

砂落下実験による土壌クラストの崩壊実験

香川大学大学院工学研究科

学生会員 ○中原優祐

香川大学工学部 正会員 石塚正秀

鳥取大学乾燥地研究センター

非 会 員 黒崎泰典

鳥取大学工学部 正会員 中村公一

モンゴル水文気象環境情報研究所 非 会 員

Gantsetseg Batdelger

1. はじめに

世界では乾燥化が進行しており、地球規模での環境変化が生じている。砂漠などの乾燥域では、強風により巻き上がった砂粒子が地面に衝突した衝撃で土壌クラストが崩壊し、黄砂となる微小粒子が大気中へ運ばれる。黄砂は、PM_{2.5}を増加させる大気汚染物質の一つであり、健康被害を引き起こす。また、広域に移流拡散することから、地球全体の気候に影響を及ぼす。

黄砂発生に与える地表面条件の 1 つに土壌クラストがあり、土壌クラストの形成と崩壊が黄砂発生の重要な条件であることが観測により示された¹⁾。また、室内実験により、供給水分量が多いほど削られる土壌クラストの質量がより少なくなることが分かったが²⁾、実験データ数が少なく、十分な考察が行えなかった。そこで、本研究では、モンゴルのゴビ砂漠の土壌を用いて、土壌クラストの崩壊の特徴を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法と実験条件

図 1 に示す砂落下装置を用いて、土壌クラストの崩壊実験を実施した。自由落下させた砂が均等に落下するように、装置上部に金属メッシュを張った。昨年の研究²⁾では、土壌表面に対する砂の入射角度を約 13 度としたが、供給水分量が少ない場合に、土壌全体が崩れてしまったため、本実験では、入射角度を 30 度として実験を行った。シャーレを土台上に傾けて装置底部に設置した。1 つのシャーレ（ガラスシャーレ、内径 86 mm、高さ 21 mm）につき、砂を 5 分間連続的に落下させた。土壌クラストを形成するために、土壌をシャーレに充填し、霧吹きを用いて均一に水分を塗布し、恒温乾燥機の温度を 50℃一定として、乾燥時間を 24、72、120 時間の 3 ケースについて実験を行った。また、供給水分量は 7 つの条件（2.5～17.5%の範囲について約 2.5% 間隔）を設定した。

3. 実験土壌

土壌クラストを作成する土壌にはモンゴルのゴビ砂

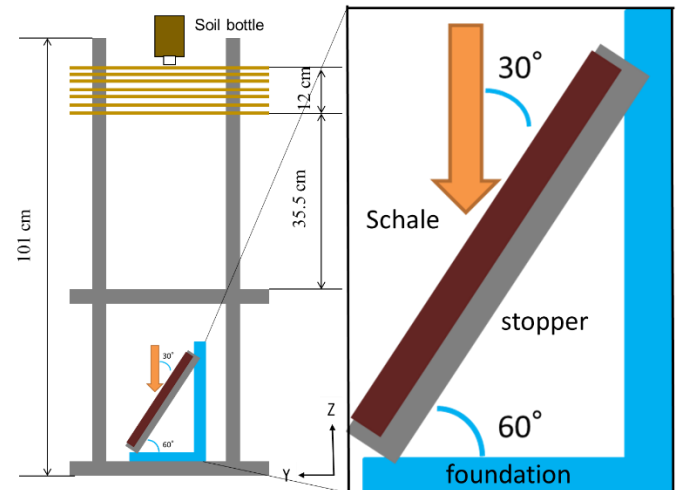


図 1 砂落下装置(左図)とシャーレ(右図)のモデル図

漠の土壌 (Loam) を用いた。また、自由落下させる砂として、単一粒径である豊浦標準砂 (Sand) を用いた。表 1 は実験土壌の条件を示す。モンゴル土壌の粒度特性は、細かい粒子と砂と同様の粗い粒子が存在しており、細かい粒子は黄砂 (ダスト)、粗い粒子は飛砂に対応することから、現地土壌は、黄砂が発生しやすい粒径特性を有する。

表 1 実験土壌の条件

Soil texture	Name	Sand %	Silt %	Clay %
Loam	Mongol soil	50	34	16
Sand	Toyoura sand	100	0	0

4. 実験結果

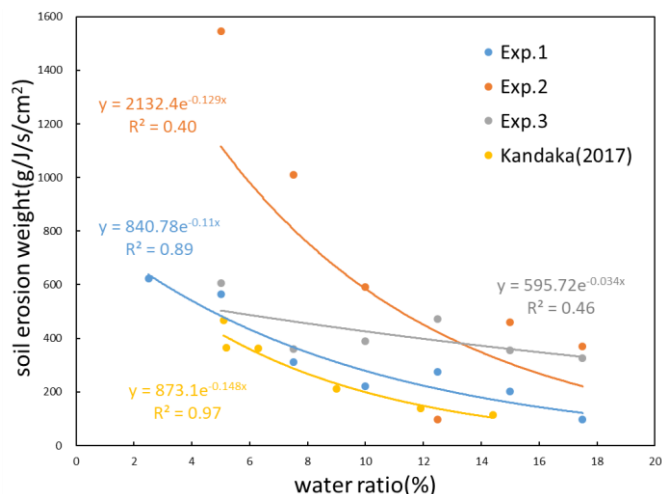
1 秒間に礫以外の土壌 1 cm²において削られた土壌クラストの質量と供給水分量の関係を求めた。土壌の条件は 24 時間乾燥 (図 3)、72 時間 (図 4)、120 時間乾燥 (図 5) である。表 2 は図中の実験番号 (Exp) と日付の対応表を示す。落下実験における砂の平均落下速度を v とすると、落下する砂の運動エネルギー K (J) は、

