

森林の斜面横断方向への部分的伐採に伴う降雨侵食現象

○飛島建設（株） 正会員 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

地球環境破壊の代表例である森林伐採に関連する問題として、土壌侵食（降雨侵食）が挙げられる。本研究では、この問題の一つの側面に注目して実験を行い、その結果を水文学的観点から考察した。

2. 既往の研究と本研究の概要

著者らは既往の研究¹⁾において、降雨侵食防止に対する森林の役割、森林の斜面方向への部分的および段階的伐採に伴う降雨侵食などについて考察してきた。本研究ではその延長として、図1に示すように森林が斜面横断方向へ部分的に伐採される場合を対象にして、森林伐採幅と降雨侵食との関係について実験的に考察した。なお、降雨侵食を発生させる外力、つまり表面流として、一般に注目されているホートン流ではなく、復帰流および飽和地表流に注目している。

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（縦 4.5(m)×横 0.5(m)×高さ 0.35(m)）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2のとおりである。土試料には、中央粒径 d_{50} 、均等係数 α がそれぞれ $d_{50}=0.38(\text{mm})$ 、 $\alpha=1.74$ である日光珪砂を用いた。なお、本研究では前述のように、表面流として復帰流および飽和地表流に注目しているため、それらを誘発させるために斜面の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（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。

模型樹木の間隔は水路縦方向に 12(cm)、横方向に 6(cm)とし、模型リターは模型土壌 10(cm²)につき約 13.3(cm²)の割合で散布した。

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。また、降雨終了時に地表面形状を図2における「測定領域」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。実験において変化させたパラメータは、図3に示す森林伐採幅（裸地幅） $a(\text{cm})$ と降雨継続時間である。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)、14° と固定した。表1に実験ケースの一覧を示す。

4. 実験結果と考察

図4、5に、降雨終了時における「測定領域」（図2参照）の縦断平均した地表面変位の結果を示す。両図中の縦軸の地表面変位は+が堆積を、-が侵食を表しており、横軸は横方向座標 Y（図2参照）である。また、図6にケース1～10の降雨終了時における地表面状況（写真）を示す。

図4は、降雨継続時間が18分のケース（ケース1～5）の結果である。同図より、森林域が残存するケース1～4では、伐採域（裸地）において激しいガリ侵食が見られ、その程度が全面裸地（完全伐採）の場合（ケース5）に比べて明らかに大きいことがわかる（図6(a)～(e)参照）。これは、残存森林域には樹木やリターが存在するため、表面流がそこへほとんど侵入できず、伐採域へ集中するからである。つまり、伐採



図1 森林の斜面横断方向への部分的伐採

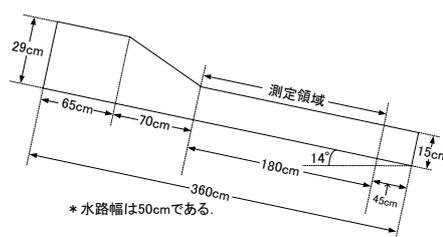


図2 模型土壌の形状・サイズ

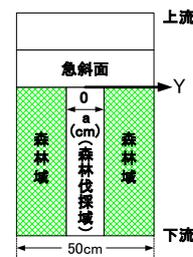


図3 模型土壌（平面図）

表1 実験ケース

実験ケース	森林伐採領域		降雨継続時間 (分)
	伐採幅 a (cm)	水路横方向座標 Y (cm)	
ケース1	12	-6 ~ 6	18
ケース2	18	-9 ~ 9	18
ケース3	24	-12 ~ 12	18
ケース4	34	-17 ~ 17	18
ケース5	50 (裸地)	-25 ~ 25	18
ケース6	12	-6 ~ 6	30
ケース7	18	-9 ~ 9	30
ケース8	24	-12 ~ 12	30
ケース9	34	-17 ~ 17	30
ケース10	50 (裸地)	-25 ~ 25	30

キーワード：森林伐採、降雨侵食、復帰流、飽和地表流、ガリ侵食

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

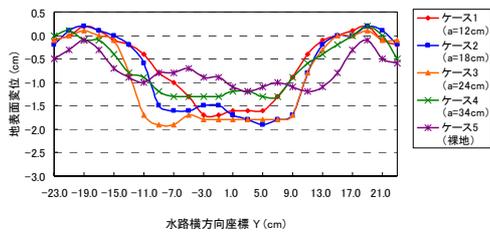


図4 縦断平均した地表面変位 (1)

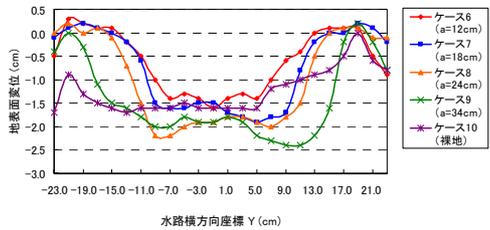


図5 縦断平均した地表面変位 (2)

