

P56 花崗岩裸地斜面における人工降雨実験

京都大学農学研究科 ○ 木本 秋津 内田太郎 水山 高久

1. はじめに

滋賀県南部の田上山地では、植生の衰退した裸地流域から年間に $1000\sim 10000\text{m}^3/\text{km}^2$ の土砂が生産されるといわれている(鈴木・福寛, 1989)。また、裸地斜面は土層が薄く地表付近の透水性が大きいため、飽和型の表面流が発生することが明らかにされている(木本ら, 1999)。しかし、降雨時の表面流発生状況および土砂生産・流出現象を詳細に観測した事例は見られず、田上山地の荒廃流域における雨水の排水過程および土砂移動の実態は十分に明らかでない。そこで、内田ら(1999)は、 $1\times 0.3\text{m}$ の裸地プロットに $20\sim 90\text{cm}$ の高さから散水し、流出水量、流出土砂量を計測する簡易な降雨実験を行った。しかし、プロットスケールの簡易な降雨実験では、裸地斜面における表面流の発生および土砂の移動が明らかでなかった。プロットスケールでの降雨実験は小規模かつ簡易であったため、①プロット下端での集水面積が十分でなかった、②雨滴衝撃力が十分でなかったことが問題点として挙げられる。そこで、田上山地の裸地斜面において斜面スケールでの比較的大規模な人工降雨実験を行った。

2. 実験の概要

滋賀県南部に位置する田上山地の若女裸地谷試験地に隣接する斜面において 2001/7/17、11/10 に実験を行った(ここでは 2001/11/9 の実験結果を報告する)。実験斜面の概要を図-1 に示す。実験斜面は、植生被覆の全く見られない裸地斜面であり、谷底部にリルが形成されている(図-2)。谷底部の土層厚は $10\sim 20\text{cm}$ であるが、谷底部以外の斜面部の土層厚は $5\sim 10\text{cm}$ である。実験条件は、総雨量 57.27mm 、最大降雨強度 $4.26\text{mm}/\text{min}$ 、降雨継続時間 70 分である。測定項目は、雨量、斜面末端の流量と土砂濃度である。雨量、流量は 1 分間隔、土砂濃度は 30 分間隔で計測した。また、斜面上・中・下部の 3 箇所にビデオを設置して、表面流の発生状況と土砂生産・流出過程を観察した(図-2)。

3. 実験結果

3.1 リル網の発達

ビデオ①による観察結果から、斜面上部の一部では表面流が発生するが、表面流による土砂移動は非常に小さいことがわかった。ビデオ②、③による観察結果から、谷底部では上流と側方からの流水の集中によってリルの側壁と源頭部の小規模崩壊が起こり、リルの拡大・伸長に伴い土砂が生産されることがわかった。また、実験の開始直後は降雨強度が非常に大きかったため、リルの側壁と源頭部の小規模崩壊が多発し、小規模崩壊が明らかであったが、降雨開始からおよそ 8 分後には雨水の排水経路がほぼ固定され、それ以降は著しいリル網の発達は見られなかった(ビデオ②、③による観測結果より)。一方、実験前には斜面上端から 1.68m 下方にあったリルの源頭部は、実験終了後にはリルの拡大・伸長に伴い斜面上端から 0.84m に移動した(図-2)。また、斜面部、谷底部ともに雨水の浸透を阻害するクラストの形成は見られなかった。

3.2 雨量、流量、土砂濃度

雨量、流量、土砂濃度の測定結果を図-3 に示す。実験開始から約 16 分間は非常に大きな降雨 ($0.61\sim 4.26\text{mm}/\text{min}$) を与えたため、流量、土砂濃度はそれぞれ最大で $0.68\text{mm}/\text{min}$ 、 $2123.2\text{g}/\text{L}$ まで増加した。しかし、実験開始から約 25 分後には雨量は $0.61\text{mm}/\text{min}$ 、流量は $0.25\sim 0.37\text{mm}/\text{min}$ でほぼ一定となった。一方、土砂濃度は雨量・流量がほぼ一定となった後も 2~3 オーダーの幅で断続的に変化した。また、実験開始から 8 分後にはビデオ①、②、③の位置では土砂移動が見られなかったため、実験開始後 27 分後と 40.5 分後の土砂濃度の一時的な上昇は、斜面末端での土砂生産・流出によるものと考えられる。

4. まとめ

田上山地の裸地斜面における人工降雨実験の結果を以下にまとめる。①斜面部、谷底部ともに雨滴衝撃によるクラストの形成は見られなかった。②斜面部では雨水の大部分が土層内に浸透し、表面流による土砂移動は明らかでなかった。③雨水の集中する谷底部では、斜面上端から 0.84m 下方にリル網が発達し、小規模崩壊による土砂生産・流出が顕著であった。④リル網の発達は断続的に起こるため、雨量・流量がほぼ一定の条件下においても土砂濃度が大きく変化した。従来、植生被覆の乏しい荒廃山地ではホートン型の表面流が発生し、層状侵食(sheet erosion)によって土砂が運搬されると考えられてきた(例えば、塚本, 1998)。一方、田上山

地では、裸地斜面にリル網が発達して土砂生産・流出に寄与するといわれている（鈴木・福嶋、1989）。さらに、本実験の結果、田上山地の裸地斜面では降雨の浸透を阻害するクラストが形成されず、降雨の大部分が土層に浸透するため層状侵食がほとんど見られず、雨水の集中する谷底部での小規模崩壊によって断続的に土砂が生産されることが明らかになった。今後、降雨条件（総雨量、降雨強度、降雨継続時間など）のちがいがリル網の発達に及ぼす影響を明らかにし、リル侵食が卓越する裸地斜面での土砂生産・流出現象を定量的に評価する必要がある。

引用文献

木本秋津・内田太郎・浅野友子・水山高久・李昌華（1999）：風化花崗岩荒廃山地における地表流発生機構、砂防学会誌、Vol.51、No.6、pp.13-19、鈴木雅一・福嶋義宏（1989）：風化花崗岩山地における裸地と森林の土砂生産量、水利科学 190、pp.89-100、内田太郎・木本秋津・大手信人・水山高久（1999）：荒廃山地の土砂生産過程に関する原位置実験、砂防学会誌 Vol. 51、No. 5、pp.3-11、塚本良則（1998）：森林・水・土の保全 湿潤変動帯の水文地形学、朝倉書店、134pp.

