

砂丘畑における飛砂防止用水量の検討

Water Requirement for Protection of Blown Sand on a Coastal Sand Dune Field

○猪迫耕二*・松田亮二**・齊藤忠臣*・川辺智幸**, 三上明夫***

○Koji Inosako*, Ryoji Matsuda**, Tadaomi Saito*, Tomoyuki Kawabe**, Akio Mikami***

1. はじめに

海岸砂丘畑では強風時にしばしば飛砂が発生して農作物や周辺環境に悪影響を及ぼしている。スプリンクラー散水による飛砂防止が行われているが、1回の灌水量の目安が提案されているに留まっており、頻度についての技術的な提案はない。

ここでは、鳥取県淀江町白浜地区の砂丘畑を対象に風洞実験と数値実験を実施し、飛砂防止のために必要な灌水量と灌水頻度について検討を加えた。

2. 実験方法

(1) 風洞実験

実験ではビニルハウス内に設置された長さ 7.2m、幅 0.2m、高さ 0.3m の送風型風洞 (Fig.1) を使用した。風洞中央部に体積含水率を 0.011, 0.018, 0.025, 0.039, 0.055, 0.069, 0.084 に設定した現地土壌を充填した飛砂箱を静置した。上流側は表面に供試土を張り付けた塩ビ板を敷き詰め地表面の条件を現地に近似させた。下流側には表面加工のない塩ビ板の先に幅 2cm、高さ 11.4cm の飛砂捕捉器を 4 段設置した。風速は地表面から高さ 1cm で 5.96, 7.72, 9.27m/s とした。

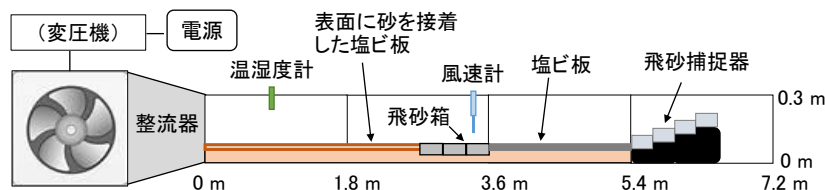


Fig.1 実験に用いた風洞の断面模式図
Schematic view of the wind tunnel

(2) 数値実験

飛砂は地表面が乾燥した時に強風が生じた際に発生する。したがって、飛砂防止には地表面が閾値まで乾燥するのを防げばよい。ここでは、HYDRUS-1D を用いた数値実験により、対象地区の砂丘畑における地表面が灌水後に飛砂発生閾値まで乾燥するのに要する時間を調べた。計算領域の土壌厚さは 1m、上部境界条件は変動境界条件（大気境界条件）とし、下部境界は自由排水条件とした。土壌水理モデルには Durner-Mualem モデルを用いた。

当該地区は春先の季節風により頻繁に飛砂が発生する。そこで、数値実験では、2020 年 2～5 月に現地で観測された気象データのうち、日射量の異なる 3 日（2020 年 2 月 3 日、4 月 21 日、5 月 11 日）を選択し、実際に観測された気象データと各日で風速のみを 6, 8, 10, 12m/s に変化させた場合において FAO の Penman-Monteith 式 (FAO-PM

*鳥取大学農学部, Faculty of Agriculture, Tottori University, ** 株式会社三祐コンサルタント, Sanyu Consultants Inc., 中国四国農政局中国土地改良調査管理事務所, Chugoku Land Improvement Planning and Management Office, Chugoku-Shikoku Regional Agricultural Administration Office キーワード 畑地灌漑, 摩擦速度, 農地保全

式) で求めた基準蒸発散量を上部境界条件として与えた. なお, ここでは FAO-PM 式の基準蒸発散量をそのまま裸地面からのポテンシャル蒸発量 (E_p) として用いた. 灌水条件として灌水強度を 10mm/h とし, 灌水時間を変えて 1 回の灌水量を変化させた. この時の設定灌水量は 0.83, 2.5, 5, 10mm であった.

FAO-PM 式は日合計の E_p を推定するが, 蒸発速度は時間によって大きく変化する. そこで, 日射強度の時刻変化の推定法に準拠し, 正午に蒸発速度がピークとなるように E_p を割り振った. 本研究では, それぞれの気象条件において最も乾燥する条件を想定し, 正午の最大蒸発速度が日の出から日没まで継続する場合について検討した.

4. 結果と考察

(1) 風洞実験

各風速における体積含水率と捕捉飛砂量との関係を示した. 図より, 代表風速 5.96m/s では体積含水率に関係なく飛砂はほとんど発生しなかったが, 7.72m/s, 9.27m/s では体積含水率 0.056 まではほぼ一定の飛砂量となった. 一方で, 体積含水率 0.069 に達すると, すべての風速で飛砂はほとんど発生しなくなった. このことから飛砂発生を抑止する体積含水率の閾値は 0.056~0.069 の範囲に存在するといえる. 飛砂発生の閾値としては 0.069 が安全側として提案される.

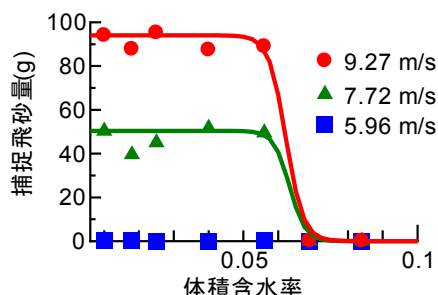


Fig.2 体積含水率と捕捉飛砂量との関係
Relationship between soil water and blown sand

(2) 数値実験

Fig.3 に地表面の体積含水率が 0.069 に達したときに 10mm/h の強度で灌水する場合の灌水間隔 (T_p) と蒸発速度の関係を示した. 1 回の灌水量が最も多い 60 分灌水では, 蒸発速度の最も大きい場合で T_p が 4.56 時間となる. 一方, 同じ気象条件下で最も灌水量の少ない 5 分灌水では 0.89 時間となり, ほぼ毎時間の灌水が必要となる. 総灌水量では, 60 分灌水で 30 mm に達したのに対し, 5 分灌水では 13.3mm にとどまった. このことから T_p を長く維持するためには 1 回の灌水量を増やすのが効果的であり, 節水のためには灌水時間を短く設定するのが有利といえる. 灌水時間を短くするには頻繁な灌水が必要であり, 投入できる灌水労力とのバランスを考慮しなければならない.

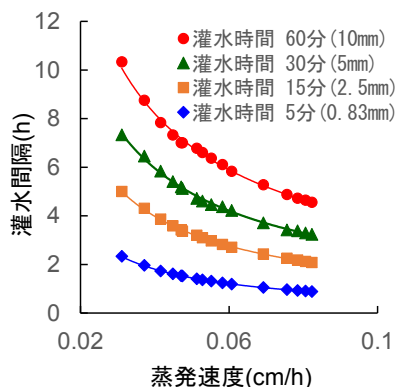


Fig.3 蒸発速度と灌水間隔の関係
Relationship between irrigation interval and evaporation rate

5. おわりに

本研究の結果から, 研究対象地区の砂土で飛砂発生を防止するためには地表面の体積含水率を 0.069 以上に保つ必要があることが明らかとなった. また, 最も飛砂が大きくなる 2~5 月の現地気象条件に基づく数値実験の結果, 10mm/h の灌水強度であれば, 灌水間隔を長く維持するためには 1 回の灌水量を増やすのが効果的であり, 灌水量を節約するためには灌水時間を短く設定するのが有利であることが示された.