

樹林の防災効果の定量化に関する現地計測の試み

国土交通省近畿地方整備局六甲砂防工事事務所調査課；柳澤秋介、酒井哲也、西口喜隆
住鉱コンサルタント株式会社建設コンサルタント本部防災事業部砂防部；山下伸太郎、○佐光洋一

key word: 樹林の防災効果、土砂生産、表面侵食、定量化、現地計測

1. はじめに

過去に禿しや地が広く分布していた六甲山系では、古くから緑の回復に向けて、神戸市や治山・砂防事業等が実施され、現在では大幅に樹林が回復している。直轄砂防事業は昭和13年に着手し、砂防堰堤や渓流保全工の整備を中心とした事業が実施され、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、六甲山系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、土壤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・表面流水量等の計測を試みたので紹介する。

2. 現地計測項目の設定

樹林の効果として、平時の表面侵食土砂量に着目し、表面侵食に関連すると想定される以下の項目を計測項目として設定した。

・表面侵食土砂量

平常時の斜面での土砂生産現象である表面侵食作用を、林分や林相、下層植生の有無や土壤の発達、地形等の要因による侵食土砂量の差異として定量把握する。

・リター量

表面侵食土砂量の測定において混入が予測され、正確な土砂量把握のため測定時に分別し把握する。

・表面流水量

表面侵食作用は、基本的に表流水を介して発生すると想定され、流水量の差異による侵食土砂量の変化を把握する。

・微地形変状把握

リル・ガリの発生・発達により侵食土砂量に差異があるおそれがある。また、土壤や樹冠の発達によっても同様の差異があるおそれが予測されることより把握する。

・雨量

総雨量及び降雨強度が侵食土砂量の差異及び表流水の発生水量（雨量-浸透量）に関連すると想定されることより把握する。

3. 計測手法

①コドラーと測定機器の設置

表面侵食土砂量の観測は、10m×10mのコドラーを現地に設置し、周辺の影響を遮断している。斜面下方に土砂の捕捉及び表面流水量測定器を設置（土砂捕捉器）した。（図-1参照）

②表面侵食土砂の捕捉器

表流水の水量を測定するため、捕捉器は二重構造とし、土砂と水を分離する構造としている。分離した水は、転倒マス（雨量計を利用：転倒回数を把握）に落とし込み測定した。（図-2参照）

③周辺環境に関する調査

表面侵食現象に関して関連のある周辺環境の把握を行っている。現地調査は、コドラー内の微地形の把握及び植生に関する情報の把握を行った。

④観測

- ・捕捉物は全量サンプリングし、侵食土砂量、リター量は乾燥重量の測定及び粒度試験を実施した。
- ・流量はロガーを用いて常時観測を実施した。
- ・観測時にコドラー内の微地形変化を確認し、変化がある場合は状況のスケッチ及び写真撮影を実施した。

4. 計測地点の設定

現地調査結果を基に、12地点への絞り込み検討を行った。

樹林の表面侵食防止効果の定量化については、①代表林分②表土層の状況③斜面勾配④林床植生など、様々なパラメータが考えられるが、全てを考慮し選定しようとする場合、パラメータ数のべき乗の観測地点が必要となる。そこで、定量化の指標によるグルーピングを行い、計測地12地点を選定した。

