

サンゴ礁再生技術適用海域の検討に向けた高解像度海洋シミュレーション

鹿島建設(株) 正会員 ○上平雄基

1. 背景および目的

サンゴ礁は海洋生態系にとって重要な役割を担っており、地球環境保全の観点からもその保護が強く望まれている。近年サンゴ再生に向けた技術開発が活発になされているが、それらの技術を効果的に導入しサンゴの保全を実現するためには対象海域の海洋環境の評価が重要となる。例えば、海水温はサンゴの生息にとって重要な環境要因の一つである。サンゴが分布している環境水温帯域は 25-28℃と狭く、これよりも低水温ではサンゴの生息が難しく、高水温ではサンゴ白化の原因となりうる。また、浮遊期のサンゴ幼生は自主的な遊泳力をほとんど持たず、周囲の海流により受動的に輸送され、到達した海域で着底し生息する。よって周辺環境の海流場の把握はサンゴの浮遊幼生の挙動把握、保護すべき海域の特定にとって重要となる。さらに、台風もサンゴ礁生態系に影響を及ぼす環境要因となりうる。台風が引き起こす強い波や流れはサンゴの剥離、破損を引き起こし、時にサンゴ生息に深刻なダメージを与える。一方で、強風による海洋表層の攪乱効果は海水温の低下をもたらし、高水温化する夏季のサンゴ白化を抑制する効果がある。サンゴ再生技術の適用においては上記のような海況場を十分に把握したうえで海域を選定することが重要なポイントとなる。

本研究では、近年、様々な海域で海洋環境評価のツールとして適用されている海洋モデルを用い、サンゴ再生技術適用海域選定への導入を将来的な目標として、高解像度海洋流動シミュレーションを行った。琉球諸島周辺海域を対象に、本海域に接近した 2011 年の台風 9 号に着目して、その海洋環境への影響を評価した。

2. 計算条件

本研究では、最新の領域海洋モデリングシステム ROMS²⁾を用いて海底地形や大気強制等の条件を与え、2011 年夏季の海況場の再現計算を行った。海洋研究開発機構による水平解像度 1/12°の JCOPE2M 再解析データ³⁾、⁴⁾ (1 日平均値)を時空間内挿して初期条件・最外側境界条件とし、1-way offline nesting によって ROMS-L1 (水平解像度 2 km), ROMS-L2(同 400m)へと順次ダウンスケーリングを行った。図-1 に JCOPE2M 領域に入れ子状に配置された 2 段階のネスティングモデル領域を示す。計算領域は琉球諸島全体を内包するように設定した。ROMS-L1 の海底地形には水平解像度 500m の JEGG500 を SRTM30 で補間したデータを用いた。各種海面フラックスには COADS 月平均気候値を用い、海表面水温、塩分には

JCOPE2M の 20 日平均値を用いた。海上風については気象庁による GPV-MSM 再解析データの 2 時間値を与えた。さらに、黒潮等のメソスケールの流動構造を大局的に親モデルに整合させるため、JCOPE2M の水温、塩分の 10 日平均値に対して簡易的な 4 次元同化 (TS-nudging⁵⁾) を ROMS-L1 領域全体に適用した。ROMS-L2 については海底地形に内閣府南海トラフの巨大地震モデル検討会による海底地形データ(水平解像度 90-270m)を JEGG500 で補間したものを用いた。ROMS-L2 では TS-nudging などの制御は一切加えていない。また潮汐の影響は、TPXO7.0 による全球主要 10 分潮調和定数を用いて開境界から海面高度の外力として与えた。

3. 解析結果

3.1 精度検証

ROMS による計算結果は密度分布、平均海表面流速、潮汐などについて現地及び衛星観測データと比較し、いずれも観測値との良好な一致を確認している。例えば、図-2 は ROMS-L1, AVISO(衛星海面高度計データ、

キーワード ROMS, 領域海洋モデル, サンゴ

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株)技術研究所 TEL 042-485-1111

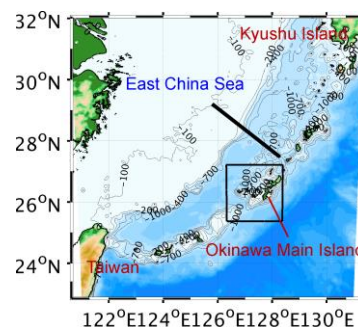


図-1 2段階ネスティング ROMS モデル領域。黒枠は ROMS-L2 (水平解像度 400m) を示す。コンターは水深 (m)。

水平解像度約 $1/4^\circ$)に対して 2011 年 6 月～9 月の平均表層流速を比較したものである．周囲より流速の大きい箇所が黒潮の流軸であり，流速の大きさ，流軸位置や蛇行パターン等を良好に再現していることが確認できる．また，ROMS-L2 による主要 4 分潮(M2, S2, K1, O1)の遅角と振幅について，日本海洋データセンターで公開されている沖縄県の港湾 3 か所での観測値との比較したところ，計算値と観測値は良く一致しており，相関係数は遅角で 0.9994，振幅で 0.9974 となった．

