

## 仙台湾における東日本大震災後の海洋環境

伊藤進一・笥 茂穂・清水勇吾・和川 拓・齊藤宏明・桑田 晃・田所和明・  
岡崎雄二・坂見知子・成松庸二・栗田 豊・玉手 剛・神山孝史（東北水研）・  
八木 宏・杉松宏一（水工研）・上原伸二（日水研）・  
田中博之・藤井一則（瀬戸内水研）・  
藤本 賢・帰山秀樹・小埜恒夫（中央水研）・佐伯光広（宮城水セ）  
震災対応漁場環境保全グループ

### 1. はじめに

東北地方太平洋沖地震によって甚大な被害を被った東北地方の水産業の復興を支援する目的で、水産総合研究センターでは「水産業復興・再生のための調査研究開発推進本部」ならびに「現地推進本部」を設置した。「現地推進本部」の中に対策チームとして情報収集・管理、漁場環境・保全、増養殖・沿岸漁業、沖合資源・漁海況、宮古復興、さけますふ化放流、食品加工、漁村・流通、漁港・施設整備の9つのチームを組織し、水産業復興に向けての具体的な検討に入った。

漁場環境・保全チームでは、津波によって未曾有の被害を受けた水産業者が、水産業を再開した際に、再び不利益を受けるリスクを少しでも減らすために、震災後の漁場環境に関する情報の収集と提供が重要であると判断し、実行計画を立てた。その議論の中で、東北区水産研究所の地先である仙台湾を対象とした東日本大震災による津波の漁場環境および漁業生産への影響調査を実施することとなった。

仙台湾は、開放的な海岸が続き、小型船舶を用いた多様な漁業が行われている。北部海域は、ノリやカキの養殖が主体であり、南部海域は小型底曳網・刺し網などの漁船漁業が主体となっている。東日本大震災による津波の襲来は、漁船や漁港に壊滅的な被害を及ぼしただけではなく、沿岸地形を変化させ、陸域から大量の陸上物質（栄養塩、油分、農薬、土砂、瓦礫等）が流出し、これらの物質によって漁場環境が大き

く変化することが危惧された。特に、栄養塩が大量に供給されたことにより、大規模な赤潮が発生し、ノリの色落ち、大規模な貝毒などの発生も危惧された。赤潮が発生すると、赤潮原因プランクトンが海底に沈降し、貧酸素水塊が発生する可能性も危惧された(図1)。この他にも、藻場等生育場破壊による魚類加入率の低下、堆積物移動による漁場の消失・移動なども危惧され、これら様々な影響が起きることを想定して観測計画を立てることにした。

### 2. 観測計画

仙台湾を対象に漁場環境調査を繰り返し実施し、生物生産が盛んで有機物の分解が進む高温期から水温降下期にかけての環境変化を捉える計画を立てた。観測項目としては、係留系による流動、水質の連続観測、船舶 CTD 観測、栄養塩、クロロフィル、溶存酸素、有機物濃度、油分、細菌叢、底質、有機物、放射性物質等の観測を設定し、環境変化を総合的に把握できるようにするとともに、震災によって変質した可能性のある生態系構造を同位体分析で把握することを計画した。実際には、図2のように仙台湾を横断する測線と岸に沿って縦断する測線を設定し、その交点に係留系を設置した。また、4点の総合調査観測点を設定し、水質の他に魚類、ベントス等の生物相の把握と、同位体分析による生態系構造の把握を目指した。船舶観測は、表1の通り6回実施した。

### 3. 結果

仙台湾の夏季の物理環境については、係留系データおよび船舶観測によって、仙台湾の詳細な海洋構造、海洋環境を把握することができた。仙台湾では、沿岸側に河川水由来の低塩分水があり、沖合の高塩分水と顕著な塩分前線を形成していること、沿岸側では表層 10 m 付近に躍層が形成され、その躍層上部に河川由来の低塩分水が存在することが観測から明らかとなった。また、低塩分水側の中層で溶存酸素極大が形成され、海底付近で chlorophyll-*a* 極大が形成され、沖合の垂表層 chlorophyll-*a* 極大に繋がった構造をしていることがわかった。さらに、河川由来の低塩分水と沖合由来の高塩分水の間でできる塩分前線が、潮流で岸沖方向に移動しており、その移動に半日周潮が影響していることがわかった。また、それ以外に流速場に慣性振動が卓越する期間も確認された。

