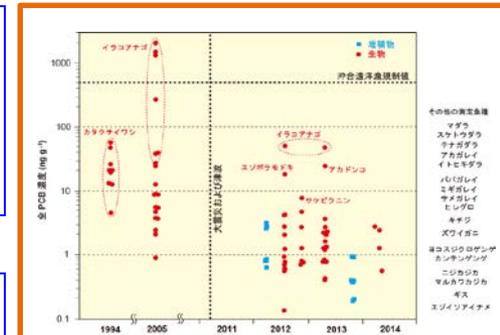
- 三陸沖合の海洋生物や堆積物の有害物質濃度は、震災前に比べ高い値ではなく、環境基準値より低いことを確認。
- 養殖場付近の有害物質濃度が水産用水基準を満たしていることを確認。
- 自治体、漁業者、地元水産研究機関等に情報提供。

成果

- 食の安全性を確認でき、水産物の出荷停止を回避し、漁業の再開に貢献。
- 継続的にモニタリングを実施し、有害物質の挙動を明らかにすることで、風評被害の払拭に貢献。

今後

- 海底で瓦礫の腐食が進むことで状況が変化する可能性があるため、引き続き堆積物、海洋生物、海水中の有害物質濃度の分析を行い、必要な情報を提供する。



地震前後と比較した生物や堆積物中の有害物質「ポリ塩化ビフェニル」の濃度
地震前に比べ濃度は高くなっていない。



女川湾底質中のn-ヘキサン抽出物濃度の経時的変化
大半の地点で水産用水基準を満たしていることが分かる。

関連論文:

26-10, 26-45, 26-46

27-9, 27-10, 27-11, 27-49, 27-50, 27-51, 27-52, 27-53, 27-54

28-45, 28-46, 28-47, 28-48

⑥ 生態系が受けた影響情報に基づいた漁業展開促進

ニーズ

- 震災により底層生態系が攪乱を受け、従来通り漁業が展開できるか不明。
- 津波による海洋生物への影響について科学的情報が必要。

調査内容

- 三陸沖の重要な水産生物であるキチジ、スケトウダラ等を対象に、遺伝的多様性を解析し、他の海域のものや巨大地震前との違いを確認。
- 津波堆積物の実態と沖合底層生態系への影響を評価。
- 余震前後の海底をモニタリングし沖合底層生態系への影響を評価。

調査結果

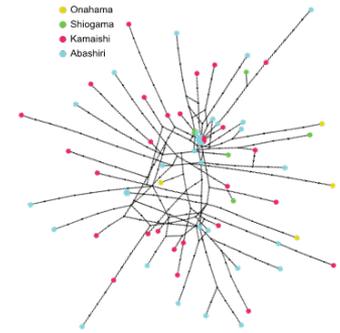
- 震災前後で、遺伝的な集団構造に明確な変化はみられないことを確認。
- 海底に生息する水産生物の餌となり得る小型底生生物の数や組成の変化を把握。
- 余震直後の海底の濁りや底生生物の埋没が観察されたが約1日後には元に戻ることを解明。

成果

- 調査対象となった魚種に対して、遺伝的多様性の縮小に対する保全策など特段の対策は必要ないことを証明。
- 震災による底層生態系への影響はあるものの、その回復程度が明らかとなり、科学的根拠に基づき漁業再開が促された。

今後

- 経年変化をモニタリングし、必要な情報を随時提供。



震災後のキチジの遺伝的特性

海域毎に集団を色分けして表示し、遺伝的特性をプロットしたもの。分布に特定の傾向はなく、震災によって三陸沖のキチジが遺伝的に特殊な状況に変化していないことが分かる。



余震前後の海底付近の濁りの変化

余震直後に濁りが増えるものの、約1日後には余震前と同じレベルに戻る。

関連論文:

26-47, 26-48, 26-49, 26-50,
27-5, 27-6, 27-7, 27-55, 27-56, 27-57, 27-58, 27-59, 27-60
28-49, 28-50, 28-51, 28-52, 28-53

