

## 1. はじめに

中国やモンゴルなどの乾燥地域では、風による土壌侵食である「風食」が問題となっている。風食とは風により土粒子が飛ばされ、地表が削られる現象である。風食は砂漠化の主要因の1つであり、植生を衰退させ、また黄砂の発生など人間生活にも被害を及ぼしている。そのため風食のメカニズムを知ることは重要であると言える。しかし、そのためには諸要因がどのような影響を与えるのかという風食特性を把握する必要がある。筆者らはこれまで密度と侵食量の関係、含水比と侵食量の関係などを明らかにしてきた。<sup>1)</sup>

本論文では、砂粒子の粒径および粒度分布が風食にどのような影響を及ぼすかを調べるために、風洞実験を行った。

## 2. 風洞実験概要

風洞実験装置を図1に示す。断面が100cm×100cmで全長が300cmで、壁面の材質は木材を使用している。図の左奥に直径100cmの送風機を設置している。この送風機は周波数を調節することで風速を変えることができるようになっている。送風機から出る風が、図に示す並べられた目の大きさが1.4cmの金網のメッシュおよび積み重ねた直径10cmの円筒を通して風洞内部に吹き込む仕組みになっている。この金網メッシュと円筒は、風の流れを整える整流部の役割を果たしている。風洞内部には幅20cm、長さ40cm、高さ8cmの土槽を設置している。土槽上面つまり地表面の5cm上部に風速計を設置していて、センサー部で風速を測定することができる。この風速計は、実験中5秒に1回風速を測定してデータロガーで記録できる。また、土槽の下にははかりを設置していて、30秒に1回データを記録することができる。

風食の評価指標としては土壌損失量を用いた。実験前と実験後の土槽内の砂の変化量を土壌損失量（以下、侵食量）とした。実験中(送風中)は風速と土槽の質量を測定し、初期の粒径や粒度分布の異なる試料を用い、それらが侵食量とどのような関係があるのかという風洞実験を行った。

図2および図3に実験に用いた試料の粒度分布を示す。図2はほぼ同一の粒径範囲をもち、平均粒径が91, 339, 533, 701, 1423 μmと異なる5つの試料である。これらの試料を用い、平均粒径の違いが風食にどのような影響を与えるのかという実験を行った。図3はほぼ同一の平均粒径をもち、粒度分布がより均一な試料(uniform)と不均一な試料(diverse)の粒度分布である。これらの2つの試料を用い、粒度分布の違いが風食にどのような影響を与えるのかという実験を行った。次節に、実験により得られた粒径と侵食量の関係、粒度分布と侵食量の関係を示す。

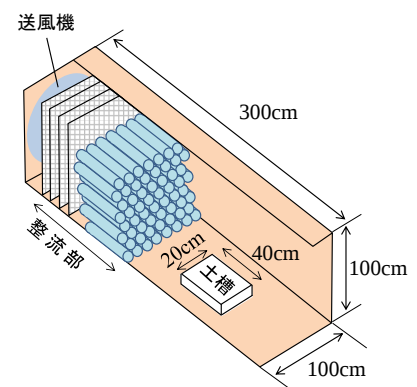


図1 風洞

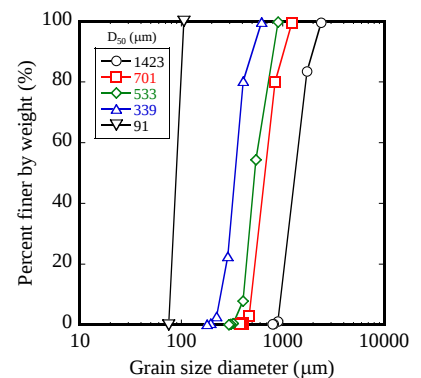


図2 同一粒径範囲をもつ試料

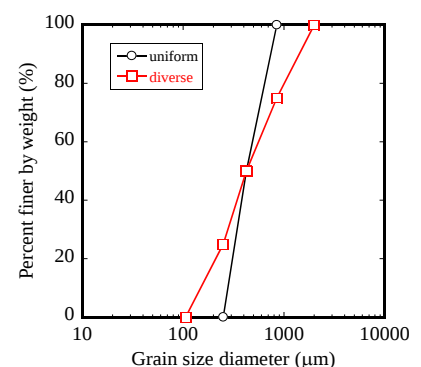


図3 異なる粒径範囲をもつ試料

### 3. 粒径が風食に与える影響

本実験は、粒径と風食の関係を明らかにすることを目的としている。図2に示した5つの試料を用いて風洞実験を行い、平均粒径と侵食量の関係を調べた。実験は、送風時間5 min、土槽の初期乾燥密度  $1.4 \text{ g/cm}^3$ 、初期含水比0%、風速が7.9, 9.5, 10.9 m/s の条件で行い、5つの試料それぞれに対して各風速における侵食量を測定した。各風速における平均粒径と侵食量の関係を示したのが図4である。縦軸は単位時間・単位面積あたりの侵食量を示している。平均粒径が小さくなるほど侵食量が大きくなるのが分かる。また、風速が大きいほど同一の粒径での侵食量が大きいことが分かる。このことから、粒径が小さく、また風速が大きいほど風食に与える影響が大きいことが分かった。

