

東日本の畑地から発生する砂塵の素因

Predisposition to sand-dust generation from agricultural lands in Eastern Japan

○鈴木 純*・酒井 優**・小野 裕*

Jun SUZUKI, Yu SAKAI and Hiroshi ONO

1. はじめに

風食による砂塵の発生は農業生産の基盤である表土の亡失を意味し、また生活環境等への影響が懸念される。関東甲信地方の各地の風食と農業の特徴が報じられており(鈴木ら, 2016), ここで砂塵になる土の粒径や粒度は地域によって違いがあることが明らかになっている。東日本各地の畑地から砂塵が発生することは知られており、一方で西日本ではあまり話題になることが多くはない。砂塵は強風により地表から離脱した土の粒である。土の粒が地表から離脱して、転動、跳躍や浮遊の形態をとるかは、土の粒に働く力の釣り合いに起因する。この釣り合いには、土の粒の質量の影響が大きい。Suzuki&Matsuoka (2020) は団粒を含む土の粒(以下、土粒)の密度を求める方法(土粒密度測定法)を提案している。本報告ではこの土粒密度測定法によって求めた各地の土粒密度の差異について述べる。

2. 材料と方法

2.1. 試料 本研究に供試した試料は、長野県松本市今井(以下、今井)はじめ、群馬県太田市藪塚(藪塚)、千葉県八街市八街(八街)、北海道帯広市清川(清川)の各地籍の畑地で採取した土壌である。また西日本の試料として和歌山県田辺市(田辺)のミカン畑と鳥取砂丘砂(鳥取砂丘)を供試した。空隙率が小さい砂は、土粒密度と土粒子密度が近くなると考え、既報データの多い豊浦砂を土粒密度測定法の評価のために供試した。試料は採取後に室内において十分に風乾して測定に供した。東日本の各地の土壌は火山灰土で土性は砂混じりシルト、田辺の土壌は鈹質土壌でシルト混じり砂質土である。

2.2. 土粒密度測定法

(1) 土の粒の分級 試験は20°Cの恒温室内で実施した。試料は5mmふるいでふるい、残った土塊は軽くゴム塊でほぐした後に再度ふるった5mmふるい通過分である。試料は、蒸留水を約18時間毛管飽和させたのちに2.0, 1.0, 0.5, 0.25及び0.105mmの4つの組ふるい(DIK-2001)で水中篩別した。組ふるいを通して水槽に通過した0.105mmより小さな土粒を含む懸濁液は、0.074および0.032mmを順次通過させた。この分級された土壌試料は粒径ごとにまとめて蒸留水中で養生し保全した。したがって本研究の土粒は耐水性団粒の密度を求めることになる。

(2) 土粒(土の粒)密度 (1)の操作で分級した土壌試料は、構造を破壊しないよう水ごと注意深く直方体のアクリルケースに充填した。この時若干の余盛りとして、約18時間静置した。この時間で試料の自重で圧密を期待した。その後ガラス板で試料の余盛りと表面張力で盛り上がった水を擦切り、フタで封入した。そしてフタつきのアクリルケースと土壌試料、水の合計質量を測定した。なお、試料をアクリルケースに充填した後に-133Paで脱気した場合の密度と脱気しない場合の密度との平均値には、有意差が認められなかったため脱気はしないことにした。土粒密度はSuzuki & Matsuoka (2020)に従って求めた。

(3) 土壌有機物量の測定 一般的な土粒子密度は2.6g/cm³程度であるのに対して有機物

は 1.3g/cm^3 程度であり，有機物量の多少は土粒密度に影響することが考えられる．ここでは試料の土壌炭素量を C/N コーダー (JM100CN/HCN/TOC/TN) で測定した．

3. 結果と考察

3.1. 各地の土粒密度 各地の粒径ごとの土粒密度を示した図 2 によれば，東日本各地の粒径画分ごとの土粒密度は藪塚の 0.375mm ($=1.77\text{g/cm}^3$) と清川の 0.375mm ($=1.60\text{g/cm}^3$) を除き， 1.6g/cm^3 より小さい値が得られた．これに対して和歌山県田辺の土粒密度は $1.68\sim 2.46\text{g/cm}^3$ が得られた．また鳥取砂丘は $3.63\sim 3.71\text{g/cm}^3$ ，豊浦砂は $2.78\sim 2.84\text{g/cm}^3$ となった．図中に示した通り，土粒子密度は全試料で 2.6g/cm^3 程度であり，土粒密度はこれを超えないと考えることができる．鳥取砂丘の値は本報告の土粒密度測定法の土粒の形状は球であるという仮定に起因した過大評価であると考えられる．本法で，土粒子密度 2.6g/cm^3 の丸みをおびた豊浦砂の土粒密度は 2.8g/cm^3 程度を得る．本法の適用には土粒の形状は確認すべき要素であるほか，土粒内空隙率が小さい砂質土の土粒密度には土粒子密度が適用されるべきである．鈴木ら (2020)

