



WWF

REPORT

JPN

2013



WWFジャパン 暮らしと自然の 復興プロジェクト 実施報告書

WWF Japan
Report on the Nature and Livelihood Recovery Project

A preliminary assessment of ecological and social-economic changes
in selected areas affected by the Great East Japan Earthquake, 2011



WWFジャパン

**暮らしと自然の
復興プロジェクト
実施報告書**

WWF Japan

Report on the Nature and Livelihood Recovery Project

A preliminary assessment of ecological and social-economic changes
in selected areas affected by the Great East Japan Earthquake, 2011

目次

暮らしと自然の復興プロジェクト実施報告書発刊に寄せて	01
WWFジャパン 樋口 隆昌	

第1部 暮らしと自然の復興プロジェクト	
1. プロジェクトの概要	04
2. 調査結果および考察の概要と復興にむけたWWFの提言	12

第2部 調査報告	
1. 底生動物からみた松川浦の自然環境と震災の影響	20
東北大学理学部 鈴木 孝男	
2. 東日本大震災による湿地・藻場環境の変化と 環境復元・再生に向けた方策の検討	
－宮城県志津川湾・福島県松川浦の事例－	34
(株)海草研究所 新井 章吾	
3. 福島県相馬市松川浦 鳥類調査報告書	42
NPO法人バードリサーチ 守屋 年史	
4. 松川浦と周辺地域の変化	60
国土館大学地理学教室 長谷川 均	
5. 海洋汚染とどのようにつきあうべきか	68
愛媛大学 沿岸環境科学研究センター 田辺 信介・磯部 友彦	
6. 震災後の水産業と復興方策	
－福島県相馬市と宮城県南三陸町の事例－	76
東京海洋大学 馬場 治	
7. 復興計画の分析および地域漁業関係者との 意見交換からみえる震災復興に向けた課題	94
WWFジャパン 前川 聡	

謝辞	106
----	-----

暮らしと自然の復興プロジェクト実施報告書発刊に寄せて

WWFジャパン事務局長 樋口 隆昌

2011年3月11日に発生した東日本大震災では、地震と津波により東北地方太平洋沿岸の広い地域で、2万人近い犠牲者を伴う大きな被害を出すとともに、同時に発生した福島第一原発の事故により多数の方々が故郷を追われ、未だに避難生活を余儀なくされています。

震災直後に、環境 NGOである WWFジャパンでも、復興支援に向けて何ができるのか真剣に検討を行いました。検討の結果、まずは被災地における人道支援が最優先であることから、2011年3月22日～5月1日にかけて、被災地の方々の生活支援等を目的とした緊急募金活動を行いました。多くのご賛同者から約1千万円に上る募金が集まり、岩手県大槌町、釜石市、宮城県南三陸町、宮城県山元町、福島県三春町、相馬市など計13か所の地域・団体へ、支援金や物資の形で WWF職員が直接お届け致しました。

2011年5月からは環境 NGO本来の活動として、「暮らしと自然の復興プロジェクト」を立ち上げ、環境に配慮した復興への取り組みを開始しました。職員が被災各地を足しげく訪問した上で、生物多様性が高く、水産業が基幹産業となっている宮城県南三陸町と福島県相馬市の2か所をモデル地域に選定しました。現在、地元の漁協や NPO、研究者の方々と協力して、被災した沿岸部の水産業や自然環境の被害状況を調べ、持続可能な復興プラン策定にむけて現在検討を進めているところです。また、電気やガスなどのインフラが損なわれた被災地へは、「つながり・ぬくもりプロジェクト」の一員として、避難所や仮設住宅に太陽熱温水器や太陽光発電の設備支援を展開して参りました。

一方、原発事故以来エネルギーをめぐる議論が盛んになっておりますが、WWFとしては、大幅な省エネの実現を前提とした原発の段階的な廃止、及び100%再生可能エネルギーで賄える社会の実現を目指して、2011年11月に「脱炭素社会に向けたエネルギーシナリオ提案」を発表したほか、こうした考えが政府のエネルギー基本計画に反映されることを目指して、広く賛同者を募る「自然エネルギー100%キャンペーン」を実施しました。

自然からの恵みを活用し発展してきた被災地域が、この災害を乗り越え、真の意味での復興を成し遂げるためには、自然環境の回復を図るとともに、地域が主体となって保全と管理を行う体制作りが重要です。被災地では、今もなお精力的な復旧・復興に向けた活動が展開されていますが、多くの困難と課題も抱えています。こうした中、各分野の専門家が実施してきた調査結果を取りまとめた本報告書が、地域の復興計画とその実施のための一助となることができればとても幸いです。

第1部 暮らしと自然の 復興プロジェクト

1. プロジェクトの概要
2. 調査結果および考察の概要と復興にむけたWWFの提言





1. プロジェクトの概要



要 旨

WWFジャパンは東日本大震災により壊滅的な被害を受けた東日本太平洋沿岸域の自然環境の回復と保全と、持続可能な水産業への転換の支援を目的とし、2011年7月より宮城県南三陸町(志津川湾) および福島県相馬市(松川浦) の2か所のモデル地域において、暮らしと自然の復興プロジェクトに着手した。5か年計画である本プロジェクトの初年次は、特に被災した地域の自然環境や社会状況の特性にあわせ、自然環境調査(地形・土地利用、藻場、底生動物、鳥類)、海洋汚染調査(有害化学物質、放射性物質)、漁業経済調査(生産構造や水産復興に向けた課題の抽出など)を実施し、現状を把握するとともに、地域関係者(主として漁業関係者)と情報共有を図りながら、連携体制を構築し、地域の関心事や優先課題の把握に努めてきた。2年次度以降、地域関係者とのモニタリングの共同実施、持続可能な水産業に向けたセミナーの開催などの活動を展開し、さらなる被災地域の復興支援を行いたい。

プロジェクトの目的

2011年3月11日に起きた東日本大震災の地震と大津波は、沿岸に住む人の暮らしと自然環境に大きな打撃を与えた。それは、地形の変化や地盤の沈下、砂や泥の移動による海底や海岸の地形・環境の変化、藻場や海岸の生態系の破壊、がれきなどからの有害化学物質の流出、そして福島第一原子力発電所の事故による放射性物質の放出などである。

これらは、沿岸を生息環境としていた動植物に多大な影響を与えただけではなく、海の生物多様性を産業の基盤としている水産業の復興にも大きく影響している。自然環境の影響評価と回復に向けた活動支援は、水産業の復興にも寄与するであろう。換言すれば、被災した沿岸地域の経済的復興には、沿岸漁業に関連する生産および流通体制の再建だけではなく、漁場でもある自然環境の回復・再生が不可欠といえる。

そこで WWF ジャパンは、被災地域の生物多様性の保全と回復、そして持続可能な資源管理の両立をめざし、自然環境と水産業の被害状況に関する実態調査、地域住民との情報共有と協働、持続可能な水産業への転換支援を行うプロジェクトを立ち上げた。

プロジェクトの実施に際しては、以下を基本方針とした。また、順応的に復興状況の把握をし、他の復興支援団体との連携も図りながら、進めることとした。

- ・対象とするモデル地域(自治体もしくは生態系レベル)の多様な関係者と意見交換を行い、現場の状況やニーズの把握に努める。
- ・科学的情報の収集するとともに、現況の把握とその後の回復状況をモニタリングし、自然環境の回復のための措置を検討、実施を支援する。
- ・生物多様性保全が、水産業等の地域産業の振興に寄与するという考え方への理解を浸透させ、協働体制の構築を図る。
- ・政府や自治体の復興計画によって、沿岸の自然環境が悪影響を受けることの無いよう、行政への適切な情報提供および提言を行う。

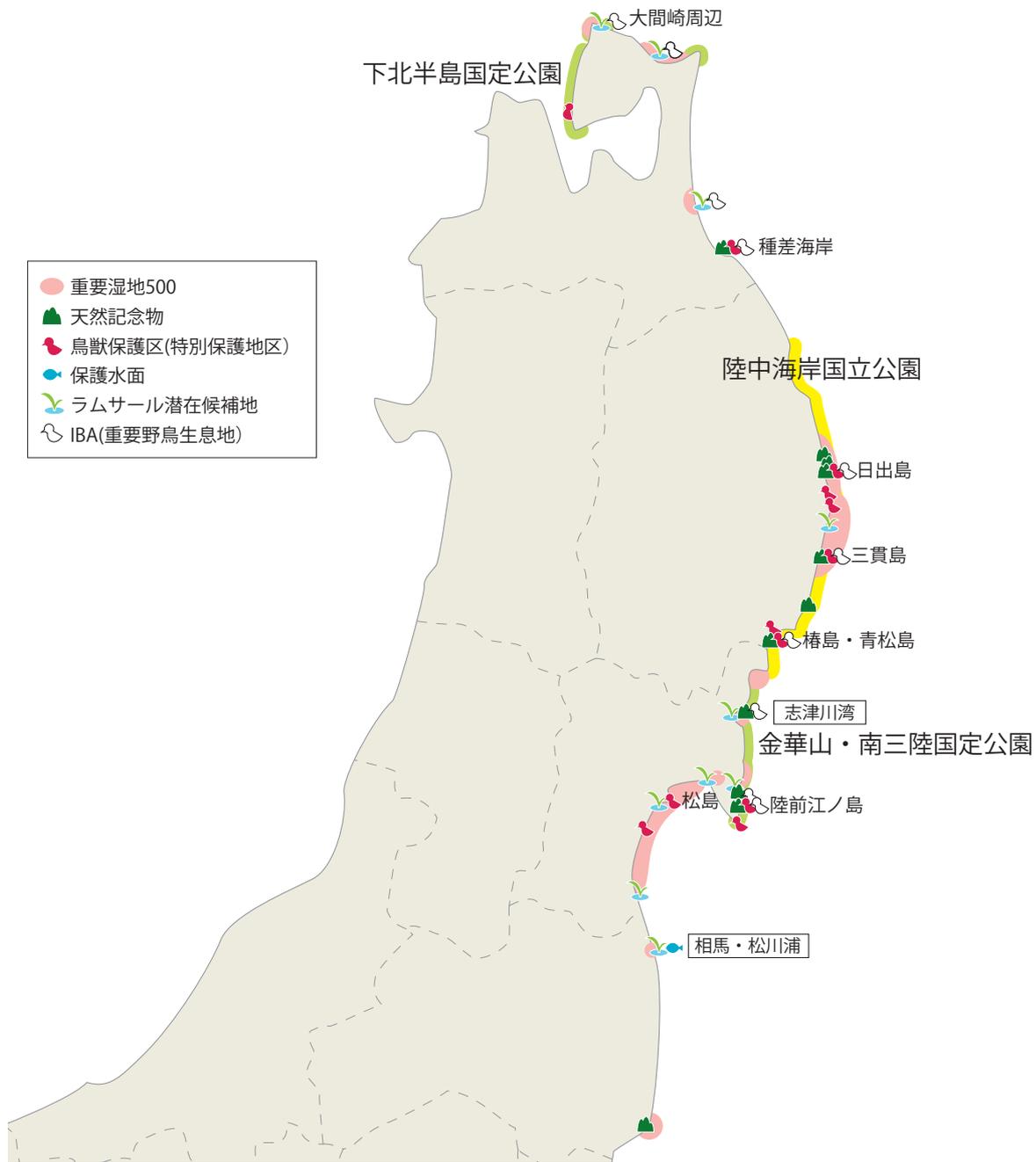
支援地域の選定手順

プロジェクトの支援地域を選定するにあたっては、①沿岸域の生物多様性が高いこと、②水産業がその地域産業の基盤となっていること、の2点に着目した。図1に東日本太平洋沿岸域における生物多様性上重要な地域を示した。抽出したのは、国立公園・国定公園、鳥獣保護区特別保護地区、天然記念物、保護水面、日本の重要湿地500、ラ

【表1】 岩手、宮城、福島の太平洋沿岸域の生物多様性上重要な地域

	岩手	宮城	福島	合計
自然公園 特別保護地区	7	3		10
自然公園 海域公園地区		3		3
鳥獣保護区 特別保護地区				10
天然記念物	6	3	1	10
重要湿地 500	2	5	2	9
ラムサール条約湿地潜在候補地	1	5	1	7
重要野鳥生息地 (IBA)	3	3		6
保護水面			1	1

【図 1】 東日本太平洋沿岸域（青森～福島）の生物多様性保全上重要な地域



【表 2】 WWF ジャパン震災復興支援プロジェクト検討委員一覧

分野	検討委員（敬称略）	所属
漁業経済	馬場 治	東京海洋大学 海洋政策文化学部門
文化人類	高橋 五月	東京大学（当時）
地形	長谷川 均	国土館大学 文学部
海藻類	新井 章吾	榊海藻研究所
底生動物	鈴木 孝男	東北大学 理学部
鳥類	守屋 年史	NPO バードリサーチ
化学物質汚染	田辺 信介	愛媛大学 沿岸環境科学研究センター

ラムサール条約湿地潜在候補地、重要野鳥生息地である(表 1)。東日本の太平洋沿岸には、数多くの生物多様性の高い地域があることが分かる。

この中から岩手県宮古市、宮城県南三陸町、福島県相馬市、茨城県大洗町、茨城県鹿嶋市の候補地を絞り、現地を訪問し、漁業者や自治体、市民団体から、被害状況や復興に向けた課題等について聞き取りを行った。

また、2011年6月27日に、漁業経済、文化人類、地形、海藻類、底生動物、鳥類、化学物質汚染の専門家を招聘し検討会を開催した。各分野から最新情報や課題について共有した上で、プロジェクトの方向性を検討整理した。

検討委員からは、生物多様性への影響や地域社会のニーズ・実情に十分な配慮がないまま、復興計画が策定される可能性についての危惧の声があがり、自然再生と、それを踏まえた漁業復興モデルをWWFジャパンとして提案・実行して欲しいとの意見がだされた。

その後、さらに情報収集と検討を重ね、WWFジャパンとの協働の可能性や機会の有無を加味したうえで、モデル活動地域を宮城県南三陸町(志津川湾／戸倉地区)と福島県相馬市(松川浦)の2か所に決定した。これらの地域は同じ被災地でありながら、被災状況、自然環境、水産業の実態が異なる地域であるため、それぞれの現状に合わせたサポートが必要である。

活動地域の概要

宮城県南三陸町および福島県相馬市の自然環境および社会状況に関する概況

モデル地域 1：宮城県南三陸町（志津川湾）

南三陸町は宮城県の北東部に位置し、志津川湾と伊里前湾に面する町である。南三陸金華山国定公園内に含まれる志津川湾は、4種のアマモ類、コンブ、アラメ、ガラモなど多種多様な海そう類が生育する場として、環境省により日本の重要湿地 500(2001年) およびラムサール条約湿地潜在候補地(2010年) に指定されている。湾内の椿島はタブの極相林があり、椿島暖地性植物群落の名称で国の天然記念物に登録(1966年) されている。



志津川湾全景



ギンザケ養殖



カキ養殖

志津川湾における主な水産業は、ワカメ、カキ、ホタテ、ギンザケなどの養殖業が中心である。宮城県漁業協同組合志津川支所戸倉出張所では、震災以前から問題視されていた過密養殖(特にカキ)を改善するため、震災後に養殖施設数を半減する方針を決定し、品質が高く、かつ環境負荷の少ない養殖業での再建を目指している。

モデル地域 2：福島県相馬市（松川浦）

相馬市は福島県の北東部に位置し、南北 5km 東西 1.5km の潟湖である松川浦を有する。松川浦はマツカワウラカワザンショウやツバサゴカイなど多種多様な底生動物やヒヌマイトトンボの生息する干潟として、環境省により日本の重要湿地 500 およびラムサール条約湿地潜在候補地に指定されているほか、福島県立自然公園にも指定されている。また、太平洋に面する磯部大浜の海域はホッキの保護水面に指定されている。



アサリ

松川浦における主な水産業はアオノリ(ヒトエグサ)の養殖とアサリである。太平洋沿岸では、ヒラメ、カレイ、ホッキ、ズワイガニなどの漁業が盛んであったが、現在は福島県第一原子力発電所の事故による放射性物質汚染の影響を受け、福島県全域で自主的に操業を休業している(2012年6月現在)。また、松川浦は日本百景のひとつに数えられ、豊かな水産資源と自然環境に支えられた観光業も盛んであった。

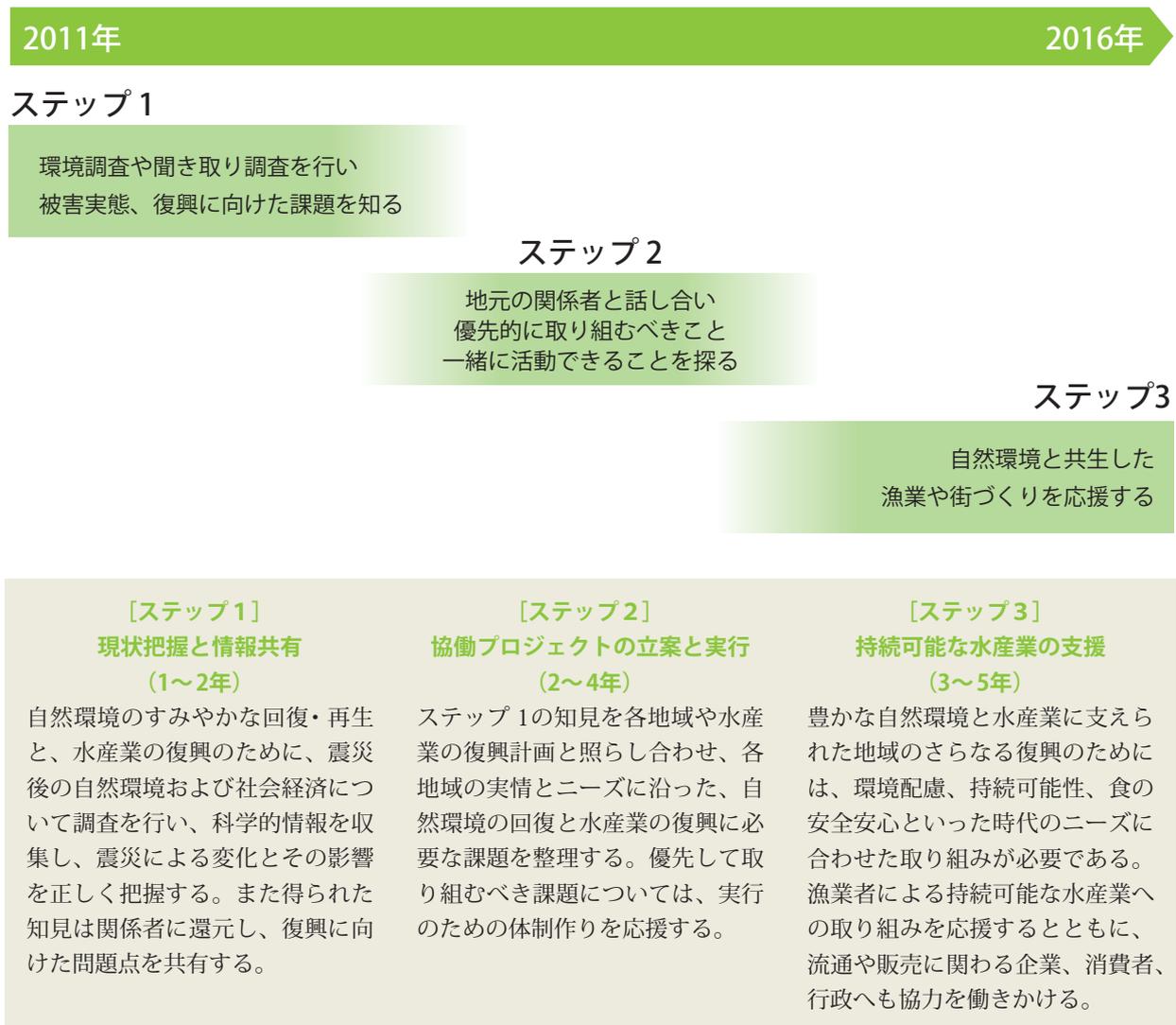


アオノリの養殖

プロジェクトの進め方

「自然環境と生物多様性の再生」と「持続可能な水産業の支援」を目的とした、暮らしと自然の復興プロジェクトでは、支援地域の復興状況等をみながら、3～5年の期間、図2のように活動を展開する。さらにモデル地域での成果と課題は、より広域で多様な関係者に向けて発信し、他の被災地を含む沿岸域における自然環境の保全と持続可能な水産業の確率への寄与を目指す。ただし、前述のように、プロジェクトは復興状況や社会情勢の変化・進展を考慮し、順応的に修正を行う。

【図2】プロジェクトの進行フロー



プロジェクトの構成

プロジェクト初年次は現状把握と情報共有を活動の中心とし、自然環境調査、海洋汚染調査、漁業経済調査、広報を実施した(図3)。自然環境調査としては、地形・土地利用、藻場、底生動物、鳥類の各調査を、支援地域の自然環境の特性や他の支援団体の活動状況を考慮し実施項目を定めて行った。各活動の担当は表2に示すとおり。

各種調査結果については、本報告書第2部の調査報告を参照されたい。



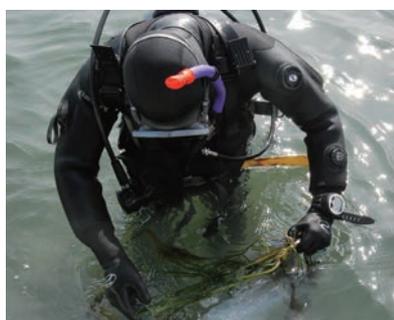
地形・土地利用調査 (国土館大学)



底生動物調査 (東北大学)



海洋汚染調査 (愛媛大学)



藻場調査 (海藻研究所)

【表3】 調査担当 (1年目)

	調査項目	担当者 (敬称略)		実施地域
自然環境	・地形・土地利用	国土館大学	長谷川 均	相馬
	・藻場	(株) 海藻研究所	新井 章吾	南三陸・相馬
	・底生動物	東北大学	鈴木 孝男	相馬
	・鳥類	NPO バードリサーチ	守屋 年史	相馬
海洋汚染	・有害化学物質	愛媛大学	田辺 信介	南三陸・相馬
	・放射性物質		磯部 友彦	
漁業経済	・生産構造等	東京海洋大学	馬場 治	南三陸・相馬
	・水産復興方針			
広 報	・情報発信・共有	WWF ジャパン		南三陸・相馬
	・報告会開催			



鳥類調査 (バードリサーチ)

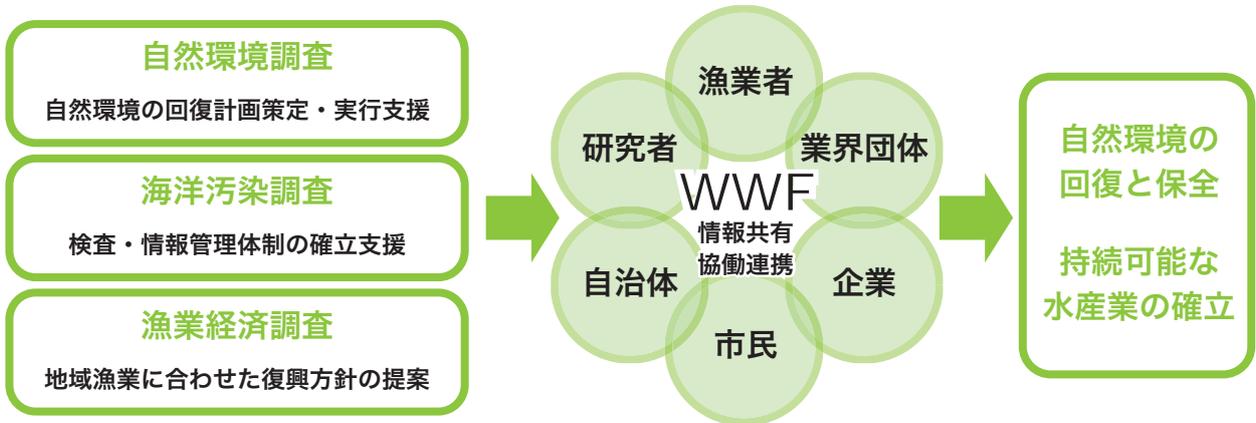


漁業経済調査 (東京海洋大学)



取材・広報 (WWF ジャパン)

【図3】プロジェクトの構成



2. 調査結果および考察の概要と復興にむけたWWFの提言



WWFジャパンは東日本大震災の被災地において、自然環境の適切な回復と持続可能な水産業への転換支援を目的として、2011年7月より、宮城県南三陸町(志津川湾)と福島県相馬市(松川浦)の2か所のモデル地域において、自然環境調査(底生動物、鳥類、藻場、地形・土地利用)、海洋汚染調査、漁業経済調査の各種調査を実施した。

ここでは、これらの調査ならびにプロジェクトの実施にあたり収集した情報を、Ⅰ自然環境の再生、Ⅱ海洋汚染への対応、Ⅲ水産業の復興の3つに分けて整理し、調査結果をもとに、被災地域における自然環境の回復と持続可能な水産業への転換について検討し、WWFジャパンの「自然環境の再生と水産業復興に関する提言」をまとめた。

最後に、調査対象とした2か所のモデル地域以外の被災地においても、類似の事象が起こっていることが予想される。復興に当たっては、被災地の自治体や関係団体だけが実施主体となるのではなく、専門性や資金面などに合わせ、多様な関係者(行政機関、業界団体、企業、研究者、NGO、住民等)が連携し、実施していくことが望ましいとWWFは考える。本報告書の科学的知見および提言が、各地の個性や地域条件を加味したうえで、広く今後の水産業復興の参考になれば幸いである。



ウミネコ

I 自然環境の再生 (第2部-1、2、3、4参照)

[主な結果と考察]

1. 底生動物は、震災以前の記録に近似する種数および個体数密度が記録され、回復傾向にあることが示唆されたが、震災後に未確認の種もいくつかあった。【松川浦】→第2部-1
2. 鳥類は、海岸林などの消失により森林性鳥類の減少が確認されたが、水鳥については、個体数の増加がみられた種もあった。カワウやサギ類のコロニー(集団繁殖地)が被害を受けたため、コロニーの移動分散や行動圏の変化により、漁業被害や騒音異臭などの新たな問題を引き起こす可能性がある。【松川浦】→第2部-3
3. アマモ場は津波による壊滅的な被害が懸念されたが、部分的には残存し、奥部では新たに活着した株も観察された。今後、藻場の形成される範囲が拡大する可能性がある【松川浦】→第2部-2
4. ウニ等の藻食動物の減少による磯焼けの回復が期待されたが、依然として磯焼けが確認された。ウニ駆除による適切な藻場管理が望まれるが、均一な底質環境が広がる場合、ウニの分



アマモ (松川浦)



カワザンショウの仲間

布拡大を阻止することは難しいと推察される。【志津川湾】→第2部-2

5. 津波により底質のシルト成分が減少し、泥質から砂質へ変化した地点が多く確認された。アサリなどの砂質環境を好む生物の生息密度の増加が予想される一方、泥質干潟に依存する生物の減少が懸念される。【松川浦】→第2部-1、2
6. 津波によって発生し残存する流木およびコンクリート瓦礫には、海藻等が着生し、水生生物の産卵、稚魚等の生育の場としての機能が見られた。【松川浦、志津川湾】→第2部-2
7. 地盤沈下により陸地に生じた湿地環境には、多様な海藻類の着生が確認されたほか、休耕中の水田農地には淡水性のシギ・チドリ類が確認され、新たに生物の生息地としての機能がみられた。【志津川湾、松川浦】→第2部-2、3
8. 多量の湧水が確認され、震災の影響(地盤沈下)で湧水量が増加した可能性、ならび湧水により砂質環境が維持される可能性が示唆された。【松川浦】→第2部-2
9. 震災以前から課題となっていた環境の変化が、周辺の土地利用の変化によって引き起こされている可能性を証明することはできなかったが、港湾施設の建設による潮流の変化や、農業用水路等の整備による地下浸透水の減少が影響を与えた可能性は依然として残る。【松川浦】→第2部-4
10. 自然環境の保全や再生を復興計画の優先課題にあげる被災地自治体は少なく、自然環境に十分に配慮されないまま復興事業が進められる懸念がある。→第2部-7

[提 案]

1. 定量的な環境のモニタリングを実施する
 - ・沿岸の自然環境の回復していく過程と生物相の変化を定量的にモニタリングし、継続的に変化の状態を記録する。



復興作業の様子（南三陸町）

- ・調査を継続的に実施するため、市民のモニタリングへの参画の機会を提供し、環境保全管理の担い手を育成する。
 - ・環境保全・再生活動の効果や復興計画による環境及び地域への影響を評価する仕組みを設け、必要に応じて順応的に計画の修正や改善を行う。
2. 保全再生計画を策定し復興計画に反映させる
 - ・生物多様性の高い地域、景観上優れた地域を特定し、市民参加のもと自然環境の保全再生計画を立案、実施する。
 - ・復興事業が自然環境への負荷を増大させ、生態系サービス(自然の恵み)や生物多様性の損失や劣化を招き、関連する産業や住環境に深刻な影響が出ないようにするためにも、復興計画においても自然環境の保全管理を位置づける。
 3. 震災で生じた新たな自然環境を維持し活用する
 - ・地盤沈下により生じた新たな湿地環境を、教育・観光の場として活用を検討する。
 - ・残存する震災瓦礫を人工漁礁として意図的に残すことで、海藻や稚魚の育成場として積極的に活用することを検討する。
 - ・湧水による底質環境の維持向上を促すために、雨水・河川水の地下浸透量を増加させる施策を講じる(冬期湛水水田や三面張り側溝の廃止など)。
 4. 環境教育、研究の場として積極的に活用する
 - ・上記1～3のモニタリングや環境保全・再生活動の担い手の育成、実施体制を構築するため、環境教育や科学的研究の受け入れを推進する。
 - ・自然環境や環境再生への取り組みを学ぶ、体験するプログラム、ガイド育成、情報発信を行い新たなグリーンツアープログラムを開発する。
 - ・震災による環境影響とその後の回復をテーマとしたグローバルな研究拠点として、研究者やツアーの受け入れ体制を整備する。



シュノーケル観察会

[実施主体と期待される役割]

科学的調査は、研究機関が主体となりつつも、継続的な調査の実施には予算と人材の確保が必須であることから、研究者は調査結果の公表だけではなく、NGOや行政、教育機関などと連携し、住民参加型調査や環境教育などの地域に根付くプログラムの開発に貢献することが望まれる。漁業および観光業は、沿岸の生態系サービス(自然の恵み)への依存度が高いことから、従事者および関連業界は、自然環境の適切な保全管理と持続可能な利用に関する活動に積極的に関与していくことが望まれる。また自治体は復興計画の実施にあたり、事業が自然環境に重大な影響が出ないように注意するだけではなく、保全・再生計画を策定し、自然環境の再生と保全管理を推進すべきである。

II 海洋汚染への対応（第2部-5参照）

[主な結果と考察]

1. 分析したすべての海産生物から PCBs(ポリ塩化ビフェニル)、HBCDs(臭素系難燃剤)、PBDEs(ポリ臭化ジフェニルエーテル／臭素系難燃剤) が検出された。
2. 一部の検体からは高濃度の HBCDsが検出され、断熱材に利用される HBCDsの東北地方における高い使用実績を反映していると推察された。
3. PCBs、HBCDs、PBDEs濃度と栄養段階(食物連鎖の階層)の間には正の相関が見られ、食物連鎖を通じた生物濃縮が示唆された。
4. マダラの PCB濃度は、震災以前と比較して約4倍の値が検出され、震災により PCBsの濃度が上昇したことが示唆されたが、検体数が少なく人体や野生生物への影響についてはさらなる調査を要する。

[提 案]

1. 長期的な海洋汚染のモニタリングと拡大防止対策を実施する
 - ・放射性物質および有害化学物質の長期的なモニタリングを実施し、海洋汚染による生物および生態系への影響を調査する。
2. 適切な情報の収集と発信を行う
 - ・海洋汚染に関するデータおよび情報の収集と公開の様式を定め、速報性、透明性の高い方法での情報の公開を行う。
 - ・どのような曝露リスクがあり、またリスクが無いのか、またそのリスクの有無と程度に対する的確な対処法を伝える。
3. 海洋汚染の拡大防止に努める
 - ・震災によって生じた瓦礫および廃棄物を適切に処理し、海洋生態系全体を保全する有害物質対策を構築する。

[実施主体と期待される役割]

行政機関、研究者、関連する業界団体は NGOや企業と連携し、引き続き海洋汚染の検査と積極的な検査結果ならびに対応策に関する情報の発信を行い、汚染の拡大を防止し、人体および野生生物の曝露の危険性を低減する。またマスメディアや NGOは、検査結果や曝露リスクに加え、対策についても情報発信を行い、一般市民が適切かつ冷静な対処を行えるようサポートを行うべきである。一般市民は、海洋汚染を被災地限定の問題としてではなく、日常に潜む問題として、リスクを正しく認識し、行動することが望ましい。

※1 予防原則とは、環境に重大かつ不可逆的な影響を及ぼす可能性がある場合、科学的に因果関係が十分証明されない状況でも、規制措置を可能にする制度や考え方を指す。

III 水産業の復興（第2部-6参照）

[主な結果と考察]

1. 政府による各種の復興支援事業を活用した協業化の動きが被災地各地で見られるが、復興までの暫定的な措置としての扱が多い。
2. ノリ養殖の協業事例では、操業する漁場の削減による生息環境の向上、漁場管理の向上、経費と労働負担の軽減などの恩恵があった一方、生産能力の高い生産者の実力が発揮されにくいなどの課題がみられた。
3. 小型定置網の協業事例では、操業方式の変更による漁獲量の増加や経費削減につながったほか、まとまった出荷ロットによる有利な買い取りの可能性や、作業効率の向上による新たな販売戦略の模索などの動きもみられる。

[提 案]

1. 協業化による作業の効率化を図る
 - ・地域や生産構造にあわせた多様な組織規模の検討、作業分担の仕組みを整理し恒久的な制度を検討する。
 - ・削減されたコストや時間を、資源管理や漁場管理、付加価値の創出などに配分する。
2. 適正な漁場利用と資源管理を進める
 - ・震災により改善された漁場環境および休漁等により回復した水産資源を維持するために、適切な養殖施設の配置や操業計画の設定を行う。
3. 新たな付加価値を創出する
 - ・自然環境に配慮した漁業や養殖業の実践による高品質化と、産地としての差別化、ブランド化を進める。

[実施主体と期待される役割]

漁協をはじめとした水産業関係者が実施主体となるが、新たな付加価値の創出と普及拡大には行政機関、地域住民、企業、NGO、消費者など多様な関係者の理解と支援が必要である。

以上



ワカメ漁の様子（南三陸町）

第2部

調査報告

1. 底生動物からみた松川浦の自然環境と震災の影響
2. 東日本大震災による湿地・藻場環境の変化と環境復元・再生に向けた方策の検討
3. 福島県相馬市松川浦 鳥類調査報告書
4. 松川浦と周辺地域の変化
5. 海洋汚染とどのようにつきあうべきか
6. 震災後の水産業と復興方策
7. 復興計画の分析および地域漁業関係者との意見交換からみえる震災復興に向けた課題





1. 底生動物からみた 松川浦の自然環境と 震災の影響

東北大学大学院生命科学研究科 鈴木 孝男



松川浦（相馬市）

要約

東日本大震災に伴う津波は、沿岸域を生息環境としていた動植物に多大な影響を与えた。松川浦においても干潟は多かれ少なかれ攪乱を受けた。影響の甚大であったところでは底生動物は生息基盤である底土ごと、巻き上げられ流されてしまった。そこで底生動物群集がどの程度の被害を受け、それがどのように回復していくのか、あるいは回復が困難な状況にあるのかを明らかにしていくための調査を行った。

松川浦では2004年に底生動物の調査(11地点)が行われていることから、2011年9月にはこのうちの4地点で予備的な調査を実施し、2012年3月に11地点において、底生動物と底泥の調査を行った。

その結果、全体的には多くの地点で泥分が少なくなり、より砂質的になったといえる。

2004年に11調査地点で出現した底生動物種数は65種、2012年には同じく11地点で64種であり、その分

類群別内容を見ても、震災前後でほぼ同様の値であった。しかし、震災6か月後の2011年の結果をみると、調査地点数が4地点のみであることを考慮したとしても、震災前に比べて種数は半分以下であった。この2011年から2012年の変化は震災で大打撃を受けた底生動物群集がその後徐々に回復してきていることを表している。このうち多毛類や甲殻類のヨコエビの仲間の回復は早い、巻貝や二枚貝の回復には時間がかかり、特に干潟表面を生息場所としていた種はまだ回復しておらず、見つかったとしても少数のままであるようだ。このことは底生動物出現数にも反映されており、個体数レベルでは多毛類

は増加しているが、巻貝類はかなり少ない。

二枚貝のイソシジミやアサリは、2011年9月には出現しなかったが、2012年3月にはいくつかの地点で確認された。その多くは定着したばかりの小型個体であり、新規加入が確実になされているといえる。

このように、震災後1年を経過した時点で多くの底生動物が回復し始めていることは明らかである。今後回復が順調に進むには、幼生加入が妨害されないようにすることや生物の生息場所としての干潟環境が整えられる必要がある。

1. 調査の目的

干潟は生物生産性の極めて高い所であり、さまざまな機能を持っている。これらの機能のうち、我々の生活に恩恵をもたらしてくれるものを「生態系サービス」と呼ぶが、それには防災、水質浄化、水産資源涵養などの外、釣りや潮干狩り、バードウォッチングなどのレジャーや環境学習の場としての役割も含まれる。特に、干潟は浅い海域であることから、大型の魚が入り込めないことに加え、稚魚の餌となる多くの底生動物が棲んでいることから、稚魚の養育場としても機能している。このことは、干潟が健全であることが持続的な沿岸漁業にとって重要であることを意味している。

しかし、東日本の太平洋沿岸域に立地する干潟群は、2011年3月11日に発生した東日本大震災によって大きく改変し、影響を受けた(金谷2011、鈴木2011)。甚大な影響のひとつは地盤沈下によるものであり、もうひとつは大津波による攪乱である。特に、大津波の直撃を受けた干潟では、周辺の塩性湿地やヨシ原を含めて破壊され、そこに棲んでいた底生動物のみならず、その生息基盤である砂や泥からなる底土が巻き上げられて遠方へ運び去られてしまった。潟湖と外洋を隔てていた砂洲や堤防が破壊されたところでは、潟湖の地形そのものが大きく変化した。このように、大震災に伴う津波は、沿岸域を生息環境としていた動植物に多大な影響を与えるとともに、沿岸域の潟湖や干潟における生物多様性を産業の基盤としている沿岸漁業にも多大な影響を与えたと思われる。

東北地方における最大級の干潟がみられる松川浦では、

地盤沈下は0.23mと大きくはないため、底生動物への影響は津波が主体であったといえる。津波の波高は8.9mに達し、外洋と松川浦を隔てていた海岸堤防(大洲海岸)が数か所で破壊され、堤防近くの干潟は大きく攪乱され、泥質の干潟は失われ、新たに砂が堆積したりした。また、砂浜の植生は壊滅し、塩性湿地やヨシ原のほとんどが失われた。潮下帯に広がっていたアマモ場も多くが失われたようだ。しかし、松川浦の奥部に位置する干潟では底泥はある程度残されていた。

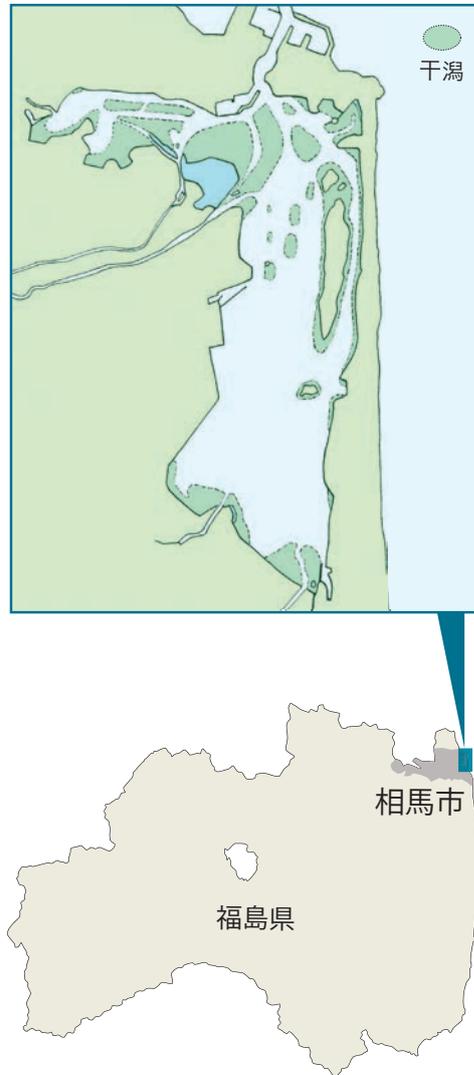
こうした、津波で大きく攪乱された干潟において、干潟の地形が旧に復し、干潟が本来備えている機能が再び発揮できるようになるには、干潟環境の自然の力による復元・再生や人為による修復作業に加えて、食物連鎖で中心的役割を担っている底生動物群集が早期に戻ってくることが必須である。また、それぞれの干潟によって攪乱の程度も異なれば、底生動物の回復のスピードも異なると考えられることから、今後、干潟が復元・再生していくにつれてどのように底生動物群集が回復していくのかを長期にわたってモニタリングしていくことが大切である。底生動物群集の多様性の回復は、干潟の健全性のバロメーターになる。そして干潟も含めた沿岸域の自然環境が提供してくれる生態系サービスを次世代が持続的に利用できるようにしていくことを第一に考えるべきだろう。そのために、松川浦において、底生動物群集がどの程度の被害を受け、それがどのように回復していくのか、あるいは回復が困難な状況にあるのかを明らかにしていくことが必須の課題である。

2. 松川浦の特徴

松川浦は砂洲によって太平洋と隔たられた、南北5km、東西3kmほどの汽水湖(潟湖)である(図1)。福島県立自然公園に指定され、多くの観光客が訪れる景勝地として、そして環境省重要湿地500にも指定された生物多様性の豊かなところとして、多くの人々に親しまれていた。また、松川浦はノリやアサリの産地であるとともに、豊かな相馬の漁場を支える場所ともなっていた。

