

1. 緒言

土砂生産量を的確に見積ることは、関連する現象を取り扱う上で極めて重要な課題である。土砂の生産形態には、斜面侵食、浚渫・河道侵食、崩壊、土石流など種々のものがあり、それぞれ発生機構が異なるため、その予測法も異なる。本論では、これらの中の斜面侵食の問題を取り扱う。斜面侵食量の推定式は、これまで実験データや試験地の観測データの回帰分析によって数多く得られているが、一般性に乏しい。一方、外力や場の条件を土砂水理学的な手法で評価しようとする研究も澤井・芦田(1979)や河村(1982)などによって行われている。しかし、山地部においては種々の形態の斜面侵食が発生するので、その実態の究明が極めて重要である。本文は、標高1000~2000mの山地で比較的急勾配の裸地斜面を対象として行われた斜面侵食の現地観測の成果をまとめたものである。

2. 斜面侵食の形態と測定方法

斜面侵食の形態は、①斜面勾配が安息角より緩いもの、②斜面勾配が急で粘着力がなくなった土砂が斜面の途中で停止しないものに分けられる。①の場合は降雨による表面流と凍上・融解が外力として作用するのに対して、②の場合は凍上・融解と風が外力として作用することが大きな相連点である。

侵食量の測定方法は斜面勾配によって異なり、①の斜面については図1と箱の方法で行っている。図1の方法による測定は毎年5月と11月頃に行われる。箱による測定は1週間ごとに行われている。②の斜面は急勾配で測定者が近づくことが困難であって図2のように光波測距儀を用いて毎年5月と11月頃に測定が行われている。

測定斜面の地質は、図1の測定が行われている場所は粒径分布の広い火山噴出物の堆積層である。箱による場合は凝灰質の流紋岩で風化基岩の切り取り斜面となっている。図2の場合は図1と同様の堆積層であるが、ガリの形成による垂直に近い壁面が侵食の対象となっている。

3. 観測結果と考察

斜面勾配が約30°以下の侵食量の測定は図1のような方法で行われており、その結果は図3に示すとおりであり、年間の侵食深Eは斜面勾配θに支配され、

$$E = a \sin^3 \theta, \quad (\text{cm/year})$$

のように表わすことができる。なお、参考のため林野庁で全国的に調査した結果も同図に示している。aの値は観測年によって異なる傾向を示しているが、5月から10月までの総雨量や時間雨量5mm以上の総量との関連性は認められない。このような裸地斜面の侵食において、直接的な外力として表面流が重要な役割を演じているが、地表面の土砂が移動しやすい状態になるには凍上・融解の影響も大きいものと考えられ、これについて

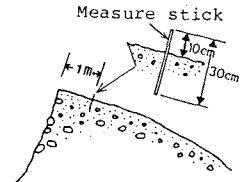


図1 裸地斜の測定法

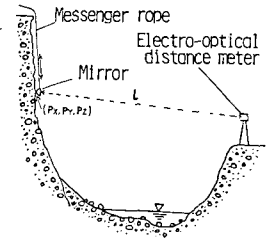


図2 ガリ壁面の測定法

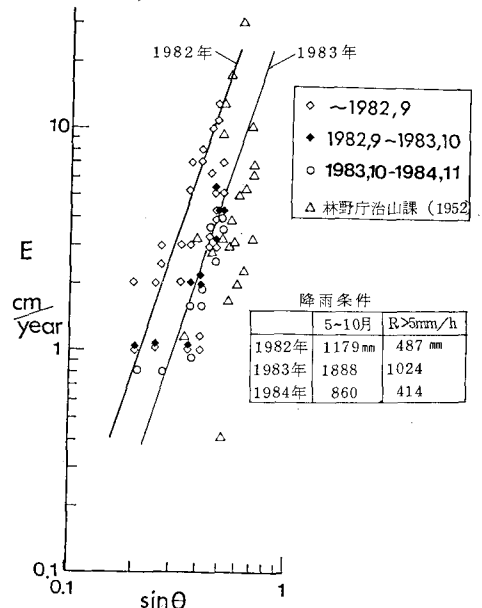


図3 斜面侵食深と斜面勾配の関係

は今後検討しなければならない。

斜面勾配が約45°の裸地斜面において、箱による侵食量 E_s (1週間に単位面積(1 m^2)から生産された土砂量)の測定が行われた。その結果は1日の温度変化および日雨量とともに図4に示されている。この図から、斜面侵食量 E_s が多くなるのは気温が0°C以下となり凍上・融解が発生する期間と良く一致していることが分かる。一方、降雨量と斜面侵食量にはそのような関係は認められない。このような理由として、凍上・融解によって粘着力を失った土砂が斜面勾配が急であるために落下することが考えられる。

