

**海岸人工砂丘周囲の風況推定**  
**— 数値シミュレーションによる風向別の推定結果 —**  
**Estimated surrounding wind conditions on coastal artificial sand dune**  
**- Results according to the wind direction using numerical simulation -**

萩野裕章\*<sup>1</sup>・岡野通明\*<sup>1</sup>

Hiroaki HAGINO\*<sup>1</sup>, Michiaki OKANO\*<sup>1</sup>

\* 1 森林総合研究所

For. And Forest Prod. Res. Ins., Ibaraki 305-8687

**要旨：**人工砂丘の防風効果を検討するとき、既往研究では堤体に対して風が直交する（風向き 90°）場合を対象にしてきた。本研究では人工砂丘周囲の風況について、風向きを4通りに分けて数値シミュレーションを実施した。風況の推定結果を大きく見ると、砂丘風下側の防風範囲は風向きが直交するときに最大となり斜めになるほど小さくなった。しかし局所的な風速値を見た場合、砂丘の頂部では風向きが直交するときに最大の風速値が発生して大きく加速したが、斜めになるほど加速する割合は小さくなった。本研究の結果は定性的には同様の目的で実施した風洞実験の結果と一致したが、各風向での防風範囲の広さなど定量的な結果については必ずしも一致しなかった。

**キーワード：**人工砂丘，数値シミュレーション，風況，風向

## I はじめに

海岸の人工砂丘は、防風や飛砂の捕捉効果がある。その高さは2～3m程度のものから7～8m以上に及ぶものまでであるが、基本的にはその堤体が強風に対し障壁となって風下側を中心に防風範囲を形成する。飛砂が激しい地域で海岸林を造成し維持していくには、風を弱めて飛砂が海岸林内へ侵入することを阻止する必要がある。そのため人工砂丘は最も汀線側に位置する人工の構造物として重要な働きを担っている。

その人工砂丘の防風効果については、これまで風洞実験(3)や現地観測の結果(4)が報告されている。しかしながら、いずれも砂丘に対して風向きが直交する場合を対象にした結果であった。そこで萩野ら(1, 2)は風洞内において砂丘モデルの配置を変えることで、砂丘への風向きを90°, 67.5°, 45°, 22.5°の4通りで実験を行った。ただし、この実験では風洞の側壁が砂丘周囲の風況にどの程度影響を与えたのか不明であった。

本研究では風向きが砂丘周囲の風況に与えた影響がどのようなのか把握するために、風況の解析空間を大きくとることで、解析領域側面の影響を小さくすることが可能と考えた。また砂丘周囲の風速を詳細に推定する必要があると考え、数値シミュレーションを実施した。

## II 方法

数値シミュレーションの解析領域は、風向(x軸)に沿って1500m、幅(y軸)300m、高さ(z軸)40mの大きさに設定した。その中に高さ5m、斜面勾配が風上・風下側ともに1:1.7、丘頂幅2.2mの人工砂丘を設定した。解析領域の風上境界で風速は $10\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ に設定した。地表面の風速を $0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ に設定(地表面: non slip)したことで、解析空間が十分大きいため砂丘へ吹きこむ風速は、地上1mで $8.0\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 、同5mで $9.4\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ 等の鉛直分布をなす。解析した風向は砂丘に対して90°(直交)、67.5°、45°、22.5°の4通りとした(図-1)。解析には代表的な乱流モデルとしてk-εモデルを採用し、定常解析を行った。数値シミュレーションの実施にあたっては、農林水産研究情報総合センターのシステムANSYS FLUENTを使用した。

## III 結果

人工砂丘の中央で砂丘に直交する横断面の風速分布から(図-2)、風向90°のときは減速域が風上側と風下側で形成され、その範囲が最大であった。しかし風向が砂丘に対して斜めになると徐々に減速する範囲と割合が小さくなり、風向22.5°では減速域がほとんど現れなかった。一方で、風向90°のとき丘頂とその上空の領域に最大 $14\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ を超える加速域が生じたが、斜め方向になると丘頂付近の風速は徐々に下がり、またその加速範囲

も小さくなった。風向 22.5°の丘頂部は最大で  $11.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  であった。

各風向に対して横軸に砂丘からの距離、縦軸に地表面から 1 m 高さの風速値をとり防風範囲を比較した(図-3)。風向が 90°のときに最も風速が減速し防風範囲も広がった。その次に防風範囲が広がったのは風向 67.5°であり、以下斜めになるほど防風範囲は狭まった。ただし、風向 67.5°と 90°では比較的防風範囲の差は小さかったが 45°とは大きな差があった。風向が斜めになるほど砂丘の防風範囲が小さくなる結果は、萩野ら(1, 2)の砂丘模型を用いた風洞実験の結果と定性的には同じであった。しかし、風向ごとの防風範囲の大きさなど定量的な結果については相違点があった。

