

上川南部のカラマツ林で行った地がき施業が土砂発生量・流出量に及ぼす影響

森林総合研究所北海道支所

延廣 竜彦

はじめに

北海道内で最も植栽面積が大きいトドマツ人工林は、主伐対象となる面積が急速に拡大することが予想されている⁽¹⁾。天然更新補助作業である地がきはササ類を地下茎ごと除去するものであり、林業用機械と天然力を用いることによる更新初期コスト低減の面で有望である。しかしながら、地がきを行うことによる表層土壌のかく乱、それに伴う土砂の発生・流出が懸念されているものの、大規模な地がきの施工例がほとんどないことから、地がきと土砂発生および溪流からの土砂流出の関係については不明な点が多い。

このため、帯状伐採後に地がきが行われたトドマツ人工林を対象に、施業に伴う土砂発生量・流出量の評価を行うことを目的として上川南部のカラマツ植栽林において観測を行った結果を報告する。

調査地と調査方法

上川南部に位置する南富良野町幾寅の国有林（幾寅3林班い小班）を対象とした。当初はトドマツ天然更新を目的として幅40mの帯状伐採後に地がき施業が行われた斜面を含む流域（3林班ろ小班）で観測を行うことを予定していたが、谷部に表流水が認められなかったため隣接するカラマツ植栽斜面を含む流域を調査対象とした。地がきはグラップルとレーキブレードを用いて表層土壌を掻き寄せ、グラップルで根やリターのみをプロット外に搬出した⁽²⁾。地がきとカラマツ植栽は2015年7月に行った。試験流域の面積は約3.2ha、標高は475～531mに分布し、土壌は流紋岩質溶結凝灰岩からなっている。地がき区の斜面長は約200m、斜面幅が約40mであり、長辺は溪流に概ね平行している。長辺方向の斜面傾斜20°で斜面方位は南東である。地がきは溪流と平行方向に刈幅3m、置幅2mで8反復行っている。

地がき区に土砂受け箱（高さ15cm×幅25cm×奥行20cm）を設置し、2週間に一回程の頻度で土砂を回収した。持ち帰った土砂は500℃で5時間乾燥させ鉍物質量に換算した。

流域末端（43°10.6'N, 142°35.5'E）に簡易堰堤を設置し、堰堤下流の量水箱内でGY式水位計（UIZIN, UIZ-GY030-LR）を用いて5分ごとに水位観測を行った。60°V型ノッチと水位観測データを元に、水位-流量曲線を用いて流量に換算した。時間降水量が5mmを超える高強度の降雨に対して、自動採水器（ISCO, 6712）を用いて1時間ごと24サンプルの採水を不定期に行った。溪流の土砂濃度については、渓流水試料をガラス繊維ろ紙を用いて吸引ろ過し、500℃で5時間乾燥させたものを1リットルあたりの土砂量（鉍物質量）に換算した。降

水量はアメダスサイト（幾寅：43°10.1'N, 142°34.1'E）のデータを使用した（図-1）。幾寅での降水量平年値（1981年～2010年）1031.4mmに対して、2015年の降水量は921.5mmであり、2016年については欠測を除いた1月～10月の合計降水量が1440mmであった。

結果と考察

(1) 土砂発生量

図-2に土砂受け箱を用いた土砂発生量の観測結果を示す。土砂受け箱は数字が小さいものほど溪流に近い点に位置している。2015年にK1～K6の6地点で土砂受け箱を用いた土砂発生量の観測を行ったが、地点間で土砂発生量が大きく異なっていたため2016年にK7～K10の4地点を追加した。なお、観測期間と降水量の差異の影響を除くため、図-2には1日・単位降水量あたりに変換した鉍物質量の量を示している。

2015年の刈幅での土砂発生量を観測地点ごとに比較すると、沢に最も近いK1で最大値を示しており、以下K2, K5, K6の順に土砂発生量が減少していた。2016年にも同様の傾向が認められたが、K6, K9, K10の3地点では同程度の値を示していた。置幅では土砂発生量の観測地点数が少なかったものの、2015年はK3>K4であり、2016年にはわずかにK3<K4となったが、ほぼ同程度の土砂発生量であった。2016年に置幅に追加設置したK7, K8においては、極微量の土砂しか観測されなかった。

刈幅・置幅での土砂発生量を観測地点平均値で比較すると、両年ともに刈幅>置幅という結果を示した。

次に、観測年ごとの土砂発生量を比較したところ、刈幅のK1は2015年から2016年にかけて82%増加したが、K2では6%増加し、K3, K4ではそれぞれ6%, 11%減少した。置幅のK3, K4は2016年にかけて半分以下となった。

一般に、土砂発生量は林床植生の有無に影響を受けることが知られている。これは植生・リターによる地表面への雨滴衝撃の減少⁽³⁾や、地表面粗度の増加による地表流流下速度の減少⁽⁶⁾などの効果によるものである。本研究では下層植生に関する指標について継続的な調査を行っておらず、植生の被覆による土壌流出への影響を定量的に評価することは今後の課題となっている。しかしながら、地がき直後の裸地から1年経過後、刈幅では植生がほとんど回復していなかったのに対して、置幅では植生が密集して生育していた。置幅では地がき作業時に根などを除いた表土を戻していたが、埋土種子や残存根などの影響で植生が大きく回復した結果、降雨による土壌表面の浸食が減少したと推察された。これに対して、刈幅では表土層を完全に除去した結果、植生回復が遅れ

Tatsuhiko NOBUHIRO (Hokkaido Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, Sapporo 062-8516)

The effects of scarification on sediment yield and discharge in Japanese larch forest, Southern Kamikawa

