

2010 年台風 13 号 (MEGI) の強度変化に対する波浪の役割

* 辻野 智紀・相木 秀則・吉岡 真由美・坪木 和久 (名古屋大学 宇宙地球環境研究所)

1. 研究目的

台風をはじめとする熱帯低気圧 (以下、台風) は熱帯海洋上で発生・発達し、対流圏下層に最大風速をもつ低気圧性の渦である。このため、台風に伴う強風は海面において強い風応力を引き起こす。この応力は海洋表層の循環を駆動し、混合層乱流やエクマン湧昇などの過程を通して、海洋表層の成層構造ひいては海面水温 (SST) に変化を引き起こし、台風の強度を変化させる。この台風と海洋のフィードバックは台風海洋相互作用として知られ、数値モデルにおける台風の強度予報にとって重要と考えられる (例えば和田 2012)。近年ではこの相互作用のうち、特に海面付近での波浪による台風と海洋への影響を評価する研究がなされている (例えば, Wada et al 2010, Liu et al. 2011)。これらの研究は主に発達した台風直下に伴う強風域を対象としている。しかし、強風下での波浪の力学は未解明な点が多く、台風および海洋への影響に対して統一的な見解は未だないようである (和田 2012)。

そこで本研究は、先行研究のように台風直下の限られた強風域ではなく、台風を中心としたより広い領域にわたる波浪が台風海洋相互作用を通して台風および海洋に与える影響を調べる。この目的を達するため、雲解像度大気海洋波浪結合モデルを用い、実台風を対象とした波浪なし実験と波浪あり実験を比較する。

2. 数値モデル

本研究で対象とする実台風は 2010 年 13 号台風 (MEGI) である。この台風は気象庁ベストトラックにおいて 885 hPa まで中心気圧が低下した非常に発達した台風であり、既に久保他 (2013; 春季大会), Wu et al. (2016) らによって非静力学大気海洋結合モデルを用いた解析が行われている。

本研究では、雲解像度大気モデル CReSS (Tsuboki and Sakakibara, 2002), 3 次元海洋モデル NHOES (Aiki et al., 2006) および 2.5 世代波浪モデル UMWM (Donelan et al. 2012) を相木他 (2015) による手法で結合した、雲解像度大気海洋波浪結合モデル CReSS-NHOES-UMWM (以下、波浪結合システム) を用いて MEGI のシミュレーション (波浪なし, 波浪あり) を行った。大気モデルから海洋モデルへ渡される運動量 (風応力) は海洋モデルの表層を直接駆動するスキム応力と波浪モデルにおける波の消散に伴って海洋に渡される消散応力で構成される。なお、本波浪結合システムでは、Liu et al. (2011) で議論されている sea spray の効果は含まれていない。波浪なし, 波浪あり実験はともに久保他 (2013) と同様の計算設定を用いた (計算領域は図 1a)。ただし、積分は 2010 年 10 月 14 日 00 UTC から 23 日 00 UTC まで行った。

3. 結果・考察

波浪なし, 波浪あり実験ともに、MEGI の経路はほぼベストトラックに沿った経路であった (図 1a)。強度は両実験ともほぼ同じ強度変化を示した (図 1b)。ただし、最低中心気圧で見ると、波浪なし実験の方が気圧の深まりが大きく、より発達していた。MEGI に伴う海洋応答は 19 日以降の南シナ海において顕著であることが既に示されている (Wu et al., 2016)。両実験間で MEGI が南シナ海に存在した期間 (19 日から 23 日) について強度を比較すると、19 日 12 UTC から差が大きくなり、最大約 20 hPa の差が生まれた (図 1b)。風速は最大 10 m s^{-1} の差が生まれた (図略)。

強度差が顕著になる前の 18 日 12 UTC に 110°E – 120°E , 15°N – 22°N に渡る MEGI の進行方向前方の広い範囲で

0.2°C 程度の SST 差 (波浪なし – 波浪あり) が存在した (図 2)。潜熱フラックスも同領域で 100 W m^{-2} 程度、波浪なし実験が大きくなっており MEGI の中心に向かって過剰な潜熱が供給されていた (図略)。したがって、この強度差は SST 差 (潜熱フラックス差) が原因であると考えられる。上記の領域では波浪なし実験より波浪あり実験の方で海洋混合層に、より大きな乱流運動エネルギーが見られている (図略)。ゆえに、波浪あり実験では、MEGI が南シナ海に移動する以前に発達した波浪により、南シナ海表層での鉛直乱流混合が強くなり、波浪なし実験に比べて SST が低下したと考えられる。

本研究は、先行研究で調べられている、台風中心付近の強風域だけではなく、台風に伴う広範囲に発達する波浪が台風強度に与える影響を明らかにした。

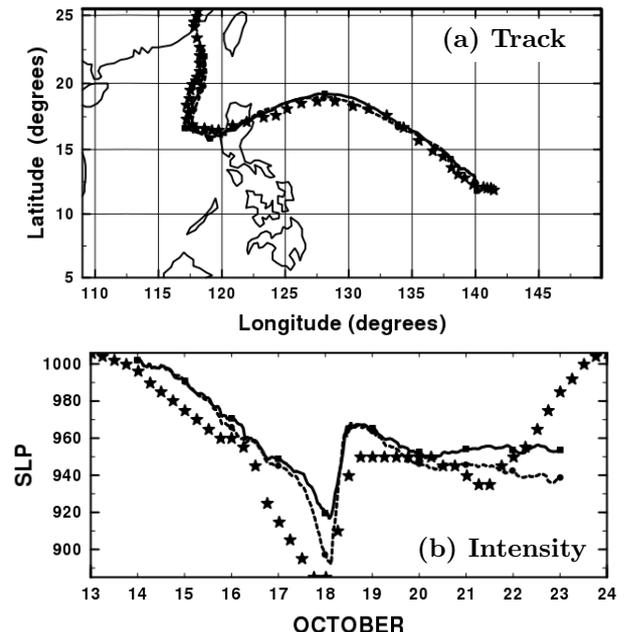


図 1 波浪なし実験 (破線) と波浪あり実験 (実線) における経路 (a) と中心気圧 (hPa) の時間変化 (b)。黒星は気象庁ベストトラックデータを示す。

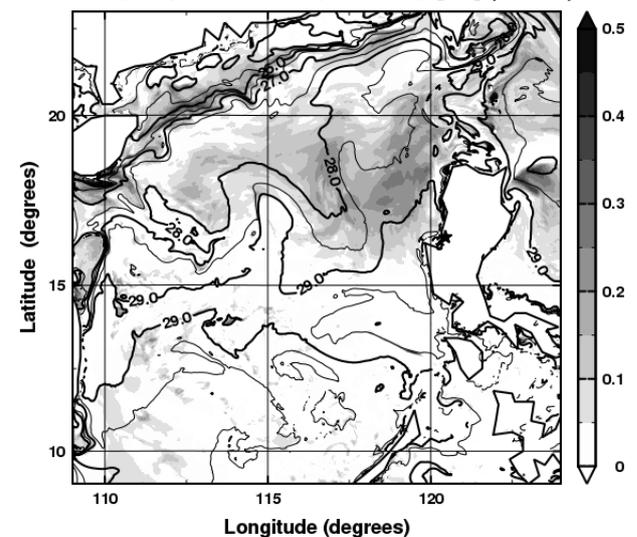


図 2 波浪なし実験と波浪あり実験における南シナ海上での SST の差 (陰影) と波浪あり実験での SST (等値線; 0.5°C ごと)。日時は 18 日 12 UTC。黒星は波浪あり実験での MEGI の中心。