

平成30年7月豪雨における立川川流域の 土砂移動実態把握調査の報告

四国山地砂防事務所 工務課 佐野 奈津子
四国山地砂防事務所 調査課長 奥山 悠木
四国山地砂防事務所 調査課専門官 藤澤 芳信

平成30年7月豪雨では、四国においても記録的な豪雨となり、吉野川上流域の支川である立川川、行川、栗ノ木川の各流域で大規模な崩壊や土石流が多数発生した。高知自動車道の橋梁が落橋した他、町道が寸断されたことで孤立集落が発生するなど、家屋等に甚大な被害が生じた。本報告では、豪雨後に実施した立川川流域の航空レーザ測量や現地踏査、粒度分布調査の結果を報告する。

キーワード 土砂災害 航空レーザ測量 粒度分布調査

1. はじめに

平成30年7月豪雨では、四国においても記録的な豪雨となり、愛媛県宇和島市をはじめ四国各地で土砂災害が発生、17人の死者を出す大災害となった。四国中央部では特に累積雨量が多く、高知県長岡郡大豊町や本山町、徳島県三好市などで多数の崩壊や土石流、地すべりが発生し、人家の倒壊や道路の寸断による集落孤立が相次ぐなど多大な被害が生じた。

四国山地砂防事務所では、豪雨直後より広範囲を対象に各種調査を実施し、災害の全容把握に取り組んだ。調査は事務所管内のみならず周辺地域を含めて実施し、その結果を地元自治体へ提供するなど技術支援を行った。

今回は、特に大規模な崩壊や土石流が多数発生した立川川（高知県大豊町）の崩壊直後の土砂量や土砂移動実態について報告する。

2. 流域概要

立川川は流域面積約 73km²、流路延長約 17km の吉野川水系吉野川の左支川である。主な地質は三波川帯に分類され、泥質片岩及び苦鉄質片岩の互層区間となっており、強い変成作用を受けていると考えられることから、豪雨等に伴う侵食作用により土砂が流出しやすい特徴にある。

平成30年7月豪雨では、当該流域付近の高知県本山町の本山雨量観測所で総雨量1,696mmを記録する大雨が降った。これは、平年7月の雨量の約4.5倍に相当する値である（気象庁, 2018a）。また、7月7日10:50までの24時間雨量は602mmとなり、観測史上1位を記録した（気象庁, 2018b）（図-1, 2）。

吉野川上流域の支川である立川川、行川、栗ノ木川の各流域では大規模な崩壊や土石流が多数発生した。これらにより、高知自動車道の橋梁が落橋した他、町道が寸断されたことで孤立集落が発生するなど、家屋等に甚大な被害が生じた。（図-3, 4, 5）。

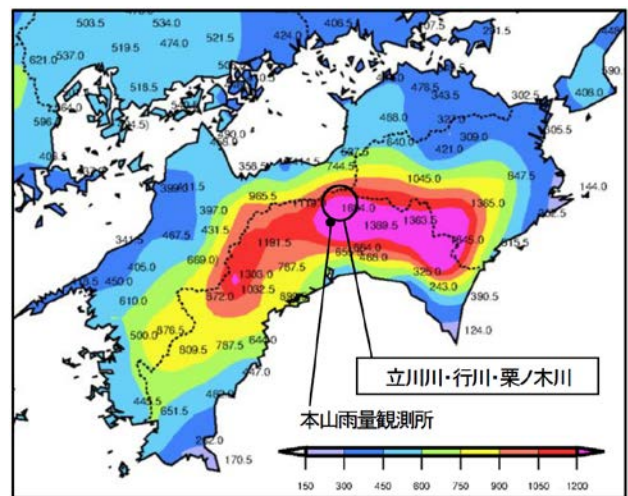


図-1 期間降水量(6月28日18時～7月8日24時)
(高知地方気象台(2018)に追記)

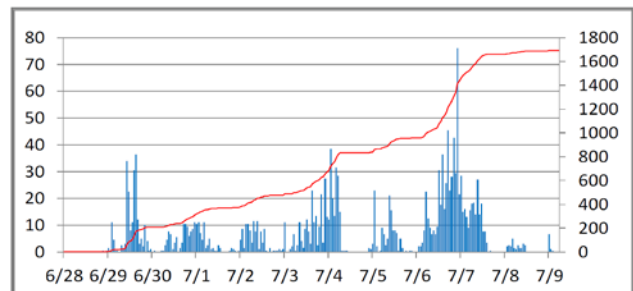


図-2 本山観測所における雨量
(左軸：時間雨量 (mm/h) , 右軸：累積雨量 (mm/h))



