

雨滴衝撃エネルギーによる土壌流亡への影響

千葉工業大学 生命環境科学科 学生会員 ○中山 佳代子
 千葉工業大学 生命環境科学科 非会員 藤山 里香
 千葉工業大学 生命環境科学科 正会員 矢沢 勇樹

1. 背景及び目的

世界中で沙漠化や土壌侵食による土壌荒廃が問題となっている。土壌侵食とは、降雨や風の作用などによって表土が飛散・流亡する現象のことである。土壌侵食が起これば、作物生産力の高い表層の土壌が失われ、下層の土が露出してしまう。さらに、土壌粒子が河川や海域に流入すると水質汚濁の原因になる。沖縄県を中心とする南西諸島では、降雨により赤土等が河川や海域等に流出し、サンゴ礁内の生物の死滅、利水障害、水産業（沿岸漁業、養殖業）等の障害になっている。県が1995年に定めた開発工事に対する土砂流出規制条例の施行により、工事現場からの流出は減少したが、農地・山地における改善はみられていない。沖縄の赤土流出の原因の多くが農地や開発事業によるものでもあり、早急な調査・対策が求められている（下村，2007）。

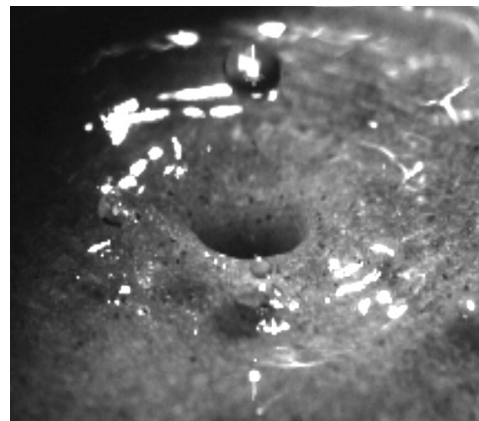


図1 雨滴衝撃

本研究では、土壌試料に落下高、降雨量を調整した人工降雨を与えることで、雨滴衝撃エネルギーによる土壌流出への影響について評価した。

2. 実験方法

2.1 試料及び実験装置

土壌試料は山口県の豊浦砂を用いた。図2に示すような容器（長さ $L=12\text{ cm}$ ，幅 $W=8.5\text{ cm}$ ，深さ $D=3.5\text{ cm}$ ）に、約 170 g （体積 120 cm^3 ）の土壌試料を充填した。土壌の勾配を $0, 3, 5^\circ$ とし、それぞれの勾配において、落下高 $H=5.3\text{ cm}$ ， 72 cm ，降雨量 628 mm/h ， 300 mm/h ， 100 mm/h ，と5条件で人工降雨を与えた。

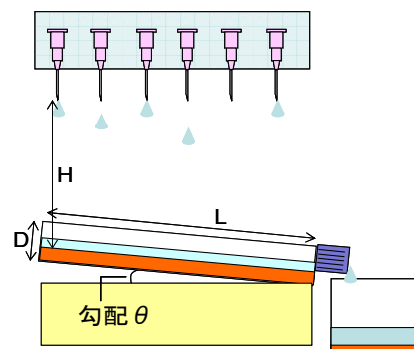


図2 実験装置

2.2 土壌流出評価

容器から流水し始めた時点を測定開始とし、5分おき（降雨量 100 mm/h のみ 15 分 おき）に 50 ml の遠心管で流出物を採取した。降雨量を変化させた条件では、降雨量 300 mm/h に換算した。採取した試料および容器内に残った土壌試料について、乾燥させた後電子天秤で重量を測定し、土壌流出量を算出・評価した。また、時間毎の試料については粒度分布（体積分布）を測定・評価した。

2.3 雨滴エネルギーの算出

人工降雨の針から出る雨滴を数滴採取し、1滴の質量を測定した。また、高速度カメラにより求めた落下速度を用いて、運動方程式より衝突直前の雨滴エネルギー F を下式から求めた。

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

3. 結果および考察

3.1 落下高による雨滴エネルギーの変化

表1に計算より求めた雨滴エネルギーを示した。落下高が 5.3 cm から 72 cm へ約14倍になると、雨滴エネルギーも 5.3 cm の約14倍

表1 雨滴径と雨滴エネルギー

雨滴の質量(g)	0.02	
雨滴の半径(mm)	1.7	
高さ(cm)	5.3	72
落下速度(m/s)	1.0	3.8
雨滴エネルギー(J)		
(運動エネルギー)	1.0×10^{-5}	1.4×10^{-4}

キーワード 土壌侵食 土壌流出 雨滴衝突 雨滴エネルギー 降雨量

連絡先 〒275-0016 千葉県習志野市津田沼 2-17-1 千葉工業大学 TEL 047-478-0409 E-mail : yuuki.yazawa@it-chiba.ac.jp