松川浦では、震災前には、190種ほどの底生動物の生息が記録されており、仙台湾沿岸域に立地する干潟の中では最も種の多様性の高いところであった。砂質干潟表面には、ホソウミニナ、マツカワウラカワザンショウ、アラムシロなどの巻貝類や、ユビナガホンヤドカリ、コメツキガニなどが多く見られた。また砂中にはイソシジミ、アサリ、ソトオリガイなどの二枚貝が生息している。他、カワゴカイ属やイトゴカイ属などの多毛類、テッポウエビやニホンスナモグリなどの甲殻類が生息していた。一方、泥分が多い干潟には巻貝類のカワアイ(絶滅危惧II類)、二枚貝類のサビシラトリガイやオキシジミ、多毛類のミズヒキゴカイ、甲殻類のヤマトオサガニなどが生息していた。干潟の陸側にはヨシ原や塩性湿地があり、そこには、巻貝類のフトヘナタリ(準絶滅危惧)やヒラドカワザンショウ、甲殻類のアシハラガニが見られた。

【図1】松川浦干潟マップ



3. 調査地点の概要と調査方法

底生動物調査地点の位置を図2に示す。

松川浦は東日本大震災の際の大津波で、大洲海岸の堤防が数か所で破壊され、外洋から海水が直接入るようになった(鵜の尾地区の堤防破壊箇所は応急修復工事が完了している)。鵜の尾地区(A地点)では砂泥底の干潟は失われたが、外から持ち込まれたものも含めて砂が堆積し、面積は減少したようだが砂質干潟が干出する。しかし、塩性湿地は消失し、潮下帯に見られたアマモ場も激減した。磯部地区(C地点)では干潟は残ったが面積が減少した。2011年6月に行われたモニタリングサイト

1000の干潟調査の定量調査結果(環境省生物多様性センター 2012)を見ると、鵜の尾でも磯部でも底生動物はかなり少なくなったようだ。宇多川の河口部分(B地点)にあった砂質干潟は残されており、潮上帯にはヨシ原も存在する。この干潟に連続する松川浦の潟中央部一帯(G地点付近)は、アサリの養殖場であったが、底土の流出に加えて地盤沈下があったためかほとんど干出しなくなったようだ。G地点には貝殻片が多く堆積しており、周囲に多く見られたアマモ場はほとんど見られなくなった。船越地区のアサリ潮干狩り場の西側にはアサリ漁場

【図2】 松川浦における調査地点



国立環境研提供



イソシジミ



アサリ



タカノケフサイソガニ

があり、ノリの養殖も行われていた(F地点)。この地点一帯では打上げられた船などのガレキの除去作業が行われたが、その際の航路を確保するために浚渫が行われたこともあって、底土はさまざまに攪乱されたようだ。尾浜地区にある環境公園の地先に広がる干潟(岸边: HS地点、干潟中央沖側: HO地点)は松川浦の西奥部に相当し、以前はへドロ状の軟泥が堆積する場所であった。この場所は津波による影響で泥分が持ち去られ、以前のような軟泥の堆積は見られなくなった。航路確保のための浚渫は HO地点までなされていた。潟の南奥部には小河

川が複数流入するが、そのうち梅川の河口には水門があり、その左右に干潟が存在していた(右 D地点、左 E地点)。これらの干潟は底土が持ち去られたためか、震災後にはほとんど干出しなくなった。一帯には津波で流されてきた松の木が多く横たわったままになっていた。岩子地区の南側一帯(I地点、J地点)は泥分の堆積が多かったところであったが、震災後には泥分は少なくなり、砂泥底になったことから、底質環境は良くなったといえる。

上記の 11地点において震災から 1年を経過した 2012年 3月に底生動物と底泥の調査を行った。B地点が干出



鵜の尾 (A地点)

するのみで他の地点は全て冠水していた。これらの地点は2004年6月に行われた福島県の調査地点(鈴木孝男2005)と同一である。また、2011年9月(震災から半年)にも調査を行ったが、この時には船を使えなかったため、陸からのアプローチが可能であった4地点(A、B、D、HS地点)でのみ予備的な調査を実施した。

底生動物の定量調査には直径15cmのコアサンプラーを用い、深さ30cmまでの底土を採取した後、現場で1mm目の篩でふるい、篩に残ったものを中性ホルマリ

ンで固定して持ち帰った。ただし、E地点のみは水深が深かったため、エックマンバージ採泥器を使用した。サンプリングは各調査地点において4回繰り返した。同時に底土表層の酸化還元電位を測定するとともに、表層から深さ5cmまでの底土を採取した。底土のサンプルは乾燥させた後、シルト・クレイ含有量の測定(ふるいわけ法)と有機物含有量の測定(強熱減量法)に供した。底生動物のサンプルは、研究室でソーティングを行い、出現した種の同定と計数を行った。

4. 結果

4-1. 底質

底土の酸化還元電位、シルト・クレイ含有量、強熱減量の測定結果を表1に示す。全体的に見ると、底土は還元性的～酸化的な状態であったが、水深が深めのところで低い酸化還元電位を示した。2011年9月のD地点の酸化還元電位が低いのは、底土表面に軟泥の堆積が認められたためで、底土は黒色を呈し、植物残査も含まれて

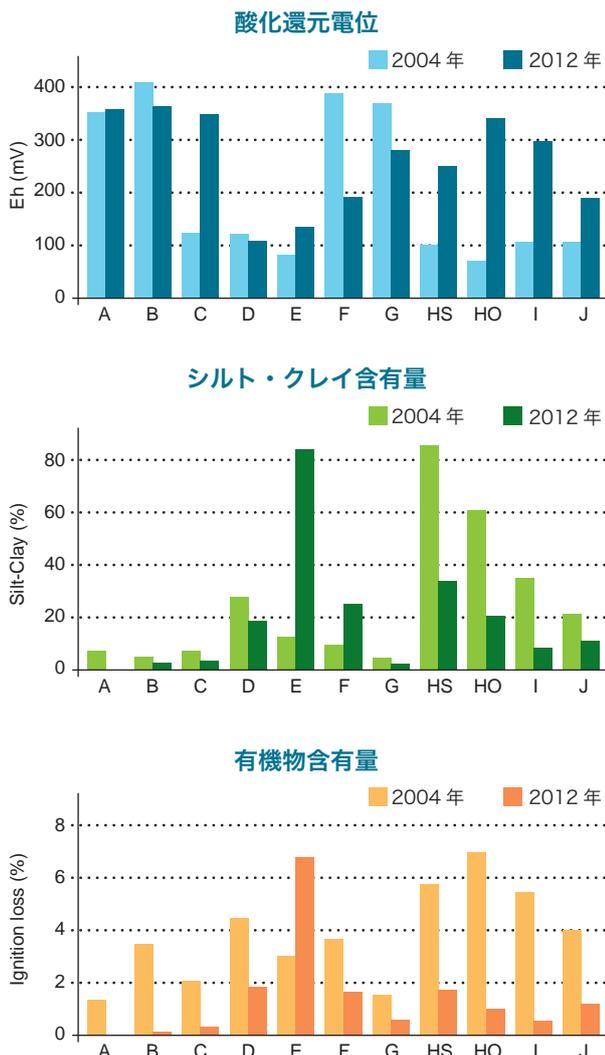
いた。そのため、シルト・クレイ含有量や有機物含有量も他地点に比べて高い値を示した。しかし、この状態は長く続かなかったようで、2012年3月の調査時には軟泥は無くなり、砂泥底の状態であった。波浪などで軟泥が舞い上がり、周囲に移動するか拡散したものと思われる。シルト・クレイ含有量はE地点でかなり高い値を示したほかは、だいたい30%以下であった。有機物含有量(強熱減量)の値も、E地点を除くとそれほど高い値

【表1】松川浦の底質

調査地点	酸化還元電位 (mV)		シルト・クレイ含有量 (%)		強熱減量 (%)	
	2011年	2012年	2011年	2012年	2011年	2012年
St. A	350	355	4.60	0.00	0.44	0.00
St. B	335	361	2.05	2.47	0.38	0.14
St. C		346		2.89		0.31
St. D	39	102	91.41	18.43	9.56	1.81
St. E		133		84.36		6.78
St. F		187		24.71		1.67
St. G		280		1.97		0.58
St. HS	193	248	23.43	33.78	2.26	1.73
St. HO		338		20.04		1.03
St. I		295		8.55		0.55
St. J		186		10.50		1.20

調査は2011年9月(4地点)と2012年3月(11地点)に行った。

【図3】震災前との底質の比較



ではなかった。

震災前の底質と比較してみるために、2004年に測定された結果(鈴木 2005)と2012年の結果を比較して図3に示す。

A、B地点は砂質であり、酸化還元電位は以前と同様、酸化性的であった。しかし、シルト・クレイ含有量は以前よりも減少しており、泥分が失われたことを表していた。同じく、有機物含有量も低下していた。C地点はやはり砂分が多くなったようで、酸化性的になり、シルト・クレイ含有量は減少した。D、E、F地点は水深が深めであった(43-60cm)こともあって、幾分還元性的であった。特にE地点は泥分の堆積が多く、シルト・クレイ含有量、有機物含有量ともに震災後の最大値を示した。G地点は松川浦の通水路(松川浦大橋の下)に最も近く、底土には貝殻片が多く混じり、泥分はほとんどなかったが、これは震災前にも同じような状況であった。HS地点、HO地点とも、震災前に堆積していた泥分は無くなり、砂や砂利が主体の底質になっていた。そのため、酸化性的になり、シルト・クレイ含有量、有機物含有量ともに以前の半以下になった。I、J地点についても軟泥のほとんどが津波の影響で持ち去られたため、HS地点、HO地点と同様に底質は砂分が主体となり、環境は以前より改善されたと考えられる。これは、震災前よりも水深が浅くなったようなので、津波により持ち込まれた砂が堆積したのかもしれない。全体的に見ると、多くの地点で泥分が少なくなり、より砂質になったといえる。底生動物にとって還元的な軟泥は生息場所としては好ましくないことから、底生動物の生息場所としては環境が改善されたとも考えられる。しかし、砂質の部分だけでは生息する底生動物は限定されることから、今後、震災前のような砂泥底が回復し、多様な環境がどのように整えられていくのか、モニタリングしていく必要があると思われる。

4-2. 底生動物

表2に底生動物の定量調査で出現した種のリストを示す。震災前の2004年6月に行われた調査で出現した種のリスト(鈴木 2005)も合わせて示した。図4には2004年と2012年に出現した底生動物の種数と総個体数を分類群ごとに示した。

2004年に11調査地点で出現した底生動物種数は65種、2012年には64種であり、その分類群別内容を見て



宇多川河口 (B地点)

も、震災前後でほぼ同様の値であった。しかし、震災6ヶ月後の2011年の結果をみると、調査地点数が4地点のみであることを考慮したとしても、震災前に比べて種数は半分以下であった。この2011年から2012年の変化は、震災で大打撃を受けた底生動物群集がその後徐々に回復してきていることを表している。

震災後に記録されていない種として、カワアイ(絶滅危惧II類)やマツカワウラカワザンショウが挙げられる。表には出てこないが、ウミニナ(準絶滅危惧)やヨシ原内に生息するフトヘナタリ(準絶滅危惧)も震災後には発見されていない。甲殻類ではヨコヤアナジャコとともに、生息数が多かったニホンスナモグリが出現していない(ニホンスナモグリは別の調査で少数が確認された)。

時系列で見ると、多毛類や甲殻類のヨコエビの仲間の回復は早いですが、巻貝や二枚貝の回復には時間がかかり、特に干潟表面を生息場所としていた種はまだ回復していないか、見つかったとしても少数のみであるようだ。これは図4の底生動物出現数にも反映されており、個体数レベルでは多毛類は増加しているが、巻貝類はかなり少ないことが明らかである。

調査地点別の出現種の個体数密度を表3(2011年9月)と表4(2012年3月)に示す。いずれも4サンプルの平均値を示してある。2011年の出現種は4地点で9-16種の範囲であったが、同じ4地点の2012年の種数は12-25種であり、増加していた。総個体数で見ると、HS地点では2012年に減少していたが、他の3地点では



ドロオニスビオ



ヤマトカワゴカイ



ドロクダムシ科

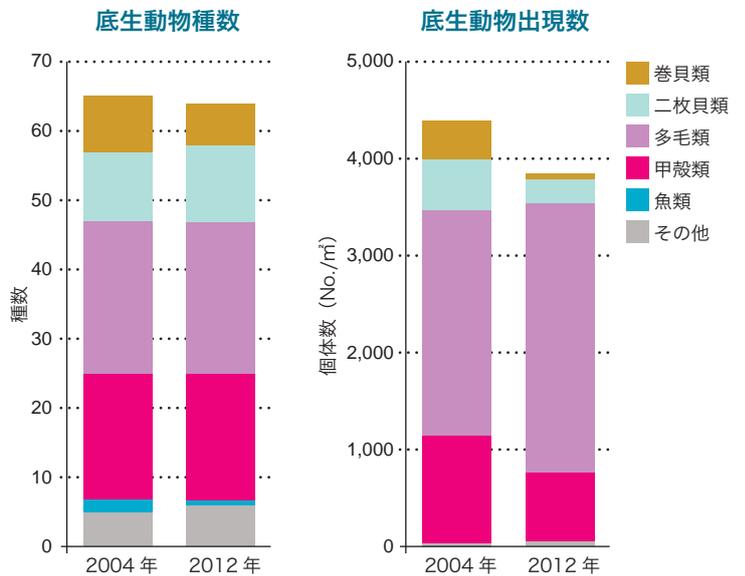


磯部 (C 地点)

増加していた。2004年の結果も含めて A、B、D、HS 地点の底生動物出現数と種数を分類群別に分けて比較したのが図 5 である。底生動物種数をみると、震災前に比べて震災 6ヶ月後の 2011年 3月には全ての地点で減少しており、特に巻貝類と二枚貝類は A地点と B地点では認められず、D地点と HS地点でも 1-2種のみであった。これらは 2012年 3月にはいくらか回復した。一方多毛類については少し減少した地点もあるが、ほぼ震災前と同レベルであった。出現個体数を見ても HS地点を除いては種数と同様のパターンを示したが、B地点では震災前には少なかった多毛類個体数が震災後には増加した。これは震災後に同地点で多毛類のドロオニスピオが大増殖したためである。また、2012年 3月にはヒゲスピオ属とツツオオフエリアも高密度になった。これらの種は A地点でも多く認められた。一方、HS地点の 2012年 3月の多毛類個体数は 2011年 9月よりも減少したが、これは、2011年に優占していたカワゴカイ属が 2012年にはみられなくなっていたためである。

2012年 3月の出現種をみると(表 4)、特に多毛類が全地点で優占していたことが明らかである。全体での優占順位 15位までの中で、2位のドロクダムシ科と 9位のイソシジミ以外は全て多毛類であった。2011年 9月においても多毛類が優占していたことから、津波による攪乱

【図 4】 底生動物の種数および総個体数の震災以前との比較



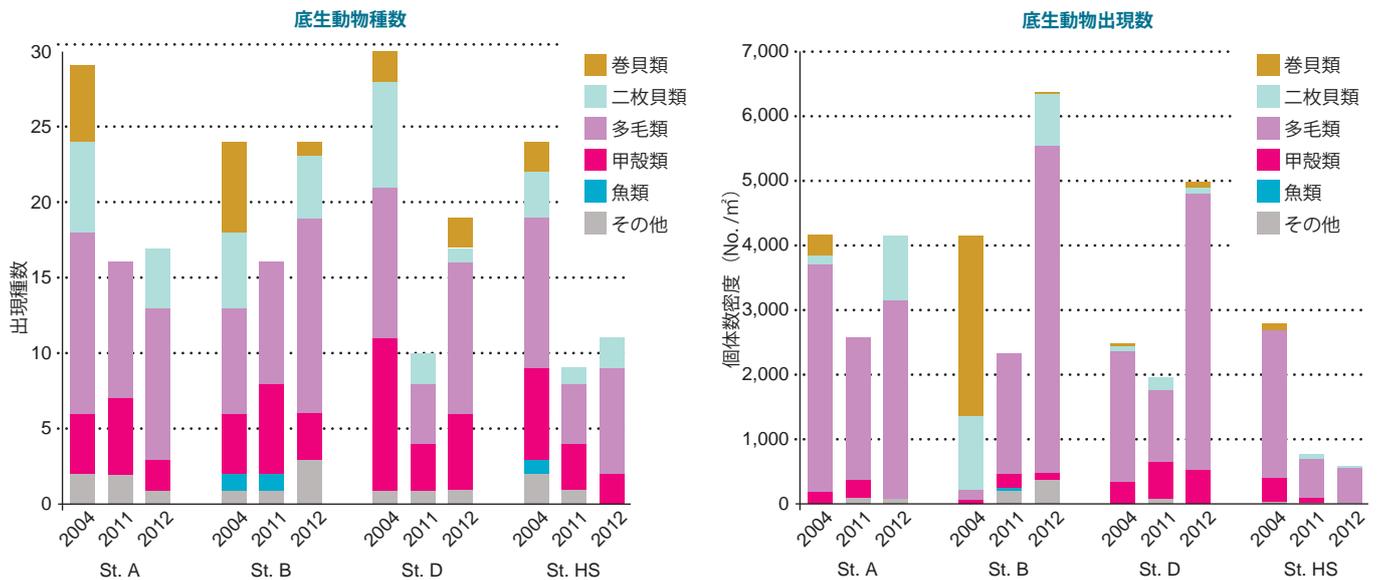
後にいち早く回復したのは多毛類であるといえる。これは多毛類が多数回繁殖し、多産で成長速度も速いためと考えられる。また、震災後にはこれら多毛類の捕食者となる魚類などの生物が少なく、そのために爆発的に増殖できたことも一因であると思われる。また、多毛類でも

シロガネゴカイ属、ヒゲスピオ属、ドロオニスピオ、ミズヒキゴカイ、ヘテロマスチス属は松川浦の全域に渡って出現したのに対し、カワゴカイ属やヤマトスピオは B 地点と南奥部の地点にしか出現せず、反対にハナオカカギゴカイやコアシギボシイソメは北側中央から西側の地点にしか出現しないなど、分布域には差がみられた。

優占順位が 2 位であったドロクダムシ科は、ヨコエビ

の仲間であるが、E 地点と I 地点に多かった。I 地点では震災前にも大量にみられているが、E 地点では以前は出現しなかった。E 地点での出現は泥分が多くなったためかもしれない。ヨコエビ類では他にニッポンドロソコエビが比較的多く出現した。この種も震災前から多くみられていた種である。上記の 2 種は泥の表面に巣穴を形成して生活している。一方、藻類に依存した生活をおくる

【図5】 調査地点ごとの出現種数および個体数密度の比較



【表2】 底生動物出現種

震災前の 2004 年 (11 地点) に行った定量調査と、震災後の 2011 年 (4 地点)、2012 年 (11 地点) に行った定量調査での出現種を示す。

門	綱	目	科	種名 (学名)	種名 (和名)	2004 年	2011 年	2012 年		
刺胞動物	花虫綱	イソギンチャク目	ホウザワイソギンチャク科	<i>Synandwackia hozawai</i>	ホウザワイソギンチャク	○		○		
扁形動物	渦虫綱	三岐腸目		<i>Tricladida fam. gen. sp.</i>	ウズムシ類	○	○	○		
		多岐腸目		<i>Tricladida fam. gen. sp.</i>	ヒラムシ類			○		
紐形動物	無針綱	異紐虫目	オロチヒモムシ科	<i>Cerebratulidae gen. sp.</i>	ヒモムシ類 (オロチヒモムシ科)	○	○	○		
触手動物	帚虫綱			<i>Phoronida ord. fam. gen. sp.</i>	ホウキムシ類	○		○		
軟体動物	腹足綱	古腹足目	ニシキウズガイ科	<i>Umbonium (Suchium) moniliferum</i>	イボキサゴ	○				
				盤足目	ウミニナ科	<i>Batillaria cumingii</i>	ホソウミナ	○		○
						<i>Cerithidea (Cerithideopsilla) djadjarisensis</i>	カワアイ	○		
						<i>Elachisina ziczac</i>	サザナミツボ	○		○
						<i>Assimineae sp.</i>	マツカワウラカワザンショウ	○		
						<i>Lunatia fortunei</i>	サキグロタマツメタ	○		
				新腹足目	オリイレヨフバイ科	<i>Nassarius (Hima) festivus</i>	アラムシロ	○		○
		頭楯目	ヘコミツラガイ科	<i>Retusa (Decorifer) insignis</i>	コメツブガイ	○	○	○		
			キセワタガイ科	<i>Philine argentata</i>	キセワタ			○		
			ブドウガイ科	<i>Haloa sp.</i>	ブドウガイ科 (ハロア属)			○		
	二枚貝綱	クルミガイ目	クルミガイ科	<i>Nucula paulula</i>	マメクルミガイ	○				
		イガイ目	イガイ科	<i>Mytilus galloprovincialis</i>	ムラサキイガイ	○				
				<i>Musculista senhousia</i>	ホトトギスガイ	○		○		
		カキ目	イタボガキ科	<i>Crassostrea gigas</i>	マガキ			○		
		マルスダレガイ目	ニッコウガイ科	<i>Macoma contaculata</i>	サビシラトリガイ	○	○	○		
				<i>Macoma incongrua</i>	ヒメシラトリガイ	○		○		
				<i>Theora fragilis</i>	シズクガイ	○		○		
			シオサザナミ科	<i>Nuttallia japonica</i>	イソシジミ	○		○		

表2つづき

門	綱	目	科	種名 (学名)	種名 (和名)	2004年	2011年	2012年		
軟体動物	二枚貝綱	マルスダレガイ目	シジミ科	<i>Corbicula japonica</i>	ヤマトシジミ			○		
			マルスダレガイ科	<i>Ruditapes philippinarum</i>	アサリ	○		○		
				<i>Cyclina sinensis</i>	オキシジミ	○	○	○		
		オオノガイ目	オオノガイ科	<i>Mya (Arenomya) arenaria oonogai</i>	オオノガイ				○	
			ニオガイ科	<i>Barnea (Anchomasa) manilensis</i>	ニオガイ				○	
		ウミタケガイモドキ目	オキナガイ科	<i>Laternula marilina</i>	ソトオリガイ	○		○		
		環形動物	多毛綱	サシバゴカイ目	サシバゴカイ科	<i>Eteone longa</i>	ホソミサシバ			○
						<i>Phyllodoce gen. sp.</i>	サシバゴカイ科	○		
					チロリ科	<i>Glycera pacifica</i>	ミサキチロリ	○		
					シリスコ	<i>Syllidae gen. sp.</i>	シリスコ	○		○
オトヒメゴカイ科	<i>Hesionidae gen. sp.</i>				オトヒメゴカイ科				○	
カギゴカイ科	<i>Sigambura hanaokai</i>				ハナオカカギゴカイ		○	○		
ゴカイ科	<i>Hediste spp.</i>				カワゴカイ属	○	○	○		
	<i>Neanthes succinea</i>				アシナゴカイ		○			
	<i>Nectoneanthes latipoda</i>				オウギゴカイ	○				
	<i>Nereididae gen. sp.</i>				ゴカイ科	○				
	<i>Nephtys sp.</i>				シロガネゴカイ属	○	○	○		
	<i>Polynoidae gen. sp.</i>				ウロコムシ科				○	
イソメ目	イソメ科				<i>Marphysa sanguinea</i>	イワムシ				○
	ギボシイソメ科			<i>Scoletoma nipponica</i>	コアシギボシイソメ	○		○		
ホコサキゴカイ目	ホコサキゴカイ科			<i>Haploscoloplos elongatus</i>	ナガホコムシ	○	○	○		
スピオ目	スピオ科			<i>Aonides oxycephala</i>	ケンサキシピオ	○		○		
				<i>Prionospio (Minuspio) japonica</i>	ヤマトスピオ	○	○	○		
				<i>Rhynchospio sp.</i>	ヒゲスピオ属	○	○	○		
				<i>Pseudopolydora kempfi</i>	ドロオニスピオ	○	○	○		
				<i>Pseudopolydora sp.</i>	シュードポリドラ属	○	○	○		
				<i>Cirriformia tentaculata</i>	ミズヒキゴカイ	○	○	○		
				<i>Armandia lanceolata</i>	ツツオオフェリア	○	○	○		
				<i>Notomastus sp.</i>	ノトマスタス属	○	○	○		
				<i>Heteromastus sp.</i>	ヘテロマスタス属	○	○	○		
				<i>Capitella sp.</i>	キャピテラ属	○		○		
	<i>Arenicola basiliensis</i>			タマシキゴカイ	○	○				
フサゴカイ目	ウミイサゴムシ科			<i>Lagis bocki</i>	ウミイサゴムシ	○				
	フサゴカイ科	<i>Terebellidae gen. sp.</i>	フサゴカイ科				○			
	ケヤリムシ目	ケヤリムシ科	<i>Sabellidae gen. sp.</i>	ケヤリムシ科	○		○			
イトミミズ目	イトミミズ科	<i>Tubificidae gen. sp.</i>	イトミミズ科	○						
		<i>Pantopoda fam. gen. sp.</i>	ウミグモ類				○			
		<i>Neomysis sp.</i>	イサザアミ属	○	○	○				
		<i>Ampithoe sp.</i>	ヒゲナガヨコエビ属	○		○				
		<i>Grandidierella japonica</i>	ニッポンドロソコエビ	○	○	○				
		<i>Aoroidea columbiae</i>	ブラブラソコエビ				○			
		<i>Corophiidae gen. sp.</i>	ドロクダムシ科	○	○	○				
		<i>Eogammarus possjeticus</i>	ボッシュットゲオコエビ	○	○	○				
		<i>Melita setiflagella</i>	ヒゲツノメリタヨコエビ	○		○				
		<i>Melita shimizui</i>	シミズメリタヨコエビ	○		○				
<i>Caprella sp.</i>	ワレカラ属				○					
等脚目	スナウミナナフシ科	<i>Cyathura sp.</i>	スナウミナナフシ属	○	○	○				
		<i>Idoteidae gen. sp.</i>	ヘラムシ科	○						
		<i>Excirolana chiltoni</i>	ヒメスナホリムシ	○						
		<i>Gnorimosphaeroma sp.</i>	イソコツブムシ属				○			
		<i>Bopyridae gen. sp.</i>	エビヤドリムシ科	○						
		<i>Tanaisidea fam. gen. sp.</i>	タナイス類				○			
		<i>Cumacea fam. gen. sp.</i>	クーマ類	○	○	○				
十脚目	テッポウエビ科	<i>Alpheus brevicristatus</i>	テッポウエビ				○			
		<i>Crangon sp.</i>	エビジャコ属				○			
		<i>Callinassa japonica</i>	ニホンスナモグリ	○	○					
		<i>Upogebia yokoyai</i>	ヨコヤアナジャコ	○						
		<i>Pagurus dubius</i>	ユビナガホンヤドカリ	○		○				
		<i>Hemigrapsus takanoi</i>	タカノケフサイソガニ				○			
		<i>Scopimera globosa</i>	コメツキガニ	○		○				
		<i>Macrophthalmus japonicus</i>	ヤマトオサガニ	○		○				
		<i>Acentrogobius sp.</i>	スジハゼ	○						
		<i>Eutaenichthys gilli</i>	ヒモハゼ	○	○					
<i>Acanthogobius flavimanus</i>	マハゼ				○					
脊椎動物	硬骨魚綱	スズキ目	ハゼ科							
出現種数						65	27	64		

ポシェットゲオヨコエビなどは、まだ十分に回復していないようだ。

優占順位が9位のイソシジミは二枚貝であるが、2011年9月には出現しなかったものの、2012年3月にはA、B、C地点で確認された。このうち、比較的密度が高かったA地点とB地点では、定着したばかりの小型個体が主体であった。両地点とも松川浦通水路に近い砂質干潟であることから、この時期に幼生の加入があったのであろう。同じ二枚貝のアサリはA、B地点でみられたのは小型個体だったので新規加入と見なされるが、G地点でもいくらか出現し、こちらは大型個体であったことから津波前のものが少数残存していたと思われる。ちなみに2004年にはG地点のアサリは3648個体/m²と極めて高密度で生息していた。アサリの他に比較的多くみられたのはオキシジミであるが、その他の二枚貝類の生息密度は低く、今後の回復が待たれるところである。

巻貝類ではホソウミニナが出現した。本種は震災前には極めて多くの個体が生息しており、HO、I、J地点などの震災前に軟泥が多く堆積していたところ以外の全地点に生息していた。特にA、B地点には多く認められたが、これらの地点では震災後にはまだ見つからない。また、カワアイ、イボキサゴ、マツカワウラカワザンショウも震災後には姿を消したままである。外来種のサキゲロタマツメタも見つからない。

【表3】松川浦の底生動物群集(2011年9月)

種名	St. A	St. B	St. D	St. HS
ウズムシ類	71	228	86	29
ヒモムシ類 (オロチヒモムシ科)	14			
サビシラトリガイ			14	
オキシジミ			185	57
ハナオカカギゴカイ	14			
カワゴカイ属	14	14	670	385
アシナガゴカイ	14			
シロガネゴカイ属	14		228	86
ナガホコムシ	86	271		
ヤマトスピオ			14	
ヒゲスピオ属	14	29		
ドロオニスピオ	1553	1197		
シュードポリドラ属		14		
ミズヒキゴカイ				14
ツツオオフェリア	100	14		
ノトマスタス属	385	285		
ヘテロマスタス属			185	143
タマシキゴカイ		14		
イサザアミ属	29	100	14	29
ニッポンドロソコエビ	171	14	542	14
ドロクダムシ科	57	29		
ポシェットゲオヨコエビ	14			
スナウミナナフシ属		14	14	
クーマ類		71		
エビジャコ属		14		
ニホンスナモグリ	14			14
ヒモハゼ		14		
個体数合計	2565	2323	1952	770
出現種数	16	16	10	9

値は個体数/m²で、4サンプルの平均値で示した。

【表4】松川浦の底生動物群集(2012年3月)

種名	St. A	St. B	St. C	St. D	St. E	St. F	St. G	St. HS	St. HO	St. I	St. J
ホウザワイソギンチャク				14						14	14
ウズムシ類		157	14		11					29	
ヒラムシ類							14				
ヒモムシ類 (オロチヒモムシ科)	29	114	14			114	171			29	14
ホウキムシ類		14									
ホソウミニナ			29	86	33	29	14				
サザナミツボ					11						
アラムシロ							43				
コメツブガイ			14	99						14	
キセワタ		14									
ブドウガイ科 (ハロア属)										128	
ホトトギスガイ	43	14					14		14		14
マガキ											14
サビシラトリガイ								14		29	
ヒメシラトリガイ										43	14
イソシジミ	741	741	71								
ヤマトシジミ			14								
アサリ	185	29				57	185				14
オキシジミ				86	66			14		114	100
オオノガイ		14				14				14	
ニオガイ							14				
ソトオリガイ	14										
ホソミサシバ	128	114	43	22	299					71	57
シリスコ						14					

表4つづき

種名	St. A	St. B	St. C	St. D	St. E	St. F	St. G	St. HS	St. HO	St. I	St. J
オトヒメゴカイ科							114				
ハナオカカギゴカイ						29	29	43	29		
カワゴカイ属		356	1,382	1,496	165	14					
シロガネゴカイ属	14	14		157	66	627	29	314	242	371	171
ウロコムシ科						14					
イワムシ							14				
コアシギボシイソメ	14					727	527	29	71		
ナガホコムシ		14			11	371	242	57	257	299	200
ケンサキスピオ		14				57	14				
ヤマトスピオ		71	228	456	286	14				14	
ヒゲスピオ属	57	1,938	29	14		371	442		242	727	1,553
ドロオニスピオ	656	1,325	143	698	495	171		14	100	784	499
シュードボリドラ属						29	1,197				
ミズヒキゴカイ	100	14	29	456	209	698	157	57	14	29	143
ツツオオフエリア	1,739	898	43			43	29			14	
ノトマスタス属	14	228				713	171		14	43	299
ヘテロマスタス属	14	57	299	869	165	57	100	29	228		29
キャビテラ属	356	14	14				100				14
フサゴカイ科				14		14					14
ケヤリムシ科				57		71					
ウミグモ類							14				
イサザアミ属		14			11			14			
ヒゲナガヨコエビ属					33		29			128	57
ニッポンドロソコエビ				143	407		14		14	71	
ブラブラソコエビ						200				228	86
ドロクダムシ科				157	2,772	14	100		14	1,739	114
ボジェットトゲオヨコエビ							14				
ヒゲツノメリタヨコエビ										57	
シミズメリタヨコエビ		71		43	11						
ワレカラ属										71	
スノウミナナフシ属		14				14	57			29	43
イソコツブムシ属					22						
タナイス類	14					285	29				
クーマ類				157	99				29	14	
テッポウエビ											14
ユビナガホンヤドカリ							14				
タカノケフサイソガニ				14			143				14
コメツキガニ	29										
ヤマトオサガニ					11			14			
マハゼ											14
個体数合計	4,147	6,256	2,309	4,973	5,005	5,059	4,033	599	1,268	5,102	3,506
出現種数	18	25	14	20	22	28	31	12	14	27	25

値は個体数/m²で、4サンプルの平均値で示した。

5. 考 察

5-1. 震災の影響

東日本大震災後に発生した大津波では、松川浦の干潟は多かれ少なかれ攪乱を受けた。影響の甚大であったところでは底生動物は生息基盤である底土ごと、巻き上げられ流されてしまった。特に鵜の尾地区の南側では大洲海岸の堤防が破壊され、近くにあった駐車場や小島に渡る橋が消失するなど、被害は大きかった。そのため松川

浦でも特に多様性が高いところであった鵜の尾地区の干潟は大きく攪乱され、ヨシ原や塩性湿地は消失した。砂泥底や泥底の干潟は多くが津波で底土が持ち去られたものの、外から運ばれてきた砂が新たに堆積するなどして、干潟環境は維持された。しかし、底生動物は多くが津波で運び去られてしまった。こうした被害は松川浦の通水路に近い干潟でも同様であったと思われる。このため、地盤沈下の程度は少なくとも、底土そのものが失わ

れて、干出しなくなった干潟も多い。また津波の影響は潮下帯にまで及んでいることから、松川浦の通水路に近いところに多く生育していたアマモは多くが失われたようだ。現在では一部にパッチ状に生育しているところが見られるようだ(新井私信)。津波に攪乱影響は松川浦の奥まったところにまで及び、西側奥や南側奥に多く堆積していた軟泥はかなり流失した。このため、こうした地点の底土のシルト・クレイ含有量や有機物含有量は震災前に比べて大きく低下した。軟泥が無くなったことで底土環境が改善されたところには、これまでよりも多くの底生動物が生息できるようになることが期待される。

震災直後にはほとんど生きものがみられなかった干潟には、月日が経つにつれて、津波の攪乱を免れたり、引っかかって残存したりした底生動物が姿を見せるようになったが、いずれも少数であった。しかし、震災は3月であったことから、その後に繁殖時期を迎えた多毛類などは、捕食者が少ないことなどから大量に定着し、増殖したようだ。そのため、種類構成は幾分異なっているものの、6ヶ月後の2011年9月にはもう震災前の密度に戻っていた。これらの種はその後さまざなな捕食者が松川浦に戻ってくることで、次第に震災以前のバランスに近づいていくことが予想される。

一方、巻貝類や地表近くに生息していた二枚貝類は、津波で流されたりして消失し、震災後6ヶ月では皆無に近い状態であった。しかし、その後幼生加入による新規定着もあって一部の貝類は徐々に増加し始めているようだ。震災後は底土の深いところに潜って生息しているオオノガイやオキシジミなどは水中に巻き上げられ、そのまま底土表面に打ち上げられて死滅してしまったため、それらの死骸が多くみられたところもあった。アサリは宇多川に沿ってだいたい上流にまで運ばれたようだ(大越2012)。震災後1年を経た2012年3月には、多くの貝類が発見されるようになったが、まだ生息密度は一部を除いて低いままである。これらの貝類の復活はもう少し先のことになると思われる。

甲殻類では再生産が早く成長が早いヨコエビ類がいち早く復活した。また、スナウミナナフシなど等脚類も徐々に戻ってきているようだ。しかし、コアサンプラーによる定量調査では生息状況が確認できない大型のカニ類は、数種類を時折見かける程度で、復活にはほど遠いようだ。アカテガニ、クロベンケイガニ、スナガニなどはまだ確認されていない。

5-2. 今後の予測と検討すべきこと

底生動物定量調査の結果を震災以前の2004年に行われた結果と比較すると、震災後1年を経過した時点で多くの底生動物が回復し、多産で増殖速度が速い生物は震災前よりも高密度になっている地点もみられた。これは予想を上回る回復状況であるが、津波という大きなイベントが過ぎた後で海域は思いのほか早く普通の状態に戻ったためではないかと思われる。そのため、松川浦内に残された成熟個体や他の地域を起源とする幼生が海域での分散によって供給され、干潟に定着した結果だと思われる。

幼生加入が実現するためには、幼生の供給源が近隣に確保されている必要がある。松川浦内に残された成体が繁殖活動を通じて幼生供給を行う場合もあるが、多くは外海から加入するものと考えられる。この場合、幼生供給源となるような種多様性が高く生息密度も高い生息場所が残っているとすれば、そこをきちんと保全する手だてを考えなければならない。また、幼生が松川浦の各所に散らばる干潟にたどり着くには、潟水の交換が良好に行われることが必要である。潟水の交換が砂泥やガレキの堆積のために妨げられているようなところは取り除くなどして、潟水交換が滞らないようにすることが望まれる。特に、磯部漁港に至る滞筋をはじめ、震災前に松川浦内に確保されていた水路は潟水の交換に大きく関与していたものと考えられるので、水路の再生も検討することが望ましい。

また、幼生加入がなされるには、海域と干潟やその後背湿地との連続性を保つことが大切である。この連続性が堤防などの構造物で遮断されてしまうと、幼生がその生息場所にたどり着けなくなってしまい、いずれ干潟やヨシ原の底生動物は絶滅してしまうことになる。干潟を主な生息場所とする底生動物の多くは汽水環境に適応しているため、河川水と海水が混じりあうようなところが生息場所として好適となる。中には両側回遊性といって海と川を往復する生活史を有するモクズガニのような生物も存在する。このため沿岸域の復興においては、海と川の接点を維持することを考慮する必要がある。

さらに、幼生供給が無事になされたとしても、定着可能な干潟が無ければ底生動物の復活にはつながらない。干潟が干出すところでしか生息できない底生動物(例えばコメツキガニやウミナナフシ類は干潮時に干潟の上で餌をとる)にとっては、干潟が空気にさらされなくなるこ

とは死活問題である。ヨシ原を主な生息場所とする底生動物にとっては、ヨシ原の復元・回復が必須の条件となる。底生動物は砂質のところだけではなく、泥質、あるいは砂と泥が適度に混じりあった砂泥質のところを生息場所とし、それぞれの環境に応じて棲み分けている。松川浦の底生動物の多様性が豊かであったのは、松川浦内に多様な生息場所が存在していたために他ならない。おそらく、自然の力によって松川浦は徐々に以前の姿に戻

っていくものと考えられる。しかし、周囲の護岸や堤防などが破壊されたところは人の手を加えないと復旧できない。

松川浦が以前のように生物が豊かで風光明媚な姿に戻るようにするためには、底生動物のモニタリングなどを通じて、生物の回復がどのような過程を辿っているのかを明らかにしつつ、復興のデザインを策定していくことが必要であると思う。

参考文献

1. 大越健嗣. 2012. 東北地方太平洋沖地震が沿岸に生息する生物に与えた影響. 震災緊急シンポジウム「津波と地震とベントスー大攪乱のインパクト」. 日本ベントス学会誌、66(2):117-119.
2. 金谷 弦. 2011. 東日本大震災による沿岸・干潟生態系、生物多様性への影響、資源環境対策、47:13-19.
3. 環境省生物多様性センター 2012. モニタリングサイト 1000. <http://www.biodic.go.jp/moni1000/index.html>(2012年6月時点)
4. 鈴木孝男. 2005. 底生動物 (松川浦の底生動物群集及び底泥) 重要湿地松川浦総合調査報告書、福島県生活環境部自然保護グループ、平成17年3月、pp. 55-83.
5. 鈴木孝男. 2011. 東日本大震災による干潟環境の変化と底生動物への影響. 水環境学会誌、34:395-399.

