

## 一般共同研究 中間報告 (課題番号 : 2019G-08)

課題名 : 波浪境界層内熱・運動量輸送のパラメタリゼーションと高潮高波災害評価

研究代表者 : 渡部 靖憲

所属機関名 : 北海道大学大学院工学研究院

所内担当者名 : 馬場 康之

研究期間 : 平成 31 年 4 月 1 日 ~ 令和 3 年 3 月 31 日

研究場所 : 京都大学防災研究所(白浜海象観測所), 北海道大学, 神戸大学, 金沢大学, 土木研究所寒地土木研究所, 電力中央研究所

共同研究参加者数 : 13 名 (所外 10 名, 所内 3 名)

- ・大学院生の参加状況 : 3 名 (修士 1 名, 博士 2 名) (内数)
- ・大学院生の参加形態 [ 観測機器の設置管理, 観測/実験結果の分析 ]

### 2019 年度 実施状況

京都大学田辺中島高潮観測塔における台風通過時の気象海象集中観測結果の分析により, 以下の研究成果が得られた。

#### (1) 砕波による海洋表層混合のパラメタリゼーションと台風に対する応答

海洋の表層混合におけるバルク式について, 観測データの解析結果をもとに波浪の砕波エネルギーを用いたパラメタリゼーションを行った。推算された波浪依存の表層混合式における TKE フラックス係数 $\alpha$ は, 風向・波向が近い follow(波向きに対して順風)の場合に小さい値となり, opposite(波向きに対して逆風)の時の 1/5~1/10 の値であった。この係数 $\alpha$ は follow の場合に波形勾配の逆数と弱い相関があった。観測における砕波による海面 TKE フラックスの値は風向・波向の関係に依存し, follow の場合において, opposite の場合と比べて 5~10 倍の大きさであった。

#### (2) 2018 年夏期に観測された 台風に伴う高波浪について

2018 年には四国から紀伊半島付近に台風 20 号, 21 号, 24 号が接近した。そのうち, 台風 21 号, 24 号接近時には, 和歌山県田辺湾にある観測地点において 10m に達する有義波高が観測された。台風 21 号接近時には有義波高は最大 9.60m, 24 号の台風接近前の最大値は 11.09m に達した。いずれの場合も高波浪となった期間の前半はうねり成分が卓越し, 観測塔付近の風向が 190 度を超えて吹送距離が長くなった後には風波成分が発達し, 風波成分とうねり成分が重畳して高波浪状態が継続される状況が確認された。

#### (3) 海中混入気泡による超音波後方散乱と熱輸送

大気-海洋間熱輸送現象における気泡の寄与について調査した。対象イベント中は水面下に高濃度の気泡群が長時間に渡り残留する条件であった。ADCP の発信音波に対する後方散乱強度を風速から求めるモデルを構築した。本モデルにより得られる後方散乱プロファイルを基に気泡数密度とボイド率の鉛直分布を推定し, それに対する気泡界面を介した熱フラックスを算出した。暴風下の混入気泡による総熱フラックスは他の要因によるものと比べても極めて大きく, また気泡は水面下に深く輸送された先の海水と直接熱交換を行い効率的な熱の鉛直輸送に寄与することが判明した。

### 2020 年度 実施計画

2019 年に引き続き, 高潮の発達の原因となる吹走流を駆動する波浪境界層に対する海面抵抗について, 以下の海洋観測塔を用いた大気・海洋集中観測, 風洞実験, 数値実験によるパラメタリゼーションを推し進める。

#### (1) 波浪境界層素過程に対するパラメタリゼーション

京都大学田辺中島高潮観測塔における台風通過時の気象海象集中観測により, 海面粗度並びに海面抵抗係数と海洋性エアロゾル, 海面温度分布, 白波占有率と気象, 海象諸元との関係を統計的に明らかにし, バルクパラメータとの比較により, 暴風時における特徴の解明を目指す。

#### (2) 波浪境界層内の熱, 運動量輸送の実験的, 数値的モデリング

実海域と同等な海洋境界層流れを再現可能な風洞実験において, 超高速風に対する砕波上に発達する大気境界層内の飛沫サイ

ズ並びに速度分布を計測し，風速に応じた海面抵抗係数並びに気液乱流統計量のパラメータ化を行う。

(3)局所海面抵抗と海水面温度の高潮，高波災害の影響評価

高潮・高波・台風の極端現象，さらに 10 年スケールの大気・海洋の大循環場等への影響について定量的に検討する。既存のパラメタリゼーションを用いた場合の計算と比較を行い，(1)及び(2)から定義される新しいパラメタリゼーションの影響評価を行う。