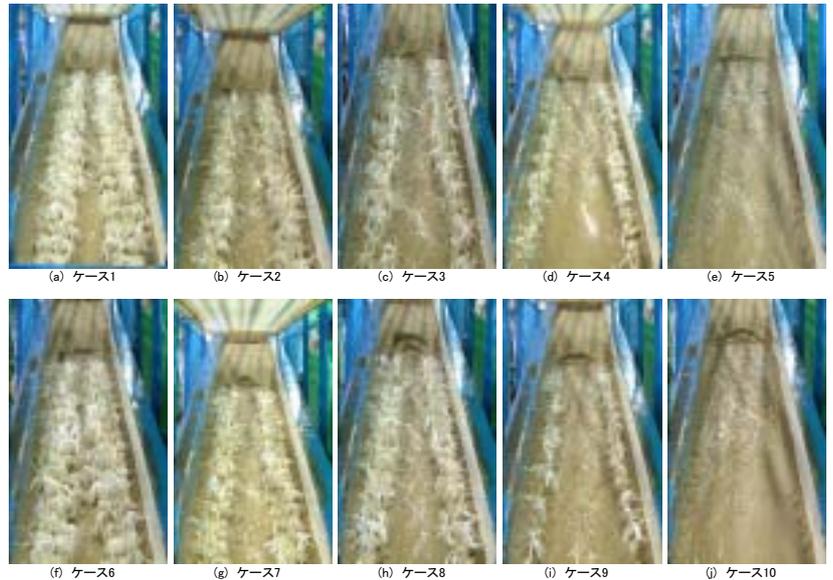


図6 降雨終了時の地表面状態

域における表面流の単位幅流量および掃流力が全面裸地の場合よりも増大し、このことがガリ侵食を大きく成長させている。

また、ケース2 ($a=18(\text{cm})$)、3 ($a=24(\text{cm})$) ではケース1 ($a=12(\text{cm})$)、4 ($a=34(\text{cm})$) と比べて、侵食がより顕著に表れており、ガリ侵食の成長を最も促進する森林伐採幅 $a_m (=18\sim 24(\text{cm}))$ が存在すると思われる。ここで、この特性について簡単に考察する。森林伐採幅 a が小さい場合には残存森林域の上流端における抵抗が非常に大きいため、全表面流量が極端に小さく、単位幅流量はそれほど大きくならない。しかし、 a が一定値以上になると、その効果が急激に小さくなり、単位幅流量が増大する。 a がさらに大きくなると、この効果がほとんど消失し、 a が増大した分だけ単位幅流量が低下する。このように、表面流の単位幅流量は a が中程度の値の時に最大となり、この値が a_m に一致すると考えられる。

図5は、降雨継続時間が30分のケース（ケース6～10）の結果である。同図より、降雨継続時間が延びても、基本的特性は先のケース1～5の場合と変わらず、伐採域への表面流の集中に伴う激しいガリ侵食が確認できる。ただし、これらのケースでは先の場合と異なり、ケース9 ($a=34(\text{cm})$) において侵食が最も激しくなっており、 $a_m (=34(\text{cm}))$ の値が増大している。これは、降雨継続時間が長い場合には侵食に伴う地表面の凹凸が大きくなり、これによって表面流の抵抗が増大し、流量が低下するためだろう。なお、ケース9において $Y=3\sim 13(\text{cm})$ の侵食が大きいのは、表面流が

伐採域と残存森林域との境界付近へ偏流し、この状態で安定したためである。

ところで、ケース6～9では、急斜面下流側を下流端から上流へと遡上したガリが最終的に急斜面にまで達し（図6(f)～(i)参照）、その幅（森林伐採幅）を維持したまま急斜面の崩壊を引き起こしている。このように、ガリの遡上は激しい地表面侵食のみならず、斜面崩壊まで発生させる可能性があり、森林を斜面横断方向へ部分的に伐採する際には十分な注意が必要である。

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 森林の斜面横断方向への部分的伐採では、表面流が伐採域へ集中し、表面流の単位幅流量および掃流力が増大する。その結果、伐採域には全域裸地（完全伐採）の場合よりも激しいガリ侵食が発生する。
- ② また、このガリ侵食を最も促進する森林伐採幅が存在する。
- ③ さらに、降雨継続時間が長い場合には、ガリは急斜面にまで到達し、斜面崩壊を引き起こすなど、さらに激しい被害を及ぼす可能性がある。

参考文献

- 1) 福島大介, 中井正則: 森林の部分的伐採および段階的伐採に伴う降雨侵食(砂漠化)現象, 土木学会第31回環境システム研究論文発表会講演集, pp.571-578, 2003.