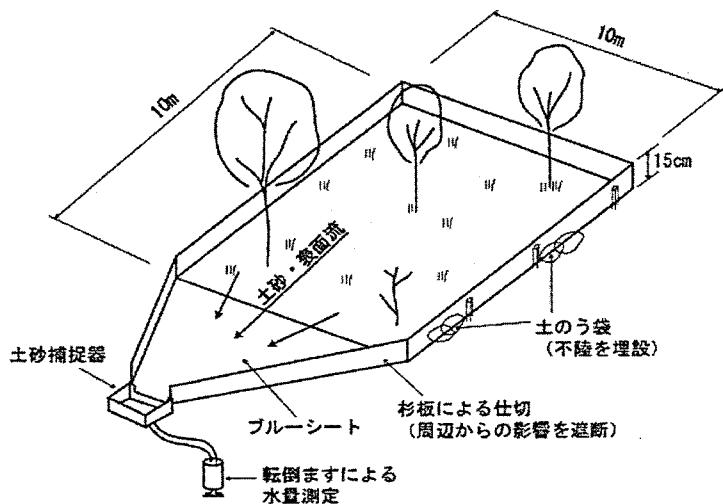


図-1 コドラー設置イメージ

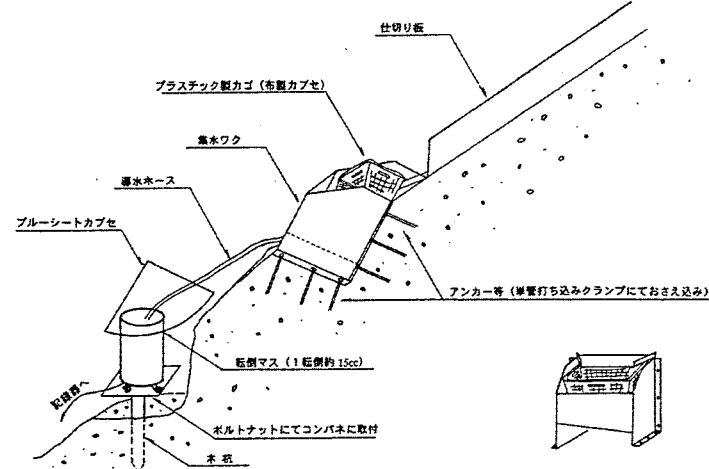


図-2 表面侵食土砂の捕捉器設置イメージ

5. 計測結果

平成15年1月末までに計測機器の設置を終え、2月より計測を実施した。

計測期間は3月中旬までのものである。そのため、詳細な解析が可能なまでのデータの取得はできていない。今後の継続計測に期待するところが大きい。

以下では、現時点のデータを用いて考察した結果を述べる。

①表面侵食土砂量について

小規模降雨によっても表面侵食が発生していることは明らかと考えられる。

地点毎の表面侵食土砂量の月別(図-3)を比較すると、降水量が同程度(2月77mm, 3月:70mm, 但し、3/1~3/20のデータ)であるにもかかわらず、基本的には2月に対して3月の土砂量が少ない。これは、設置直後の踏み荒らしの影響が予測され、特にコドラーの外周部で掘削を行っている影響があったと考えられる。また侵食土砂量は、コドラーの調査よりも、地形勾配が急な地点において多くの土砂を生産する傾向がある。

しかし、下層植生が発達している地点では、地形に関係なく土砂生産は少ない傾向にある。低木層～高木層の植被率との関係は、これまでの観測では全く傾向がない。

②表面流水分量について

表面侵食土砂量と同様に小規模降雨によっても表面流が発生していることは明らかと考えられる。

地点毎の表面流水分量の月別(図-3)を比較すると、2月に対して3月の水量が基本的に多い。これは、表面侵食土砂量と同様に設置直後の踏み荒らしが要因と考えられる。また、推定ではあるが、3月の測定期間に内に2月と同程度の雨量を確認していること、2月1ヶ月間で雨量を観測した日が5日に対し、3/1~3/10の10日間の内6日で雨量を観測を観測していることより、土壤水分状況(土壤水分量)が比較的湿潤であったと想定され、流水量の差異に土壤水分が影響している可能性がある。

植被率に関しては、裸地・崩壊地とそれ以外では差異が認められるが、他の関係は現時点では不明瞭である。

6. おわりに

今回、樹林の効果として、平時の表面侵食土砂量に着目し、表面侵食に関連すると想定される項目の現地計測を六甲山系で行った。これまで斜面地において、小規模降雨時の表面流及び表面侵食が発生していることが明らかとなったといえる。しかし、計測が短期間であることよりデータの確実性を裏付ける必要があるといえる。また、表面侵食現象の発生要因の解明とその定量化のため、今後の継続的な計測を行い、より詳細な解析検討を行っていく予定である。

また、下流への土砂流出の観点をふまると、表面侵食現象等により生産されている土砂の渓流への供給過程(特に斜面内に貯留されるメカニズムの解明)についても、現地計測によるデータの取得と解析を試みたいと考えている。

