

流出に対する森林の構成樹種の変化や荒廃状況の影響度評価の試み

信州大学大学院農学研究科
筑波大学大学院生命環境科学研究科

○長嶺真理子・平松晋也
恩田裕一・古賀聡子・福山泰治郎・浅井宏紀

1. はじめに

近年、森林の管理が行き届いていない人工林が増加し、流域内での水循環や土砂移動現象に影響を及ぼしていることが指摘されている。本研究では、森林樹種の相違や荒廃状況が流出に及ぼす影響を定量的に評価することを目的とし、異なる3樹種で構成されている森林地内で、河道流出水量・河道浮遊砂量・斜面表面流出水量・斜面侵食土砂量を観測した。

2. 研究対象流域及び観測方法

研究対象流域は、高知県大正町の四万十川中流部に位置する葛籠川流域(21.0km²)である。図-1に流域内での観測地点の位置を、表-1に観測地の概要を示す。河道流出水量の観測は、同流域内の天然林(広葉樹林)内の2地点(P2, P3)、36~39年生スギ人工林内の1地点(P4)、35~39年生ヒノキ人工林内の3地点(P6~8)、そしてこれらの流域を包括する流域(特大流域)の1地点(P1)の計7地点で行った。浮遊砂の観測は、ヒノキ人工林流域(P8)を除く河道流出水量観測地点に浮遊砂サンプラーを設置して実施した。また、広葉樹林内に2地点(K11, K11-2)、スギ人工林内に1地点(K12)、ヒノキ人工林内に1地点(K14)の計4地点に斜面観測プロットを設置し、自然降雨による斜面からの流出水量と侵食土砂量を計測した。河道流出水量(水位)と斜面表面流出水量は、転倒マス型雨量計と静電式水位計を用いて自動計測した。河道浮遊砂量は、2004/6/4~9/9の浮遊砂サンプラー設置期間中に計6回(この内、8/4までの3回はP7(ヒノキ)のみ)計測した。斜面侵食土砂量は、2004/7/25~12/7の土砂捕捉ネット設置期間中に計9回(K14(ヒノキ)のみ6回)採取した。

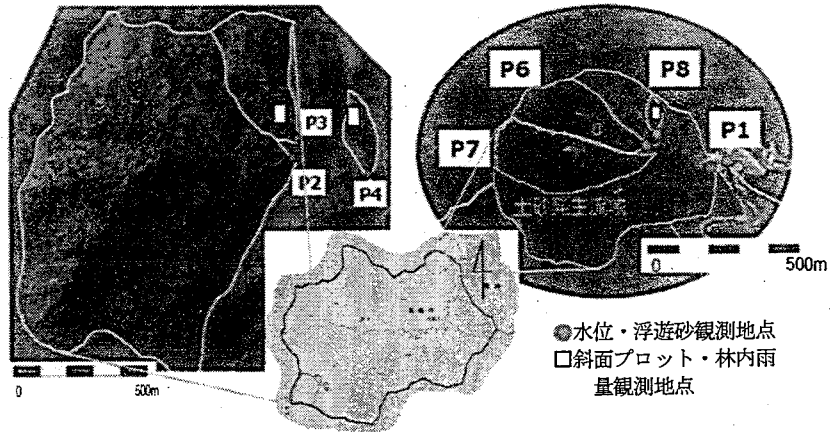


図-1 流域内での観測地点の位置

表-1 観測地概要

地点No	水位・浮遊砂				起伏比	斜面プロット						
	流域面積(ha)	パーシャルリユームサイズ	樹種	林齢		試験プロットNo	幅(m)	斜面長(m)	斜面勾配(°)	転倒マス型雨量計設置日	表面流出水量観測開始日	表面侵食土砂量観測開始日
P1	1,880.0	-	-	-	0.12	-	-	-	-	-	-	-
P2	45.3	-	-	-	0.34	-	-	-	-	-	-	-
P3	4.5	6inch	広葉樹	原生林	0.93	K11	0.5	1.8	36.6	04/05/21	04/06/13	04/05/18
						K11-2	0.5	2.0	38.9		04/07/12	04/07/12
P4	2.4	6inch	スギ	36-39年	1.64	K12	0.5	1.8	37.6	04/05/07	04/06/22	04/05/18
P6	5.7	9inch	-	-	1.10	-	-	-	-	-	-	-
P7	33.2	1.5feet ^{注1)}	ヒノキ	35-39年	0.61	-	-	-	-	-	-	-
P8	0.6	6inch	-	-	1.44	K14	0.5	1.4(1.7)	37.6	04/05/08	04/06/22	04/05/18

注¹⁾ ()内の数字は2004年6月から11月までの斜面長。度重なる台風の影響を受けて、観測プロット下端が崩れたことにより縮小された。
注²⁾ ノンプリズムレーザー距離計(レーザーテクノロジー社製)を用いて計測した。
注³⁾ 台風23号(10/20上陸)時にパーシャルリユームが大破した。

3. 降雨イベント時の流出状況

2004/6/4~12/7の観測期間中に27イベントの降雨が観測され、総雨量:R_T;7.4~381.0(mm)、最大日雨量:R_d;4.8~379.8(mm/day)、最大時間雨量:R_h;2.0~127.6(mm/hr)であった。

