P-036

平成 30 年 7 月豪雨による呉市天応地区における土砂・洪水氾濫の実態について

国土交通省中国地方整備局広島西部山系砂防事務所　大塚尚志・正木俊英※1・岡本功
中電技術コンサルタント株式会社　○河井恵美・荒木義則・大盛泰我
広島大学大学院総合科学研究科　長谷川祐治・海堀正博

1. はじめに

平成 30 年 7 月の豪雨により広島県各所において多くの土砂災害が発生し、甚大な被害が発生した。崩壊土砂量は約 800 万 m^3 で、平成 26 年 8 月広島土砂災害の約 16 倍もの土砂が崩壊した。坂町総頭川、呉市天応の大屋大川等では、上流からの大量の土砂により河床上昇が生じ、河道外に大量の土砂が水とともに氾濫する土砂・洪水氾濫が発生した。土砂・洪水氾濫により土砂災害警戒区域外の比較的下流に位置する川沿いの家屋にも被害が生じた。本報告は、天応地区で発生した土砂・洪水氾濫の実態把握のために現地調査や数値シミュレーションを行ったものである。

2. 気象の概要

平成 30 年 6 月 28 日以降、北日本に停滞していた梅雨前線は、7 月 5 日に南下し、7 日にかけて本州付近に停滞した。この前線へ向けて暖かく湿った空気が流れ込み、前線の活発な活動が続いたため、**図-1** に示すとおり降り始めの 7 月 5 日 9 時から 7 月 8 日 0 時までの総雨量が 426 mm が観測された。最大 24 時間雨量を見ると 305mm であり、これは広島県の確率降雨強度式(広島地域)から推定すると 100~150 年確率雨量である。また、図-1 より、最大時間雨量を観測した後もまとまった降雨を観測していることが分かる。

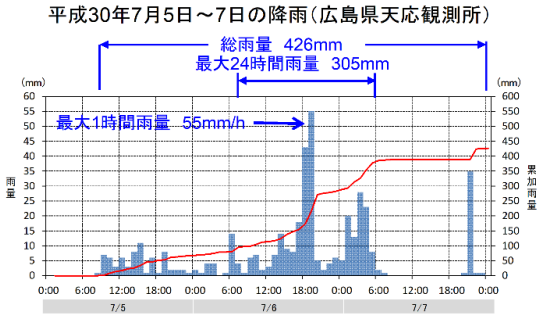


図-1 広島県天応観測所 雨量グラフ

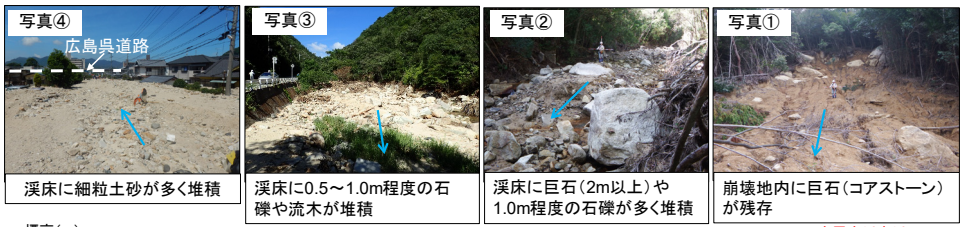
3. 大屋大川渓床状況について

3.1 上流域から河口までの現地調査の実施

図-2 に大屋大川本川の上流域から河口までの縦断図と土砂移動形態と堆積状況の変化を示す。図-2 より、上流域にある崩壊地の勾配は、10 度程度であり、崩壊地内には、巨石が残存している。崩壊地から住宅地が密集する縦断勾配が 2 度までの区間には、堰堤や床固工群が整備されている。土石流の氾濫は、堰堤・床固工群の下流域端付近が起点となり、縦断勾配が 2 度付近から下流側の渓床に細粒土砂が多く堆積している。

3.2 堆砂地内におけるトレンチ調査の実施

図-3 に大屋大川の中流部に位置する砂防堰堤堆砂地内のトレンチ調査状況を示す。本調査では、砂防堰堤の堆砂地内において、重機を用いて縦断方向に幅 2m 長さ 5m 深さ 2m の掘削を行い、堆砂地断面図の計測を行った。**図-4** に示すように堆砂地は、堆積した土砂の識別から 5 層であることから、少なくとも 4 回以上の土砂が層状に堆積したことがわかる。また、堆積層毎に土砂を採取し、粒土分布等の土質試験を行いの粒度分布等を把握した。**図-5** より、第 2 層と第 4 層が同じ粒土分布を示していることが分かる。



