

春木川における大規模土砂流出時の土砂動態に関する研究

国土技術政策総合研究所 ○ 丹羽諭、内田太郎、蒲原潤一（現：長野県）

富士川砂防事務所 守谷武史（現：高崎河川国道事務所）、光永健男（現：高知県） 立命館大学 里深好文

1. はじめに

山地河川における豪雨時の土砂動態の実態については、現象の発生頻度の少なさや観測の難しさゆえに、不明な点が多い。例えば、斜面から河道への土砂供給、大断面を流下する際の流路変動など、これらに関する研究事例^{1) 2)}はあるものの、実態が整理されているとは言い難い。一方、河床変動計算による土砂動態の評価では、上流端の境界条件として洪水期間中は常に平衡流砂量を設定する、流れ幅は谷幅で一定値とするなど、単純な仮定が用いられることが多い。このような背景から、本研究は、土砂動態評価手法の高度化のため、山地河川における豪雨時の土砂動態について、実態を把握することを目的とした。

2. 調査方法

調査地は、山梨県南巨摩郡にある富士川水系の春木川流域(図-1)である。大春木沢の源頭部には七面山崩れが存在する。春木川は、集水面積が 20.9 km²、河床勾配は、早川合流点で約 2°、大春木沢末端で約 10°、タル沢末端で約 4°である。本研究では、2011 年の台風 6 号、台風 12 号、台風 15 号、2012 年の台風 4 号によって発生した大規模土砂流出を対象とする。なお、本研究には、複数時期の LiDAR データ、砂面計による河床変動データ、堰堤付近を撮影した CCTV の画像データを用いた。

3. 調査結果

3.1 LiDAR データによる河床変動の把握

春木川流域では、2009 年 1 月～3 月と 2009 年 10 月～2010 年 1 月に計測された台風 6 号前(出水前)、2012 年 6 月～7 月に計測された台風 4 号後(4 出水後)に全領域の LiDAR データが取得されている。これらの差分解析より、4 台風による大春木沢から春木川本川への流出土砂量は約 110 万 m³、春木川本川から早川への流出土砂量は約 65 万 m³、平均河床変動高は最大 6.6 m、河床変動幅は大春木沢や堰堤堆砂域で 100 m を超える値となることがわかった(図-2)。

3.2 CCTV 画像データによる河床変動高の判読

大春木沢砂防堰堤の 10 分単位の CCTV 画像から判読した堰堤前面の河床高と、それから算出される河床変動速度を図-3(本堤水通し高さを 0)に示す。これより、台風 12 号の洪水中には、約 10 m の河床変動が発生したこと、出水中に何度も堆積と侵食を繰り返したことがわかる。また、河床変動速度の最大値は 21 cm/分で、5 cm/分以上が継続した時間はおおむね 30 分以下であった。

3.3 CCTV 画像データによる越流範囲の判読

2011 年台風 12 号で顕著な土砂流出が観察された 9/3 の 7:00～9:00 において、10 秒間隔で判読した大春木堰堤の水通しにおける越流範囲を図-4 に示す。図中の Y=0 は右岸側の袖、Y=20 は左岸側の袖の位置を表す。図中で黒色にハッチングされた範囲は土砂と水が流れていると思われる濃い流れ、灰色にハッチングされた範囲は泥水状の色の薄い流れ、白色は流れの無い範囲を表す。グラフ中の×印は、左袖で越流が確認された時間帯である。図-4 より、水通し全体で越流する時間は少ないことがわかる。袖の端付近に常に流れが存在するのは、袖により遮断された流れが水通し方向に集まるためと考えられる。濃い流れは、7:00～7:45 は左岸側、7:45～7:59 は右岸側、7:59～8:06 は左岸側、8:07～8:27 はおおむね右岸側、8:31～8:36 は左岸側、8:37～8:46 は右岸側、8:55～9:00 は右岸側に偏る。この様子から、土砂流出が多い時間帯には、10 分から数 10 分の間隔で流れが左右に振れ、1 分程度で流路変動することがわかる。

