

表層土壌の粒径分布に基づく地表面の微細な土の粒の存在形態
Presences of finer soil grains at ground surface
based on size distribution of soil

○鈴木 純*・荻原 圭*
○SUZUKI, Jun ・OGIHARA, Kei

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。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。したがって、砂塵の質量が砂塵発生の素因であることは言うまでもない。この砂塵については、冬季から春季にかけて頻繁に発生すると認識されており、砂塵の発生しやすさには季節性が認められる。従来検討において、砂塵が発生する時期の表土は細粒分の割合が他の時期に比べて多いことがわかっている。表土の微細な土の粒の多少は、砂塵となる地表面に存在する様々な粒径の土の粒にどのように影響しているかについて検討した。またこの検討は、耕起方法や冬期の降水量の多少によって形成される表層土壌の粒径分布のデータを関連付けて検討した。

2. 材料と方法

2.1. 試料 本研究に供試した試料は、信州大学農学部（長野県上伊那郡南箕輪村（南箕輪））の深さ0～5m（表土）ならびに25～30cm（心土）で採取した。これらは、十分な風乾後に5mmふるいを通したものを試料とした。試料は、深さ5cmのトレイに押し固めずに充填した。トレイの底には穴をあけて不織布を敷いた。表土ならびに心土のトレイはそれぞれ2つ作成して、1つは圃場の表面に、他の1つは農業用ビニルで作成したトンネルで雨雪を遮断した。供試体のトレイは、2023年2月に埋設して、4月と5月に土壌を採取して粒径分布を試験した。

2.2. 土壌試料の粒径分布 各トレイの土壌試料は0～1cm(0.5cm)と3～4cm(3.5cm)の深さで採取した。処理前(1月)と、4月、5月に採取した土壌試料は、2.0, 1.0, 0.5, 0.25, および0.105mmの組ふるいで湿式ふるい分けの後、0.105mmふるい通過分は、0.05, 0.02mmふるいを通した。ふるい残留分と通過分は絶乾して秤量した。

2.3. 地表面の微細な土の粒の存在の検討方法

地表面の直径10mmの面積78.5mm²の面に存在する土の粒（以下、「土粒」と記す）の個数を検討する。ここで「地表面に存在する」とは、様々な粒径の土の粒が地表面において見えている個数を指す。ここで、すべての土の粒は様々な粒径 D mm の球と仮定する。実際には、ある深さ r mm 以内に存在している土の粒の個数であり、地表面において半球が見えるときは1個、それ以下の体積が見えているときは同粒径の半球との体積割合個とする。この時、土壌試料の粒径分布に基づき、土壌表面には、まず最も大きい粒径の土の粒がおかれ、順次小さい粒がおかれる。すなわち本研究の場合、最も大きい土粒は2mmふるい残留分のため、初期処理の5mmふるい通過と2mmふるいの中間の粒径3.5mmである。したがってこの3.5mmの土粒の半球が見える深さは、1.75mmとなり、 $r=1.75$ mmの場合を考える。

3. 結果と考察

*信州大学農学部 Faculty of Agriculture, Shinshu University
キーワード 微細な土の粒（土粒）、粒径分布、地表面、砂塵

3.1. 処理による土壌試料の粒径分布

表土と心土の、雨雪の影響による粒径分布は、処理前に比べて、雨雪を遮断した試料は、4月には3.5mmの土粒は1.1倍に、0.075mmの土粒は0.15倍になった。雨雪を受けた試料は、4月には3.5mmの土粒は0.35倍に、0.075mmの土粒は3.4倍に変化した。その他の土粒の粒径の変化も含め、ほとんどが各処理で有意差が求められた。

3.2. 表層土壌の粒径分布に基づく地表面の微細な土の粒の存在

表層土壌の粒径分布に基づく地表面の微細な土の粒の存在状態を予測するために、地表面から深さ d mm で切り取ったときの1つの土粒の体積 $V(r, d)$ を計算するために、球体の土粒の地表面から d で切断した回転体を求めるために、パップス-ギュルダンの定理を用いる。