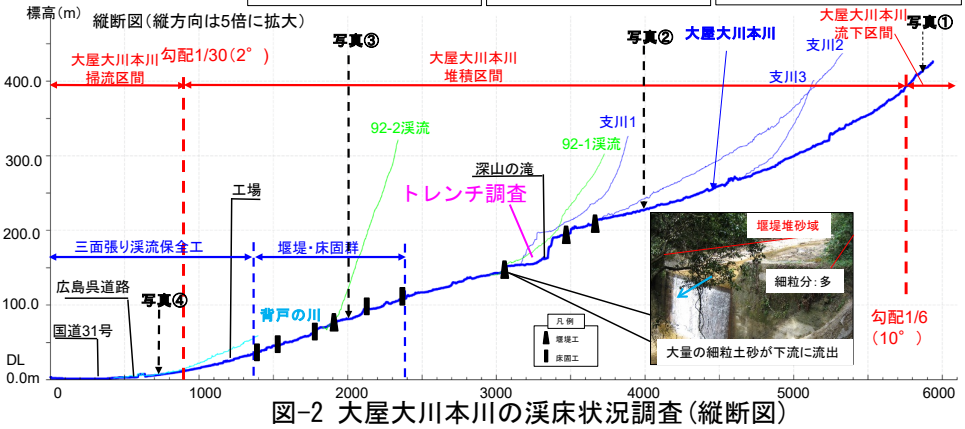


図-2 大屋大川本川の渓床状況調査（縦断図）

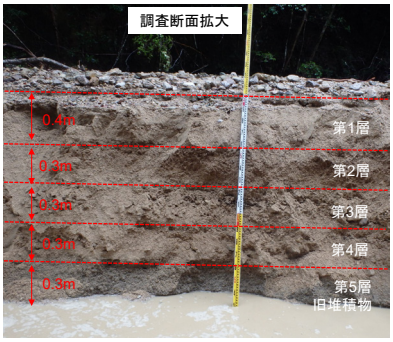


図-3 トレンチ調査状況

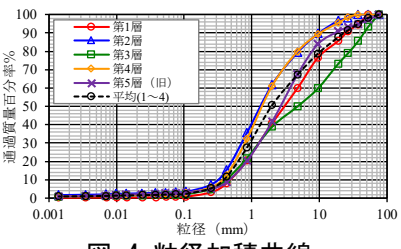


図-4 粒径加積曲線

※1 現所属： 国土交通省 中国地方整備局 高梁川・小田川緊急治水対策河川事務所

3. 土砂・洪水氾濫状況の把握

3.1 土砂堆積・洪水氾濫状況の現地調査の実施

図-5 に主な土砂堆積範囲、浸水被害範囲、氾濫範囲を示す。災害直後や土砂撤去後の痕跡を比較することで土砂の堆積厚や浸水深の計測を行い、空中写真も参考にして各種範囲を設定した。縦断勾配が 2 度を下回る付近から広島呉道路までが土砂堆積の概ね範囲であり、広島呉道路から国道 31 号までのエリアが主な浸水被害の範囲であることが分かる。

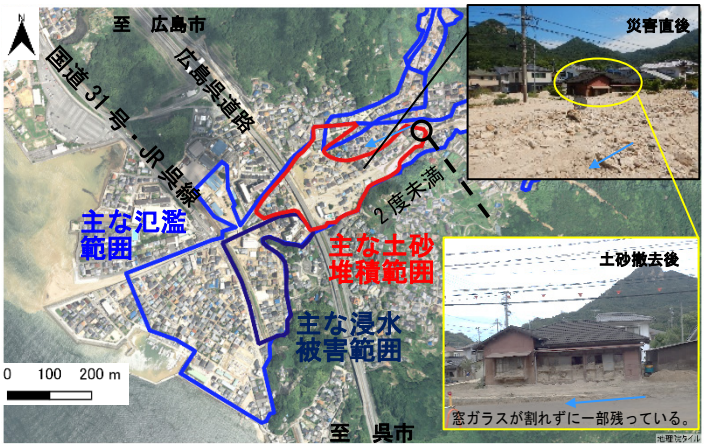


図-5 土砂・洪水氾濫状況

3.2 土石流から土砂流、掃流砂までの移動形態を想定したシミュレーションの実施

広島県呉市天応地区の大屋大川を対象に、土石流から土砂流、掃流砂までの移動形態を想定したシミュレーションを実施した。シミュレーションには Hyper KANAKO システムを採用した [1]。システム上では、堰堤緒元以外のパラメータは、土石流の緒元を表す供給ハイドログラフ、及び地形条件（一次元領域の河道幅、移動可能土砂厚、二次元領域のメッシュサイズ）、及びその他パラメータである。そのたパラメータは、推奨値が存在するものは数値を設定している。

