

広島庄原地区の流木調査と立木調査に関する一考察

砂防鋼構造物研究会 ○ 大隅 久 國領 ひろし
 防衛大学校 渋谷 一 香月 智
 京都大学大学院 水山高久

1. はじめに

これまで多くの流木調査が実施され、流木の発生原因や発生形態が明らかにされてきた。現在、これらの調査結果をもとに流木に関する計画（調査方法）が指針¹⁾に示され、流木対策が実施される状況に至っている。流木対策施設の一つである流木捕捉工を計画・設計する上での重要な因子としては、流木径・流木長などが挙げられる。これらの調査法には、流木などの量・長さ・直径を直接的に調査する方法（現況調査法）が用いられ、実際の調査においては、発生原因と場所を推定し、その調査範囲を設定している。しかし、現行の調査法では、現存する立木（樹木）が流木化し、どのような状況（折損）でどの範囲まで流下していくのかなどの流下過程を正確に把握することは難しく、また、流木捕捉工を計画・設計する際の設計因子となる流木長を正確に予測・設定することは困難である。そこで、本調査は、現地における立木～流木調査を実施し、立木が流木化した現象を考察するとともに、今後、このような立木の流下過程をシミュレーション解析等の手法により明らかにしていく上での基礎データ収集を目的として実施した。

2. 調査範囲

平成 22 年 7 月 16 日に広島県庄原市で 1 時間に 64mm という局地的な集中豪雨により土石流が発生し、大量の流木が流出した。本調査は篠堂川流域において表層崩壊による土石流に伴って流下

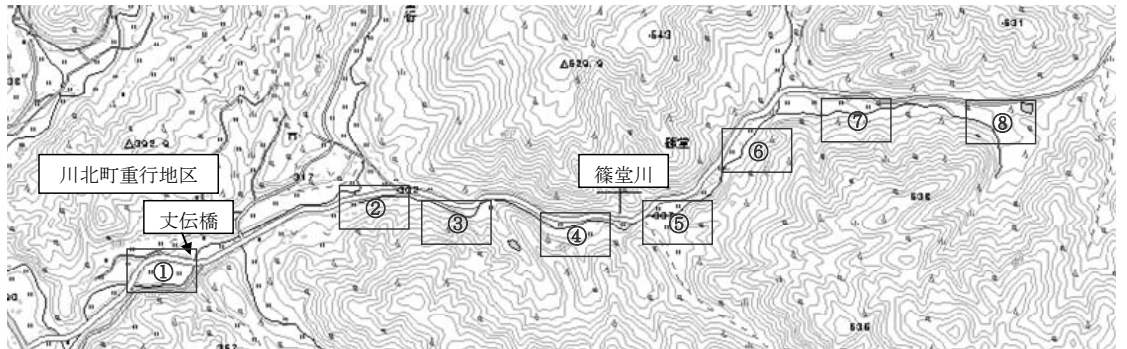


図-1 調査範囲

した流木を対象とし、図-1 の範囲について調査を行った。流木調査は、篠堂川流域下流（川北町重行地区）の田畑に堆積した流木を対象に実施した（図-1 ①）。また、立木調査は、堆積した流木の発生源と考えられる篠堂川流域を対象に実施した（図-1 ②～⑧）。

3. 調査結果

3.1 流木調査²⁾

災害発生直後の 7 月 24 日に行った調査結果²⁾を表-1 に示す。流木調査は、調査範囲に堆積している長さ約 2m 以上、直径約 10cm 以上の流木を対象に抽出し、長さ、直径、根部直径を計測した。これより、流木長の最大値は約 20m であり、平均で約 6m であった。直径の平均値は、0.25m である。また、計測した流木の特徴として、①根の付いている流木は、枝の付いたものは一本もなく、端部が折れている、②根の付いていない流木は、その幹の両端が折れた状態である、③いずれの流木も、樹冠部は全く残っていない、などが挙げられる。

表-1 流木調査結果²⁾

	長さ	直径	根部直径
標本数	205 本	205 本	116 本
最大値	Lwm = 20.3 m	0.56 m	2.00 m
平均値	Lwa = 6.1 m	0.25 m	0.98 m

3.2 立木調査

平成 23 年 9 月 30 日に篠堂川流域の源頭部（図-1 ⑧）を対象に、樹高と胸高直径のサンプリング調査（10m×10m）を実施した。また、中流域～下流域においては、篠堂川左岸斜面崩壊箇所（図-1 ②～⑦）を対象に、写真-1 に示すような今後、流倒木化しそうな立木を選定し、樹高を主に測定した。ここで、写真中の数字は選定した立木を示す。なお、樹高の測定には、レーザー距離計を用い、表-2 に立木調査結果を示す。これより、樹高の最大値は 32m、平均値は約 18m であり、直径の平均値は約 0.2m であった。



写真-1 立木調査状況（図-1⑥）

3.3 森林調査

篠堂川流域は、森林面積約 4.33km²であり、本流域に生育する森林の林種ならびに樹種について、広島県農林水産局林業課より提供いただいた森林簿より調査した。林種割合を図-2、樹種割合を図-3に示す。これより、本流域では天然に生育する広葉樹が広く分布していることがわかる。