3.2 台風の影響

台風に伴う乱流統計解析のため，周波数ローパス Butterworth フィルターを用いて 30 日以上低周波数成分を除去した残差を擾乱成分と定義した．ROMS-L2 による台風 9 号通過前後の水深 2m における水温，流速，水温偏差，渦運動エネルギー(EKE)を示す(図-3)．台風通過前は高水温傾向であったが，沖縄本島西側通過に伴い，海域全体の水温が低下している様子が見られる．海洋表層では台風を中心に強い反時計回りの流れが生じ，特に台風東側での顕著な EKE 増大が見られる．台風による強風が海洋表層での流動構造と水温環境に大きな影響を与えていることが示唆された．

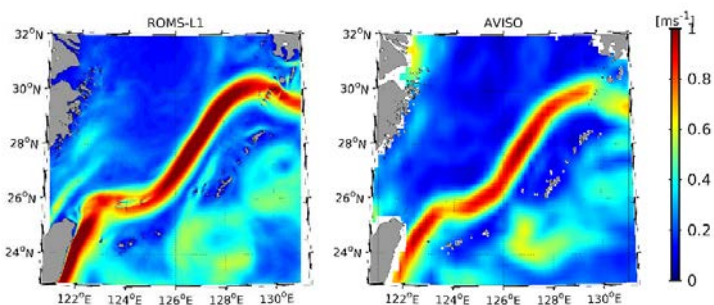


図-2 ROMS-L1(左)， AVISO 海面高度計(右)による海面平均流速の大きさ．

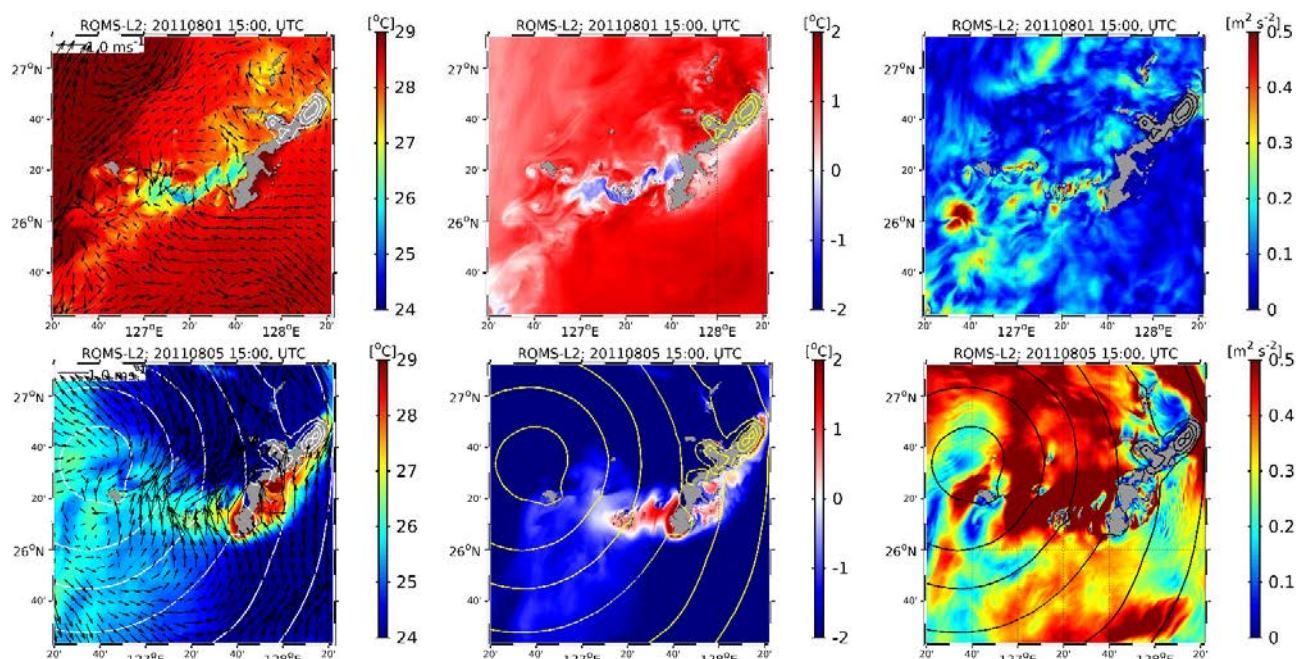


図-3 ROMS-L2 による水深 2m における水温(左)，水温偏差(中央)，EKE(右)．ベクトルは流速．コンターは GPV-MSM による気圧．上段：2011 年 8 月 1 日(台風 9 号通過前)，下段：2011 年 8 月 5 日(台風 9 号通過後)．

4. まとめ

琉球諸島周辺海域を対象に高解像度海洋流動シミュレーションを実施し，海況場の良好な再現性を確認した．今後は本研究の成果を発展させ，サンゴ再生技術適用海域を定量的に評価する枠組みの開発を目指す．

参考文献

- 1) 山木克則ほか：土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol. 73，pp.I_875-I_880，2017．
- 2) Shchepetkin, A.F. & McWilliams: Ocean Modell., 9, pp.347-404, 2005.
- 3) Miyazawa, Y. et al.: Ocean Dynamics, 69, 267-282, 2019.
- 4) Miyazawa, Y. et al.: Ocean Dynamics, 67, 713-728, 2017.
- 5) 内山雄介ほか：土木学会論文集 B2 (海岸工学)，Vol.68, No. 2, pp. I_436-I_440, 2012.