

三陸沿岸において東京大学大気海洋研究所が展開中の海洋物理学研究

田中潔、道田豊（東京大学 大気海洋研究所）

1. はじめに

日本最大規模のリアス海岸が広がる三陸沿岸では、若布・昆布・牡蠣・帆立貝等の養殖業が盛んである。東京大学大気海洋研究所では東日本大震災後、三陸沿岸海洋の物理・化学環境と生物動態、海洋生態系の変動メカニズムを解明し、震災後の漁場の設定や資源量予測に資する科学的知見やデータを提供することを目指している（文部科学省海洋生態系研究開発拠点機能形成事業「東北マリンサイエンス拠点形成事業」）。

その中で、筆者らは岩手県大槌町に立地する臨海研究施設（東京大学大気海洋研究所国際沿岸海洋研究センター）を拠点にして、沿岸海洋物理の研究を推進している。三陸の養殖は無給餌養殖を特徴とすることから、養殖域に栄養分を運ぶ沿岸流の実態（経路・量・組成など）を解明することは、海洋物理学のみならず、水産学の視点からも極めて重要な課題である。

本報では、筆者らが進めてきたこれまでの研究展開と進捗状況を紹介する。

2. 観測研究

現在は、大槌湾・釜石湾・広田湾の3湾と、その沖合域（大陸棚から大陸棚斜面域）を重点的に（図1）、様々な観測を実施している。各湾内では小型調査船や漁船を用いて、ADCP (acoustic Doppler current profiler) による流速観測や、CTD (conductivity temperature depth) プロファイラーによる水温・塩分・深度観測を中心とする観測を実施している。一方、沖合では大型船（学術研究船）を利用して、大規模な係留系の設置を行っている（図2）。

また、船舶観測と連携させて、大槌湾（東西8 km、南北3 km）を中心に、モニタリン

グ観測も実施中である（図3）。年間を通しての運用を目指し、多くはインターネット上でデータを（準）リアルタイム配信している（大気海洋研究所 国際沿岸海洋研究センターのウェブサイトリンクを集約）。

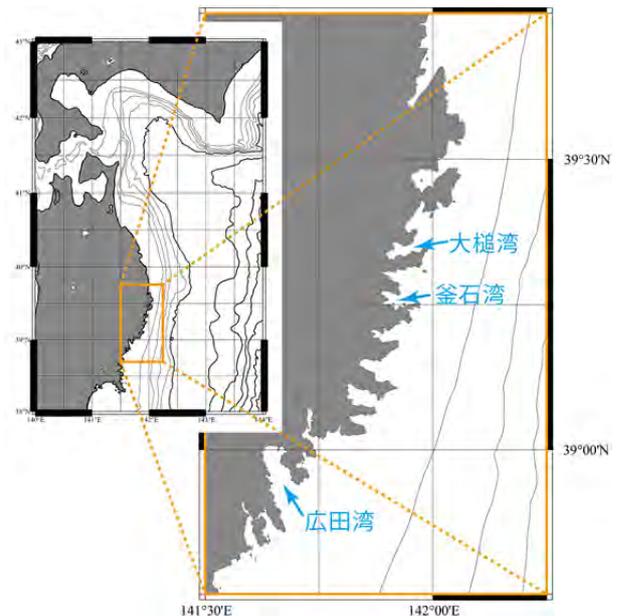


図1. 観測研究を重点的に実施している海域：大槌湾・釜石湾・広田湾とその沖合域。



図2. 学術研究船（淡青丸）を利用した、大槌湾沖での大型 ADCP 係留観測の様子。



図3. 大槌湾で実施中のモニタリング観測。

これまでに得られた成果の一例として、大槌湾で明らかになった夏季の循環構造を紹介する。図4は2014年8月の流速分布(ADCP測流)を示す。上層(10m深)では沖向きの流れが広がる一方(図4a)、下層(海底5-15m上)では反対に岸向きの流れが広がっている(図4b)。すなわち、二重潮が形成されている。また、このときは(順圧)潮位は上げ潮期であり、上層は逆潮であった。

