

35. ディスドロメータを用いた飛沫粒径分布の 風速及び高度依存性

岡地 寛季¹・山田 朋人²・渡部 靖憲²・猿渡 亜由未²・大塚 淳一³
馬場 康之⁴・水谷 英朗⁴・久保 輝広⁴・二宮 順一⁶・内山 雄介⁵・森 信人⁴

¹非会員 北海道大学工学部社会環境工学科 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

²正会員 北海道大学大学院工学研究院 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

³正会員 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1-34)

⁴正会員 京都大学大学院工学研究科 (〒615-8530 京都市西京区京都大学桂)

⁵正会員 神戸大学大学院工学研究科 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)

⁶正会員 金沢大学大学院自然科学研究科 (〒金沢市角間町)

E-mail: hokachiroki@eis.hokudai.ac.jp

本研究は暴風下において海面から発生する飛沫が大気海洋間の運動量交換係数に影響を与えると考え、その影響を明らかにしようとするものである。同目的に対して、本稿は雨滴の粒径・速度分布を計測するディスドロメータ(Parsivel)による、無降雨時における飛沫の粒子数と風速の関係を粒径ごとに分析した結果を紹介するものである。解析の結果、使用したディスドロメータは雨滴に加えて飛沫も観測可能であることがわかり、飛沫数は観測高度及び風速ごとに異なるとの結果が得られた。

Key Words : Sea spray, Parsivel, AMeDAS, Droplets, Number of particles, Wind speed

1. はじめに

強風下では海面から大量の飛沫が発生する。この飛沫は海面付近の局所風に加速されることで、運動量を大気から受け取り、その後に着水することで運動量を海洋へ輸送する。この物理過程において飛沫は海面のせん断力を変化させる¹⁾。このように飛沫が大気-海洋間の運動量交換の媒体となっており、海洋上の気象に変化をもたらす可能性が近年指摘されている。しかし、飛沫の生成機構や、せん断応力に与える影響は未解明な点が多く、風速や波高に対する飛沫数そのものも不確定であり、広く使用されている気象モデルには飛沫の効果は考慮されていないのが現状である。今後海面過程・海洋環境を高度に予測するためには、正確な飛沫の観測データと生成機構、せん断応力のメカニズムの解明が必要となる。そこで粒径が0.25mmから25mmと広い範囲の雨滴観測が可能なディスドロメータであるParsivelを用いて飛沫の観測を行った。2章に観測機器と観測方法を記し、結果を3章に述べる。最後にまとめと今後の方針を4章に記す。

2. 観測機器と観測手法

飛沫数及び飛沫速度の計測はParsivelと呼ばれる雨

滴の粒径と速度分布を観測できるディスドロメータを使用した。Parsivelの全様は図-1.aに示す。以下にParsivelによる粒径の検知方法を説明する。Y字型のParsivelの一端から射出されている範囲に粒子が通過すると粒子がレーザーの一部を粒径に応じた範囲遮る。それによりレーザー受信装置に照射されるレーザー光が減り、粒径データとして観測される。次に速度観測のメカニズムについて説明する。通過速度観測は粒子がレーザー光を遮った瞬間から終わりまでの時間を計測し、その時間と粒径データから速度が算出される。観測範囲は粒径が0.25mm~25mm、雨滴の通過速度が0.2m/s~20m/sである。これらのデータから粒径スペクトル、降雨の種類、降雨強度、レーザー反射強度を観測することができる。

本研究の観測は和歌山県田辺湾湾口から沖合方向に2km進んだ地点に位置する白浜海象観測所の田辺中島高潮観測塔で行った。観測位置を表す地図は図-1(a)に示す。観測塔の高さは23mで田辺湾を中心とした沿岸域における気象及び海象現象を総合的に観測している。今回の観測では観測塔にParsivelを海拔10m、15m高さに設置した。観測塔の全様と、観測でのParsivelと風向計の設置状況を図-1.c, dに示す。台風下では風速が多くなるのでより多くの飛沫を観測できると考えられ、観測期間はこの地域に多くの台風が上陸する2014年8月

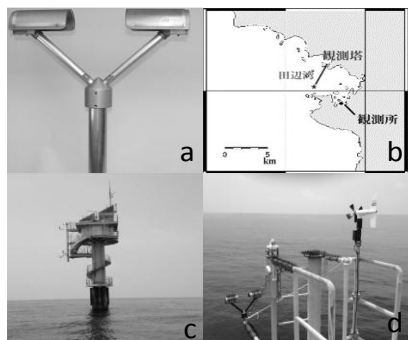


図-1 a: Parsivel の写真, b: 観測位置を表記した地図 (京都大学白浜海象観測所 HP より転載) c: 田辺中島高潮観測塔の写真, d: Parsivel (左下) と風速計 (右上) の写真

