

## 田上山地の裸地斜面における降雨時の土砂移動状況 - 原位置での人工降雨実験による評価 -

京都大学農学研究科 ○木本 秋津、内田 太郎、水山 高久、小杉 賢一朗、堤 大三

### 1. はじめに

滋賀県南部の田上山地の裸地斜面における降雨時の表面流の発生状況・土砂移動状況の実態を把握するため、木本ら(2002)は、2001年11月10日に斜面スケール(斜面長4~5m、散水域約18m<sup>2</sup>)での人工降雨実験を行なった。その結果、雨水の大部分が土層内に浸透すること、リルの形成・発達に伴う土砂移動が卓越することが明らかになった。しかし、実験開始直後に小規模な土石流が発生して谷底部に埋設したポーラスカップが露出したため、降雨に伴う土壌の間隙水圧の変化は計測できなかった。そこで、今回は、谷底部と比べ土砂移動が小さいと考えられる斜面部にテンシオメーターを設置し、風化した岩盤と土層の境界面および風化した岩盤における圧力水頭を測定した。また、木本ら(2002)の実験では、斜面下方からの風による影響で降雨の空間的なばらつきが大きかったため、今回は、実験斜面の散水域に風除けのビニールカーテンを設置した(図-1)。

### 2. 方法

#### 2.1 実験斜面の概要と降雨装置

木本ら(2002)の実験と同様に、田上山地の若女裸地谷試験地に隣接した裸地斜面において、2002年6月25日に実験を行なった。実験斜面は全長11.1m、面積30.1m<sup>2</sup>、平均勾配33.6°であり、散水域は斜面上端から4~5mの範囲(約18m<sup>2</sup>)である。実験斜面は谷底部と谷底部以外の斜面部からなる集水地形になっており、谷底部、斜面部の土層厚はそれぞれ10~20cm、5~10cmである。降雨装置は、木本ら(2002)とほぼ同様である。約2mの高さのやぐらにノズル付き(6個のフルコーンノズル; B1/4 TT-SS+TG-2.8W; オリフィス径1.6mm; スプレーイングシステムジャパン)のステンレス製のパイプ2本をノズルが上向きなるよう水平に設置した。また、実験斜面の散水域(斜面上端から4~5mの範囲)に風除けのビニールカーテンを設置した。

#### 2.2 測定項目

1 転倒0.5mmの転倒桁型の雨量計によって降雨強度の時間変化を計測し、8個の牛乳パックを用いた簡易雨量計(集水部の面積; 7.5×7.5cm)を実験斜面に設置して積算雨量を計測した。また、斜面末端を掘削して風化した岩盤と土層の境界面にビニールシートを固定し、その下流に流水と流出土砂を捕捉するためのプラスチック製の箱(40×75×40cm)を設置した。プラスチック製の箱にホースを差し込み1転倒1Lの転倒桁に流出水を導き、流出水量の時間変化を計測した。斜面末端において30秒~1分間隔で土砂を含んだ流出水を採取し、採取された土砂を105℃で24時間乾燥した後、重量を測定して土砂濃度に換算した。また、斜面部の2地点(A、B)にテンシオメーターを設置し、A.1、B.1では、谷底部の風化した岩盤と土層の境界面(それぞれ地表から10、4.7cmの深さ)における間隙水の圧力水頭を測定した。A.2、B.2(それぞれ地表から20、12cmの深さ)では、風化した岩盤にドリルで穴をあけてポーラスカップを差し込み、岩盤内の圧力水頭を測定した。なお、木本ら(2002)の実験と同様に、実験斜面に3台のビデオを設置し、降雨時の地表付近の変化および土砂の移動状況を撮影した。