また、図5は同時期の湾内を東西に縦断するライン上での、海水密度の鉛直プロファイル(CTD観測)を示す。湾外から湾内の下層(底層)に、津軽暖流水が貫入し、海底斜面に沿って上昇しながら湾内に進入していた。

こうした特徴(二重潮・上げ潮・津軽暖流水の貫入)は、Okazaki (1990) が唐丹湾等での観測から先駆的に推測・提示した循環像と同じである。本研究では広域船舶ADCP観測に加えて係留モニタリング観測も連携させて実施することで、そうした循環構造が夏季を中心とする成層期には、湾内のほぼ全域に組

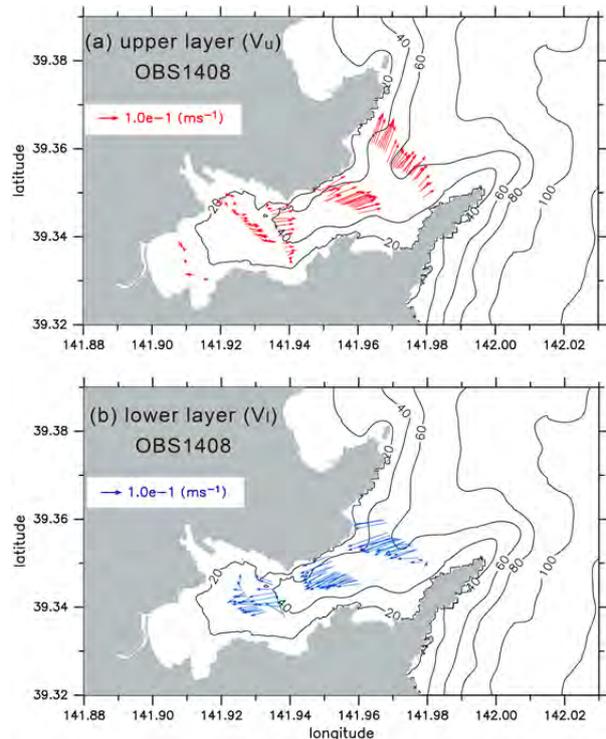


図4. 夏季の水平流速分布(船舶ADCP) : (a)上層(水深10m面上)、(b)下層(海底5-15m面上)。

織的に形成されること、数～数十時間の周期で繰り返し生じていることなどを初めて明らかにすることが出来た。

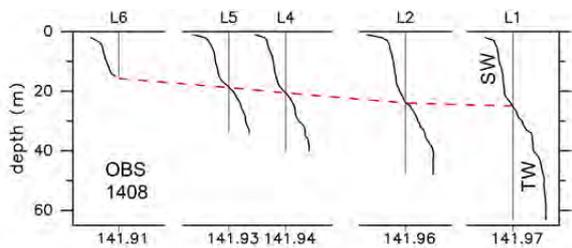


図5. σ_t (海水密度) の鉛直プロファイル。L1 (右端) は湾内東端の湾口、L6 (左端) は湾内西端の湾奥点を表す。縦軸は深度。赤色破線は、津軽暖流水 (TW) と沿岸水 (SW) の境界面を示す。

