

38 荒廃山地の土砂流出現象に及ぼす土層構造の影響

京都大学農学研究科 ○内田太郎・浅野友子・木本秋津・水山高久
中国科学院 李 昌華

1 はじめに

荒廃山地における土砂流出現象は、水文過程の影響を大きく受ける。すなわち、土層最表層の透水性、クラストの有無など、土層構造が強く荒廃山地の土砂流出現象に寄与することが考えられてきている。しかしながら、Huang (1998) などが指摘しているように、土層構造が土砂流出現象にどのような影響を、どれくらい及ぼすかは十分に検討されてきたとは言いがたい。さらに、これまでの検討例の多くは室内実験によるものである (Huang, 1998)。そこで、本研究では、これまで土砂流出量観測、原位置人工降雨実験 (内田ら、1999; Uchida et al., 2000)、降水量-流出水量観測 (木本ら、1999) を行ってきた2つの風化花崗岩荒廃山地の事例を基に、土層構造が土砂流出現象に及ぼす影響を考察する。

2 流域の概要及び方法

大獲流域は中国南部江西省に位置し、流域面積は1.03ha、平均勾配は32度、若女裸地谷流域は滋賀県南部田上山地に位置し、流域面積0.18ha、平均勾配34度といずれも急峻な源頭部流域である。基岩地質はいずれの流域も黒雲母花崗岩で、植生は谷筋に見られるものの、概ね貧弱である。平均年降水量は大獲で1940mm、若女裸地谷で1821mmである。大獲、若女裸地谷の平均斜面長は、それぞれ52m、25mである。

流出水量は流域末端の量水堰で連続観測を行い、流域からの流出土砂量は流域末端の堆砂地に堆積した土砂量を測定した。また、表層土層の飽和透水係数を定水位法で、土壌硬度の鉛直分布を簡易貫入試験器で測定した。さらに、長さ1m、幅0.3mの領域に人工降雨を与え、表面流量、流出土砂量、土壌水ポテンシャル分布を連続的に測定した (実験の詳細は内田ら (1999) 参照)。なお、人工降雨の降雨強度は約60mm/hである。

3 大獲流域の土層構造・雨水流出現象

大獲流域では、 N_4 値 (簡易貫入試験器4cm貫入するのに必要な回数) は深さ方向に、緩慢な増加を示し、土層と基岩の境界は深さ92cmまでにおいては明瞭でなかった (図1)。また、斜面下部は藻類によるクラストの被覆により、飽和透水係数が極めて小さかった (図2)。さらに、斜面上部のクラストに覆われていない部位でも、飽和透水係数は比較的小さかった。

流出水量観測結果からは、大獲流域では、降雨に対する流出水量のピークの遅れ時間は、概ね10分以内であり (図3)、降雨に対する流出率も高い (図4) ことがわかる。人工降雨実験においては斜面下部で60%、斜面上部でも20%程度、ホートン型表面流として流出した (図5)。さらに、降雨時の水質変動の観測結果に基づき、降雨時の流出の大部分がホートン型表面流であることが確認されている。

4 若女裸地谷流域の土層構造・雨水流出現象

流域末端には砂防堰堤が設置されており、厚さ1mほどの土砂堆積が見られものの、 N_4 値の測定結果から分かるように、斜面部においては、土層と基岩はシャープに接し、土層厚は10-15cmと非常に薄い (図1)。さらに、本流域の透水係数は、森林土壌のそれと匹敵するほど大きかった (図2)。

若女裸地谷では、大獲に比べて、降雨のピークから流出のピークまでの遅れ時間は長く (図3)、ピーク流出水量は、ほぼ同規模な降雨ピークのととき、大獲に比べて小さかった (図4)。人工降雨実験においては、ホートン型の表面流の発生はわずかであった (図5)。一方、土壌水ポテンシャルの連続観測結果からは、斜面部においては、飽和地表流の発生が示唆された (木本ら、1999)。

5 大獲流域と若女裸地谷流域の土砂流出現象

若女裸地谷では、大規模な降雨後、顕著なリルの形成が見られ、リルの底部はほぼ基岩が露出している。従来、斜面長が長くなるに従い、侵食形態は面状侵食からリル侵食へ移行することが示唆されてきたが、大獲では若女裸地谷に比べて、斜面長は2倍以上であるにもかかわらず、若女裸地谷で見られたリルの形成は見られなかった。さらに、流域末端の堆砂地で行った流出土砂量観測結果に基づく、年間の流出土砂量は、大獲の方が若女裸地谷に比べておよそ1オーダー小さかった (図6)。

6 考察とまとめ

以上の結果まとめると、大獲では土層表層の透水性がクラストの被覆の影響などを受け非常に小さく、ホートン型表面流が大量に発生する。しかしながら、表層の透水性が高く、ホートン型表面流の流量が小さい若女裸地谷に比べて、大獲の年流出土砂量は、年平均降水量に顕著な差が見られないにもかかわらず、1オーダー小さい。

これらの結果は、地質、植生、斜面勾配、年降水量がほぼ同程度であっても、土層構造の違い（透水性、土層厚）により、侵食形態は異なりうることが示された。また、その結果として年間流出土砂量はオーダーで異なる可能性が指摘された。さらに、大獲と若女裸地谷のピーク時の流出水量を比較すると、年流出土砂量の小さい大獲の方がピーク時の流出水量は大きい。すなわち、水文過程の違いによる流出水量の違いより、水文過程の違いによる侵食形態の違いが流出土砂量に影響を及ぼしている可能性が高い。

【参考文献】 Huang, C-h (1998) Soil Sci. Soc. Am. J., 62: 423-430. 内田ら (1999) 砂防学会誌 51(5): 3-11. 木本ら (1999) 51(6): 13-19. Uchida, T. et al. (2000) Geomorphology, 32: 129-145.