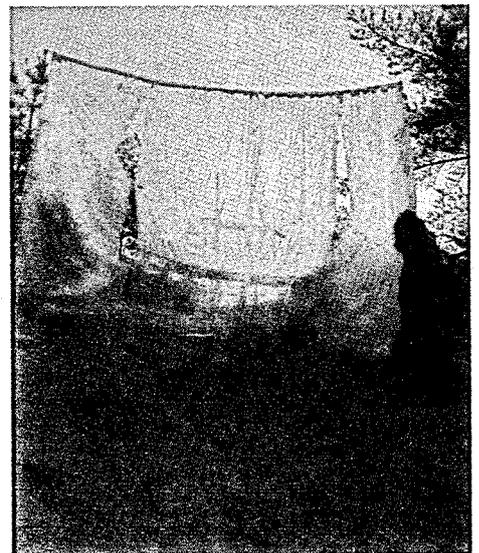


図-1 風除け用のカーテン

### 3. 実験結果

#### 3.1 降雨の分布状況および流出水量と圧力水頭の時間変化

総雨量は 38.7 mm、最大降雨強度は 0.8 mm/min、総流出水量は 66 L であった。なお、今回の実験は風除けを設置したため、木本ら(2002)の実験と比べ降雨の空間的なばらつきが小さかった(表-1)。実験開始から 64 分間は平均降雨強度が 0.3 mm/min のほぼ一定の降雨を与え続けたが、斜面部では表面流の発生は見られず、谷底部のリル内部においてもほとんど流水が発生しなかった。開始から 64 分以降、平均降雨強度を 0.51 mm/min に変化させた結果、開始から 68 分後に転倒柵が反応して流出水が計測された(図-2)。開始から 68 分以降も斜面部では降雨が土層に浸透したが、谷底部のリル内部とその周辺においては流水が発生した。実験開始から 75 分以降は流出水量がほぼ一定(平均流出量 2.1 L/min)であった。一方、風化した岩盤と土層の境界面(B.1)において実験開始から 83 分後に圧力水頭が 0 に達し、風化した岩盤内(B.2)においては実験開始から 66 分後に圧力水頭が 0 に達した。つまり、風化した岩盤内(B.2)は土層の境界面(B.1)と比べより早く飽和に達したといえる。また、実験開始から 68 分後に流域末端に流出水が到達したことから、風化した岩盤内での飽和帯の発生が流出水に大きく寄与した可能性がある。一方、B より斜面上部に位置する A の地点では、A.1、A.2 のいずれにおいても実験中は圧力水頭が 0 未達であり、両地点とも飽和に達しなかった。

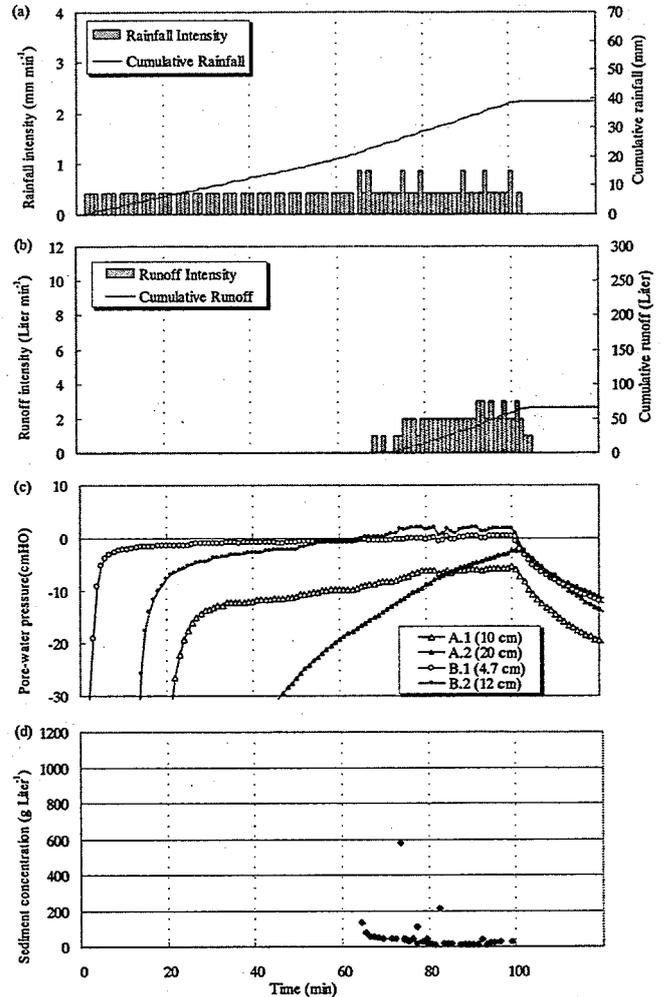


図-2 雨量、流出水量、土砂濃度、圧力水頭の時間変化

#### 3.2 土砂濃度の時間変化

実験開始から 64 分 30 秒後に土砂を含む流水が斜面末端に到達した(図-2)。実験開始から 75 分以降はほぼ一定の降雨強度によって流出水量は定常に達したが、土砂濃度は小規模な土石流の発生(実験開始から 77、82.5 分後)によって最大 213.6 g/L まで非発生時と比べて 1 オーダーほど上昇した。

表-1 降雨の空間的なばらつき

Date	Accumulated Rainfall (mm)								Mean	SD*
	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧		
2001/11/10	23.11	117.33	25.78	121.24	31.11	8.89	23.47	107.20	57.27	45.44
2002/6/25	16.89	30.22	45.33	62.22	67.56	37.33	26.67	23.11	38.67	17.20

### 4. まとめ

木本ら(2002)の実験および今回の実験の結果を以下にまとめる。①降雨に伴い斜面部の一部において飽和型の表面流が発生する。②浅い地中流および飽和型の表面流が集中する地点において、土砂が侵食されてリルが形成される。③リル底の侵食およびリルの側壁と源頭部での小規模な崩壊によって供給された土砂は、小規模な土石流となって斜面末端まで流下する。④斜面末端における土砂濃度は、降雨強度と流出強度がほぼ定常であっても、突発的で小規模な土石流の発生によって 1~3 オーダー上昇する。

(引用文献) 木本ら(2002) 花崗岩裸地斜面における人工降雨実験、砂防学会研究発表会概要集、p.360-361