2. 東日本大震災による 湿地・藻場環境の変化と 環境復元・再生に向けた方策の検討

—宮城県志津川湾・福島県松川浦の事例—

株式会社海藻研究所 新井 章吾



志津川湾マコンブ（南三陸町）

要 約

志津川湾および松川浦において、主として潜水による藻場や底質の目視調査を行い、現況の把握を行った。その結果を踏まえ、今後の湿地環境の再生にあたり、有用と思われるいくつかの提案をまとめた。志津川湾は津波によりウニの個体数が減少したと推定されるが、依然として磯焼けが確認され、漁業者等による積極的管理や漁

場整備がない限りは、その進行を抑制することは困難であると思われた。また多種多様な海そうが生育する環境を維持管理することにより、食材を産するばかりでなく、エコツアーへの積極的な活用が可能になると考えられる。地盤沈下によって生じた湿地環境は多様な生物の生息環境となる可能性があり、単に復旧事業がなされるのでは

ない復興事業の検討も望まれる。松川浦では特に奥部で進行していたとされる泥化が津波により改善され、アマモやアサリの生息好適地が増加した可能性がある。また

海底からの大量の湧水が確認されたことから、湧水を積極的に活用することで、底質環境の改善と生物多様性の向上が期待される。

1. 目的

WWFジャパン「暮らしと自然の復興プロジェクト」の対象地である志津川湾(宮城県本吉郡南三陸町)と松川浦(福島県相馬市)は、ともに環境省により日本の重要湿地500およびラムサール条約登録湿地潜在候補地に指定されており、湿地として保全価値の高い地域である。2011年3月11日の東日本大震災では、堤防などの海岸線を保護する構造物の多くが破損・消失するとともに、海岸林をはじめとする沿岸部、低地の植生が大きな被害を受けた。また、地盤沈下により地盤高が変化したことで、海水が陸域に侵入するなどして、新たな湿地環境が生まれたり、津波による底質の移動と流出があったことで、既存の干潟の干出面積が減少し、生物の生息環境は大きく変容した。特にアマモなどの海藻藻場は、各地で基質ご

と消失したといわれている。いうまでもなく、藻場は沿岸域の生物多様性を支える重要な環境であり、多くの水棲生物の産卵場所、生息場所となっており、藻場環境の健全性は、対象地域の基幹産業である水産業の在り方にも大きく影響を与える。

本調査では、志津川湾および松川浦において潜水調査を行い、藻場や水産資源でもある底生動物(ウニ類、アサリ等)の生息状況や底質の様子等を目視で観察を行い、藻場の回復状況を評価するとともに、周辺の状況や漁業関係者からの聞き取りもを行い、今後の復興に向けた取り組みの中で、湿地環境の再生と地域産業の振興に資することが期待される事項について提案を行う。

2. 調査地の概況

志津川湾

志津川湾は宮城県の北東部、本吉郡南三陸町に面している湾口幅約6.6km、奥行き8km、面積約46.8km²のリアス式の内湾である(写真1)。志津川湾には大きな流入河川は無いが、折立川、八幡川など小規模な河川は複数流入している。湾内には椿島(国の天然記念物)、竹島などの無人島が点在する。湾内では、ワカメ、マガキ、ギンザケ、マボヤの養殖が盛んで、シロザケ、ミズダコ、アワビなどの漁業もおこなわれている。南三陸町における地盤沈下量は、志津川字黒崎で-60cm、志津川字林で-60cm、志津川字深田で-69cmとなっている(国土地理院)。



【写真1】志津川湾(南三陸町)

松川浦

松川浦は福島県相馬市に位置し、南北約5km、東西約3km、面積5.9km²の汽水湖で、砂州で太平洋と隔てられているが、相馬原釜漁港のある北部で海に接続している(写真2)。小泉川、宇田川、日下石川とそれらの派川が松川浦西岸に流入している。宇田川は最大の流入河川で、その全長は42.6kmである。浦内北東部には中洲と呼ばれる島があり、この周辺はアオノリ(ヒトエグサ: *Monostroma nitidum*)の種付け場となっている(写真3)。震災により中洲付近の砂州が決壊し、外海と直接海水の交換が行われるようになったが、現在は復旧工事が完了し、塞がれている。松川浦における主要な水産物は、アオノリとアサリである。相馬市における地盤沈下量は原釜字大津で-23cm、新田字新田西で-29cmとなっている(国土地理院)。地元住民の証言によると、震災後、干潟が干出しにくくなったという。



▲【写真2】松川浦(相馬市)



【写真3】ヒトエグサ養殖(松川浦)

3. 調査方法

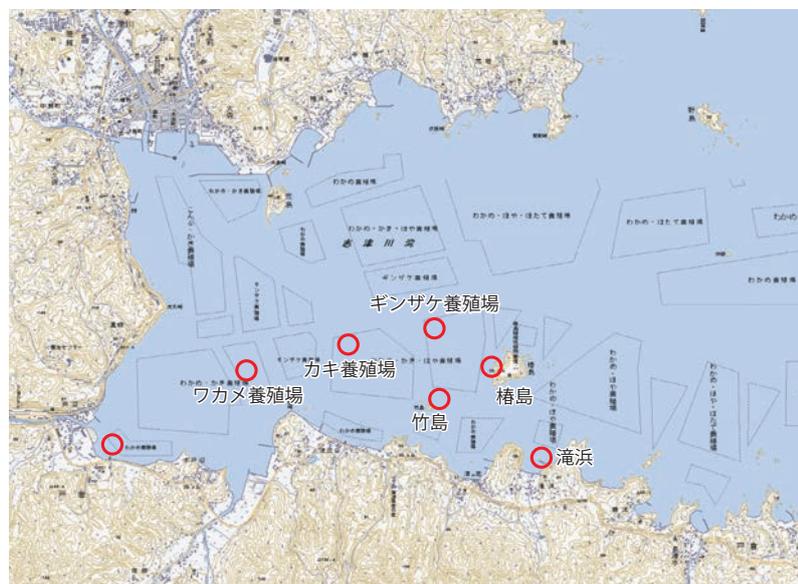
志津川湾

調査を行った地点を図1に示す。湾内の潜水目視調査による海藻・海草類の生育状況、ウニ類の生息および磯焼けの発生状況の観察を行った。調査は2011年10月11日、2012年3月3～4日および5月23～24日に実施した。また、5月には地盤沈下により海水が浸水し、湿地化した地域の観察も合わせて実施した。

松川浦

調査は2012年3月1～2日および5月25日に実施した。第1回調査では、海藻・海草類(主としてアマモ *Zostera*

【図1】潜水目視調査を実施した地点(志津川湾)



【図2】調査範囲図(松川浦)



marina) の生育状況を、潜水による目視観察のほか、方形区内(50cm×50cm)のアサリの生息密度の測定、プラスチック容器を用いた湧水量の簡易測定を実施した(写真4)。方形区内のアサリは写真撮影後、画像のゆがみを補正し、スケールとの相対値から殻長の推定を行った。第2回調査では、松川浦内を船で移動し、船上から目視でアマモの生育状況を確認し、GPSを使ってその生育範囲の境界を記録した(図2)。



【写真4】湧水量の簡易測定器

4. 結果と考察

志津川湾

椿島周辺では、ウニ類の生息密度は低かったものの、依然として磯焼けがみられ(写真5)、一部回復している範囲も確認されたが(写真6)、藻場の十分な回復は見られなかった。志津川湾南部は起伏の少ない岩礁帯が続いており、今回の観察範囲では、砂礫地は波伝谷の地先の水深が浅い海域のみであった。このような環境は海藻の生息環境となるいっぽう、ウニ類の好適な生息環境が連続して存在することから、いったん磯焼けが発生すると、



【写真5】ウニによる磯焼け(志津川湾)

拡大し、かつ継続しやすいという難点がある。いっぽう、砂地の露岩や点在する礫は、漂砂の影響が大きいいため、ウニ類が少なく、藻場が維持されやすい特徴が



【写真6】アラメ群落(志津川湾)

ある。波伝谷地先ではコンブ等の群生が確認されたが、水の透明度が悪かったため、より詳細な調査が必要である。

波伝谷地区の海岸部にできた新たな湿地(写真7)



【写真7】震災で新たに生じた湿地環境(南三陸町)

は、アナアオサ (*Ulva pertusa*)、オゴノリ (*Gracilaria vermiculophylla*)、ホソジュズモ (*Chaetomorpha crassa*) など、塩分濃度が比較的高い水域に生息する藻類が



【写真 8】ホソジュズモ (南三陸町)

確認された(写真 8)。ただし、同じ地域でも山際の湿地では、海水だけではなく、地下からの湧水が混じっている可能性がある(写真 9)。3月の調査時には、市街地の浸水部でも同様の海藻類が確認された。



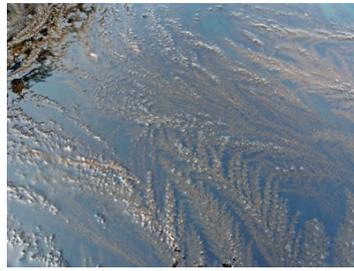
【写真 9】山際に形成された湿地環境 (南三陸町)

松川浦

底質の流出により壊滅的な被害をうけたとされるアマモ場であるが、松川浦北部から中部にかけて比較的広範囲に確認された。北部と中部では 2 年生以上の株が見られたことから、底質の大きな攪乱があった範囲以外は、津波の影響を免れ残存した可能性が高い(写真 10)。また、震災以前は生育していなかった範囲でも確認されるようになったとの漁業者の証言もある。特に、松川浦奥



【写真 10】アマモ群落 (左から順に松川浦北部、中部、奥部)



【写真 11】タマハアキモク (松川浦)

部ではアマモ群落のパッチが小さく、1 年目の株が散見されたことから、震災後に拡大した可能性がある。震災以前、松川浦奥部は泥化が進んでいたということ

だが、津波により底質、水質が改善されたこと、及び地盤沈下により水深が増加したことでアマモにとっての好適地が増加した影響かもしれない。

北部の湾口部ではタマハアキモク群落 (*Sargassum muticum*) が見られた。漁業者の話では、以前は見られなかったということから、津波などの影響により海藻類も分布域の移動、拡大があった



【写真 12】松川浦に残存する流木

と推測される(写真 11)。

また、松川浦中部には津波による流木が多数残っていた(写真 12)。流木には多数の動植物が着生しており、カヤモノリ (*Scytosiphon lomentaria*)、カバノリ (*Gracilariales Gracilariaceae*)、アカモク (*Sargassum horneri*)、イギス (*Ceramium kondoi*)、ボウアオノリ (*Ulvales Ulvaceae*)、フダラク (*Grateloupia lanceolata*) などの海藻類のほか、カイメン類、フジツボ類、マガキ (*Crassostrea gigas*) などが見られた(写真 13)。

松川浦の北部でアサリの個体数を計測したところ、砂地では 50cm 四方に 61 個体 (32~ 52mm、計 1,329.8g)、アマモ群落内では 50cm 四方に 54 個体 (12~ 49mm、計 640.0g) が確認された(写真 14)。図 3 に推定した殻長

のサイズ分布を示す。アマモ群落内では、震災後に発生したと推定される12～25mm(推定値)の個体も確認されたが、それより大きな推定2～3歳の個体が中心であったことから、津波でも流失せずに残存したものと思われる。いっぽう、松川浦奥部では幼貝は確認されなかった。また北部で確認された個体は、貝殻が硫化し黒く変色していた。



【写真13】
流木に付着していた海藻類
a: カヤモノリ
b: カバノリ
c: アカモク
d: イギス
e: カイメン類



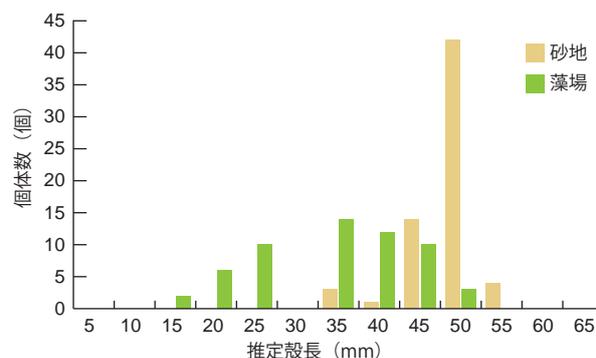
【写真14】松川浦平坦地のアサリ

プラスチック容器を用いて湧水量を2か所で測定したところ、3.8t/m³/日、11.1t/m³/日であった(写真15)。遠浅の場所では、海水中の湧水の割合が高く、これらは栄養塩や酸素の供給源となり、また浮泥の堆積阻害に有効である。



【写真15】湧水が湧き出す底生動物の穴(松川浦)

【図3】松川浦のアサリの推定殻長分布



5. 環境復元・再生に向けた方策の検討

今回の調査や現場の視察、関係者からのヒアリング等をもとに、今後の復興、再生に向けたいくつかの提案を行いたい。これらは必ずしも科学的根拠が十分ではないものもあるが、可能性として検討する価値はあると思われる。以下の提案の実施には、関係者の同意はもちろん、法的に実施可能かどうかの検証が必要となる。さらには科学的知見や情報の更なる収集と、追加調査の実施をはじめ、実施中、実施後もモニタリングを続け、効果が認められなかったり不具合が見られた場合には、事業の改良や中断を即座に検討し、実施していく順応管理が重要

である。

5-1. 志津川湾

南三陸町では海岸線の多くの堤防が決壊し、満潮時には海水が陸域まで浸水している地域がある。現在は、土嚢が積み上げられ、応急措置が取られている。前述したように、波伝谷の地先では、汽水性の湿地となっていた。南三陸町震災復興計画では、このような海岸部の平地は、



【写真 16】湾内に残存するコンクリート瓦礫（志津川湾）

農業～観光利用ゾーンとして位置づけられているが、そのためには堤防等の防災施設の復旧、排水施設の整備、土地のかさ上げが必要である。そこで、湿地化した土地については、堤防や埋め立てを行うのではなく、湿地のもつ生態系サービスを最大限活用する整備を検討してもよいだろう。野生動植物の生息地や水質浄化の機能も期待できる。また例えば、シジミ等の生息地としての積極的に活用しても良いだろう。シジミと湿地の管理は漁協もしくは NPO等が行い、遊漁料を徴収して観光客等に開放することで産業にもつながる可能性がある。また湿地の機能を学ぶ環境教育の場として活用することも考えられる。

また、今回観察を行った樺島周辺では、ウニによる藻場の磯焼けが確認された。志津川湾南部のような海底の起伏が少なく、礫質で、砂質の割合が低い環境では、海藻が生育しやすい一方、ウニ類の好適な生息地が連続して存在することから磯焼けが拡大しやすいという。震災以前より磯焼けは問題視され、補助金の活用によるウニ駆除が試験的に実施され効果の検証が行われていた（志津川湾漁業研究団体連絡協議会 2006）が、継続的なウニ駆除の実施は行われてこなかったようである。ウニの駆除による藻場の保安全管理をすすめると同時に、ウニの身入りを向上させることで市場価値を高めていくことは、現在の漁業者の多くが養殖業からの収入に依存している



【写真 17】タマハアキモク群落（左）とトゲグリガニ（右）

生産構造では、漁業者の意識や動機を維持し継続的な実施体制を構築することは容易ではないだろう。一方、志津川湾には震災で生じたコンクリート瓦礫が依然として点在しているのが確認された（写真 16）。自然環境への影響は考慮する必要があるが、このようなコンクリート瓦礫を有効活用し、漂砂の移動を妨げないように海底に適切に配置することで、ウニによる磯焼けを抑制すると同時に、有用海藻の畑として整備してはどうだろうか。

砂の影響が大きい水深 0.5～1.5m の基質には、タマハアキモク群落が形成されるだろう。これは、海藻サラダ、刺身のツマとして利用できる。



【写真 18】メカブの素焼き（志津川湾）

現存するタマハアキモク群落内では、トゲグリガニも観察され、生物多様性の向上にも役立つと考えられる（写真 17）。砂地の水深 1.5～3.0m の基質には、比較的砂の影響が小さい浅い方にヨレモクが生育し、その下部の砂の影響が大きい範囲にコンブとワカメが生育すると予想される。ヨレモクに着生するエゴノリは、福岡のオキユウト、秋田のエゴネリの原藻となっている。漁業者に聞き取りを行った範囲では、現在利用されている海藻はごく一部に限られているようだ。多様な海藻類を活用し、新たな商品開発や特産品として活用するのも良いだろう。

また、志津川湾は、ワカメ、カキ、ホタテ、ギンザケ、ホヤなど、多様な養殖施設が配置されているが、これらは有用な観光資源ともなりうる。船上での生産現場の見学とともに、収穫体験などを行い、船上もしくは港周辺で網焼きやしゃぶしゃぶなどを楽しむ観光漁業のプランを検討しても良いだろう（写真 18）。一般の人々は、スーパーなどで見かける水産物がどのように生産されているのかを知らないことが多い。ワカメとカキとでは、同じ垂下式養殖でありながら、生産様式や施設の形状や配置が異なり、それだけでもエコツアーの題材となりうる。ツアー参加者に震災後の取り組みも含め生産現場の声を伝えることは、収入源としてだけではなく、若手の漁業者や研修の機会となる。また現役を退いた漁業者の経験を活かした収入源としてとらえてもよい。今回の調査時にはカモやカモメなどの海鳥が多数観察された。金華山南三陸国定公園に指定されている風光明媚な景観と合わせれば、さらに魅力は増すだろう。ただし、このような

観光漁業は天候の影響を受けやすいので、事前に収穫しておいた材料を用いたり、映像資料などを活用するなどして、悪天候時のメニューを用意する必要がある。

5-2. 松川浦

現在、相馬双葉漁協では操業海域と漁法、対象魚種を限定し、安全性の確保されたものから順次出荷を開始しているが、松川浦は放射能による海洋汚染問題に加え、地盤沈下による干潟の消失で、震災以前に行われていたアオノリ養殖およびアサリ漁は非常に厳しい状況にある。また、相馬・松川浦ではこれまで、これらの水産業に比べ、風光明媚な景観や豊かな自然環境による観光業も重要な産業であった。宿泊施設等の復旧は進められているが、これから松川浦東部を中心とする海岸林および周辺の塩性湿地の積極的な回復・再生を図っていく必要がある。

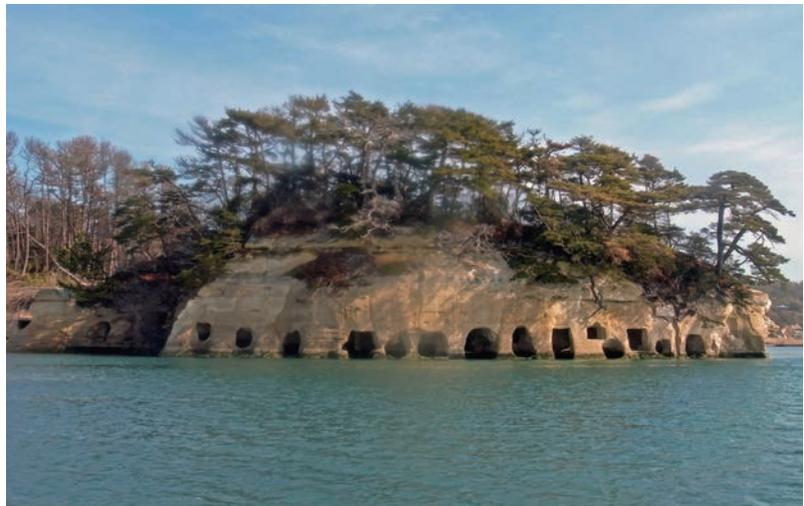
今回の震災では津波で多数の流木が発生した。松川浦内に残った流木のほとんどは撤去されたが、松川浦の西部に一部残存しており、独特の景観を作り出している。このような流木には、魚礁効果もあることから、意図的に残すことで生物多様性や生産性の向上が期待できる。津波の痕跡として朽ちるまで保存することで、観光資源としての利用も期待できるだろう(写真19)。

松川浦では近年、特に奥部で泥化が進み、以前は生息が確認されたハマグリもほとんど見られなくなるなど、環境の変化が指摘されていた。1970年代に行われた港湾、防波堤等の整備によって、松川浦と外海との海水交換量の

低下したことが一因と言われている。今回の調査では、松川浦において海底からの湧水がかなり見られた。津波により表層に堆積していた比重の軽い泥質が除去され、また地盤沈下したことで以前より水が湧きやすくなっていると推測される。この湧水によって、砂質環境が維持される可能性がある。底質環境が良好に保たれば、水質浄化が進むとともに、生物多様性の向上につながると考えられる。湧水量を維持または増大させるためには、集水域において、河川や農業用水路を三面張りから二面張りに変更したり、冬期灌水による稲作を導入するなど、地下浸透水量を増加させる工夫が必要である。これらの方策は松川浦内だけではなく、周辺における生物多様性の向上にもつながる。(写真20)



【写真19】独特の景観をつくる流木(松川浦)



【写真20】松川浦の人口洞穴

謝辞

本調査の実施に際しては、宮城県漁業協同組合志津川支所戸倉出張所ならびに福島県漁業協同組合相馬双葉漁

協・同松川支所には、情報提供ならびに備船など多大なる協力をいただいた。ここに感謝の意を表す。

引用文献

1. 国土地理院ウェブサイト: <http://www.gsi.go.jp/sokuchikijun/sokuchikijun40003.html>
2. 志津川湾漁業研究団体連絡協議会(2006) 志津川湾における海藻群落再生の取り組みについて。全国青年・女性漁業者交流大会資料。

3. 福島県相馬市松川浦 鳥類調査報告書

NPO 法人バードリサーチ 守屋 年史



オオバンとヒドリガモ

1. 目的

東日本大震災による津波被害により、松川浦は大きな地形変化や植生の消失など環境変化を受けた。それらの影響が、鳥類にどのような影響を与えるか考察するために、現地調査を実施した。

秋期調査(2011年9月10~11日)、冬期調査(2012年1月23~24日)、春期調査(2012年4月26~27日)の計3回、鳥類調査を実施した。調査対象は、松川浦周辺に生息する鳥類とし、特に水鳥に関してデータの収集をおこ

なった。

現地調査は、白瀬豊氏、太田弘道氏(日本野鳥の会福島県相双支部)、鈴木弘之氏(エコロハス)に協力していただいた。また、相馬市役所担当課では、立ち入り禁止区域の通行の許可をいただいた。記して謝意を表す。

本調査は、WWFジャパンの震災復興プロジェクトの一環として実施された。

2. 調査方法

a. 調査地域

調査対象は福島県相馬市松川浦湾内及びその周辺(図1)。

【図1】松川浦の位置



b. 調査日程・調査員数

調査日及び、調査員数を表1に示す。2日のうち初日を予備調査、2日目を本調査とした。

【表1】調査日程および調査員数

秋期調査				
2011年	9月	23日	1名	
		24日	1名	
冬期調査				
2012年	1月	23日	1名	
		24日	4名	
春期調査				
2012年	4月	26日	1名	
		27日	3名	

c. 調査方法

松川浦周辺に生息する鳥類、特にシギ・チドリ類、ガンカモ類を中心とした水鳥類を主たる調査対象とした。松川浦の湾内を見渡す調査地点を8カ所設定した(図2の●、表2のP)。また、湾内周辺、後背湿地となる松川浦湾外にも補助調査地点を12カ所設定した(図2の●、表2のsP)。調査を行った地点を表2にまとめた。P-7及びP-8は冬期のカモ類の絶対数をなるべく把握するために設定した。

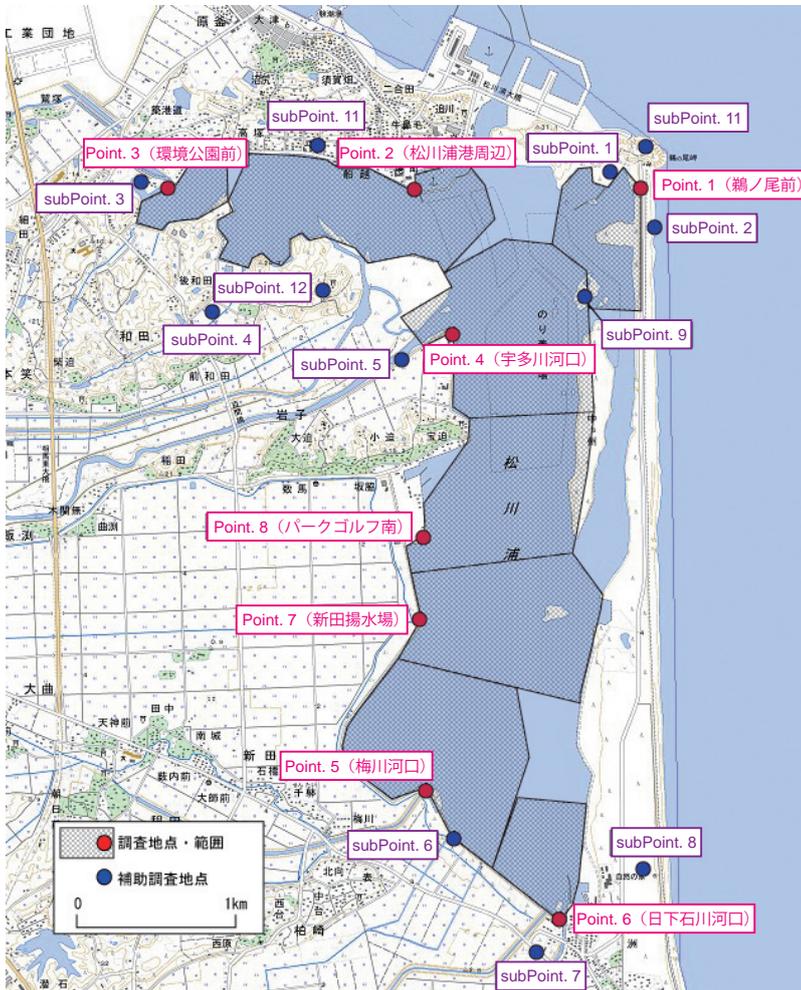
調査は、定点観測調査を行い、地点から約半径200m内を基準とし、双眼鏡、望遠鏡によって目視し、確認された野鳥は種と個体数を全て記録した。観察時間は、1地点につき約10～50分。調査期間に複数回調査した地点は、その最大数を期間の確認個体数とした。

補助調査地点sP-1、3、6については、陸上の鳥類を対象にスポットセンサス調査を行なった。スポットセンサス調査は、2分間の定点調査を連続して5回行い、そのうちの最大値を観察された個体数とした。この調査は、津波の影響を受けた周辺植生の回復に伴う鳥類種の変化を定量的に把握するために設定した。

【表2】調査地点

	地点名	9月	1月	4月
P-1	鶺ノ尾前	○	○	○
P-2	松川浦港周辺	○	○	○
P-3	環境公園前	○	○	○
P-4	宇多川河口	○	○	○
P-5	梅川河口	○	○	○
P-6	日下石川河口	○	○	○
P-7	新田揚水場		○	
P-8	パークゴルフ南		○	
sP-1	鶺ノ尾	○	○	○
sP-2	鶺ノ尾外海砂浜	○	○	○
sP-3	野崎湿地	○	○	○
sP-4	後和田	○	○	○
sP-5	宇多川後背	○	○	○
sP-6	梅川後背	○	○	○
sP-7	日下石川後背	○	○	○
sP-8	磯部砂浜マツ林跡	○	○	○
sP-9	機会島	○	○	○
sP-10	松川浦町内		○	
sP-11	鶺ノ尾崎灯台		○	○
sP-12	塩釜神社周辺			○

【図2】 調査地点の位置及び調査範囲



Point 1 鶴ノ尾前



Point 2 松川浦港周辺



Point 3 環境公園前



Point 4 宇多川河口



Point 5 梅川河口



Point 6 目下石川河口



Point 7 新田陽水場



subPoint 1 鶴ノ尾



subPoint 2 鶴ノ尾外海砂浜

【表3】調査日の天候・潮汐、調査開始時間

	2011		2012			
	9月		1月		4月	
	10日	11日	23日	24日	26日	27日
天候	晴	小雨・曇	曇	晴	雨	雨・曇
潮汐	中潮	大潮	大潮	大潮	中潮	小潮
干潮	837	911	934	1015	1238	1318
満潮	1519	1539	1504	1549	522	552
P-1	1300	840		933		630 1205
P-2		930	1400	900 1040	1650	630 1105
P-3	1400	947	1500	1059	1620	1325
P-4	1430	1030	1530	1156	1400	730 1505
P-5	1513	1120	1600	1010	1445	800 1420
P-6	1537	1218	1630	930	1530	806 1350
P-7				1040		
P-8				1100		
sP-1		840		1005		630 1215
sP-2	1300	920		1015		1225
sP-3		947	1500	1100	1620	700 1320
sP-4		1020		1404		1340
sP-5	1430	1030 1400		1124	1400	730 1530
sP-6	1513	1120		826 840	1520	1440
sP-7	1537	1218	1630	801		817 1405
sP-8	1600			720 740		1410
sP-9	1300			1015		1150
sP-10				630		
sP-11				1025		630 1210
sP-12						1600

潮汐：第2管区海上保安本部海洋情報部 潮汐カレンダー 参照

<http://www1.kaiho.mlit.go.jp/KAN2/kaisyo/tyoseki/suisan/index.cgi>

※調査は同日に複数回行った場合もある。4/27は午前中悪天候のため、午後に補足調査した。



subPoint. 3 野崎湿地



subPoint. 4 後和田



subPoint. 5 宇多川後背



subPoint. 6 梅川後背



subPoint. 7 柏崎



subPoint. 8 磯部砂浜マツ林跡



subPoint. 9 機械島



subPoint. 10 松川浦町内



subPoint. 11 鵜ノ尾崎灯台



subPoint. 12 塩釜神社周辺

3. 調査結果

a. 概況

秋期調査時(2011年9月)、調査地では、湾内に倒木、沈船、家屋などの瓦礫が確認された。また、沈船回収用に湾内に溝を掘削していた。松川浦の海岸に面する砂洲は、一部で途切れ、応急工事が行われていた。海岸部のマツ林は多くが破損流失し、残ったマツも傾き、枯れかかっていた。松川浦周辺の水田は耕作しておらず、放置されたため草本の繁茂したり重機による瓦礫の撤去が行われていた。

冬期調査時(2012年1月)、調査地では、湾内北部では、以前あった倒木、沈船、家屋などの瓦礫がおおよそ撤去されていた。一部で途切れた松川浦の海岸に面する砂洲では、一部で途切れ、応急工事が継続して行われていた。秋期同様海岸部のマツ林は多くが破損流失し、残ったマツも傾き、枯れかかっていた。湾北部にノリヒビが設置されており、漁業者が作業を行っていた。早朝に松川港から外洋に向け漁船が出港していた。松川浦周辺の水田耕作はしておらず、一部の水田で表層土を剥がす工事が実施されていた。

春期調査時(2012年4月)、南部湾内には、倒木などのガレキが残っているが、湾北部については、湾内の倒木、瓦礫は、ほとんどが撤去されていた。松川浦の海岸に面する砂洲では、決壊箇所の応急工事を終えていた。街内は建物の復旧が進んでおり、営業を再開している宿泊施設も見受けられた。堤防の一部は工事を進めているものの全体的には仮復旧のままである。湾周辺の水田では工事が継続して行われていた。

b. 種数

9月に42種、1月に47種、4月に56種を確認し、3期を通じて松川浦周辺で、29科86種(3種の外来種、1種の家禽含む)を確認した(表4)。

地点別では、宇多川河口(P-4)とその後背地(sP-5)、梅川河口(P-5)、日下石川河口(P-6)の確認種数が多く、河川河口付近に鳥の種類が多かった(表5)。

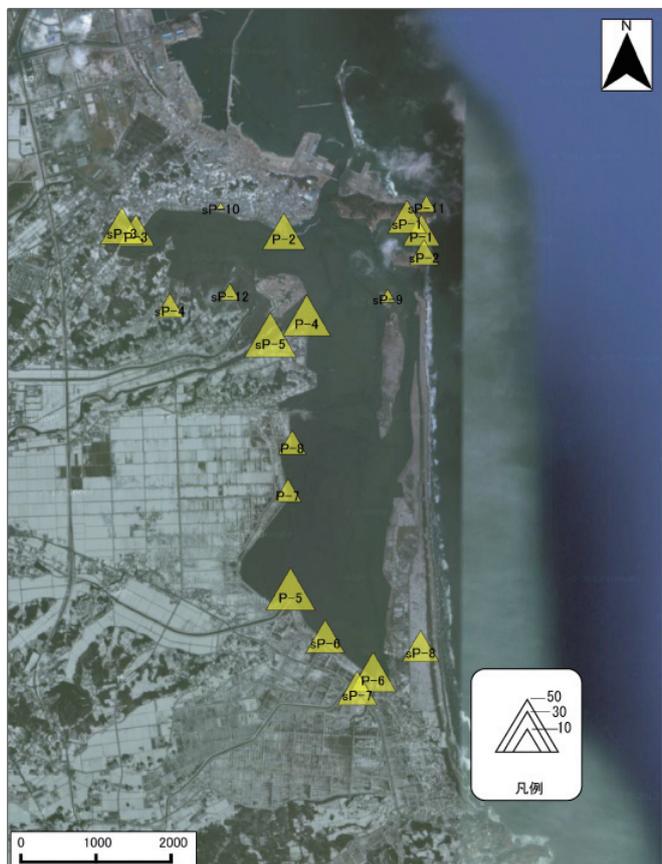


イソシギ (sP-7)



アオサギ (Point. 5)

【図3】各地点別の3期の合計種数



【表4】 確認された鳥種

科	種	学名		科	種	学名	
カイツブリ科	カイツブリ	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	在来種	シギ科	オグロシギ	<i>Limosa limosa</i>	在来種
カイツブリ科	ハジロカイツブリ	<i>Podiceps nigricollis</i>	在来種	シギ科	オオソリハシシギ	<i>Limosa lapponica</i>	在来種
ウ科	カワウ	<i>Phalacrocorax carbo</i>	在来種	シギ科	チュウシャクシギ	<i>Numenius phaeopus</i>	在来種
サギ科	アマサギ	<i>Bubulcus ibis</i>	在来種	シギ科	タシギ	<i>Gallinago gallinago</i>	在来種
サギ科	ダイサギ	<i>Egretta alba</i>	在来種	カモメ科	ユリカモメ	<i>Larus ridibundus</i>	在来種
サギ科	チュウサギ	<i>Egretta intermedia</i>	在来種	カモメ科	セグロカモメ	<i>Larus argentatus</i>	在来種
サギ科	コサギ	<i>Egretta garzetta</i>	在来種	カモメ科	オオセグロカモメ	<i>Larus schistisagus</i>	在来種
サギ科	アオサギ	<i>Ardea cinerea</i>	在来種	カモメ科	ワシカモメ	<i>Larus glaucescens</i>	在来種
カモ科	マガモ	<i>Anas platyrhynchos</i>	在来種	カモメ科	カモメ	<i>Larus canus</i>	在来種
カモ科	カルガモ	<i>Anas poecilorhyncha</i>	在来種	カモメ科	ウミネコ	<i>Larus crassirostris</i>	在来種
カモ科	コガモ	<i>Anas crecca</i>	在来種	ハト科	キジバト	<i>Streptopelia orientalis</i>	在来種
カモ科	ヨシガモ	<i>Anas falcata</i>	在来種	カワセミ科	カワセミ	<i>Alcedo atthis</i>	在来種
カモ科	オカヨシガモ	<i>Anas strepera</i>	在来種	キツツキ科	コゲラ	<i>Dendrocopos kizuki</i>	在来種
カモ科	ヒドリガモ	<i>Anas penelope</i>	在来種	ヒバリ科	ヒバリ	<i>Alauda arvensis</i>	在来種
カモ科	オナガガモ	<i>Anas acuta</i>	在来種	ツバメ科	ショウドウツバメ	<i>Riparia riparia</i>	在来種
カモ科	ハシビロガモ	<i>Anas clypeata</i>	在来種	ツバメ科	ツバメ	<i>Hirundo rustica</i>	在来種
カモ科	ホシハジロ	<i>Aythya ferina</i>	在来種	セキレイ科	ハクセキレイ	<i>Motacilla alba</i>	在来種
カモ科	キンクロハジロ	<i>Aythya fuligula</i>	在来種	セキレイ科	セグロセキレイ	<i>Motacilla grandis</i>	在来種
カモ科	スズガモ	<i>Aythya marila</i>	在来種	セキレイ科	タヒバリ	<i>Anthus spinoletta</i>	在来種
カモ科	クロガモ	<i>Melanitta nigra</i>	在来種	ヒヨドリ科	ヒヨドリ	<i>Hypsipetes amaurotis</i>	在来種
カモ科	コオリガモ	<i>Clangula hyemalis</i>	在来種	モズ科	モズ	<i>Lanius bucephalus</i>	在来種
カモ科	ホオジロガモ	<i>Bucephala clangula</i>	在来種	ツグミ科	イソヒヨドリ	<i>Monticola solitarius</i>	在来種
カモ科	ウミアイサ	<i>Mergus serrator</i>	在来種	ツグミ科	ツグミ	<i>Turdus naumanni</i>	在来種
カモ科	カワアイサ	<i>Mergus merganser</i>	在来種	ウグイス科	ウグイス	<i>Cettia diphone</i>	在来種
タカ科	ミサゴ	<i>Pandion haliaetus</i>	在来種	ウグイス科	センダイムシクイ	<i>Phylloscopus coronatus</i>	在来種
タカ科	トビ	<i>Milvus migrans</i>	在来種	ウグイス科	セッカ	<i>Cisticola juncidis</i>	在来種
タカ科	オオタカ	<i>Accipiter gentilis</i>	在来種	エナガ科	エナガ	<i>Aegithalos caudatus</i>	在来種
タカ科	ノスリ	<i>Buteo buteo</i>	在来種	シジュウカラ科	シジュウカラ	<i>Parus major</i>	在来種
タカ科	チュウヒ	<i>Circus spilonotus</i>	在来種	メジロ科	メジロ	<i>Zosterops japonicus</i>	在来種
キジ科	キジ	<i>Phasianus colchicus</i>	在来種	ホオジロ科	ホオジロ	<i>Emberiza cioides</i>	在来種
クイナ科	オオバン	<i>Fulica atra</i>	在来種	ホオジロ科	ホオアカ	<i>Emberiza fucata</i>	在来種
チドリ科	コチドリ	<i>Charadrius dubius</i>	在来種	ホオジロ科	カシラダカ	<i>Emberiza rustica</i>	在来種
チドリ科	シロチドリ	<i>Charadrius alexandrinus</i>	在来種	ホオジロ科	アオジ	<i>Emberiza spodocephala</i>	在来種
チドリ科	メダイチドリ	<i>Charadrius mongolus</i>	在来種	ホオジロ科	オオジュリン	<i>Emberiza schoeniclus</i>	在来種
シギ科	トウネン	<i>Calidris ruficollis</i>	在来種	アトリ科	カワラヒワ	<i>Carduelis sinica</i>	在来種
シギ科	ウズラシギ	<i>Calidris acuminata</i>	在来種	ハタオリドリ科	スズメ	<i>Passer montanus</i>	在来種
シギ科	ハマシギ	<i>Calidris alpina</i>	在来種	ムクドリ科	ムクドリ	<i>Sturnus cineraceus</i>	在来種
シギ科	ミコピシギ	<i>Crocethia alba</i>	在来種	カラス科	ミヤマガラス	<i>Corvus frugilegus</i>	在来種
シギ科	タカブシギ	<i>Tringa glareola</i>	在来種	カラス科	ハシボソガラス	<i>Corvus corone</i>	在来種
シギ科	キアシシギ	<i>Heteroscelus brevipes</i>	在来種	カラス科	ハシブトガラス	<i>Corvus macrorhynchos</i>	在来種
シギ科	イソシギ	<i>Actitis hypoleucos</i>	在来種	キジ科	コジュケイ	<i>Bambusicola thoracica</i>	外来種
シギ科	ソリハシシギ	<i>Xenus cinereus</i>	在来種	ハト科	ドバト	<i>Columba livia</i>	外来種
				チメドリ科	ガビチョウ	<i>Garrulax canorus</i>	外来種
				カモ科	アオクビアヒル	<i>Anas platyrhynchos var. domesticus</i>	家禽



チュウヒ



トウネン



ダイサギ

【表5】 地点別種数(単位: 種)

	9月	1月	4月	合計種数
P-1	12	8	5	17
P-2	6	18	13	23
P-3	10	7	5	17
P-4	11	11	18	29
P-5	11	15	20	31
P-6	7	12	15	27
P-7		9		9
P-8		10		10
sP-1	9	2	11	19
sP-2	4	2	5	11
sP-3	12	4	17	23
sP-4	2	4	7	10
sP-5	18	13	15	34
sP-6	10	5	11	19
sP-7	8	11	8	20
sP-8	4	14	7	17
sP-9	2	1	2	3
sP-10		1		1
sP-11		5	2	5
sP-12			5	5



チュウシャクシギ



ノスリ



トビ

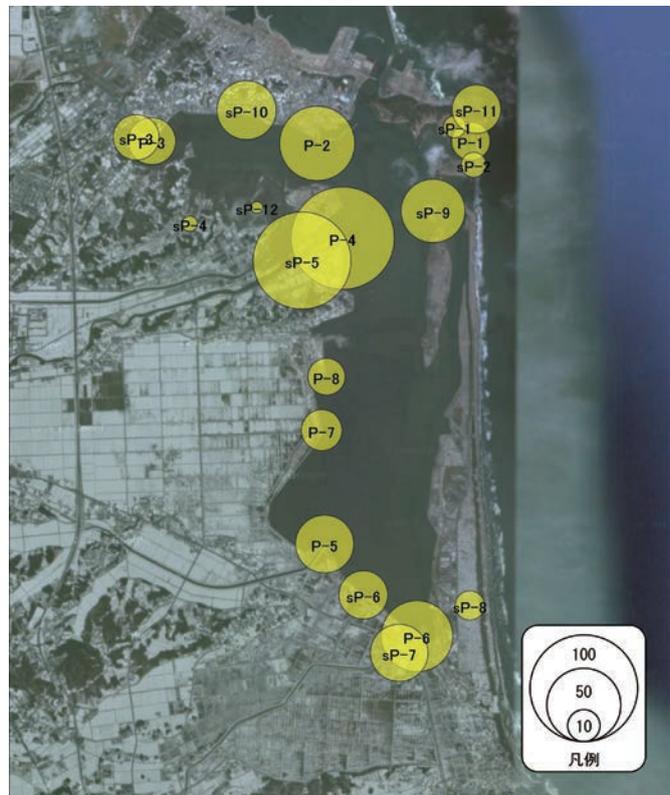
c. 個体数

9月に757個体、1月に3,230個体、4月に1,234個体確認し、年間で延べ5221個体を確認した。カモ類を中心とした冬期の個体数が多く、最も多くの鳥が確認されたのは、宇多川河口周辺であった。

【表6】 地点別個体数(単位: 羽)

地点	9月	1月	4月	延べ個体数
P-1	33	55	38	126
P-2	17	204	260	481
P-3	30	118	43	191
P-4	35	672	199	906
P-5	132	87	70	289
P-6	27	273	136	436
P-7		141		141
P-8		117		117
sP-1	14	6	22	42
sP-2	12	7	35	54
sP-3	43	108	28	179
sP-4	4	6	10	20
sP-5	135	620	60	815
sP-6	112	41	49	202
sP-7	92	182	9	283
sP-8	7	55	12	74
sP-9	64	50	234	348
sP-10		300		300
sP-11		188	17	205
sP-12			12	12
計	757	3230	1234	5221

