

## 砂漠化へとつながる降雨侵食に対する森林の役割

東京電機大学大学院 学生会員 福島大介  
東京電機大学理工学部 正会員 中井正則

### 1. はじめに

近年，地球環境問題が社会的話題となっており，「砂漠化」はこの問題の代表例の1つに挙げられている．砂漠化現象は様々な人間活動によってもたらされるものであるが，なかでも森林伐採に伴う土壌侵食(降雨侵食)はこの現象の発端となるものであり，注目を浴びつつある．そこで，本研究では森林の有無による降雨侵食の違いについて実験を行い，得られた結果を水文学的観点から考察する．著者らのねらいは森林伐採に伴う砂漠化現象を見据え，その素過程の自然科学的メカニズムを解明することである．

### 2. 降雨侵食の概要と本研究の特徴

降雨侵食において，砂漠化に大きく関係するのは表面流によるガリ侵食と考えられる．ガリ侵食を左右する因子として，降雨の性質，土壌の性質，斜面長，斜面勾配，植物による被覆度，保全対策の有無などが挙げられている．本研究では森林の有無のほかに，比較的扱いやすい降雨強度と斜面勾配をパラメータとして採用することとした．なお，侵食の要因である表面流としてホートン流ではなく，復帰流に注目しており，この点も本研究の特徴である．

### 3. 実験装置と実験方法

実験には，東京電機大学理工学部建設環境工学科所有の可変勾配水路と自作による降雨装置を用いた．水路の寸法は，縦 4.5(m) × 幅 0.4(m) × 高さ 0.35(m)である．本実験では，水路の下流側 2.1(m)の部分を使用することとし，この部分に土試料を充填した．実験に用いた土試料は比較的粒径のそろっている日光珪砂であ

り，中央粒径  $d_{50}$  は  $d_{50}=0.38(\text{mm})$ である．実験用土壌の形状・寸法を図1として示す．

実験は降雨装置を用いて人工的に雨を降らせることによって行い，地表面形状の観察・測定を実施した．実験終了の目安を侵食収束状態(表面流発生から約80分後)と定め，終了時に地表面形状を図1における領域(C)の部分に限定して，水路縦方向に5(cm)，横方向に2(cm)の間隔で測定した．

実験において，降雨強度は100(mm/hr)，斜面勾配は $8^\circ$ とし，地表面状態は裸地，森林パターン(A)，(B)，(C)の4種類とした(森林パターン(A)，(B)，(C)は図1に示す領域(A)，(B)，(C)に森林がある場合と定義した)．表1に実験ケースを示す(降雨強度，斜面勾配は2通りに変化させているが，ここでは紙面の制約上1通りに限定した)．なお，本研究では表面流として復帰流に注目しているため，それを誘発させるために斜面のやや上流側に斜面勾配の大きい領域(急斜面と称する)を設けた<sup>1)</sup>(図1参照)．

森林を再現する上で鍵となるのは森林内に存在する樹木とリター層であるが，本実験では図2に示すような模型を用いた．また，実験用土壌におけるそれらの量は表1に示す通りであり，樹木の間隔は水路縦方向に12(cm)，横方向に6(cm)とした．

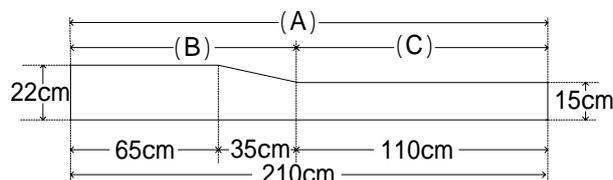


図1 実験用土壌の形状・寸法

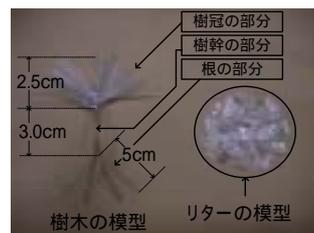


図2 樹木とリターの模型

表1 実験ケース

実験ケース	降雨強度 (mm/hr)	斜面勾配 ( $^\circ$ )	地表面状態	樹木の本数 (本)	リター面積 ( $\text{cm}^2$ )
ケース1	100	8	裸地	なし	なし
ケース2	100	8	森林パターン(A)	85	3520
ケース3	100	8	森林パターン(B)	35	1680
ケース4	100	8	森林パターン(C)	40	1840

