

## 林内雨が裸地林床の浸透能・土砂侵食に与える影響の評価 — ヒノキ単木への人工降雨実験の解析 —

東京大学大学院農学生命科学研究科	○南光一樹
筑波大学大学院環境生命科学研究科	恩田裕一
筑波大学大学院環境生命科学研究科	伊藤茜
筑波大学大学院環境科学研究科	伊藤俊
防災科学技術研究所	森脇寛

### 1. はじめに

日本の森林面積の約 4 割を占める人工林であるが、施行放棄による間伐遅れのヒノキ人工林において樹冠うっ閉・林床被覆の消失により林床が裸地化している。このような林内では林床面への雨滴衝突により表面侵食が発達して土壌流亡が起こるだけでなく、土壌表面へのクラスト形成により最終浸透能が低下することが問題視されている。本研究では、そのプロセス解明のために大型降雨実験施設内に植栽したヒノキを用いて、林内の雨量・雨滴粒径・雨滴衝撃エネルギーの測定を行い、それらが森林土壌の浸透能低下・土壌侵食に与える影響について実験的に評価することを目的とした。

### 2. 実験方法

実験は、2005 年 9・10 月に茨城県つくば市の防災科学技術研究所内にある大型降雨実験施設で行った。施設内に植栽した樹高 10m のヒノキに人工降雨を与え樹冠通過雨を再現した。表面流量・侵食土砂量は、横 26cm・縦 38cm・深さ 20cm の小土槽を用いて測定した。土壌は、高知県四万十川流域のヒノキ人工林から採取した褐色森林土で、1 週間程度風乾したのち 5.6mm のふるいにかけたものを用いた。土槽は勾配 10° の傾斜をつけ、土槽底部に敷き詰めた砂利の上に、採取現地の土壌体積密度 ( $0.54 \text{ g cm}^{-3}$ ) を再現して深さ 8cm 分の土壌を詰めた。降雨は「 $50 \text{ mm h}^{-1}$  を 15 分 (降雨 A) →  $120 \text{ mm h}^{-1}$  を 20 分 (降雨 B)」を 1 セットとし、3 セットの降雨を 1 時間半ごとに与えて、1 晩経過後に 4 セット目の降雨を与えた。小土槽の置き換えやヒノキの枝打ちによる樹冠構造の変化により、合計 22 種類の異なる樹冠下で実験を繰り返した。

各測点では、0.2mm 転倒ます雨量計・レーザー雨滴計・雨滴衝撃センサによる雨量・雨滴計測を行い、土槽に入る雨の雨量・雨滴粒径・雨滴衝撃エネルギーを測定した。表面流は土槽下部から伸ばしたホースにより 1 分間隔で計測し、浸透能は土槽に入った雨量と表面流量の差から計算した。

侵食土砂量は、飛散土砂と表面流出土砂を取り分けた。飛散土砂は地表への雨滴衝突により発生し、表面流出土砂は表面流によって発生する。飛散土砂は、土槽の周囲に高さ 20cm のボードを立てて付着した土砂を採取した。表面流出土砂は表面流と一緒に採取した。それぞれの土砂は降雨 A・B とで取り分け、 $120^\circ\text{C}$  で 24 時間以上乾燥させた後、乾重量として計測した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 表面流量・浸透能の時間変化

樹冠外では、降雨 4 回を経験させても土槽内に入った降雨は全て浸透して表面流が発生しなかったが、樹冠下ではすべての測点において降雨量を増大させた降雨 B において表面流が発生した。樹冠外では土壌剥離を引き起こすことのできる閾値以上のエネルギー ( $8.45 \times 10^5 \text{ J}$ ; Morgan et al., 1988) を有する雨滴

がほとんど存在していなかったためクラスト形成が卓越しなかったと考えられる。林内では樹冠内で雨水が集合して大粒径化した雨滴が滴下し、閾値以上のエネルギーを持つ雨滴が多く発生した。体積にして雨量全体の80%を超える測点も存在した。

降雨Bにおける浸透能は降雨イベントを重ねるごとに減少しており、それに伴い表面流量は増大した(図1)。特に4セット目の降雨における浸透能低下が大きかったことから、土壌表面が一度乾燥することでクラスト形成が大きく進行すると推察される。

ほとんどの測点において降雨Bの同一イベントでの表面流・浸透能はあまり時間変化しなかったが、雨滴の衝撃エネルギーの小さな測点では浸透能の安定までに時間がかかった(図1, Point a)。そのような測点では4回目の降雨イベントでの浸透能が他の測点に比べて大きく低下した。