係留系で観測した底層の溶存酸素濃度は、7月上旬の台風6号の通過後に飽和度100%近くまで一時上昇し、その後8月上旬～9月上旬に溶存酸素濃度が低下したが、最低でも飽和度40%以上で、貧酸素にまでは至らなかった。仙台湾内の縦断面、横断面観測においても、大規模な貧酸素水塊の発生は確認されなかった。

また、係留系によって観測された表層の chlorophyll-*a* は、8月末に極大値を示した。縦断面、横断面の観測から、栄養塩は6月の段階で窒素系栄養塩が律速になっており、chlorophyll-*a* は6～7月は大きな変化はなく、8月から増大した。2010年は6月から8月にかけて、chlorophyll-*a* は減少したが、2011年は違った変動を示した。これが、陸域からの栄養塩供給に起因するものなのかどうかは定かではない。また、目視観察においても、小規模な赤潮が6月に目視されたものの(図3)、それ以外は確認できなかった。

油分についても、濃度は低いことが確認された。その他、一部、津波によって海底土が移動した状態が確認された(図4)。また、泥分率の

高いところで有機物が多いことが確認されたが、有機物の多いところで細菌数が多い関係は崩れていた。

### 4. 考察

このように予想に反して、窒素系栄養塩が欠乏し、赤潮も発生せず、貧酸素水塊も発生しなかった原因を考察するため、湾内と湾外の海水交換を調べた。海水交換はエスチャリー循環を仮定し考察した。仙台湾には、旧北上川、鳴瀬川(吉田川を含む)、名取川、阿武隈川の4水系の1級河川が流入している。1級河川の河川流量は、通常2年程度遅れて国土交通省から公開されるため、2011年の値は現時点では公表されていない。一方、水位については速報値があるため、水位-流量曲線を過去の両者のデータを用いて求めた。旧北上川の和渚、吉田川の粕川においては2008年のデータを、鳴瀬川の竹谷、名取川の閑上、阿武隈川の岩沼においては2009年のデータを用いて水位-流量曲線を求め、この式をもとに2011年の流量を水位速報値から求めた。このようにして求めた1級河川の合計流量は、6月下旬の停滞前線、7月下旬の台風6号、7月下旬の停滞前線、9月上旬の台風12号の通過に対応して、極大を示したが、平年と比較して特に多い流量は示さなかった。

8月5日と8月24日に行った縦断面の観測では、浅海域の表層以外は塩分分布の変化が少なかった。また、河川流量も平水時の値であった。これらのことから、定常状態を仮定して、塩分前線の岸側上・下層、沖側上・下層の4つのボックス間での交換流量を、エスチャリー循環を仮定して、水、塩分収支から求めた。その結果、仙台湾の交換時間スケールは40日程度であり、調査開始時には既に多くの物質が湾外に流出していた可能性が大きいことがわかった。また、津波の発生以降、夏季を中心に、台風や停滞前線による出水と攪拌が繰り返され、上記の交換時間より速い時間スケールで外海との海水交換が行われていることが推測された。この

ため、津波によって陸上から供給された物質は、比較的速やかに湾外への流出したことが推測された。

謝辞

宮城県庁の坂本猛様、東京大学の高橋一生様、JAMSTECの富田裕之様、横浜国立大学の寒川清佳様、藤井恵利佳様、三重大大学の小松謙介様、西川はつみ様、東北区水産研究所の西部裕一郎様、谷内由貴子様、渡辺剛様、佐藤政俊様、東

海大学の藤田知則様、久保田朱音様、篠幸良様他、多くの方々に乗船して頂き、調査に協力して頂いたことに感謝する。また、若鷹丸の船長を始め乗組員の方々には、緊急事態ということで計画の度々の変更、過密な調査スケジュールの中、観測を遂行して頂いたことに心より感謝する。

表1.、東日本大震災による津波の仙台湾漁場環境および漁業生産への影響調査の実施一覧。

期 間	船 舶	調査対象海域
6月18日～6月29日	若鷹丸	仙台湾、八戸沖
7月06日～7月11日	若鷹丸	仙台湾
7月15日～7月29日	若鷹丸	仙台湾、厚岸沖、宮城沖
8月02日～8月07日	若鷹丸	仙台湾
8月23日～9月11日	若鷹丸	仙台湾、宮城沖、混合水域
9月24日～9月30日	若鷹丸	仙台湾、宮城沖

