

一般共同研究（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]

研究及び教育への波及効果について

観測作業，結果の分析，論文執筆を通して，研究及び教育へ波及効果があった。

研究報告

(1) 目的・趣旨

本研究は高潮・高波等の極端な沿岸災害や全球気候に大きな影響を与える大気海洋境界面の高精度観測，数理モデル構築とその最適化，高潮・高波等への影響評価を行うことを目的とし，海面における運動・熱交換量等の集中観測を通じたパラメタリゼーション，風洞実験，数値実験を通じて，波浪の影響を陽に取り入れた統一的な海洋境界過程の数理モデル構築と最適化を目指すものである。

(2) 研究経過の概要

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調査する。

②波浪境界層内の運動量輸送のモデリング

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タリゼーションを行う。

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

海面抵抗の差異が，高潮・高波・台風の極端現象，大気・海洋の大循環場等へ与える影響について定量的に調査する。

(3) 研究成果の概要

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・は，風向・波向が近い順風の場合に小さい値となり，逆風の時の 1/5～1/10 の値であった。観測における砕波による海面 TKE フラックスの値は風向・波向の関数に依存する。

台風に伴う高波浪

2018年台風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、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。

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。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。

X-バンドレーダーによる飛沫観測

本研究では大気境界層内の降雨と海面砕波飛沫を対象として、観測から得られたレーダ規格化断面積と散乱原理から求めた規格化レーダ断面積を比較することで降雨と飛沫の粒径分布のパラメータを推定するアルゴリズムを提案した。

(4) 研究成果の公表

二宮 順一、竹見 哲也、森 信人 (2020) 台風Haiyanの高解像度計算における海洋・波浪の感度, 土木学会論文集B2(海岸工学), 2020, 76巻, 2号, p. I_175-I_180

高木 雅史、森 信人、二宮 順一 (2020) 台風熱収支に対する海洋表層混合の砕波パラメタリゼーションの応答, 土木学会論文集B2(海岸工学), 2020, 76巻, 2号, p. I_253-I_258

馬場康之、久保輝広、森信人、渡部靖憲、山田朋人、猿渡亜由未、大塚淳一、内山雄介、二宮順一、(2019) 2018年夏期に観測された台風に伴う高波浪について, 土木学会論文集B2(海岸工学), 75(2), 271-276

猿渡亜由未、大塚淳一、馬場康之、久保輝広、志村智也、二宮順一、山田朋人、内山雄介、森信人、渡部靖憲、(2019) 海中混入気泡による超音波広報散乱と熱輸送, 土木学会論文集B2(海岸工学), 75(2), 67-72

高木雅史、森信人、二宮順一、志村智也、内山雄介、馬場康之、水谷英朗、久保輝広、渡部靖憲、大塚淳一、山田朋人、猿渡亜由未、(2019) 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, 土木学会論文集B2(海岸工学), 75(2), 61-66

岡地寛希、山田朋人、(2020) 船舶レーダによる2018年夏季の観測と散乱理論に基づく粒径分布のパラメタ推定手法, 土木学会論文集B1(水工学) 76(2), 181-186

Okachi, H.; Yamada, T.J.; Baba, Y.; Kubo, T.,(2020) Characteristics of Rain and Sea Spray Droplet Size Distribution at a Marine Tower.,11(11), 1210, Atmosphere, MDPI