

林地残材の流木化に関する実態調査

京都大学大学院農学研究科 ○和田孝志・糸数哲・小杉賢一郎（兼 JST）・水山高久

1. 背景および目的

土砂災害時に発生する流木は山地斜面や溪流付近の立木が主な起源であるが、過去の災害により発生した倒木および人為の加わった木材も発生源の一つである¹⁾。これに対して、砂防基本計画策定指針（土石流・流木編）²⁾では、「伐木、用材の流出等人為の加わったものは発生流木量には含めないもの」として、砂防計画上の発生流木量には人為的に発生し林地外へ搬出されない木や材（林地残材）を起源とする流木量は見込まれていない。

一方で、近年、森林のもつ多面的機能の発揮などの意義を有するものとして間伐が注目されている。間伐は、主伐に比べて伐採・搬出の経費が掛かり増しになり、また、発生する間伐材は価格の安い小径木・低質材が多いことなどから、伐採した材を搬出して利用する利用間伐は私有林での間伐の約 3 割（平成 21 年時点）にとどまっており、その他は林地残材として放置され（伐り捨て間伐）、伐り捨て間伐から利用間伐への移行が課題となっている³⁾。造林補助制度において間伐後一定量の搬出が義務化されるなどの対策が取られているものの、これまでに発生した伐り捨て間伐材は依然として多くの人工林内で残存していると考えられる。

以上を踏まえ、本研究では、土石流等に伴って発生する流木の起源として伐り捨て間伐材を含めた林地残材に着目し、豪雨時における林地残材の流木化の実態を把握することを目的とする。

2. 調査地と調査方法

本研究では、2013 年 9 月台風 18 号豪雨によって林地残材の流木化が発生した 7 流域（流域 I～VII；流域面積 2.18ha～22.96ha、図-1 参照）を対象とした。

本対象流域はスギヒノキ人工林であり、流域内の斜面や溪流上に間伐による林地残材が存在し、これらは付近の間伐実績より間伐後少なくとも 6 年程度経過していた。台風 18 号豪雨後に行った踏査より、根系が無く、概ね均一な直径（10～20cm）の丸太状の形状から主に間伐による林地残材が起源と考えられる流木が発生し、それらが林内の溪流上または側岸に堆積したことが確認された。その中には大量の流木が天然ダム状に堆積している箇所も確認された（写真-1）。発生した流木は概ね林内の溪流で堆積し、下流では流木流出による被害は見られなかった。なお、本対象流域では、豪雨による土石流や斜面崩壊の痕跡は小規模なものを除きほとんど確認されなかった。

流域 I～VII の各流木堆積地点において、流木堆積幅、堆積高および堆積位置の河床勾配を測量し、これらから得られる流木堆積形状の体積（空隙込み）に透過型砂防ダムの流木捕捉実態調査より得られた



図-1 調査対象流域平面図（等高線は10m間隔）



写真-1 大量の流木堆積（図-1のA地点）

流木の実容積率（20%）⁴⁾を乗ずることで実質流木堆積量を算出した。なお、本研究では、台風 18 号豪雨により発生した流木が対象流域外へほとんど流出しなかったことから、各流域における実質堆積流木量と発生流木量は等しいものとした。

また、図-1 に示す S1 および S2 地点を本研究の対象流域の代表地点として、林地残材のサンプリング調査を行い、直径、長さおよび材積密度を調査した。合わせて立木のサンプリング調査も行った。

3. 結果と考察

3.1 林地残材の材積密度と発生流木量

表-1 に林地残材および立木のサンプリング調査結果を示す。表-1 より、本対象流域内に存在する立木および林地算材の総材積量に占める林地残材の割合は 21%程度であることがわかった。また、各サンプリング地点における林地残材の材積密度が異なることがわかった。これは、S1 地点は作業道に近く林地残材の搬出が容易である一方、S2 地点は流域の上流側にあり搬出が難しいためであると考えられる。

表-2 に流域 I～VII における台風 18 号豪雨による

表-1 林地残材のサンプリング調査結果

サンプリング調査地点名	面積 (ha)	林地残材諸元				立木諸元				林地残材の占める割合 ①÷(①+②) (%)
		平均直径 (m)	平均長 (m)	平均単位材積 (m³/本)	材積密度① (m³/ha)	平均胸高直径 (m)	平均樹高 (m)	平均単位材積 (m³/本)	材積密度② (m³/ha)	
S1	0.029	0.12	3.35	0.040	118.671	0.19	13.3~16.1	0.195~0.228	475~555	17.6~20.0
S2	0.018	0.12	3.62	0.044	193.238	0.27	21.8~	0.566~	566~	~25.5
平均	—	0.12	3.48	0.042	155.955	0.23	16.1~18.2	0.324~0.360	556~618	20.2~21.9

