

## 44 流木を大量に含む土石流、土砂流の運動・堆積特性

独立行政法人土木研究所 仲野公章

北海道大学大学院農学研究科（前国土交通省土木研究所） 山田 孝

○八千代エンジニアリング株式会社 溝口昌晴

### 1. はじめに

平成 11 年 6 月 29 日に広島県沿岸部を中心に発生した土砂災害（以下、広島災害）においては、流木を大量に含んだ土砂流（含有土砂の主成分がマサであり、堆積物に層状の堆積構造が見られ、先端部の堆積形状が明瞭ではないため、通常の土石流と区別し「土砂流」と定義した）が、宅地化が進んだ地域に流下し被害を及ぼす事例が見られた。災害後に実施した現地調査では、土砂流および流木の流下痕跡が連続的に観察でき、そのデータは今後砂防河川における水面から横断構造物までのクリアランス等を検討する際の資料にもなると考えられるため、ここに報告する。

また、水深に対する流木の移動条件については、すでに水山らの水路実験による研究<sup>1)</sup>で説明されているが、平成 12 年 9 月 11～12 日にかけて長野、岐阜、愛知県境の地域で発生した土石流災害（以下、中部災害）後の調査で実態に基づくデータが得られたので併せて報告する。

### 2. 調査概要

調査は、広島災害については広島県広島市の古野川、荒谷川、また中部災害については岐阜県恵那郡上矢作町の松ヶ沢、大櫃沢、悪沢谷、長野県下伊那郡平谷村の櫃ヶ沢、長野県下伊那郡阿智村の井ノ洞、愛知県北信楽郡稲武町の河上瀬の流下・氾濫域を事例地として、土石流および流木の流下痕跡、流木の堆積場での土石流流動深等に関する項目について実施した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 流木の流動形態

広島災害の事例地のひとつである古野川で撮影された土砂流流下状況のビデオ映像を分析した結果、土砂流の水面は流木で一面に覆われており、約 5 m/s の流速で流下したことが確認された。

流木を含んだ土砂流の流下痕跡は、荒谷川中流域の曲流部に隣接するコンクリート擁壁にて最も明瞭に観察された。当該箇所の平均河床勾配は 1/20、氾濫時の流下幅は 8 m、水路の曲率半径は約 30m であった。コンクリート表面のうち土砂流の影響を受けた部分は等しく摩擦し、また流木に摩擦された部分は白く引っ掻いたような摩擦痕が連続的に残されていた（写真-1）。このそれぞれの流下痕跡の高さを、曲流部から直線部にかけて連続的に計測したところ、直線部では土砂流によって摩擦を受けた部分が約 1.2m、そこから流木の摩擦痕の上端までが約 0.5m であったのに対し、曲流部の外湾側では土砂流によって摩擦を受けた部分が約 1.5 m、流木の摩擦痕の上端までが最大 2.0m であった。なお、曲流部の内湾側には流木の摩擦痕は確認できなかった。ここで、直線部での水深を 1.2m、流路幅を 8 m、平均流速を 5 m/s、水路の曲率半径を 30m と仮定して、土石流対策技術指針（案）に示される土石流の外湾部の水位を求める式<sup>2)</sup>を用いてこれを算出したところ、外湾部での水位は 2.6m となり、土砂流によって摩擦を受けた部分の高さ（1.5m）よりも大きな値となった。



写真-1 土砂流および流木の流下痕跡

以上の調査検討から、流動中の土砂流に含まれる流木の外湾部での挙動は、次の2つが考えられる。1つは、

コンクリート擁壁に残された痕跡から、流木は水面からさらに2m程度突出して流下したとする考え方、もう1つは、外湾部の水位の計算値から、ピーク時に外湾部の水位がコンクリート擁壁に痕跡を残さない程度の短時間だけ上昇し、流木は水面から1m程度突出して流下したとする考え方である。

### 3.2 流木の主要な堆積場と土石流の流動深との関係

中部災害の調査対象とした6事例は、いずれも谷の出口から広がる扇状地が流木を含んだ土石流の主要な氾濫・堆積場となった事例であり、扇状地面においては土石流の流下痕跡や流木の堆積状況が観察できた。

流木の堆積は、立木（樹林、単木）や橋梁、家屋などの流下を妨げる障害物の上流側で顕著であったが、全ての事例で流木は障害物のない扇状地面にも堆積していた。そこで、障害物のない箇所における流木の流動限界を推定するため、扇状地面に堆積した流木を対象として、流木の堆積場付近の平均勾配と、流木堆積地点における土石流ピーク時の平均流動深との関係を、**図-1**のように整理した。なお、流木堆積地点における土石流ピーク時の流動深は、まず流木堆積部の土石流流下幅（現地により査定）と現地の痕跡等から土石流ピーク流量を推定し、その値をマンニングの式に適用して算出した。算出された平均流動深は、現地での土石流の流下痕跡と照合し、概ね一致していることを確認した。

流木が土石流のピーク時に流出・堆積したかどうかについては議論の余地があるが、例えば今回の事例地の中で出現頻度が高かった勾配約8度の扇状地においては、土石流の流動深が平均20~30cm程度で流木が停止している事例（大櫃沢）が見られた。堆積した流木の諸元は、直径8~25cm、流木長2.3~5.0mの範囲であった。この結果は、流木は数十センチという比較的浅い水深であっても運搬される可能性があることを示唆している。なお、前掲の水山らによる流木の移動限界に関する水路実験では、流木の向きに平行に流水を与えた場合でも、水路勾配にかかわらず流木はその直径程度の水深で移動することが確認されており、今回の調査結果はこれを実態の側面から補うものと考えられる。なお、勾配約4度の扇状地の事例では、流木堆積場の流動深が1m以上となっているが、これは当該箇所に土砂が1m以上堆積したことによるものである。

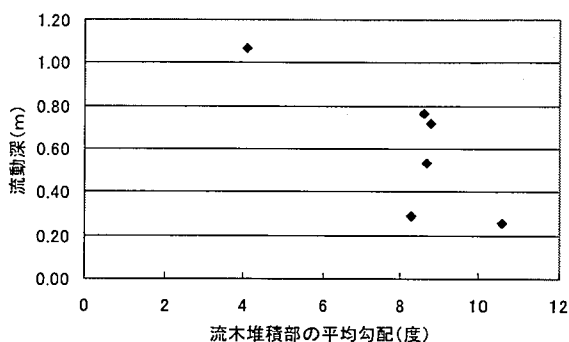


図-1 流木堆積部の平均勾配と流動深の関係

### 4. まとめ

今回の調査では、少なくとも土砂流という形態においては、流木は水面付近を浮遊しながら流下することを確認したとともに、屈曲部における土砂流および流木の流下痕跡から、水面からの流木の突出高について考察した。しかし、今回得られたわずかなデータのみではその特徴について十分に説明することはできなかった。これについては、今後さらにデータを蓄積してゆく必要がある。また、流木は数十センチという比較的浅い水深であっても運搬される可能性があることが示唆された。

最後に、土砂流の映像資料をご提供いただいた RCC 中国放送のご厚意に対し、厚く御礼申し上げます。

### 【参考文献】

- 1) 水山高久・石川芳治・福澤誠 (1991) : 流木の運動・堆積機構と対策工に関する研究, 土木研究所報告, 第183号-3, pp.154
- 2) 建設省河川局砂防部砂防課 (2000) : 土石流対策技術指針 (案), pp.19-20