⑦ センサー類を用いた海洋環境モニタリング

ニーズ

- 震災により、極めて広範囲にわたって海洋生物の生息環境が変化した可能性がある。
- 水産業を支えている沿岸生態系が受けた被害の解明と、漁業の再開、復興に必要な情報の提供が必要。

調査内容

- 大槌湾及び周辺の湾に流速、波浪、栄養塩等を観測するセンサーを設置。センサーのメンテナンスは一部漁業者と分担。
- 数年にわたって観測を行い、湾内の海洋環境変動を解明。

調査結果

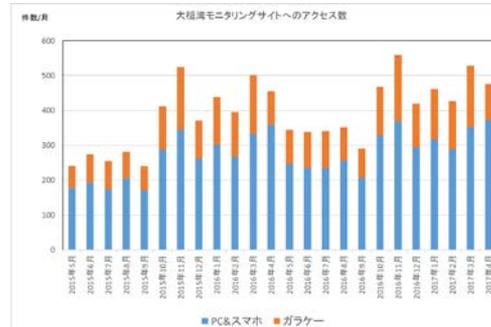
- 湾内の流速変動、栄養塩分布の特徴を解明。
- 印刷物、説明会等の形で漁業者への周知活動を実施した他、観測データはインターネット経由でリアルタイムに漁業者に提供。

成果

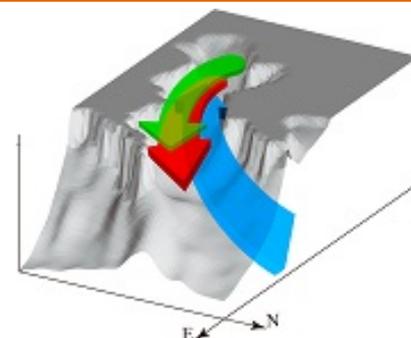
- リアルタイムの観測データは養殖の種付け、収穫のタイミングの判断に活用された他、沖合の状況を知ることで漁の可否を出航前に判断することが可能となるなど、効率的な漁業の実現に寄与。
- 観測、モデルの結果から漁業者の経験知を科学的に解明・解説することで、新規参入の障壁を下げることに寄与。

今後

- 復旧・復興工事による環境改変も生態系に影響を及ぼすと想定されるため、監視を継続。漁業者への普及啓発活動も継続。
- 収集されたデータは、海洋生態系モデルの開発に活用し、更なる効率的な漁業への復興、発展に寄与。



大槌湾モニタリングサイトのアクセス数
(2015年5月～2017年4月)
日ごとに重複アクセスを排除し、月ごとに積算した値。



大槌湾内の海流分布の模式図
鉛直方向に三層の流れが存在することが解明され、漁業者の経験知を科学的に裏付けた。

関連論文:

26-17, 26-18, 27-24, 27-25, 27-26,
27-27, 27-28, 27-29, 27-30, 27-31,
27-47, 28-19, 28-20, 28-21, 28-22,
28-23, 28-24, 28-29, 28-30, 28-31

⑧ 漁業可能なエリアの特定と瓦礫撤去方策策定

ニーズ

- 沖合海底に堆積した瓦礫が漁具を破損したり、魚介類を傷つけ商品価値が低下することが問題。
- 漁場選定や瓦礫掃海作業計画策定のため、瓦礫の分布状況や分布変動に関する情報が必要。

調査内容

- 宮城県沖合および岩手県沖合において、ROVなどによる海底観察データと被災地漁業者による瓦礫掃海データを解析し、漁場における瓦礫の分布状況や分布変動を評価。

調査結果

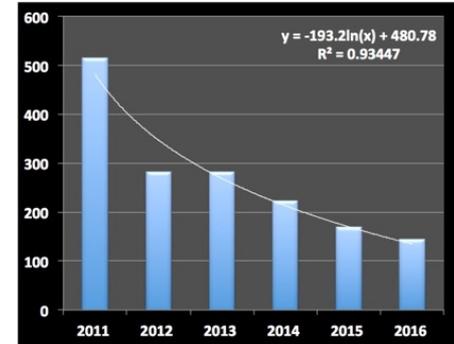
- 地形や瓦礫の種類によって瓦礫の分布に偏りがあることや瓦礫分布の経時的変化を提示。
- 漁業障害となっている大型沈没船の位置を特定。
- 自治体、漁業者、地元水産研究機関、水産庁などに情報提供。

