

研究開発項目

1. 抗力係数と熱輸送係数のモデル作成と海面フラックス変化による台風制御の可能性検証

2023年度までの進捗状況

1. 概要

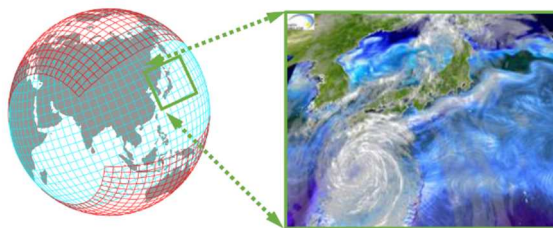
近年、台風進路の予測精度は向上していますが、その強度の予測精度は向上していません。その主な原因の一つとして、高風速で荒れ狂う台風下の海表面における運動量や熱の輸送機構が複雑で、台風強度の予測に必要な輸送量(フラックス)のモデル化が非常に難しいことが挙げられます。台風下の海表面では、大気と海面の摩擦抵抗や、温められた海面から大気への熱の輸送など、エネルギーの輸送が台風の強度や進路に大きな影響を及ぼすと考えられます。

本プロジェクトでは、世界でも最大規模の台風シミュレーション水槽(図1)を用いて、台風に匹敵する高風速の条件下で、大気と水面の間でやり取りされる熱や運動量の輸送量を正確に見積もるモデル式をつくり、さらに海水面状態を変化させることで台風の制御(弱体化)が可能であるかどうかを海洋研究開発機構で開発されたMSSG(Multi-Scale Simulator for the Geoenvironment)モデルを用いて明らかにしていきます(図2)。



九州大学 応用力学研究所

図1：台風シミュレーション水槽



Global scale

解像度 $O(10\text{ km})$

Mesoscale

解像度 $O(100\text{ m})\text{--}O(1\text{ km})$

図2：マルチスケール数値モデルMSSGの概要

2. これまでの主な成果

① 水面状態を変化させた実験

界面活性剤水溶液を水槽にいた状態での、送風実験を開始し、高風速下での有義波高の測定を実施しました(図3)。界面活性剤によって水面の表面張力は低下しますが、これによって風波の形状や、それに伴う気液界面でのエネルギー輸送が変化する可能性が示唆されました。



図3 界面活性剤を用いた水槽の様子

② 提案された実験式による数値シミュレーション

令和5年度の検討では、実験結果に基づいて提案された

熱や運動量の輸送量の実験式を用いて、海表面状態に対する熱帯低気圧の応答の一般性を確かめるため、昨年度に対象とした台風事例(Haiyan, 2013)とは異なるハリケーン事例(Irma, 2017)について数値シミュレーションによる熱帯低気圧の再現性の確認を進めました(図4)。Irmaは、2017年8月30日に北大西洋で発生し、アメリカ本土に上陸したハリケーンです。

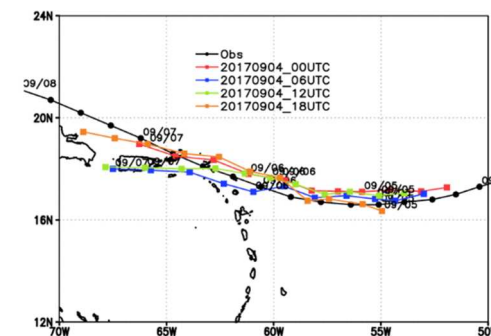


図4 MSSGによって再現されたIrmaの進路

提案された実験式をもとに複数の界面活性剤モデルを作成し、シミュレーションを行ったところ、条件により熱帯低気圧の強度に顕著な影響を及ぼすことが示されました。

3. 今後の展開

本研究開発テーマでは、界面活性剤を用いた場合の風波について新しい知見を得るとともに、他の研究開発テーマから提供される高精度の実験結果をMSSGモデルに組み込むことにより、台風下の海表面状態を考慮したより信頼性の高いシミュレーションを実現します。また、水面状態を変化させた海面の移流なども加味した、より現実的な検証に進みます。