【図4】 各地点別の3期の延べ個体数



d. スポットセンサス

3地点の補助調査地点(sP-1, 3, 6)で実施したスポットセンサスの結果を表7に示す。今後の定量モニタリングの比較材料となるものである。



ハクセキレイ



ヒドリガモ

【表7】 補助調査ポイント3地点のスポットセンサスによる定量調査

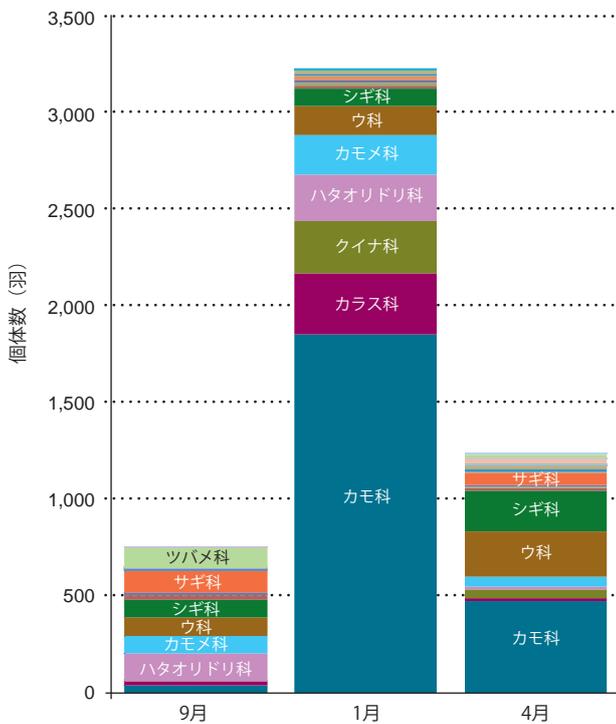
	12.9.11			12.1.24			12.4.27		
	sP-1	sP-3	sP-6	sP-1	sP-3	sP-6	sP-1	sP-3	sP-6
	樹林 草地	樹林 草地 湿地	アシ原	樹林 草地	樹林 草地 湿地	アシ原	樹林 草地	樹林 草地 湿地	アシ原
	鶺ノ尾	野崎湿地	梅川後背	鶺ノ尾	野崎湿地	梅川後背	鶺ノ尾	野崎湿地	梅川後背
種数	7	7	4	2	5	5	11	13	10
個体数	10	18	97	6	101	41	22	18	18
カワウ							1		
ダイサギ							1		
アオサギ									1
カルガモ					96			1	
コガモ									4
トビ	1				1				2
オオタカ	1								
ノスリ						1			
キジ								1	
キアシシギ								2	
イソシギ		3						1	1
ウミネコ								1	
キジバト		2							
コゲラ	1	1							
ヒバリ									2
ツバメ		4					3		
ハクセキレイ	2		5				2	1	
セグロセキレイ							1		
ヒヨドリ				2	2			2	
モズ					1				
ツグミ							1	1	3
ウグイス							1	1	
セッカ			1						1
シジュウカラ	1	1							
メジロ							4		
ホオジロ							2		
ホオアカ							1		
アオジ				4					
オオジュリン						2			
カワラヒワ			6			3	3	3	2
スズメ	2	2	85			34		2	1
ハシブトガラス	2	5			1	1	3		1
コジュケイ							1		

e. 種構成

1. 科の構成

冬期1月の個体数が多く、半数以上をカモ科が占めた(図5)。カラス科はミヤマガラスの群れが確認されたために多く、クイナ科はオオバン、ハタオリドリ科はスズメ、ウ科はカワウの個体数が多かった。4月は早春期であったため、繁殖地に移動していないカモ科の個体数が多くを占めていた。カワウ、アオサギの繁殖コロニーが確認され(sP-9)、特にカワウは個体数の割合が高かった。シギ科は秋期よりも春期に多かった。

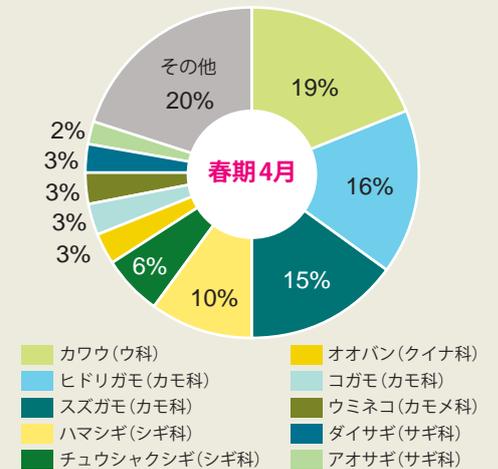
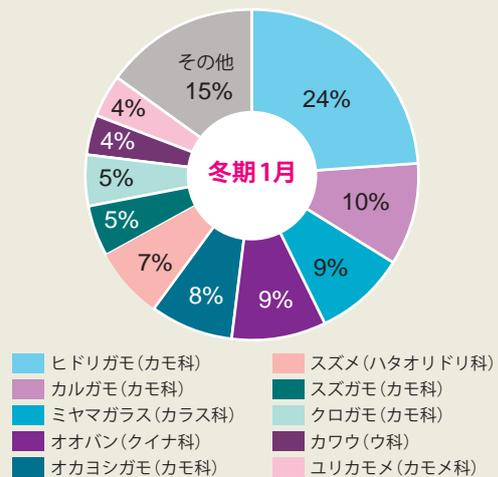
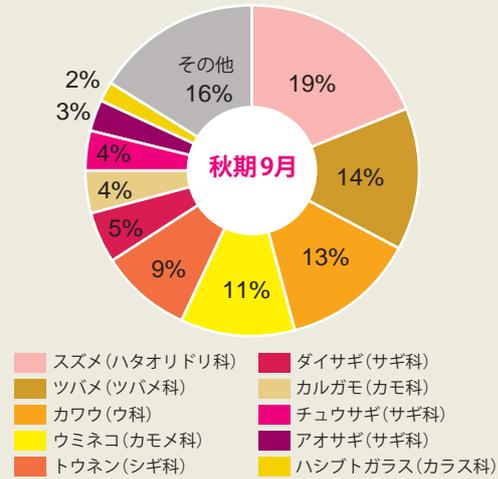
【図5】 各月別の個体数と科構成



2. 種の構成

月別の種構成では、9月にスズメ、ツバメなどのスズメ目、1月にヒドリガモなどのカモ類、4月にカワウやヒドリガモが個体数で優占した(図6)。

【図6】 各月別の種構成



4. 考 察

a. 種類別の考察

環境省生物多様性センターによる生物多様性調査(福島県) 報告書では、文献調査および現地調査(平成15年11月～平成16年10月)で確認されている鳥類は、34科118種であった。このうち本調査による29科86種(3種の外来種、1種の家禽含む)との比較にて確認されなかった種を表8に示した。

本調査では夏期の調査を欠いているためカッコウ類、イワツバメ、サンショウクイ、オオヨシキリ、アジサシ類、コジュリン、キビタキなどが確認されていないと考えられる。その他全体的な個体数が少なく渡来が稀な鳥を除くと、冬鳥としてジョウビタキ・シロハラ・シメ、シギ・チドリ類では、ムナグロ・キョウジョシギが比較的普通種であるにもかかわらず観察されていない種と考えられる。前者は森林性のため、今回は森林の調査の割合が少なかったためと、2011年度は冬鳥が少ないという全国的な傾向も影響していると考えられる。ムナグロ、キョウジョシギについては、水田に渡来することが多いのだが、震災によりその環境が大きく失われていたためと考えられる。周辺の水田など淡水湿地が増えればシギ・チドリ類などの確認例は増えると考えられる。

【表8】今回調査で確認されなかった種

科	種	科	種
カイツブリ科	アカエリカイツブリ カンムリカイツブリ	ヒレアシシギ科	アカエリヒレアシシギ
ウ科	ウミウ	カモメ科	アジサシ コアジサシ
サギ科	ゴイサギ オオハクチョウ	カッコウ科	カッコウ ホトトギス
ハヤブサ科	ハヤブサ チョウゲンボウ	ツバメ科	イワツバメ ビンズイ
クイナ科	バン	サンショウクイ科	サンショウクイ
チドリ科	イカルチドリ ムナグロ ダイゼン	ミソサザイ科	ミソサザイ
シギ科	キョウジョシギ ヒバリシギ オバシギ ヘラシギ エリマキシギ キリアイ ツルシギ アカアシシギ コアアシシギ アオアシシギ カラフトアオアシシギ クサシギ ダイシャクシギ ホウロクシギ ヤマシギ	ツグミ科	ジョウビタキ アカハラ シロハラ
		ウグイス科	オオヨシキリ
		ヒタキ科	キビタキ
		ホオジロ科	コジュリン
		アトリ科	アトリ マヒワ シメ

水色は確認されなかった科。



ミサゴ



オカヨシガモ



キアシシギ

© WWF ジャパン

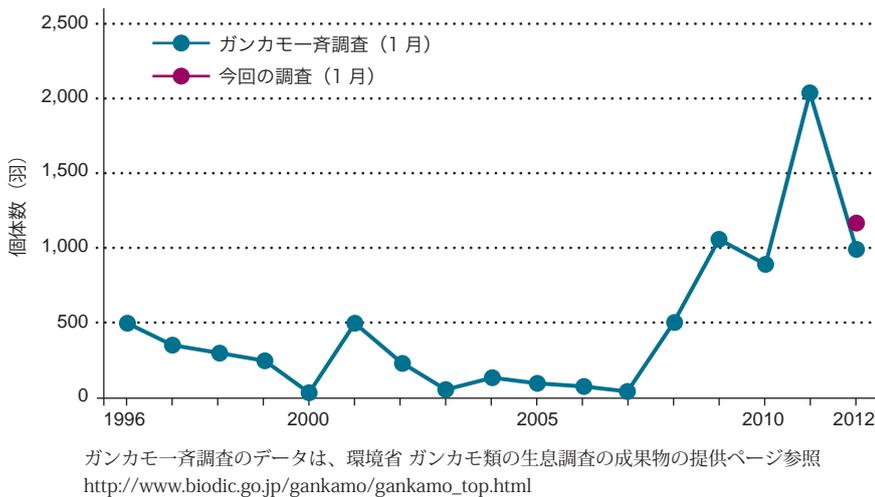
b. 過年度との比較
(シギ・カモ・確認種)

1. カモ類

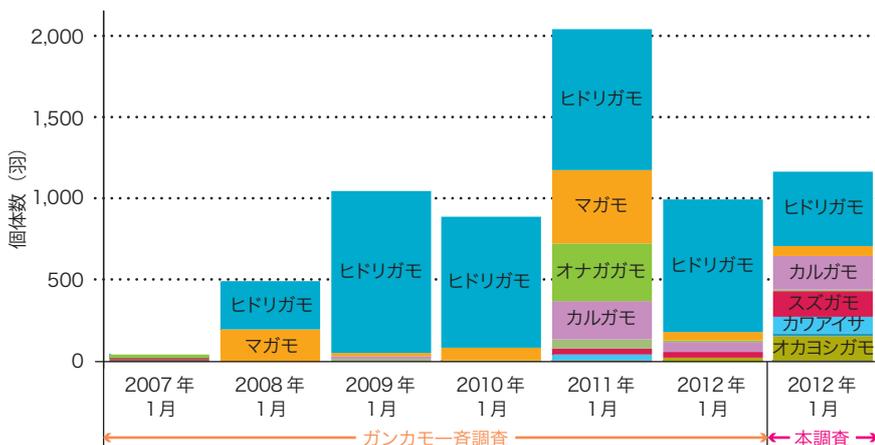
毎年1月に松川浦湾内のガンカモ類をカウントしているガンカモ調査(環境省)のこれまでの個体数変化と本調査の結果を図7に示した。松川浦内では、2008年から個体数が伸び始め、2011年は総数で2,000羽を超えていた。マガモ、ヒドリガモ、カルガモの個体数割合が多い。2012年1月調査の結果では、ガンカモ一斉調査(2012/1/8)、本調査(2012/1/24)ともに1,000羽前後という結果になり、震災前に比べると減少していた。増加傾向にあった前年に比べてマガモ、オナガガモの減

少が目立ち、オカヨシガモ、スズガモ、カワアイサが増加した(図8)。マガモ・オナガガモは雑食で主に水草などを採食し、オカヨシガモは、ヒドリガモとともに宇多川河口付近でオオバンが潜水して採集してきた海藻類を奪って採食していた。それまで繁茂してきた水性植物が津波で流失したため、それに依存する前者は減少し、後者は津波後発生した海藻に依存していたため個体数が増加したと考えられ、津波の影響が生息種に影響を与えた可能性があった。また、潜水して採食する魚食性のカワアイサ、貝類を採食するスズガモの増加に関しては、湾内の餌の発生状況、外洋での餌の発生状況によると考える以外に、一時的に湾内に滞在していた可能性もあり詳細については、餌動物の調査が必要と考えられる。

【図7】 松川浦湾内における1月のガンカモ類の個体数変化



【図8】 松川浦湾内における1月のガンカモ類の種構成(2007~2012年)



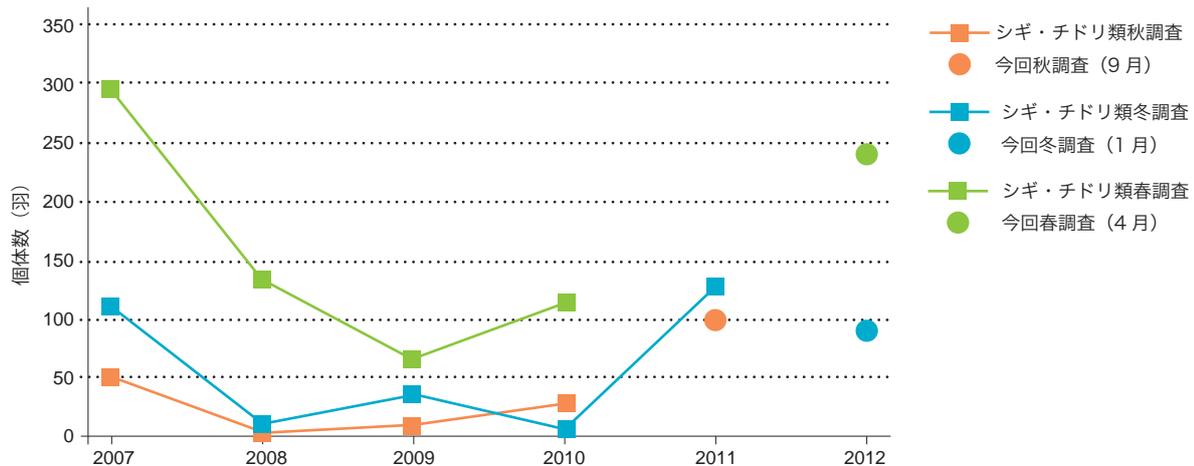
2. シギ・チドリ類

秋期、冬期、春期の個体数の経年変化を図9に示した。震災後、秋期、春期は増加し、冬期の結果は減少している。2010年から個体数が上昇傾向にあるが、もともと秋期渡来や越冬期の個体群は大きくない。

各期の種類の構成を見ると、秋期ではトウネンが個体数の半数以上を占めた(図10-a)が、これは、おもに宇多川河口後背、梅川河口、梅川河口後背で確認され(図11-a)、水没した河口後背の水田で採食していた。春期は2007年にオグロシギやタカブシギが優占して観察されているが、これらは水田など内陸の湿地に生息するシギ類で、2008年頃にそのような環境が失われていることが推測される(図10-c)。冬期は主にハマシギが観察されており、主要な越冬種となっている(図10-b)。鵜

ノ尾付近の砂洲、梅川でもハマシギが観察された。主に砂浜に生息するミユビシギも確認されたが同所的に生息するシロチドリが確認されなかった。春期は、震災後の2011年の記録がないが、2010年と比較すると増加した。これはハマシギが多く確認されたため、冬期の越冬個体が観察されたものと考えられる。また、今年度はチュウシャクシギの比率が高かったが、宇多川河口、梅川河口に加えて、環境公園周辺など湾北部でも個体数が多く観察された(図11-b)。チュウシャクシギはもともとの渡来規模が小さく、年度ごとの構成も異なるため、津波により受けた影響が検出されにくいと考えられる。水田を失ったことによる淡水性湿地に渡来するシギ類は確認種が少ないが、今後、耕作が再開されるとともに観察される可能性が高いと考えられる。

【図9】 松川浦周辺におけるシギ・チドリ類の個体数変化



2007-2011年のデータについては、鈴木弘之氏提供による。
2011年春調査については震災のため記録なし。



オカヨシガモ・オオバン



トウネン

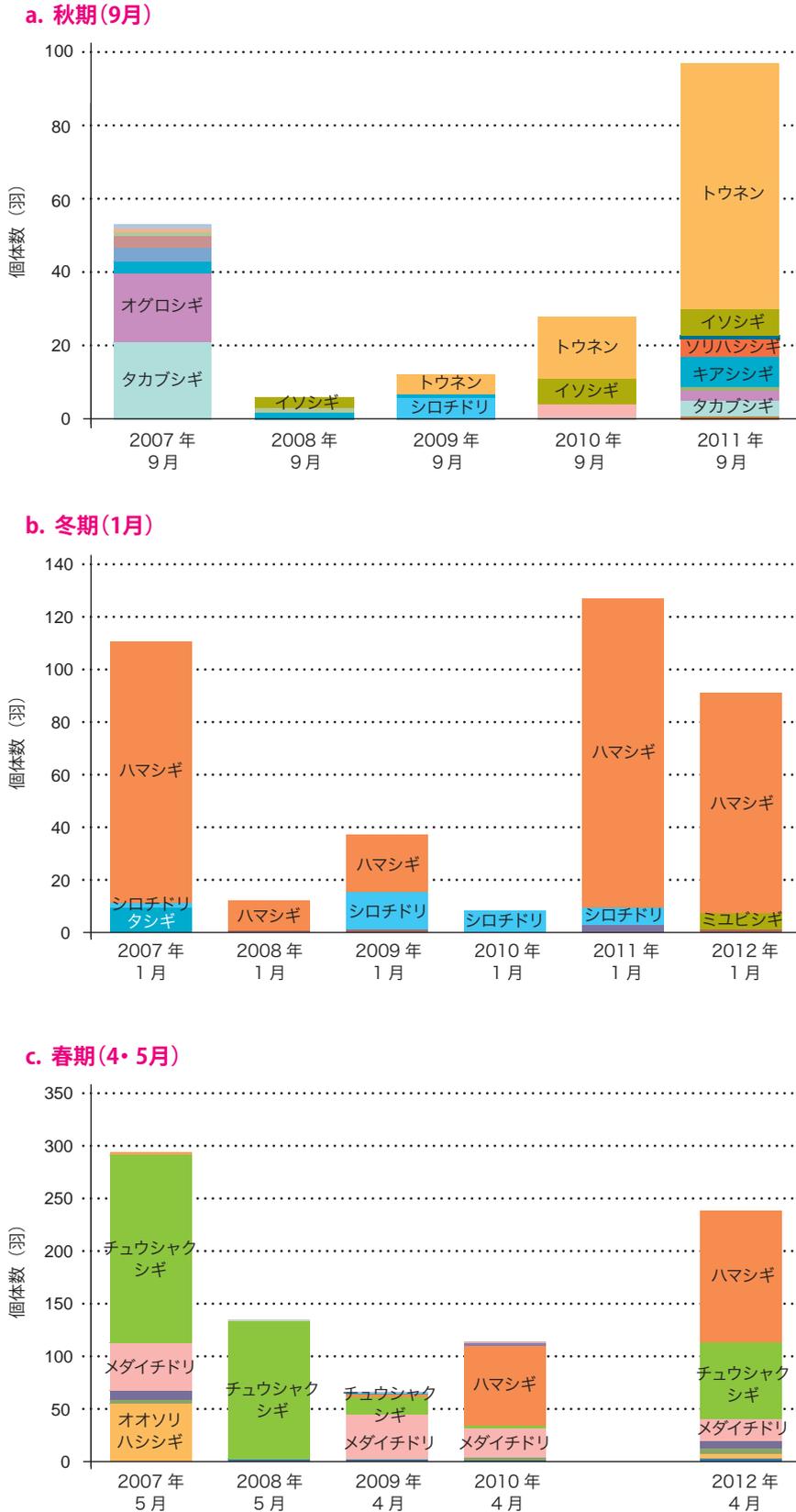


ハマシギ



チュウシャクシギ

【図10】 各期のシギ・チドリ類の種構成(2007～2012年)



【図11】 シギ・チドリ類の位置図

a. 秋期(9月)



b. 春期(4月)



c. 環境の変化

1. 海岸部クロマツ植林・アカマツ林

海岸砂州、湾の中洲にあったクロマツ植林・アカマツ群落は、津波によりほとんど消失していた(図12)。この平地林の環境が失われることにより、カワウ・サギ類の繁殖地や、コゲラ・シジュウカラ・エナガなどの森林



カワウ

性鳥類、オオタカなどの猛禽類などの陸生鳥類の生息地及び繁殖地が大きく失われ、影響があったと考えられた。また、海岸線に連なる林は、渡りのルートや中継地としても利用されていたと推測される。

高台にあった、鶴ノ尾岬付近のクロマツ林、松川浦北部の湾奥付近のアカマツ林は残存しており、森林性の生態系の動植物の供給源となる可能性があり、保全が図られる地域として指定するべきと考えられる。

機械島付近の中洲にカワウ、アオサギの繁殖コロニーができていた。巣がかけられたクロマツ林は枯死しているため、今後コロニーの移動が考えられる。

2. 周辺水田

シギ・チドリ類、セキレイ類、カルガモなどのカモ類、サギ類など、水鳥の採食地として利用されていたと推測されるが、津波により湾周辺の水田が広範囲に浸水していた(図13)。本調査期間中には、耕作が行われておらず、瓦礫の撤去、表土の剥ぎ取り(除塩のためと考えられる)、

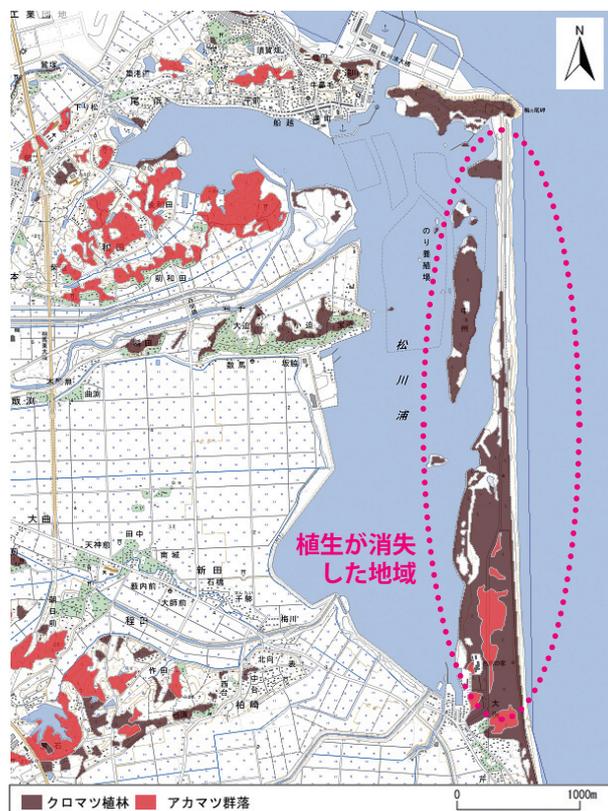
水路や排水機場の修理などが行われていた。そのため、多くの水田で水鳥が確認されなかった。また、水田を畦として利用していた鳥類もあり、松川浦南部の柏崎周辺の水田を毎年畦としていた春期のチュウシャクシギの群れも、環境の消失により観察されなかった。

しかしながら調査により雨水が溜まった水田でサギ類やシギ類が採食をしているところの確認された。一時的に湿地として機能したと考えられ、今後、水田環境が整えば水鳥の生息地として再び利用されると考えられる。



浸水した水田

【図12】 クロマトツ植林・アカマトツ群落の分布



【図13】 水田の分布



3. 湾内干潟

松川浦は、福島県で最も大型の潟湖干潟を持ち、シギ・チドリ類など干潟に渡来する鳥類の中継地(採食地・峙)となっている(図14)。今回の地震と津波の影響を受けて、地盤沈下による干潟の消失、底質の流失による底生動物の変化などにより、おもにシギ・チドリ類の採食に与える影響が推測された。地盤沈下などによる干出場所の減少といった地形変化は、河川や潮汐の堆積作用などにより復元する可能性がある。しかし、底質の変化とともに餌動物の種類構成や量などの変化がある場合には、鳥類の種類や個体数に今後影響が出てくる可能性が考えられる。震災後湾南部の日下石川河口付近の干潟が



日下石川河口

大きく干出しなくなったが、宇多川河口、梅川河口からの右岸沿い、鶴ノ尾付近、環境公園前の和田付近には干潟が見られた。特に宇多川河口付近

では、シギ類も多く観察された。各河川河口部周辺は、保全が図られる地域として指定するべきと考えられる。

4. 水際のヨシ原・塩沼地

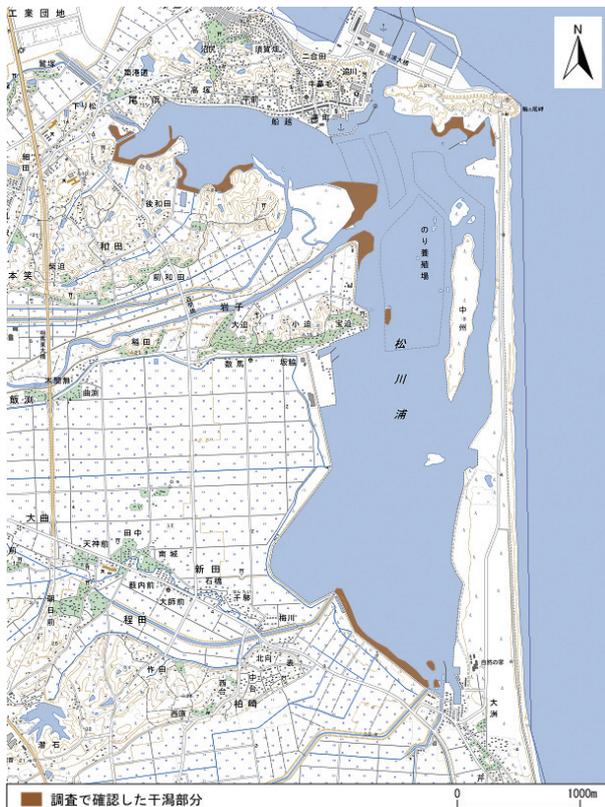
海岸砂州付近のヨシ原・塩沼地は消失しているが、湾内のヨシ原は比較的残っていた(図15)。特に宇多川河口に残存しているヨシ原・塩沼地は、浅海域と陸上をつなぐ中間部分であり、多様な生物の生息地となり保全価値が高い。ヨシ原を利用して繁殖するオオヨシキリやセッカが生息し、またアオジ、ホオジロ、チュウヒなどの冬鳥も利用している。また、塩沼地では冬期にカモ類が



宇多川河口

峙として利用していた。

【図14】調査で確認した干潟の分布



【図15】ヨシ原・塩沼地の分布



5. 砂浜

松川浦東部の海岸線にある砂浜では、砂の流出により、砂浜の面積が減少している可能性がある。繁殖地として利用する鳥類としては、シロチドリやコアジサシの利用が考えられる。冬期はカモメ類やハマシギなどのシギ類が観察された。



鵜ノ尾外海砂浜

5. 提案

a. 定量的なモニタリングの必要性

松川浦では、今回の震災・津波の影響を受けて大きく環境が変化した箇所があり、今後、自然環境は遷移や回復の過程でダイナミックな生態系の変化も起こることが予想される。

高次捕食者である鳥類に対する影響は、餌動物の影響や生息環境の地形及び植生の影響を受けてあらわれていくと考えられる。再び環境が整えば、鳥類は他の場所から移動してくるため、環境回復の指標としては確認しやすい。これらの特性を利用して鳥類を指標に、環境変化を監視分析していくために、定量的なモニタリングを実施していく必要があると考えられる。

調査は、今後の復興計画にあわせて海岸部の防災補強工事などが実施されていく際に、どのような自然を復活させ保全していくかの合意形成、防災工事などの強度の選定、生物種の供給場所の特定と保全地域の抽出などに資すると考えられる。

調査体制や調査範囲などを検討し、長期にわたってデータを取得できる環境の整備が望ましいと考えられる。

b. 環境教育/研究としてのフィールド (鳥類観察を軸とした松川浦)

東北地域での潟湖干潟の生態系を学習する場として、また津波という大きなインパクトを受けた地域の研究モ

ニタリング拠点として松川浦が活かされることが望ましいと考える。今後、松川浦周辺の環境は、遷移や回復の過程で生態系の変化が起こることが予想され、生態系の研究フィールドとして適していると考えられる。また、そのような松川浦の回復過程を、レクリエーション、エコツーリズム、バードウォッチングなどを通して、震災の影響を受けた地域を自然環境全体を学習する機会としてワイズユースしていくことが重要であると考えられる。また、水産業が福島第一原子力発電所事故の影響を受け、操業が困難になっている現状を踏まえ、松川浦の自然環境を生かした新たな産業の振興も考えられる。

1. 注目される鳥類と環境

干潟、砂浜、ヨシ原、河川、中洲、塩沼地、水田、外洋、樹林など様々な環境がまとまっており、鳥類の生息環境が多様にある。特にガンカモ科、シギ科、チドリ科、カモメ科、サギ科などのいわゆる水鳥類の観察が容易である。また、表9に示した福島県における希少種も観察されている。

【表9】本調査での希少種

カテゴリー	種名
絶滅危惧Ⅰ類	オオタカ
絶滅危惧Ⅱ類	ミサゴ、セッカ
準絶滅危惧	ノスリ、チュウヒ、ヒバリ、ホオアカ
希少	チュウサギ、オオバン

2. 観察ポイント・保全エリア(図16)

観察のポイントとして、宇多川河口、梅川河口、日下石川河口、及びその周辺において多様な鳥類が生息しており、観察が容易である(図16)。特に宇多川・小泉川の中洲は干潟・ヨシ原などの環境が残存し、人の侵入が難しく鳥類の生息がしやすいため、観察のポイントとして最適である。一年を通じて鳥が観察でき、冬期はカモ類、カモメ類、タカ類などの越冬鳥、春秋期はシギ・チドリ類などの渡り鳥を観察することができた。梅川・日下石川付近も干潟にシギ・チドリ類、ヨシ原に小鳥類、水田にサギ類などが観察でき、観察ポイントとして良好な環境である。鶴ノ岬付近は高台のクロマツ林が残るため森林性の渡り鳥などが観察できる可能性がある。また、干潟・砂浜があるのでシギ・チドリ類も期待できる。灯台からは外洋が見渡せ、海鳥も観察された。大森山・環境公園では森林、湿性・塩沼地の環境が観察できる。森林性の鳥類の観察場所としては、環境公園対岸、塩釜神社周辺があげられる。ここは、景観もよく、カラ類、ムシクイ類などの鳥類を観察することができた。冬期には、ツグミ類なども観察できると考えられる。

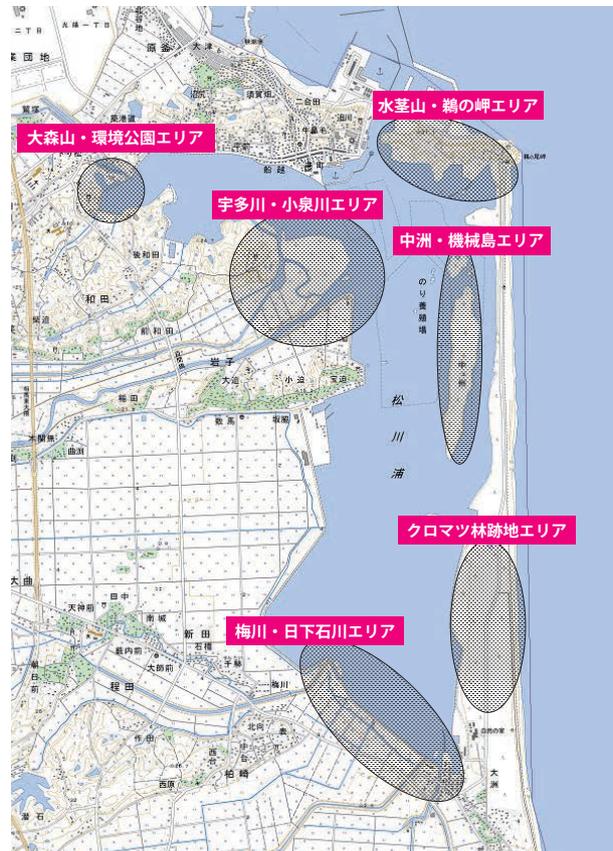
いずれの環境も、今後、津波などの植生や地形の攪乱から遷移する過程で鳥類相の変化が確認されると思われる。定量的なモニタリングを行ない、自然環境と沿岸防災に関する研究の拠点となれば、事業や産業などの振興も可能であると考えられる。

3. 必要な環境整備

以下の様な整備支援が考えられる。

- ・観察ポイントの案内、トレイルコースの整備
- ・ガイドブックの作成
- ・情報発信拠点の整備
- ・地域の自然環境ネットワークの構築
- ・モニタリング調査体制
- ・ガイド／インタープリターの養成
- ・旅行者／研究者の受け入れ体制

【図16】松川浦の保全エリアと観察ポイント



4. 松川浦と 周辺地域の変化

国土館大学地理学教室 長谷川 均



松川浦

1. 目的

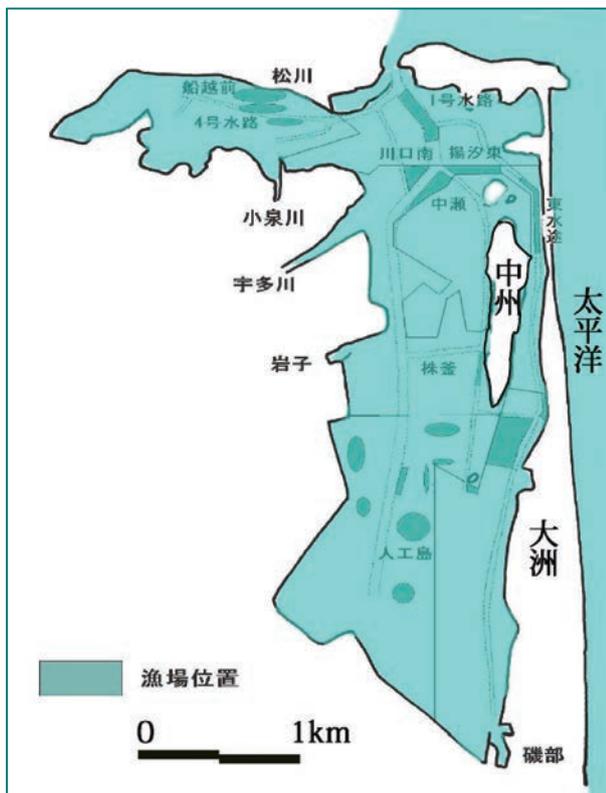
松川浦は、南北5km、東西3km(中央部は1.2km程度)で平均水深1m、最大水深5.5mの海跡湖であり、太平洋とは幅数十 mの砂州で隔てられた潟湖である。この砂礫州は、南端の磯部集落付近から北端の第三紀層からなる鵜の尾岬に向かって伸びる砂礫州(大洲)で、外海と隔てられて形成されている。かつてはこの鵜の尾岬の南(岬の下)に開口部があり外海とつながっていたが、しばしば砂礫の堆積で閉塞されることから、後年岬の西部の岩盤を掘削して外海と結ぶ水路がつくられた。

2011年3月の津波で砂礫州の北部(鵜ノ岬南方600m

付近)が決壊し外海と通じたが、現在は復旧工事により閉じられた。震災後の松川浦は、砂礫州を乗り越えて内陸まで進入した津波の影響で、砂礫州やその内側にある長州という砂礫州島の海岸林が失われ、また潟湖底の堆積物も大きく変化したとみられる。

本稿の目的は、松川浦(図1)と周辺および流域における過去100年間にわたる景観の変化を明らかにすることである。本稿は、WWFジャパンの震災復興プロジェクトの一環で実施された調査の成果であるが、ここでは震災前後の変化には特に言及せず、それ以前の長期間の

【図1】 松川浦と周辺地域の概念図



変化を対象とする。このような目的を設定した背景には現地で聞き取り調査をした際に、

- ・松川浦最奥部で底質が(泥化) 細粒化している
- ・これが原因(?) で、1974年以降にハマグリがほぼ絶滅したらしい
- ・アサリの生産量・資源量が減少しているらしい
- ・アマモ場の面積が変化しているらしい

との情報を得たためである。

また、2012年3月の本プロジェクト中間報告会の席上で複数の漁業者から松川浦で見られた過去数十年間の変化に関する次のような情報が得られた。

- ・松川浦の生態系に関して、ここ40～50年の間に大きな変化をもたらすものが3つあったと思う。1つ目は航路(水路)、2つ目は川口にある防波堤、3つ目は松川浦全体の護岸工事。護岸工事はここ30年くらいの間に、400～500mは拡張したのではないか。その影響か、藻場の場所がまるっきり反対の場所になってしまった。昔はアマモ場は入り江(浦

奥部)のほうにあったが、川口寄りに移ってきた印象がある。

- ・以前は浦奥部までアマモが生えていたが、奥部で生えなくなり、逆に川口に広がってきた。以前は和田や岩子のほうにも生えていたという。
- ・アマモは以前、松川浦全体、磯部から松川まで全域に生えていた。ただし、漁業者の立場から言うと、アマモは漁業をやっていくうえで厄介な存在である。漁業を行う上で、夏の間、アマモの刈取りをして、アオノリの養殖を行っていた。アマモはノリ養殖にもアサリ漁にとっても邪魔になる。(刈り取ったことで)藻場に産卵する魚が減ったかもしれないという印象はある。ただし、現在のアマモ場の範囲であれば、漁業を営む上で障害というほどではない。
- ・1970～71年に行った航路浚渫によって、松川浦の利用価値は増大した。アオノリは海水温が下がると生育しないが、海流が奥部まで通るようになったことで、漁場として奥部も利用可能になった。浚渫は漁業をやっていくうえで大変良かったと思う。
- ・アマモは、松川浦全体に生えていたが、ある時期を境に一齐に消失した時期があった。1960～65年頃かと思われる。
- ・数年前から松川浦全体に徐々にアマモが増えてきた。今回の津波によって、アマモ株が流され、拡大するのではないかと考えている。
- ・アサリについても、津波によってさまざまな場所に漂着し定着することもあるのではないか。また、泥質が除去されたことにより、アサリにとって好適な環境が松川浦全体に拡大したのではないかと考えている。アサリの生息範囲についてはまだ調査が必要だろう。アオノリについても、同様の理由で、良好な生育が期待できるいっぽう、原因はよく分からないが、色落ちなどの被害も確認されている。

※漁業者からの証言は、中間報告会の際のWWFプロジェクト担当者前川聡の記録による。

以上のように、震災前の松川浦で何らかの経時変化がみられていたことを漁業者が認識しており、震災復興プロジェクトを練るなかで、震災前後の変化とともに、より長期的なこの地域の変遷を明らかにすることもまた重要であるとの見解を、プロジェクト担当者と筆者が持ったことにより本稿の目的は設定された。

2. 方法

2-1. 景観を復元する方法

特定の地域で景観を復元する方法として、一般に次にあげるような資料を用いることが多い。

- ①古地図
- ②図絵や景観写真、写真絵ハガキなど
- ③明治期以降の地形図
- ④1940年代以降に撮影された空中写真

ただ、このような方法で本地域の景観を復元しその変化を捉えることができたとしても、松川浦では1で述べた地域の変化を定量的な因果関係で説明することはほとんど不可能であろう。

本稿では、まず松川浦とその流域の変化を上記の資料等を時系列的に整理し、そこに何らかの関係が見いだせるのかどうかを明らかにしようと試みた。

本地域で筆者は上記のうち③と④に関して複数の資料を入手することができた。③については、明治期以降の地形図をもとに、判読と土地利用図の作成を試みた。④については、国土地理院が撮影した密着印画空中写真を入手し、また海上保安庁が撮影し Web で公開されているものなど、13時期の空中写真を判読した。その一部は、拡大して図5に示した。また、判読結果は地形図・土地利用図の判読結果、文献資料などをあわせて時系列的に整理した。なお空中写真に関しては、水域のハレーショ

ンが大きいものや潮位が高く潟湖底が判読できない写真もあったのでオルソ化写真として整備し計測をするようなことはせず目視判読の資料として使用した。

なお、2005年にまとめられた「種の多様性調査(福島県) 報告書」(環境省)には、過去の地形図を判読しそこから読み取れる景観変化が記載されている。本報告では、この成果も引用しつつ上記の資料等を時系列的にまとめ、陸域と海域の変化の連関を検討することにした。なお、参考文献のなかには、本報告で直接引用したもの以外も含まれるが、相馬地域の地誌などを理解するうえで重要と思われたのでリストとして示した。

2-2. 土地利用図の作成方法

現在入手できるこの地域の地形図を表1に示した。1/2,500地形図は昭和40年代後半までしか遡ることができない。そこで、本稿では1/50,000地形図「相馬中村」図幅を使い、1992(平成4)年、1974(昭和49)年、1952(昭和27)年、1908(明治41)年に修正や測図が実施された地形図を使用し土地利用図を作成した(図2、3)。現在からおおよそ20年、40年、60年、100年前の松川浦とその周辺地域の土地利用を復元することになる。なお、「相馬中村」図幅は、松川浦に流入する河川のすべての流域を包括しているわけではないが、流域の大部

【表1】 松川浦周辺地域の地形図「図歴」と判読した空中写真の撮影年

撮影年・月	写真番号
1952 (昭和27) 年 10月	米軍
1963 (昭和38) 年	TO63-12X
1968 (昭和43) 年 6月	TO68-8X
1971 (昭和46) 年 10~11月	TO71-7Y
1975 (昭和50) 年 9~10月	CTO-75-30
1988 (昭和63) 年 10月	TO-88-5Y
1992 (平成4) 年	海上保安庁
1994 (平成6) 年	海上保安庁
1997 (平成9) 年 10月	TO97-1Y
1998 (平成10) 年 9~11月	TO-98-4X
2000 (平成12) 年 5~10月	
2002 (平成14) 年 10月	TO-2002-4X
2006 (平成18) 年 9~10月	TO-2006-1X
2011 (平成23) 年 5月	国土地理院HP

