

速報

現場降雨実験による森林斜面の地上流発生に及ぼす伐採の影響^{*1}浅野志穂^{*2}・壁谷直記^{*3}・萩野裕章^{*2}・清水 晃^{*3}・黒川 潮^{*3}・北村兼三^{*3}

浅野志穂・壁谷直記・萩野裕章・清水 晃・黒川 潮・北村兼三：現場降雨実験による森林斜面の地上流発生に及ぼす伐採の影響 九州森林研究 68：153－155，2015 森林の水土保持機能に及ぼす伐採作業の影響を明らかにするため、熊本県菊地市のスギ・ヒノキの人工林斜面において現場降雨実験を行い、伐採前と伐採後において地上流や流出土砂の発生状況の違いについて検討した。現場降雨実験は樹種や斜面勾配が異なる4地点で行った。その結果、全ての実験地点で伐採後に地上流が生じるようになった。また地上流の発生に伴って浸食による土砂流出が発生し、その量は地上流の量や斜面勾配、土壌硬度、林相等の影響を受けて変化することが明らかとなった。

キーワード：森林伐採、降雨実験、浸食

I. はじめに

近年、森林が有する公益的機能の発揮が安心・安全な社会を維持するためにも重要であるとの認識が広まってきている。その一方で現在、伐採時期となった森林が多く広がっている。このため森林の公益的機能に及ぼす伐採の影響を予測し評価するために、それぞれ環境要因への影響を定量的に明らかにすることが必要となっている。

森林の有する公益的機能、特に水源涵養機能や土砂災害防止機能などを含む水土保持機能については、これまでさまざまな場所で調査が行われてきている。例えば散水型降雨装置を用いた降雨実験によりヒノキ林の浸透能や地上流発生の特徴について調べられている（恩田ほか，2005，加藤ほか，2008）。そこでは降雨実験は浸透能などの水源涵養機能を調べる上で1つの有効な方法とされている。

このため本研究では、伐採前後の地上流の発生機構や土砂流出の変化を検討するために、降雨装置を用いた降雨実験を行った。実験は斜面勾配や植生条件が異なる複数箇所の森林斜面において豪雨を想定した降雨実験を行い、それぞれの場所の地上流の発生や土砂流出の違いについて検討を行った。

II. 試験方法

対象地は、熊本県菊地市の木護国有林内にある森林斜面である。この森林斜面は、広葉樹の侵入が見られる60年生のスギやヒノキの林であり平成24年11月から平成25年3月にかけて複数の区域で伐採と植え付けが実施された。対象地の地形や伐採条件などの詳細については既報に譲る（浅野ほか，2014）。降雨実験は林相条件や斜面位置が異なる複数の地点で行い、本報告ではそのうちの4地点の結果について示す。実験は斜面上にプロットを設置して、同一地点の斜面プロットで伐採前と伐採後に行い、その

結果を比較した。本報告における実験条件は表-1に示す。

今回用いた降雨装置は、雨滴発生装置と送水ポンプ、貯水タンクからなっている（図-1、写真-1）。雨滴発生装置は50cm×50cmの架台上に針状のノズルが84本下向きに取り付けられており、台全体がモータにより高速で振動することで、ノズルからの滴水水を振り切りながら水滴を発生させる装置である。雨量は送水ポンプの設定で調整することができる。雨滴発生装置は斜面プロットの真上に設置し、斜面上側で1m以上の高さとなるようにした。

斜面プロットは最大傾斜方向を長辺とし、幅が50cmとなる四角形の範囲とした。プロットの側方は側板を設置して水の流入が無い状態にした。プロット上端に側板等は設置せず、下端は流

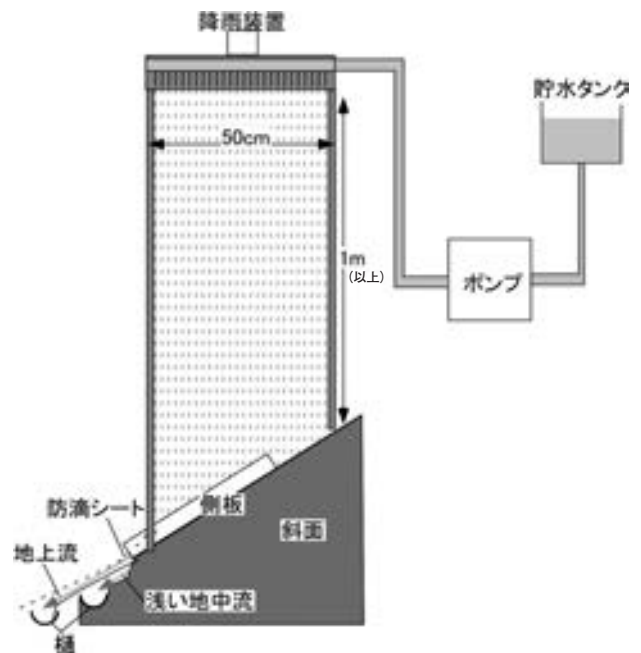


図-1. 実験方法

^{*1} Asano, S., Kabeya, N., Hagino, H., Shimizu, A., Kurokawa, U. and Kitamura K.: Effect of deforestation on surface flow generation of forested slope using rainfall simulator.