### 4. 粒度分布が侵食量に与える影響

本実験は、粒度分布と風食の関係を明らかにすることを目的としている。図3に示した2つの試料を用いて風洞実験を行った。ここで、粒度分布の影響を表す指標として均等係数を用いた。均等係数は以下のように定義される。

$$U = D_{60}/D_{10}$$

実験は、送風時間5 min、土槽の初期乾燥密度  $1.4 \text{ g/cm}^3$ 、初期含水比0%、風速が13.6 m/s の条件で行い、2つの試料それぞれに対して侵食量を測定した。均等係数と侵食量の関係を示したのが図5である。均等係数が小さいほど侵食量が大きくなるのが分かる。つまり、均一な粒径範囲を持つ砂のほうがより侵食に与える影響が大きいことが分かった。

### 5. 粒度分布が限界粒径に与える影響

風食現象を捉えるにあたり、侵食量だけでなく、侵食が起こる限界の粒径(最大粒径)を知ることも重要である。そこで、4.での実験後の土槽表面より採取した砂(残留砂)の粒度分布から飛散した砂の限界粒径を求め、粒度分布の違いがどのように影響するのかを調べた。図6は2つの試料それぞれの残留砂の粒度分布である。質量通過百分率0%となるとき粒径を限界粒径とした。図より限界粒径はほぼ同一の値が得られた。つまり、限界粒径は粒度分布の影響を受けないことが示唆された。

### 6. まとめ

今回の実験により、次の知見を得た。平均粒径が小さいほど、侵食に対する影響が大きい。均一な粒度分布をもつ砂のほうが侵食に対する影響が大きい。限界粒径は粒度分布の影響を受けない。また、今後の課題として、より多くのデータの蓄積が必要である。

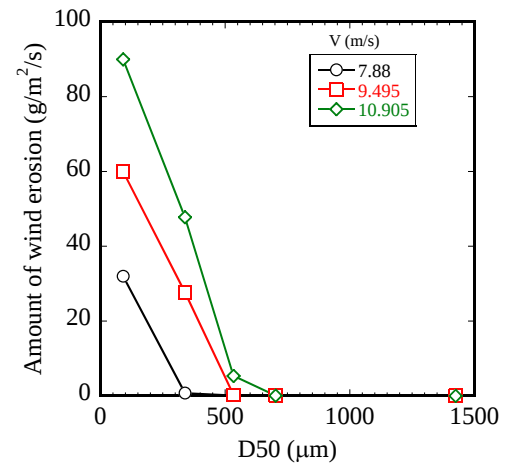


図4 平均粒径と侵食量の関係

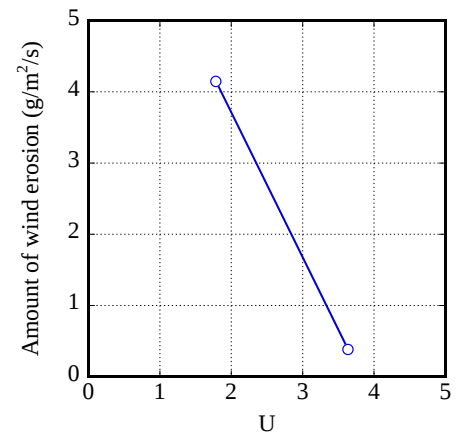


図5 均等係数と侵食量の関係

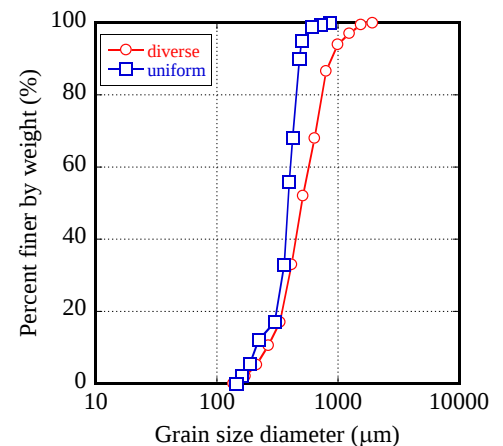


図6 残留砂の粒度分布

【謝辞】：本研究の一部は挑戦的萌芽研究（No. 24656287：代表者安福）の支援を得て行われたものである。

【参考文献】1) 荒瀬幸太、安福規之、古川全太郎：地盤の密度および含水比が乾燥した砂地盤の侵食に与える影響，地盤工学会，第49回講演概要集，385-386，2014.7.