

雨滴径の異なる降雨による斜面の浸食過程

早稲田大学理工学術院 正会員 関根 正人
 早稲田大学大学院 ○学生員 田中 翔真
 東京電力 正会員 鍋島 康大

1. 序論

山腹斜面は河川にとって重要な土砂生産源であり、降雨によって斜面から浸食されて流出する土砂の流出過程ならびに流出量を解析・予測することは、流域全体での土砂管理を行う上で重要である。著者らは、これまで降雨による斜面浸食に影響を与える因子について実験的研究を進めており、土砂の粘着性ならびに植生による影響について検討し、これを明らかにしてきた。本研究では新たな因子として降雨の雨滴径に注目した。そして、裸地斜面に対して雨滴径の異なる強度の等しい人工降雨を与えた実験を行い、降雨の雨滴径の大きさが斜面浸食に与える影響を明らかにすることを目的とした。

2. 実験の概要

実験は、全長 160 cm、幅 100cm の水路内に、横断面形状が V 字型となる "Open-book" 型の斜面を形成し、水路上方から散水ノズルを用いて粒状の人工降雨を与えることで行った。斜面の縦横断方向の傾斜はそれぞれ 5 % とした。また、斜面の構成材料としては、非粘着性土として硅砂 7 号 (平均粒径 0.105 mm) を用いており、浸食実験開始時には、この斜面の空隙が浸透水で満たされた飽和状態になるよう設定した。斜面の下流端には、中心軸の延長線上に幅 4 cm の開口部が設けられており、浸食された土砂と雨水とはここを通過して流出する。実験では雨滴径の異なるノズルを用意し、そのいずれかを用いて実験を行った。そのうちここでは平均雨滴径が 660 μ m と 250 μ m の場合の結果を中心に説明する。また、人工降雨は、設定したすべての雨滴径で時空間的に均一となるようにノズルの配置と個数を調節して与えており、雨滴径 660 μ m では 1 個、雨滴径 250 μ m では 15 個のノズルを用いた。平均降雨強度は 147 mm/h であった。

実験時には、浸食が進行していく状況を写真ならびにビデオ画像として記録したほか、実験前後の斜面の地形形状をレーザ式変位センサーを用いて面的に計測した。また、斜面からの流出水量ならびに流出土砂量を調べるため、1 分毎に斜面下流端の開口部から流出する水ならびに土砂を連続採取し、それぞれの値を計測した。計測時間は、実験開始直後から 30 分間とした。

3. 実験結果と考察

(1) 斜面浸食過程

図-1 には、計測された浸食深のコンター図を示した。左側が雨滴径が 660 μ m、右側が 250 μ m とした場合の結果である。実験時の観察ならびにビデオ画像から、斜面が浸食され流路が形成されていく過程において、表面流の掃流力に起因する表面浸食、人工降雨の雨滴衝撃による浸食の促進、ならびに側岸ならびに流路のフロントにおいて生じる斜面崩落、の 3 つが重要であると考えられる。平均雨滴径 660 μ m の降雨を与えた実験と 250 μ m の降雨を与えた実験とを比較したところ、後者の場合の方が浸食によって形成される流路の幅が狭く、細かい枝状の流路が多数形成されていることが確認された。この差は、降雨強度が同じ条件下では雨滴径が小さくなるほど、一粒の雨が持つ衝撃力が弱くなり、単位時間あたりに斜面に衝突する雨滴の数は多くなることに起因していると考えられる。

(2) 土砂流出特性

図-2 ならびに図-3 には、斜面下流端の開口部から流出した水の流量ならびに流出土砂量の時間変化を示した。流出水量に関しては、実験開始後 3 分程度で与えられた降雨とほぼ一定となり、雨滴径の違いによる差は見られなかった。流出土砂量に関して、実験開始時に下流端の堰を取り去ることによって斜面の急速な崩壊が生じることから、開始から 4 分程度は特異な浸食が生じるが、開始後 5 分以降について見ると、雨滴径が小さい 250 μ m の降雨