5万分1図名: 相馬中村 そうまなかむら				2万5千分1図名: 相馬中村 そうまなかむら			
リスト番号	図歴	発行年月日		リスト番号	図歴	発行年月日	
64-2-1	* 明 41 測図	発行年月日記載なし	100 年前	64-2-1-1	昭 47 測量	S48/12/28	↑
64-2-2	* 明 41 測図	M45/04/30		64-2-1-2	昭 52 修正	S54/11/30	
64-2-3	* 昭 8 修正	S10/09/30		64-2-1-2B	昭 52 修正	S54/11/30	
64-2-4	* 昭 8 修正	S21/10/30		64-2-1-3	平 2 修正	H03/09/01	
64-2-5	* 昭 8 修正	S22/04/30		64-2-1-4	平 10 修正	H11/06/01	
64-2-6	* 昭 23 資修	S23/06/30		64-2-1-4B	世 平 10 修正	H11/06/01	
64-2-7	* 昭 27 応修	S28/03/30		64-2-1-5	世 平 20 更新	H21/10/01	
64-2-8	* 昭 27 応修	S29/04/30					
64-2-9	* 昭 27 応修	S31/07/30					
64-2-10	* 昭 43 資修	S44/07/30					
64-2-11AB	昭 49 編集	S51/02/28					
64-2-12	昭 53 修正	S54/02/28					
64-2-13AB	* 昭 8 修正	S23/06/30					
64-2-14	明 41 測図	T01/10/30					
64-2-15AB	平 4 修正	H05/10/01					
64-2-15C	世 平 4 修正	H05/10/01					
64-2-16	* 昭 8 修正	S23/06/30					
64-2-17	* 昭 27 応修	S31/07/30					

※国土地理院、海上保安庁ホームページより作成

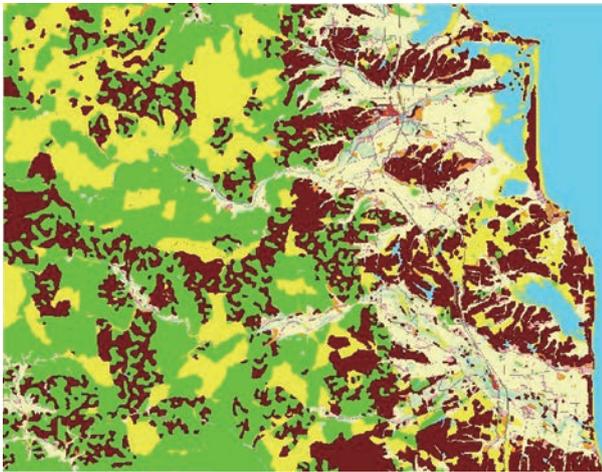
分を含んでおり流域の変化を判読する際には問題ないと判断した。

入手した現行の地形図および謄本交付を受けた旧版地形図は、大判スキャナーで読み込み GIS(地理情報システム) の背景図とした。これらを GISソフト(ArcGIS10) で表示させ、ディスプレイで拡大しながら地形図の植生界や区界線を使ってポリゴンを作成し、図式の区分記号を参考にして土地利用図を作成した。なお、地形図では

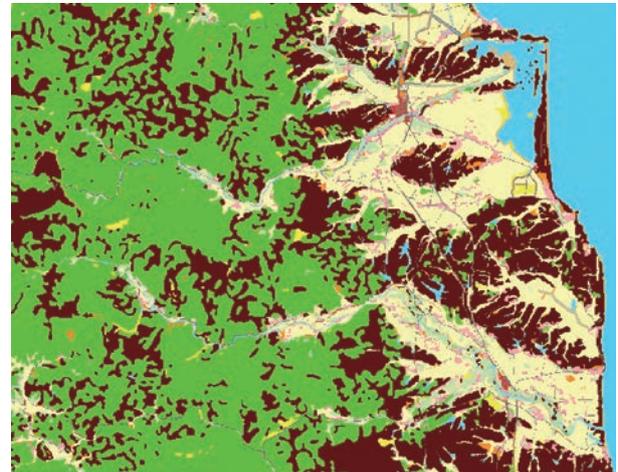
植生の分布する範囲が図上で 2mm×3mm未満(1/5万地形図では 100m×150m)、または 1.5mm×5mm未満(1/5万地形図では 75m×250m) の場合は、植生の記号だけが示され植生界は描画されない。土地利用図の作成にあたり、植生記号が単独で示されている場合にはその記号を囲むように植生界線を記入することにした。表 2に地形図の図式記号と作成した土地利用図との対応を示した。

【図 2】 4 時期の土地利用図

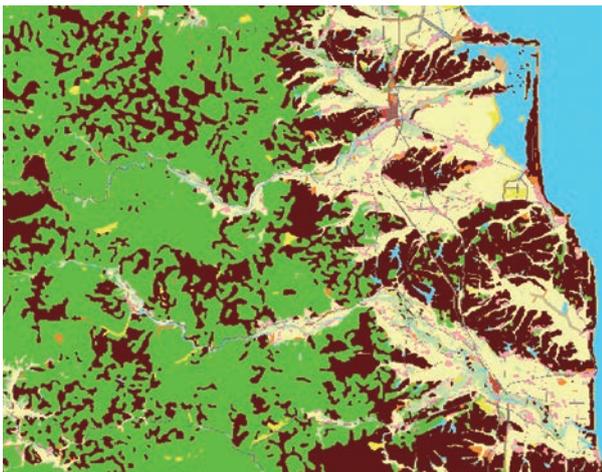
● 1908 (明治 41) 年



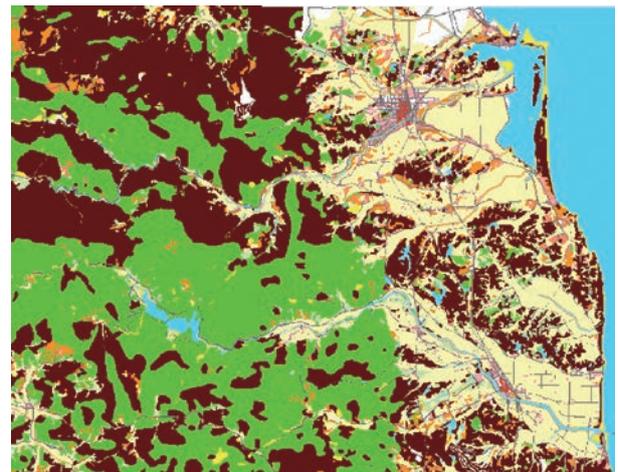
● 1952 (昭和 27) 年



● 1974 (昭和 49) 年



● 1992 (平成 4) 年

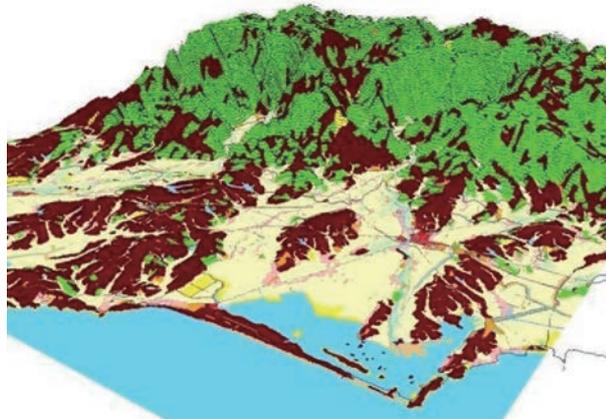


広葉樹林	建物 A (独立建物小および総描建物小、樹木に囲まれた居住地)	水域
針葉樹植林	建物 B (建物の密集地、中高層建築街、建物大)	田
果樹園	盛土・切土・土堤	畑
桑畑	道路・鉄道 (二本線で表わされる道路、線路・駅)	荒地 (荒地、ガケ (土崖、岩崖))
その他樹木 (竹林、ヤシ科等樹林)	その他用地 (空き地、工場用地、埋立地、防波堤)	

【図3】 4時期の土地利用鳥瞰図（北東側から南西側をみる 50mDEMにより作成）

● 1908（明治41）年

● 1952（昭和27）年



● 1974（昭和49）年

● 1992（平成4）年



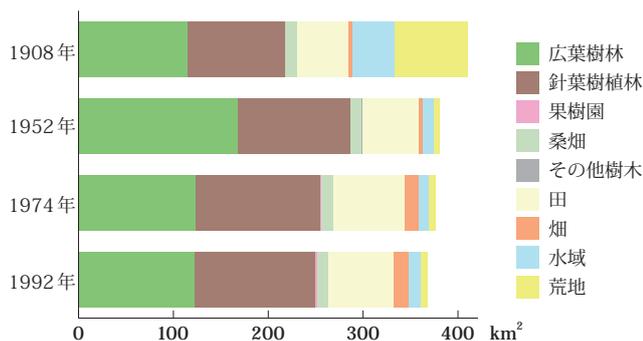
【表3】 土地利用項目別面積（km²）

（集計の際、市街地や道路など人工的土地利用は除外）

	1908年 明治41年	1952年 昭和27年	1974年 昭和49年	1992年 平成4年
広葉樹林	115.36	167.68	123.71	121.84
針葉樹植林	102.55	118.55	130.41	127.90
果樹園	0.00	0.04	1.74	1.99
桑畑	11.82	11.57	12.69	10.92
その他樹木	0.98	0.99	0.02	0.03
田	53.23	60.18	74.42	69.55
畑	4.94	4.14	14.92	15.12
水域	44.27	11.11	10.73	12.77
荒地	76.85	5.83	7.70	7.81

【図4】 土地利用の変遷

（自然的土地分類のみを集計した）

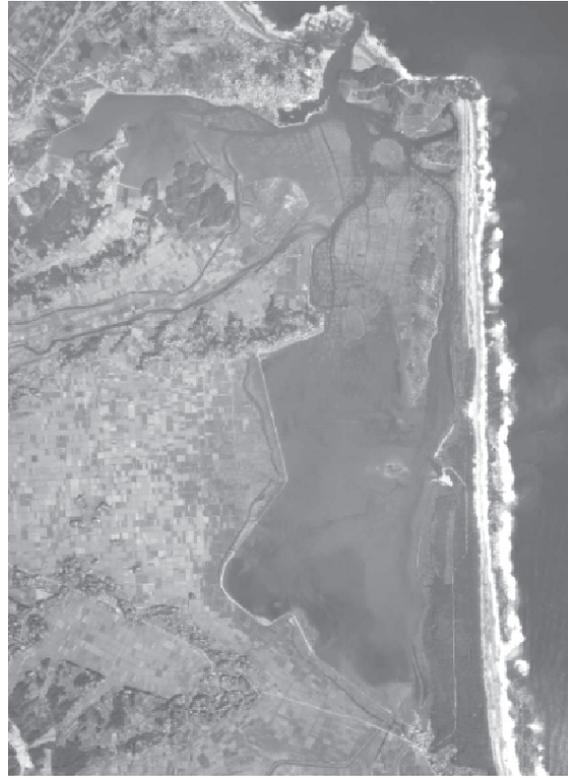


【図5】 空中写真で見る松川浦の経時変化 ※縮尺が写真により異なることに注意

● 1952 (昭和27) 年 10月



● 1971 (昭和46) 年 10～11月



● 1988 (昭和63) 年 10月



● 2000 (平成12) 年 5～10月



【表 4】 地形図、土地利用図、空中写真で判読できる特徴と顕著な変化

地形図・土地利用図・空中写真判読	松川浦と周辺地域	流域	文献、資料、聴き取りの記載
1908 (明治 41) 年 地形図・土地利用図	松川浦南部の二つの潟湖 (後に埋立) が残っているため水域の面積が広く算定されている。松川浦は、宇田川河口付近の三角州や岩子南部の西岸、南端の現在の磯部集落周辺に湿地 (土地利用図では水域周辺の荒地記号) が見られ、文献によればヨシ原が形成されていた。松川浦の湖岸は、岩子より南の西岸に沿って「土圍」が築かれている。また、大洲の西岸の全域に「木柵」(あるいは木柱杭柵か?) 記号が見られ、何らかの護岸がおこなわれている。この時代、潟湖と外洋は鵜ノ尾岬の南岸でつながっているが、1910 年に移設され「新浦口」となる部分に凹地が見られ工事が進行中であることがわかる。	山地に広く「荒地」が広がっている。これ以降のどの時期とも異なる特徴である。「荒地」の多くは、伐採跡地や草地と思われる。	
1933 (昭和 8 年) 年 地形図 (土地利用図は未作成)	宇多川河口以南の松川浦西岸は、「土圍」記号で縁取られている。大洲の西岸をあらわす地図記号は実線に変わり、これが湖岸に沿って伸びる。それ以外の湖岸は自然湖岸となっている。	1908 年の土地利用図に見られた山地部の「荒地」は、広葉樹林に変わりつつあるようにみえる。	
1952 (昭和 27) 年 地形図・土地利用図	山信田浦の干拓が終了 (1944 年)。大洲を縦断する道路が南から伸び、中州の対岸付近まで作られた。岩子南の西岸に沿う土圍外側 (湖岸側) のヨシ原は面積が減じた。昭和 8 年の地形図に見られた中州南方の島が面積を大きく減じ一つは消失した。	明治期の土地利用図で見られた山地部の「荒地」は、多くが広葉樹林に変わり、松川浦南部の丘陵地に見られた「荒地」は、針葉樹林に変わった。	ヨシ原は、浦の周辺では干拓により昭和 20 年代までに大半が消失。松川浦内では、昭和 20 ~ 40 年代にかけて湖岸、島の侵食、護岸工事の影響、水路浚渫後の塩分濃度上昇で大幅に減少した。松川浦護岸の侵食は昭和初期から 40 年代にかけて進んだとみられる。侵食の原因は、松川浦出口の変更で海からの砂の流入が減少し、外海との水の交換が良くなり砂が流出したこと、浦内の波浪の影響、河川からの流入土砂の減少などとみられる (環境省 2005)。
1952 (昭和 27) 年 空中写真	地形図では、土堤、自然湖岸だが、宇多川河口以南の松川浦西側の湖岸はコンクリート護岸になり、湿地 (ヨシ原) が潟湖から分断された。大洲の南西岸 (写真の南東端の湿地) に排水用の小水路が縦横に掘られている。		
1963 (昭和 38) 年 空中写真	中州の北西岸沖の潟湖底に北北東-南南西方向の浅水路が掘削された。中州の南方にある島が侵食され面積を大きく減じた。松川浦西側の湖岸にあったヨシ原は消失した。大洲の南西岸は樹木 (クロマツ) に被われた。大洲は、北部の約 1.2km を残して樹林 (クロマツ) に被われ潟湖側にコンクリート護岸らしきものが見える。		昭和 20 年代以降市街地と農地が拡大し水質汚濁が増加していると考えられる (環境省 2005)。 アマモ場は、松川浦全体に生えていたが、ある時期を境に一気に消失した時期があった。昭和 35 ~ 40 年頃かと思われる (漁業者)。
1968 (昭和 43) 年 6 月 空中写真	中州の北西岸沖の潟湖底にさらに浅水路が 3 本ほど掘られた。西の湾奥部浅瀬にも浅水路が掘削された。		
1971 (昭和 46) 年 10 ~ 11 月 空中写真	撮影時の潮位が低いせいか、潟湖北部の湖底の水路のパターンが明瞭。		
1974 (昭和 49) 年 地形図・土地利用図	市街地が拡大している。この時期の地形図には、岩子南の湿地は残存している。	宇多川は、昭和 27 年地形図まで「土盛」の堤防だったが、この地形図からは「堤防」(コンクリート) 記号に変わった。湖岸のコンクリート護岸化は、昭和 27 年の空中写真で確認できるが、河川治いの変化は空中写真では判読できない。	1971 年 ~ 1974 年まで、松川浦内に水路を掘削し外海水との海水交流を促進するため「浅海漁場開発事業」が実施された。その結果、緑藻類のヒロハノヒトエグサの増産とアサリ漁場の拡大が見られた (佐藤ほか 2007)。 昭和 45 ~ 46 年に行った航路浚渫によって、松川浦の利用価値は増大した。アオノリは海水温が下がると生育しないが、海流が奥部まで通るようになったことで、漁場として奥部も利用可能になった。浚渫は漁業をやっていくうえで大変良かったと思う (漁業者)。 昭和 46 ~ 49 年に行われた水路浚渫で外海との水の出入りが良くなった (環境省、2005)。
1975 (昭和 50) 年 9 ~ 10 月 空中写真	岩子の南に埋立地 (現在の「長谷地」地区) が造成された。中州の南端部の植生が失われている。中州の東側沿岸に沿って、さらに岩子沖にも、北から太い水路が新たに掘削されている。大洲の海洋側に平坦で幅の広い護岸の建設が進行中。		浦の内部では昭和 46 ~ 48、55 ~ 56 に滞や航路の浚渫工事が行われた (環境省、2005)。
1988 (昭和 63) 年 空中写真	中州の南端部の植生が回復した。		護岸工事はここ 30 年くらいの間に (1980 年頃以降か)、400 ~ 500m は拡張したのではないかと。その影響か、藻場の場所がまるっきり反対に変わってしまった。昔はアマモ場は入り江 (浦奥部) のほうにあったが、川口よりに移ってきた印象がある (漁業者)。
1992 (平成 4) 年 地形図・土地利用図	宇田川河口左岸「土盛」記号が、この時期になると湿地に変わった。岩子南の西岸沿いの護岸陸側に見られた狭い水域がなくなり、ヨシ原はこの部分の地形図から消失した。	山地部で広葉樹が減り針葉樹が拡大した。いっぽう、松川浦周辺の丘陵地や海岸部では農耕地が増加し針葉樹が縮小した。	
1997 (平成 09) 年 10 月 空中写真	これ以降の空中写真には顕著な変化は見られない。		1980、83,86,87,88,89,92,93,94,95,96,97,98,2000 年にアサリ繁生の記録がある。このうち、1986,89,98,2000 年は台風等の気象現象が原因と見られるがそれ以外は原因が必ずしも明確でないと思われる。なお、アサリの漁獲量の多くは移植種苗で天然の発生は極めて少ないとみられている (佐藤ほか 2007)。
1998 (平成 10) 年 9 ~ 11 月 空中写真			
2000 (平成 12) 年 5 ~ 10 月 空中写真			数年前から松川浦全体に徐々にアマモが増えてきた。今回の津波によって、アマモ株が流され、拡大するのではないかと考えている (漁業者)。
2002 (平成 14) 年 10 月 空中写真			
2006 (平成 18) 年 9 ~ 10 月 空中写真			
2011 (平成 23) 年 5 月 空中写真	震災後の画像。大洲の北端付近で砂州が決壊し、外海とつながった。中州の植生は失われ、潟湖周辺の集落も流出。岩子南方の農耕地は冠水したまま。		

3. 結果

4 時期の土地利用図（図 2）を作成するとともに、デジタル標高値を使って鳥瞰図を作成した（図 3）。また、土地利用項目の面積を求めたが（表 3、図 4）これらは GIS の機能を使用して作成した。明治期とそれ以降の土地利用をみると、上流山地の樹林の構成変化と荒地（草地）の減少が大きな変化としてあげられる。ただその後は時代を経るとともに、市街地の拡大や松川浦周辺での農耕地の拡大などが判読できるものの、それらの変化が全体に占める割合はそれほど大きくはない。

空中写真判読は、松川浦と沿岸域の狭い範囲を対象とし、判読結果は表 4 にまとめた。さらに既存の文献資料（参考文献）も参考にしてこの地域の変化を時系列で整理し、併せて表 4 に集約した。以下にあげた、そのうちの特に顕著な変化をあげたものである。

- 1) 流域の土地利用とそれから推定される土地被覆の変化は 60 年～ 40 年前まで大きく、1975（昭和 50）年頃からは比較的小さいまま推移していると

推定される。上流域の山地では、広葉樹林、針葉樹林、荒地（草原）などの分布範囲が大きく変化した時期がある。しかし、これらが松川浦に影響を及ぼしたかどうかはわからない。

- 2) 松川浦周辺では、埋め立てや護岸工事で自然の湖岸、海岸線が失われヨシ原が大きく消失した。1960 年代から 1970 年代前半にかけて、コンクリート護岸などの建設に伴って、ヨシ原の消失は進化した。
- 3) おそらくこの時期に、流域では宇多川などがコンクリート護岸に変わり、松川浦に流入する用水路も同様に三面化、二面化工事が進捗したと推定される。
- 4) 松川浦周辺地域の低地や、湖岸の人工改変などと松川浦で起こったアマモ場の分布域などの変化は、時期的にタイムラグを持って同期するようにも見えるが、因果関係を定量的に説明する材料は無い。

4. まとめ

震災前にまとめられた「種の多様性調査（福島県）」報告書（2005）は、松川浦の環境変遷やそれに伴う影響が詳細に記載された極めて重要な示唆に富む報告書である。本稿でも、表 4 の記載にこの報告書を引用した。この報告書で示された内容の多くは、震災後の松川浦の環境保全に向けて活用できる内容である。松川浦の環境変化は、周辺地域の開発や人工改変の影響を大きく受けていると推定される。本稿で最初に述べたように、これらの因果関係を定量的に示すことは難しい。しかし、表

4 で示した松川浦周辺で行われた開発や人工改変は、多くの場合タイムラグを持って松川浦の変化に結びつくようにみえる。「種の多様性調査（福島県）」報告書（2005）で示唆されたように、松川浦に分布していたヨシ原の消失はその後の松川浦の変化に何らかの大きな影響を与えたであろうことは想像に難くない。震災を機に、できる限り自然な湖岸線に近い環境に戻す復興事業を計画し、またバッファ機能を持つヨシ原を復元することも施策として考慮されるべきである。

参考文献

1. 相馬市史 2、相馬市編纂会編、昭和 53 年、全 818 ページ。
2. ふるさとのあゆみ 浜のくらし、原釜・尾浜・松川郷土史研究会、平成 13 年、全 522 ページ。
3. 日本地誌 4、日本地誌研究所、1971、二宮書店、朝倉書店、山口ほか、全 593 ページ。
4. 種の多様性調査（福島県）報告書、環境省自然環境局生物多様性センター、2005 年、全 253 ページ。
5. 松川浦附近の地形、中川久夫、1995、東北大学理學部地質學古生物學教室研究邦文報告、46、1-62。
6. 松川浦附近の底質、
7. 三位秀夫、1995、東北大学理學部地質學古生物學教室研究邦文報告、45、5-17。
8. 福島県松川浦におけるアサリ漁業の変遷と現状における問題点、2007、佐藤利幸・尾形康夫・根本芳春・島村信也、福島水試研報第 14 号平成 19 年 3 月。

5. 海洋汚染と どのようにつきあうべきか

愛媛大学 沿岸環境科学研究センター 田辺信介・磯部友彦



1. 要旨

本研究は、震災や津波によって環境中に放出された化学汚染の影響を評価することを目的としている。津波によって生じた化学汚染は、放射性物質によるものだけではなく、PCBs や PBDEs、重金属といった膨大な量の化学物質が海洋環境へ流出したと予想され、その影響が心配される。愛媛大学の生物環境試料バンク (es-BANK) に保存されている試料を活用して震災以前のバックグラウンドレベルと比較することにより、震災の影響を科学的に評価することが可能になる。これまでの研究で、太平洋東北地方沖の魚介類生態系における PCBs や臭素系

難燃剤 (BFRs) の生物濃縮について明らかになっている。この研究では、PCBs などの有機塩素系 POPs と同様に、PBDEs などの BFRs も栄養段階の上昇とともに蓄積レベルの上昇が認められた。本研究では、これらの試料と比較することで、震災前後の化学物質蓄積レベルの変化を明らかにする。福島県相馬双葉漁協および宮城県志津川漁協より提供を受けた魚介類試料の化学分析の結果、PCBs、HBCDs、PBDEs の順でほとんどの試料から対象化学物質が検出され、これらの物質による広域汚染が確認された。また、マダラの PCBs 濃度は 2007 年の

検体では平均 41 ng/g lipid で検出されたのに対し今回分析した検体は平均 170 ng/g lipid と約 4 倍の高値で検出されたが、種数・検体数ともに限られており、統計学的な解析は不可能であった。今後分析検体数や種数を

増やすとともに、窒素・炭素安定同位体比を測定して生態系構造を解析し、震災前後の蓄積レベルの変化の解明を試みる。

2. 背景と目的

2011年3月11日に発生したマグニチュード9.0の大地震とそれに伴う巨大津波は、東日本沿岸に大災害をもたらした。この東日本大震災から1年以上経過した今なお、津波による倒壊家屋などの瓦礫処理は遅々として進まず、被災地域の復旧・復興の大きな障壁となっている。なかでも、福島第一原子力発電所から放出された¹³⁷Csなど放射性物質は、大気や土壌などの住環境汚染にとどまらず、生態系や食品の汚染という深刻な社会問題をもたらしている。この震災により、国内原子力発電所の安全神話は崩壊し、福島第一原子力発電所事故は国際原子力事象評価尺度 (INES) による影響度の指標が、チェルノブイリ原子力発電所事故に匹敵する「レベル7」の深刻度を示す事態となった。原子力安全委員会は、ヨウ素換算値で80万テラベクレル超の放射性物質が放出されたと推定しており、原子力発電所の立地や事故後のずさんな対応から判断すると相当量が海洋へ流出したことは疑いない。海洋に流出した放射性物質は海水を汚染し、生態系に侵入して生物濃縮され低次→高次生物に蓄積される。一般に、有害物質の生態影響や毒性リスクを議論する場合、放出量、半減期、生物濃縮性の情報が重要なファクターとなる。今回の原子力発電所事故の場合、放出量の多い¹³⁷Csと¹³¹Iの影響が最も懸念されるが、¹³¹Iは半減期が8日と短いと長期的・慢性的な生物汚染・影響は小さいと考えられる。一方、¹³⁷Csは半減期が30年と長く生物濃縮性も報告されているため、環境中に長期間残留し食物連鎖を通して多様な海洋生物に蓄積することが予想される。ただし、セシウムの水一魚介類間の生物濃縮係数は数百倍で、食物連鎖の高次生物でも千倍以下の濃縮にとどまるとみられており、後述するPCB(ポリ塩化ビフェニール)等と比べると¹³⁷Csの生物濃縮係数は3~4桁小さい。しかしながら、事故後の放出量が多いため海域によっては海水中の濃度が上昇し、千倍程度の濃縮率でも生体リスクの閾値に達する可能性がある。また、今後降雨による表面流去(表土

付表. 化学物質の説明

ヨウ素

ヨウ素¹³¹(¹³¹I)は、比較的容易に消化管から吸収され、約3割が甲状腺に蓄積する。物理学的半減期¹⁾は約8日、生物学的半減期²⁾は乳児で約11日、成人で約80日。

セシウム

セシウムには主に2種の放射性核種があり、物理学的半減期はそれぞれセシウム134(¹³⁴Cs)が2年、セシウム137(¹³⁷Cs)が30年。¹³⁷Csの生物学的半減期は乳児で9日、成人では2-3ヶ月。蓄積しやすい臓器・組織はとくにないと言われていたが、海水から魚類の生物濃縮係数(BCF)³⁾は数10~数100と報告されている。

PCBs

トランスなどの絶縁油や熱交換器の熱媒体、感圧複写紙等に使用され、1972年に生産・輸入が禁止。水中半減期⁴⁾は2.5時間から27年、生物濃縮係数(BCF)は数万~数百万と報告されている。一日許容摂取量(ADI)⁵⁾は5µg/kg/day(体重1kgあたり一日5µg;60kgの人の場合一日に300µg)。

PBDEs

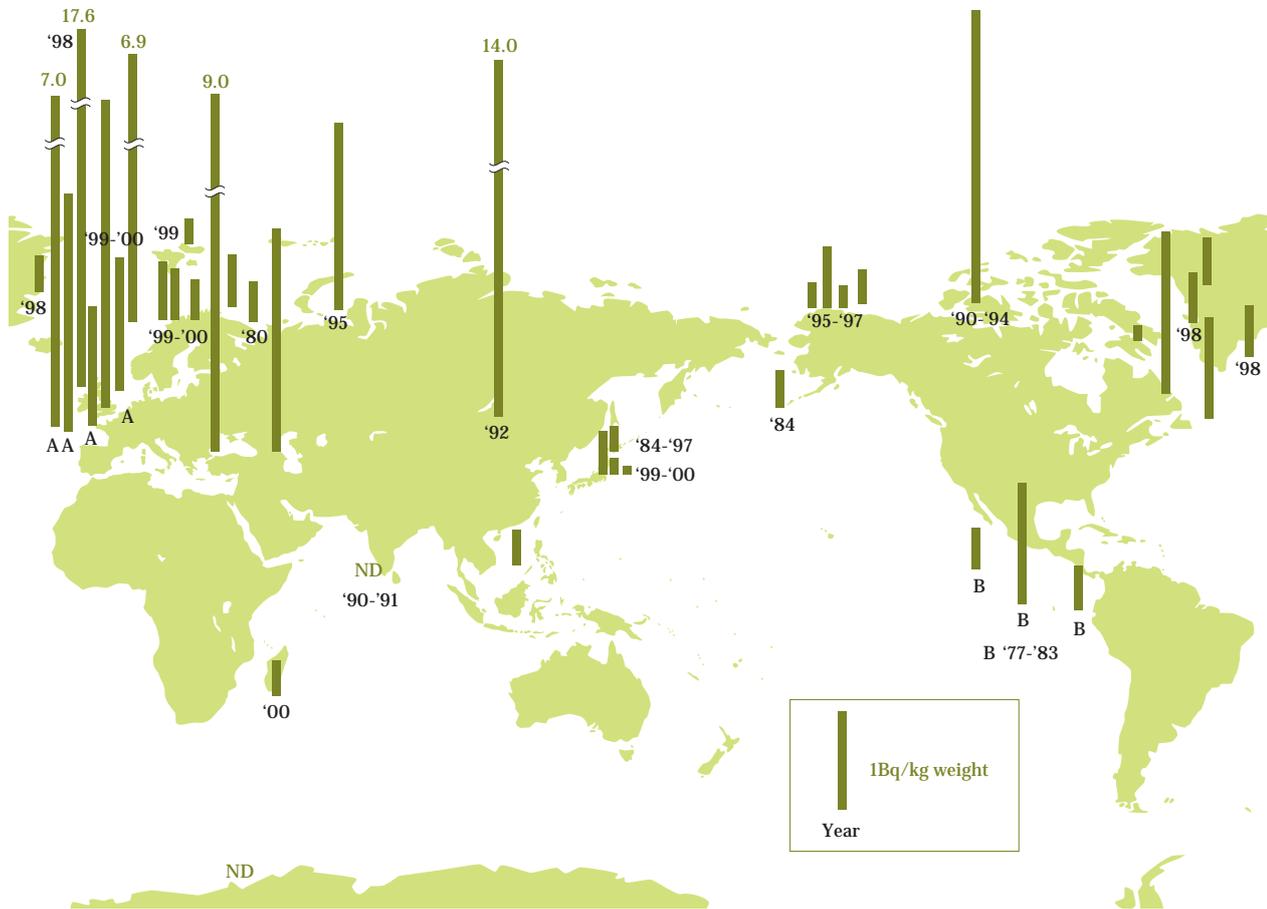
家電製品等に使用されるプラスチック樹脂等の難燃剤として使用。ペンタ製剤、オクタ製剤、デカ製剤の3種があり、そのうちペンタ製剤とオクタ製剤に含まれる異性体は2009年にストックホルム条約⁶⁾に登録。国内では現在デカ製剤のみが使用されているが、本物質を含んだ様々な製品が輸入され使用されている。水中半減期は150日、BCFは数万と報告されている。

HBDCDs

発泡ポリスチレンや繊維製品等に添加される難燃剤で、建築物の断熱材やカーテン・カーペット等の内装品に含まれる。環境省の報告では、難分解・高蓄積性物質に分類され、化審法(科学物質審査規制法)の第一種監視化学物質に登録されている。

- 1) 物理学的半減期:放射性物質が放射線を放出して別の原子核に変化し、全体の半分に減少するまでの時間
- 2) 生物学的半減期:体内に取り込まれた化学物質が、代謝・排出されて元の量の半分に減少するまでの時間
- 3) 生物濃縮係数(BCF):化学物質の生物体内への濃縮されやすさを示す係数で、水中濃度に対する生体中濃度を比で表したものの
- 4) 水中半減期:化学物質が水中で微生物分解等を受けて、元の量の半分に減少するまでの時間
- 5) 一日許容摂取量(ADD):一日に摂取しても問題が生じないレベル
- 6) スtockホルム条約:国連環境計画(UNEP)が主導して残留性有機汚染物質の削減・廃絶を目指すために採択された国際条約

【図1】 鯨類・鯨類類の ^{137}Cs 蓄積レベルの地理的分布 [2]



等の流出) や不適切な除染等によって集水域から河口域にセシウムが集積し、河口域の環境や生物に蓄積する可能性もあるため、海水および多様な生物種（プランクトンから海鳥・海棲哺乳動物まで）について長期的かつ広範囲なモニタリングを実施し、汚染の実態と動向を理解する必要がある [1]。図1は、20世紀後半における海棲哺乳動物の ^{137}Cs 汚染についてまとめた筆者らの論文からの抜粋である [2]。東日本に分布する海棲哺乳動物の汚染レベルはきわめて低く、この時代の太平洋東北沖は世界でも有数の清浄海域であった。今回の原子力発電所事故による災害で放射性物質によるこの海域の生物汚染がどのように変化するか、重大な関心を持ってモニタリングを実施・継続する必要がある。また、この図から、北海や東欧・ロシア圏の陸封湖（バイカル湖、黒海など）における水棲哺乳動物のCs汚染レベルは高いことがわかる。20世紀後半において、この地域の放射性物質の管理が不十分であったこと、原子力関連の事故が多発したこと等が原因と推察されるが、長期にわたり汚

染源から水圏環境へ ^{137}Cs が流出したことも一因と考えられ、今回の福島第一原子力発電所でも高濃度汚染水の流出防止対策を急ぐ必要がある。

津波によって生じた環境汚染はこれだけではなく、倒壊した家屋・化学工場・事業所や船舶・自動車をはじめとする多種多様な工業製品から、膨大な量の化学物質が海洋環境へ流出したと予想され、その影響が心配される [3]。しかしながら、この点に着目した調査・研究は、環境省による海水や底質のモニタリングなどに限定され [4]、海洋生態系を対象としたモニタリングはほとんど実施されていない。

第一に廃トランス・コンデンサーからのPCB（ストックパイル）の漏出が懸念される。わが国で過去に生産・利用されたPCBは約6万トンで、その大半はトランス・コンデンサーなど電気機器に絶縁油として含まれる。PCBは、カネミ油症事件などの人災が発生し、その汚染と影響が社会問題化したため1974年に第一種特定化学物質に指定され、原則生産・使用禁止となった。PCB

含有廃トランス・コンデンサー（PCB 廃棄物）は電力会社や事業者によって長年保管されてきたが、2001年に PCB 処理に関する特別措置法が整備され、全国5か所に処理施設を建設して順次無害化がすすめられていた。その矢先に今回の震災にみまわれ、津波によって PCB 廃棄物が海洋へさらわれる事態となった。環境省は各自治体から PCB 含有機器の被災情報を収集し、津波等による流失機器が比較的小数だったことを報告している [5] が、一部の事業所や火力発電所・原子力発電所などは状況把握が困難であり、今なお全容はつかめていない。また、これまでに実施された環境省のモニタリング調査では、海水や底質中の PCBs レベルに異常は認められていない [4] もの、今後流出した PCB 廃棄物から徐々に PCBs が漏出・拡散し、時間を経て生物濃縮される可能性は大いに考えられる。

一方で、東日本大震災で倒壊した家屋やビルなどの災害廃棄物が約 2500 万トンに上ると推計されている。震災で生じたこれらの大量の廃木材等の廃棄物は今後焼却処理される予定であるが、処理には3年の期間を要するとされており、これが被災地の復興の隘路となっている。さらに、仮置き場における偶発的な火災等によりダイオキシン類の発生が予想されており、その放出と汚染も危惧される環境問題の一つである。海水で洗われた廃棄物の低温燃焼は、ダイオキシン類の生成を加速するとも言われており、行政による注意喚起と監視が必要である。

さらに、寒冷地の家屋には大量の断熱材が使用されて

おり、それらを防燃加工する目的で添加された有機臭素系・リン酸エステル系難燃剤についても、今回の津波による家屋の倒壊・流出に伴い海洋へ放出されたと考えられる。類似の汚染問題は、医薬品や化粧品などの身体ケア製品由来の化学物質、大量の車両や船舶等の廃棄物に由来する鉛など毒性元素でも予想される。とくに、深刻な被害にみまわれた石巻市や気仙沼市では重化学工業地域や製紙工場などが被災しており、大量の化学物質が環境中に放出された可能性がある。

震災や津波による化学汚染の影響を確認するには、震災前後のデータを相互比較することが必要である。これまでの化学汚染調査で震災の影響が明確でないのは、震災以前の環境試料、すなわちコントロール試料との比較が不十分なため、データ解析が曖昧になったことによると考えられる。本研究では、震災によって放出された化学物質の汚染実態と環境リスクを評価するとともに、愛媛大学の生物環境試料バンク (es-BANK) に保存されている試料 [6] を活用して、震災以前のバックグラウンドレベルと比較することで、単なる汚染モニタリングではなく、震災の影響を正確に評価することを目的とする。本研究で得られる汚染レベルと毒性プロファイリングの経時的推移データは、汚染防止対策が求められる有害物質の優先順位決定に有効であり、地域・海域ごとの化学物質の暴露リスク評価や汚染源特定が可能と考えている。これらの基礎情報を活用することで、被災地産魚介類の安全性評価や風評被害の未然防止など、学術的な成果だけでなく行政施策への貢献も期待できる。

3. これまでの知見 ～北太平洋における魚類生態系の臭素系難燃剤汚染～

当研究グループでは、これまでの研究で臭素系難燃剤 (BFRs) による生態系汚染の実態を解明するために、東北沖の太平洋で魚介類を採取して化学分析を実施し、その汚染実態や生物濃縮について明らかにした。ポリ臭素化ジフェニルエーテル (PBDEs) やヘキサブROMシクロドデカン (HBCDs) は、現在でも広域利用されている BFRs で、家電製品や建築材料、室内装飾品などの生活用品を難燃化するために添加されている。一部の BFRs は有機塩素化合物と同様の生物蓄積性や生体毒性を有するため、環境や生物に対する影響が懸念されている [7]。欧米を中心に、BFRs による環境汚染は多数報告されて

いるものの、食物連鎖を介した生物濃縮性に関する研究は依然として乏しいのが現状である [8-11]。そこで本研究では、北太平洋の西岸宮城沖と東岸北カリフォルニア沖の表層で採取した生物試料を活用して BFRs および PCBs 濃度を測定し、海洋生態系における汚染の分布と生物蓄積の特徴を解析した。さらに、窒素・炭素の安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$ および $\delta^{13}\text{C}$) に基づいて生態系構造を解析し、食物連鎖を介した有機ハロゲン化合物の動態や生物濃縮特性の解明を試みた。

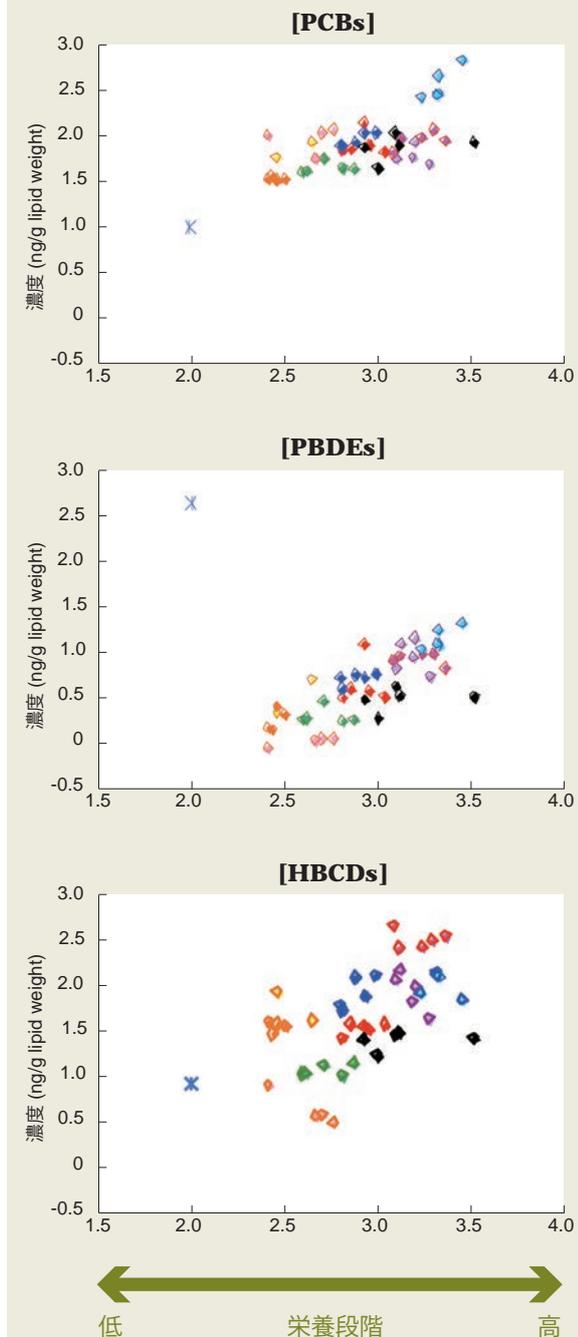
2007年に宮城沖で14種、北カリフォルニア沖で9種の魚類・甲殻類・頭足類試料を採取し、化学分析を

行った。また、それぞれの海域で動物プランクトンも採取・分析した。PCBs および BFRs (PBDEs, HBCDs) の分析は既法に従い、PCBs・PBDEs はガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS)、HBCDs は高速液体クロマトグラフタンデム質量分析計 (LC-MS/MS) でそれぞれ同定・定量した [12-14]。 $\delta^{15}\text{N}$ および $\delta^{13}\text{C}$ はガスクロマトグラフ同位体比質量分析計 (GC-IRMS) で測定した [15]。

分析した全ての試料から PCBs、PBDEs、HBCDs が検出され、これらの物質による外洋生態系の広域汚染が明らかとなった (表 1-2)。対象物質のなかでは PCBs が最も高い濃度を示し、そのレベルは宮城沖・北カリフォルニア沖の両海域で同程度の値が得られた。BFRs の場合、宮城沖では HBCDs 濃度の方が PBDEs より高値を示したのに対し、北カリフォルニア沖では逆の傾向が観察された。これは、日本とアメリカにおける臭素系難燃剤の使用実績の違いを反映していると考えられる [16]。また、生態系構造の違いが化学物質の生物濃縮特性に及ぼす影響を明らかにするため、既存の方法に基づいて PCBs、PBDEs、HBCDs 濃度と $\delta^{15}\text{N}$ を用いて算出した栄養段階 (TL) の関係を解析した [17, 18]。その結果、宮城沖の生物については各物質濃度と TL の間に有意な正の相関関係が認められ、食物連鎖を通じた生物濃縮が示唆された (図 2)。さらに、これら物質の各異性体濃度と TL の回帰直線の傾きを食物連鎖による濃縮係数 (Trophic magnification factor: TMF) と定義し、脂溶性の指標オクタノール-水分配係数 (log KOW) との関係を解析した。その結果、既存の報告と同様に、log KOW が 5-7 の PCB 異性体については TMF が脂溶性依存的な上昇傾向を示した [17-22]。PBDE 異性体も、PCBs 同様に脂溶性依存的な濃縮率の増加が認められたものの、一部の異性体では PCBs とは異なるパターンが認められた。例えば、BDE-99 は log KOW から予測された TMF よりも低値であり、生体内における代謝や脱臭素の影響が推察された [23, 24]。一方で、カリフォルニア沖の生態系では、TL と BFRs・PCBs 濃度の間に相関は認められなかった。これは湧昇域の生態系は相対的に栄養段階数が少ないため、食物連鎖による生物濃縮が顕著でないと推察された。

本研究により、海洋生態系における BFRs および POPs の生物濃縮の態様とその地域差が明らかとなった。化学汚染の生態影響やリスクを正しく評価するには、その海域の生態系構造を詳細に解析し、化学物質の生物濃縮特性を適切に理解することが重要と考えられ、本研究

【図 2】 2007 年に宮城沖で採取した魚介類中の PCBs、PBDEs、HBCDs 濃度と栄養段階の関係



で提案したアプローチを今後 POPs 候補物質のモニタリングに適用することが望まれる。

【表 1】 2007 年に宮城沖で採取された魚介類の $\delta^{15}\text{N}$ および $\delta^{13}\text{C}$ と PCBs、PBDEs、HBCDs 濃度 (ng/g lipid weight; mean \pm SD).