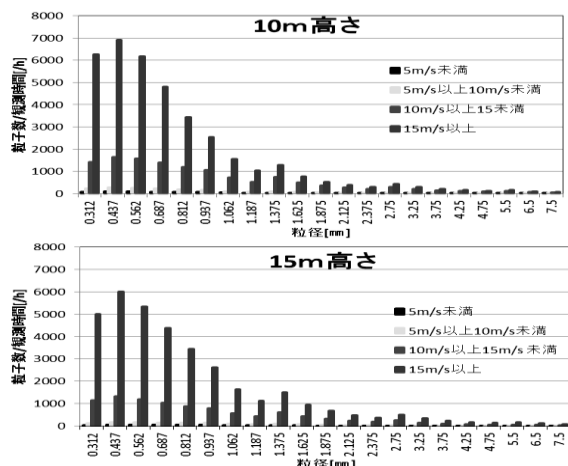


図-2 海拔 10m、15m 高さ地点における粒径分布

21 日から 10 月 31 日とした。そして設置した二つの Parsivel のデータから風速に対する飛沫の発生個数及び粒径分布の解析を行った。本研究は無降雨時を対象としており、降雨の有無は田辺中島高潮観測塔から約 4km 離れた場所に位置する気象庁の南紀白浜 AMeDAS 観測データによって判断した。

3. 観測結果

今回の観測期間の中で台風 18 号と 19 号が田辺中島高潮観測塔付近を通過した。台風 18 号は 10 月 5 日から 10 月 6 日にかけて観測塔南側を通過し、台風 19 号は 10 月 13 日に観測塔北側を通過した。

図-2 は観測データから無降雨の時間帯のものを抽出し、高さ別に粒径分布を風速で比較したものである。この結果から粒径が小さい 0.312~0.812mm の範囲で多くの粒子が観測されることがわかる。また風速が増加するにつれて観測される粒子数も増加することが確認された。そのピークは粒径 0.312mm と 0.562mm の間に存在する。

次に各風速帯で解析を行い、図-3 に結果を示す。観測塔の風速計から風速 5m/s ごとにデータを別け粒径分布を示す。図-3 において海拔 10m と 15m の粒径分布を比較したところ海拔 10m では多くの飛沫が検知されている

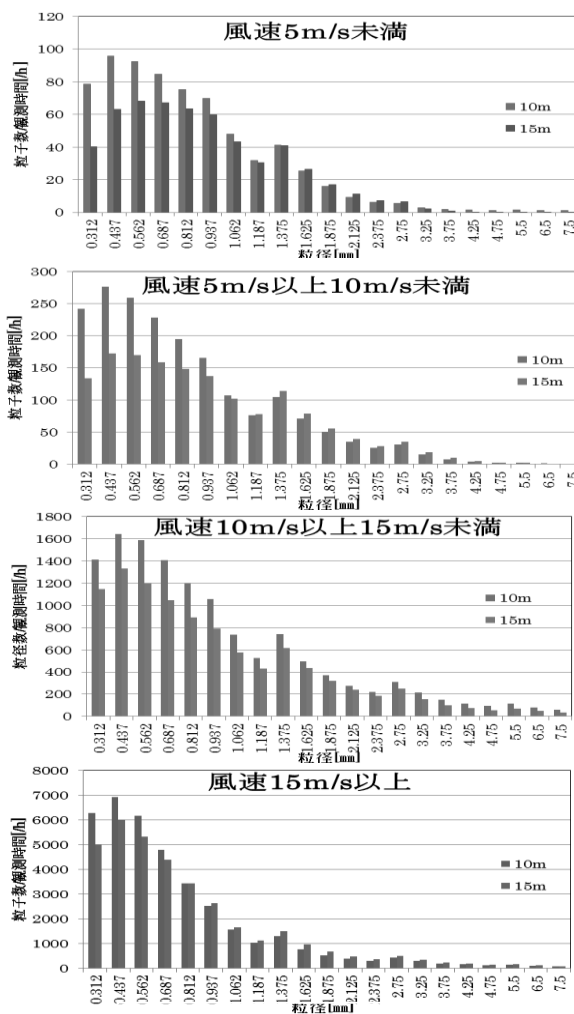


図-3 各風速帯における粒径分布

ことが確認された。全ての風速帯において粒径 0.562mm 付近の粒子が最も多く分布していることが確認された。

4. まとめと今後の方針

今回観測に使用した Parsivel は雨滴を観測に用いる観測機器だが、観測結果から飛沫をとらえていることが推察できる。粒径が小さいものほど多く観測され、ピークは粒径が 0.312~0.562mm の間に存在することが全てのデータ解析から確認された。風速が大きくなるにつれて、粒子数も大きくなることが図-3 から見て取れる。

このデータの中には AMeDAS では観測することができない降雨強度 0.5mm/h 以下のデータが含まれている可能性があるため、それを取り除く必要がある。また粒子数と風速、粒径の関係を解明することを今後の方針とする。

参考文献

- 1) Andreas, E. L.: Spray stress revisited, Journal of physical oceanography, Vol. 34, No. 6, pp. 1429-1440, 2004
- 2) 南紀白浜 AMeDAS2014 年 8 月 21 日~10 月 31 日データ

謝辞: 本研究は JSPS 科研費 (15K1811, 26249072) 及び MEXT/RECCA, SOUSEI(c-i-c) の成果の一部である。