

降雨・浸透・流出過程に及ぼす腐植土層の効果
 —斜面長4mの実験斜面における流出量の土壌層位別観測—

○東北大学大学院理学研究科 古田 智弘
 立正大学地球環境科学部 田村 俊和
 防災科学技術研究所 森脇 寛
 東北大学大学院工学研究科 後藤 光亀

1. はじめに

山地斜面の腐植土層では、植物の根系が土層の崩壊・侵食を防ぐといわれている、斜面上で、根系以外の腐植土層そのものが斜面の崩壊・侵食に与える影響については、自然斜面での解明が難しい。従って、本研究では腐植土層が、降雨・浸透・流出過程を通じて、斜面の崩壊・侵食に与える影響を調べることを目的とし、難透水性層の上に腐食土層とリターがある斜面、および難透水性層の上にリターのみが存在する斜面を大型降雨装置下に設置して実験を行った。

2. 研究方法

(独)防災科学技術研究所の大型降雨実験施設の降雨装置下に設置した実験斜面(図1)を用いた。実験斜面は、長さ4mで傾斜30度の斜面とその上の長さ1mの平坦部で構成される。斜面幅は0.5mである。平成15年度にはこの斜面に約30(mm/h)の降水量での降雨を6回行った(実験日順にCase1-Case6とする)。鉄製の斜面と土層の間に寒冷紗を敷き、その上に関東ローム層を母材とするB層25cmを重ねた。降雨時間は各Caseとも約30mm/hで6時間である。A層の透水係数は 10^{-2} - 10^{-3} オーダー、B層の透水係数は 10^{-4} ~ 10^{-7} オーダーの範囲内であった。この他の実験条件はCaseごとに異なる。Case1,2,3,6では腐植土層のA層を積んでおり、Case4,5は積んでいない。なお、Case3と4ではB層下部に細い穴を多数あけた内径25mmのエンビパイプを埋めているが、その影響は考慮していない。Case2よりもCase3の方がB層流出量が小さかったことからエンビパイプの流出への影響は小さいと考えられる。本研究では、主にCase4(A層なし)とCase6(A層あり)を比較する。