種	n	$\delta^{15}\text{N}$		$\delta^{13}\text{C}$		濃度 (ng/g lipid weight)					
		(‰)		(‰)		PCBs		PBDEs		HBCDs	
マダラ	2	13.46	\pm 0.35	-17.99	\pm 0.19	41	\pm 7.3	1.6	\pm 0.12	11	\pm 0.36
ブリ	5	13.30	\pm 0.27	-16.83	\pm 0.12	410	\pm 190	14	\pm 4.1	100	\pm 30
ヨシキリザメ	4	12.95	\pm 0.42	-18.61	\pm 0.37	140	\pm 38	5.3	\pm 3.6	8.6	\pm 3.9
サワラ	5	12.93	\pm 0.40	-17.54	\pm 0.65	95	\pm 19	8.4	\pm 1.2	310	\pm 78
シイラ	5	12.78	\pm 0.23	-17.55	\pm 0.08	71	\pm 20	9.2	\pm 3.6	89	\pm 39
シマガツオ	5	12.63	\pm 0.77	-18.70	\pm 0.59	80	\pm 23	3.1	\pm 0.8	25	\pm 4.8
スルメイカ	5	12.58	\pm 0.44	-17.31	\pm 0.90	56	\pm 19	2.2	\pm 1.1	12	\pm 4.9
スケトウダラ	2	12.57	\pm 0.32	-18.24	\pm 0.79	72	\pm 23	3.1	\pm 1.1	67	\pm 13
カツオ	5	11.90	\pm 0.30	-18.61	\pm 0.94	87	\pm 30	5.1	\pm 3.8	32	\pm 4.5
マサバ	5	11.78	\pm 0.27	-17.70	\pm 1.33	95	\pm 16	5.0	\pm 0.7	84	\pm 34
カツオ	5	11.24	\pm 0.41	-19.59	\pm 1.29	46	\pm 6.7	2.0	\pm 0.46	11	\pm 1.7
サケ	4	10.95	\pm 0.52	-20.34	\pm 0.64	98	\pm 27	1.0	\pm 0.10	4.5	\pm 2.2
カタクチイワシ	2	10.68	\pm 0.45	-18.78	\pm 0.91	74	\pm 19	3.5	\pm 1.9	60	\pm 30
マイワシ	4	10.33	\pm 0.12	-19.16	\pm 2.17	35	\pm 1.3	1.8	\pm 0.53	34	\pm 4.2
サンマ	2	7.44	\pm 0.10	-21.80	\pm 1.54	9.3	\pm 0.21	0.34	\pm 0.13	1.2	\pm 0.68
動物プランクトン	1	8.78		-20.49		11		409		8.1	

【表 2】 2007 年に北カリフォルニア沖で採取された魚介類の $\delta^{15}\text{N}$ および $\delta^{13}\text{C}$ と PCBs、PBDEs、HBCDs 濃度 (ng/g lipid weight; mean \pm SD).

種	n	$\delta^{15}\text{N}$		$\delta^{13}\text{C}$		濃度 (ng/g lipid weight)					
		(‰)		(‰)		PCBs		PBDEs		HBCDs	
アメリカオアカイカ	3	14.98	\pm 0.28	-17.98	\pm 0.37	20	\pm 5.9	0.18	\pm 0.07	<0.05	
マサバ	2	14.86	\pm 0.25	-18.22	\pm 0.71	75	\pm 74	20	\pm 21	0.32	\pm 0.24
アブラツノザメ	1	14.61		-16.06		610		92		4.8	
カリフォルニアカタクチイワシ	4	14.55	\pm 0.21	-17.28	\pm 0.19	120	\pm 20	31	\pm 11	2.3	\pm 2.1
シロガネダラ	6	14.27	\pm 0.48	-17.14	\pm 0.41	76	\pm 36	27	\pm 14	0.88	\pm 1.1
イカ	3	14.25	\pm 0.41	-18.48	\pm 0.31	35	\pm 11	5.6	\pm 0.79	<0.05	
ピンナガ	1	14.09		-22.65		20		1.3		0.66	\pm
マイワシ	5	13.45	\pm 0.26	-11.13	\pm 16.39	48	\pm 32	9.3	\pm 4.9	0.11	\pm 0.12
アジ類	3	13.30	\pm 0.46	-17.94	\pm 0.69	54	\pm 33	16	\pm 11	0.21	\pm 0.02
動物プランクトン	1	10.04		-20.74		46		18		0.93	

4. 現在までの結果

2011 年 12 月と 2012 年 3 月に、福島県相馬双葉漁協および宮城県志津川漁協より、魚介類試料の提供を受け、化学分析を行った。現在までに表 3、4 に示した一部の魚類、貝類、海藻について分析が終了した。この結果から、一部の検体を除くほとんどすべての魚介類から分析対象とした PCBs、PBDEs、HBCDs が検出され、これらの物質による広域的な生態系汚染が確認された。濃度順位は、PCBs、HBCDs、PBDEs の順であり、これは以前の調査結果と一致していた。一部の検体で HBCDs 濃度が PCBs に匹敵もしくは上回るものがあり、東北地方における HBCDs の使用量が多いことを反映しているものと思われる。HBCDs は、繊維製品への添加の他に、建材として使用される断熱材の防燃化にも用いられてお

り、冬期の気温が低いこの地域で大量に使用された可能性が高い。今回の調査では安定同位体が測定されなかったため、この海域における対象物質の生物濃縮性について解析不能であったが、今後 $\delta^{15}\text{N}$ および $\delta^{13}\text{C}$ を測定して栄養段階との関係を解明する予定である。今回分析した魚種のうち、2007 年に採取されたものと同一の種はマダラのみであったため、過去と対比した震災の影響を解析することは困難と考えられる。参考までに、マダラの PCBs 濃度は 2007 年の検体では平均 41 ng/g lipid で検出されたのに対し、今回分析した検体は平均 170 ng/g lipid であり、約 4 倍の高い値を示した。震災後に PCBs の濃度が上昇した可能性を示唆する結果である。しかしながら、魚類中の蓄積レベルを決定する要因とし

て採取海域や季節、体長なども影響するため、今後検体数や分析対象種数を増やすことで生態系全体に汚染が拡

大したかどうか検証する必要がある。

【表3】 2011年12月および2012年3月に相馬双葉漁協より提供された魚介類のPCBs、PBDEs、HBCDs濃度 (ng/g lipid weight)

種	濃度 (ng/g lipid weight)		
	PCBs	PBDEs	HBCDs
マガレイ-1	120	1.7	<0.5
マガレイ-2	140	4.5	<0.5
カナガシラ-1	86	2.8	29
カナガシラ-2	110	1.0	12
ヒラメ-1	160	3.5	96
ヒラメ-2	180	4.5	52
トラザメ-1	120	1.2	22
トラザメ-2	94	1.4	2.2
アイナメ-1	130	6.0	57
アイナメ-2	440	9.9	38
マダラ-1	110	2.2	38
マダラ-2	240	2.5	7.8
マアナゴ-1	57	2.0	35
マアナゴ-2	52	2.1	36
アサリ	67	2.3	250
ムラサキイガイ	240	29	310

【表4】 2012年3月に志津川漁協より提供された魚介類のPCBs、PBDEs、HBCDs濃度 (ng/g lipid weight)

種	濃度 (ng/g lipid weight)		
	PCBs	PBDEs	HBCDs
ホタルイカ	57	0.9	1.3
イワガキ	83	5.9	22
ワカメ	100	<0.5	<0.5
ホタテ	71	1.4	26
ムラサキイガイ	120	2.1	12

5. まとめと今後の課題

PCBなどを含む有害廃棄物は、津波によってすでに海洋へ流出したものに加え、埋立てや焼却によって今後継続的に環境へ流出する恐れがあるため、放射性物質だけでなく多様な有害物質の環境モニタリングが必要と考えられる。PCB等の化学物質は、海洋の食物網を介して栄養段階の高次生物に海水の数百万倍～数千万倍の濃縮率で蓄積される可能性があることから、ヒトだけでなく海洋生態系全体を保全する有害物質対策が強く求められる。

本研究では、愛媛大学のes-BANKに収蔵された東北地方太平洋沖の魚介類試料を活用することで、震災前のバックグラウンドレベルとの比較が可能になり、単なる化学物質のモニタリングと濃度レベルの報告にとどまらず、震災の影響を科学的に検証し、将来的なヒトや生態系に対するリスクを適切に評価することが可能とされている。このようなアプローチは、長年に渡って各地で広域モニタリングを実施して試料を保存し続けた故に可能

であり、世界的に見ても極めて貴重な情報を提供できる。

また、震災後¹³⁷Csなどの放射性元素による汚染が社会的関心・懸念を集めているが、セシウムの場合、海水から魚類への生物濃縮率は最大でも100～1000倍程度であり、哺乳動物体内の半減期は数十～数百日とされている。そのため、原子力発電所からの流出が止まればその蓄積レベルやリスクは経時的に減衰することが推察される。

それに対して、PCBsをはじめとする残留性有機汚染物質は、体内の脂肪組織に長期間にわたって残留することに加え、食物連鎖を通じて高次生物に濃縮される。魚食性の魚類・海鳥類や海棲哺乳類など食物連鎖の頂点に位置する生物種が、PCBsやDDTsなどのPOPsを海水と比べ数十万～数千万倍にも濃縮することは良く知られており、中長期的な観点で考えた場合、これらの化学物質による曝露リスクの評価は不可欠である。

東日本大震災では、災害にあっても一致団結して整然

と対処している日本人の行動が国内外で賞賛されている。今回の震災に対するわが国の有害物質対策に関して、多くの国の研究機関や政府が注目し、さまざまな立場・分野の能力を結集したランドデザインの提示を期待している。災害時の有害物質対策では、客観的視座で機能的・機動的に対処する行動力が求められる。我々研究者の立場からは、行政や一般市民が客観的に評価・判断できる観測データと科学的知見に基づく解析を積み上げ、信頼性の高い媒体での公表（学術論文等）を目指す必要がある。

国や地方自治体に求められるのは、公平・公正な方法を用いた広域モニタリングとそのデータの公表であろう。個々の事業者や農業・漁業従事者が放射能測定等の化学分析を実施するのは困難なため、国や自治体のサポートが不可欠である。また、ただ測定するだけでなく、速報性・透明性の高い方法（web ページ等）で客

観的な情報を公開することが必要である。公開に際し、フォーマット・テンプレートの統一が重要であり、この点は国立・公立の試験研究機関等が連携してリードすべき部分と言える。

農業・漁業従事者や一般市民は、風評に惑わされず、科学的で公正・公平な判断可能な知識や情報を入手することが求められる。膨大な情報が錯綜する中から、正しいこと、信頼できることを抽出するのは難しいが、自ら情報を集め、判断する力を養うことが必要である。例えば、基準値や暫定基準に対する考え方も、その値が設定された根拠や経緯が理解できれば、基準値を超過した（あるいは基準値付近の）製品に対して冷静に対処できる。いずれにせよ、今後、類似の自然災害が発生した場合、東日本大震災を受けて実行された有害物質対策が日本モデルとして広く活用され、世界の規範となることを望みたい。

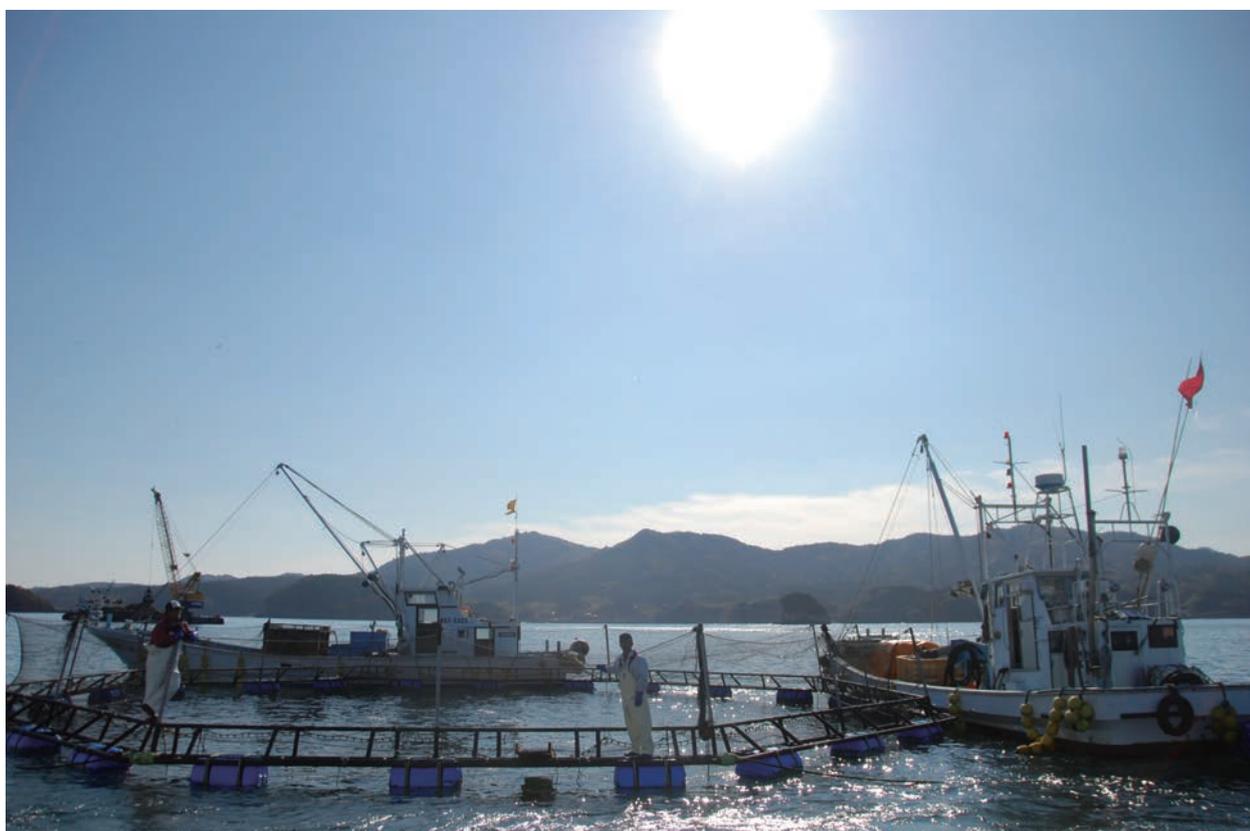
引用文献

1. Buesseler, K.O., et al., *Fukushima-derived radionuclides in the ocean and biota off Japan*. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2012.
2. Yoshitome, R., et al., *Global Distribution of Radionuclides (¹³⁷Cs and ⁴⁰K) in Marine Mammals*. Environmental Science & Technology, 2003. 37(20): p. 4597-4602.
3. Bird, W.A. and E. Grossman, *Chemical aftermath: contamination and cleanup following the Tohoku earthquake and tsunami*. Environ Health Perspect, 2011. 119(7): p. A290-301.
4. 環境省水・大気環境局水環境課. 被災地の海洋環境の第3次モニタリング調査結果の公表について. 2012; Available from: <http://www.env.go.jp/press/press.php?serial=15112>.
5. 環境省産業廃棄物課. 東日本大震災のPCB廃棄物への影響について(第6報). 2012; Available from: http://www.env.go.jp/jishin/attach/saigai_pcb_eikyo_201205.pdf.
6. Tanabe, S., *Environmental Specimen Bank in Ehime University (es-BANK), Japan for global monitoring*. J Environ Monit, 2006. 8(8): p. 782-90.
7. de Wit, C.A., *An overview of brominated flame retardants in the environment*. Chemosphere, 2002. 46(5): p. 583-624.
8. Burreau, S., et al., *Biomagnification of polychlorinated biphenyls (PCBs) and polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) studied in pike (Esox lucius), perch (Perca fluviatilis) and roach (Rutilus rutilus) from the Baltic Sea*. Chemosphere, 2004. 55(7): p. 1043-52.
9. Burreau, S., et al., *Biomagnification of PBDEs and PCBs in food webs from the Baltic Sea and the northern Atlantic Ocean*. Sci Total Environ, 2006. 366(2-3): p. 659-72.
10. Kelly, B.C., et al., *Bioaccumulation behaviour of polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) in a Canadian Arctic marine food web*. Sci Total Environ, 2008. 401(1-3): p. 60-72.
11. Wan, Y., et al., *Trophodynamics of polybrominated diphenyl ethers in the marine food web of Bohai Bay, North China*. Environ Sci Technol, 2008. 42(4): p. 1078-83.
12. Eguchi, A., et al., *Optimisation of the analytical method for octa-, nona- and decabrominated diphenyl ethers using gas chromatography-quadrupole mass spectrometry and isotope dilution*. International Journal of Environmental Analytical Chemistry, 2011. 91(4): p. 348-356.
13. Isobe, T., et al., *Isomer specific determination of hexabromocyclododecanes (HBCDs) in small cetaceans from the South China Sea--Levels and temporal variation*. Mar Pollut Bull, 2007. 54(8): p. 1139-45.
14. Kunisue, T., et al., *Contamination status and accumulation features of persistent organochlorines in pet dogs and cats from Japan*. Environ Pollut, 2005. 136(3): p. 465-76.
15. Miller, T.W., et al., *Tracing anthropogenic inputs to production in the Seto Inland Sea, Japan--a stable isotope approach*. Mar Pollut Bull, 2010. 60(10): p. 1803-9.
16. Watanabe, I. and S. Sakai, *Environmental release and behavior of brominated flame retardants*. Environ Int, 2003. 29(6): p. 665-82.
17. Fisk, A.T., K.A. Hobson, and R.J. Norstrom, *Influence of chemical and biological factors on trophic transfer of persistent organic pollutants in the northwater polynya marine food web*. Environ Sci Technol, 2001. 35(4): p. 732-8.
18. Muir, D., et al., *Bioaccumulation of PCBs and chlorinated pesticides in seals, fishes and invertebrates from the White Sea, Russia*. Sci Total Environ, 2003. 306(1-3): p. 111-31.
19. Hop, H., et al., *Food web magnification of persistent organic pollutants in poikilotherms and homeotherms*. Environ Sci Technol, 2002. 36(12): p. 2589-97.
20. Kelly, B.C., et al., *Food web-specific biomagnification of persistent organic pollutants*. Science, 2007. 317(5835): p. 236-9.
21. Law, K., et al., *Bioaccumulation and trophic transfer of some brominated flame retardants in a Lake Winnipeg (Canada) food web*. Environ Toxicol Chem, 2006. 25(8): p. 2177-86.
22. Nfon, E., I.T. Cousins, and D. Broman, *Biomagnification of organic pollutants in benthic and pelagic marine food chains from the Baltic Sea*. Sci Total Environ, 2008. 397(1-3): p. 190-204.
23. Stapleton, H.M., et al., *Debromination of the flame retardant decabromodiphenyl ether by juvenile carp (Cyprinus carpio) following dietary exposure*. Environ Sci Technol, 2004. 38(1): p. 112-9.
24. Stapleton, H.M., R.J. Letcher, and J.E. Baker, *Debromination of polybrominated diphenyl ether congeners BDE 99 and BDE 183 in the intestinal tract of the common carp (Cyprinus carpio)*. Environ Sci Technol, 2004. 38(4): p. 1054-61.

6. 震災後の水産業と復興方策

—福島県相馬市と宮城県南三陸町の事例—

東京海洋大学 馬場 治



1. 地区の漁業概要

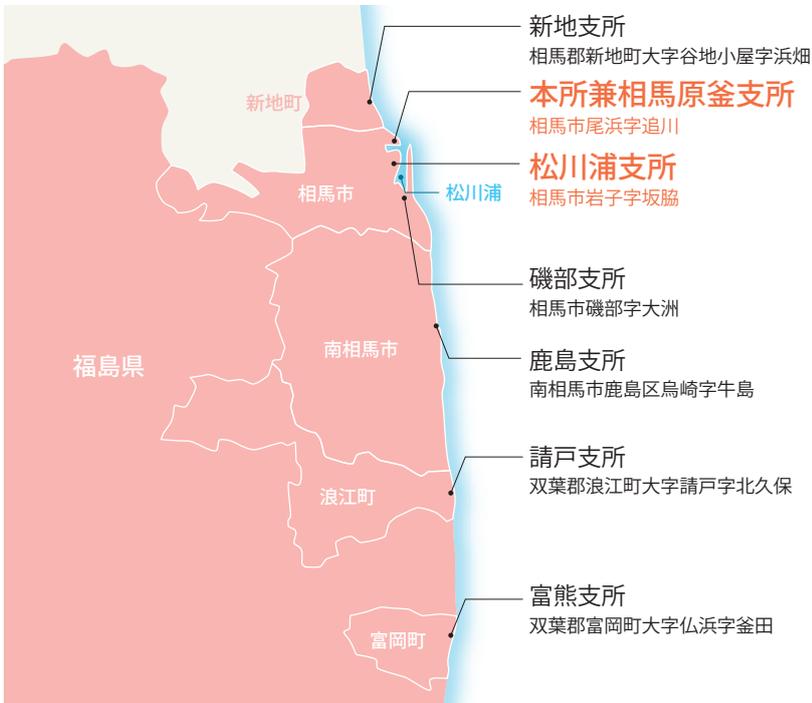
1-1. 相馬地区（相馬市）

(1) 漁業地区と漁業協同組合の構成

農林水産省の漁業センサスにおいては、相馬市内の漁業地区⁽¹⁾として相馬原釜、松川浦、磯部の3地区が設定されている(図1)。かつてこれらの漁業地区を含む相馬市、南相馬市、双葉郡浪江町、双葉郡富岡町、相馬郡新

地町の各地区にあった7つの漁業協同組合は、2003年10月に合併して相馬双葉漁業協同組合となった。相馬双葉漁協の本所は相馬市内の相馬原釜支所と同所にあり、この本所と隣接しているのが松川浦支所である。本調査で直接の対象としたのは相馬原釜支所と松川浦支所である。

【図1】 相馬地区の漁業協同組合



【表1】 基本項目

漁業地区	漁業経営体数 (経営体)	漁船				11月1日現在の海上作業従事者数				
		無動力漁船 (隻)	船外機付 漁船 (隻)	動力漁船		計 (人)	家族			雇用者 (人)
				隻数 (隻)	トン数 (トン)		小計 (人)	男 (人)	女 (人)	
相馬原釜	156	-	11	159	1,247	345	224	222	2	121
松川浦	107	6	123	26	244	210	165	118	47	45

(2) 漁業の概要

調査地区である相馬原釜と松川浦の漁業の概要について、各項目別に見ておく。数値はいずれも2008年漁業センサスに基づく。

①基本項目(表1参照)

<相馬原釜>

漁業経営体数は156経営体、漁船隻数は170隻である。170隻のうち159隻は動力漁船であり、残り11隻が船外機船である。海上作業従事者数は345人で、うち家族従事者が224人、雇用者が121人であり、雇用者の割合は35%である。

<松川浦>

漁業経営体数は107経営体、漁船隻数は155隻である。155隻のうち123隻が小型船外機船であり、相馬原釜に比べて小型漁船が多い。後述するように、松川浦では静かな湾内で行われるのり養殖が中心であることから、船外機船を利用する経営体が多い

②経営体階層(表2参照)

<相馬原釜>

156経営体のうち沿岸漁業層⁽²⁾が128経営体(82%)を占め、中小漁業層⁽³⁾は28経営体(18%)である。使用漁船総トン数では5~10トン層が最も多く60経営体、

(1) 漁業センサスでいう漁業地区とは、「市区町村の区域内において、共通の漁業条件及び共同漁業権を中心とした地先漁業の利用等に係る社会経済活動の共通性に基づいて漁業が行われる地区」とされている。
 (2) 沿岸漁業層とは、漁船非使用、無動力漁船、船外機付漁船、動力漁船10トン未満、定置網及び海面養殖の各階層を総称したものである。
 (3) 中小漁業層とは、経営体で使用する動力漁船の総トン数が10トン以上1,000トン未満の各階層を総称したものである。

次いで3～5トン層が58経営体、10～20トン層が23経営体と続く。のり養殖も5経営体あるが、ここではほとんどが漁船漁業階層である。

<松川浦>

107経営体のうち沿岸漁業層が100経営体(93.5%)を占め、中小漁業層は7経営体(6.5%)である。107経営体のうちのり養殖が64経営体あり、松川浦地区の主要階層をなしている。漁船使用階層では3～5トン層が11経営体で最も多く、次いで5～10トン層が6経営体、10～20トン層が5経営体と続く。

相馬原釜では漁船使用経営体が中心となっているのに対して、松川浦ではのり養殖経営体が中心となり、漁船使用階層規模も松川浦の方が小さい。

<相馬原釜>

「主とする漁業種類別⁽⁴⁾」では、156経営体のうち70経営体が刺網、次いで船びき網が34経営体、底びき網が29経営体(沖合底びき網24、小型底びき網5)であり、これら3業種だけで全体の85%を占め、網漁業中心の地区であることが分かる。「営んだ漁業種類別⁽⁵⁾」では、刺網が100経営体、船びき網が70経営体であり、着業経営体数ではこれらが地区の中心的な業種となっている。

<松川浦>

「主とする漁業種類別」では、107経営体のうち64経営体がのり養殖であり、次いで採貝・採藻が17経営体である。「営んだ漁業種類別」では、のり養殖が64経営体、次いで採貝・採藻が77経営体である。これらのことから、のり養殖を営む経営体の収入は、のり養殖の販売金額が中心であり、その経営体が兼業として採貝・採

③漁業種類別経営体数(表3参照)

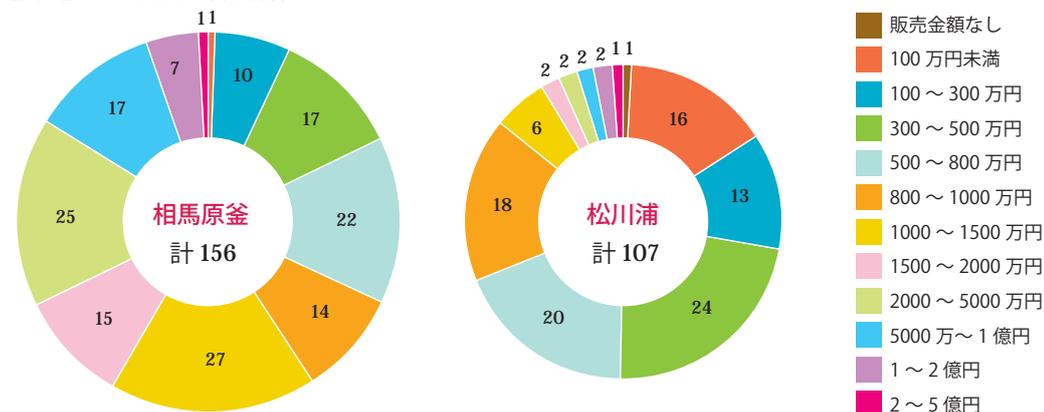
【表2】 経営体階層別経営体数

漁業地区	計	漁船			中小漁業層	漁船非使用	船外機付漁船	漁船使用						小型定置網	海面養殖		
		計	海面養殖層	左記以外の沿岸漁業層				動力漁船使用							かき類養殖	こんぶ類養殖	のり類養殖
								1～3	3～5	5～10	10～20	20～30	30～50				
相馬原釜	156	128	5	123	28	-	-	4	58	60	23	-	5	1	-	-	5
松川浦	107	100	66	34	7	-	17	-	11	6	5	-	2	-	1	1	64

【表3】 漁業種類別経営体数

	漁業地区	計	底びき網		船びき網	その他の刺網	小型定置網	その他のほえ縄	その他の釣	潜水器漁業	採貝・採藻	その他の漁業	海面養殖			
			沖合底びき網	小型底びき網									かき類養殖	こんぶ類養殖	わかめ類養殖	のり類養殖
主とする	相馬原釜	156	24	5	34	70	1	9	5	-	-	3	-	-	-	5
	松川浦	107	5	3	2	10	-	-	3	-	17	1	1	1	-	64
営んだ	相馬原釜	156	24	11	70	100	1	15	17	6	6	21	-	-	-	5
	松川浦	107	5	3	4	12	-	-	5	-	77	2	2	1	1	64

【図2】 販売金額別経営体数



藻を行っている様子がうかがえる。松川浦での採貝・採藻は松川浦の潟湖内でのアサリ採捕漁業である。

④販売金額別経営体(図2参照)

<相馬原釜>

1,000～1,500万円階層が27経営体で最も多く、以下2,000～5,000万円が25経営体、500～800万円が22経営体である。1,000万円以上階層に92経営体(60%)あり、所得の高い階層が多い地域といえる。5,000万円以上階層に25経営体あるが、この階層には主に沖合底びき網が含まれている。

<松川浦>

300～500万円階層が24経営体で最も多く、以下500～800万円が20経営体、800～1,000万円が18経営体である。1,000万円未満階層に92経営体(86%)、

500万円未満階層に54経営体(51%)が含まれ、小規模なり養殖が中心の地域であることが分かる。

⑤個人経営体の自営漁業の専業別経営体(表4、表5参照)

<相馬原釜>

個人経営155経営体のうち67%にあたる104経営体が専業(自営漁業)、自営漁業を主とする第1種兼業漁家は48経営体(31%)であり、あわせると98%に達し、専業漁家を中心として、漁業が中心となっている地域であることが分かる。

第1種兼業漁家の兼業業種は「勤め」が中心である。

<松川浦>

個人経営107経営体のうち専業は約30%の32経営体、自営漁業を主とする第1種兼業漁家は42経営体(39%)、

(4) 主とする漁業種類とは、過去1年間に行ったすべての漁業種類のうち、販売金額が最も多かった業種をいう。

(5) 営んだ漁業種類とは、過去1年間に行ったすべての漁業種類をいう。

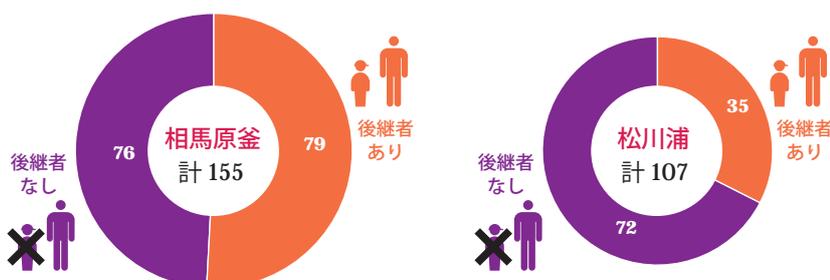
【表4】 個人経営体の自営漁業の専業別経営体数

漁業地区	計	専業 (自営漁業のみ)	兼業							
			自営漁業が主			自営漁業が従				
			小計	自営漁業と共同経営のみ	その他	小計	自営漁業と共同経営のみ	その他		
相馬原釜	155	104	48	-	48	38	3	-	3	2
松川浦	107	32	42	-	42	4	33	-	33	5

【表5】 漁業の主従別営んだ兼業種類別経営体数

漁業地区	計 (実数)	漁業を主とする経営体									漁業を従とする経営体								
		小計 (実数)	自営業				勤め	共同経営に出資従事	漁業雇われ	漁業以外の仕事に雇われ	小計 (実数)	自営業				勤め	共同経営に出資従事	漁業雇われ	漁業以外の仕事に雇われ
			水産加工業	民宿	遊漁船業	その他						水産加工業	民宿	遊漁船業	その他				
相馬原釜	51	48	1	1	3	5	41	-	1	5	3	-	1	-	-	2	-	-	-
松川浦	75	42	2	3	3	31	16	-	1	14	33	-	9	3	17	20	-	-	13

【図3】 個人経営体の後継者の有無別経営体数



自営漁業を従とする第2種兼業漁家は33経営体で、兼業漁家が多数を占める地域である。

第1種兼業漁家の兼業業種は「その他」が最も多く、その具体的業種は農業が中心と思われる。これに次ぐのが「勤め」である。第2種兼業漁家の兼業業種として最も多いのは「勤め」であり、これに次ぐのが「その他」（農業が中心と思われる）である。

⑥後継者の有無(図3参照)

<相馬原釜>

個人経営155経営体のうち、後継者ありとする経営体が半数を超える79経営体あり、所得の高い漁業を中心として、この地域が後継者確保ができてきている地域であることが伺える。

<松川浦>

個人経営107経営体のうち、後継者ありとする経営体は33%に過ぎず、3分の2の経営体には後継者がいない。農業や勤めを主とする兼業漁家が多く、漁業所得もそれほど大きくはないことから、漁業後継者の確保が容易ではないことが伺える。

⑦年齢構成(図4参照)

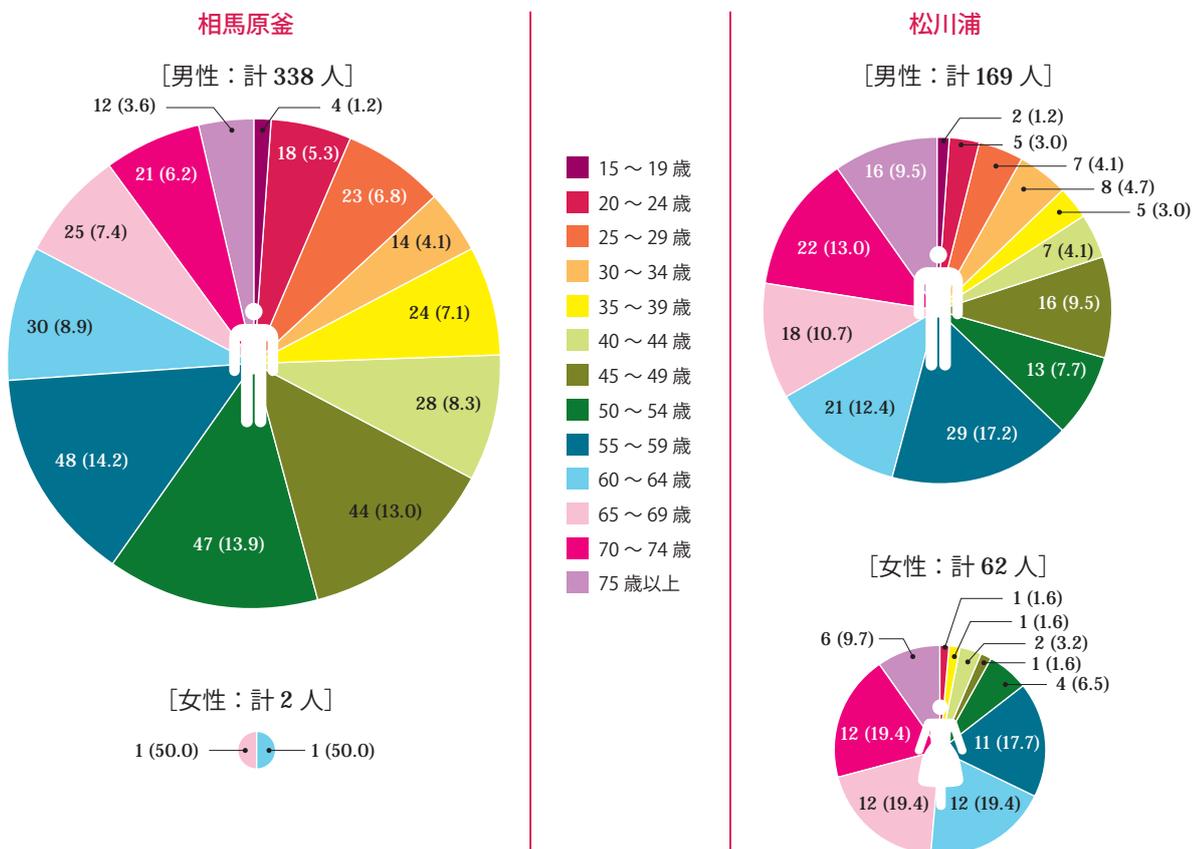
<相馬原釜>

漁業就業者総数は340名であるが、そのうち女子就業者はわずかに2名のみである。漁船漁業中心の漁業地域であることから女子就業者が少ないものと考えられる。男子就業者の中心年齢は45～59歳(41%)であり、近年の漁業地域の平均的状況からすれば比較的若く、それだけ漁業が活発に行われていたことが分かる。また、40歳未満の男子就業者の比率が約25%であり、後継者も比較的順調に確保されてきていることが分かる。

<松川浦>

漁業就業者総数は231名であり、そのうち女子就業者の比率は27%と比較的高い。家族経営形態でのり養殖を中心とする地域であることから、夫婦での操業形態が多いと考えられる。男子就業者の中心年齢は55～74歳(53%)であり、相馬原釜に比べると高齢化が進んでいることが分かる。また、女子就業者も同じ55～74歳の年齢階層(76%)が中心であり、このことから夫婦操業が多いことが伺われる。40歳未満の男子就業者の比率は16%であり、相馬原釜に比べて低い。

【図4】 年齢構成



1-2. 戸倉地区（南三陸町）

(1) 漁業地区と漁業協同組合の構成

漁業センサスでは南三陸町内には漁業地区として歌津、志津川、戸倉の3地区が設定されている。宮城県では、2007年4月1日に県下31の沿海地区漁協が合併して宮城県漁協が発足した。その後、同年9月に宮城県漁業協同組合連合会（宮城県漁連）を包括継承し、さらに同年10月には宮城県信用漁業協同組合連合会（宮城県信漁連）も包括継承し、現在の宮城県漁業協同組合が結成された。宮城県漁協は発足当初は旧宮城県漁連があった仙台市に本所をおいていたが、2008年3月に石巻市に移転した。

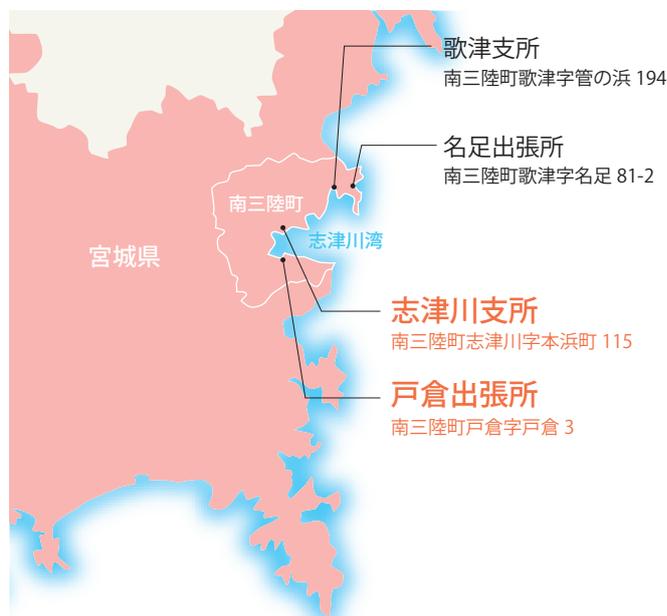
宮城県漁協に合併する前には、南三陸町内には歌津、志津川、戸倉の3漁協があったが、合併後は歌津支所、志津川支所の2支所となり、歌津支所には名足出張所、志津川支所には戸倉出張所がそれぞれ置かれて、合計4つの支所・出張所体制となっている（図5参照）。今回直接調査対象としたのは戸倉出張所の管轄地区である。

南三陸町は、行政区分としては歌津地区、入谷地区、志津川地区、戸倉地区の4地区に分けられ、その世帯と人口は表6のとおりである。南三陸町の中心地区は志津川地区であり、人口の半数近くが志津川地区に集中している。