$$K = \frac{1}{2}mv^2$$

である。ここで、 m は落下させた砂の質量 (kg) であ

表 2 実験番号 (Exp) と実験日の対応

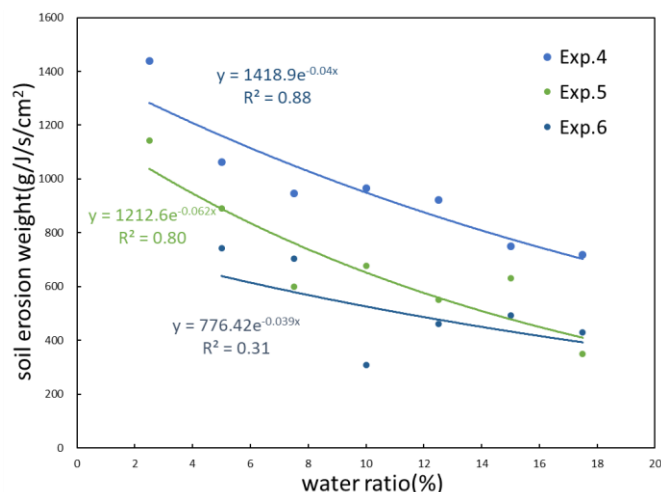
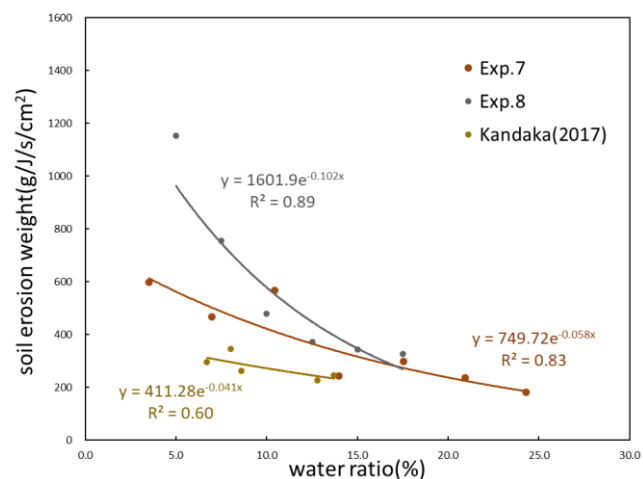
No.	Date	No.	Date
1	2017/8/16	5	2017/11/17
2	2017/11/15	6	2017/11/25
3	2017/11/23	7	2017/8/30
4	2017/11/2	8	2017/11/27

図 3 供給水分量と削れた土壌質量の関係
(24 時間乾燥)

り、高速度カメラを用いた解析により、 v は約 1.31 m/s であった。落下エネルギー 1 J あたりに削られた土壌クラストの質量 M (g/J/s/cm²) を以下の式で求めた。

$$M = \frac{M_{loss}}{K}$$

である。ここで、 M_{loss} (g/s/cm²) は単位時間・単位面積あたりに削られた土壌クラストの質量である。実験の結果、いずれの乾燥時間についても、供給水分量が多いほど、削られた土壌の質量が少なくなる傾向であることが分かった。最も削られた傾向であったのは 72 時間乾燥の場合であり、そのつぎに 120 時間、最も削られにくかったのは 24 時間乾燥の場合となった。しかし、各実験におけるデータのばらつきがあり、評価の方法が困難であった。例えば、図 3 における供給水分量 5% の場合、Exp. 3 で削られた質量は 606 g/J/s/cm² であるのに対し、Exp. 2 では 1545 g/J/s/cm² とおよそ 2.5 倍も削れていた。その原因として、土壌乾燥後の残留水分量、土壌をシャーレに充填する際の締固めの度合いなどの影響が考えられた。

図 4 供給水分量と削れた土壌質量の関係
(72 時間乾燥)図 5 供給水分量と削れた土壌クラストの関係
(120 時間乾燥)

5. まとめ

砂落下実験においてはどの乾燥時間においても供給水分量が多いほど、削られた土壌の質量が少なる結果が得られた。また、乾燥時間の違いによる影響は明瞭にはみられず、実験データにばらつきもあることから、評価の方法が今後の課題である。

謝辞：本研究は、鳥取大学乾燥地研究センター共同研究（課題番号 29C2001）、鳥取大学特別経費事業黄砂プロジェクト、JSPS 科研費基盤研究 B（課題番号：15H05115）の補助を受けて実施した。

参考文献

- 1) Ishizuka, M. et al., SOLA, 8, 129-132, 2012.
- 2) 神高明徳ら：平成 29 年度土木学会四国支部第 23 回技術研究発表会講演概要集、jsce7-145-2017、2017.