#### IV 考察

風向によって防風範囲が大きく異なるメカニズムについて、萩野ら(1)は直交するとき砂丘の風上側斜面上での風の経路は急勾配の状態であるが、斜めになるとその経路が緩勾配になる。その結果風上側の強い風は、急勾配の場合丘頂から上空へ吹き上がるが、緩勾配では丘頂から砂丘風下側へ直接流れることを指摘した(図-

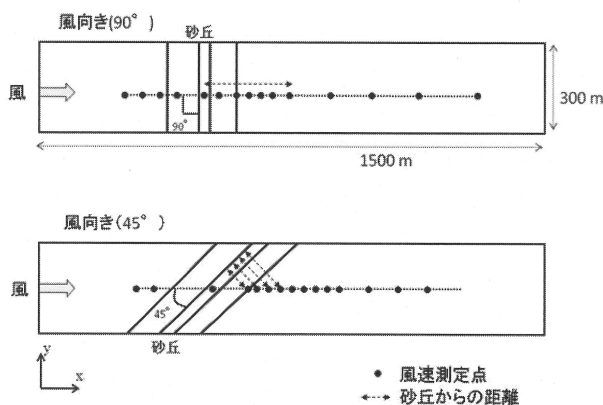


図-1. 解析領域における風と砂丘配置の関係

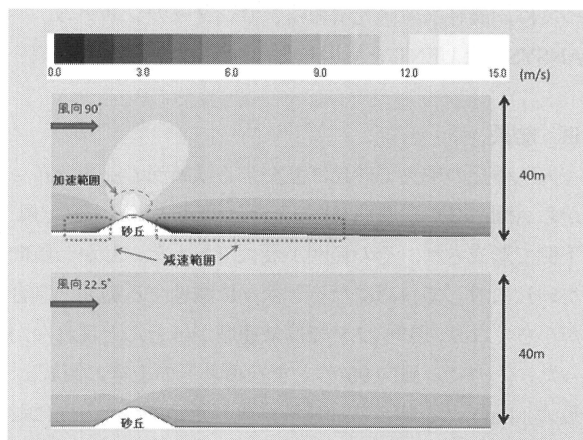


図-2. 風速分布(断面)

4)。防風範囲や風速値の変化は砂丘に対する風向きに応じた結果と考えられる。ただし本研究の結果は風洞実験と防風範囲の大きさについては相違点があった。数値シミュレーションによる解は解析領域のグリッドサイズや離散化スキームに影響を大きく受けると考えられ、今回の解析方法を基にグリッドサイズの再構成や高精度の離散化スキームを用いた解析に取り組む予定である。

#### 引用文献

- (1) 萩野裕章・野口宏典・島田和則・坂本知己(2010) 人工砂丘の防風効果が斜めからの風に対して低下するメカニズム. 日本海岸林学会誌 9(2): 53-58
- (2) 萩野裕章・野口宏典・島田和則・坂本知己(2010) 風洞実験による人工砂丘防風効果範囲の推定. 九州森林研究 63:134-136
- (3) 堀田新太郎・畑中勝守・田中寛好・小泉圭右・大塚香織(2000) 人工砂丘周辺の風の場による砂丘形状決定に関する研究. 砂防学会誌 53(2): 22-33
- (4) 樫山徳治・松岡広雄・佐伯正夫(1971) 人工砂丘の風速減少作用の一例. 日林講 82: 269-271

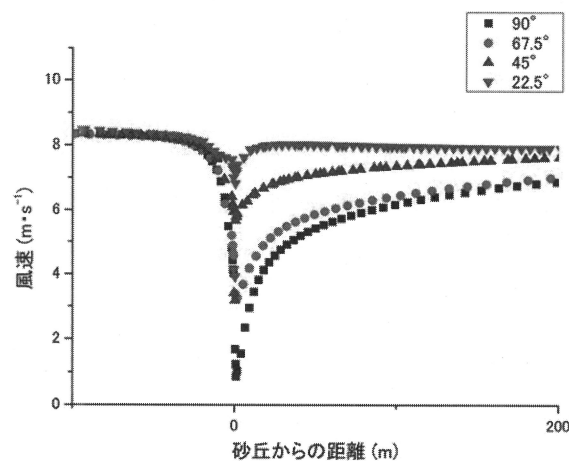


図-3. 風向毎の地上 1 m 高さの風速値の比較

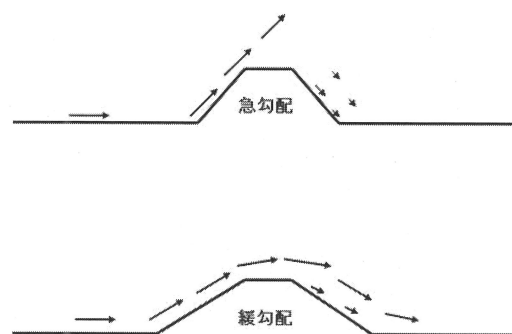


図-4. 風向 90°(上)と斜め(下)のときの風況概要