(2) 漁業の概要

南三陸町の支所、出張所の位置は、名足出張所が町内

【図5】 南三陸町の漁業協同組合



最北の外洋に面した場所に位置し、歌津支所は志津川湾の湾口部に位置している。志津川湾主要部の北側に位置するのが志津川支所、南側に位置するのが戸倉出張所である。

直接の調査対象地区は戸倉であり、漁業概要については戸倉地区を中心に述べるが、戸倉地区と同様に志津川湾内の主要部を漁場とし、漁場利用上の関係が深いのが志津川地区であることから、参考のために志津川地区の概要についても資料として掲載しておく。数値はいずれも2008年漁業センサスに基づく。

【表6】 行政区分別世帯数と人口（単位：戸、人）

年度	総数		歌津地区		入谷地区		志津川地区		戸倉地区	
	世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口	世帯数	人口
平成 17	5,344	18,868	1,429	5,516	517	2,040	2,713	8,695	685	2,617
18	5,359	18,568	1,423	5,406	517	2,012	2,734	8,598	685	2,552
19	5,344	18,285	1,432	5,335	518	1,985	2,708	8,456	686	2,509
20	5,357	18,035	1,429	5,232	518	1,954	2,726	8,388	684	2,461
21	5,365	17,815	1,434	5,181	519	1,907	2,730	8,294	682	2,433

注）南三陸町統計書（平成22年度版）より作成

【表7】 基本項目

漁業地区	漁業経営 体数 (経営体)	漁船				11月1日現在の海上作業従事者数				
		無動力 漁船 (隻)	船外機付 漁船 (隻)	動力漁船		計 (人)	家族			雇用者 (人)
				隻数 (隻)	トン数 (トン)		小計 (人)	男 (人)	女 (人)	
相馬原釜	155	4	199	102	571	280	235	186	49	45
松川浦	175	7	274	120	500	332	248	192	56	84

①基本項目(表7参照)

漁業経営体数は155経営体、漁船隻数は305隻である。305隻のうち約3分の2にあたる199隻は船外機船である。海上作業従事者数は280人で、うち家族従事者が235人、雇用者が45人であり、雇用者の割合は16%と低く、家族経営形態が中心である。

志津川地区も戸倉地区とほぼ同様の傾向で、漁船隻数、従事者数で若干戸倉を上回る程度である。志津川地区では雇用者の比率が戸倉地区よりやや高い25%である。後述するように、両地区ともに養殖業が盛んな地区であり、養殖作業に用いる船外機船が多いことが特徴である。

②経営体階層(表8参照)

155経営体のうち沿岸漁業層が154経営体、中小漁業層はわずかに1経営体であり、圧倒的に沿岸漁業層中心の地区である。さらに、沿岸漁業層の82%(126経営体)は海面養殖層であり、海面養殖層のうち58%(73経営体)がかき類養殖、32%(40経営体)がわかめ類養殖であり、かき・わかめ類養殖を中心とする海面養殖地帯である。このほかに、魚類養殖としてぎんざけ養殖が6経営体ある。

志津川地区もほぼ同様の養殖地帯であるが、志津川ではわかめ類養殖が最も多く、海面養殖層の46%(69経営体)を占め、他にかき類養殖が39経営体(26%)、ほたてがい養殖が26経営体(17%)であり、養殖種類の構成

が戸倉地区とは若干異なっている。志津川地区にもぎんざけ養殖が7経営体ある。

③漁業種類別経営体(表9参照)

「主とする漁業種類別」では、155経営体のうち47%に相当する73経営体がかき類養殖、次いでわかめ類養殖が40経営体(26%)であり、この2業種だけで全体の70%以上に達する。これに次ぐのが刺網の16経営体である。

「営んだ漁業種類別」では、155経営体の97%に相当する150経営体が採貝・採藻を操業している。次いで多いのがわかめ類養殖の119経営体(77%)、かき類養殖が81経営体(52%)、ほや類養殖が69経営体(45%)であり、いずれも海面養殖が中心である。

志津川地区も戸倉地区とほぼ同様であるが、「主とする漁業種類」で見ると、戸倉地区ではかき類養殖がわかめ類養殖よりも多いのに対して、志津川地区ではかき類養殖よりもわかめ類養殖が多いという違いがある。また、両地区のほたてがい養殖の着業経営体数(営んだ漁業種類で見ると)を比較すると、戸倉地区では13経営体(8%)であるのに対し志津川地区では61経営体(35%)と、大きな違いがある。他方、かき類養殖の着業経営体数を比較すると、戸倉地区では81経営体(52%)であるのに対し、志津川地区では40経営体(23%)である。これらを総合すると、戸倉地区はわかめ・かき類養殖、志津川地

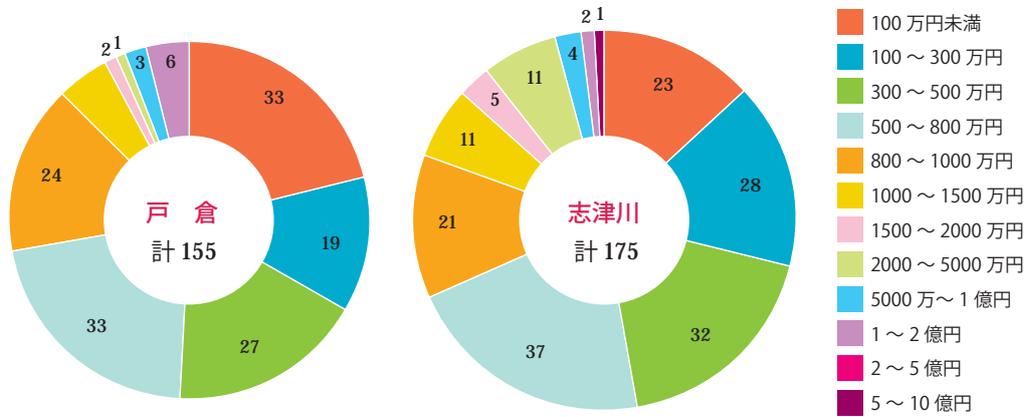
【表8】 経営体階層別経営体数

漁業地区	計	漁船					漁船使用										大型定置網	小型定置網	海面養殖				
		計	海面養殖層	左記以外の沿岸漁業層	中小漁業層	漁船非使用	船外機付漁船	動力漁船使用					魚類養殖	ほたてがい養殖	かき類養殖	ほや類養殖			のり類養殖				
								1~3	3~5	5~10	10~20	20~30								30~50	50~100	100~200	ぎんざけ養殖
戸倉	155	154	126	28	1	-	10	1	6	4	-	-	-	-	1	2	5	6	-	3	73	4	40
志津川	175	171	151	20	4	1	7	3	1	3	3	1	-	-	-	1	4	7	3	26	39	7	69

【表9】 漁業種類別経営体数

主とする	漁業地区	計	小型底びき網	船びき網	その他の刺網	大型定置網	小型定置網	その他の釣	底びき網				潜水器漁業	採貝・採藻	その他の漁業	海面養殖							
									近海まぐろはえ縄	その他のはえ縄	沿岸いか釣	その他の釣				魚類養殖		その他の魚類養殖	ほたてがい養殖	かき類養殖	ほや類養殖	こんぶ類養殖	わかめ類養殖
																ぎんざけ養殖	その他の魚類養殖						
戸倉	155	-	-	16	2	5	-	1	-	-	-	2	1	2	6	-	3	73	-	4	-	40	
志津川	175	-	1	12	1	4	-	-	-	1	1	1	-	3	7	3	26	39	-	7	-	69	
戸倉	155	-	-	27	2	17	5	1	-	1	-	2	150	39	6	-	13	81	-	69	6	119	
志津川	175	2	2	30	1	13	8	-	1	2	3	1	169	58	7	7	61	40	1	56	3	135	

【図6】 販売金額別経営体数



区はわかめ・ほたてがい養殖という特徴があると言える。

④販売金額別経営体(図6参照)

500～800万円階層と100万円未満階層がともに33経営体(各21%)で最も多く、以下300～500万円階層が27経営体、800～1,000万円階層が24経営体と続く。500万円未満階層が79経営体で全体の51%を占めている。他方、1,000万円以上階層には19経営体(12%)あるだけであり、全体的に販売金額階層としては低い。販売金額階層の分布は志津川も戸倉とほぼ同様である。

⑤個人経営体の自営漁業の専兼業別経営体(表10、表11)

参照)

個人経営148経営体のうち専業(自営漁業)は50経営体であり、全体の34%にとどまっている。自営漁業を主とする第1種兼業は64経営体(43%)であり、あわせると78%になるが、専業経営は比較的少ない地域と言える。

第1種兼業漁家の兼業業種として多いのは、その他の自営業、勤めなどである。

志津川も戸倉とほぼ同様で、専業54経営体(33%)と第1種兼業84経営体(51%)をあわせて84%で、漁業を主な生業とする人の割合としては、戸倉よりも若干比率が高い程度である。

【表10】 個人経営体の自営漁業の専兼業別経営体数

漁業地区	計	専業 (自営漁業のみ)	兼業							
			自営漁業が主				自営漁業が従			
			小計	自営漁業と共同経営のみ	その他	自営漁業従事者は漁業のみ	小計	自営漁業と共同経営のみ	その他	自営漁業従事者は漁業のみ
戸倉	148	50	64	-	64	12	34	-	34	9
志津川	165	54	84	-	84	15	27	-	27	8

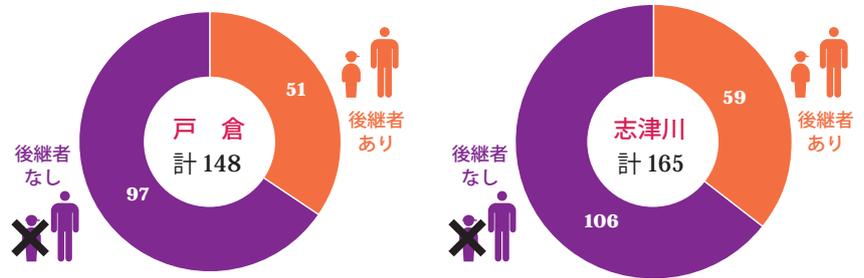
【表11】 漁業の主従別営んだ兼業種類別経営体数

漁業地区	計(実数)	漁業を主とする経営体										漁業を従とする経営体							
		小計(実数)	自営業				勤め	共同経営に出資従事	漁業雇われ	漁業以外の仕事に雇われ	小計(実数)	自営業				勤め	共同経営に出資従事	漁業雇われ	漁業以外の仕事に雇われ
			水産加工業	民宿	遊漁船業	その他						水産加工業	民宿	遊漁船業	その他				
戸倉	98	64	3	2	11	33	34	-	4	14	34	-	5	1	11	24	-	7	14
志津川	111	84	15	5	18	41	49	1	7	23	27	-	6	3	10	19	-	1	5

⑥後継者の有無(図7参照)

後継者がいるのは51経営体(34%)に過ぎず、後継者のいない経営体が多い。この状況は志津川においても同様で、後継者がいるのは36%に過ぎない。

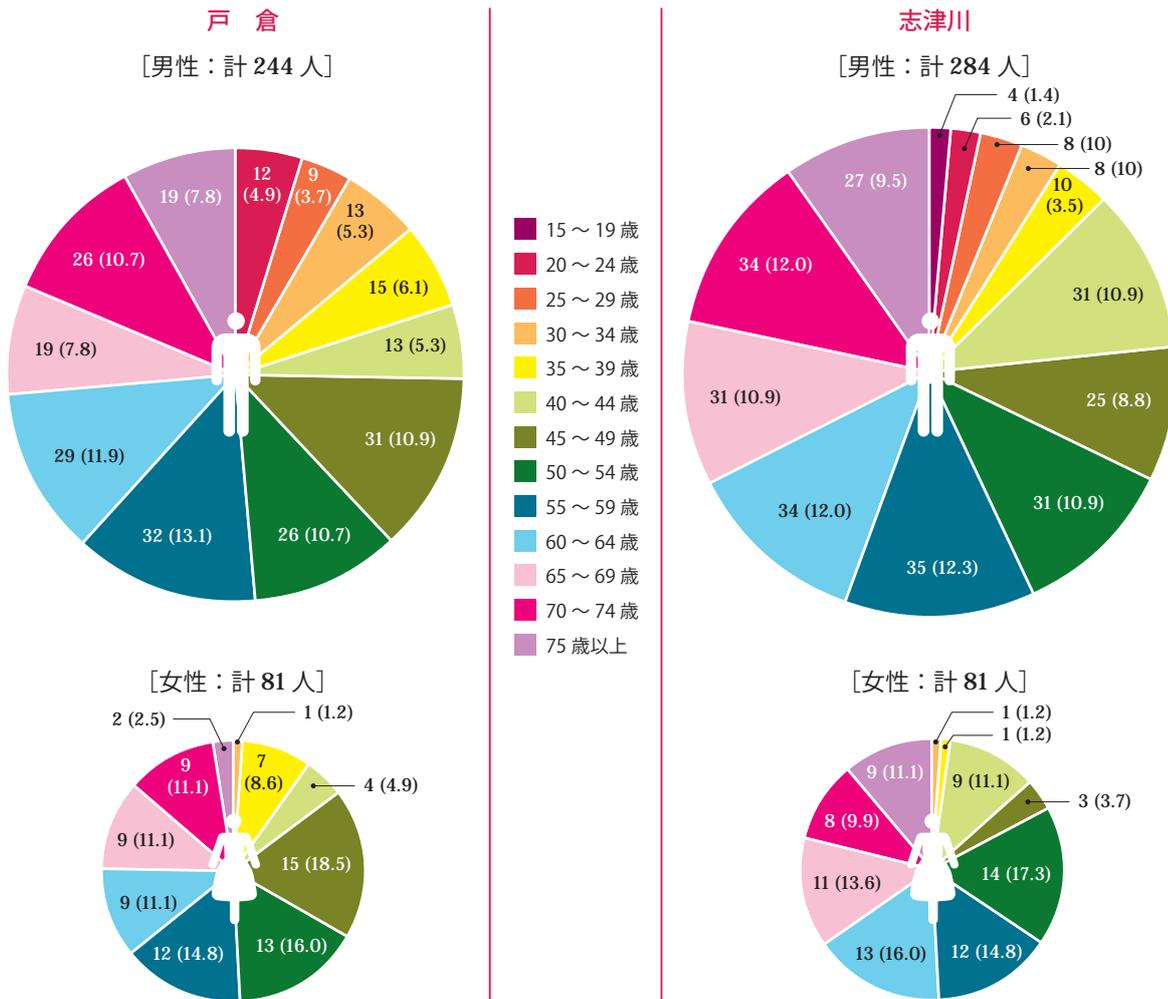
【図7】 個人経営体の後継者の有無別経営体数



⑦年齢構成(図8参照)

相馬地区に比べて戸倉、志津川ともに女子就業者が多く、それぞれ就業者数の25%、22%を占めている。男女ともに中心的な階層は45～64歳の階層である。志津川もほぼ同様の傾向であるが、40歳未満の男子就業者の比率を比較すると、戸倉が20%であるのに対して、志津川は13%と、戸倉の方がやや若いという違いがある。

【図8】 年齢構成



2. 復興への取り組み

2-1. 相馬市の取り組み

相馬市が策定した「相馬市復興計画 Ver.1.2」(2012年3月)には、経済対策の一環として行う漁業支援のための具体的施策として以下の4項目があげられている。

①操業再開の支援

- ・現在の仮護岸から恒久的な漁港機能整備に向けて取り組む
- ・漁業再開に向けた必要条件となる放射線量サンプリング調査を実施する
- ・漁業再開に向けて試験操業を行い、漁場調査を実施する
- ・試験操業により漁獲された水産物を試験的に販売することを支援し、消費者のニーズ把握に努める
- ・水産物の放射線量測定を漁協が自主的に迅速・継続的に行うためのベクレル計測器を配置した

②付帯設備の整備支援

- ・漁港としての基盤整備に不可欠の製氷機の整備について、国・関係団体に対し支援を要請する
- ・水産物販売時における商品付加価値向上をはかるため、高機能冷凍設備を導入し、より安心・安全な供給体制を構築する

③仲買、加工業への支援

- ・仲買、加工業の事業再開に向けて、必要となる施設、設備(荷捌き所、集配施設、漁具倉庫、加工場等)について、相馬双葉漁協と連携し、速やかな事業再開が行えるよう支援する
- ・高機能冷凍設備を活用した冷凍加工業者の育成に努める

④市民向け市場の支援

- ・地元の魚介類、野菜等の地産地消を推進し、地域復興に取り組むことを目的とした特定非営利活動法人「相馬はらがま朝市クラブ」等の活動を積極的に支援する
- ・地元水産物、農産物の地元消費の推進について検討する

以上のように、相馬市は、重要な産業となっていた水産業の産業基盤となっていた漁港や関連施設が壊滅的な被害を受けたために、まずはその復旧に取り組むとともに、放射能汚染問題で操業自粛に追い込まれている水産業の再開に向け放射能汚染対策に取り組む姿勢を明らかにしている。また、操業再開に向けた支援策となり得る、地元での消費推進に努めるという姿勢も注目される。

2-2. 南三陸町の取り組み

南三陸町が策定した「南三陸町震災復興計画」(2011年11月26日策定、2012年3月26日改訂)では、復興事業計画としての目標を3項目に分け、その中で水産業の復興は、「目標3 なりわいと賑わいのまちづくり」の中の産業の再生・発展の項の中に、「水産業の振興」としてとりまとめられている。

水産業の振興方策として、

- ・町の復興は、基幹産業である水産業の復興にかかっている
- ・水産業の本格復興のため、基幹漁港への集中的資本整備による漁業再開支援に取り組む
- ・漁港の整備に当たっては、漁民の意向を確認しながら、機能分担を進める
- ・水産加工業等の工場用地を早急に整備する
- ・地元企業のみならず、水産関連事業者の新規参入も視野に入れた整備促進を図る
- ・漁業者、加工業者の協業化への支援
- ・漁場の再生と適正な管理の推進
- ・製品の世界基準での品質管理、輸出競争力(価格、品質)強化のための支援
- ・南三陸ブランドの確立
- ・仲買人等流通関連業者の維持確保等への取り組みをあげている。

漁港整備に当たって、機能分担を進めるという方針は宮城県が提起している方針に沿ったものであるが、これについては現場での異論も多く、そのため「漁民の意向を確認しながら」という一文を加えている。また、新規参入も視野に入れた整備促進という方針も、県の方針を

背景としたものと考えられる。このように、宮城県内各市町村の復興計画に関しては、県が具体的な復興方針を明確に出し、それを県知事が強く主張していることもあ

り、県の方針に沿った復興計画が策定される傾向にあるものと考えられる。

3. 水産業復興に向けた方策

東日本大震災からの復興策を検討する過程では、その被災の範囲の広さや被災の程度の大きさから、被災地の状況を単に旧に戻すという意味での「復旧」ではなく、旧を超える高い水準に引き上げるという意味での「復興」を目指すべきだとの発言が多くみられた。今回の調査対象地域の相馬、南三陸戸倉地区ともに津波による大きな被害を受け、農業や水産業だけでなく、ほぼ全ての産業がその施設を失い、道路を含むライフラインまでもが破壊され、まさにゼロからのスタートとなったわけであるから、これを機に旧を超えるものとして計画的・合理的に新たなものとして作り上げるという意欲は理解できる。そのような内容の復興を「創造的復興」という表現で呼んでいる。しかし、従来は個々の事業者がそれぞれの歴史を抱えながら発展を遂げてきて形成された地域

であり、そこに白紙状態から計画を作りその計画を実現することは容易ではないし、計画づくりそのものにも時間を要することは想像に難くない。このような現実の前に、多くの被災者の間には、「復興」よりも「復旧」という声も多い。とにかく早く立ち上がりたいという焦りにも近い思いであろう。このような被災者の思いは十分に理解できるが、被災前の漁業や養殖業の状況を考えたとき、仮に従来のような姿のままに復旧したとして、果たしてこれらの産業に将来的展望が開けるのであろうか。多額の財政支援が得られるとはいえ、自己負担は決して軽くはない。その自己負担を、自身の将来の漁業・養殖業への投資と考えるならば、将来の漁業・養殖業の姿はより慎重に議論されなければならない。被災前に負債を抱えていた事業者にとっては、被災したからといっ

【図 9】 岩手県における水産業再生方策

漁業協同組合を核とした「共同利用システム」等の構築

岩手県の特徴（被害状況等）

1. 海面漁業・養殖業年間生産額に対する被害額が甚大
[被害額推計 3,137 億円/年間生産額 453 億円 (約 6.9 億円)]
2. 水産業の基盤となる設備・施設が壊滅的な状態
3. 本県の漁業者は小規模経営隊が多い
4. 県下 24 漁協のうち、14 漁協の事務所が流失・全壊

沿岸集落の地域コミュニティは水産業を通じて形成



(東日本大震災復興構想会議第 4 回会議 (平成 23 年 5 月 10 日) 達増委員提出資料)

て負債がなくなったわけではなく、事業再開後はさらなる利益確保が求められているのである。

このような観点から、相馬、戸倉地区の水産業の復興に向けた方策を提案することとする。両地区の水産業は産業特性、被災後の置かれた条件などの点でそれぞれ異なり、方策として異なる部分もあるが共通する部分もある。以下では、両地区に共通する方策、あるいは地区に固有な方策等に分けて解説することとする。

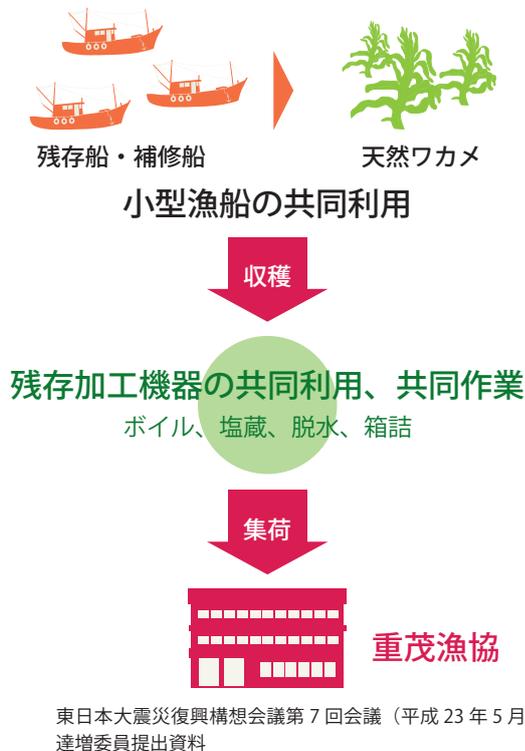
3-1. 協業化への取り組み事例⁽⁶⁾

まずは、両地区に共通する方策と考えられる漁業の協業化への取り組みについて、現在各地で取り組まれている協業化の実例を紹介することで、両地区での取り組みの検討を促したい。

(1) 協業化への自主的取り組み

1次補正予算の成立は地震発生から約50日後の2011

【図10】 重茂漁協の自主的な取組



年5月2日であるが、これよりも早く3月末に岩手県宮古市の重茂漁協で漁業者による協業を通じた漁業再開への取り組みが検討されていることが報じられている⁽⁷⁾。それによると、重茂漁協では、被災前に同漁協管内にあった約800隻の漁船のうち被災を免れたのは14隻のみで、これに中古船・新船購入等で50隻程度を追加確保し、残存船とともにすべてを漁協所有として、これを管内の各地区に割り振り、「共同運営方式」により漁業再開を目指すことを計画していると報じられている。その後、天然ワカメの解禁日である2011年5月21日には、漁協の共同所有船となった68隻に、1隻あたり2～3世帯が相乗りして「共同運営方式」による天然ワカメの採捕を開始している。この取り組みに関しては新聞だけでなくテレビも含めて多くの報道がなされ、共同運営方式による操業は復旧までの一時的な取り組みであり、いずれは従来通りの個別操業に戻すという漁業者の声が紹介されている。このような漁業者による自主的な取り組みは、漁業再開を目指す漁業者の強い意志の表れとして広く報道された。重茂漁協のこの取り組みは、東日本大震災復興構想会議委員である岩手県の達増知事により、第4回復興構想会議（2011年5月10日開催）の席上で「岩手県における水産業再生方策」として、漁協を核とした「共同利用システム」構築が提案されている（図9参照）。達増委員からはその後の復興構想会議においても重茂漁協の取り組み事例が具体的に紹介され、このような取り組みを通じて漁業を再開し、将来的には従来同様の個人操業体制を実現するものであるとされている（図10参照）。達増委員のこのような提案と事例の紹介は、漁村コミュニティに依拠する自主的な取り組みと理解することができる。この点は、復興構想会議および検討部会における農業、漁業の復興方策検討過程で重視すべき点として提起された、コミュニティの維持とそれに基づく復興方策という視点と一致するものであり、その後の復興方策検討に一つの方向性を与えた。

重茂漁協の取り組み事例の報道は、漁業再開の途を模索する他の漁業地域にも影響を与え、多くの地域で漁船等の共同利用を通じた協業による漁業再開を目指す動きが出てきた。しかし、そこでの取り組みも重茂と同様に復旧までの一時的な取り組みとして位置づけられ、本来は望まない協業であるが、一時的取り組みとして仕方な

(6) この部分の原稿は、別冊『水産振興』「東日本大震災特集Ⅱ漁業・漁村の再建とその課題—大震災から500日、被災地の現状を見る—」（一般財団法人 東京水産振興会）に一部手を加えたものである。

(7) 岩手日報（2011年3月31日）

【表 12】 漁協等を中心とする計画に基づく漁業・養殖業復旧・復興支援関連予算の概要

事業名	1次補正 (百万円)	3次補正 (百万円)	事業概要
共同利用漁船等復旧支援対策事業	27,379	12,131	
共同利用小型漁船建造事業 (激甚災害法第 11 条)	7,569		激甚災害法に基づく、共同利用小型漁船（5 トン以下）建造費
共同利用漁船等復旧支援対策事業	19,810	11,300	漁協等が策定する共同計画に基づく共同利用漁船、共同置網整備費
漁業経営体質強化機器設備 導入支援事業		831	被災漁業者グループ（原則 5 人以上）等が行う LED 集魚灯、省エネ型エンジン等の省エネ 機器整備費用
漁業・養殖業復興支援事業		81,763	
がんばる漁業復興支援事業		23,800	漁業復興計画に基づく新たな生産体制構築をめざす漁協等が必要とする経費(事業期間 3 年)
漁業復興支援運営事業		480	がんばる漁業復興計画の策定・認定等に係る経費
がんばる養殖復興支援事業		56,651	養殖業復興計画に基づく共同生産体制構築をめざす漁協等が必要とする経費(事業期間 5 年)
養殖復興支援運営事業		832	がんばる養殖業復興計画の策定・認定等に係る経費
水産業共同利用施設復旧整備事業		73,108	
うち、養殖施設復旧・復興 関係		20,062	被災漁協等が、共同利用施設として養殖筏、延縄施設、採苗施設等の整備を行うための必 要経費
農林水産業共同利用施設災害復旧 事業（激甚災害法第 6 条）	7,565 の内数	1422 の内数	被災漁協等が所有する水産業共同利用施設の復旧に要する費用

水産庁、農水省公表資料より作成

く取り組むという捉えられ方が一般的であった。筆者は、重茂漁協のような協業化による漁業再開への取り組みに関する検討が各地で行われる中で、むしろこの機会を沿岸漁業・養殖業経営の改善方策を考えるきっかけにできないかと考え、各地の漁業地域を訪問して、協業化を復旧までの一時的な取り組みとするのではなく、復旧後においても本格的な協業体制をとり、新たな沿岸漁業・養殖業の構築をめざしてほしいと訴えてきた。

(2) 震災復興支援事業の活用

重茂漁協の事例に代表されるような自主的な協業の取り組みの一方で、政府による各種の復興支援事業を活用した協業が検討され始めた。表 12 は政府による漁業・養殖業関連の復興支援事業を整理したものである。補助金は従来から原則的には個人に支給されることはなく、何らかの組織を対象として支給される。震災復興関連支援事業も同様であり、今回は漁協を中心とする漁船や養殖施設の共同利用を前提として支援事業が組まれている。そのため、支援事業を活用して漁業の再開を目指す場合には否応なしに協業化が求められることとなった。この場合の協業においても、多くの取り組みで、協業を支援事業期間内の一時的な取り組みと考えていた。それは、支援事業を仕組んだ水産庁やその事業を受けることになった漁協等においても、多くの場合協業を一時的なものとして捉え、積極的に本格的な協業を推進するような指導を行ってこなかったこともその背景にはある。支援事業の目的がそもそもいち早い操業の再開を支援することにあ

り、その手法として限られた数の漁船や養殖施設を共同で利用することで操業再開を目指すことを求めたものであり、決して協業化を進めることが目的ではなかったことを考えれば、水産庁や漁協の対応も当然とも言える。しかし、被災前の平時における補助事業においても、同様の共同利用を前提とする補助事業を行いながら、本格的な協業を求めていたのでは予算の消化に支障が及びかねないとして、かたじけなりの協業で妥協してきたのではないだろうか。実際には、このような補助事業を使って十分な効果を上げている協業化の取り組みがあり、補助事業の有効性を認識している漁協や生産者が少なからず存在している。このことが、行政側に十分に伝わっていないことが、補助事業を通じた協業化推進に行政が積極的に取り組んでこなかった背景の一つと考えられる。

(3) 被災地における協業化への取り組み事例

重茂漁協における協業の取り組みが報道されるようになった 5 月以降、主に宮城県の被災各地における漁業再開に向けた取り組みの実態を調査する中で、多くの地区で協業による漁業再開の検討を始めていることが分かった。調査した当時(2011 年 5～8 月)の各地の検討状況は以下のとおりであった。

- ・宮城県 A 地区：当面は残存したノリ乾燥機を、本年度操業希望者で共同利用する協業で再開する。その後、「がんばる養殖復興支援事業(水産庁)」に載ることとなった。

- ・宮城県 B地区：地区内の小型定置網3経営体が一つの組織として3か統の網を共同で操業し、将来も協業を継続する意向。
- ・宮城県 C地区：被災直後は地区内のノリ養殖業者5経営体で協業する予定であったが、一部の経営体の乾燥機等の修理が進んだために、個別操業で再開することとなった。
- ・宮城県 D地区：小さな漁業集落で、着業業種も労働力構成も異なることから、協業体制の構築が困難として、協業化による再開は無理と判断している。
- ・宮城県 E地区：ホヤ養殖が中心の地区であったが、ホヤの出荷までに時間を要することから、地区内にいた定置網漁業者とホヤ養殖業者が生産組合を組織し、定置網漁業とホヤ養殖に生産組合員全員で取り組むことになった。
- ・宮城県 F地区：ギンザケ養殖6経営体が残存した漁船を利用して協業でギンザケ養殖再開を目指すことになった。その後、「がんばる養殖復興支援事業」に載ることとなった。
- ・宮城県 G地区：残存漁船を利用して協業でワカメ養殖を再開することになった。その後、ワカメ・カキ・ホタテの3種類の養殖を行う協業組織として「がんばる養殖復興支援事業」に載ることとなった。
- ・宮城県 H地区：生産組合を組織し、協業でワカメ、ホヤ、カキ養殖に取り組むことになった。
- ・岩手県 I地区：ホタテ、ワカメ、カキ養殖、及びウニ・アワビ採捕も協業で行うことを検討中であるが、地区内の合意を得るのに時間を要している。

上記の事例の中から2例を取り上げて、その具体的な取り組み内容を紹介する。

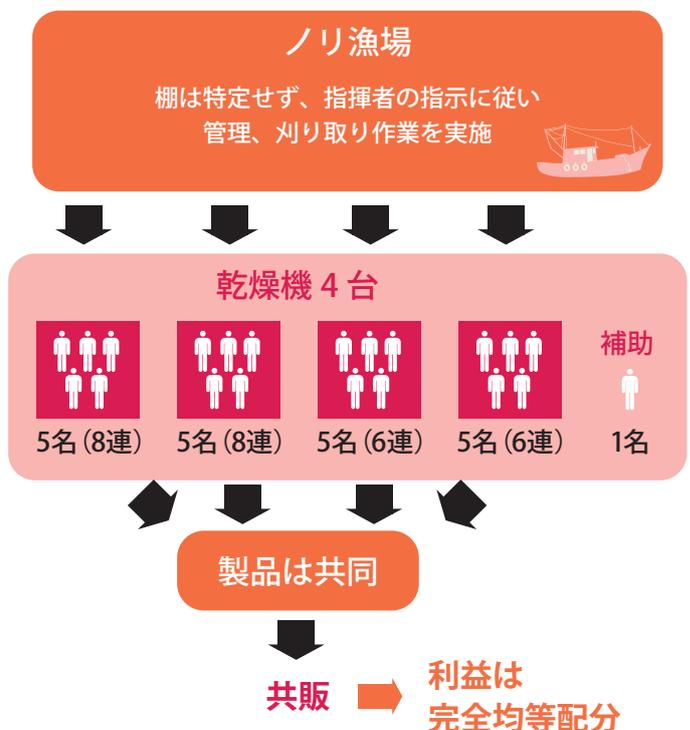
①宮城県 A地区：ノリ養殖協業取り組み事例

従来地区内には32軒のノリ養殖経営体があったが、23年度にノリ養殖再開を希望する経営体は18経営体(21名)あり、この18経営体が被災を免れたり修理で使用可能となったノリ乾燥機4台を利用した協業によるノリ養殖を行った。図11に示されているように、構成員20名(1名は補助として、人手の不足する班に随時入る)を4つの班に分け、それぞれにノリ乾燥機1台を割り当てる。ノリ漁場での作業は班構成とは関係なく、組織全体の指揮者の指示に従って漁場の管理や刈り取りを行い、刈り取ったノリの乾燥作業は班別に行い、製品は組織全

体のものとして共販に出す。そこで得られた利益は構成員間で完全均等配分を行う。

この組織は、2012年度ノリ漁期には「がんばる養殖復興支援事業」に載り、2011年度着業した18軒に1軒を加えた19軒が、8軒、5軒、3軒、3軒の4つの組織に別れ、それぞれが「がんばる養殖復興支援事業」に載ることとなっている。それぞれの組織の構成は以下の通りである。
 8軒：10連の全自動乾燥機3台(3次補正予算による導入)、8連の乾燥機1台(残存したもの)を使用する。構成員の年齢は55歳2名、54歳、52歳、51歳2名、48歳、46歳で、将来も協業を継続するとの意向。
 5軒：10連2台(3次補正)、8連1台(残存)を使用する。45～47歳で、個々の生産能力は高く、将来は個別操業に移行する可能性が高い。
 3軒：8連2台(個人で購入)を使用する。45～51歳で、将来は個別操業に移行する可能性が高い。
 3軒：6連2台(残存)を使用する。61歳、38歳(61歳の息子)、58歳(息子27、25、22歳)で、後継者がいるために将来は自立して個別操業に移行予定。

【図11】 のり養殖協業化の事例



2011年度に取り組んだ協業化に対する漁業者自身の自己評価として、以下のような点が指摘された。

- 1) 従来は 32軒で使用していた漁場を 18軒で利用したために生育環境が改善された。
- 2) 本来生産能力の高い生産者が、協業体制下で有効に機能しない傾向が見られた。自主性や競争意欲を失った結果かも知れない。
- 3) 漁場管理能力の低かった生産者が、有能な指揮者の指導に従い、生産性が向上した。この生産者を中心に将来的な協業継続の気運が高まった。
- 4) 協業化によるコスト削減を実感した。
- 5) 協業化による労働負担軽減を実感した。
- 6) 協業に対して好感触を持った生産者が将来も協業を希望するが、指揮者役として能力の高い生産者が協業組織には必要。

②宮城県 B地区: 小型定置網協業取り組み事例

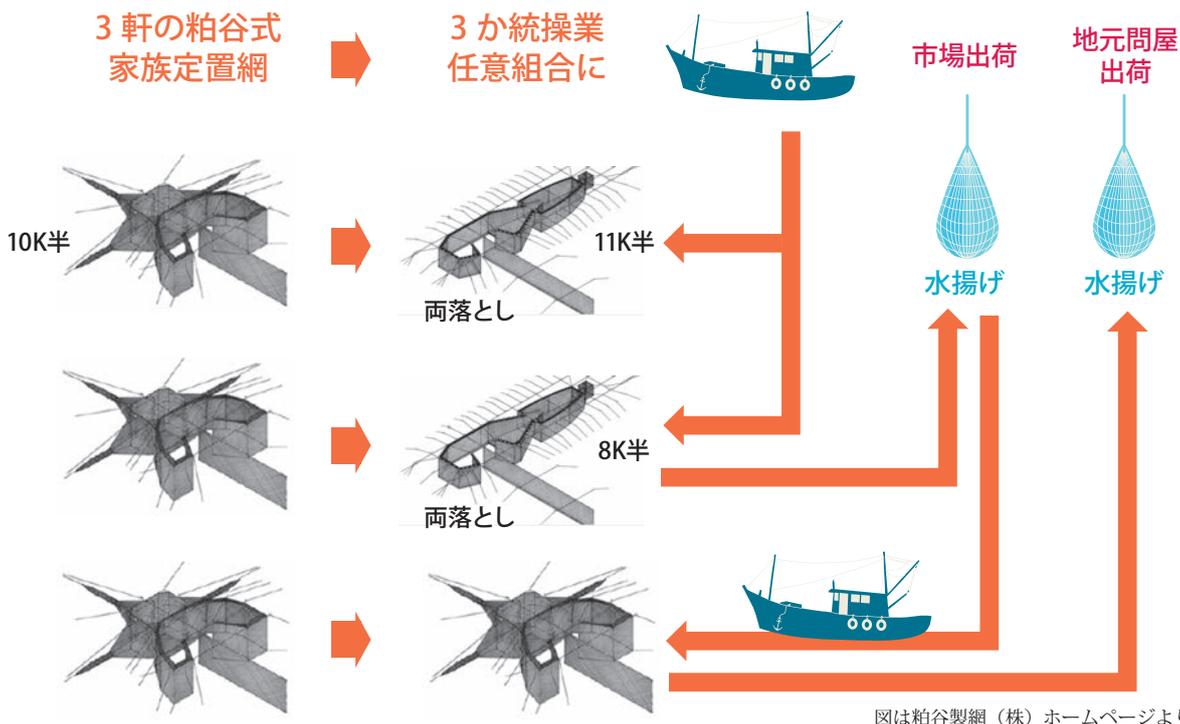
地区内に 15軒の小型定置網経営体(いずれも家族 1～2名操業)があったが、周年操業経営体のうち漁具資材等がすべて被災した 3軒が協業で定置網漁業再開を目指すこととなった。3次補正予算のグループ補助により漁船修理、機関・網資材類購入を行い、3軒が従来操業していた計 3か統の網を、3軒による協業組織として操業することとした。その際、従来の網は家族 1～2名で操業する粕谷式家族定置網であったが、協業化後は 3か統

のうち 2か統を落とし網式(図 12では片落としであるが、実際は両落とし)として、生産力の増強を目指した。操業方式は、船 1隻に通常は 3名が乗り込み、最初の 2か統を揚げた後、一旦漁港に帰って水揚げし、この漁獲物を 3名のうちの 1名がトラックで近隣市場に搬送する。その間に残りの 2名で最後の網を揚げ、帰港後はこの漁獲物を地元の水産物問屋に出荷して操業を終えるというものである。網替え等の労働力を必要とする作業を行う場合は、別途一時雇用して対応する。3か統すべてを落とし網にすると操業に時間がかかり過ぎるとの判断から、1か統は従来と同様の粕谷式としている。しかし、いずれにしても少人数で対応する必要から、網の随所に少人数操業のための工夫が施されている。利益は 3軒に均等に配分し、税務申告はそれぞれが個別に行う。

既に協業を経験して数ヶ月になるが、協業に取り組んだ漁業者自身の自己評価は次の通りである。

- 1) 粕谷式家族定置網から落とし網に変更した結果、漁獲量が増加した。
- 2) 従来 3軒がそれぞれ漁船を稼働させていたが、協業化後は稼働漁船数が減少したために経費削減につながった。
- 3) 従来はそれぞれが個別に出荷していたが、協業化

【図 12】 小型定置網協業化の事例



後は出荷ロットも大きくなり、市場での販売上有利に働く可能性が見えてきた。

- 4) 協業化したことで、作業にも余裕が出てきて、直売等への着手も検討できるようになった。

ここで述べた事例はいずれも、残存漁船・施設や補正予算による漁船・施設整備等を経て、当面の漁業再開を目指したものであり、今後の協業化への取り組みは未定という中で始まった。しかし、2例目の小型定置網の協業化に関しては、3軒が共同でやることを前提に定置漁具の規模を大型化しており、協業でなければそうした操業はできないことを考えると、将来的にも協業を継続することになる。

以上は2事例のみについての協業化の解説と評価であるが、これら以外の協業の事例においてもほぼ同様の意見が聞かれた。協業化に取り組む前は、協業を自立までの過渡的な取り組みと捉える意見が大半であり、将来にわたる協業には否定的であった。しかし、協業を経験した後は、構成員全員にはないが、一部の構成員の間に協業を前向きに捉える声は確実に出てきており、彼らが協業組織として将来も操業を続ける可能性が高まってきたと考えられる。

(4) 協業による沿岸漁業・養殖業の新展開

復興構想会議やその下部組織である検討部会の議論を通じて、このたびの大震災による被害を受けた地域の漁業・農業の復興に関しては、コミュニティの維持を前提とした取り組みとすべきであるとの認識が共有されるようになった。もちろん、これらの議論の中にも高効率・高収益の企業的経営組織による漁業・農業の再生を主張する声はあり、無責任なマスメディアの中にはこのような声を大きく取り上げて、これからの日本の農業・漁業の進むべき道はこれであると喧伝する例が少なくなかった。しかし、このような意見や報道は、今回の震災による大きな被害を受けた三陸沿岸漁業地帯の実態を全く無視した発想でしかない。被災した三陸沿岸地帯は農地には恵まれず、前浜の資源に依存した漁業・養殖業からの収入が数少ない収入源である。その資源を利用する漁業に多くの住民が依存することで地域経済が成立し、地域が存立できている。このような地域に、高水準の1人あたり収益を実現する産業を誘致したとして、地域が存立できるのであろうか。もちろん、どのような産業においても、より高い収益性を求める努力は必要であるが、そ

