



台風下の海表面での運動量・熱移動速度の予測と制御をめざして

流体工学およびその関連分野

研究者所属・職名 : 工学研究科・准教授

ふりがな たかがき なおひさ

氏名 : 高垣 直尚

主な採択課題 :

- [ムーンショット型研究開発 目標8 研究開発プロジェクト「台風下の海表面での運動量・熱流束の予測と制御」\(2022-2024\)](#)
- [国際共同研究加速基金\(国際共同研究強化\(B\)\)「強烈な台風下の海水面を通しての熱・運動量輸送機構の解明とそのモデル化」\(2019-2023\)](#)
- [若手研究\(B\)「高速気流による気液界面崩壊に伴う界面抗力減少機構の解明」\(2016-2017\)](#)

分野 : 流体工学、海洋物理学

キーワード : 台風、風波、気液界面、乱流、運動量輸送、熱輸送

課題

●なぜこの研究をおこなったのか？(研究の背景・目的)

2003年ごろから、地球温暖化の予測精度を向上させるために、海表面を通しての二酸化炭素の移動速度を調べる研究をした。2010年ごろには、当時日本唯一の台風シミュレーション水槽を使用して、台風下の海表面を通しての運動量移動速度を高精度に測定する研究を開始し、水面の波の形状が運動量の移動速度と強い関係を持つことに気づいた(若手研究B)。そこで、逆に波形状を人為的に変化させたら、運動量の移動速度がどのように変化させることができるのか、という点に興味を持った(挑戦的萌芽研究「表面張力および粘度変化による風波乱流場の制御と台風の弱体化計画」(研究代表者:小森悟、2014-2015))。

●研究するにあたっての苦労や工夫(研究の手法)

当時、この研究課題を遂行するために必要となる、風速40m/s以上の超高風速域での海洋状態を模倣可能な、台風シミュレーション水槽は日本に一台もなかったため、大型実験設備から作成せねばならなかった。さらに、超高風速域での水面を通しての運動量の移動速度を直接測定する技法もなかったため、目に見えないほどの粒子の大きさと速度の同時測定技法を開発し、移動速度の直接測定に成功した。



図1 京都大学・台風シミュレーション水槽の写真 (Komori et al., 2018を基に作成)

台風下の海表面での運動量・熱移動速度の予測と制御をめざして

流体工学およびその関連分野

研究成果

●どんな成果がでたか？どんな発見があったか？

使用した実験用水槽は全長20m程で、図1のように高風速では驚くほど波しぶきが立ち、最大風速67メートルまで出すことのできる日本唯一の台風シミュレーション水槽であった。台風シミュレーション水槽を使用して、強風下における気液間運動量・スカー輸送量の計測と高精度モデル化を行った。従来、抗力係数は風速の増加にしたがって単調増加すると考えられていたが（図1の破線）、風速33m/sを境として、より高風速域においては抗力係数が一定値を取る（図1の実線）、という新たな傾向を見出すに至った。この抗力係数の新傾向は、風速33m/sから実験装置の最高風速の67m/sまでの風速区間について観察された。さらに、水面変動の観察を行い、高風速域では、通常の風速域（33m/s以下）に比べ、相対的に水面がフラットになっている、つまり水面を粗面壁とみなした場合に表面粗さが小さいことを発見した。固体壁面上に生成される境界層の研究は、流体工学分野では非常に古くからなされる。そこで、それらの研究成果を利用しながら、抗力係数を表面粗さで表記する形のモデル式を提案した。

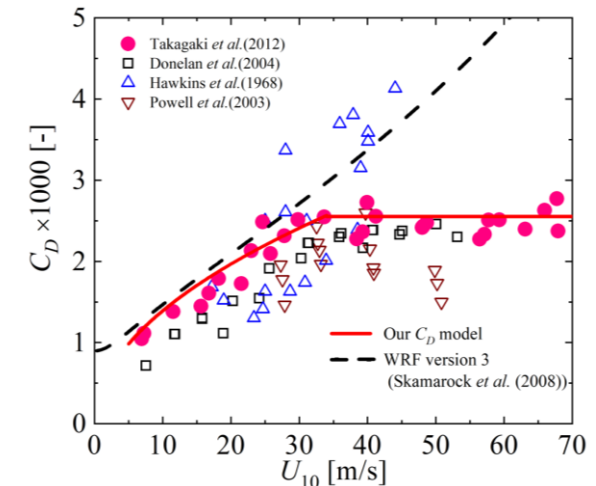


図2 気液界面にかかる抗力係数と風速との関係（Takagaki et al., 2012を基に作成）

今後の展望

●今後の展望・期待される効果

2018年に、九州大学・応用力学研究所の大型水槽においても、台風下の高風速時の海洋環境を再現可能であることを確認した。2023年時点では、この九州大学の水槽が日本で唯一の台風シミュレーション水槽（図3）である。本水槽を使用して、今後は運動量・熱の移動速度に関して、高精度の物理モデルを開発するだけでなく、これらの移動速度を人工的に変化させる技法の開発を行っていかうと考えている。この研究は、現在ムーンショット型研究開発のムーンショット目標8『2050年までに、激甚化しつつある台風や豪雨を制御し極端風水害の脅威から解放された安全安心な社会を実現』のプロジェクトに採択され、プロジェクトマネージャとして、国内外、工学・理学など多くの研究者との共同研究を進めており、更なる発展が見込まれる。



図3 九州大学・応用力学研究所の台風シミュレーション水槽の写真