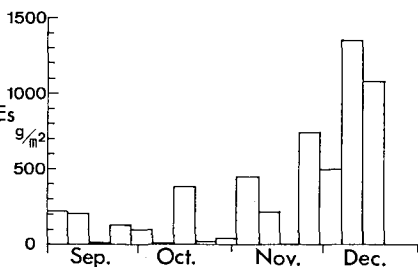
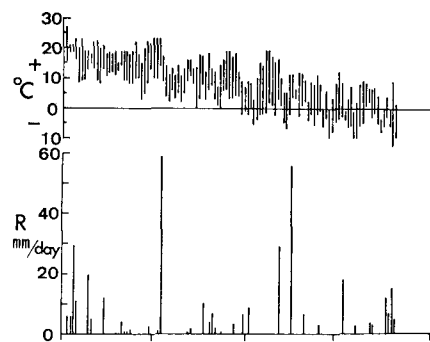


図4 気温および雨量と侵食量の関係

そこで、斜面侵食によって生産された土砂の粒径分布に着目して侵食機構の検討を行ってみよう。図5は侵食土砂量と生産土砂の平均粒径 d_m の関係を示したもので、図中の黒丸は凍上・融解が発生しないもの、白丸は凍上・融解が発生したものである。凍上・融解が発生した場合、侵食量に比例して粒径が大きくなる傾向が認められるのに対して、凍上・融解が発生しない場合、土砂の粒径は侵食量に関係なく0.4~4mmの間にあってほぼ一定である。このような理由として、凍上・融解によって粒径に関係なく粘着力を失った土砂が斜面を落下する場合、大きな粒子ほど斜面の凹凸に影響されずに落下し、その際、細粒径のものほど斜面の凹凸に捕捉されやすく斜面に残りやすい。このような細粒径のものが降雨によって洗い流されることが考えられる。したがって、斜面勾配が安息角より緩やかな場合は表面流や凍上・融解が侵食に大きな役割を演じているが、斜面が安息角より急である場合は凍上・融解が支配的な役割を有するものと考ええる。

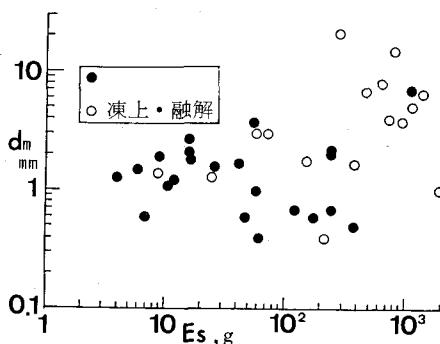


図5 侵食量 E_s と平均粒径 d_m の関係

斜面勾配が前述の斜面より急で垂直に近いガリ壁面の侵食量は、1981年より継続して観測されており、その結果は図6に示すとおりである。この図はガリ壁面の年間平均侵食深 D とガリ壁面の比高 H の関係を示しており、ガリ壁面の侵食深 D はガリ壁面の比高 H に比例して大きくなっており、

$$D = 0.01 H, \quad (\text{m/year})$$

の関係が認められる。これはガリ壁面の比高が大きいくほど、壁面の上部から落下する砂礫が途中の壁面に衝突する機会が多くなり、その際の衝撃によって新たに侵食が生じることを示している。このように凍上・融解による侵食は土砂生産において重要な役割を演じていることが明らかとなった。

4. 結 語 以上、本文では斜面侵食の実態を中心に述べたが、今後の課題は外力としての降雨と表面流および場の条件としての侵食性などを明らかにすることであり、そのために土砂水理学的な観点に基づいた観測を計画している。参考文献、芦田・高橋・沢田：山地流域における出水と土砂流出(12),京大防災研年報,第26号B-2,1983,防災ハンドブック編集委員会：防災ハンドブック,山地防災,板報堂,1963。

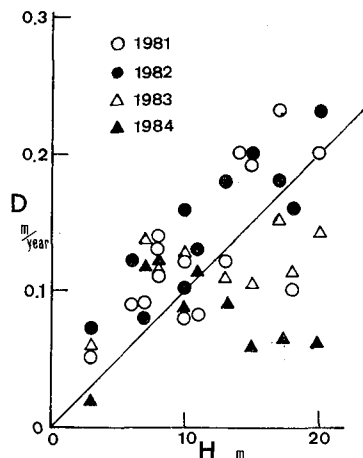


図6 ガリ壁面の侵食深 D とガリ壁面の高さ H の関係