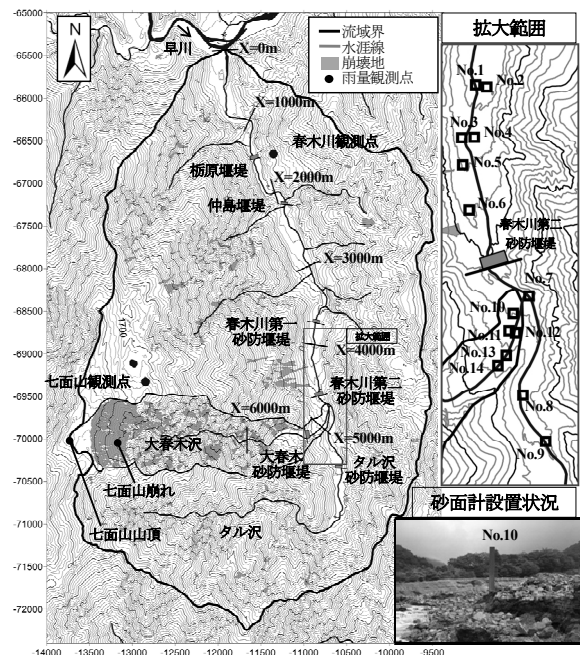


図-1 春木川流域

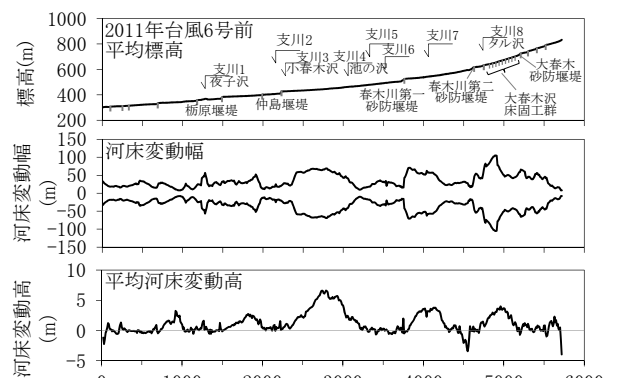


図-2 LiDAR データによる河床変動量

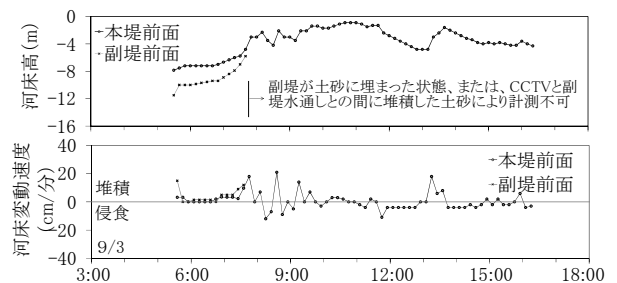


図-3 大春木沢砂防堰堤前面の河床変動高

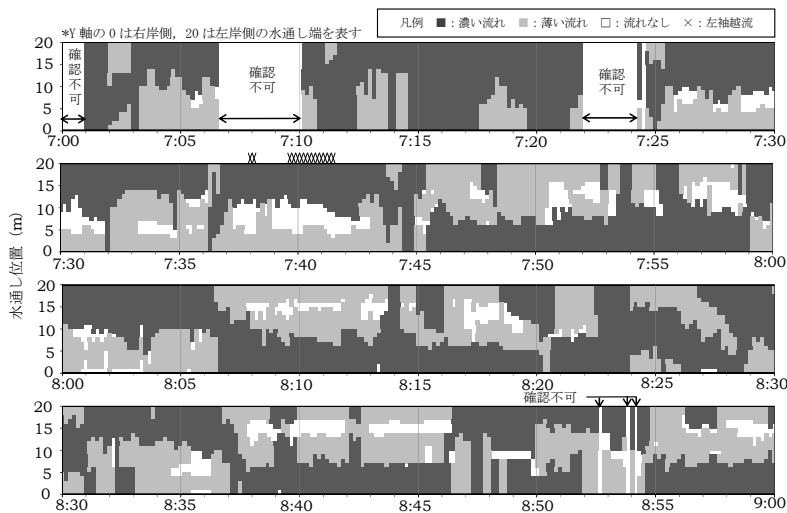


図-4 大春木砂防堰堤の水通しにおける越流範囲

4. 考察

4.1 大春木砂防堰堤への土砂供給

図-5 に第一堰堤における観測水位と、大春木沢砂防堰堤の前面における河床変動速度、または、砂面計データによる河床変動速度の関係を示す。大春木沢砂防堰堤における河床変動（速度）は、水位の値が同じであっても、堆積傾向を示す場合も侵食傾向を示す場合も見られる。また、水位が 30～40 cm より大きい場合に河床変動が発生し、水位が大きいほど大きな河床変動速度が発生する傾向が確認される。大春木沢（No.10～13）や春木川本川（No.1、2、5）に設置された砂面計の河床変動速度と水位の関係は、大春木砂防堰堤前面とおおむね傾向が同じである。また、河床変動速度のピーク値は下流ほど小さくなる傾向がある。

河床変動が堆積傾向となる時間帯には、高い濃度で土砂が供給されていると推定される。従って、図-3 及び図-5 より、土砂供給の継続時間は 30 分程度以内で非常に間欠的であること、水位が高い時間帯に土砂供給されることがわかる。

