

森林樹種の相違が斜面侵食や流出に及ぼす影響に関する現象論的研究

信州大学大学院総合工学系研究科 ○長嶺真理子
 信州大学農学部 平松晋也
 筑波大学大学院生命環境科学研究科 恩田裕一
 (独)科学技術振興機構 水垣滋
 筑波大学大学院環境科学科 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域からの流出水量や流出土砂量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、斜面からの表面流出水量と侵食土砂量、河道部では流出水量と浮遊砂量を観測した。さらに、これらの観測結果を基に、森林樹種の相違が水・土流出特性に及ぼす影響について考察した。

2. 研究対象流域と観測方法

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箆川流域(21.0km²)である(図-1)。表-1に観測地の概要を示す。斜面からの流出水量と侵食土砂量は、同流域内の計4地点に斜面観測プロットを設置することにより計測した。また、同流域内の河道部の計5地点にパーシャルフリュームとリキッドサンプラーを設置し、流出水量と浮遊砂量を計測した。

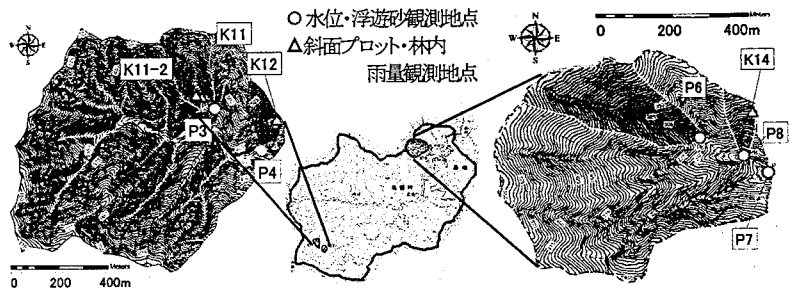


図-1 流域内での観測地点の位置

表-1 観測地概要

流域観測		斜面観測プロット				樹種	林齢(年) (2005年現在)	
地点No	流域面積(ha)	地点No	斜面勾配(°)	幅(m)	斜面長 ¹⁾ (m)			
P3	4.5	6inch	K11	36.6	0.5	1.8	カシ類, シイ, (ヒノキ, ツガ, モミ)	195
			K11-2	38.9	0.5	2.0		
P4	2.4	6inch	K12	37.6	0.5	1.8	スギ・ ヒノキ複層	38
P6	5.7	9inch	-	-	-	-	ヒノキ一斉	39
P7	33.2	1.5feet	-	-	-	-		38~39
P8	0.6	6inch	K14	37.6	0.5	1.4 (1.7)		38

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イベントの出水が観測された。2004/10/18~20の降雨イベント時の斜面での表面流出水量の経時変化を図-2に示す。総表面流出水量(mm)はK11(広葉樹)で26.6と最大値を示し、次いでK14(ヒノキ):21.7→K11-2(広葉樹):5.3→K12(スギ):4.4の順となり、最大10分間表面流出水量(mm/10min)も同様の傾向を示した。一方、斜面侵食土砂量(10/24回収):S(g/m)は、K11(広葉樹)で283.0と最大値を示し、次いでK11-2(広葉樹):9.7→K12(スギ):8.3→K14(ヒノキ):2.8の順であった。また、全期間の降雨イベント時の観測結果より、総表面流出水量:Dw(mm)の平均値はK11(広葉樹)で23.0と最大値を示し、次いでK14(ヒノキ):10.6→K11-2(広葉樹):9.2→K12(スギ):4.9の順であり、斜面侵食土砂量:S(g/m)の平均値はK11(広葉樹)で54.5と最大値を示し、K14(ヒノキ):39.7→K11-2(広葉樹):5.9→K12(スギ):3.2の順であった。