は，高さ 1.5m の風速が 5m/s の時，密度が 1.6g/cm^3 以下の球形の物体は地表面を移動しやすいと報告している．西日本の供試体は田辺の 1 体のみであるが，土粒密度の比較によって東日本の火山灰土壌の畑土は西日本に比べて風食を受けやすいといえる．

3.2. 土粒の炭素量と密度 次いで土粒の炭素量と土粒密度の関係について述べる．火山灰土で団粒が発達した今井，藪塚，八街と，鉾質土壌の和歌山県田辺市の土壌炭素体積率と土粒密度の関係を図-3 に示した．図-3 に示されるとおり，火山灰土では土粒体積に占める土壌炭素の割合と土粒密度には明確な負の相関が認められた一方，田辺は前出の 3 地区とは外れていた．火山灰土でも，有機物が多い土粒は密度が小さく，より砂塵として地表面を離脱しやすいことが明らかである．

東日本を広く覆う，空隙率が大きく，有機物量が多い火山灰土は密度が西日本の鉾質土壌より明らかに軽く，これが砂塵の素因であると結論づけられる．

本研究の一部は科研費 18K05877 「風食発生の指標となるごく薄い地表面の土壌水分モデルの開発」(代表:鈴木)ならびに A-Step JPMJM20DX 「内部空隙を充填して砂塵になりにくい『重い』土の粒を作る不可逆的な含侵法の開発」(代表:鈴木)によって遂行された

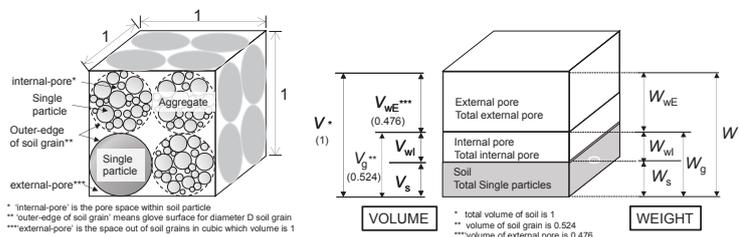


図 1. 土粒の充填と各要素の模式図 (Suzuki & Matsuoka, 2020) schematics of soil packing model(L) and portion of soil(R)

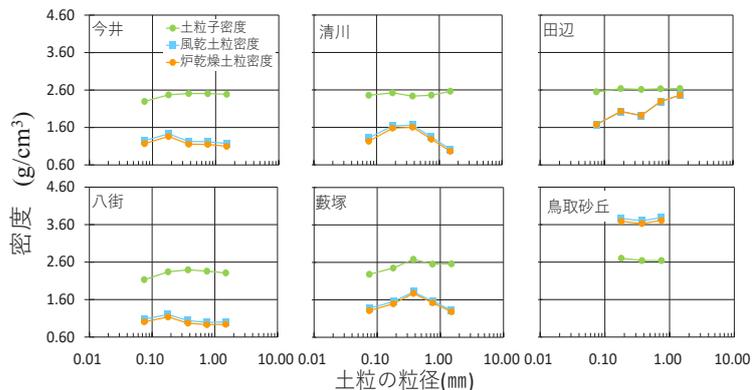


図 2. 各地の土粒子と土粒の粒径別密度 relation between soil grain size and its density

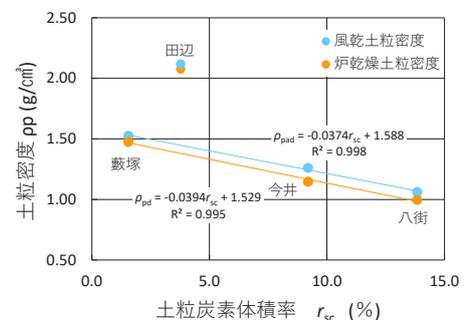


図 3. 土粒炭素体積率と土粒密度 relation between volumetric carbon rate and soil grain density

*信州大学農学部 Faculty of Agriculture, Shinshu University, **和歌山県 Wakayama Prefectural Government キーワード: 砂塵, 微細な土の粒, 密度, 土壌炭素