2004/8/28~30の降雨イベントを例として、河道流出水高の経時変化を図-2に示す。ピーク河道流出水高:D(mm/5min)はP8(ヒノキ)で2.42と最大値を示し、次いでP3(広葉樹):0.97→P4(スギ):0.82(P6(ヒノキ):0.94とP7(ヒノキ):1.00では、流出時にパーシャルリユームをオーバーフローし、ピーク流量計測ができなかった)の順である。これに対し、9/2回収(設置期間内降雨:8/28~30)の河道浮遊砂量:S_s(g/ha)はP3(広葉樹)で0.91と最大値を示し、次いでP6(ヒノキ):0.88→P4(スギ):0.50→P7(ヒノキ):0.18の順となっている。

全観測期間中の降雨イベント時の観測結果より、ピーク河道流出水高:D(mm/5min)の平均値はP8(ヒノキ)で0.81と最大値を示し、次い

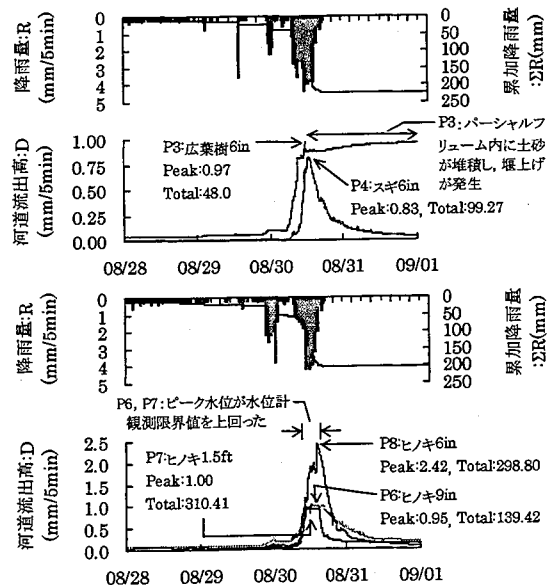


図-2 河道流出水高の経時変化(8/28-30)

で P3(広葉樹):0.69→P4(スギ):0.35 の順であり、河道浮遊砂量: Ss(g/ha)の平均値は P6(ヒノキ)で 0.61 と最大値を示し、次いで P3(広葉樹):0.47→P4(スギ):0.29→P7(ヒノキ):0.08 の順となり、両者とも 8/28~30 の場合と概ね同様の傾向を示した。一方、斜面からの降雨時の流出水量と侵食土砂量に着目すると、8/28~30 のピーク斜面流出高:D(mm/30min)は、K11(広葉樹)で 0.31 と最大値を示し、次いで K14(ヒノキ):0.27→K12(スギ):0.04 の順となっている(図-3)。同様に、9/2 回収(設置期間内降雨:8/28~30)の斜面侵食土砂量:S(g/m)も、K11(広葉樹)で 69.12 と最大値を示し、次いで K14(ヒノキ):59.76→K12(スギ):6.94 の順となっている。この傾向は、他の降雨イベントにおいても同様に認められた。以上より、スギ林と他流域とを比較すると、河道流出水量は 1/2 程度、河道浮遊砂量、斜面流出水量、斜面流出土砂量は 1/10 程度の値を示していることから、スギ林の保水性や耐侵食性の高さが伺える。

