P2-037

林地残材及び立木を起源とする流木の発生量に関する検討

京都大学大学院農学研究科　○和田孝志・小杉賢一朗（兼 JST）・中谷加奈・水山高久
立命館大学総合科学技術研究機構　糸数哲

１．背景及び目的

土砂災害時に発生する流木は山地斜面や渓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及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。近年日本の人工林では間伐材の利用不足によって林内に放置される伐り捨て間伐材が課題となっており、伐り捨て間伐材を含めた林地残材も考慮すべき流木の起源と考えられるが、これらの林地残材を起源とする流木の実態調査を行った事例は少ない。

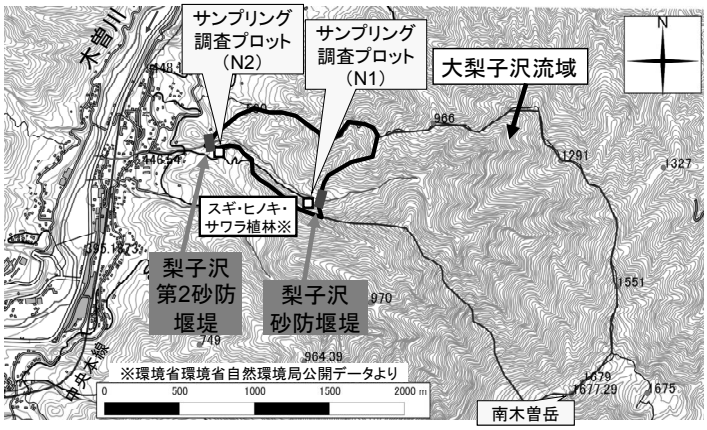
このような背景から、前報[3)]では、流域内に間伐による林地残材が存在するスギ・ヒノキ人工林流域を対象として、豪雨時に発生した林地残材起源の流木に関する実態調査を行った。この結果、豪雨により発生した流木の多くが林地残材を起源とする流木であったこと、林地残材を起源とする流木は概ね渓流付近に存在していた林地残材が発生源であったこと等がわかった。これらのことから、流木発生量評価の際には林地残材を起源とする流木を考慮する必要があること、そして、このような流木の発生を軽減するためには渓流付近の林地残材を取り除く等の対策が効果的であることが示唆された。

本研究では、上記の検討結果の妥当性検証を目的として、2014 年 7 月に流木を含む土石流が発生した長野県南木曽町大梨子沢流域（流域面積 251.5 ha、図－1 参照）で現地調査を行い、流木の発生場所及び発生起源について検討した。

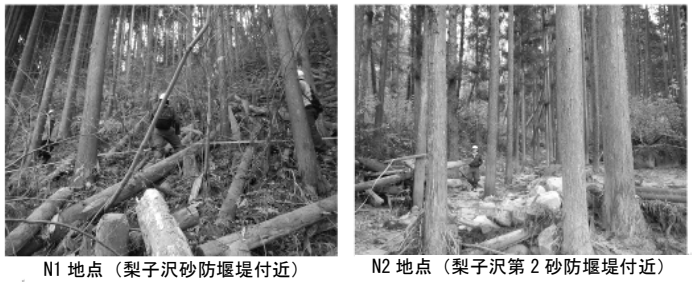
２．大梨子沢流域で発生した土石流に伴う流木流出状況

大梨子沢流域で発生した土石流に関する現地調査報告[4)5)6)]及び著者らで行った現地調査結果から、大梨子沢流域で発生した土石流に含まれていた流木に関して以下のことが確認または推察された。

- 多量の流木が土石流先頭部に含まれていた[4)]。
- 発生した流木はスギ・ヒノキ等の通直な樹幹形状のものであった[4)]。
- 渓岸部の胸高直径 20～30 cm のスギ立木が土石流により倒され流木化したことが推察された[4)]。
- 土石流に伴って流下した流木には間伐材も含まれていたことが推察された[5)]。
- 渓流部においては両岸の立木に捕捉された流木が一部確認されたが、河床における流木堆積は見られなかった[6)]。