の結果として少数の住民しかその恩恵にあずかれないのであれば、地域の産業としては不適格といわざるを得ない。そのような発想は、労働力や原料といった経営資源を自由に選択しうる産業の論理であろう。高収益をめざす産業が、安い土地と労働力を求めて地方に進出すると、地方で限られた資源に依存してできるだけ多くの地域住民を抱え込んで地域を維持する必要性を背負っている産業とは、基本的に異なるのである。

漁業・養殖業における協業化は、本来その効果としてコスト削減や生産効率上昇をめざすものであるが、同時にできるだけ多くの生産者を抱え込みながら、そのことが不合理とならないような生産体制の構築を目指すものでもある。従来は、漁業者が多すぎることが過剰漁獲や無駄な競争を引き起こして漁業に多くの問題をもたらしていると指摘されてきた。そして、これを克服するような取り組みが、古くから各地で行われていた。そのような取り組みの例が、1980年代の資源管理型漁業推進政策の中で詳細に調査・分析され、それを各地に普及する取り組みも行われた。また、その後は全漁連が中心となって沿岸漁業の将来展望を検討する中で、漁業・養殖業における協業化が沿岸漁業存続の一つの方向性として注目された。このような流れの中で、今回の震災からの漁業復興のためのとりあえずの手段として提起されている協業化であるが、従来からの協業化が議論されてきた背景を考えるならば、被災を契機とする沿岸漁業・養殖業の再建方策のひとつとして協業化が真剣に検討されることは決して唐突なことではない。

まとめとして、調査を通じて指摘される協業化実現への課題を挙げておく。

- 1) 協業組織としての適正規模というものがありそうである。理想的には、地域のすべての漁業者が組織構成員となるべきであろうが、現実的には、組織内の意思疎通の確保という点では一定の適正規模があると考えられ、まずはその規模の組織化をめざすことが現実的ではないだろうか。
- 2) 協業組織における作業分担の仕組み方が重要である。組織内での具体的な作業分担のあり方が、労働負担の軽減や生産性向上の実現を左右し、その結果として協業組織の持続性を確保することにもつながる。
- 3) 有能な指導者をさがすことが重要である。協業組

織をリードする指導者は、必ずしも強力なリーダーシップをもって組織構成員を引っ張って行く者とは限らない。様々な異なる意見を持つ組織構成員の声を謙虚に聞きながら、これらの構成員間の調整を行う者がより有効に機能する場合もある。

- 4) 成功モデル事例の掘り起こしと普及が重要である。各地に協業化の事例があり、そこでの成功や失敗の経験に学ぶことが協業組織維持を図ることにもつながる。

被災地における協業化の取り組みはまだ始まったばかりである。今後、これらの事例の調査・分析を通じて、そこでの効果や課題が詳細に分析され、その結果が広く普及されることによって、沿岸漁業・養殖業の再建とこれらの産業の将来にわたる持続・発展が実現されることに期待したい。

3-2. 漁場利用の適正化

今回の調査の中で、とくに戸倉、志津川地区に関しては、漁業者自身が被災前の養殖漁場の過密利用の問題を指摘していた。養殖漁場を個別に利用するという体制の下で、各人が少しずつ養殖量を増やしたり、漁場を少しずつ拡大するといった行為を行うようになり、その集積の結果として、過密利用状態となり、そのことが養殖物の成長を阻害するという事態を招いていた。漁業者自身、このことには気づいてはいたが、調整することができず、過密利用状態を解消することができないでいた。しかし、このたびの被災により志津川湾内のほぼすべての養殖施設が消失し、そこからの再建においても限られた数の養殖施設しか敷設できない状態で、結果的に漁場の過密利用が解消され、その結果従来に比べて格段に良好な養殖物の成長を実現できた。漁場の過密利用が解消されて適正利用となったことは、施設の減少による生産量の低下というデメリットをもたらしたのではなく、むしろ従来よりも短期間で出荷サイズにまで成長させることができ、生育期間中の各種のリスクを低減できるという経営面でのメリットをもたらしている。さらに、このような良好な環境下での養殖を消費者にアピールすることによって、産地としての差別化とブランド化につながられる。

このような漁場利用の適正化を今後も継続的に維持するためには、協業化等による漁場の適切な集団的利用体

制を構築することが必要である。そのことで、地域が一体となって一定品質と生産量を確保し、有利な販売につながっていく方向を目指すべきであろう。

3-3. 放射能対策

相馬地区は、水産業の復興において放射能というさらに困難な問題を抱えている。2012年6月からヤナギダコ、ミズダコ、シライトマキバイの3種について、放射性物質の濃度がとくに低く、ほとんど不検出となったことから、小規模の操業と加工品の試験販売を実施することになった。放射性物質濃度がまだ基準値を超える魚種が多くある中で、不検出となっている魚種を徐々に解禁していった、操業再開につなげたいとの思いが漁業者間にある一方で、たとえ不検出となっても消費者が受け入れてくれるかどうか不安を抱く漁業者も多い。今回の試験操業・販売の取り組みは、確実な検査体制をとることができる加工品に限定して販売しようというものであり、このような取り組みを通じて消費者の信頼を確保することは今後も引き続き必要であろう。

その一方で、放射性物質による汚染をより確実に回避する方法として、陸上養殖への取り組みの可能性を検討することも一方策と考えられないであろうか。従来、捕獲を中心に漁業を行ってきた者が、陸上で養殖を行うというのは大きな抵抗もあろうが、その抵抗を超えてでも、とにかく海に関わって生きていきたいという強い思いを抱く漁業者も多くいることが分かってきた。陸上で海水魚を養殖することはコストも高く、付加価値をどのように付与するかが問われるが、何も手を打たずにいれば漁業者は海から離れていき、将来の漁業再開を困難に追い込むことにもなりかねない。将来への希望をつなぐという意味でも、陸上養殖などの新たな産業への挑戦が求められている。

7. 復興計画の分析および 地域漁業者との意見交換からみえる 震災復興に向けた課題

WWF ジャパン 前川 聡



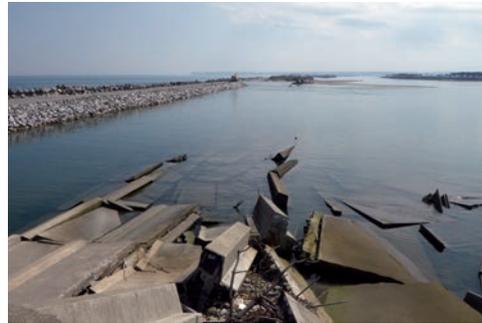
要 旨

東日本大震災の被災地沿岸は豊かな自然環境を持ち、それらを基盤とした水産業、観光業などの産業の中心となっているにも関わらず、被災地で策定された復興計画において、自然環境の再生について言及する自治体は非常に少ない。今回破壊された堤防等の防災施設は、構造の改良ばかりではなく、大型化することが計画されており、それによる自然環境や生物多様性に深刻な損失をもたらさない配慮が求められる。自然環境の再生において

は、震災以前の状態に固執せず、長期的な視点で目標を定め、順応的な管理と対策を行うことが重要である。特に海洋汚染については、適切な情報にアクセスできる体制を構築するとともに、どのようなリスクが存在するかを適切に関係者に伝えていくことが重要である。また、水産業の復興においては、効率性、経済性の観点からも、持続可能な水産業への転換を図ることが有用と考える。

各自治体の震災復興計画にみる優先課題分析

震災から1年以上が経ち、各自治体で復興計画が策定され、自治体ごとに被害状況や優先課題に応じた復興計画が策定され、公開されている。岩手、宮城、福島3県の復興計画を各自治体ウェブサイトより閲覧し、それらを復興に向けたビジョン、優先課題等について、整理を行った。3県の沿岸に面する市町村数は、岩手より順に12、15、10であったが、福島県双葉町は該当する計画が見つからなかった。



破壊された堤防
(相馬市)

【表1】岩手、宮城、福島3県の各市町村の復興計画と公表時期

	県	市町村	資料名	公表時期
1	岩手県	洋野町	洋野町震災復興計画	2011年07月
2		久慈市	久慈市復興計画	2011年07月
3		野田村	野田村東日本大震災津波復興計画	2011年11月
4		普代村	普代村災害復興計画	2011年09月
5		田野畑村	東日本大震災田野畑村災害復興計画	2011年09月
6		岩泉町	岩泉町震災復興計画	2011年09月
7		宮古市	宮古市東日本大震災復興計画	2011年10月
8		山田町	山田町復興計画	2011年12月
9		大槌町	大槌町東日本大震災津波復興計画	2011年12月
10		釜石市	釜石市復興まちづくり基本計画	2011年07月
11		大船渡市	大船渡市復興計画	2011年10月
12		陸前高田市	陸前高田市震災復興計画	2011年12月
13	宮城県	気仙沼市	気仙沼市災害復興計画	2011年10月
14		南三陸町	南三陸町震災復興計画	2011年12月
15		石巻市	石巻市震災復興基本計画	2011年12月
16		女川町	女川町復興計画	2011年09月
17		東松島市	東松島市復興まちづくり計画	2011年12月
18		松島町	松島町震災復興計画	2011年12月
19		利府町	松島町震災復興計画	2011年12月
20		塩竈市	塩竈市震災復興計画	2011年12月
21		七ヶ浜町	七ヶ浜町震災復興計画	2011年12月
22		多賀城市	多賀城市震災復興計画	2011年12月
23		仙台市	仙台市震災復興計画	2011年11月
24		名取市	名取市震災復興計画	2011年10月
25		岩沼市	岩沼市震災復興計画	2011年09月
26		亘理町	亘理町震災復興計画	2011年12月
27		山元町	山元町震災復興計画	2011年12月
28	福島県	新地町	新地町復興計画	2012年01月
29		相馬市	相馬市復興計画	2012年03月
30		南相馬市	南相馬市復興計画	2011年12月
31		浪江町	浪江町復興ビジョン	2012年04月
32		双葉町		—
33		大熊町	大熊町復興計画(素案)	2012年03月
34		富岡町	富岡町災害復興ビジョン	2012年01月
35		楡葉町	楡葉町復興計画(案)	2012年04月
36		広野町	広野町復興計画	2012年03月
37		いわき市	いわき市復興事業計画	2011年12月

これらの資料を概覧し、各復興計画における13の主要課題を抽出し、都道府県ごとに集計した。基本的に、見出しや小見出しとして記述されている課題を「主要」と判断し、各活動の解説文中に構成要素のひとつとして位置づけられている場合は、主要課題とはしなかった。ただし、自治体によって復興計画の様式、体裁、記述内容は異なるため、抽出した主要課題の優先度は、必ずしも自治体間で均等ではないと考えられる。

【表2】岩手、宮城、福島3県における復興計画における主要課題

	県 (自治体数)	岩手県 (12)	宮城県 (15)	福島県 (9)	合計 (36)
1	防災・減災	12	15	7	34 (94%)
2	保険・福祉・医療	10	13	9	32 (89%)
3	農林業	11	13	7	31 (86%)
4	教育・文化	9	13	9	31 (86%)
5	住環境	10	12	8	30 (83%)
6	水産業	12	12	6	30 (83%)
7	商工業	9	13	7	29 (81%)
8	雇用対策	8	10	9	27 (75%)
9	観光	11	11	3	25 (69%)
10	地域コミュニティ	9	9	7	25 (69%)
11	再生可能エネルギー	4	12	6	22 (61%)
12	自然環境の再生	0	6	0	6 (17%)

自治体の復興計画における重要課題とされているのは、全般的に防災減災、保険福祉医療、教育文化、住環境といった住民の生命と生活に関わる項目と、農林業、水産業、商工業など産業の復興に関わる項目であった。

復興計画内において自然再生を重点課題として位置づけている自治体は、36自治体中7自治体と少なく、表にまとめた13項目中最低であった。今回の被災地域が、水産業などの一次産業や観光業など生態系サービスに強く依存した地域であるにもかかわらず、その基盤となる

環境の回復、再生に対しての優先度は相対的に低いことがうかがえる。防災設備の復旧・再構築に際しては、自然環境への影響に十分配慮するとともに、沿岸湿地など生態系がもともと備え持った防災減災機能が今回どう発揮されたのかを把握した上で、その再生と維持に必要な施策を検討することが求められる。もちろん、地区別の復興方針の中で、自然環境の再生に関する記述はみられる例もある(岩手県釜石市鶴住居町、陸前高田市)。

これに対し、再生可能エネルギーについては、36自治体中 22自治体と比較的多くの自治体が項目として取り上げ、関心が高かった。しかしながら、これらの需要は、原子力発電所事故を契機としたエネルギーに対する意識の変化や、気候変動もしくは自然環境への影響を配慮しての方針ではなく、災害時における自立的なエネルギーの確保策としての位置づけが目立った。

地域の関心と課題

WWF ジャパンは、プロジェクトの関係者に対し、調査結果の中間報告を行い情報の共有を図るとともに、対象地域の自然環境再生や早期漁業復興にむけて優先して実施すべき項目等について協議すべき場として、福島県相馬市(2012年 3月 27日) および宮城県南三陸町(2012年 3月 28日) においてプロジェクト現地報告会を開催した。(詳細は参考資料参照)

両地域とも放射性物質による海洋汚染と水産物の風評被害に関しての関心が強く、「いつまで汚染が続くのか」「汚染物質はどのように流入してくるのか。降雨や潮流の影響をどの程度受けるのか」「(相馬松川浦では)数年内に漁業再開の見込みはあるのか具体的な数値を示して欲しい」といった点について熱心な意見が交わされた。また、すでに漁業・養殖業を再開している南三陸町では、「協業化による具体的なメリットは何か、南三陸町の漁業形態に合わせた具体的な指針が欲しい」、「ASC(水産養殖協議会) 認証制度取得に向けたハードルとメリットは何か」といった復興に向けた動きの中で、新たな取り組みに対して具体的な情報、提案を求める声があった(参考資料)。

今回、地震による揺れや地盤沈下による被害よりも、津波による建造物ならびに自然環境への被害が甚大であった。各地で堤防や防潮堤といった防災施設が破壊され、その復旧作業が進められており、国土



現地報告会(南三陸町)

交通省では、堤防の構造を見直すとともに、ほぼ全ての地域で堤防高をあげる計画を発表している。人命や住民生活、施設を保全、維持するための投資であるが、巨大な防災施設建設に対しては地元からの景観や生活環境の悪化、環境破壊に対する懸念の声も聞こえており、住民の声や地域固有の特性を十分に考慮することが求められる。防災の観点だけではなく、沿岸域の産業基盤となる自然環境や生物多様性に対する影響を最小限に食い止め、またそれと同時にバッファゾーンとして機能する海岸林や沿岸湿地の保全や再生を検討して欲しい。

また南三陸町の漁業者(戸倉出張所) との会話では、集落の高台移転や学校の統廃合に伴うコミュニティの維持の難しさに関する話題がたびたび浮上する。前述の復興計画においても、7割近い自治体で地域コミュニティの維持再生が重点課題としてあげられていることから分かるように、復興における集落の果たす役割は大きい。地域主体の環境の保全と管理はもとより、漁業者による持続可能な水産業への取り組みも、地域の理解と協力があって維持、促進されることにも留意したい。



現地報告会(相馬市)

暮らしと自然の復興にむけた課題

今回、自然環境の調査結果から、震災後半年ないしは1年後の状態を見る限り、両地域とも回復傾向にあることが分かった。松川浦では、震災により生息地が破壊もしくは消失し、生息数が回復していない種があるいっぽう、地盤沈下により湿地環境が新たに生じたり、底質が改善されたことで、個体数や密度が増加した生物種もある。今後も回復や変化の過程のモニタリングを行い、そのデータを復興計画へ適切に反映させることが重要であろう。特に震災で環境が改善された地域では、再び悪化しないよう維持または向上させるような取組を行いたい。自然環境の回復や再生を検討する上では、より長期的な視点にたち、いつの時代のどのような自然環境を目標とするのかをイメージすることが重要である。そのためには、防災施設やインフラ、土地整備等を震災前の状態に復旧、修復することを目的とするのではなく、復旧する対象に多面的な役割を持たせたり、あえて震災によって生じた状況を残すなど、柔軟な対応を検討したい。

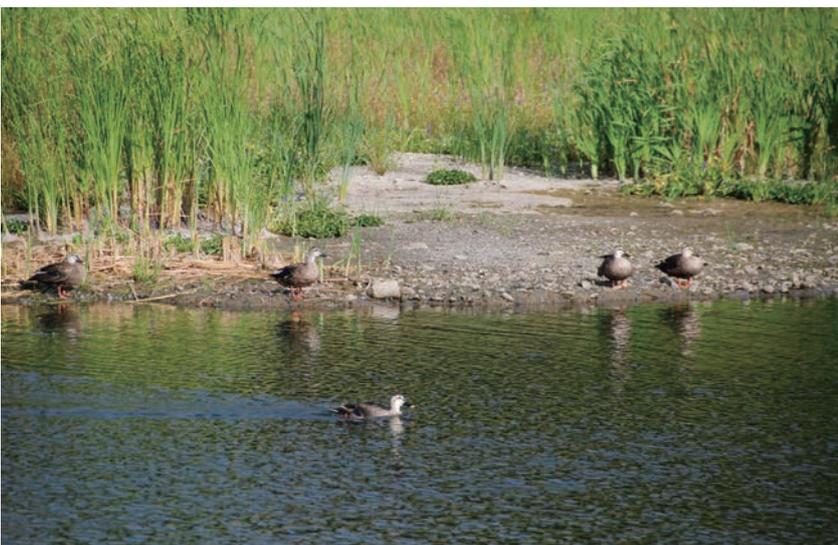
海洋汚染問題は、長期的なモニタリングとともに、放射性物質による汚染のみならず、有害化学物質等も含め、モニタリング体制や情報の発信、共有の体制を整え、正しい情報に誰もがアクセスできる状況を構築することが重要である。これは福島県や被災地だけの問題ではなく、本来は全ての地域、産業で配慮されるべき課題である。また一般消費者、生活者としても、汚染の有無だけにとらわれずに、どのようなリスクがあるのか、あるいは



堤防決壊により新たに生じた湿地環境（相馬市）

スクがないのかに関する情報を整理し、適切な対応をすることが望まれる。

震災から1年以上が経ち、各地で漁業や生産加工が順次再開されているが、海洋汚染に対する風評や、休漁期間中に新たに構築された流通販売経路の影響から、被災地の水産業は新たな課題を抱えている。そのような中、震災前から課題とされていた過密養殖による生産性の低下と環境の悪化に対し、改善の取組を開始した宮城県漁協志津川支所戸倉出張所の事例は、さまざまな方面から注目を浴びている。また、福島県では休漁による資源の回復がみられ、これを契機に資源管理型漁業の確立を目指すべきではないかといった漁業者の声も聞かれる。消費者に対する信頼性の向上や、新たな需要を開拓するためにも、持続可能な水産業への転換を見据えた取組が、水産業の復興においても重要ではないだろうか。戸倉出張所の例では、養殖施設の削減をし、暫定的ではあるが協業化を取り入れたことで、養殖施設の管理にかかる時間が軽減され、また災害時に予想される被害額の縮小が見込まれている。持続可能な水産業は、環境負荷の低減や長期的な利益を生み出すだけでなく、副次的な効果も期待される。簡単な取組ではないが、水産業の復興を考える上で、是非検討すべき課題だと考える。



地盤沈下により生じた新たな湿地環境（南三陸町）

参考資料：プロジェクト現地報告会 総合討論議事録

I 相馬・松川浦プロジェクト現地報告会

2012年3月27日 14:00～17:30（相馬市コミュニティセンター）

WWF：東梅貞義、前川聡、安村茂樹

検討委員：長谷川均、新井章吾、鈴木孝男、守屋年史、磯部友彦、馬場治

参加者：相馬双葉漁業協同組合松川支所組合員、福島県水産試験場相双支所、相馬市役所、相馬市議会議員などから約30名

報告会議事次第

1. プロジェクトの目的と概要

WWFジャパン 水産担当 前川 聡

2. 松川浦の海底および藻場の現状

(株)海藻研究所 所長 新井 章吾

3. 底生動物からみた松川浦の自然環境と震災の影響

東北大学 助教 鈴木 孝男

4. 松川浦周辺の土地利用はどのように移り変わったか

国士舘大学 教授 長谷川 均

5. 鳥類からみた自然環境への震災の影響

NPOバードリサーチ 研究員 守屋 年史

6. 海洋汚染(有害化学物質と放射性物質) とどのようにつきあうべきか

愛媛大学 教授 田辺 信介

7. 漁業の早期再開にむけた課題

東京海洋大学 教授 馬場 治

8. 意見交換(松川浦の環境回復および漁業早期再開にむけた優先課題について)

WWFジャパン 自然保護室長 東梅 貞義

意見交換 発言要旨 (漁業者の発言は漁協として表記した)

漁協 A 松川浦の生態系に関して、ここ 4、50年の間に大きな変化が3つあったと思う。1つ目は航路(水路)、2つ目は川口にある防波堤、3つ目は松川浦全体の護岸工事。護岸工事はここ30年くらいの間に、400～500mは拡張したのではないか。その影響か、藻場の場所がまるっきり反対の場所になってしまった。昔はアマモ場は入り江(浦奥部)のほうにあったが、川口よりに移ってきた印象がある。

漁協 B 以前は浦奥部までアマモが生えていたが、奥部で生えなくなり、逆に川口に広がってきた。以前は和田や岩子のほうにも生えていたという。

漁協 C アマモは以前、松川浦全体、磯部から松川まで全域に生えていた。ただし、漁業者の立場から言うと、アマモは漁業をやっていくうえで厄介な存在である。夏の間、アマモの刈取りを行い、アオノリの養殖を行っていた。アマモはノリ養殖にもアサリ漁にとっても邪魔になる。(刈り取ったことで)藻場に産卵する魚が減ったかもしれないという印象はある。ただし、現在のアマモ場の範囲であれば、漁業を営む上で障害というほどではない。

昭和45～46年に行った航路浚渫によって、松川浦の利用価値は増大した。アオノリは海水温が下

がると生育しないが、海流が奥部まで通るようになったことで、漁場として奥部も利用可能になった。浚渫は漁業をやっていく上で大変良かったと思う。

アマモは、松川浦全体に生えていたが、ある時期を境に一齐に消失した時期があった。昭和 35～40 年頃かと思われる。

新井 島根の中海などでも同じ頃、アマモが大規模に消失する事象が確認されている。農薬の影響だという説もあるが、流れの速い場所では残っているので、浮泥の堆積が影響しているのではないかと考えている。アマモは葉の上に浮泥が堆積すると枯死する。瀬戸内海でも陸地の開発が進行し、鉦物質の細かな泥や有機物が葉の上に 1～2ミリ堆積するような場所では、水の透明度は高くても、アマモ場は消失している。1980～90年代でも同様のことは起こっている。

漁協 C 数年前から松川浦全体に徐々にアマモが増えてきた。今回の津波によって、アマモ株が流され、拡大するのではないかと考えている。

アサリについても、津波によってさまざまな場所に漂着し定着することもあるのではないかと考えている。アサリの生息範囲についてはまだ調査が必要だろう。アオノリについても、同様の理由で、良好な生育が期待できるいっぽう、原因はよく分からないが、色落ちなどの被害も確認されている。

漁協 D 松川浦のような開口部が 1か所しかなく、複数の流入河川がある場合、上流部から放射性物質が次々と流入してくるのではないかと懸念がある。農作業が始まれば、排水を通じて松川浦にさらに流れ込む可能性もある。このような状況下で、漁業を 1～2年以内に再開できる見込みはあるのかどうか。底質の放射性物質の濃度が高ければ、ノリにも付着すると考えている。底質の中にどの程度蓄積されており、それがどのくらいの期間蓄積するのかが知りたい。

磯部 セシウム 137の場合、数年でなくなるものではないので、おそらくしばらくは底泥の粒子に吸着したセシウムが、アオノリやアサリに取り込まれ、放射能として検出され続ける可能性はある。

新井 先日、NHKでアラメなどの海草に含まれるセシウム濃度が激減しているという報道があった。海水中のカリウム濃度が高ければ、植物プランクトンにセシウムよりカリウムが選択的に摂取されるのではないかと個人的には感じている。

今後、農作業が始まると、有機物やシルトが降雨とともに松川浦に流入するが、海水と混じるとコロイド状化し、シルトは河口域に落ち、有機物は拡散してノリ網などに付着する。アマモ場が消失したためか、もしくは地盤沈下のために、松川浦の体積(水深)は震災前より何 10%か増えていると仮定すると、潮汐で交換される水の量は増えることになる。潜って見た印象でも泥分は意外と少なく、沖合に拡散しやすい条件も考えられる。

漁協 D 2月と3月との乾燥ノリの分析結果をみると、80Bq/kgくらいの上昇がみられる。震災後、防波堤が決壊していた時期は、低レベルであったが、修繕されて閉鎖されたとたん高レベルになってしまった。河川ではもっと高い値が検出されている。

市議 A 鵜ノ尾の決壊した砂洲をふさいだら松川浦が閉鎖水域に戻り、濃度が上がってしまった。これから除染がはじまれば、汚染物質がますます上流域から松川浦に流れ込んでくる可能性が大きい。その場合、決壊した部分を開放しておくか、閉鎖しておくかで結果はだいぶ変わるのではないかと考える。決壊した周辺は明治時代までは港だった。また、川口のほうに防波堤を延長したことで松川浦内の海流が、船の速度で例えると 2ノット程度弱くなったという話を聞いたことがある。今後本格的に復旧作業が行われる際、決壊部を埋めてしまうのではなく、水門方式にして、ノリの種付け等影響が予想される時は閉め、それ以外は開放して、松川浦の海流の流れを良くするという選択もあるのではないかと考える。

- 長谷川 選択肢としては十分あり得ることだと思う。ただし、行政がリーダーシップをとるなり、漁協から要請がでるなりして、合意形成を図らないと難しいのではないかな。
- WWF 今回決壊した部分は、明治以前の川口の付近だが、開放したほうが良い、閉鎖したほうが良い、両方の考えがあると思うがいかがだろうか。
- 漁協 D あの付近はアオノリの種場になっているが、閉じられていたからあの周辺が種場だったのか、開放されていても種場となるのかは分からない。
- 漁協 E ノリそのものは汽水域で生育するから、海水が直接はいるような環境は難しい。
- 漁協 C 松川浦内に水路を維持していくためには、ある程度の水深も必要で、流れが速く砂が溜まりやすい状況では困ることも起きるのではないかな。また決壊した周辺はノリの種場になっており、下手に環境を変えると問題が起こるのではないかなとの懸念がある。ただし、いずれ何かしら対策は必要かも知れない。
- WWF 津波によって浚渫して維持されてきた水路が埋まり、松川浦内の水循環が変化したということはないのかな？
- 漁協 C 水路が埋まったということはない。
- 漁協 E 松川浦周辺は 30センチほど地盤沈下が起きており、全体が深くなっている。その分海流が変化したとは思おう。
- 市議 A 風評被害を軽減するためには、徹底的に測定するしかないと思う。測定結果が大丈夫ならば、まずは地元で消費して、それで大丈夫ならば流通させるといった方法があるのではないかな。全量検査できる機械を導入して、徹底的に測定して、ゼロであれば売れるだろうか？
- 馬場 牛肉の全頭検査が出来ているのに、魚介類でできない理由のひとつが鮮度である。連続的に測定できるものがあれば、有効だと考える。検査結果の証明書つきであれば、市場でも受入は可能だと思うのだが、現行の制度では、サンプリング検査なので不安が残ってしまう。量販店でも全量検査したものであれば、受け入れる余地はあるだろう。
- 漁協 B しかし実際には水産物の全量検査は難しいのではないかな。乾燥ノリなど加工品であれば測定可能だが、生の場合測るのは難しいのではないかな。
- 鈴木 ベルトコンベアで連続的に測定する機械は、検出限界が高いなどの問題があるかもしれない。また、分析機器は品薄状態だということ。
- WWF 科学的根拠に基づく基準値より、消費者への配慮から検出限界以下という独自基準を設定する量販店もあるが、それ以外の受け入れはどのような状況だろうか。
- 馬場 例えば茨城県などでは、野菜、魚とも普通に流通している。ただし、大手量販店では、ほとんど扱っていないのが実態。鮮魚を扱うチェーン店の中には、茨城県産の魚を安いという理由で扱っているところもある。独自検査ではないが、県などが実施するサンプリング検査済みという前提で流通している実態がある。スーパーとそれ以外とでは対応が違う。
- 漁協 B 現実的には、松川浦でとれた水産物を全量検査するより、量販店に検査をゆだねる状況もあるだろう。生産しても、全部卸すことができれば、なかなか難しい
- 馬場 地域差もあると思う。関東圏であればまだ販売の可能性はあるが、西日本では非常に厳しい。東日本で水揚げされた魚介類を一切拒否している事例も見受けられる。実際には、どの県産かということより、細かな地理的な区別がついていない。福島も茨城も宮城も一緒の扱いになっている。
- 漁協 D 基準値が 100bq/kgになると非常に厳しい。検出限界以下が前提といっているようなもので、例えば基準値以下だったとしても、取り扱ってもらえない可能性が高くなる。厳しい検査体制をしいて、流通させたとしても、1例でも基準値を超えると大打撃となるだろう。米の例で一度失敗しているだけに、水産物ではさらに慎重に対応する必要がある。漁業者の心理的な問題もある。魚を捕っても

安くしか売れないとなれば、たくさん捕れるところに行ってしまう。原発に近い場所で操業する人も出てくるかも知れない。そうなれば、福島県産の水産物は二度と信用を得られなくなってしまう。これから流通、販売させる水産物については、細心の注意が必要だと思う。

漁協 B 漁業再開が先延ばしになると、零細の漁業者は廃業に追い込まれてしまう。転職するとしても、高齢者の場合、年齢の問題もあるだろう。

漁協 D 後継者となる若い漁業者の場合、漁業の再開の見通しがつくなら、補助金を活用して漁業に投資することもできるが、漁業ができる保証すらない。県や国は予算があるので復興にむけて頑張りたいというが、それが出来ないのが現状。国でも県でも、再開の見通しを示して欲しい。

馬場 先の展望が無いから再開にも踏み切れないことも問題視している。技術開発が必要だと思うが、ノリの加工品など保存の利くものについては全量検査の体制を整えることが必要だろう。国や県に要望し、検査体制の構築に投資してもらい、その上で生産現場に補助金を入れてもらうのが良いのではないかと。

漁協 D 実際 2012年度は現状復帰を目標としてノリ養殖を再開してみたが、出荷できないとなると、この1年間何をやってたのかと思う。ノリを栽培し、全量検査を行い、出荷できないとなった場合、そのノリはどう処分すれば良いのか、といった問題もある。

漁協 B 漁業の場合、網を入れればすぐにでも再開できるが、ノリ養殖は9月には種つけして準備をしないと間に合わない。米作りと同じで、8月に再開が決まっても米を作れないのと同じ。

WWF 本日、先の見通しが無いと投資そのもの出来ない、見通しをつけるためには、何が今起きているのかをきちんと検査しないとイケないといった、さまざまな意見が出た。これをもとに計画を修正し、また相談したい。

漁協 C 最後に、漁業者を代表して一言。漁業者の望みは、いつ漁業再開できるのかにつける。毎月1回ずつ福島県漁連で会合を開いているが、再開という結論には至っていない。津波だけならまだしも、放射能の問題が大きい。実はノリについては、今年度も見送ることが決まった。先ほども話がでたが、9月に水産業の再開が決まっても、ノリの場合は即再開というわけにはいかない。また松川浦だけの問題ではなく、福島県全体として足並みを揃える必要もある。現時点でノリだけ再開を決めることはできない。

(以降、閉会の挨拶等)

II 南三陸町・志津川湾プロジェクト現地報告会

2012年3月28日 15:00～17:00（宮城県漁協戸倉出張所）

WWF: 東梅貞義、前川聡、安村茂樹

検討委員: 長谷川均、新井章吾、磯部友彦、馬場治、鈴木孝男

参加者: 宮城県漁業協同組合志津川支所組合員、南三陸町役場などから約20名

報告会議事次第

1. プロジェクトの目的と概要

WWFジャパン 水産担当 前川 聡

2. 志津川湾の海底および藻場の現状(目視調査から分かったこと)

(株)海藻研究所 所長 新井 章吾

3. 海洋汚染(有害化学物質と放射性物質) とどのようにつきあうべきか

愛媛大学 研究員 磯辺 友彦

4. 水産業復興にむけた生産～流通～販売における課題

東京海洋大学 教授 馬場 治

5. 養殖の新しい世界基準の紹介

WWFジャパン 水産担当 前川 聡

6. 意見交換(志津川湾の自然環境の保全管理と持続可能な水産業にむけて)

WWFジャパン 自然保護室長 東梅 貞義

意見交換 発言要旨 (漁業者の発言は漁協として表記した)

WWF 調査報告に関する質問、あるいは現在の関心事について意見をいただきたい。

漁協 A 今、放射能について騒がれており、それがいつまで続くのか関心がある。海藻類については、どのような状況なのか知りたい。

WWF 現在、愛媛大学にサンプルを送り調査中であり、その結果報告は別途させていただく予定だが、今後は継続的に行い、また測定頻度についても検討していかなければいけないと考えている。また、放射性物質だけではなく、PCBやダイオキシンといった有害化学物質についても検討していく必要があるかも知れない。そのための監視体制を今後検討していく必要があると思う。

役場 A 市場で週3回測定しているが、今のところワカメからは検出限界以下となっている。春からは週5日測定する体制にととのえたいと考えている。

漁協 B 夏季は暖流が北上するが、それに伴い放射性物質も拡散してくるのではないかと、それにより志津川湾に流入するのでは、といった懸念がある。それに対応した体制が必要ではないか。

磯部 セシウム137は粒子と一緒に動くので、海流にともない移動、拡散する可能性は否定できない。そのためにも高頻度でモニタリングしていくことが重要と考える。

漁協 B 冬季は寒流が主だったが、今後暖流が主になると、放射性物質の流れがまるっきり変わってしまうのではないかと。むしろこれから注意しなければならないと思う。

磯部 有機堆積物を食べる生物や底泥の調査も必要だが、まずは市場のワカメのモニタリング体制を整えることが優先である。

新井 暖流の影響で放射性物質がより北の範囲まで拡散すると考えた場合、去年は今年より流出量は多かったはずなので、昨年検出されなかったのであるから、今年検出される可能性は低いと思う。福島

沖のアラメも、震災直後は非常に濃度が高かったが、現在は低レベルであるという調査結果も考慮すると、海中のセシウム濃度自体が下がっていると考えられ、ワカメについては、あまり心配はいらぬのではないだろうか。

魚類については、定住性の魚類より回遊性の魚類について、より詳細な調査分析が必要だと思う。万が一検出された場合、徹底的に調査し、マスコミなどで公表される前に、自ら発表する姿勢が重要だと思う。

鈴木 政府の出す基準値が 500Bq/kg から 100Bq/kg に引き下げられることで、宮城県でも、特に南部では、基準値を超える魚種は出てくる可能性が高い。また、同じ魚種でも大型個体であれば、高い値が検出されることがある。また南からの回遊魚であれば、基準値を超えるサンプルも出てくるだろう。そうすると、宮城県でも風評被害の影響は免れない。

現在、海中の放射性物質濃度は低下しており、また粒子と一緒に沈降しているものが多い。それが台風や嵐によって巻き上がり志津川湾に流れ込んでくる可能性はある。そのため、嵐の後など、測定の時機にも配慮する必要がある。ワカメは海中の放射性物質の濃度が高くなると、すぐに影響を受けるはずなので、ワカメで何か変化をつかんだら、対象をほかにも広げるといった体制を作ること、そして必要な情報を集めておくということが重要である。

漁協 C 新井先生の発表を聞いて思ったのだが、コンクリートなど震災がれきが、陸上に集積されているが、関係者の合意のもとで、海に漁礁として投入するといったことも可能なのだろうか。役場の上承や協力も得られれば、さらに実施しやすいと思われる。

新井 スライドで紹介した魚礁は、ダイビングスポットとして活用されている。導入に関しては、漁協の上承のもと、試験的な導入であれば設置も比較的容易ではないかと思う。

漁協 D 折立地区は海岸部でマリンエコピア事業としてアサリのための干潟を造成した場所であるが、現在はがれきが散在している状態である。湧水の話も紹介されたが、周辺の漁場再生はどのような方向性が考えられるだろうか。

新井 海岸保安林や塩性湿地の再生、保全活動のように、海岸に近い場所、干潟などで食物連鎖を通じて有機物が分解され栄養塩が供給されるシステムづくりが重要だと思う。湿地があれば湧水量が増え、ワカメやカキの栄養塩の供給システムができる可能性がある。島根の中海の例では、湧水がある場所は、様々な生物による摂食圧が低下する冬季には珪藻が増殖し、魚類やアサリのエサにもなっている。また集落の下水は高度処理せず、合併槽などで粗放的に濾過して、塩性湿地の上流の淡水湿地に排水し、地下浸透させることで、クリーンな無機体の窒素、リン、カリウムとなって海に還元することが出来ると思う。高度処理の歴史はここ 20～30 年しかなく、それ以前は肥料として利用したり、地下浸透させるなどしてきた。南三陸町は自然が豊かなので、集落排水を湿地に流しても、分解され、栄養塩として供給されるのではないかと思われる。

WWF 協業化については何か意見はないか。

漁協 B 協業化については、個人の場合と、協業化した場合とで、経費面などの違いを、養殖の事例に絞って具体的に例示して欲しい。参考となるグラフなどがあると、各漁業者にも配布して呼びかけることが出来る。

馬場 協業化の養殖ではノリ養殖の事例がある。佐賀県の、ノリの全自動乾燥機を何軒かで共有している事例で、給料制ではなく、売り上げからコスト、経費を引いて配分している。養殖ではおそらくノリの協業化の事例がもっとも進んでいる。

漁協 B この地域はホタテ、ワカメ、カキなどの養殖が主なので、これらについて具体的な例示が欲しい。またさまざまな知見から、個人でやるより協業化した場合で想定されるメリットなどを示していただくと非常に助かる。

- 馬場 今月、東京海洋大学が気仙沼にサテライト事務所を設立したので、そこを中心に南三陸町の調査も引き続き実施していきたいので、協力をお願いする。
- WWF 世界的な養殖認証である ASC については何か意見や質問はないか。
- 役場 A 南三陸町としても、養殖認証である ASC ならびに森林認証である FSC について、取得を検討したい。南三陸町は山と海のつながりが非常にコンパクトにまとまっているので、それをこれからの売りにしていきたい。ASC は現在日本に認証機関がないが、今後の見通しと資金的な問題、メリットについて教えて欲しい。
- WWF 漁業認証である MSC (海洋管理協議会) 認証については、生産体制などをチェックする審査機関がいくつかある。ASC 認証の今後の見通しとしては、海外ではティラピアの認証作業が進んでおり、今年中に現在検討中の 12 品目すべてについて基準や認証システムが決まってくると思われる。その後、認証機関について、国内でも動きが出てくると思われる。認証に必要な費用は、MSC 認証ではかなりの費用がかかるため、補助金申請などを行い費用の半額程度を補助してもらう仕組みもある。メリットについて、MSC 認証の事例でいえば、販売価格に付加価値が付くわけではない。生産者の努力や取り組みが、直に消費者に伝えることが出来るということが大きい。消費者から見た場合、どのようにして生産されているかは分からないし、養殖は天然より質が劣るのではないかといった偏見も多いが、ASC ラベルを製品に添付することで、世界基準をクリアし環境にも配慮されたものであることを伝えることができる。MSC 認証を取得した京都のアカガレイの事例では、傷もののような規格外についても高めの値段で販売することができるといったケースもあるようだ。
- 漁協 A 最後に漁業者を代表して一言。この 1 年、専門家の方のアドバイス等をうけながら、ようやく復興、復旧の兆しが見えてきた。今後も協力をお願いしたい。

(以降、閉会の挨拶等)

謝 辞

本プロジェクトの計画、実施にあたり、被災地内外のさまざまな地域、関係者の方々の協力、情報提供などをいただいた。ここに感謝の意を表したい。とりわけ、宮古漁業共同組合、重茂漁業共同組合、宮古水産振興センター、大洗町漁業共同組合、鹿島灘漁業共同組合、NPO法人海は森の恋人の皆さまには、計画の準備段階に、震災直後の大変な時期にも関わらず快く取材に応じていただいた。また、実施にあたっては、宮城県漁業共同組合志津川支所戸倉出張所ならびに南三陸町の役場および住民の方々、相馬双葉漁業共同組合、はげっこ倶楽部、相馬市の役場および住民の方々には、調査や意見交換等にあたってさまざまなご協力をいただいた。重ねてお礼を申しあげたい。

また、本プロジェクトの実施にあたっては、非常に多くの個人ならびに法人のサポーターからの寄付金等の支援をいただいた。感謝を申し上げたい。

WWFジャパン 暮らしと自然の復興プロジェクト 実施報告書

編集者: WWFジャパン 前川 聡

発行: 公益財団法人 世界自然保護基金ジャパン

〒105-0014 東京都港区芝3-1-14 日本生命赤羽橋ビル6F

電話: 03-3769-1713 Fax: 03-3769-1717

発行日: 2013年7月

デザイン: 三石 芳明

印刷: 株式会社 大川印刷

本刊行物の一部又は全部の複製には題名を記載するとともに、
上記発行者を著作権所有者として明記すること。

WWF Japan

Report on the Nature and Livelihood Recovery Project

A preliminary assessment of ecological and social-economic changes in selected
areas affected by the Great East Japan Earthquake, 2011

Editor: Satoshi Maekawa, WWF Japan

Publisher: WWF Japan

Publishing Date: July 2013

Any reproduction in full or in part must mention the title and credit the above-
mentioned publisher as the copyright owner.

ISBN-XXXXXX



私たちはWWFです
人と自然が調和して生きられる未来を目指して、地球環境の
悪化をくい止めるさまざまな活動を実践しています。

www.wwf.or.jp

©1986 Panda symbol WWF ®"WWF" is a WWF Registered Trademark

ISBN-XXXXXX