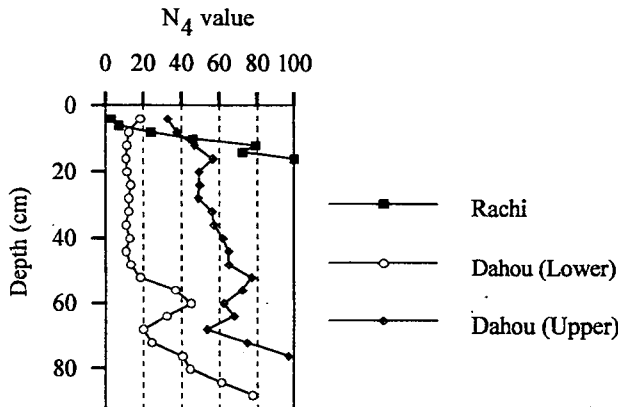


図1 簡易貫入試験結果

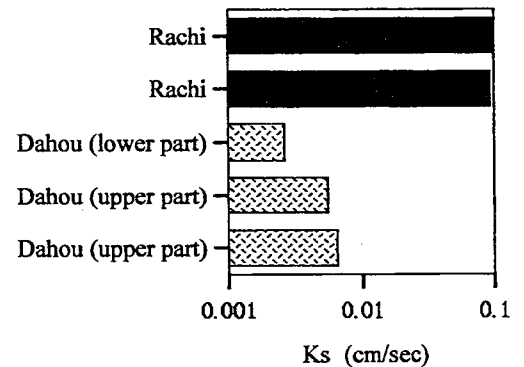


図2 飽和透水係数

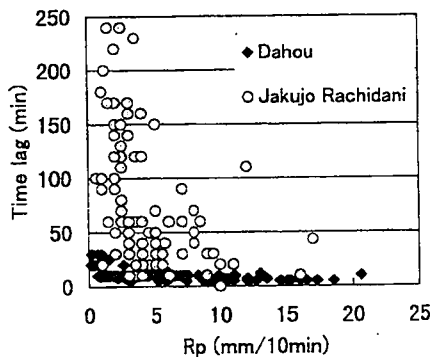


図3 ピーク降雨強度とピーク流出の遅れ時間

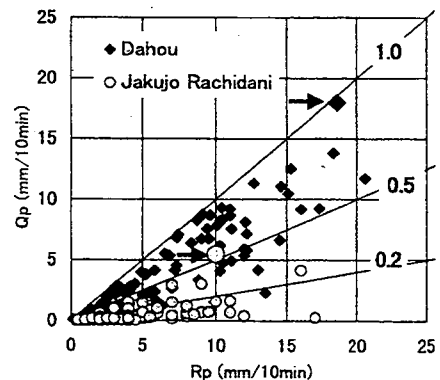


図4 ピーク降雨強度とピーク流量

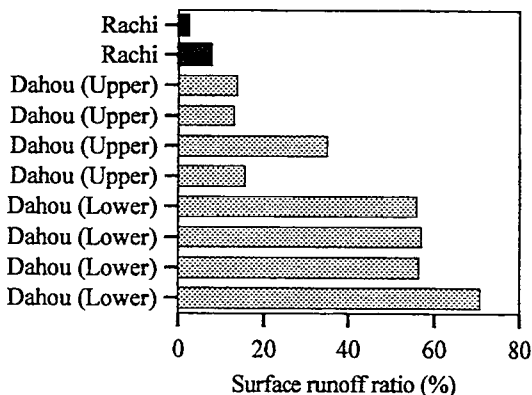


図5 表面流発生率(人工降雨実験)

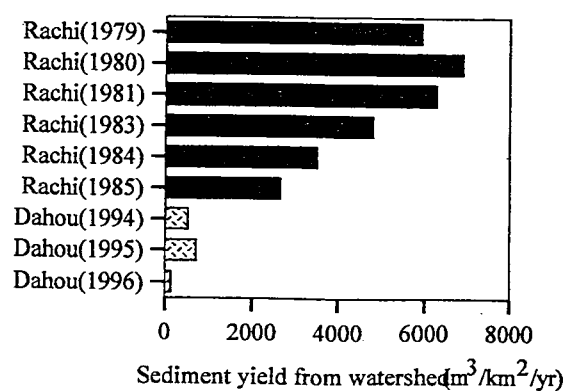


図6 年流出土砂量