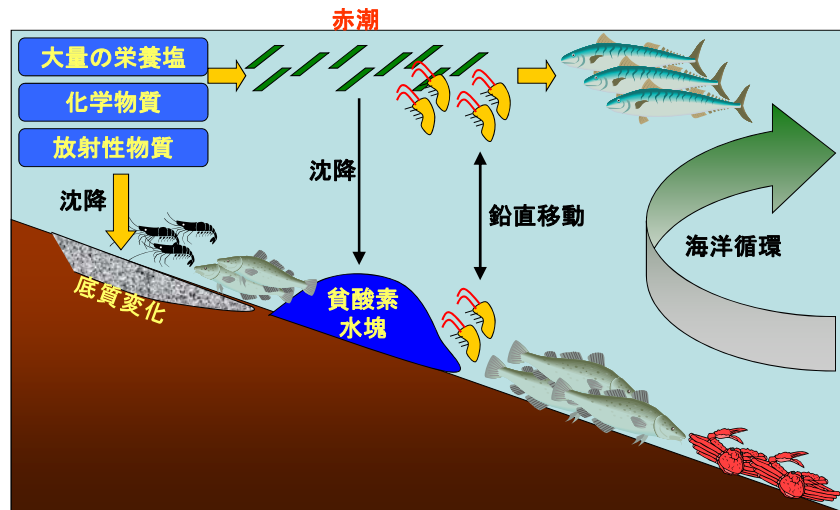


図1. 東日本大震災による津波が漁場環境および漁業生産に与える可能性のある影響の概念図。

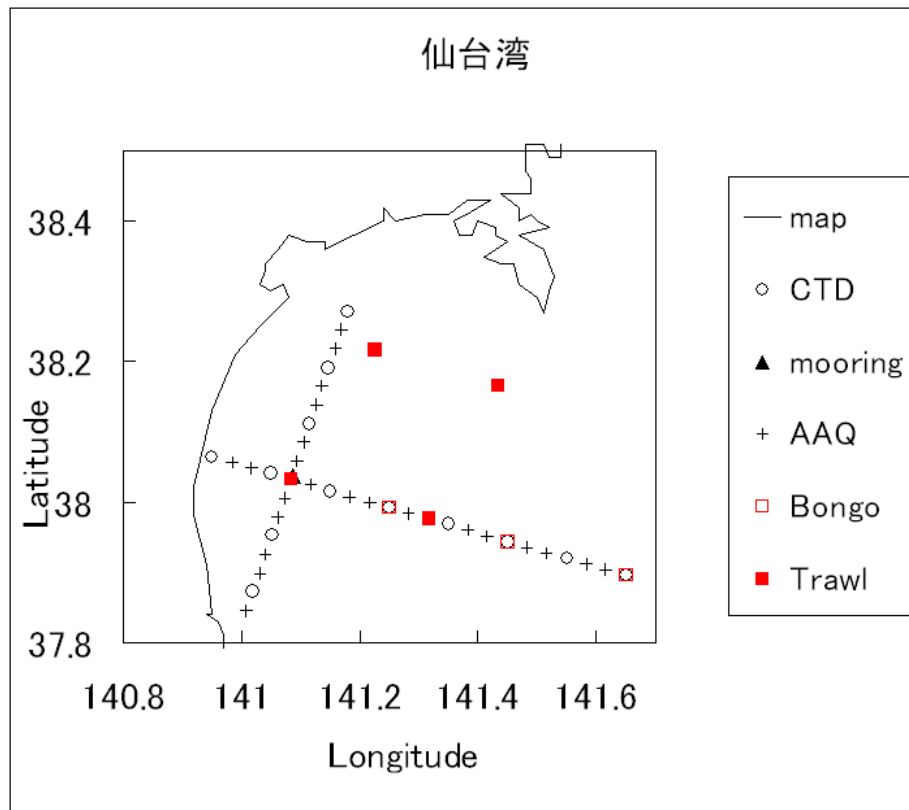


図2. 仙台湾における調査点の分布。4 点の総合調査点（赤四角）と横断面、縦断面を設定した。CTD 観測点（白丸）においては採水を行った。CTD 観測点の間に多項目水質計（AAQ）観測点（+）を配置した。また横断面では動物プランクトン採集のため数点（白抜き赤四角）においてボンゴネット観測を行った。縦断面と横断面の好転に、係留系を設置した。



図3. 2011年06月22日12時43分、 $38^{\circ}08.82'N$ ,  $141^{\circ}12.67'E$ で撮影した赤潮の様子。



図4. スミスマッキンタイヤ採泥器で採集した海底土。下層が粒径の大きい砂で構成されているのに対し、表層は粒径の細かい泥で構成されていた。