成果

- 障害物の分布が特定されることで、**漁具の破損を防止**し、**漁業が可能な海域の選定**に貢献。
- 沖合における**瓦礫掃海計画策定**に貢献。

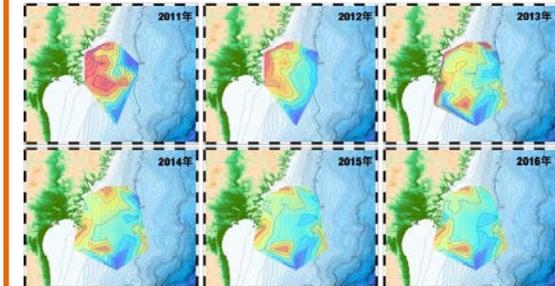
今後

- 岩手県～宮城県沖合の全海域の実測は不可能であることから、分布モデルによる瓦礫分布マップと将来予測を行う。



2011-2016年にかけての被災地漁業者による瓦礫掃海量

年々減少する傾向で、2020年ごろには震災直後の1/10程度まで瓦礫量が減少すると見込まれる。



2011-2016年にかけての瓦礫分布変化
掃海作業の進行、自然変動による分布の変化が確認できる。

関連論文:
27-63, 27-64, 27-65
28-57

⑨ 漁業施設の設置推進

ニーズ

- 震災によって海底地形・底質が大きく変わったため、最適な養殖施設や漁具の設置場所を再度選定する必要がある。
- 震災後の正確な地形図や底質の情報が必要。

調査内容

- 湾や沖合漁場において、調査船などに音響装置を搭載し地形図と底質図を作成。

調査結果

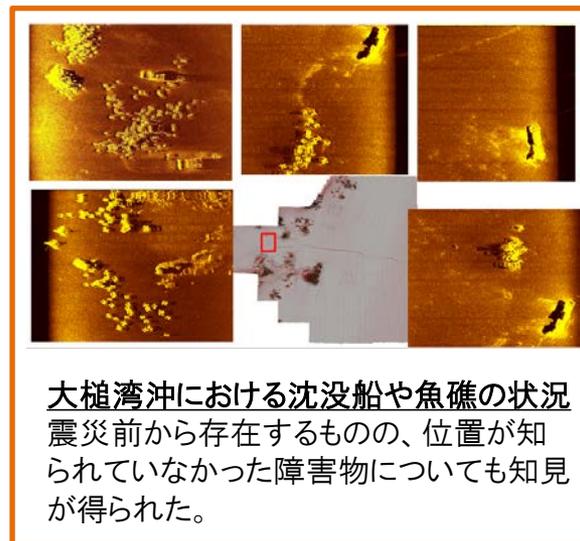
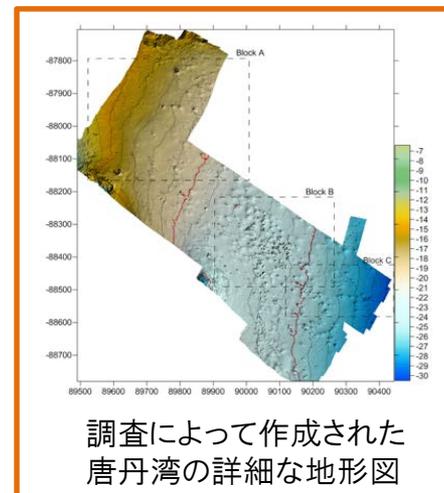
- 唐丹、大船渡、広田、越喜来の各湾の地形図と底質図ができた。
- 沖合漁場については水深300m以深のものがほぼ完成。
- 記録にないものも含めた沈没船、瓦礫、魚礁の状況を把握。
- 自治体、漁業者、地元水産研究機関、海上保安庁などに情報提供。