研究開発項目

2. 高風速時の海面を通しての運動量・熱輸送機構の解明

2023年度までの進捗状況

1. 概要

近年、台風進路の予測精度は向上していますが、その強度の予測精度は向上していません。その主な原因の一つとして、高風速で荒れ狂う台風下の海表面における運動量や熱の輸送機構が複雑で、台風強度の予測に必要な輸送量(フラックス)のモデル化が非常に難しいことが挙げられます。

台風下の海表面では、大気と海面の間に摩擦が発生し、台風がもつ運動エネルギーは海面に輸送(台風からみれば損失)されます(図1)。この摩擦によるエネルギーの輸送は、台風の強度や進路に大きな影響を及ぼす可能性があります。

そこで、本研究開発テーマでは、九州大学応用力学研究所に設置されている世界でも最大規模の台風シミュレーション水槽を用いて、高風速の条件下で、大気と水面の間に発生する運動量と熱の輸送(フラックス)を正確に見積もるための測定方法を見出し、高風速条件でのフラックスの定式化および運動量と熱の輸送機構の解明を目指します。

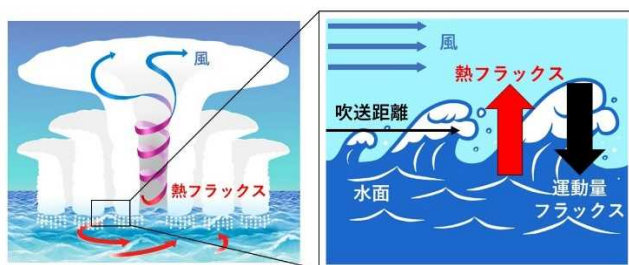


図1：台風下の海面を通しての運動量と熱の輸送

フラックスモデルの検討はこれまでも行われてきましたが、これまでの研究では風洞の吹送距離(風を吹かせる距離)が短かったため、実際の海洋でおこる輸送現象を正確には再現できていない可能性があります。私たちは、高風速・長吹送距離の条件において、運動量と熱の輸送実態の解明にチャレンジしています。

2. これまでの主な成果

① より正確な運動量フラックスの計測

台風シミュレーション水槽において4連水位計およびプロファイル法を使用し、風速40m/sまでの条件における吹送距離20m地点での運動量フラックス τ と抗力係数 C_D を測定しました。この運動量収支法によって中高風速で精度のよい観測に成功しました。また、ピトー管による鉛直方向の風速分布測定を用いたプロファイル法との組み合わせによって、より信頼性の高い実験式を提案しました(図2)。



図2 水槽の上部に設置されたピトー管(左)と水槽内での風速測定の様子

② 熱輸送実験による熱フラックスの計測

これまで、水槽内の水温が一樣でなかったことから、台風シミュレーション水槽での熱フラックスの測定は粗い推定に留まっていた。そこで、新しいポンプを導入し、

新しい測定環境を構築しました。水温は安定し、目標としていた精度での熱フラックスの測定に成功しました。

③ 飛散液滴の計測

砕波をとまう高風速下の海面領域では、大小さまざまな液滴が空中に飛散しています。この液滴が、高風速下での熱エネルギーの輸送に関わる可能性があります。これまでに十分に検証されていませんでした。そこで、液滴を測定するシステムを台風シミュレーション水槽内に導入し、液滴の観測を開始することができました(図3)。

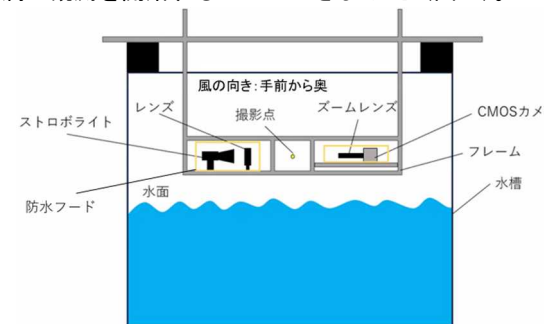


図3 液滴測定のための装置概略図

3. 今後の展開

本研究開発テーマでは、海表面を通じた運動量と熱のフラックスに対して、高風速での液滴飛散を考慮したより信頼性の高い定式化を目指します。