図-3 崩壊による高知県橋梁流出（大豊町立川上名）



図-4 崩壊による道路寸断（大豊町仁尾ヶ内）



図-5 土石流による人家被災（本山町北山）

3. 航空レーザ測量による土砂量算出

立川川流域及び行川流域、栗ノ木川流域では災害前の2009～2010年に航空レーザ測量が実施されており、今回の計測結果との標高差分により、流域別の総崩壊土砂量・総堆積土砂量を算出した(表-1, 図-6)。なお、総崩壊土砂量は崩壊地内の侵食量の合計値（崩壊地内の崩

積土量は含まない）、総堆積土砂量は崩壊地、流下・堆積区間および河川区間に含まれる堆積量の合計値とした。

結果として、3流域における総崩壊土砂量は約155万 m^3 （流下範囲の侵食量も含めると約206万 m^3 ）であった。これに対して、流域内の総堆積土砂量は約150万 m^3 であり、大部分の生産土砂が流域内に残存している状況と考えられる。

表-1 総崩壊・体積土砂量

流域	総崩壊土砂量 (m^3)	総堆積土砂量 (m^3)
立川川	1,364,101	1,216,872
行川	163,093	247,905
栗ノ木川	18,266	30,565
計	1,545,460	1,495,342

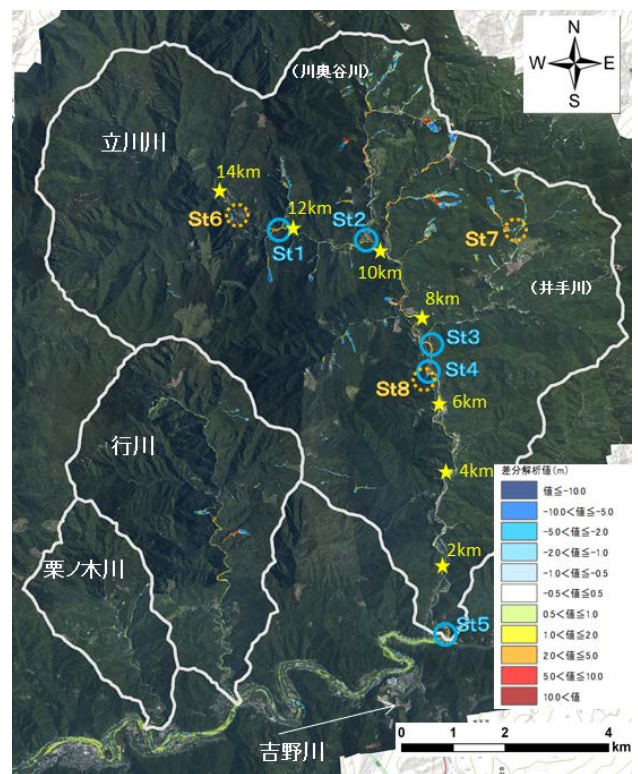


図-6 LP 標高差分図

4. 現地調査に基づく土砂流出実態

(1) 調査概要

崩壊土砂や土砂流出に伴う土砂移動実態把握のための現地調査を行うとともに、崩壊地や河床材料の粒度分布調査を行った。現地概査結果より、立川川流域の崩壊地は2mm程度以下の細粒分が多く認められる状況にあった。そのため、粒度分布調査方法は容積サンプリング法を用いることとした。

(2) 現地踏査結果

吉野川合流点付近では、LP 差分解析結果によれば、

最大 6m の高さで土砂が堆積している状況であった(図-6)。過去の衛星写真では、同地点の土砂堆積は認められないことから、2018 年 7 月豪雨に伴う土砂流出によって堆積した可能性が高い。一方、当該地点より上流では同様の土砂堆積箇所は認められなかった。このため、崩壊等によって発生した小さい粒径の土砂はその大部分が吉野川合流点に到達し、河道幅が急拡大したことによる掃流力の減少や吉野川本川からの背水によって、合流点付近に堆積したものと推定される。



図-7 吉野川合流点の堆積状況

合流点から1km～6.5km上流では、崩壊地は認められず、LP 差分解析結果によれば河床高の変化も他区間と比較してわずかである。このため、上流域からの流下土砂(主に細粒分)が通過した区間と推定される。

合流点から6.5km～9km上流では、本川沿い右岸斜面で大規模な崩壊(図-8)が 2 箇所発生し、本川の河床高が 10m 程度上昇している。これは崩壊土砂の残土によるもの、もしくは本川の一部を一時的にせき止めたことで背砂現象が生じたためと考えられる。また、井手川や他支川においても大規模な崩壊が発生したものの、本川との合流点での土砂の堆積は認められなかった。このため、これら支川沿いの崩壊土砂は大部分が不安定な状態で残存していると考えられ、今後の降雨によって二次移動が生じる可能性がある。



