ディスドロメータを用いた野外飛沫観測

Sea spray observation using disdrometer

○岡地寛季・山田朋人・渡部靖憲・猿渡亜由未(北海道大学) 大塚淳一(土木研究所寒地土木研究所) 森信人・馬場康之・水谷英朗・久保輝広(京都大学) 二宮順一(金沢大学) 内山雄介(神戸大学)

1. はじめに

台風やハリケーン,サイクロンといった極端現象下で は強風が吹いており,海表面では砕破が生じる.砕破に 伴い大気中には飛沫が発生する.海表面付近の大気には 飛沫が含まれ,大気-海洋間で起きる熱・運動量交換の 重要な役割を担っていると指摘されている¹⁾.運動量と 熱交換の度合いを示す運動量交換係数やエンタルピー交 換係数の変化に伴い台風の挙動の変化も議論されている ²⁾.飛沫の影響を明らかにする上で飛沫の正確な観測デ ータは必要不可欠であるが,極端現象下は強風速である ため飛沫観測は困難を有する.故に現在の気象予測では 飛沫の影響は加味されていない.しかし飛沫による熱・ 運動量交換に与える影響を定量化し,極端現象の高度に 予測することは台風やハリケーンによる被害を低減する 上で急務となっている.

そこで本研究では飛沫の正確な観測データを得るため に、雨滴観測が可能なディスドロメータである OTT 社 製 Parsivel (以下、ディスドロメータ) を用いて、和歌 山県白浜海象観測所の田辺中島高潮観測塔(以下,観測 塔)で2013年,2014年夏季に飛沫観測を行った.2章 で観測塔での観測方法と観測結果,3章で解析手法と解 析結果を述べる.まとめと今度の方針を4章に示す.

2. 観測塔での観測

ディスドロメータは本来,波長 780mm のレーザーを 利用した雨滴観測用の測器である.レーザーの射出範囲 は 27mm×180mm×1mm であり、この範囲を通過した 雨滴の粒径とレーザー通過速度を検知する.観測可能粒 径範囲は 0.062mm~24.5mm,雨滴のレーザー通過速度 が観測可能な範囲は 0.05m/s から 20.8m/s であり、粒径 と速度はそれぞれ 32 クラスに区分して測定される.本 研究ではこのディスドロメータを観測塔の 10m と 15m 高さに設置して観測を行った.





図-1 (a)観測塔の位置を示す. 観測塔は和歌山県南紀白浜 田辺湾沖2km に位置する(b)観測塔の全様.赤丸でディス ドロメータと風速計の設置位置を示す. (c)風速計とディ スドロメータの設置状況.青丸がディスドロメータ.黄 丸が風速計.

図-2 観測塔で観測された 2013 年 09 月 11 日から 10 日間の観測データの時系列を示す図.1 行目は1時間 平均風速と北向きを0度とする1時間平均風向.2行 目は1時間平均波高と波の1時間平均周期.3 行目は 解析雨量の1時間平均降強度と1時間平均気温.4,5 行目は15m,10m高さに設置されたディスドロメータ で観測された粒径に対する粒子数を示す.







図-3 1 時間平均風速と最大風速のヒ ストグラム. (a)全観測期間のデータを 使用. (b)解析雨量で無降雨を示してい る時間帯のデータを使用.



和歌山県南部にある田辺湾湾口沖合 2km に観測塔は 位置する. 観測塔の位置, 全様, ディスドロメータと風 速計の設置状況を示す図を図-1 に示す.以下に記す観 測機器が高さ 23m の観測塔に設置されている. 2013 年, 2014 年夏季観測期間に設置された測器は超音波式波高 計(高さ 10m), 自記式プロペラ風速計(高さ 15m), 気温計(高さ 12.5m), ディスドロメータ(高さ 10m, 15m) である. 観測期間は 2013 年 27 日から 10 月 10 日, 2014年8月22日から10月10日とした.2013年に北太 平洋で発生した台風は31個で観測期間中には台風17号, 18 号, 26 号, 27 号が観測塔に接近した. 2014 年には 23 個の台風が北太平洋で発生し、観測塔に接近したの は台風14号,18号,19号であった.観測期間中の降雨 は気象庁のレーダーアメダス解析雨量から観測塔が含ま れるグリッドデータを使用した. 2013年9月11日から 10日間の観測結果の時系列を図-2を示す. 図-1で5日 目に観測されている降雨は2013年台風18号による降雨 である. 降雨がある時間帯には両ディスドロメータは粒 子を検知しており、雨を捉えていると推定できる.

解析雨量から観測塔直上での無降雨時を推定し、その時間帯を抽出した風速のヒストグラムを図-3 に記す. 解析雨量から推定した無降雨の時間数は観測総時間 2784時間に対して 2360時間であった.1時間平均風速 の最大値は 26m/s で、瞬間最大風速は 32m/s に達していた.

3. 解析手法と解析結果

図-4 は無降雨の時間帯を解析雨量から判断し、その 時間帯のディスドロメータのデータを使用して得られた 粒径分布である.図-4(a)(b)(c)は風速帯毎に高 さ毎の粒径分布を比較した.解析雨量は 0~0.4mm/hの 代表値を 0mm/h としているので Ulbrich(1983)の粒径分 布を求めた³⁾.図-4(a)は風速 0~3m/s かつ無降雨の時 間を抽出した粒径分布である.風速が小さいのでこの粒 径分布は降雨の不確実性から得られる値である.そこで 1時間平均風速 10m/s 以上 15m/s 以下,15m/s 以上の時 間帯で得られた粒径分布(b)(c)から風速 0~3m/s での粒径分布を引くことで,解析雨量の不確実性を取り 除いた.故にこの粒径分布は 0.2mm から 1mm 粒径の飛 沫粒径分布である.10m 高さで観測された飛沫の個数 は 15m 高さでの観測個数よりも大きなことがわかる.

3. まとめと今後の方針

2013 年,2014 年夏季の観測を通じて台風 7 個が観測 塔に接近,通過をした.極端現象下での風向,風速,波 高,気温変化を観測することができた.ディスドロメー タによる観測では粒径範囲が 0.2mm から 1mm の粒径分 布が確認された.

今後の方針は、観測塔での観測と室内実験のデータを 合わせて解析し、飛沫の粒径と飛沫数、体積、質量との 関係、また高さと風速に対する依存性を解明することで ある.

参考文献

 J.Lighthill: Ocean spray and the thermodynamics of tropical cyclones, *Journal of Engineering Mathematics*, 35: 11-42, 1999.

- BAO, J.-W., et al. : Parameterizations of sea-spray impact on the air-sea momentum and heat fluxes. *Monthly Weather Review*, 139.12: 3781-3797,2011.
- 3) C.W. Ulbrich : Natural Variations in the Analytical Form of the Raindrop Size Distribution, *Jounal of climate and applied meteorology*, Volume22, 1983.