

JAMSTEC における東北マリンサイエンス

藤倉克則・藤原義弘・渡邊修一・大河内直彦・山北剛久・笠谷貴史・土田真二・河戸勝・高橋幸愛・菱木美和・園田朗・北里洋（海洋研究開発機構）

1. はじめに

2011年東北地方太平洋沖地震と巨大津波は豊かな漁場であった三陸沿岸～沖合にかけての海洋生態系に大きな攪乱を与え、水産業に甚大な被害を及ぼした。東北マリンサイエンス拠点形成事業（以下 TEAMS と略す）は、この未曾有の自然災害から被災地水産業を復興させるために、科学的知見から貢献することを目的に 2011 年度後半から 10 年間のプロジェクトとして推進されている。海洋研究開発機構（JAMSTEC）は、東北大、東京大とともに TEAMS の中核機関として、東北太平洋沖の底層生態系の変動・機能・構造を解析するとともに、TEAMS で得られたデータを集積・公開するミッションを担っている。

TEAMS は、大規模な地震津波に伴う海洋生態系擾乱の実態を経時的なモニタリングで把握し、生態系回復や変動過程を解明し、その成果を通じて漁業の復興に貢献することを目的としている。そのためには、①三陸沖の海洋環境がどのように変化したか、②資源生物の分布や量、食物連鎖構造がどのように変化したか、③今後どのように回復もしくは変動するのか、④資源生物を持続的に利用するにはどうすればよいか、⑤有毒物質が蓄積されていないか（資源生物の安全性を証明する）、といった知見を得る必要がある。これらのことから、JAMSTEC では三陸沖合の底層域において(1)漁場における地形と瓦礫マッピング、(2)資源生物の分布・行動の把握と個体群構造の解析、(3)海洋資源生物環境の長期間モニタリング、(4)生物の栄養段階と有害物質蓄積評価、(5)生態系ハビタットマッピング、(6)データベースの整備運用に取り組んでいる。本報告では、TEAMS における JAMSTEC の取り組み概要を紹介する。

2. 取り組みの概要

漁場における地形と瓦礫マッピングでは、宮城県から岩手県沖の沖合海底において、詳細な海底地形、ガレキの分布状況と動態について調査した。沖合漁業の対象水深である水深約 200-1000m の範囲のうち、水深 400 m 以深は概ね海底地形図を作成できている。水深 400 m 以浅については、設置漁具の影響やマルチビームの効率性の低さから完成には至っていないが継続して完成させる予定である。瓦礫の検出は、地形的な凹地、平地、斜面、斜面麓などの代表的なエリアおよび地元自治体や漁業者からの情報を基に、音響ソナーの広域探査と、無人探査機 (ROV)・深海曳航式 TV カメラによる直接観察を行った。宮城県沖では、さらに宮城県の漁業者による瓦礫掃海作業データの提供を受け、瓦礫分布の解析を行った。調査の過程で、未知の沈没船 1 隻を含む 3 隻の大型沈没船を発見し、それらの漁業への障害状況などについてもデータを取得している。

資源生物の分布・行動の把握と個体群構造の解析では、地震・津波が沖合底層生態系にどのような影響を与えたのかについて評価した。そのための調査ファシリティとして、小型 ROV「クラムボン」を整備し、資源生物の分布、瓦礫との関わりについて解析した。沖合底層域で漁獲対象種となっているキチジとスケトウダラを対象に、地震後の個体群の遺伝的多様性に変化がないかどうかを解析し、大きな影響がないことを示した(Orui Sakaguchi et al. 2014)。

海洋資源生物環境の長期間モニタリングでは、地震津波後の三陸沖水塊構造および堆積物の変動解析と、これまでできなかった海底近傍の長期環境モニタリングに取り組んだ。三陸沖水塊構造については、被災地の調査船が稼働できずにモニタリングで

きなかった基礎的環境因子のデータを補完するとともに、今後の三陸沖水塊構造変動予測に資するデータを取得することができた。堆積物とメイオファウナの相互解析から、経時的な地震津波の影響を評価することができた (Kitahashi et al. 2014, 2016, Nomaki et al. 2015, 2016)。海底近傍の長期環境モニタリングについては、水深 300m 付近と水深 1000m 付近でランダーシステムを整備し実施した (Oguri et al. 2015)。水深 1000m 付近のモニタリングは成功したが、水深 300m 付近のランダーシステムが漁具に回収されることが続き、形状の工夫、漁業者への協力要請、漁業が行いにくい場所への設置などさまざまな対策を講じたが、漁具による回収を確実にさせる状況にはならなかった。なお、300m のランダーから取得できたデータから親潮系の低温、低塩の水塊が流入する状況が 5 月に見られることが分かった。また、底層付近に見られる懸濁層が地震、表層の生物生産に因って作られる可能性を示すことができた。

生物の栄養段階と有害物質蓄積評価では、津波が陸上からもたらした化学物質が、生物や堆積物の汚染を引き起こしていないかどうかを解析し、水産生物の安全性を示すことを目指し、PCB を指標に分析を行った。化学物質は、捕食にともなって濃縮されることから、生物の栄養段階を最近開発されたアミノ酸の同位体比によって正確に求め、それぞれの栄養段階に応じた PCB の蓄積状況を経時的に調査した。分析結果は、PCB 濃度は環境省の規制値より十分低い。特に生物試料については栄養段階の間に明確な関連は見えず、三陸沖の生物・堆積物ともに化学汚染を引き起こしていないことを示唆した (Ohkouchi et al. in press)。また、栄養段階の解析により生態系の基礎構造を把握できた。