ため土砂が継続して発生していると考えられた。

(2) 土砂輸送量と発生源

降雨発生前後の土砂輸送過程について明らかにするため、2015年10月1日～2日に発生した総降雨量26.5mmの降雨イベントについて、流量・土砂濃度の関係を検討した(図-3)。なお、図-3では降雨開始前から終了後まで自動採水器を用いて1時間ごとに採取した渓流水試料中の土砂濃度を示している。また、降雨データは幾寅のアメダスでの1時間降雨量観測値を用いており、10月2日23時以降の降雨については解析対象外としている。

10月1日24時に降雨が開始し、2日3時に降雨の最大値を示した(6.5mm h⁻¹)。流量の増加は降雨の開始から少し遅れて増加し始め、降雨のピークから3時間ほど遅れて流量はピークに達した。また、土砂濃度は流量の増減に追従して変動していた。

図-4は流量と土砂濃度の関係をプロットしたものである。流量と土砂濃度には時計回りのヒステリシスが存在していた。これは流量増加に先行して土砂濃度がピークに達していることを意味し、先行型ヒステリシスと分類される。このようなヒステリシス型を決定する要因として、降水強度や流出量などの水に関係する要因と、土砂供給源となる堆積物の分布や貯留量などの土砂に関係する要因が挙げられている^{(4), (5)}。図-2で示したように、地がき斜面は土砂供給源として振る舞うと予想されるものの、解析対象の降雨イベント時には土砂供給量が少ない、あるいは発生した土砂が溪流に達しなかったため、流量の逓減時には溪床の土砂貯留量が減少もしくは枯渇し、土砂濃度が低下し先行型ヒステリシスを示したと考えられた。

まとめ

本研究ではトドマツ人工林を地がきした直後から2年

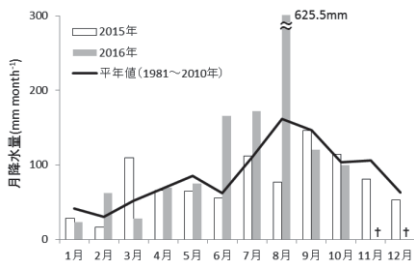


図-1 幾寅アメダスサイトでの降水量観測結果
図中の+は欠測を示す

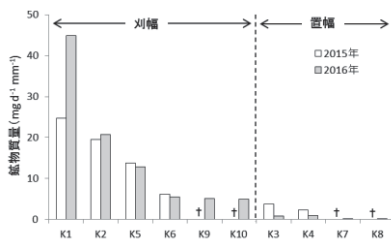


図-2 降水量1mm, 1日あたりの土砂発生量
(2015年: 8月11日～10月14日, 2016年: 5月13日～9月8日), 図中の+は欠測を示す

間の土砂発生量と降雨前後の土砂輸送量について検討を行った。土砂発生量は刈幅で多く、置幅では少なかった。観測地点ごとの差異が大きく、斜面下部ほど土砂発生量が多かったものの、その詳細なメカニズムは明らかではなかった。土砂輸送量は1イベントのみ解析を行ったが、土砂発生量との対応や経年変化については観測データを蓄積して詳細に検討する必要があると考えられる。

謝辞

本研究は、森林総合研究所交付金プロジェクト「トドマツ人工林主伐に対応した低コスト天然更新施業・管理システムの開発」による成果である。本研究遂行にあたり、森林総合研究所北海道支所ならびに北海道森林管理局上川南部森林管理署の方々には多大な協力をいただいたので御礼申し上げる。

引用文献

- (1) 藤嶋辰昇 (2016) 道内国有林におけるトドマツ人工林管理・経営の現状と新たな取り組み. 北森研 64: 5-7.
- (2) 橋本徹・相澤州平・伊藤江利子 (2016) グラップルレーキによる地掻き後の土壌断面形態. 北森研 64: 53-56.
- (3) 北原耀 (2002) 植生の表面浸食防止機能. 砂防学会誌 54: 91-101.
- (4) KURASHIGE Y (1994) Mechanism of suspended sediment supply to headwater rivers. Trans. Japan. Geomorph. Union, 15A: 109-129.
- (5) 倉茂好匡 (1995) 河川の浮流土砂研究における最近の動向. 北海道大学地球物理学研究報告. 59: 1-13.
- (6) 三浦寛 (2000) 表層土壌における雨滴浸食保護の視点からみた林床被覆の定義とこれに基づく林床被覆率の実態評価. 日本林学会誌 82: 132-140.

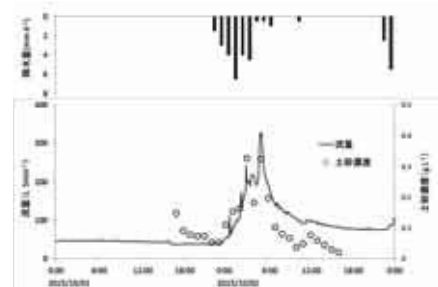


図-3 降水量・流量・濁度の変化
(2015年10月1日～2日)

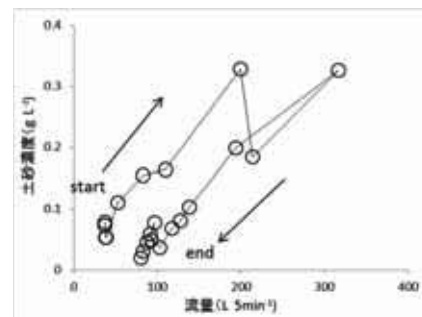


図-4 流量と濁度の関係
(2015年10月1日17時～10月2日16時)