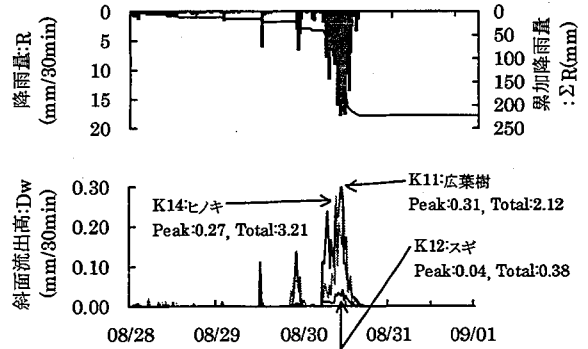


図-3 斜面流出高の経時変化

4. 降雨量と流出水量及び流出土砂量との関係

降雨量と河道流出水高及び河道浮遊砂量との関係を示す図-4, 5 より、総雨量: R_T (mm)に対する総河道流出水高:D(mm)の反応度合いは P3(広葉樹, 近似式の傾き:0.69)で最大値を示し、次いで P8(ヒノキ, 近似式の傾き:0.54)→P4(スギ, 近似式の傾き:0.29)の順となっていることがわかる。一方、最大日雨量: R_d (mm/day)に対する河道浮遊砂量:Ss(g/ha)の反応度合いは P6(ヒノキ, 近似式の傾き:0.005)で最大値を示し、次いで P3(広葉樹, 近似式の傾き:0.004)→P4(スギ, 近似式の傾き:0.002)→P7(ヒノキ, 近似式の傾き:0.001)の順である。このように、降雨に対する河道流出水高:D(mm)の反応度合いは広葉樹(P3)で最も大きかったにもかかわらず、河道浮遊砂量:Ss(g/ha)はヒノキ(P6)で最大値を示し、降雨に対する反応も最も鋭敏であることからヒノキでの土砂生産ポテンシャルの高さが伺える。総雨量と斜面流出水高との関係を示す図-6 より、総雨量: R_T (mm)に対する総斜面流出水高:Dw(mm)の反応度合いは K11(広葉樹, 近似式の傾き 0.135)で最大値を示し、次いで K14(ヒノキ, 近似式の傾き 0.126)→K11-2(広葉樹とスギ, 近似式の傾き:0.035)の順となり、K12(スギ)での降雨に対する流出の反応は K14(ヒノキ)と比較してその 1/4 程度と低いことがわかる。斜面流出水高と斜面侵食土砂量との関係を示す図-7 より、流出水量が同一の場合 K14(ヒノキ)と K11(広葉樹)の侵食土砂量は K-11-2(ヒノキ)と K12(スギ)の 10 倍以上の値を示し、K14 と K11 での土砂生産ポテンシャルの高さが伺える。この傾向は、他の観測事例においても同様に認められた。このように、同じ広葉樹林内においても K11 と K11-2 の場合のように、場所が数 m 離れただけで侵食土砂量が 1 オーダーも異なるといった結果は、将来的に望ましい森林管理や施業方法を考えていく上で、注目に値する事実である。

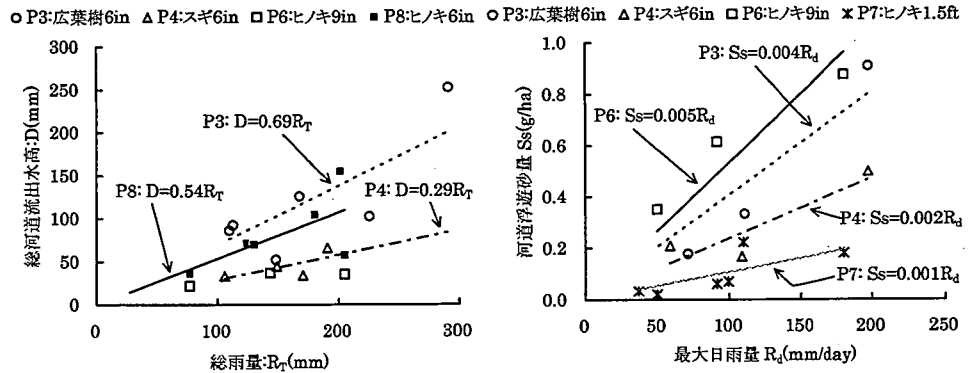


図-4 総雨量と河道部での流出水量との関係

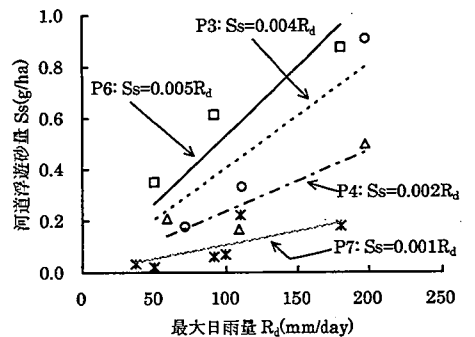


図-5 観測期間内最大日雨量と浮遊砂量との関係

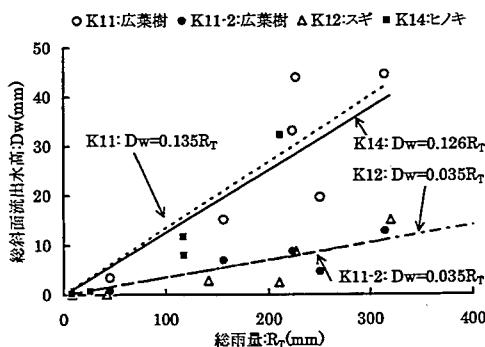


図-6 総雨量と斜面内での流出水量との関係

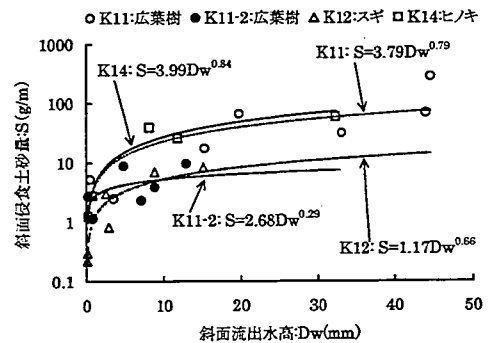


図-7 斜面内での流出水量と侵食土砂量との関係

5. 今後の課題

今回の観測では、度重なる台風の影響により観測施設が数回破損したため、大規模出水時の河道流出水量を観測することができなかった。また、昨年の降雨は途切れることなく降り続いたため、計測された浮遊砂量の大部分には複数の降雨による影響が含まれる結果となった。今後は、大規模流出時の河道流出水量観測事例及び単一降雨に対する河道浮遊砂量観測事例を増やし、今回提示した関係式の精度を向上させ、降雨-流出水量-流出土砂量関係を指標とした土砂災害危険度予測手法の確立へと研究を展開させていきたい。