生態系ハビタットマッピングでは、三陸の沿岸から沖合にかけての海域において、水塊環境、地形、いくつかの種類の生物の分布、瓦礫分布、生物多様性指標などのデータを地理情報システム (GIS) を用いて統合可視化したハビタットマップの基礎を構築している (Yamakita et al. 2015)。そして、ハビタットマップを含む海洋生態系空間モデルが、震災復興における持続的水産業や海域利用を評価するツールとしてポテンシャルが高いことが認識され、今後の TEAMS

を展開する上で基本的な手法になる。

データベースの整備運用では、多種多様な情報の早期公開を可能とする「TEAMS 調査観測データセット公開システム」(カタログシステム)を整備し、このシステムを用いて TEAMS の調査観測で取得されるデータを公開する「TEAMS データ案内所・リアス」の運用を行っている (<http://www.i-teams.jp/rias/>)。また TEAMS メンバー以外の研究者等に対しても、その調査研究活動に関する情報を広く提供するため、調査計画・報告、成果情報についても、同様に公開している。

3. おわりに

TEAMS がはじまってから約 5 年が経過し、後半の 5 年に入る。我々は、後半の 5 年間では、

- ・東北地方太平洋沖地震とそれに伴う津波による海洋生態系への影響とその後の回復過程を長期にわたり科学的に把握する、
 - ・海洋生態系空間モデルを構築し、効果的・持続的な漁業に向けた提言を行う、
 - ・海洋生態系の調査によって得られた成果を集積したデータベースを構築、公開し、本事業内外の研究を促進する、
 - ・成果を漁業関連団体等に説明、地元のニーズをくみ上げ、科学的調査を基にした被災地漁業の復興及び持続的漁業の展開に貢献する、
 - ・研究成果を関係省庁、一般市民、学生等、広く伝える、
 - ・世界的にみても例のない、震災後における海洋生態系の総合的な科学的調査の研究成果を国際的に発信する、
- といった内容を柱にして、TEAMS に係る調査研究を進める予定である。

引用文献

- Kitahashi, T, R. G. Jenkins, H. Nomaki, M. Shimanaga, K. Fujikura and S. Kojima (2014) Effect of the 2011 Tohoku Earthquake on deep-sea meiofaunal assemblages inhabiting the landward slope of the Japan Trench. *Marine Geology*, 358: 128-137.
- Kitahashi, T., H. Watanabe, K. Ikehara, R. G. Jenkins, S.

- Kojima and M. Shimanaga (2016) Deep-sea meiofauna off the Pacific coast of Tohoku and other trench slopes around Japan: A comparative study before and after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. *Journal of Oceanography*, in press: doi: 10.1007/s10872-015-0323-3.
- Nomaki, H., T. Mochizuki, T. Kitahashi, T. Nunoura, K. Arai, T. Toyofuku, G. Tanaka, S. Shigeno, E. Tasumi, K. Fujikura and S. Watanabe (2015) Effects of mass sedimentation event after the 2011 off the Pacific coast of Tohoku earthquake on benthic prokaryotes and meiofauna inhabiting the upper bathyal sediments. *Journal of Oceanography*, DOI 10.1007/s10872-015-0293-5.
- Nomaki, H., K. Arai, H. Suga, T. Toyofuku, M. Wakita, T. Nunoura, K. Oguri, T. Kasaya, and S. Watanabe (2016) Sedimentary organic matter contents and porewater chemistry at upper bathyal depths influenced by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake and tsunami. *Journal of Oceanography*, doi: 10.1007/s10872-015-0315-3.
- Oguri, K., Y. Furushima, T. Toyofuku, T. Kasaya, M. Wakita, S. Watanabe, K. Fujikura and H. Kitazato (2015) Long-term monitoring of bottom environments of the continental slope off Otsuchi Bay, northeastern Japan. *Journal of Oceanography*, DOI:10.1007/s10872-015-0330-4.
- Ohkouchi, N., H. Shibata, Y. Chikaraishi, H., Nomaki, N.O. Ogawa, T. Nagata, T. Goto, K. Fujikura and H. Kitazato (in press) A monitoring result of polychlorinated biphenyls (PCBs) in deep-sea organisms and sediments off Tohoku during 2012-2014: Temporal variation and the relationship with the trophic position. *Journal of Oceanography*.
- Orui Sakaguchi, S., K. Takishita, T. Goto, H. Shibata, S. Kojima, S. Tsuchida, H. Kitazato and K. Fujikura (2014) Analyses of age and population genetic structure of the broadbanded thornyhead *Sebastolobus macrochir* in North Japan suggest its broad dispersion and migration before settlement. *Journal of Oceanography*, 70: 457-462. DOI 10.1007/s10872-014-0240-x.
- Yamakita, T, H. Yamamoto, Y. Yokoyama, I. Sakamoto, S. Tsuchida, D. Lindsay, Y. Fujiwara, M. Kawato, T. Kasaya and H. Kitazato (2015) Distribution of the marine debris on seafloor from the primary report of five cruises after the Great East Japan Earthquake 2011. In: Ceccaldi, H. J., Y. Henocque, Y. Koike, T. Komatsu, G. Stora and M-H. Tusseau-Vuillemin (eds) *Mar. Product. Perturbations Resil. Socio-ecosystems*. pp 101–109.