成果

- 湾内養殖施設の設置場所選定や、設置後の状況把握に貢献。

今後

- 未完成の部分について調査を継続
- 沖合漁場については水深200mまでの調査を行う。
- 沈没船の掃海もしくは魚礁としての活用方策への貢献も検討。



関連論文:
27-66, 27-67, 27-68

⑩ ワカメ養殖生産の安定化技術

ニーズ

- 震災後、早期に復旧したワカメ養殖において、品質低下につながる色落ちが発生し、養殖生産の不安定性が問題化。
- 要因の特定と解決策の検討のため、漁場環境調査と室内飼育実験が必要となった。



(左)正常なワカメ
(右)色落ちしたワカメ

調査内容

- 栄養塩濃度について、養殖場での測定と培養実験を行い、ワカメの色調との関係を調査。
- 栄養塩を添加した養殖ロープ（施肥）による現場での養殖試験を実施。
- ワカメの品質向上に対する適正光量を解明するため、室内及び現場での実証試験を実施。
- 夜間に人工光を照射することで成長を促進する技術の開発を目指し、LED照射による室内海藻培養成長試験、および現場での海中実証試験を実施。

調査結果

- 色落ちは、低温・貧栄養塩条件で光量が多いと発生しやすく、栄養塩を補う施肥と、光量調整が有効と判明。
- アラメ葉状体（幼体）では、赤色LED、緑色LED、蛍光灯では成長が停止し、青色LEDでは顕著に成長することが判明。



光源の種類と成長速度、色調の関係
青色LED光が成長速度と色調の改善に有効であることが示された。

成果

- 光量・光質の調整及び適切な施肥によってワカメ等褐藻類の成長や色調を制御できることが示され、本格的に実証試験が開始された。

今後

- 現場での経済的な光量調整方法並びに、効果的な施肥方法を検討する。
- 海中青色LEDライトを用いたワカメ養殖の実証試験を進め、高度なワカメ生産技術の確立に貢献。

⑪ 環境および生態情報を利用した養殖場管理技術の開発

ニーズ

- 津波により養殖に壊滅的な被害が発生し、漁場環境も大きく変化。
- 養殖を迅速に復興させるため、漁場環境の把握と生産を阻害する要因の解明が必要。

調査内容

- 震災直後から養殖収容量、生産量、水域の基礎生産力を調査。
- 衛星観測データと実観測により、実用的な基礎生産力推定法を開発。
- マガキ、ホタテガイの生産量と適正養殖密度を推定。
- 養殖生産物の餌料と品質に関する調査を実施。

調査結果

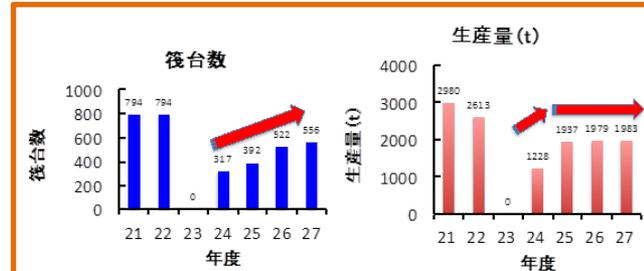
- 平成26年度にはホタテガイの生産量が震災前に近いレベルに戻り、その後は生産量が停滞して個体も小型化傾向にあることを解明。
- 底質調査により、マガキ養殖が底質環境に及ぼす影響を解明。
- マボヤとマガキ、ホタテガイの餌生物が異なり、従来の認識とは異なり両者の間で餌の競合が発生しない可能性を示唆。
- 養殖深度、餌料の種類によって食味が異なる傾向を発見。