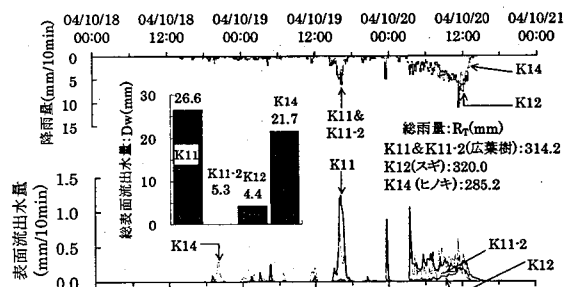


図-2 斜面での表面流出水量の経時変化

2004/8/17~19の降雨イベントを例として、流域からの流出水量の経時変化を図-3に示す。総流出水量(mm)はP7(ヒノキ)で227.4と最大値を示し、次いでP3(広葉樹):159.8→P8(ヒノキ):95.6→P6(ヒノキ):45.2→P4(スギ):38.0の順である。その他の降雨イベントにおいても同様の傾向が認められた。以上より、スギ林と他流域とを比較すると、表面流出水量は1/5~1/2程度、侵食土砂量は1/10~1/2程度、流出水量は1/5~2/3程度の値を示していることから、スギ林の保水(難浸透)性や耐侵食性の高さが伺える。

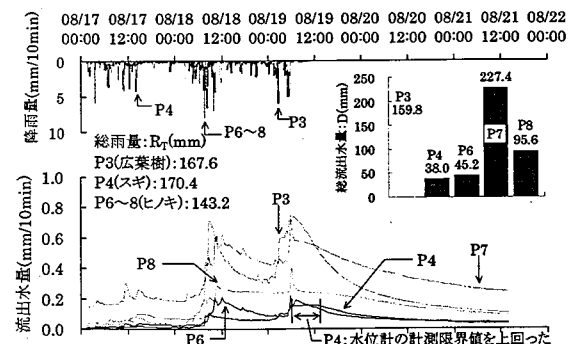


図-3 流出水量の経時変化

4. 降雨量と流出水量及び流出土砂量との関係

斜面での総雨量と総表面流出水量との関係を示す図-4より、総雨量: R_T (mm)に対する総表面流出水量: D_w (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(ヒノキ)ならびに K12(広葉樹とスギ, 近似式の傾き: 0.035)の順となり、K12(スギ)での表面流出水の発生抑制機能の高さが伺える。表面流出水量と侵食土砂量との関係を示す図-5より、表面流出水量が同程度の場合、K14(ヒノキ)とK11(広葉樹)の侵食土砂量は K12(スギ)と K-11-2(ヒノキ)侵食土砂量より1オーダー大きい値を示していることから、K14(ヒノキ)とK11(広葉樹)での土砂生産ポテンシャルの高さが伺える。また、同じ広葉樹林内においてもK11とK11-2の場合のように、場所が十数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注目に値する。

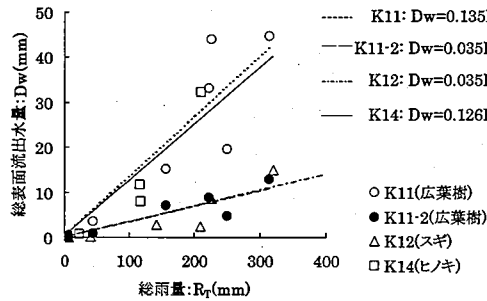


図-4 斜面での総雨量と総表面流出水量との関係

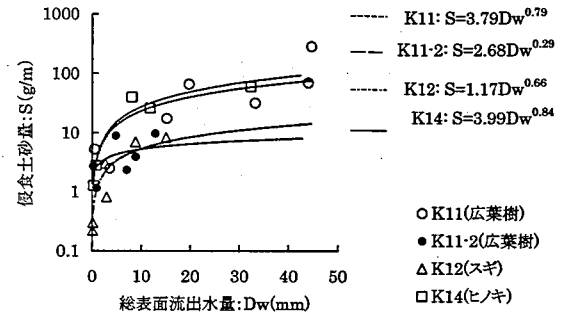


図-5 斜面での総表面流出水量と侵食土砂量との関係

降雨量と流出水量(河道部)との関係を示す図-6を基に、総雨量: R_T (mm)に対する総流出水量: D (mm)の反応度合いを比較すると、P7(ヒノキ, 近似式の傾き: 1.44)で最大値を示し、次いで P8(ヒノキ, 近似式の傾き: 0.86)→P3(広葉樹, 近似式の傾き: 0.74)→P6(ヒノキ, 近似式の傾き: 0.50)→P4(スギ, 近似式の傾き: 0.27)の順となった。

