

森林の段階的伐採に伴う降雨侵食（砂漠化）現象

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

1. はじめに

地球環境破壊の代表例である森林伐採に関連する問題の一つに、土壌侵食（降雨侵食）に端を発する砂漠化現象がある。本研究では森林伐採と降雨侵食との関係について実験を行い、その結果を水文学的観点から考察することを試みた。

2. 既往の研究と本研究の概要

著者らは降雨侵食防止に対する森林の役割を、最初に広範囲にわたる完全伐採を想定し、復帰流および飽和地表流による降雨侵食を対象にして考察した¹⁾。しかし、実際の森林伐採は部分的伐採の繰り返しによって進行することが多いため、次に森林の部分的伐採と降雨侵食との関係について検討を行った²⁾。本研究ではこれらの結果を踏まえて、森林が斜面方向への部分的伐採の繰り返し（段階的伐採）によって完全伐採される場合を対象にして、伐採の進行プロセスが降雨侵食に与える影響について実験的に考察した。

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人工降雨装置を用いた。また、模型土壌の形状・サイズは図1のとおりである（考察の対象は急斜面の下流側である）。さらに、模型土壌面に模型樹木と模型リターを配置した。なお、実験装置のセットアップの詳細については、文献2)を参照されたい。

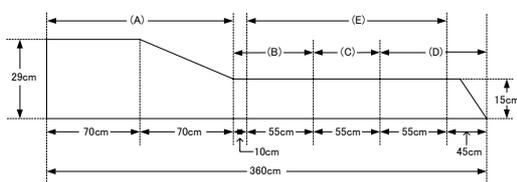


図1 模型土壌の形状・サイズ

表1 各実験ケースにおける森林存在位置（森林伐採の進行プロセス）

| 実験ケース | 1回目の降雨 | 2回目の降雨 | 3回目の降雨 | 4回目の降雨 | 5回目の降雨 |
|-------|--------------------|---------------|----------|--------|--------|
| ケース1 | 森林なし | | | | |
| ケース2 | (A), (B), (C), (D) | | | | |
| ケース3 | (A), (B), (C), (D) | (B), (C), (D) | (C), (D) | (D) | 森林なし |
| ケース4 | (A), (B), (C), (D) | (B), (C), (D) | (B), (C) | (B) | 森林なし |
| ケース5 | (A), (B), (C), (D) | (B), (C), (D) | (B), (D) | (D) | 森林なし |
| ケース6 | (A), (B), (C), (D) | (B), (C), (D) | (B), (D) | (D) | 森林なし |

実験は、降雨装置を用いて模型土壌面へ人工的に雨を降らせることによって行った。森林の部分的伐採を4回にわたって行い、伐採前および各伐採の後にそれぞれ人工降雨を与え（降雨は全5回）、降雨は各回ともに表面流の発生から約80分後まで継続した。また、各回の降雨終了時に地表面形状を図1における領域(E)の部分に限定して測定した。なお、全実験ケースにおいて、降雨強度、斜面勾配はそれぞれ80(mm/hr)、8°と固定し、森林伐採の進行プロセスのみをパラメータとして変化させた。表1に各実験ケースにおける森林伐採の進行プロセスを示す（同表中の(A)~(D)は、図1の(A)~(D)に対応している。なお、実験ケースには完全裸地(ケース1)および完全森林(ケース2)のケースも含まれている）。

4. 実験結果と考察

図2~7に各回の降雨終了時における領域(E)（図1参照）の横断平均した地表面変位（初期状態からのトータルの変位）の時間変化（ケース1~6）を示す。図2, 3に示したケース1（完全裸地）、ケース2（完全森林）の実験結果を比較すると、ケース2の方がケース1に比べて明らかに地表面変位が小さいことが確認できる。このことより、数回の降雨に伴って森林は多少



図8 3回目の降雨終了時の様子（ケース3）



図9 3回目の降雨終了時の様子（ケース4）



図10 4回目の降雨終了時の様子（ケース4）



図11 3回目の降雨終了時の様子（ケース5）

キーワード：砂漠化，降雨侵食，復帰流，飽和地表流，森林の段階的伐採

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

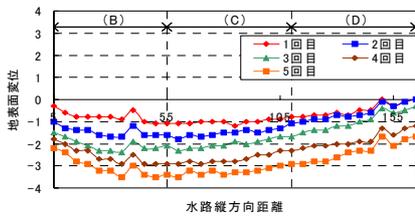


図2 横断平均した地表面変位
(ケース 1)

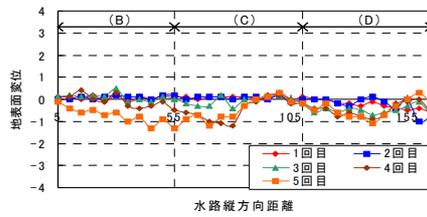


図3 横断平均した地表面変位
(ケース 2)