成果

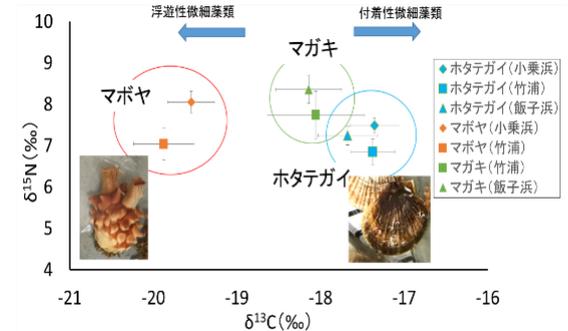
- 養殖密度を適正に保つなど持続的養殖法の策定に貢献。
- 雄勝湾のホタテガイ養殖において養殖の効率を上げるための養殖密度の調整を提言。

今後

- 調査を継続し、効率的な養殖の実施計画策定、高付加価値の水産物生産に貢献することを目指す。



雄勝湾における年度毎の養殖ホタテガイの養殖設備数(左)と生産量(右)の推移
設備数は増加し続ける一方、生産量は平成26年度から上昇が停滞し、過密養殖により効率が低下していることが分かる。



養殖生産物の炭素・窒素安定同位体比
摂取しているプランクトン等の種類に対応する。マボヤの餌がマガキ、ホタテガイとは異なることを示している。

関連論文:
27-2, 27-3
28-5

⑫ 干潟域の二枚貝および外来巻貝の個体群動態調査

ニーズ

- 地盤沈下に伴って干潟が消失し、生息する貝類に壊滅的被害。
- 資源量の把握や新規の分布域の確認、食害を起こす外来種の動態調査など漁業の復興に必要な情報の提供が求められている。

調査内容

- 地元漁協と協力し、アサリをはじめとする貝類や、食害を引き起こす外来生物「サキグロタマツメタ」の生息状況等について調査を実施。
- 得られたデータに基づき、自治体や漁業者に対して復旧、復興事業に必要な情報を提供。

調査結果

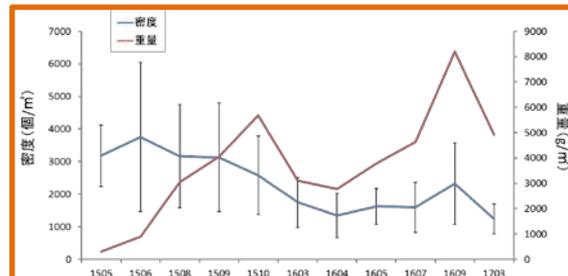
- 地盤沈下によって干潟が消失し、人工干潟の造成が行われている宮城県万石浦において、人工干潟へのアサリの定着、成長の状況を解明。
- サキグロタマツメタの生息を確認し、情報提供。
- 2017年時点で、アサリの資源量を1haあたり50tと推定。

成果

- 人工干潟におけるアサリの成長状況の把握、食害生物の駆除が適切に実施され、資源量が順調に回復。
- 2017年5月に万石浦で震災後初のアサリの出荷が実現。
- 残存資源の成長によって、今年中に更に1、2回の収穫を検討。

今後

- サイズが大きい個体を持続的に収穫できるよう、資源量管理についても調査を行い、必要な情報を提供。
- 検討されているブランド化による付加価値の向上に寄与することを目指す。



人工干潟におけるアサリの分布状況の推移(2015年5月～2017年3月)
重量(赤線、右軸)は順調に増加し、2017年時点で造成区全体で50トンと推定される。

出荷再開初日(5/26)の報道(一部)

- | | |
|---------|----------|
| (新聞) | (テレビ) |
| ・朝日新聞 | ・NHK |
| ・毎日新聞 | ・テレビ朝日 |
| ・河北新報 | ・ABCニュース |
| ・石巻かほく | ・宮城テレビ |
| ・石巻日日新聞 | |

関連論文:
26-43, 27-40