3. 数値シミュレーション

観測と同時に、東京大学大気海洋研究所 気候システム研究系開発の海洋循環モデルを基に数値モデリングも実施している (図6)。

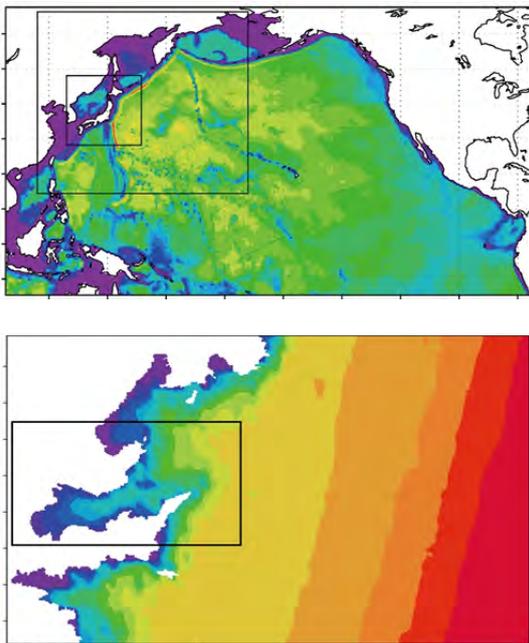


図6. 数値モデル計算領域。(上) 多重連結の外洋モデルと、(下) 湾モデルを更に連結。

これまでにあまり例の無い多重度での連結階層化 (ネスティング) や、天体の位置関係から起潮力 (平衡潮汐) を計算して潮流を再

現するなどの点に特徴を有する。また、上述の非常に密度の高い観測データとの相互比較検証が可能な点も大きな特徴である。

一例として、図7に、最小水平解像度が約20 mの最内側モデル (大槌湾モデル) でシミュレーションされた冬季 (1月) の平均表層場 (水深1 m) を示す。湾外から高塩な外洋水が進入する過程と、湾奥で河川水が拡散する過程が再現されている。両過程とも地球自転の影響を受け、低気圧性 (反時計回り) の流れが形成され易い傾向にある。

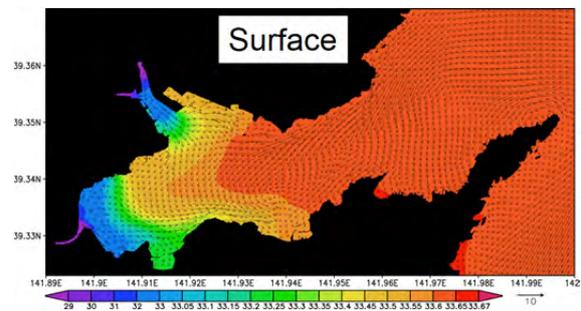


図7. シミュレーションされた冬季 (1月) の平均表層場 (水深1 m)。暖色は高塩、寒色は低塩、矢印は流速を表す。

4. 地域社会との連携

養殖施設や定置網など水産施設が多数敷設されている三陸沿岸では、地元の漁業協同組合やその組合員 (漁師) の協力なくして観測は出来ない。一方、水産業の現場においては、基礎科学からのアプローチでしか解決できない問題が多く見られる。例えば、冒頭で述べたように、無給餌養殖域に栄養分を運ぶ沿岸流の実態 (経路・量・組成など) を解明するためには、海洋物理学からのアプローチが不可欠である。

そこで、筆者らは、学術的な課題と社会的な問題を同時に且つ相乗的に解決する方法を、地域社会とともに検討している。例えば、漁業協同組合 (員) や岩手県水産技術センター (旧水産試験場) 及び岩手県水産部などと定期的に情報交換をしたり (図8上)、共同で観測計画を策定したりして (図8下)、相乗

的な研究を推進している。さらに、筆者らが
大槌湾で取得中の海洋環境モニタリングデー
タを、インターネット上で（準）リアルタイム
配信するとともに、そうした試みを広く地
元市民に紹介するリーフレットの作成なども
行っている（図9）。

参考文献

Okazaki, M. (1990): Internal tidal waves and
internal long period waves in the Sanriku coastal
seas, eastern coast of northern Japan. *La mer*, **28**,
5-29.

謝辞

困難が多い海洋観測は、東京大学大気海洋
研究所 国際沿岸海洋研究センターの黒澤正
隆船長や平野昌明船長をはじめとする現地ス
タッフの尽力によって実現出来ました。新お
おつち漁業協同組合・釜石東部漁業協同組
合・広田湾漁業協同組合・釜石湾漁業協同組
合・岩手県水産技術センター・岩手県水産部
からも多くの支援を頂きました。本研究は、
文部科学省海洋生態系研究開発拠点機能形
成事業「東北マリンサイエンス拠点形成事業」
の支援を受けて実施しました。



図8. 広田湾漁業協同組合における（上）
研究成果公表・情報交換会と、（下）岩
手県水産部・水産技術センターとも連携
しての観測計画打ち合わせ。

図9. 大槌湾の海洋環境モニタリングデータをリアルタイム中継するウェブサイトを紹介するリーフレット。