

降雨による斜面浸食過程に及ぼす植物の葉および根の影響

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 学生会員 鍋島 康大
栃木県庁 正会員 松島 貴之

1. 序論

山腹斜面は河川にとってのひとつの土砂生産源であり、これが植物で被われている場合には、土壌育成・浸食防止・降雨の一次貯留・水質改善ならびに生態系の安定化などを期待することができる。また、葉の被覆による降雨の分散や地表の浸食防止、根系による斜面表層の緊縛効果・杭効果などは、斜面崩壊の防止や安定化に大きく寄与している。とりわけ耐浸食の低い砂質斜面の場合には、根系が土砂を捕捉することで表層の浸食や崩壊を抑制する効果が大きい。著者らは、これまでエンバク (*Avena sativa*) という植物を繁茂させた砂質斜面を対象にした実験的研究¹⁾を進めてきた。本研究では、この結果を踏まえて、新たにフッキソウ (*Pachysandra terminalis*) という植物を対象として、その根系ならびに葉系が斜面の浸食過程に及ぼす影響について調べる。ここでは、植生に被われた斜面を「植生斜面」と呼ぶことにし、これと裸地斜面のそれぞれに対して同一の人工降雨を与えた実験を行い、根系と葉系の影響により斜面浸食とこれに伴う土砂流出とがいかに抑制されるかを明らかにすることを目的とする。

2. 実験の概要

実験は、全長 160 cm、幅 100 cm 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 1 個の散水ノズルを用いて粒状の人工降雨 (雨滴平均粒径 0.66 mm) 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。降雨量は、時空間的に均一となるよう調節して与えており、平均降雨強度は 148.5 mm/h であった。なお、雨滴粒径の大きさから判断して、雨滴衝撃による影響が無視できない。また、斜面の構成材料としては、珪砂 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。この斜面の下流端には、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。

フッキソウは、ツゲ科の常緑小低木であり、東アジアに分布する。本研究では、挿し木後 28 ~ 29 週間を育成期間とし、斜面上には千鳥状に配置することにした。植生斜面に関する実験は、繁茂したままの植物を対象とした実験に加えて、根を残して葉ならびに茎を除去した状態のものを対象とした実験の 2 つを行った。これは、根による効果を別途評価するためであり、実験の直前に地表面から高さ約 5 cm の位置で茎を切り地上部を切り揃えることにした。なお、植物の生育に関しては、期間を変えて試行錯誤を繰り返した上で、上記程度の育成期間をとれば十分であると判断した。写真 -1 には実験時のフッキソウならびに浸食実験後のその周辺の浸食状況を参考までに示してある。

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映像として記録したほか、レーザ式変位センサーを用いて斜面の地形形状を面的に計測した。また、斜面下端からの流出水ならびに土砂を調べるため、1 分毎に連続採取しそれぞれの値を計測した。植生については、切断前の地上部の高さ、葉の広がりなどを記録した。

3. 実験結果と考察

(1) 斜面浸食過程

図 -1 には、浸食実験終了時に撮影された斜面の浸食状況を表す写真と計測された浸食深のコンター図とを 3 つのケース毎に示してある。実験時の観察ならびにビデオ映像から、斜面が浸食され、流路が形成されていく過程を支配する素過程として、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。すなわち、植生の根系の土砂捕捉効果により斜面崩落が抑制され、オーバーハングするような斜面が形成された。また、葉系の雨滴衝撃を緩和する効果により表面浸食自体が抑制されたと考えられる。さらに、図 -1 ならびに実験時の観察から次のことが理解された。植生斜面の場合には、植生を回避するように流路が形成され、それが遡上していくため、植生の背後で浸食が小さくなる傾向にある。この傾向は、根だけしか残っていない斜面の場合にも見られる。また、特に主流路の形成が始まる段階において顕著であった。なお、裸地斜面では流路が中心軸から左右対称に生じたのに対して、植生斜面では株単位の個々の植生のわずかな違いにも起因して、非対称な流路配置となった。また、葉が存在する図 -1(c) の場合には、雨滴が葉を伝って斜面に落下するため、浸食された斜面の上に不規則な斑の形状が見受

