

大気-海洋-波浪結合モデルを用いた台風直下の海面境界過程の理想実験

吉野 純, 林 雅典, 村上智一, 吉田尚弘, 安田孝志 (岐阜大院工)

1. はじめに

過去の観測的・数値的研究により, 台風の通過後には海水面温度が著しく低下することが知られている. この海水面温度低下は, 海洋表層での強い風応力に伴う乱流混合やエクマン湧昇によるものと考えられている. 海洋混合層下の温度躍層(サーモクライン)から冷たい海水が海水面へと輸送され, その結果として海水面温度は低下することになる. 台風強度は海面のエネルギーフラックスに強く依存するため, この海面温度低下を定量的に精度良く台風モデルに反映させることが, 強度予測の実現のためにも不可欠であり, 台風直下における海面境界・海洋混合層過程を知ることが極めて重要な課題であると言える.

これまでに, 事例解析的に, このような海面温度低下を調査した例については散見されるが, 理想的な環境の下で大気-海洋-波浪を一体にして数値実験行われた研究例については見当たらない. 台風強度は, 海面温度だけに依存するわけではなく, 台風的环境場(大気安定度, 鉛直シア, ジェットなど)や波浪条件など, 複合的な要因が重なることで決定されるため, 事例解析だけでその一般性にまで踏み込んだ議論を行うことには限界があると言える. よって, 個々のプロセスの寄与を定量化するためにも理想実験によるアプローチが望まれる.

そこで本研究では, 渦位逆変換法に基づくメソ気象モデル MM5 用の台風初期値化プログラムを開発し, 理想的環境場の下で台風計算を行い, また, 海洋場や波浪場の影響も加味することで, 台風強度に海面境界過程が及ぼす影響について調査した.

2. 計算方法

本研究では, 村上ら(2006)による大気-海洋-波浪結合モデルを使用した. 気象モデルには, メソ気象モデル MM5 (Dudhia, 1993; Grell et al., 1994) を (200×200, 10km 格子), 海洋モデルには, 流速・水温・塩分・密度の時間発展方程式系からなる多重 σ 座標系海洋モデル CCM (村上ら, 2004) を (130×130, 14km 格子), 波浪モデルには, 第3世代の浅海域波浪推算モデル SWAN (Booij et al., 1996) を用いる (130×130, 14km 格子). 各モデル間で, 海面境界における各種物理量を相互交換 (10分毎) することで, 大気-海洋-波浪間での複雑な海面境界過程を詳細に表現することができる.

また, 本実験では理想実験のため, 大気モデル中の土地利用はすべて海とし, 日射による海水面温度への影響を

防ぐため, 大気放射過程は考慮していない. さらに, 惑星渦度を領域内で一様とするため, 本計算では全ての領域で緯度を北緯15度とした. 海洋モデルでは, 理想場とするため領域内の水深をすべて5000mとし, 海面温度プロファイルを図-1のように与えることで, 複数の理想実験を行った. また, 流速, 潮位の初期値はそれぞれ0m/s, 0mとした.

3. 台風初期気象場の作成

本研究では, 理想的な環境場に台風渦を埋め込むことで理想実験が行えるように, 吉野ら(2003)による渦位逆変換法に基づき, 新たに台風初期値化プログラムを作成した. これによって, 環境場の渦位中に, 別の数値実験により予め作成された台風渦位を埋め込み, 渦位場から気象場へと変換(渦位の持つ可逆性原理を利用し境界値問題として解く)することで, 物理的整合性(静力学平衡, バランス風平衡)を保った上で理想的初期場を作成できる. 一般的な台風ボーガスとは異なって, より現実的な非軸対称な台風渦構造を埋め込むことが可能であることに加え, 重み付け平均などの物理的不整合を極力省くことができる点などが特徴として挙げられる.

4. 計算結果

結果の一例を示す. 台風強度に関しては, 表層で温度勾配が大きいケースほど台風強度が大幅に弱まり, 一方で, 勾配が緩いケースほど台風強度の衰弱が抑えられる結果となった(図-2). また, 温度プロファイルが大きく異なるにもかかわらず, 中心気圧に殆ど差が見られないケースがあった(CASE1・2, CASE5・6・7). CASE1・2は, 初期温度分布が50m以深で異なっており, CASE5・6・7は水深100mまでの傾きがほぼ同じである. このことから, 海水面温度低下の主因である台風に伴う強風の鉛直混合が, 本実験に関しては, せいぜい水深100m前後までしか及んでいないと言え, 特に水深50mまでの海水温度プロファイルが台風強度に大きく影響していると言い換えられる. また, 48時間後の各ケースにおける海水面温度を確認したところ, 台風強度が弱まっているケースほど, 海水面温度低下量が大きくなっており, 台風内における顕熱・潜熱フラックスも減少していた. つまり, 海洋場のごく表層の温度プロファイルの違いは, 海水面温度低下量や潜熱・顕熱フラックスに大きな差をもたらし, その結果, 台風強度にまで影響することが明らかとなった.

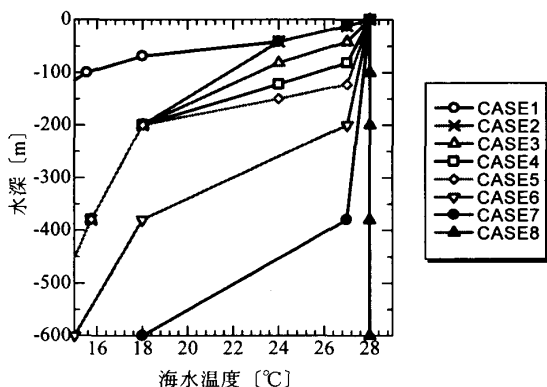


図-1 初期温度プロファイル

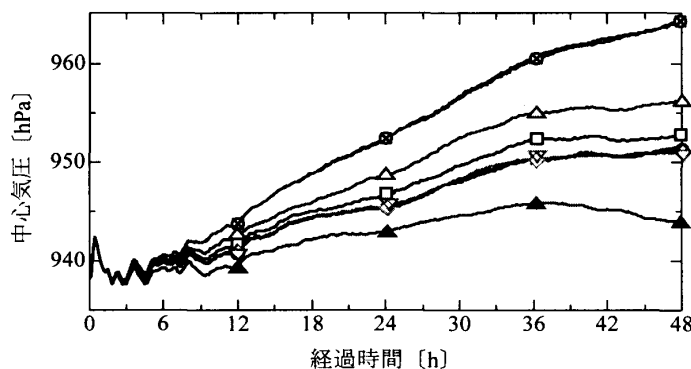


図-2 各ケースにおける台風中心気圧の時系列