となった。雨滴エネルギーは質量と落下速度によって求められる。本実験での雨滴は終端速度に達していないため、落下高によってエネルギーを調整することができた。

3.2 土壌流出評価

落下高より求めた雨滴エネルギーによる土壌流出量への影響を図3

(a), 降雨量による土壌流出への影響を図3 (b) に示す。土壌流出量はエネルギーおよび流出量に比例して

大きくなった。表1より落下高が高い方がエネルギーも大きくなるため、雨滴エネルギーが大きい方が土壌に当たる雨滴衝突も大きくなり、土壌が侵食された。降雨量は総降雨量 300 mm に統一したが、総流出量は異なった。これは、単位時間当たりの雨滴の量の違いによると考えられる。針から落ちる雨滴の間隔は降雨量によって異なるが、針が固定されている真下に連続的に落下するため、落下する間隔が短いほど土壌が侵食されやすい。侵食されてできたクレーター同士が併合することも、流出量が増大する原因となった。

また、降雨量 100 mm/h では雨滴エネルギー 1.0×10^{-5} J と流出量が同程度であった。このことから、降雨量 100 mm/h の3時間の降雨は、雨滴エネルギー 1.0×10^{-5} J の降雨に相当する影響を流出に与えるといえる。

3.3 雨滴エネルギーの流出土壌粒径への影響

図5 (a)には落下高変化による流出土壌の粒径分布、(b)に降雨量変化による流出土壌の粒径分布を示す。落下高が大きくなると、ピークは大きい粒径へ移行した。落下高 72 cm, 勾配 5°では、特徴的なピークが 100 μm の粒径でみられた。降雨量による土壌流出量の粒径分布では、降雨量 300 mm/h および 100 mm/h で粒子径 100 μm のところでピークがみられたが、628 mm/h では 10 μm の粒径が中心であった。土壌流出量が多いところで、粒子径の大きいものが比較的に多くみられた。

参考文献

- 1) 下村幸男 富坂幸人 (2007); “土壌微生物を応用した土砂流出防止技術の開発”, 日本工営会社 こうえいフォーラム 15 号

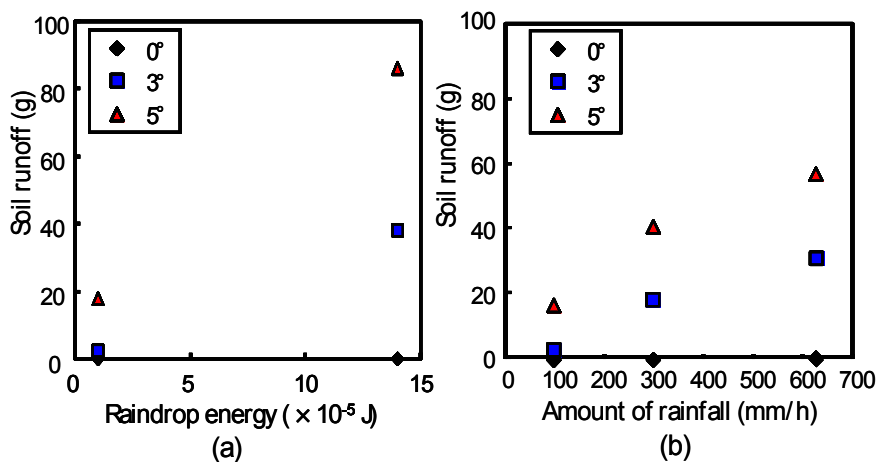


図3 土壌流出量変化 (a: 雨滴エネルギー変化, b: 降雨量変化)

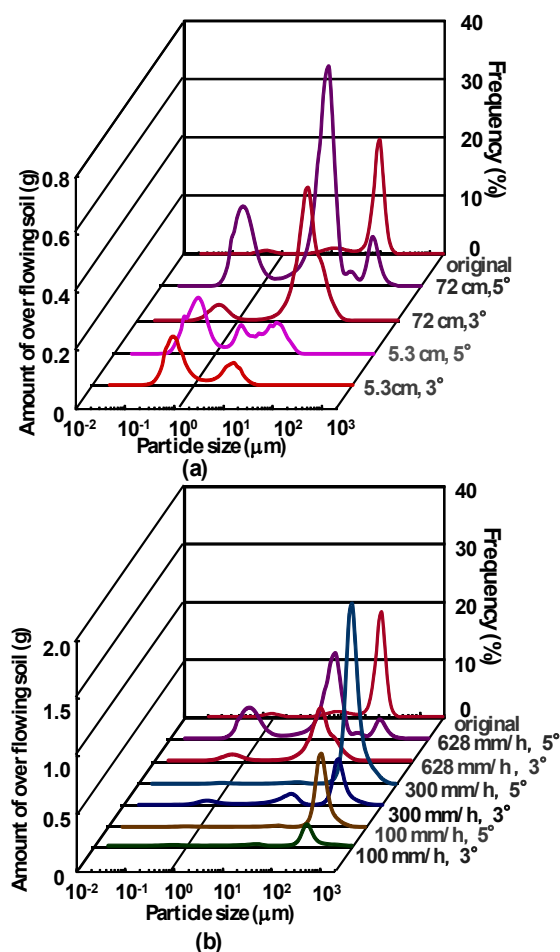


図4 流出土壌粒径分布 (a: 落下高変化, b: 降雨量変化)