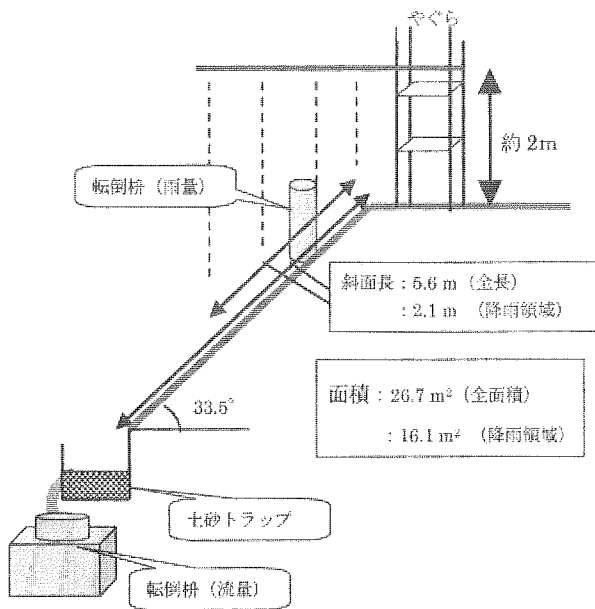


図-1 実験斜面の概要

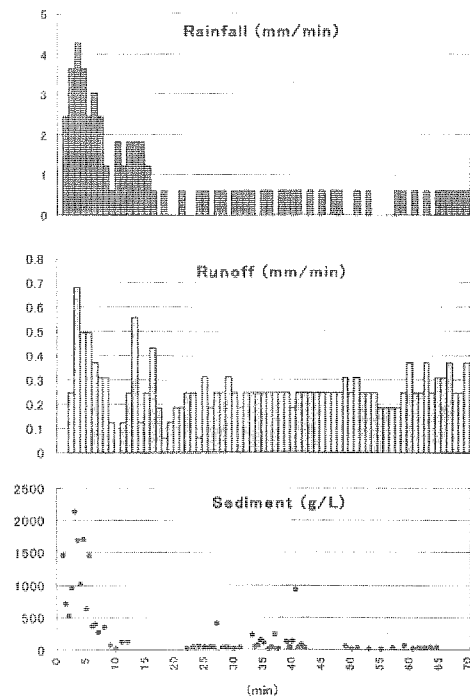


図-3 雨量、流量、土砂濃度の測定結果

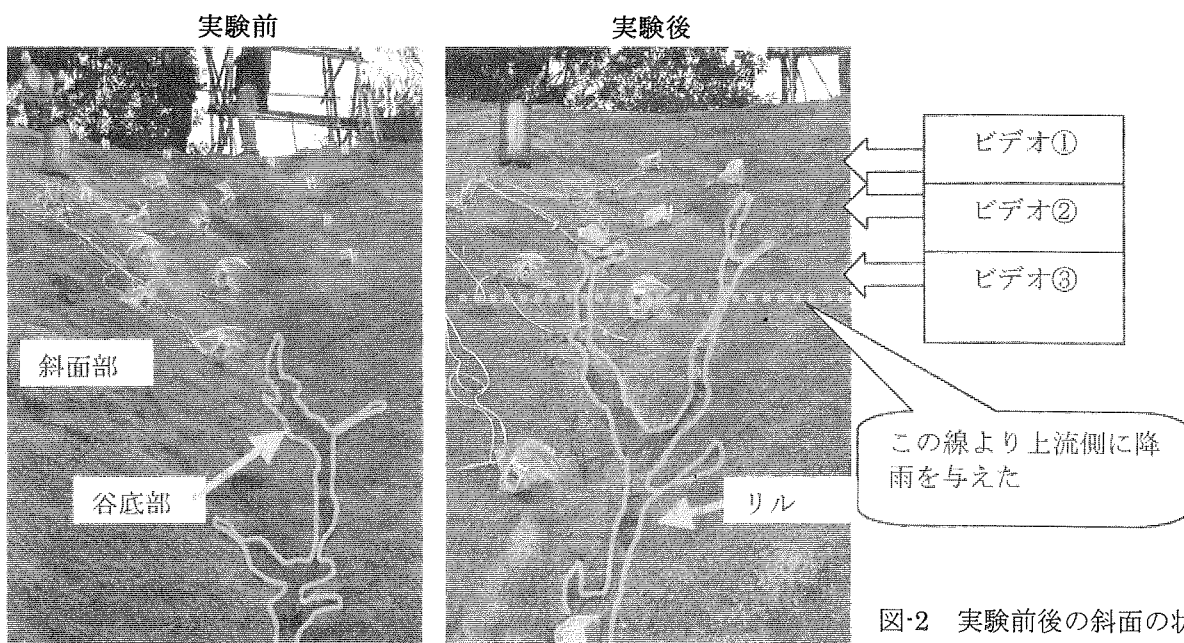


図-2 実験前後の斜面の状況