図-8 合流点から 6.5km 地点の崩壊地状況

合流点から9km～12km上流では、本川沿いで洪水痕跡は認められるものの、土砂が著しく堆積したような状況は認められなかった。10.5km付近で合流する川奥谷川の上流域では大規模な崩壊が発生していたが、立川川まで到達した土砂はわずかであった、もしくは細粒分が多く含まれていたことで、本川に堆積した土砂がわずかであったと考えられる。

合流点から12km～13.2km上流では、立川川 12.5km 付近に合流する右支川において土石流が発生している。右支川合流前の本川河床が上昇していることや本川上に堆積した土砂の粒径が比較的小さいことから、右岸斜面の崩壊地から立川川本川へ大量の土砂が流出、本川に堆積したことでせき上げが生じ、本川合流点直上流に土砂が著しく堆積したと考えられる。堆積土砂の影響範囲は支川合流点から上流約 200mとなっている。

合流点から13.2km上流には、新田橋が位置している。同地点では土砂の堆積等や流下した痕跡が認められなかった。これは、新田橋上流域では崩壊が発生していないことが理由としてあげられる。

(3) 粒度分布調査

崩壊地の粒度分布調査は流域内の 3 箇所で行った(図-6, 図-11)。崩壊地の調査では、中央部では流水の集中に伴い細粒分が流亡していると考えられるため、崩壊地の側岸部で地山が露出している箇所で行った。3 箇所とも、 $d_{50}=2\text{mm}$ 程度、 $d_{95}=20\text{mm}$ 程度のほぼ一様な粒度分布であった(図-9)。粒度分布特性が一様であった理由としては、本流域内は地質及び岩質区分が同一であり、崩壊斜面が露頭している箇所で行ったことが一因としてあげられる。このため、本調査では当該流域における崩壊地の粒度分布を再現できていると考えられる。なお、崩壊地では人頭大の礫や巨礫等も認められたが、多くは崩壊地内で残存していたこと、全体的な割合は少なかったことから、粒度分布調査対象とはしなかった。

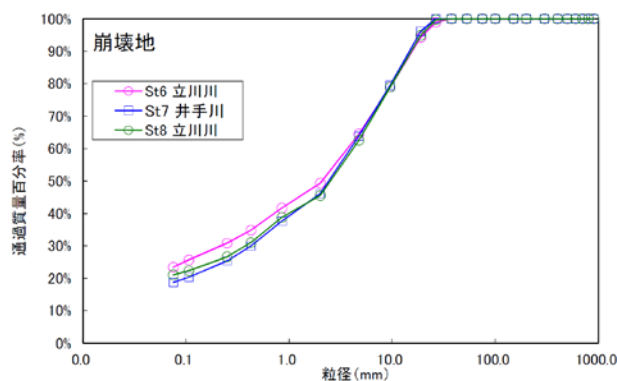


図-9 崩壊地の粒度分布調査結果

河床材料の粒度分布調査は流域内の 5 箇所(図-6, 図-11)で行った。各箇所の概要は次のとおりである(図-10)。

St1：右支川で発生した土石流が立川川本川に合流した地点の下流で粒度分布調査を実施した。d50=100mm、d95=180mm となっており、他の調査地点と比較して粗粒分が多い傾向にある。St1 では土石流の流下区間と堆積区間の中間程度の河床勾配であること、崩壊に伴う流出土砂の粒度分布が小さいことから、河床材料の粗粒分が多い傾向になったと考えられる。

St2,3：川奥谷川や井手川などの比較的大きな支川が合流する地点の直下で粒度分布調査を実施した。本区間は掃流区間に区分されることから、崩壊に伴う流出土砂は堆積傾向にあったと考えられる。粒径特性はd50=15～20mm 程度、d95=50～100mm 程度と St1 と比較してやや小さい傾向であった。

St4,5：本川沿いで斜面崩壊が発生した箇所の直下(St4)及び吉野川合流点地点(St5)で粒度分布調査を実施した。崩壊地の粒度分布に近い傾向が認められる。St4 は崩壊斜面の対岸で行ったことから、崩積土に近い粒度分布が把握されていると考えられる。また、St5 は吉野川合流点付近の調査地点であるが、最も均一性が認められ、かつ、粒径も小さい粒度特性であった。

