

圧電飛砂計を用いた砂丘斜面における飛砂特性の解析

東北大学工学部建築社会環境工学科 学生会員 満塩将太
東北大学大学院工学研究科災害制御研究センター 正会員 有働恵子
東北大学大学院工学研究科災害制御研究センター 正会員 真野明

1. はじめに

飛砂とは海岸の砂浜で起こる砂輸送の中でも風による砂輸送のことをいう。飛砂は砂浜地形を変化させる。その他にも道路への堆砂や海岸に隣接する農地への塩害など、およぼす影響は周辺地域にまで及ぶ。このような飛砂に関する諸問題を解決するためには、飛砂量の算定が重要になってくる。

これまでに実験室で風洞模型を用いて実験を行いその結果をもとに多くの飛砂量公式やその飛砂量公式の多くに含まれる限界摩擦速度式、摩擦速度と粗度長さの関係式も発表されている。しかし、風洞実験で得られた推定式や知見を現地観測によってその適用性を調べた例は少ない。現地の砂浜では少なからず気象条件や地形条件の影響を受けることが考えられるため、さらなる現地観測を行い既存の推定式や知見の適用性を調べる必要がある。観測の例としては圧電飛砂計を用いての現地観測を行い気象条件の変化に伴う飛砂特性や限界摩擦速度特性を調べたものがある(有働, 2007)(有働, 2008)。本研究では圧電飛砂計を用いて砂丘のふもとと頂上の2か所で飛砂計測を行い、そのデータを解析することによって平面を移動してきた飛砂の特性と斜面を移動してきた飛砂の特性の違いを調べた。

2. 研究内容

解析を行ったデータは、静岡県浜松市南区中田島にある中田島砂丘で観測を行い得られたものである。圧電飛砂計は砂丘のふもとと頂上の2地点においてそれぞれ1m, 0.3mの2つの高さに設置した。当日の風向は北東の方角に卓越しており、おおかたふもとの圧電飛砂計は平面を移動してきた飛砂フラックスを観測し、頂上の圧電飛砂計は斜面を上がっ

て移動してきた飛砂フラックスを観測した。

風速と摩擦速度のあいだには下記のような対数則の式が用いられている。この対数則の式と2つの高さでの風速を用いて、ふもとと頂上においてそれぞれの風速における粗度長さとの摩擦速度を算定した。

$$u = \frac{u_*}{\kappa} \ln \frac{z}{z_{0s}}$$

u: 風速, u_* : 摩擦速度, κ : カルマン定数(0.4),

z: 地面からの高さ, z_{0s} : 粗度長さ

また、粗度長さとの摩擦速度の関係式については以下に示す Raupach(1991)の式が提案されている。

$$z_{0s} = c_0 \frac{u_*^2}{2g}$$

c_0 : 定数(= 0.16)

前者で算定した粗度長さとの摩擦速度の2乗の相関図と Raupach(1991)の式によって提案されている粗度長さとの摩擦速度の関係性を比較した図を図1-1, 図1-2に示す。

頂上、ふもとにおける摩擦速度との粗度長さの相関図のデータをもとに引いた近似直線の決定係数はそれぞれ $R^2 = 0.8345$, $R^2 = 0.6843$ でありともに高い相関関係がみられた。Raupachの提案する摩擦速度との粗度長さの関係式と一致はしなかったが、Raupachの式の c_0 の値をそれぞれ 0.40, 0.26 として計算すると頂上、ふもとの近似直線とほぼ一致することを確認した。次に摩擦速度と観測した飛砂フラックスの相関図を図2-1, 図2-2に示す。頂上、ふもとそれぞれの近似直線の決定係数は、それぞれ $R^2 = 0.008$, $R^2 = 0.3472$ であり、頂上では相関がみられない一方で、ふもとでは中程度の相関がみられた。また、ふもとの図では摩擦速度の値が大きくなっていくほど発生する飛砂フラックスの値も大きくなっているが、頂上の方の図では摩擦速度の値の小さいところで飛

砂フラックスが大きい値をとっているデータが多くみられた。

3. まとめ

図 1-1, 図 1-2 より粗度長さが摩擦速度の 2 乗に比例するという Raupach の提案は概ね正しいことが確認された。c₀の値は頂上, ふもとのそれぞれで 0.40, 0.26 であった。これは頂上とふもとで摩擦速度が同じだった場合に頂上で粗度長さの値の方がふもとでの粗度長さの値より大きくなることを示している。

摩擦速度と飛砂フラックスの関係については, 頂上で観測したデータについては相関がみられなかったが, ふもとで観測したデータでは中程度の相関がみられた。また, 頂上で観測されたデータでは摩擦速度の小さいとき, つまり限界摩擦度付近の摩擦速度の値のときに飛砂フラックスの値が大きくなることがあった。

