

六甲山系における斜面観測（その2）

国土交通省 近畿地方整備局 六甲砂防事務所 光永健男*1・有村良一*2・菊森誠・和泉美智子

京都大学 小杉賢一郎

筑波大学 内田太郎

国土防災技術株式会社 ○永田葉子・藤原美波

*1 現：富士砂防事務所 *2 現：淀川河川事務所

1. はじめに

六甲山系では土砂災害に対する安全性を高めることとともに良好な都市環境、風致景観などの保全・育成を目的として「六甲山系グリーンベルト整備事業（以下 GB 事業）」が実施されている。この事業において、樹林整備として、土砂災害を防止する観点から望ましい樹林となるような整備・管理および林相転換が行われている。

この樹林整備を土砂災害防止の観点から評価するために、様々な種類の植生条件の場所で表面流出量や表面侵食量の観測が行われた。ここでは、その観測結果についてとりまとめ、樹林整備の効果について検討を行った。

2. 観測の概要

GB 事業は斜面を表 1 に示すようにグリーンベルト整備区分Ⅰ～Ⅲに分類して事業を実施している¹。

表 1 グリーンベルト整備区分

整備区分	観測所
Ⅰ 荒廃地あるいは荒廃が予測され、もしくは地すべり、がけ崩れの危険性が高く積極的な 砂防設備、地すべり防止施設、急傾斜地崩壊防止施設が必要とされる区域	S-4 S-5 S-6 S-7
Ⅱ 現状で概ね樹林等が形成されているが、土砂災害防止の観点から、積極的に 林相転換、補植などの整備 を行い、継続的に撫育等を実施する区域	S-1 S-8 S-9 S-11
Ⅲ 現状で樹林が形成されているが、土砂災害防止の観点から、伐採や下刈りなどの適正な整備を行い、 良好な樹林へ誘導あるいは維持 する区域	S-2 S-3 S-10

目標とする林分である整備区分Ⅲとハード対策や林相転換が必要な整備区分Ⅰ・Ⅱの土砂災害防止機能の評価するために、表 1 の右側に示す S-1～11 の 11 箇所幅 5m、斜長 10m の小区画を設置し、以下の観測を行った。

- ① 林内雨量（樹冠遮断量の観測）
- ② 表面流出量
- ③ 表面侵食量

これらの S-1～11 については 2008 年頃から観測が開始されているが、順次観測を終了しており、2021 年まで観測が継続されたのは太字で記載した 6 箇所である。

観測方法を写真 1 に示す。なお、表面侵食量は荷重計により時刻歴に観測が実施されているが、表面流出量が少ないため侵食土砂は荷重計の手前で止まってしまうことが多い。荷重計と荷重計の手前で止まった土砂は 2 ヶ月ごとに回収され、土砂量が計量されている。検討に用いる侵

食土砂量はこの回収された土砂量から月当りの侵食土砂量を算出した。



写真 1 表面流出・侵食土砂量の観測方法

3. 観測結果

(1) 樹冠遮断

小区画の脇の林内に雨量計を設置し、林内雨量の観測を実施した。観測期間内の主な降雨のときの近傍の雨量観測所の雨量（林外雨量）との関係を図 1 に示す。図 1 の左図は主要出水ごとの林外雨量と林内雨量の関係の例で、観測所ごとに異なるが、降雨ごとの違いは小さい。右図は、これらの観測所ごとの林外雨量と林内雨量の関係の近似式である。林外雨量に対する林内雨量は概ね 60%程度と少なくなっているが、整備区分との関係は見られない。

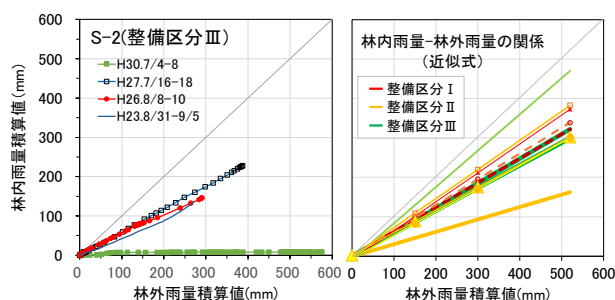


図 1 林外雨量と林内雨量の関係

(2) 表面流出量

主要出水時の降雨（林外雨量）に対する表面流出量の割合（表面流出率）を図 2 に示す。

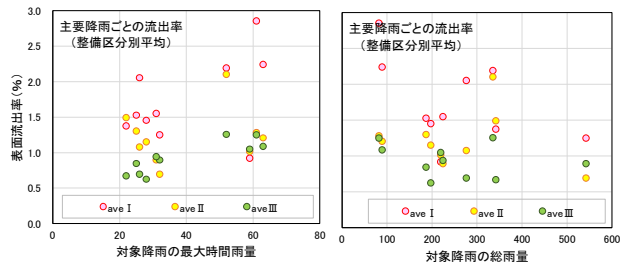


図 2 林外雨量に対する流出率

表面流出は降雨の数%しか流出しておらず、降雨は速やかに浸透しているものと考えられる。表面流出の流出率は整備区分 I が多く、III が少ない傾向にある。また、流出率は最大時間雨量に比例し、総雨量には反比例しているように見える。