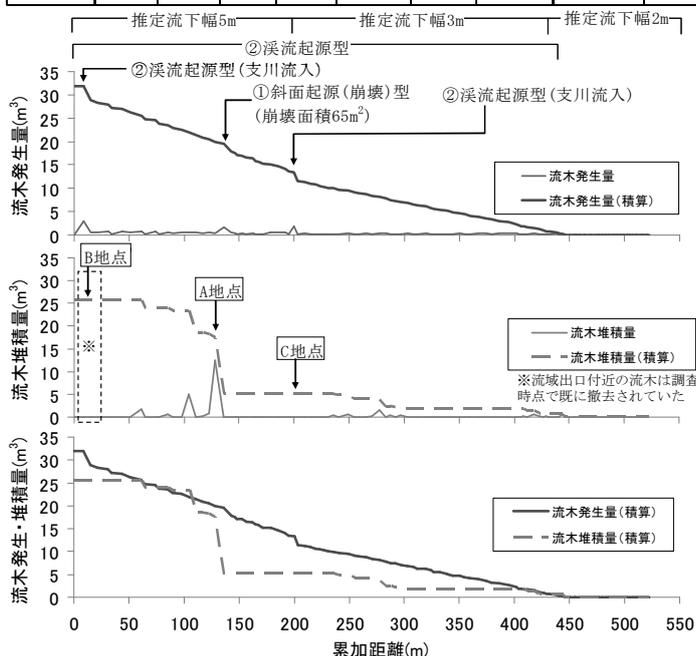


図-3 溪流諸元の縦断図と流木収支 (流域 I)

発生流木量と溪流上の侵食された範囲に存在していた立木および林地残材の材積量を示す。表-2より、本対象流域では、豪雨時に侵食された溪流上に存在していた材積量の0.5%~46.8% (平均27.6%) が流木化したことがわかった。この割合は表-1で示した流域内の全材積量の中で林地残材が占める割合 (約21%) 以上であることから、立木よりも林地残材のほうが容易に流木化することを考慮すると、対象流域で発生した流木の多くが林地残材起源であるものの、一部立木起源の流木も発生したと考えられる。

3.2 林地残材起源の流木発生原因とその割合

図-3は、流域Iの主溪流における林地残材起源の流木を対象とした流木収支縦断図であり、上段には発生流木量 (溪流の豪雨時流下面積または崩壊面積に林地残材の材積密度を乗じたもの) と推定された流木発生原因を、中段には調査により得られた実質流木堆積量を、下段には発生量と堆積量の縦断積算値を示す。なお、流木発生原因は以下の3つに分類されるものとした。

- ① 溪流付近の林地残材が溪流流量の増加により、時には溪床または溪岸の侵食も伴って移動し流木化したもの (「溪流起源型」)
- ② 斜面崩壊により崩壊面上の林地残材が流木化したもの (「斜面起源 (崩壊) 型」)
- ③ 斜面上の林地残材が降雨で発生した斜面表面流により流され流木化したもの (「斜面起源 (表面流) 型」)

表-2 豪雨による発生流木量と溪流上の侵食された範囲に存在していた材積量

流域名	台風18号豪雨による発生流木量① (m³)	溪流上の侵食された範囲に存在していた材積量* (m³)			①÷② (%)
		立木を対象とした場合	林地残材を対象とした場合	合計②	
I	25.749	87.484	23.252	110.737	23.3
II	0.283	9.094	2.417	11.511	2.5
III	69.665	152.609	40.562	193.171	36.1
IV	0.064	10.198	2.711	12.909	0.5
V	49.183	83.036	22.070	105.106	46.8
VI	4.082	8.274	2.199	10.474	39.0
VII	21.367	37.209	9.890	47.099	45.4
平均	24.342	55.415	14.729	70.144	27.6

※溪流上の侵食された範囲に存在していた材積量
= サンプリング調査結果 (表-1) の立木・林地残材の材積密度
× 豪雨時の溪床侵食面積

図-3より、流木が天然ダム状に堆積したA地点より上流部では、①による流木供給が行われ、それらは堆積量を上回って余剰分は下流へ流下したものと考えられる。また、A地点においては、右岸側に深さ10cm程度の浅い崩壊跡 (斜面方向長さ13m×幅5m) が確認されたものの、崩壊規模から②による供給の寄与は小さく、上流から流下した①による流木が大部分を占めると考えられる。さらに、流木発生原因①および②を合計した流木量が総堆積流木量と概ね等しくなったことから、流木発生に対する③の寄与はほとんど無かったと考えられる。以上のことは、踏査により確認された以下の事項と一致するものであった。

- ・ 流域I主溪流では豪雨により溪床が露岩するまで侵食された箇所が多く確認されたこと
- ・ 豪雨前後の斜面の様子 (同じ地点で撮影された豪雨前後の写真) を比較すると、豪雨前後でほとんど変化が見られなかったこと
- ・ A地点に堆積した流木のうち樹皮をはがれていたものが多かったこと

なお、林地残材起源の流木における各発生原因別の割合は、①が96.8%、②が3.2%、③が0.0%となった。

4. まとめ

本調査により、豪雨によって土石流や斜面崩壊が起こらない場合でも主に林地残材を起源とする流木が発生する可能性があることがわかった。このことから、林地残材が存在する山地流域では林地残材起源の流木を考慮する必要があることが示唆された。

また、斜面崩壊が発生しない場合、斜面部に存在する林地残材はほとんど流木化せず、発生した流木の多くが溪流付近に存在する林地残材を起源とすることがわかった。このことから、林地残材の流木化対策として、斜面部よりも溪流付近に存在する林地残材を中心に行う必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 石川：溪流における流木の発生、流下と災害、水利科学、Vol.38、No.1、p.51-77、1994
- 2) 国土技術政策総合研究所：砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 解説、国土技術政策総合研究所資料、第364号、p.39、2007
- 3) 林野庁：平成21年度森林・林業白書、p.14、2010
- 4) 小山内ら：流木対策施設の効果と維持管理体制の現状、砂防学会誌、Vol.50、No.6、p.48-51、1998