図－1　調査対象流域平面図（等高線は 10m 間隔）



N1 地点（梨子沢砂防堰堤付近）
サンプル数　立木 11　林地残材 53

N2 地点（梨子沢第 2 砂防堰堤付近）
サンプル数　立木 11　林地残材 0

写真－1　サンプリング調査地点の様子

- 梨子沢砂防堰堤下流部では両渓岸部にスギ・ヒノキ等の人工林が分布し、林床には間伐による林地残材が存在する[4)]。
- 梨子沢砂防堰堤上流部ではカスミザクラーコナラ群落が主に分布する。
- 発生した土石流は、それぞれの沢の渓床堆積物が多量の表流水によって流動化したことが原因であると推察された。

以上より、大梨子沢流域で発生し、下流の氾濫場まで流下した流木は渓流付近の立木及び林地残材が主な起源と考えられた。また、それらの流木の発生場所は、スギ・ヒノキ等の人工林が分布する梨子沢砂防堰堤下流部であると考えられた。

３．流域内の立木及び林地残材存在状況の確認

３.１　方法

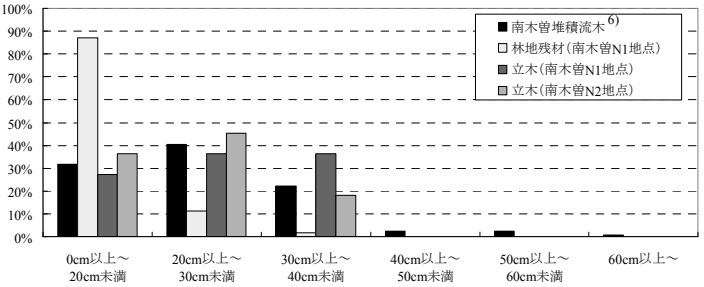
発生した流木の起源となる立木及び林地残材の存在状況を把握するため、豪雨による影響が比較的小さく、豪雨前の流域内の状態とほぼ同じと考えられる梨子沢砂防堰堤下流部の N1 及び N2 地点（図－1 または写真－1 参照）を本対象流域の代表地点として立木及び林地残材のサンプリング調査を行った。立木の調査においては、調査範囲内の立木の胸高直径を現地で計測し、計測した胸高直径から長野県の簡易収穫予測表を用いて樹高を推定した。これらの胸高直径及び樹高のデータを用いて、指針[2)]の幹材積

算出方法により立木の幹材積を算出した。林地残材の調査においては、調査範囲内の林地残材の直径と長さを計測し、これらのデータから林地残材を円筒形と仮定して幹材積を算出した。算出した流域内の林地残材及び立木の総幹材積と調査範囲の面積から、立木及び林地残材の材積密度 D_{st}、D_{lo} (m^3/ha)を算出した。また、N1 及び N2 地点で計測した立木及び林地残材の長さ及び直径と、堆積流木の流木長及び直径の計測結果[6]を比較することで、発生した流木の諸元から流木の発生場所及び発生起源を検討した。

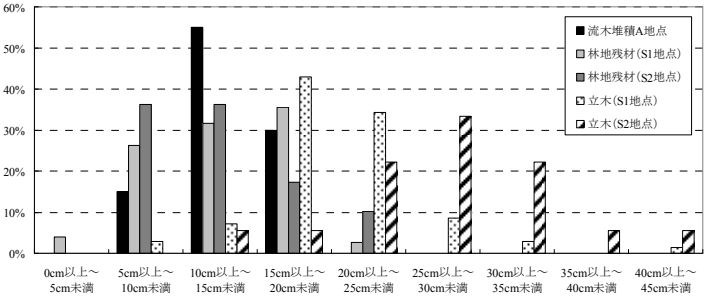
表－1　林地残材及び立木のサンプリング調査結果（大梨子沢）

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 $D_{lo}\div(D_{lo}+D_{st})$ (%)
		平均直径 (m)	平均長 (m)	平均単位材積 (m^3/本)	材積密度D_{lo} (m^3/ha)	平均胸高直径 (m)	平均樹高 ※1 (m)	平均単位材積※2 (m^3/本)	材積密度 D_{st} (m^3/ha)	
N1	0.010	0.13	5.1	0.070	428.7	0.25	21.8	0.477	587.0	42.2
N2	0.010	—	—	—	—	0.23	20.6	0.404	524.0	—
平均	—	0.13	5.1	0.070	428.7	0.24	21.2	0.441	555.5	42.2
スギ・ヒノキ人工林流域[3]	—	0.12	3.5	0.041	164.5	0.23	16.1～18.2	0.324～0.360	556～618	21.0～22.8