(3) 侵食土砂量

11 箇所の観測所のうち、2021 年まで観測を実施した 6 箇所の年間の侵食土砂量を図 3 に示す。

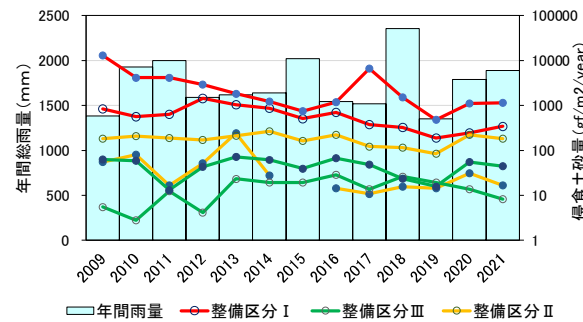


図 3 年間の侵食土砂量

侵食土砂量は整備区分 I の 2 箇所は多く、整備区分 III の箇所は少なく、2 オーダー程度の違いがある。整備区分 II の箇所は I、III の中間の箇所と III と同程度の箇所がある。年間の総雨量が多い 2018 年、2015 年の侵食土砂量が多

いとは言えず、年間の降雨量と侵食土砂量には特に関係は見られないことが判る。

4. 考察

観測所ごとの表面流出、侵食土砂量を整備区分ごとにまとめ表 2 に示す。また、表面流出率と侵食土砂量の関係を図 4 に示す。

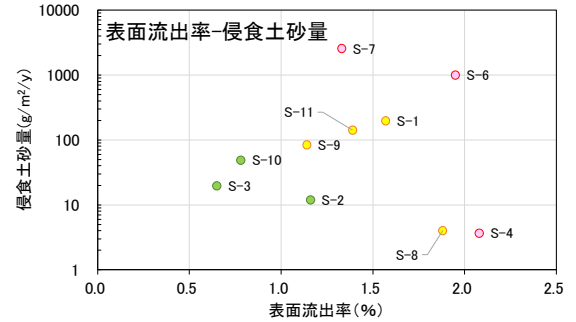


図 4 表面流出率と表面侵食土砂量の関係

表面流出率、侵食土砂量とも整備区分 I が多く、整備区分 III が少ない。ただし、侵食土砂量は観測所ごとのばらつきが大きく、整備区分 I、II の観測所であっても、整備区分 III の箇所より少ない箇所もある。表面流出については、観測所ごとの差は小さいものの、そのような箇所によるばらつきは少なく、整備区分 I の箇所が多く、整備区分 III が少なく、整備区分 II はその中間である。

これは良好な森林の状態であると、下層植生の被覆率が高くなり、土壌の形成が促進され、それが主に表面流出の減少として現れていることが考えられる。

以上の観測結果から、GB 事業の樹林整備により良好な森林の状態にすると、表面流出量、表面侵食土砂量とも減少する。表面流出量は、降雨後に非常に早く流出する成分であり、表面流出量の減少は溪流の急激な増水の緩和、流下させる土砂量の低減につながることを期待される。また、表面侵食土砂量の減少は溪流への土砂の供給を減らすこととなり、土砂流出の減少につながると考えられる。

表 2 観測結果のまとめ

番号	整備 区分	植生	草本層の 植被率 (設置時) (%)	平均傾斜 (°)	面積 (m2)	樹冠遮断 (%)	表面流出率 (%)			単位面積当り侵食土砂量 (g/m2/year)			
						(1-林内/林外)	区分別	～H27台風11号	全期間	区分別	～H26	全期間	区分別
S-4	I	裸地崩壊地	5	12	41.0	0.38	0.33	2.08	－	1.7	4	－	1132
S-6	I	コナラ-アベマキ群集	1	47	38.5	0.35		1.95	1.88		995	600	
S-7	I	アカマツ-モチツツジ群集	1	41	38.5	0.27		1.33	1.34		2555	2075	
S-1	II	ヤシブシ林	1	32	42.9	0.69	0.45	1.57	1.11	1.3	197	162	97
S-8	II	スギ-ヒノキ群集	5	27	45.5	0.42		1.88	－		6	－	
S-9	II	スギ-ヒノキ群集	50	33	42.0	0.41		1.14	1.23		84	44	
S-11	II	ニセアカシア群集	10	33	44.0	0.26		1.39	－		141	－	
S-2	III	森林施業地	100	26	46.0	0.42	0.29	1.16	0.95	0.9	12	14	27
S-3	III	コナラ2次林	50	22	48.3	0.37		0.65	－		20	－	
S-10	III	コナラ-アベマキ群集	15	39	38.5	0.08		0.78	0.99		49	44	

¹ 国土交通省六甲砂防事務所「六甲山系グリーンベルト整備事業 樹林整備マニュアル (案)」平成 21 年 3 月