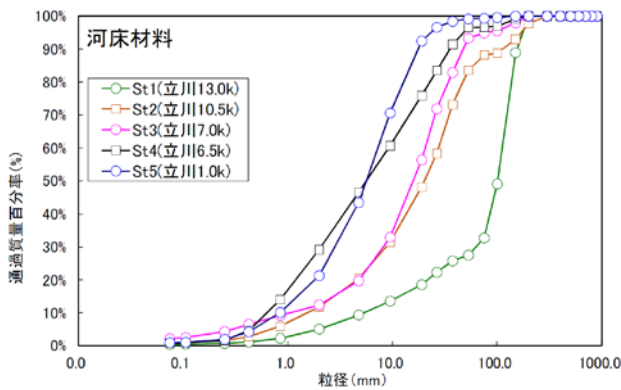


図-10 河床材料の粒度分布調査結果

5. 立川川における土砂移動特性

崩壊地の粒度分布は調査地点毎の差異は認められず、

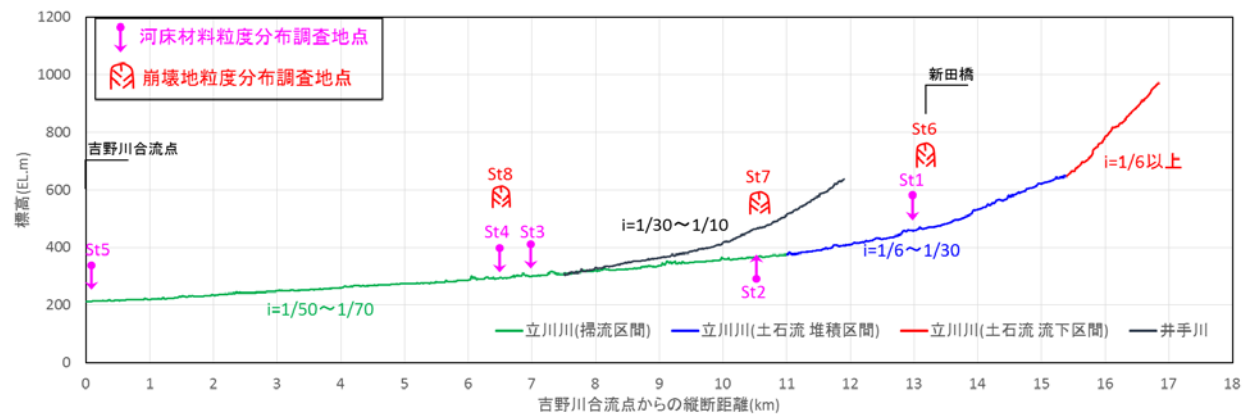


図 - 1 1 立川川 縦断図

ほぼ一様の傾向であった。また、河床材料の粒度分布調査結果から、下流の調査結果の方が細粒となる傾向が示唆される。一方で、崩壊地直下や吉野川合流点の河床材料粒度分布では、崩壊地の粒度分布に近い傾向であった。このため、立川川における土砂流出特性として次の事項があげられる。①崩壊地の粒度分布は地質特性を反映して流域内で同様な粒度分布傾向を示し、崩壊地の直下には崩壊地と同じような性状の土砂が堆積する。②崩壊土砂は河道の不安定土砂や溪岸侵食による影響で粗粒化しつつも、流下するにつれて分級が進むことで、下流域の粒径は小さくなる。これは、本川まで到達した土砂は細粒分が大部分を占めており、崩壊地の粒度分布に近いことから考察される。

6. まとめ

本報告では、平成30年 7 月豪雨により斜面崩壊に伴う土砂流出が発生した立川川において、土砂流出実態を把握するための航空レーザ測量、現地調査を行うとともに、崩壊地及び河床材料の粒度分布調査を行った結果を示した。今回、航空レーザ測量からは、流域内の総崩壊土砂量が約155万 m^3 でありその大部分が流域内に残存していることが明らかになった。また、粒度分布踏査からは、崩壊土砂は下流に流下するにつれて分級が進み、下流域ほど細粒分が多くなるという土砂流出特性が明らかになった。

今回のように崩壊直後の粒度分布や土砂動態を把握することによって、崩壊の影響による土砂流出特性をより明確なものとする事ができる。土砂の状況は時間とともに変化していくが、災害直後に取られたデータは少ない。今後、豪雨や地震等に伴い斜面崩壊が生じた場合には、粒度分布や土砂動態に関する調査を実施し、土砂流出に関する知見を蓄積することが重要である。また、今後これらのデータを活用して河床変動計算を行うことにより、より実態に即した被害予測や事業計画の策定を行うことができると考えられる。