4.2 洪水流量と流れ幅

100 m 以上の河床変動幅が形成された大春木沢、第一堰堤堆砂域、仲島堰堤堆砂域を対象に LiDAR データから横断図を作成し、マニング則（粗度係数=0.1）による等流計算から、流量と流れ幅の関係を 50 m 間隔で作成した（図-6）。100 m の流れ幅を形成するのに必要な流量は、大春木沢で 1,000 m^3/s 以上、第一堰堤堆砂域で 500～1,000 m^3/s 以上、仲島堰堤堆砂域で 50～100 m^3/s 以上である。一方、台風 12 号における第一堰堤の最大観測水位は 1.04 m で、等流計算と面積按分より算出されるピーク流量は、大春木沢末端で 14 m^3/s 、第一堰堤で 69 m^3/s 、仲島堰堤で 107 m^3/s である。流れ幅が 100 m に達する流量と台風 12 号によるピーク流量を比較すると、第一堰堤より上流側では、流量ピーク時であっても河床変動幅で流下することなく、河床変動幅の一部を限定的な範囲で流下していたといえる。一方、第一堰堤より下流側では、河床変動幅の全幅で流下する可能性がある。

5. おわりに

本研究では、源頭部に七面山崩れを持つ春木川流域を対象に、大規模土砂流出時の土砂動態について調査した。その結果、斜面から河道への土砂供給は間欠的であり、下流の河床変動タイミングに影響を及ぼすこと、大断面を有する山地河道では流路が限定的であり、洪水中に何度も流路変動することが示された。

参考文献

- 1) 今泉文寿、土屋智、逢坂興宏 (2002) : 荒廃溪流源頭部の砂礫堆積地における土石流の発生と流動過程の観測、砂防学会誌、Vol.55、No.3、p.50-55
- 2) 水山高久 (1977) : 山地河川の掃流砂に関する研究、京都大学学位論文、pp.96.

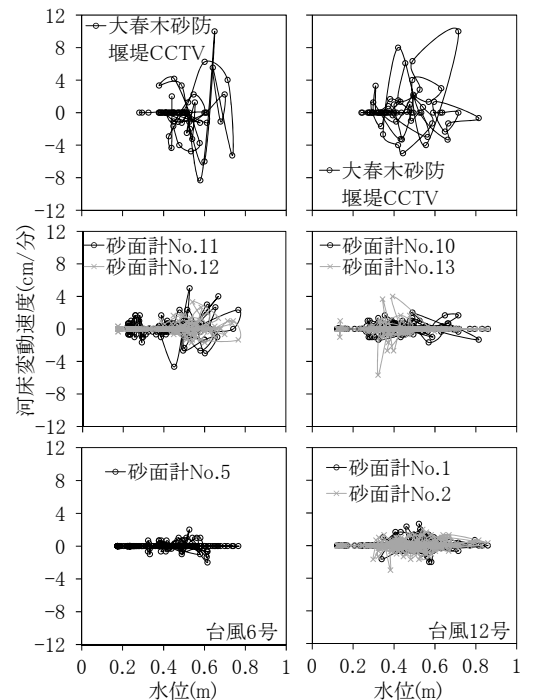


図-5 水位と河床変動速度の関係

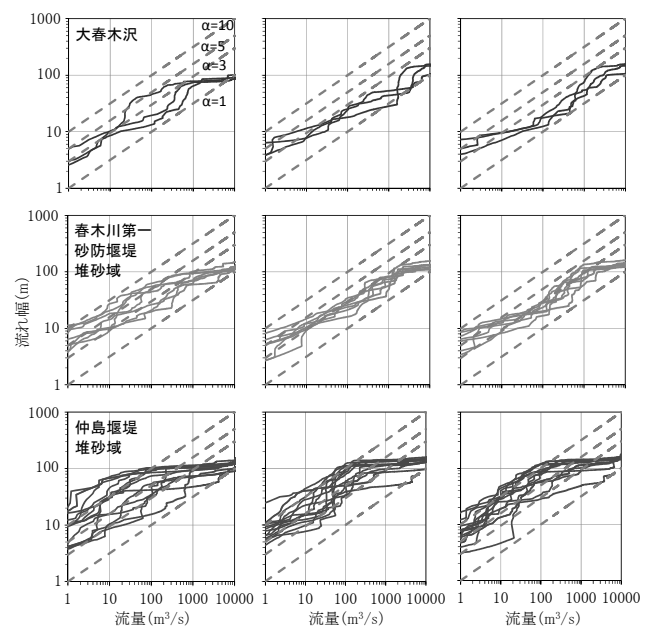


図-6 大断面箇所での等流計算による $Q-B$ 関係