^{*2} 森林総合研究所 For. & Forest Prod. Res. Inst., Tsukuba, Ibaraki 305-8687, Japan.

^{*3} 森林総合研究所九州支所 Kyushu Res. Center, For. & Forest Prod. Res. Inst., Kumamoto, Kumamoto 860-0862, Japan.

表-1. 実験条件と結果

記号番号	伐採条件	伐採前優勢樹	地点名	斜面勾配(度)	土壌硬度(mm)	降雨時間(分)	実測雨量(mm)	地上流(mm)	浅い地中流(mm)	流出量(mm)	土砂量(g)
A1	伐採前	ヒノキ・広葉樹	斜筒上	38	2.9	60	154	3.1	9.3	12.4	0
A2	伐採後	ヒノキ・広葉樹	斜面上	38	3.4	60	146	75.7	2.9	78.6	5.13
B1	伐採前	ヒノキ・広葉樹	斜面下	33	3.1	60	154	0.1	0.4	0.5	0
B2	伐採後	ヒノキ・広葉樹	斜面下	33	3.1	60	156	12.2	0.0	12.2	0.29
C1	伐採前	スギ	斜面中上	30	1.5	60	147	2.0	22.1	24.1	1.31
C2	伐採後	スギ	斜面中上	33.75	1.5	20	53	9.5	0.0	9.5	6.69
D1	伐採前	スギ	斜面中下	20	3.1	60	159	0.1	11.2	11.3	0
D2	伐採後	スギ	斜面中下	19	4.8	60	168	40.0	0.2	40.1	4.09



写真-1. 実験の状況

出水を受ける樋を設置した。下端の樋は2段とし、上段側で地上流、下段で深さ5cm程度までの浅い地中流を補足できるようにした。それぞれの樋に入った水と土砂を採水瓶に溜めて採取した。なお本研究において地上流については、スギやヒノキ等の落葉層の上面の水を補足することができないため、伐採前では落葉層の下面の高さで補足した水、伐採後では落葉層が無くなったため地表面で補足できた水をそれぞれここでは地上流と呼ぶことにする。また地上流と浅い地中流をあわせた水をここでは流出水と呼ぶことにする。また補足する流出水に雨滴が直接混じらないようにするため下端から10cmまでの範囲を防滴用のシートで覆った。以上の設定を行って実際に降雨の範囲を測定したところ、側方は50cm、斜面方向に70cmの範囲であった。

実験時には毎回、開始前と終了後に雨量のキャリブレーションを行った。また実験は降雨を60分間与えて行った。降雨開始後から流出終了までの全流出水量を採取した。採水は10分間毎に採水瓶を交換して期間流出水量を求めた。採水した後、サンプルは室内で濾過を行い土と水のそれぞれの量を求めた。また実験後に斜面勾配と山中式土壌硬度計を用いた地表面の土壌硬度を測定した。ここでは落葉層の上から1地点で10回以上測定しその平均値を求めた。土壌硬度は読み値のmmで示した。

Ⅲ. 結果と考察

A地点において伐採前(A1)と伐採後(A2)の斜面にそれぞれ約150mm/hrの降雨を与えた場合における流出ハイドログラフを図-2に示す。伐採前(A1)では地上流はほとんど発生せず、大半は浅い地中流であった。降雨開始から約10分間はやや流出水は少ないものの10分後以降はほぼ一定量の流出水となった。また地上流が殆ど発生しなかったため土砂流出も発生しなかった。伐採後(A2)には流出水が増大し、大半は地上流の流出で、浅い地中流の流出は少量であった。地上流の増大に伴って土砂流出が発生した。土砂流出は一定ではなく地上流がやや減少した10分から20分にかけての時間帯では土砂量も減少するなど変動した。

表-1には実験条件とともに各実験時の総量についても示した。この中でC2については、実験開始から20分以降に周囲から土

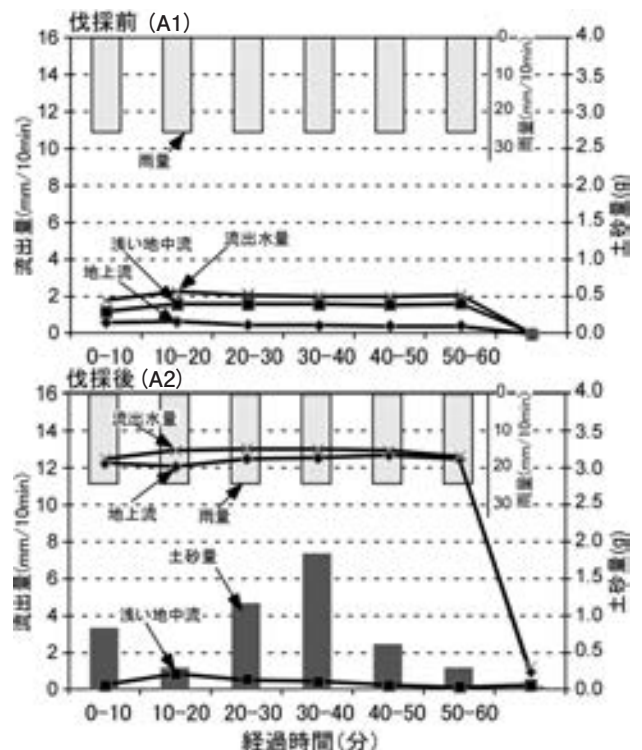


図-2. 流出ハイドログラフ (A地点)