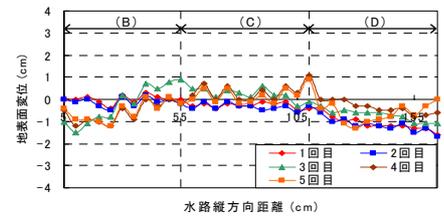


図4 横断平均した地表面変位
(ケース 3)

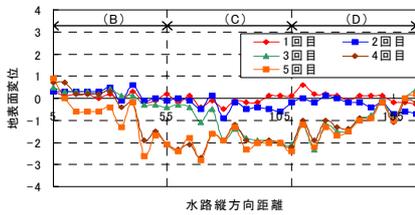


図5 横断平均した地表面変位
(ケース 4)

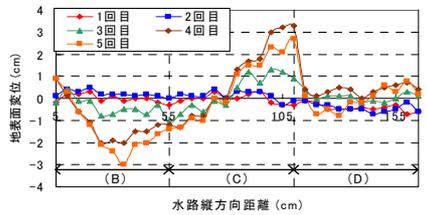


図6 横断平均した地表面変位
(ケース 5)

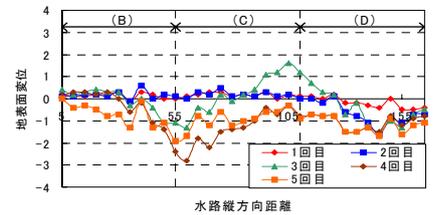


図7 横断平均した地表面変位
(ケース 6)

の地表面侵食を受けるものの、降雨侵食防止に対して有効な働きをしていると言える。

図4、5(ケース3、4)の実験結果について述べる。両ケースは、最初に急斜面上流側の森林を伐採し、続いて急斜面下流側の森林を上流側から順に1/3ずつ伐採した場合および下流側から順に伐採した場合であり、最終的に全域裸地に至るケースである。両図を比較すると、ケース3では全体的に地表面変位が小さいのに対し、ケース4では激しい地表面侵食が見受けられる。両結果の差異は以下のように説明できる。

ケース3では上流側から順に森林を伐採するため、各回の降雨終了時において伐採域と森林域との境界付近に、復帰流および飽和地表流によって侵食・流送された伐採域の土砂が堆積している(図4、8参照)²⁾。そして、この土砂堆積部分が次の部分的伐採位置に一致しており、そこが伐採によって裸地化したときの侵食が軽減されるため、完全伐採時においてもわずかな地表面侵食が見られるにすぎない。これに対して、ケース4では下流側から森林を伐採するため、ケース3で見られるような土砂の堆積現象は起きず、下流側から順に侵食が進行していく。また、地表面侵食は伐採域のみに留まらず、ガリ侵食の上流側への成長に伴って森林域にまで達する(図9、10参照)²⁾。さらに、両表面流が成長し、掃流力が大きくなる下流側が完全伐採に至るまでの長期間にわたって裸地化しているため、完全伐採時には全体として激しい地表面侵食が生じると考えられる。

図6、7(ケース5、6)の実験結果について説明する。両ケースは、最初に急斜面上流側の森林を伐採し、

続いて急斜面下流側の森林を中央部分から順に1/3ずつ伐採した場合であり、最終的にはケース3、4と同様に全域裸地に至るケースである。両図より、これらのケースでは侵食領域はケース4に比べて相対的に小さく、また、侵食量も少ないことが分かる。しかし、ケース5の3回目の降雨終了時以降に見られるように、高低差の大きい極端な地形(明瞭な堆積と侵食)が形成される可能性があり(図11参照)、この結果の持つ重要性はケース4と比較して決して劣らないと考えられる。

5. まとめ

本研究より得られた主要な結論は次の3点である。

- ① 森林の斜面方向への段階的伐採においては、上流側から順に伐採を行った場合に降雨侵食の被害を最小限に抑えることができる。
- ② 逆に、下流側から順に森林を伐採した場合には、森林の持つ降雨侵食防止機能を引き出すことができないため、完全伐採時には激しい地表面侵食が生じる。
- ③ また、森林の中央部分から順に伐採を行う場合には、極端な地形(明瞭な堆積と侵食)が形成される可能性があり、十分な注意が必要である。

参考文献

- 1) 福島大介, 中井正則: 砂漠化へとつながる降雨侵食に対する森林の役割, 土木学会第57回年講概要集第Ⅶ部, pp.37-38, 2002.
- 2) 福島大介, 中井正則: 森林の部分的伐採に伴う降雨侵食(砂漠化)現象, 土木学会第58回年講概要集第Ⅶ部(印刷中), 2003.