3. 実験結果

降水時間及び強度・・Case4, Case6とも6時間で、強度は約30mm/hである(Case6では降水量を実測)。

0層流出・・Case4では降雨開始10分後から流出が始まって増大し、開始1時間後には32mm/hに達した。その

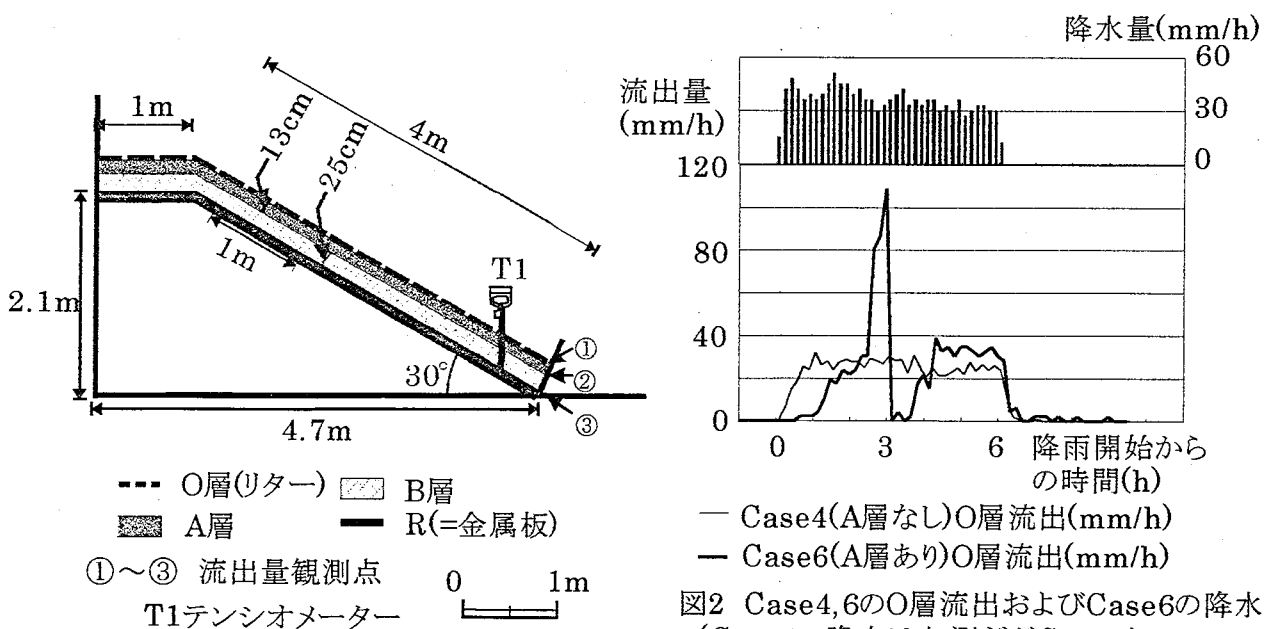


図1 実験斜面縦断面図

図2 Case4,6のO層流出およびCase6の降水
 (Case4の降水は欠測だがCase6と
 同条件の約30mm/h, 6時間の降水)

後概ね20-30mmの範囲で比較的安定した流量が降水終了まで続いた。Case6では、流出がはじめ微量であるが、降雨開始1時間5分後ころから増加が始まり、開始1時間55分後に108 (mm/h)に達した後、開始2時間5分後に流出が停止した。その後降雨開始2時間35分後までは流出がほとんど止まっていたが、開始2時間45分後から再び流出が始まり、その後降雨終了まで30-35 (mm/h)で流出が安定した(図2)。

B層流出・Case4では降雨開始10分後頃から流出が始まり、開始1時間後に10mm/hまで流出量が増加した。Case6では降雨開始15分後頃から流出が始まり、開始25分後に17mm/hまで流出量が増加した。その後Case2, Case6とも流量に変化はほとんどない。

土層・リターの移動・Case4では降雨終了まで土層・リターの移動はほとんどなかった。Case6では、降雨開始後1時間13分でリターの移動が始まり、開始1時間23分後に斜面上部でリターがA層を巻き込んだ小崩壊が発生した(写真1)。その後、A層がリターを巻き込むような形で徐々に移動した。降雨終了までに $7.5 \times 10^4 \text{cm}^3$ 程度の土砂が流動した。

圧力水頭・土壌水分・Case4では、A層表面で降雨開始後1時間での土壌水分が急増し、B層では湿潤なまま安定していた。Case6では、A層表面の土壌水分が観測できなかったが、斜面下端から0.5mのところに設置したテンシオメータの方では、降雨開始1時間後と開始2時間後の間に顕著な圧力水頭の上昇(湿潤化)が起こっているのが確認できた。また、降雨開始後1時間の間に、腐植土層(A層)で、A層に水が鉛直浸透した後、A層全体に水分が広がって飽和していくのが側面のアクリル板から観察できた。

4. 腐植土層の移動と流出の相互関係

腐植土層(A層)の存在するCase6では、降雨開始後最初の段階でA層内で貯留が起こる。A層がほぼ飽和になってリターからの浸透が緩慢になり、リターが水で飽和して重力が増すと、リターが移動する。次に、リターが移動すると露出したA層に雨滴が直接当たり、土層の孔隙が埋まってA層への浸透が減少し、リルが出来て、A層の流動や小崩壊が発生する。その後しばらく網の上に堆積した土で貯留が行われたと思われるが、降雨開始4時間後にはO層からの流出は回復した。なお、ほぼ同様のリターの移動は、A層のあるCase1, 2, 3でも観察された。ただし、A層の締め固めが強く浸透が起こりにくい場合には、O層流出の割合が大きく、A層の移動も発生していない(古田ほか, 2002)。

A層の存在しないCase4では、降雨開始後にB層に十分浸透できず、B層の流出とともにO層流出が増大した。B層にはA層ほどは水が浸透できないため、土層やリターの移動はほとんど発生しなかった。同様に、A層のないCase5でもリターの移動は発生しなかった。



写真1 Case6、降雨開始3時間後
斜面上部でリターとA層が流れ、B層が露出

5. 結論

難透水性のB層とリターのみではリターの移動は起こらないが、間に腐植土層が入るとリターの移動後に、湿潤になったA層がリターを巻き込むような形で下に流れるという結果が得られた。ただし、A層が移動・崩壊を起こすのは、A層が柔らかく透水性の良い場合に限られるのではないかとと思われる。

参考文献

古田智弘, 田村俊和, 森脇 寛(2003): 斜面での降雨・流出過程と土層の透水性との関係—降雨装置下での実験と自然斜面での観測—。東北地域災害科学研究, 39, 201-206。