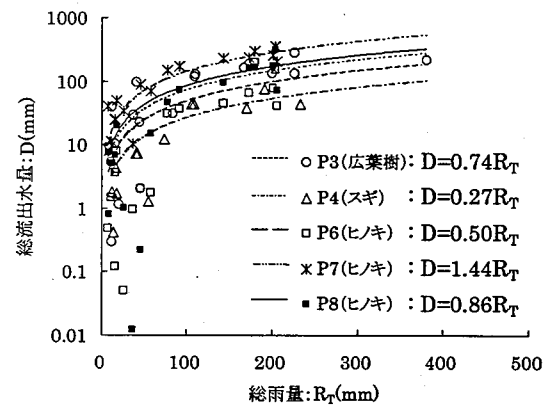


図-6 総雨量と総流出水量との関係

河道部で計測された流出水量と浮遊砂量(実測値)との関係を示す図-7より得られた流出水量と浮遊砂量との関係式を用いて浮遊砂量の再現を試みた。2004/8/17~19の降雨イベントを例として浮遊砂量の流出状況を図-8に示す。P7(ヒノキ)とP3(広葉樹)とに注目すると、同期間の総流出水量(図-3)に関してはP7(ヒノキ)はP3(広葉樹)の1.4倍程度の値を示したのに対し、総浮遊砂量ではP7(ヒノキ)はP3(広葉樹)の10倍もの値を示していることから、P7(ヒノキ)の土砂生産性の高さが伺える。

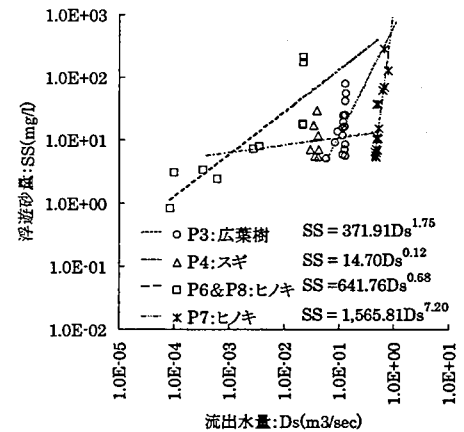


図-7 流出水量と浮遊砂量との関係

5. まとめ

スギ林での表面流出水量、侵食土砂量、流域流出水量の平均値は、それぞれ(同様に人工林である)ヒノキ人工林の1/2, 1/10, 1/5~1/2程度にすぎず、スギ人工林ではヒノキ人工林と比較して保水性や耐侵食性が高く、表面流出水のピークカット(調節)や貯留効果を有することが確認された。「広葉樹林は高い水源涵養機能や土砂生産抑制機能を有している」といった指摘が数多くなされているが、本研究では2つの観測斜面プロットのうちK11からの表面流出水量と侵食土砂量はヒノキ人工林での観測値をも上回る値を示し、K11-2からの流出水・土砂量はそれぞれK11の1/2, 1/10程度であった。このように、同一林内であってもわずかに離れただけで水や土砂の流出量には大差が認められた。今回提示したのは降雨量や流出水量を指標とした統計式であるが、今後は、水や土砂の物理的な流出過程をも考慮した流出土砂量予測モデルを構築する必要がある。

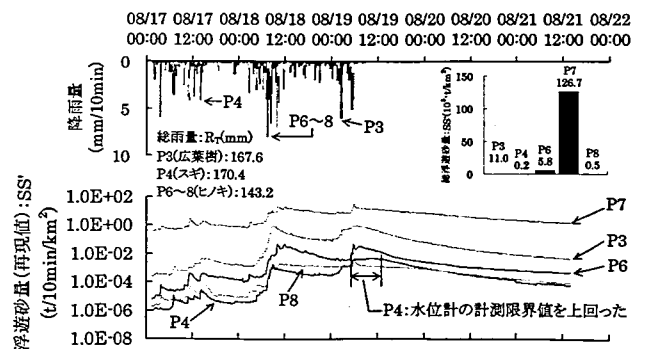


図-8 浮遊砂量の再現値の経時変化