

山腹斜面における表面流水の発生と表面侵食の定量化への試み

国土交通省近畿地方整備局六甲砂防事務所；久内 忠
住鉦コンサルタント株式会社 山下 伸太郎、○佐光洋一、玉樹奨平
京都大学大学院農学研究科；水山高久、小杉 賢一郎

1. はじめに

六甲山系では、平成7年の阪神淡路大震災を契機に、新たに土砂災害の防止に加え無秩序な市街化の防止や自然環境の保全などを目的としたグリーンベルト整備事業により、積極的に樹林帯の整備を実施している。しかし、樹林が回復、維持されることによる防災上の効果については、多くの調査研究が実施されているが、未だ樹林の効果は定量的に評価されていない。また、これを定量評価するには、樹林の樹種や林相だけでなく、地形、地質、土壌等の影響が複雑に関係しており、現地における経年的なモニタリング調査は不可欠である。そこで、樹林の効果を定量的に把握・予測することを目的に、六甲山系で表面侵食土砂量・表面流水量等の観測を試みたので紹介する。

2. 試験地及び観測方法の概要

六甲山系内に①林分②表土層の状況③斜面勾配④林床植生等を勘案し、試験地(コドラート)を12箇所設置した(図-1計測イメージ)。コドラートでの観測は、集水した表面流水量を転倒マスを用いての1時間あたりの水量で記録するとともに、土砂捕捉器に堆積した土砂を月1回サンプリングし、乾燥重量及び粒度特性を把握している。

3. 計測結果

観測は、平成15年2月より開始している。図-2に平成15年3月～平成16年11月までの月別表面流水量と雨量の計測結果を示す。図-3には平成15年3月～平成16年11月までの月別侵食土砂量の計測結果を示す。代表例としたコドラートはNo.1裸地、No.6アカマツ林、No.12常緑林(ヤブニッケイ林)である。すべてのコドラートで降雨に反応して表面流水が発生している。裸地と他を比較すると同一降雨での流水量に10倍に近い差異が認められる。これは、発達した樹冠や地表にある草本層の発達、リターによる表面の被覆、土層(土壌)の発達等が影響していると推定される。また、No.12ヤブニッケイ林では、先行的な降雨があると、その後降雨があると表面流水発生への反応が良い。これは、樹冠の発達により林内照度が低く土層の乾燥が遅いことが想定される。

月別侵食土砂量と表面流水量の比較では、やはり表面流水量が多い場合に侵食土砂も多く観測されている。しかしコドラート毎に比較すると、観測初期を除きNo.6アカマツ林などでは侵食土砂量は非常に少ない。No.12ヤブニッケイ林では、降雨が少なく表面流水量も少ない時期に侵食土砂が多く発生している月があり、立地条件から人的要因や動物による地表面の乱れなどが推定される。

平成15年からの観測をあわせみても、すでに報告したように表面流水量と侵食土砂量の関係は、非常にばらつきが大きいことがわかる。現状では、月単位の観測データから降雨と表面流水量、侵食土砂量との関係を見いだすことは困難である。

4. 林相と表面流水量、侵食土砂量との関係

表面侵食の定量化に関して、月単位のデータでは小さな値を対象とするためばらつきが大きい。そこで、平成15年2月～平成16年11月の間を降雨状況の異なる4期間(H15.1～H15.3, H15.4～H15.11, H15.12～H16.3, H16.4～H16.11)に分けて期間総量で定量評価を試みた。図-4に期間内の累積雨量と表面流水総量及び侵食土砂総量との関係を示す。また、図-5には全12地点のコドラートにおける観測期間の全侵食土砂量と斜面傾斜、下層植生の植被率、上層木の樹冠による植被率(影

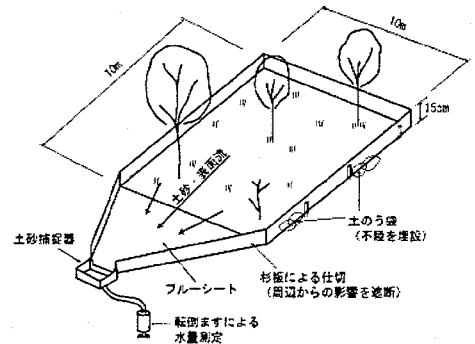


図-1 計測イメージ

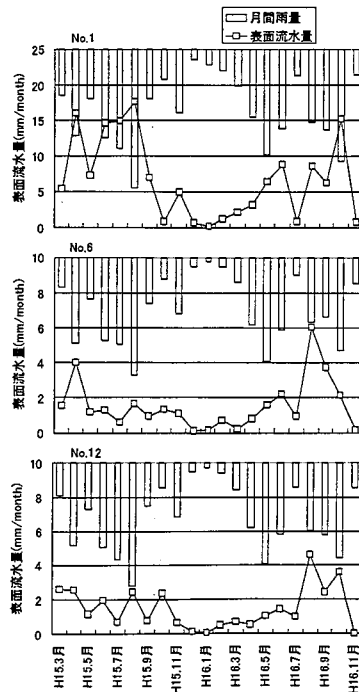


図-2 表面流水量計測結果
(No. 1, 6, 12)