最後に、貴重なご助言をいただいた京都大学大学院農学研究科水山高久教授に、感謝の意を表します。

表-1 計測地点の諸元

調査 地点	林分名	立地条件調査			微地形調査			照度	土壌調査				
		標高	方位	傾斜	地形	面積(m ²)	調査 メッシュ数		堆積様式	A0層 (cm)	A層 (腐食)	有効土 層厚 (cm)	
1	裸地・崩壊地	660	NE	40	谷部	4×4	16	4	崩積土	3	乏し	40	
2	裸地・崩壊地	490	NE	38	尾根部	6×6	36	9	残積土	3	乏し	90	
3	ヤシャブシ林	360	NE	31	斜面上部	10×10	100	25	2.6	残積土	4	乏し	60
4	スギヒノキ林	300	SE	25	斜面中部	10×10	100	25	5.7	飼行土	10	含む	100<
5	ニセアカシア林	430	NE	38	斜面下部	10×10	100	0	崩積土	2	すこぶる富む	100<	
6	アカマツ林	300	SE	33	斜面中部	8×8	64	16	28.5	飼行土	4	すこぶる富む	50
7	アカマツ林	810	NE	35	斜面中部	10×10	100	25	21.1	飼行土	7	富む	50
8	ヤシャブシ林	710	SW	38	斜面下部	10×10	100	25	34.0	崩積土	8	含む	60
9	コナラ2次林	260	NW	41	尾根部	10×10	100	25	40.7	残積土	7	すこぶる富む	60
10	コナラ2次林	680	SW	38	斜面上部	10×10	100	25	32.2	残積土	6	含む	70
11	森林整備施業地	340	SE	23	斜面中部	10×10	100	7	86.6	飼行土	7	含む	70
12	常緑林	340	NW	31	斜面中部	10×10	100	25	13.4	飼行土	9	含む	70

*1傾斜は、コドラーの綫断方向の仕切板の傾斜をクリノメータで計測し、平均した値である。

*2平均直径・樹高は、高木層の平均値である。

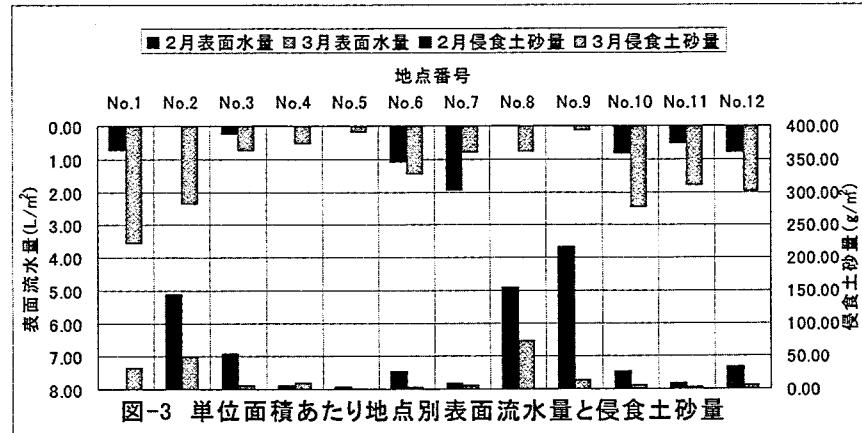


図-3 単位面積あたり地点別表面流水分量と侵食土砂量

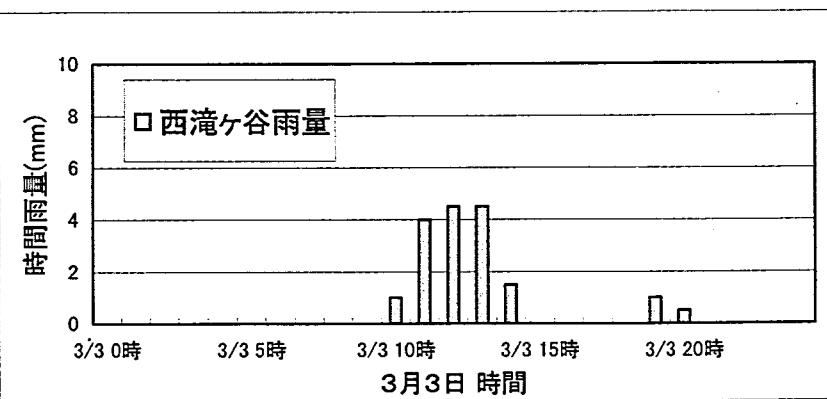
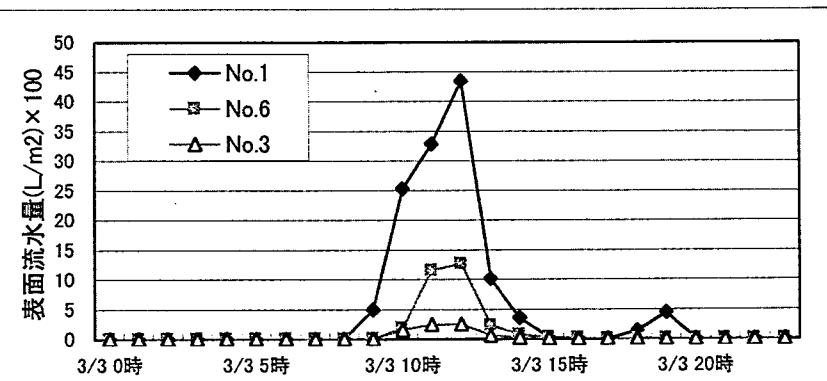


図-4 単位面積あたりの時間表面流水分量と雨量 (抜粋)