キーワード：斜面浸食，土砂生産，人工降雨，植生の浸食抑制効果

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

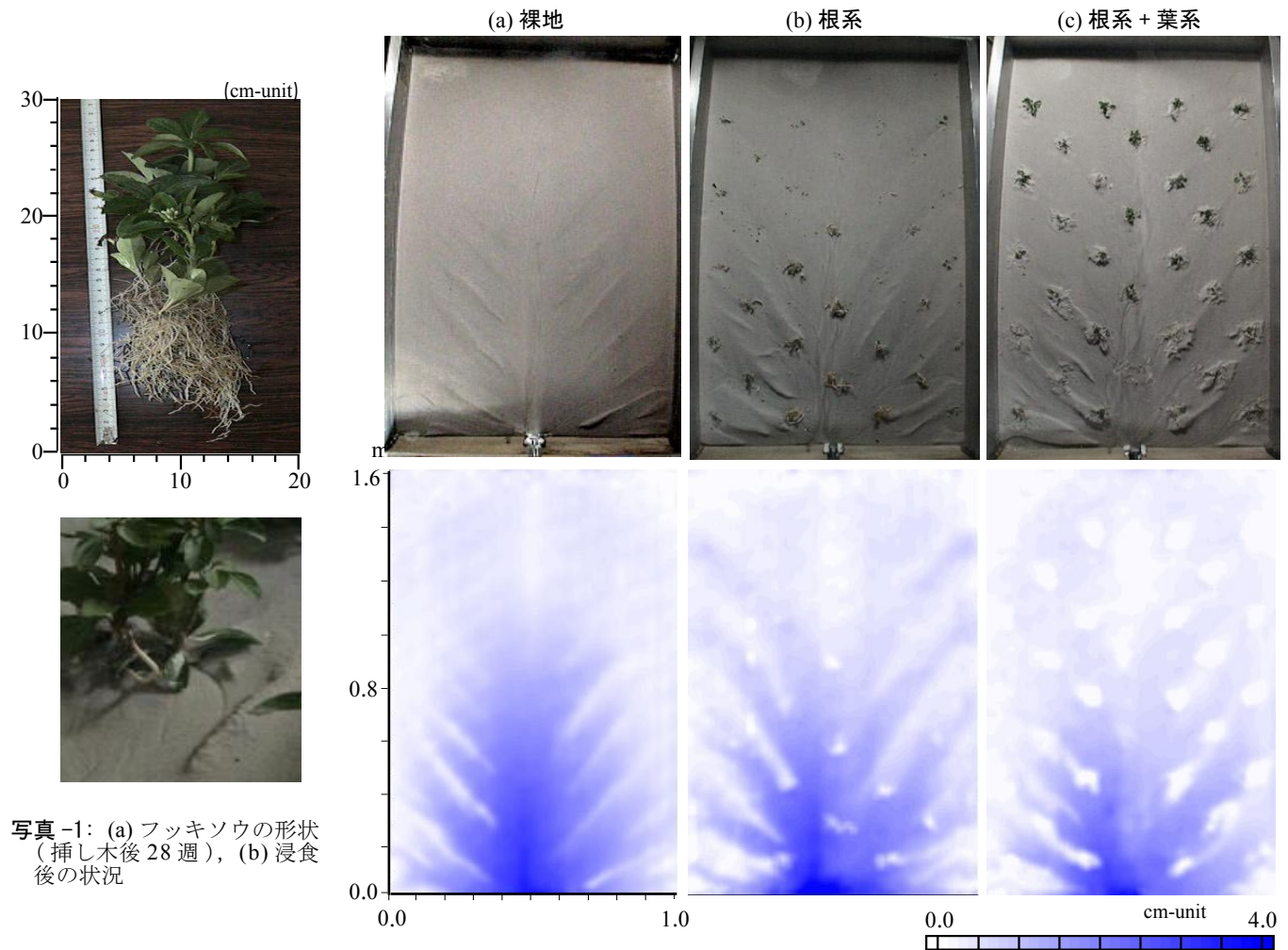


図-1 斜面浸食状況 (降雨開始 30 分後)
それぞれ上側が実験終了時に撮影された写真, 下側が計測された浸食深のコンター図を表す。

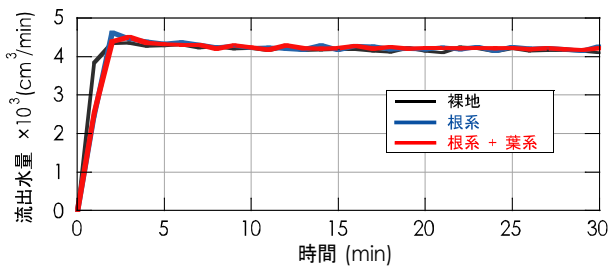


図-2 流出水量の時間変化

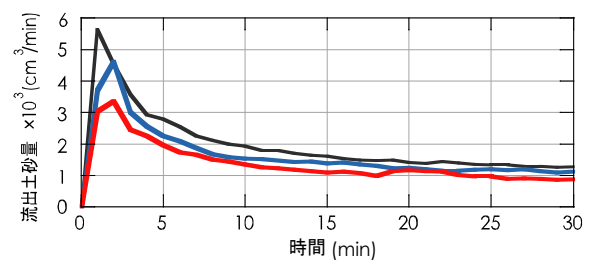


図-3 流出土砂量の時間変化

けられる. この様子は写真-1(b)からも見られる.

(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4分程度でほぼ一定となり, いずれのケースとも同じ値になった. 流出土砂量に関しては, 植物の根および葉がもつそれぞれの効果によって浸食が抑制された分だけ, 流出土砂量も小さくなることわかる. すなわち, 同時刻において比較すると, 図-3中の図中の3本の実線の間の鉛直距離が, それぞれ根の効果ならびに葉の効果を実証していることになり, 各々の影響を見て取ることができる.

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植物の根および葉の影響を定量的に把握することができた. 今後は, 植物の配置が流路の形成パターンに及ぼす影響などについて検討していく予定である.

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年2月.