キーワード：斜面浸食，土砂生産，人工降雨，雨滴径

連絡先：〒 169-8555 東京都新宿区大久保 3-4-1, TEL. 03-5286-3401, FAX 03-5272-2915

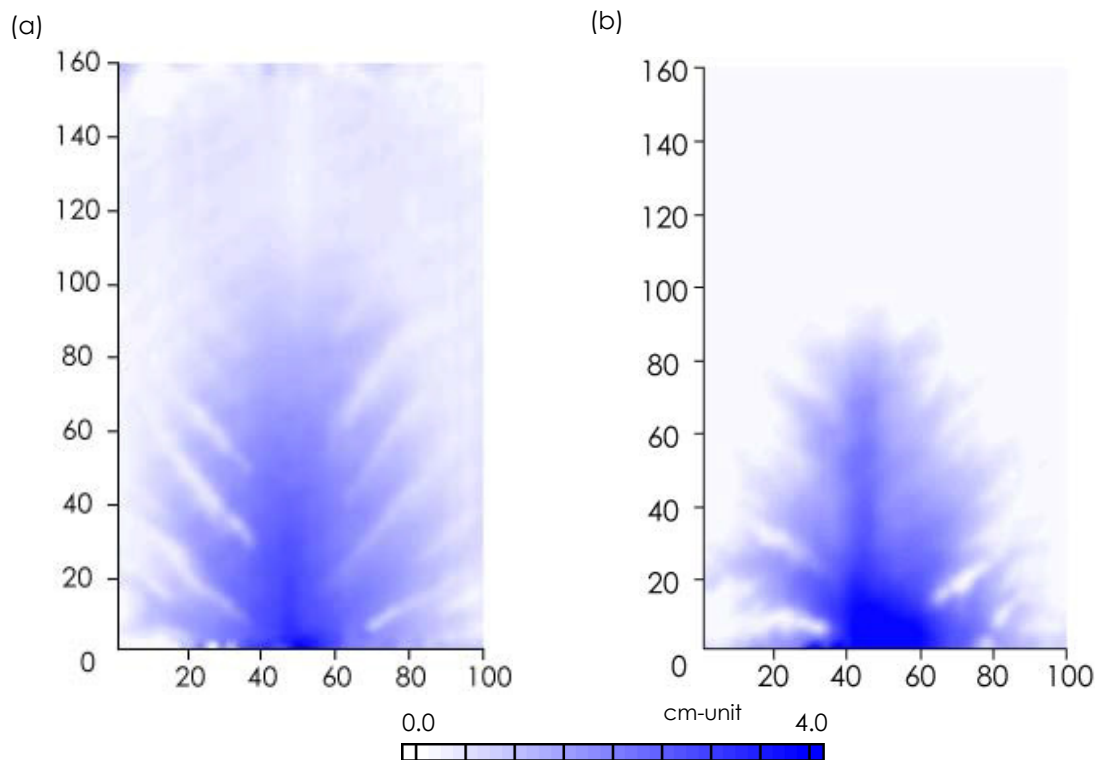


図-1 斜面浸食状況（降雨開始30分後）：(a) 雨滴径 660 μ m, (b) 雨滴径 250 μ m

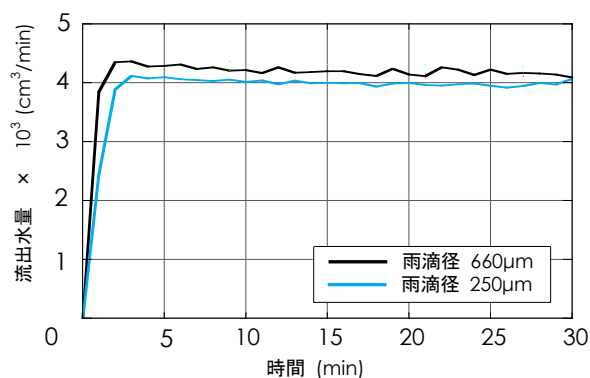


図-2 流出水量の時間変化

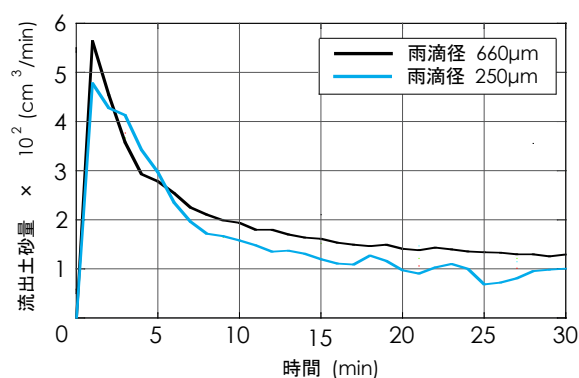


図-3 流出土砂量の時間変化

を与えた場合には 660 μ m の降雨を与えた場合と比較して流出土砂量が小さいという結果となった。しかし、雨滴径の違いに伴う流出土砂量の差が小さいことから、雨滴径が大きくなるにつれて浸食量が大きくなるとは現段階では断定できない。

4. 結論

本研究では、降雨により生じる斜面の浸食過程に及ぼす雨滴径の大きさの影響を定量的に把握することできた。今後は、本研究で設定したものとは異なる雨滴径の降雨を供給した場合に、浸食過程ならびに浸食量にどのような変化が現れるかを明らかにし、降雨による斜面浸食に雨滴径が与える影響をより深く検討していく予定である。また、植生を配置した斜面においても同様の実験を行い、植生の有する土砂流出抑制効果に雨滴径が及ぼす影響についても検討することを考えている。

参考文献：

- 1) 関根，大前，松島：植生の根系が斜面の表面浸食に及ぼす影響に関する実験的研究 水工学論文集，第 52 巻，559-564，2008.
- 2) 関根，鍋島：植生の根系と葉系が降雨による斜面浸食過程に及ぼす影響 水工学論文集，第 54 巻，655-660，2009.