冬期の畑地の表面土壌は、凍上（霜柱）の影響で空隙が多くなる。図-1は供試土壌（minamiminowa）と松本市今井（imai）の地表から1cmごとの乾燥密度(g/cm^3)のプロファイルを表している。表面（0~1cm）の乾燥密度は $0.37\text{g}/\text{cm}^3$ で、凍上の影響を受けない時期の乾燥密度 $0.64\text{g}/\text{cm}^3$ の約58%であった。

このデータを用いて、粒径分布が異なる各処理の土壌試料の表面分布を計算した結果を表-1に示した。この表は直径10mmの円（面積 78.5mm^2 の面）に存在する土粒径ごとの断面積に対する面より上方に出た体積割合で個数が示されている。上段の表土の場合を見ると、平均粒径3.5mmの土粒は処理前は0.41個であるが、雨雪を遮断した覆った場合（覆い）は4月に0.39個、5月に0.50個、覆わない場合（露天）は4月に0.12個、5月に0.17個であった。砂塵として飛散しやすいと言われる0.1mm以下の平均0.075mmの土粒は処理前は87.67個であるが、覆いの4月は135.32個、5月は15.64個、露天は4月に370.56個、5月に337.88個であった。次いで下段の心土を処理した場合を見ると、平均粒径3.5mmの土粒は処理前は0.74個であるが、雨雪を遮断した覆った場合（覆い）は4月に0.91個、5月に0.81個、覆わない場合（露天）は4月に0.17個、5月に0.21個であった。砂塵として飛散しやすいと言われる0.1mm以下の平均0.075mmの土粒は処理前は31.14個であるが、覆いの4月は9.52個、5月は5.92個、露天は4月に111.22個、5月に344.43個であった。以上の結果、0.075mmの土粒は、表土の場合は4月に著しく増加すること、心土の場合は、むしろ減少した。これは、0.035mmより微細な土粒が多く発生されたことによって引き起こされたと評価できる。

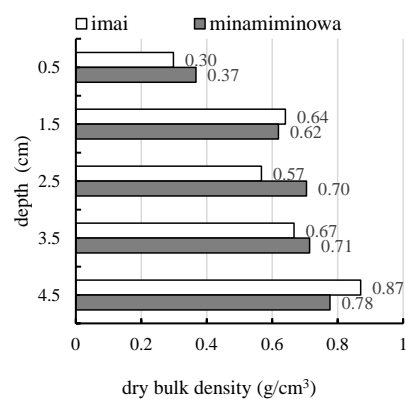


図-1 地表面付近の土壌の乾燥密度

表-1 地表面に存在する土の粒の数(個/内径10mmの円)

時期	処理	平均粒径（通過したふるいと残留したふるいの中間）(mm)								
		3.5	1.5	0.75	0.375	0.175	0.075	0.035	<0.02	<0.1
初期	表土	0.41	2.55	12.06	21.97	10.75	87.67	95.07	4818.46	5001.20
4月	表土覆い	0.39	2.18	11.08	28.48	26.21	135.32	77.37	4978.07	5190.76
5月	表土覆い	0.50	2.28	10.56	23.03	29.09	15.64	56.95	6470.40	6542.99
4月	表土露天	0.12	1.58	12.24	38.29	35.88	370.56	351.13	11972.69	12694.39
5月	表土露天	0.17	1.67	11.25	39.93	83.58	81.12	337.88	9311.66	9730.66
初期	心土	0.74	2.69	8.29	13.03	5.97	31.14	0.00	0.00	31.14
4月	心土覆い	0.91	2.87	5.29	5.43	5.67	9.52	53.95	3116.31	3179.78
5月	心土覆い	0.81	2.70	6.99	9.30	7.93	5.92	58.38	4505.40	4569.69
4月	心土露天	0.17	1.93	12.56	40.80	45.46	111.22	304.79	4293.41	4709.42
5月	心土露天	0.21	1.98	11.79	37.36	58.94	58.77	344.43	6398.57	6801.78