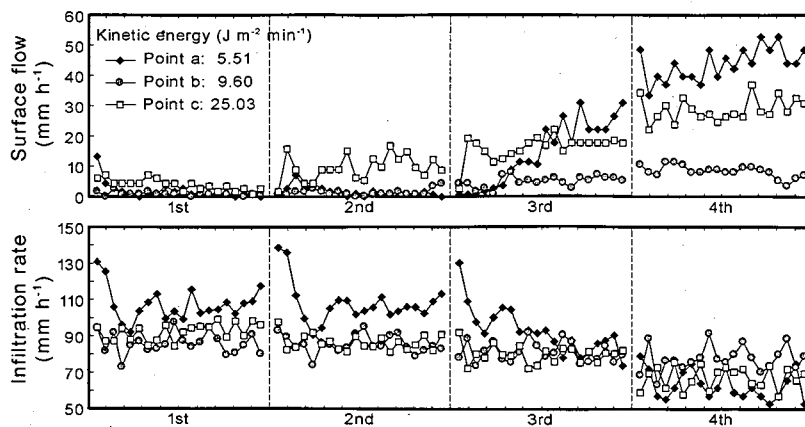


図1 降雨Bの4セット分の表面流量(上)と浸透能(下)の時間変動

### 3. 2 侵食土砂量

降雨4回を経験させた侵食土砂量の合計は、樹冠外で $5.6 \text{ g m}^{-2}$ であったのに対し、樹冠下では $7.2 - 294.4$  (平均  $98.9$ )  $\text{g m}^{-2}$ であった。本研究の実験条件ではどの樹冠条件においても樹冠外より樹冠下で侵食土砂量が多く、最大で2オーダーの違いが見られた。

侵食土砂量は降雨イベントを重ねるたびに概ね増大し(図2)、特に大きな表面流が発生したイベントで侵食土砂量は大きかった。侵食土砂量と表面流量との間に正の相関が見られたが(図3)、飛散土砂量 ( $R^2 = 0.452$ ) や表面流出土砂量 ( $R^2 = 0.547$ ) といった個々の侵食要素より侵食土砂量全体との相関 ( $R^2 = 0.678$ ) が大きかった。

侵食量全体に占める飛散土砂は、侵食土砂量が少ないときに寄与が大きく80%を超える寄与率が多く見られた。最も侵食土砂量の大きかった条件において32%の割合を占めていた(図4)。林内での表面侵食における雨滴侵食の貢献度は、林外に比べて大きいことを実験により示した。

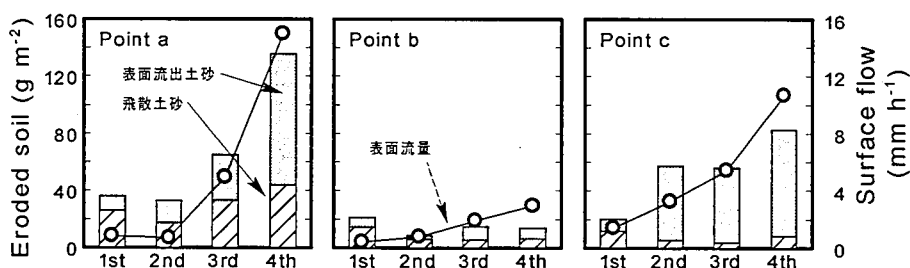


図2 4回の降雨セットにおける侵食土砂量(左軸)と表面流量(右軸)

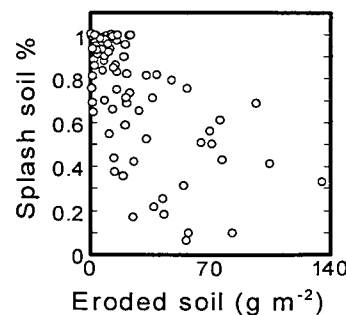
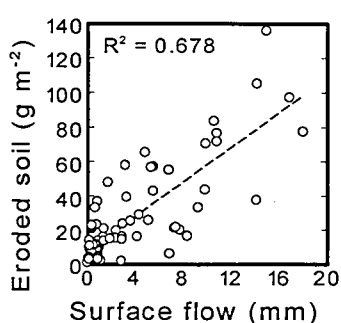


図3 表面流量と侵食土砂量

図4 侵食における飛散土砂割合

文献: Morgan et al. (1988) Final Report to the Agricultural and Food Council. Research Grant Number AG63/189, pp27