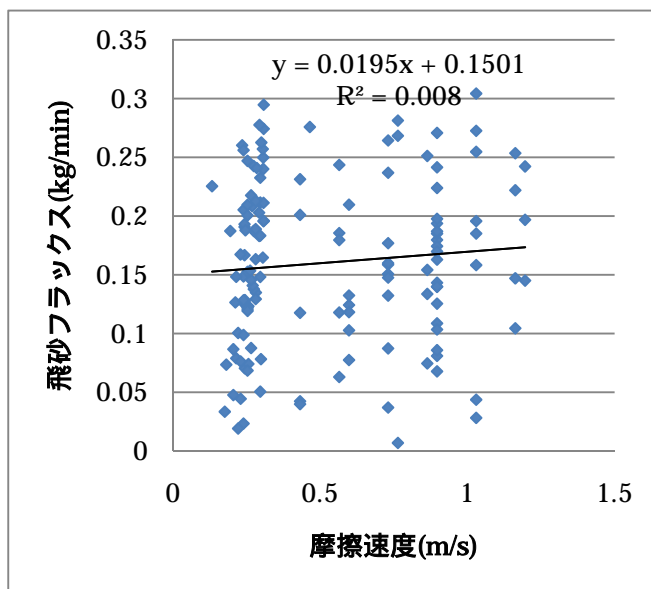


図 2-1 摩擦速度と飛砂フラックス(頂上)

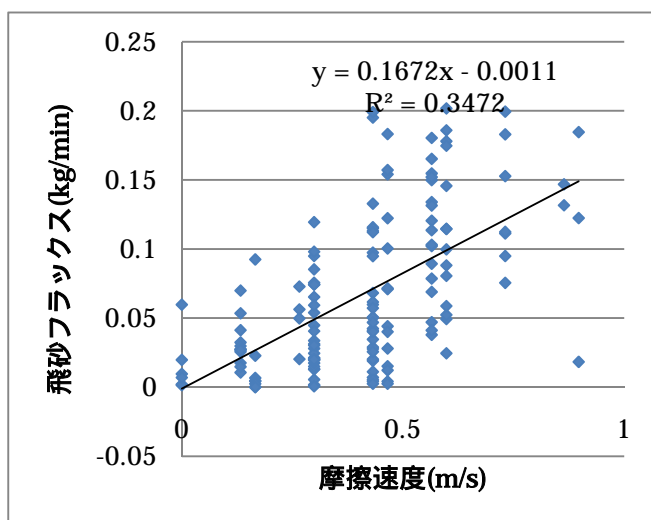


図 2-2 摩擦速度と飛砂フラックス(ふもと)

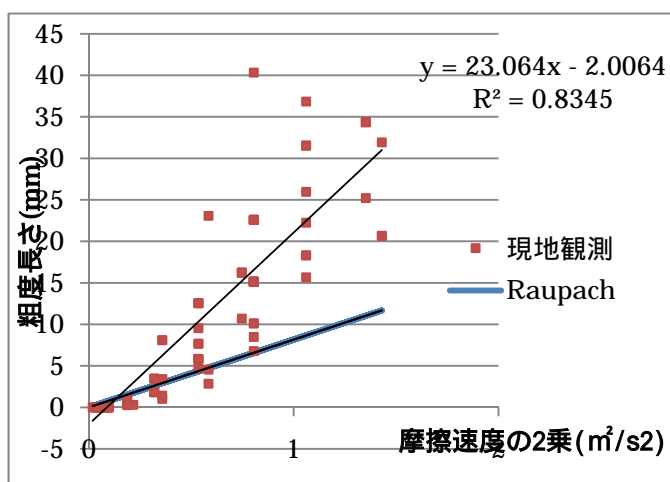


図 1-1 摩擦速度の 2 乗と粗度長さ(頂上)

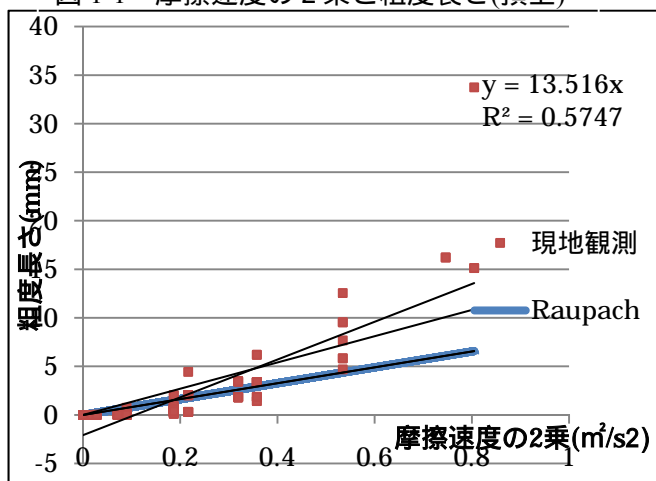


図 1-2 摩擦速度の 2 乗と粗度長さ(ふもと)

参考文献

- 有働恵子(2007): 飛砂の限界摩擦速度に関する現地観測, 海岸工学論文集, 第 54 巻, pp.536-540 .
- 有働恵子(2008): 圧電飛砂計を用いた飛砂フラックスの現地観測, 海岸工学論文集, 第 55 巻, pp.551-555 .
- Raupach, M .R .(1991): Rough-wall turbulent boundary layers ,Applied mechanics reviews ,Vol .44 ,pp .1-25 .