※1：長野県林業総合センターExcel版簡易収穫予測表より推定
※2：指針[3]による幹材積算出方法を採用



図－2　流域内の立木及び林地残材と堆積流木の直径（胸高直径）分布（大梨子沢）



図－3　流域内の立木及び林地残材と堆積流木の直径（胸高直径）分布（スギ・ヒノキ人工林）

3.2　結果と考察

表－1 に、大梨子沢流域における立木及び林地残材のサンプリング調査結果を調査地点別に示す。なお、同表には、前報で行ったサンプリング調査結果もあわせて示す。表に示されるように、立木については材積密度 D_{st}、長さ及び直径が N1 及び N2 地点で概ね一致した。しかし、これら 2 地点の林地残材については材積密度 D_{lo} が大きく異なった。これは、前報で考察した通り、間伐後の搬出作業が優先的に実施された箇所とされなかった箇所があり、流域内で間伐後の搬出の程度が共通していなかったことを反映していると考えられる。前報の調査結果との比較では、林地残材の材積密度について、大梨子沢流域が前報の対象流域の 2.5 倍以上となった。林地残時の直径にはこれらの流域間で大きな違いが見られなかったことから、林地残材の材積密度の違いは林地残材の長さや残置密度に依存し、間伐後の間伐材処理方法に依存することがわかった。

図－2 は、堆積流木の直径計測結果と N1 及び N2 地点における立木及び林地残材の計測結果を示している。この図に示されるように、林地残材の直径分布と立木の（胸高）直径分布は異なり、堆積流木の直径分布は林地残材よりも立木の分布と比較的一致することがわかった。広島県庄原で発生した土石流に伴う流木調査報告[7]によると、発生した流木直径は源頭部の流木直径の分布と概ね共通することから、大梨子沢流域から下流に流出した流木の主な起源は渓流付近の立木であると考えられる。図－3 は、前報で行った立木及び林地残材と堆積流木の直径（胸高直径）の分布を示しているが、前報の対象流域では堆積流木の直径分布は立木よりも林地残材の分布と比較的一致し、前報の対象流域では豪雨により発生した流木は主に林地残材を起源とする流木であったとの考察結果と一致した。

以上のことから、発生流木の起源または発生場所を同定する手法として、流域内の立木及び林地残材と発生流木の直径分布を比較することが効果的であると考えられる。

4．まとめ

2014 年 7 月長野県南木曽町大梨子沢流域で発生した土石流に伴って流出した流木について、災害後の現地調査報告及び著者らによる現地調査結果を用いて、流木の発生場所及び発生起源について検討した。

氾濫場の堆積流木と流域内の立木及び林地残材の直径分布の比較より、発生した流木は渓流付近の立木が主な起源と考えられた。ただし、現地調査報告[5]から渓流付近の林地残材を起源とする流木も一部含まれていた可能性がある。また、それらの流木の発生場所は、スギ・ヒノキ等の人工林が分布する梨子沢砂防堰堤下流部であると考えられた。

これらの考察は限定的な調査による結果であり、今後さらなる現地調査や検討を行う必要がある。また、大梨子沢流域で発生した流木に関する被害を見積もる上では、流域内の流木収支を算定し、大梨子沢流域から流出した流木量や立木及び林地残材起源の流木の発生割合についても検討する必要がある。

謝辞

本研究は、公益財団法人砂防学会の「平成 26 年度砂防学会若手研究助成」の助成を受けて行われた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

1)石川、水利科学、Vol.38、No.1、p.51-77、1994　2)国土技術政策総合研究所、国土技術政策総合研究所資料、第 364 号、p.39、2007　3)和田ら、平成 26 年度砂防学会研究発表大会概要集、p.B-216-B-217、2014　4）平松ら、砂防学会誌、Vol.67, No.4, p.38-48, 2014　5）京都大学防災研究所流域災害研究センター流砂災害研究領域、2014　6）独立行政法人土木研究所、2014　7）渋谷ら、砂防学会誌、Vol.64, No.1, p.34-39, 2011