キーワード：砂漠化，降雨侵食，森林伐採

連絡先：(住所) 350-0394，埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 (TEL) 049-296-2911 (FAX) 049-296-6501



(a) ケース 1 (b) ケース 2  
図 3 侵食収束状態



図 4 土砂堆積の様子  
(ケース 4)

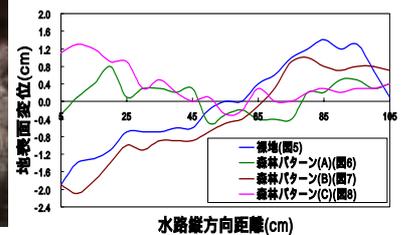


図 9 地表面変位(縦断面図)

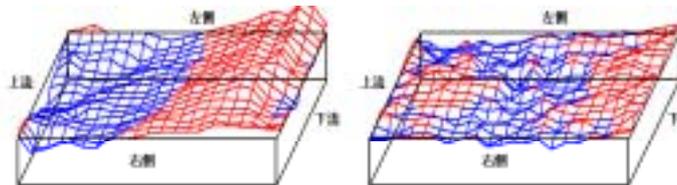


図 5 地表面変位(ケース 1) 図 6 地表面変位(ケース 2)

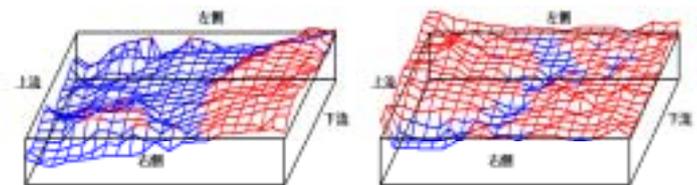


図 7 地表面変位(ケース 3) 図 8 地表面変位(ケース 4)

#### 4. 実験結果と考察

図 3 にケース 1, 2 の侵食収束状態における領域(C) の状況を示す。同図から分かるように、ケース 1 ではガリ侵食が観察されるのに対し、ケース 2 ではガリ侵食はもちろんのこと、明確な土砂流動さえ確認できなかった。また、図 4 はケース 4 における実験途中の写真である。急斜面から流れてきた土砂が樹木とリター層によって堆積させられている。両図より、降雨侵食に対する森林の重要性を認識できる。

図 5~8 に各ケースの領域(C)における地表面変位の結果を示す。同図は地表面変位の 3 次元表示であり、赤い部分は土砂の堆積を、青い部分は侵食を示している。また、図 9 は図 5~8 の水路中央部における縦断面図である。

図 5 はケース 1 (裸地) の結果である。同図より、領域(C)の上流側で激しい侵食が、下流側で堆積が生じていることが分かる。図 6 はケース 2 (森林パターン(A)) の結果である。同図より、このケースの特徴としてケース 1 (裸地、図 5) に比べて地表面変位が小さく、侵食と堆積が水路縦方向に交互に繰り返されていることが挙げられる。このことから、樹木やリター層は表面流に対していわゆる摩擦抵抗としての効果を発揮し、侵食防止の観点から見て有効な働きをしていると考えられる。

図 7, 8 はケース 3, 4 (森林パターン(B), (C)) の結果を示しており、その特徴は以下の通りである。ケース 3 の結果はケース 1 (裸地、図 5) とほとんど同じであり、森林による侵食の緩和効果はあまり得られ

なかった。また、ケース 4 の結果では領域(C)の上流側に土砂が堆積し、下流側はケース 2 (森林パターン(A)、図 6) とかなり類似していた。これらの結果より、急斜面の下流側に位置する森林の方が侵食防止に対する効果が大きく、やむなく森林伐採を行う場合には、急斜面の上流側の森林を伐採した方が被害を軽減できると言える。なお、図 9 より、各ケースの地表面変位の特徴を確認できる。

#### 5. まとめ

本研究の主要な結論は次の 2 点である。

降雨侵食防止に対して、森林(樹木とリター層)の果たす主要な役割は表面流に対する摩擦抵抗であり、この効果によって砂漠化へとつながるガリ侵食を防止することが可能である。

森林伐採による降雨侵食の被害を最小限に抑えるためには、急斜面のすぐ下側の森林を保存し、土砂流出を食い止めることが重要である。

#### 参考文献

- 1) 関根正人, 金尾昌広: 裸地斜面における流路網形成とそれに伴う土砂生産, 水工学論文集, 第 40 巻, pp.849-854, 1996.