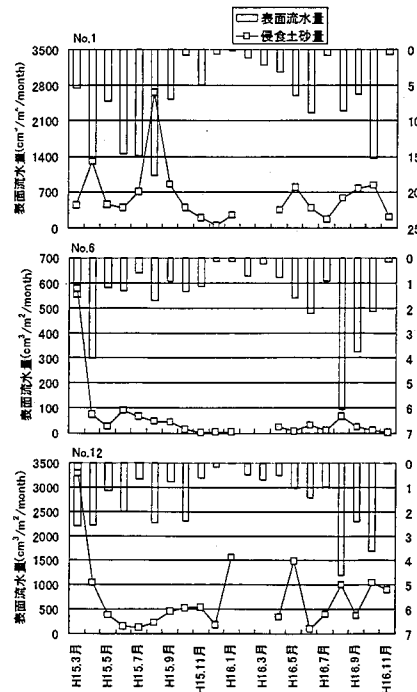


図-3 侵食土砂量計測結果
(No. 1, 6, 12)

響因子) と侵食土砂量との関係を示す。

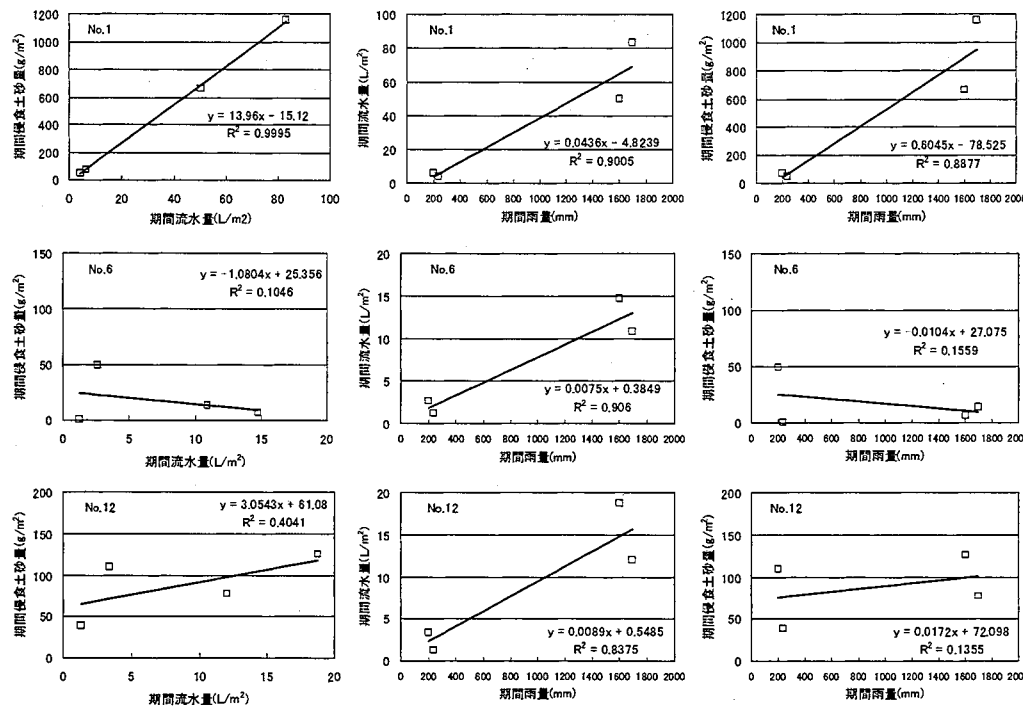


図4 累積雨量と期間表面流量・期間侵食土砂量との関係 (No. 1, 6, 12)