表-1 計算ケース一覧

ケース	Qp (m^3/s)	C	Time (sec)	ρ(kg/m^3)	粒径 d(m)
1	50	0.03	20,000	1,400	0.01
2	25	0.03	40,000	1,400	0.01
3	10	0.03	100,000	1,400	0.01
4	250 10	0.1※ 0	1,200（300×4 回） 70,000	1,400	0.01

※土石流の継続時間と発生回数から設定

供給ハイドログラフは、本報告では、対象流域において崩壊前後のレーザー測量を基に移動可能土砂量を設定して、その土砂を上流端から水と合わせて供給した。供給する土砂濃度は不明であるため、一定濃度で設定した。水の総流量は、総雨量 426 mm を対象渓流（二次元領域の上流端、流域面積 3.1 km^2）に流出率 0.8（山地）で流出したと想定した。また、土石流の流出を想定した条件では、継続時間を 250 秒～300 秒の範囲で設定した。土石流のピーク流量は、痕跡調査から用いて、250 m^3/s で設定し、トレンチ調査の結果から発生回数を 4 回と設定した。本計算では、一定流量（10、25、50 m^3/s の 3 種類）を低濃度で長時間、供給し続ける条件を実施した。なお、本計算では家屋等の建物の高さは再現しておらず、造成地盤高さのみを再現した。また、支川の影響を一切考慮していない。

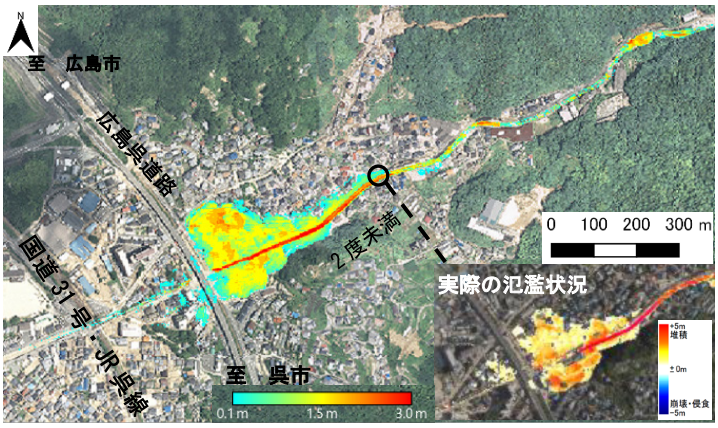


図-6 計算終了直後の堆積高コンター（一定流量_10m^3/s）

土砂は、広島呉道路付近のボックスカルバートに到達し、その上流の渓床内に堆積する。河道外での堆積は左岸側から始まり、ある一定時間まで氾濫範囲は左右に広がる。その後は、堆積高が大きくなり最大 2m まで達した。

実際の氾濫範囲と数値シミュレーションによる氾濫、土砂堆積を比較は図に示すとおりであり、広島呉道路、ボックルカルバートより上流の氾濫について左岸側と右岸側の範囲は同じ範囲を示し、堆積高については最大 2.0m（河道内を除く）を示す。堆積高の大きい位置を見ても、実際と計算結果はほぼ同じであることがわかる。一方で、氾濫が広い右岸側では、計算では支川付近まで土砂が到達するが、実際は建物の影響を受けてその範囲まで広がっていない。また、少し上流を見ると、計算では河道を越えた氾濫を示すが、実際は氾濫が示されていない。これは、実際は高さの低い堆積が考慮されていないためだと考えられる。レンジを変更した図と比較すると、実際とほとんど一致する。

4. おわりに

本報告では、天応地区の気象状況や被害状況、渓床状況について災害前後の LP データの活用や現地調査の結果より、土砂・洪水氾濫の実態を把握し、数値シミュレーションによる再現計算を行うことにより、土砂の堆積、洪水氾濫の過程の一部を把握することができた。支川の影響等を反映させた検討を行う予定である。

参考文献

1) 堀内成郎、岩浪英二、中谷加奈、里深好文、水山高久：LP データを活用した土石流シミュレーションシステム「Hyper KANAKO」の開発、砂防学会誌、Vol.64, No.6, pp.25 -31, 2012