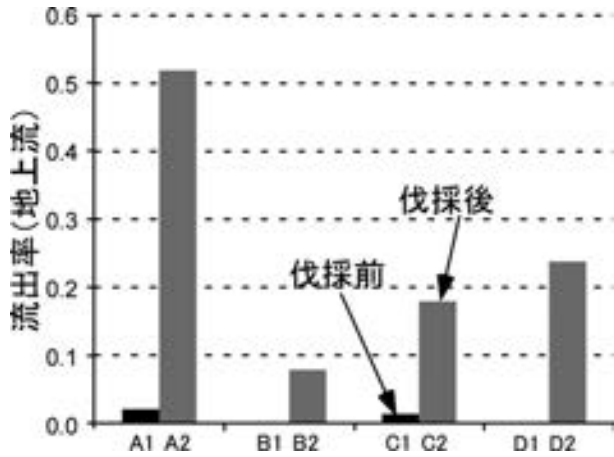


図-3. 地上流流出率の変化

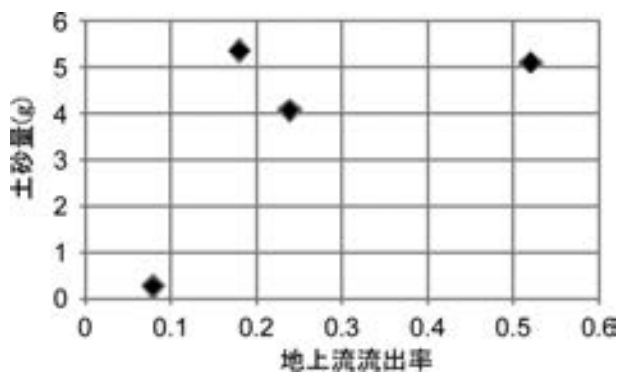


図-4. 流出率と土砂量の関係

砂が混入したため、実験開始から20分までの値を示した。この結果から、伐採前にはプロットからの流出水量が少なく多くは深部へ浸透し、また流出水量の中でも地上流の発生はわずかで浅い地中流として流出する割合が多かった。伐採後には流出水量は増加して深部浸透の割合は減少し、流出水量の中でも多くは地上流として流出することが分かった。またプロットからの流出土砂量は、地上流がある程度以上の量が発生した時に現れた。

各地点の地上流の流出率の伐採前後の変化を図-3に示した。伐採前にはA1とC1で地上流が発生したが、伐採後には全地点

で地上流が発生し、その流出率は約0.5～約0.1と多くなった。

次に地上流の流出率と土砂量の間を関係を図-4に示す。これによると地上流の流出率が多くなると発生する土砂量が増加する傾向があることが分かった。

伐採後の地上流の流出率が高く、流出土砂が多かったAでは他のプロットと比べて斜面勾配が急であり、土壌硬度が堅い傾向にあった。AやBは伐採前にはヒノキや広葉樹の混交林でありCやDのスギ林と比べて林床の落葉層の堆積層が薄い傾向にあり、全ての箇所伐採後に地表の落葉層が薄くなった。また同調査地における浸透能と土壌硬度の研究結果(浅野ほか, 2014)によると伐採作業により地表が踏み固められるなどの攪乱を受けた場所では土壌硬度が堅くなる傾向にあり、また土壌硬度が堅い場所では浸透能が低下する傾向にある結果が得られている。このような伐採前後の地表面の変化や斜面勾配、土壌硬度の変化などの影響が、伐採後の地上流量の増加やそれに伴う土砂流出に影響を及ぼしたものと考えられる。

IV. おわりに

森林伐採が地上流の発生や土砂流出に及ぼす影響について、本研究では豪雨を想定した降雨実験により検討し、地上流や土砂流出量の場所による違いを示すことができた。今後は林床面の状態の違いの影響についても検討を行うことが必要と考えている。

謝辞

降雨実験の実施に当たっては、森林総合研究所九州支所の山本健一氏、松永道雄氏、釣田竜也氏らのご協力をいただいた。記して謝意を申し上げます。

引用文献

- 浅野志穂ほか (2014) 九州森林研究 67: 13-16
 加藤弘亮ほか (2008) 水文・水資源学会誌 21 (6): 439-448
 恩田裕一ほか (2005) 水文・水資源学会誌 18 (6): 688-694
 (2015年1月5日受付; 2015年2月3日受理)