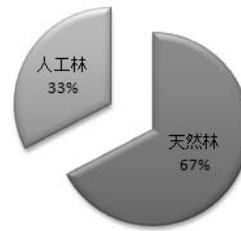


図-2 林種面積割合

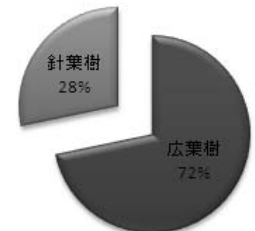


図-3 樹種面積割合

4. 考察

4.1 流木長と立木樹高の関係

図-4に流木長と立木樹高の頻度分布を示す。これより、流木長の最頻値は4~6mの範囲にあるのに対し、立木樹高の最頻値は16~18mとなり、概して流木長は立木樹高の約1/3~1/4程度となっていることがわかる。また、森林調査より天然林の広葉樹が広く分布していたことや現地でのヒアリングで間伐は行っていないことの確認から、流木長は折損しながら流下したものと推察される。

4.2 流木直径と立木直径の関係

立木の平均直径 0.21m は、流木調査結果の平均直径 0.25m に対してやや小さい値を示す結果となった。これは、立木調査における直径の調査対象の大半が源頭部であったことから、調査範囲の影響によるものと考えられる。ただし、流木直径と立木直径に大きな差が認められなかったことから、立木直径の流下過程における減少はほとんど無いものと想定される。

4.3 流木長と立木樹高および流下幅の関係

写真-2に災害当時の河川状況を示す。常時における流下幅は4~5m程度と思われる。なお、調査当時の地形や土砂等の堆積状況、流下痕跡等から判断すると、災害発生時には流域全体に亘って河川の氾濫が発生し、概ね20~30m以上の流下幅を以て土石や流木が流下したものと推察される。ここで、指針¹⁾を参考に、流下すると予想される流木の平均長 L_{wa} を試算すると、土石流の最小流下幅(ここでは最小流下幅を参考に $B_{dm}=5m$ と仮定)および立木調査での平均樹高 (h_{wa} =約 18m) の関係: $h_{wa}>B_{dm}$ から、流木の平均長は5mとなる。これは、流木調査結果の平均(約6m)と比べ、やや小さな値となるが、概ね常時流下幅と平均流木長は同等の値を示すことがわかる。次に、流木捕捉工を設計する際の重要因子である最大流木長 L_{wm} については、災害時の流下幅を参考に土石流の平均流下幅 B_d を約25mと仮定すると、立木調査による最大樹高 $H_{wm}=32m$ との関係: $H_{wm}<1.3B_d$ から32mと試算される。しかし、今回の流木調査結果における最大流木長は20.3mであり、氾濫時に想定される平均流下幅より小さく、かつ試算した長さ比べて大きく下回る結果となった。これより、一現場での調査結果ではあるが、実際の流木は、立木が徐々に流木となり流下する過程で大半が折損し、その長さは流下幅に影響されることが確認された。

5. おわりに

本調査では、立木が流木化する過程を把握する目的で現地調査を実施した。しかしながら、本調査では本流域内における流木収支については未確認であり、流域のどの樹木が倒木、流木化し下流域に到達したのか、その流下過程の状況は明らかに出来ていない。これらは今後の課題として残されている。また、本調査は実現象の一例に過ぎないため、他地区でのデータ収集を継続実施し、立木の流下過程をシミュレーション解析等の手法により明らかにしていきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省砂防部, 国土交通省国土技術総合研究所: 砂防基本計画策定指針(土石流・流木対策編), 2007.11
- 2) 渋谷一, 香月智, 大隅久, 國領ひろし: 平成22年7月16日に広島県庄原市で発生した豪雨災害における流木実態調査, 砂防学会誌, Vol.64, No.1, pp.34-39, 2011.5

表-2 立木調査結果

	樹高	直径
標本数	56本	28本
最大値	Hwm = 32 m	0.40 m
平均値	hwa = 17.8 m	0.21 m

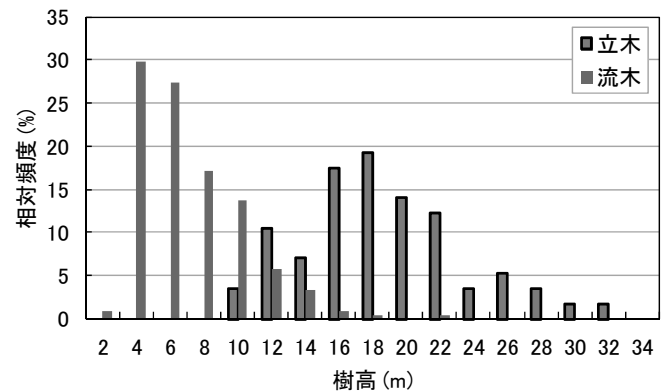


図-4 流木長と立木樹高の頻度分布



写真-2 災害当時の河川状況