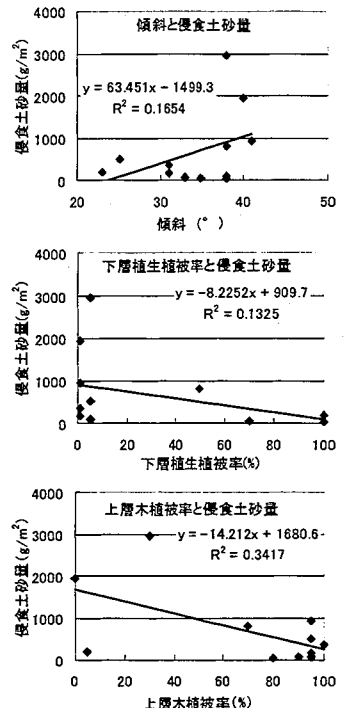


図5 侵食土砂量と影響因子の関係

図-4 をみると、裸地 (No. 1) の表面流量-侵食土砂量の関係は高い相関を示し、雨量-表面流量、雨量-侵食土砂量の関係も比較的良好な相関を示している。これに反してアカマツ林 (No. 6) では、侵食土砂量と明瞭な関係がみられないことがわかる。また、ヤブニッケイ林 (No. 12) は正の相関傾向を示しているが、No. 1 と比較すると総量的には非常に少ない。また、No. 6, No. 12 においては雨量-表面流量の関係は比較的良好な正の相関が確認できる。

図-5 に示した傾斜-侵食土砂量の関係では、正の相関を示すコドラートと、傾斜が $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ でも少量の侵食土砂量しか発生しないコドラートがあることがわかる。また、下層植生植被率もしくは上層木植被率が高ければ侵食土砂の発生が少なくなることが確認でき、侵食土砂の発生に大きく上下層の植生の植被が影響していると考えられる。

次に上-下層植生の植被率と侵食土砂との関係を詳しくみてみる。

上層木植被率-下層植生植被率の関係 (図-6) より、各コドラートは大きく4つのグループに分けられる。また、この4グループに着目して図-7 に示す観測期間の表面流量-侵食土砂量との関係をみると、やはり裸地に分類される No. 1, 2 の表面流量及び侵食土砂量が多く、植被率が高いコドラートでは少なくなる。植生と表面流量および侵食土砂量との関係は、上層木の植被率が高い (70%以上) もしくは下層植生の植被率が高い (70%以上) と侵食土砂量および表面流量は減少する傾向にあると言える。

5. おわりに

侵食土砂量は、下層植生の植被率と上層木の植被率との状況により大きく3つのグループに分けられる。観測地点 No. 1, 2 の裸地は、約2カ年の観測での侵食土砂総量は約 $2,500\text{g/m}^2$ (換算値約 $960\text{m}^3/\text{km}^2$) となり、他と比較すると1オーダー程度大きいことがわかった。観測地点 No. 3, 5, 6, 7, 10, 11, 12 は、約 200g/m^2 (換算値約 $75\text{m}^3/\text{km}^2$) 程度となっており、裸地の1/10以下程度となる。No. 4, 8, 9 では上記の中間に位置し、約 700g/m^2 (換算値約 $270\text{m}^3/\text{km}^2$) の侵食土砂量が発生した。この結果、現時点での評価では、おおよそ上下層植生のバランスの良い樹林地：その他樹林地：裸地 = 1 : 4 : 13 の表面侵食土砂量に差異が生じることが判った。

今後も表面侵食現象の定量化のため、4つのグループに着目してコドラートを整理・縮小し、継続してデータの蓄積と解析検討を行う予定である。また、コドラート内の土壌水分の観測を追加し、雨量-流量の詳細解析を試みたいと考えている。

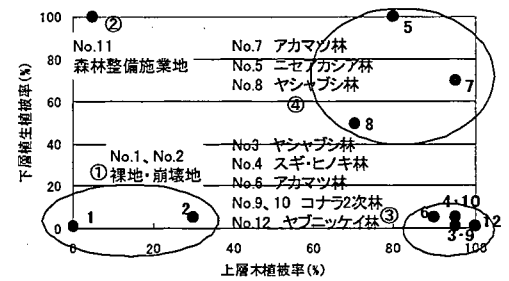


図-6 各コドラートの植被率の状況

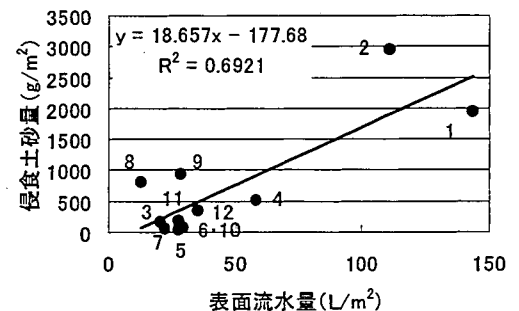


図-7 コドラート毎の表面流量-侵食土砂量の関係

参考文献：樹林の表面侵食抑制効果に関する基礎的検討
：樹林の防災効果の定量化に関する現地計測の試み

平成16年度砂防学会研究発表会概要集
平成15年度砂防学会研究発表会概要集