

高知県東部(奈半利川流域)における平成 23 年台風 6 号に伴う緊急土砂災害調査 — 航空レーザ計測データを活用した災害実態の早期把握 —

国土交通省 四国山地砂防事務所 桜井亘、鷺尾洋一、高川智
国際航業株式会社 ○江川真史、島田徹、笠原拓造、渡辺隆吉

1 はじめに

平成 23 年台風 6 号により、高知県東部(奈半利川流域)の平鍋観測所では最大 24 時間雨量 798mm(1/200 確率規模以上)、連続雨量 1,067mm という未曾有の豪雨を記録し、7 月 19 日には 3 溪流(平鍋地区、小島地区、和田地区)で深層崩壊を起因とした土石流が発生した。特に平鍋地区では、国道 493 号の寸断や、平鍋ダム貯水池への土石流流下に伴い発生した段波がダム堤体部を越流するといった、重要施設に重大な影響を及ぼした。

災害発生直後の初動としては、的確な応急対応に資する実態把握が急務である。特に中山間地域という情報量の乏しい状況下では、流域内の残存土砂量や流出土砂量等の定量的な情報や災害箇所周辺の斜面変状を可能な限り高精度かつ短時間で把握した上で、応急対応を立案する必要がある。これらの情報を効率良く取得することを目的として、災害発生直後に航空レーザ計測を実施した結果、初動時の実態把握に大変有効であった。本報は、緊急土砂災害調査時における航空レーザ計測の有効性について報告する。

2 災害概要

土石流が発生した 3 溪流は、高知県安芸郡北川村の奈半利川中流域の右支溪に位置し、周辺の山地は標高 1,000m 級の稜線を連ね、四方十帯の分布域となっている。土石流発生源はいずれも約 10 万～20 万 m³ の深層崩壊であり、流動化した土砂は奈半利川まで達した。3 溪流の災害概要は以下のとおりである。

平鍋地区: 3 溪流の中で土石流発生規模は最大。崩壊土砂はその大部分が流出し、溪流内も主として侵食傾向にあることから、膨大な量の土砂が一気に高速で流下したと想定される(土石流が崩壊地下流の直線区間(約 1km)を流下した後、屈曲部で溪床からの比高 35m 地点まで偏流した痕跡を確認(図-4 の平鍋地区を参照))。土石流は国道 493 号を寸断させ、平鍋ダム貯水池へ流下することで発生した段波の影響により、奈半利川上流側の吊橋の損傷(上流側に回転)、下流側の平鍋ダム本体を越流する事態となった。

小島地区: 崩壊土砂の大部分は流出しているが、溪流内には治山ダム 16 基(流下範囲に 12 基)が設置されており、溪流内で効果的に土砂を捕捉した。土石流は国道 493 号の橋梁下部を通過し、道路寸断等の被害までには至らなかった。

和田地区: 崩壊地下部には膨大な量の崩壊土砂が残存。土石流は谷出口付近に設置されていた盛土を流出させ、主として国道 493 号の橋梁下部を通過したが、一部は河道屈曲部でせり上がり道路面上に氾濫した(一時的な道路寸断)。

3 流出土砂量の把握

3.1 航空レーザ計測データ処理の効率化 : 通常、航空レーザ計測を実施後、オリジナルのランダム点群から樹木等の影響を除去するため、フィルタリング処理を施した後に、地表面を表現した地形データ(DEM; グリッドデータ)を作成する。ここでは、高精度を保持して可能な限り短時間かつ効率的な DEM 作成方法として、航空レーザ計測と同時に撮影した航空写真を用いて土砂移動区間の判読を行い、立木等が流出して地表面が現れている範囲を対象に、フィルタリング処理等の中間処理を極力省略することで、数時間～1 日程度での処理を可能とした。全エリア(18.5km²)の DEM が計測開始から 19 日後に完成していることから、本手法を適用することで概ね 18 日間の時間短縮となった。

3.2 崩壊土砂量の推定 : 崩壊土砂量は、侵食量に崩壊残土量を加えた値とした。崩壊残土量を推定するにあたり、航空レーザ計測データや空中写真判読のみでは崩壊残土の分布範囲や岩盤の露岩状況、崩壊底面等を正確に把握することは困難であった。ここでは、崩壊残土の分布範囲や露岩状況をより正確に把握するために現地踏査を実施し、崩壊前後の DEM より作成した縦横断面図をもとに崩壊底面を想定することで平均断面法により崩壊残土量を算出した。

〔崩壊残土量〕平鍋地区: 17,702m³、小島地区: 8,830m³、和田地区: 148,292m³

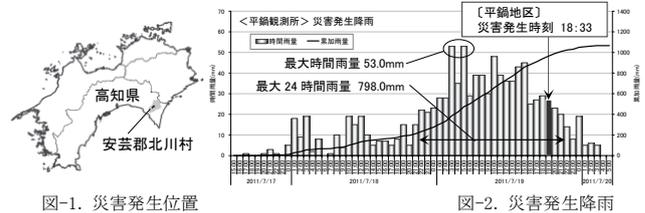


図-1. 災害発生位置

図-2. 災害発生降雨

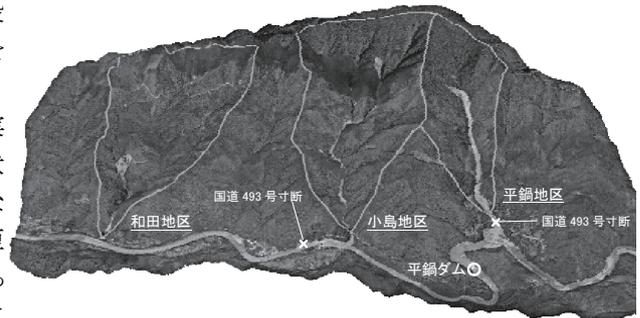


図-3. 土石流災害発生状況

3.3 流出土砂量(土砂収支)の推定 :流出土砂量の推定には、単に災害前後 2 時期の差分解析を行うだけではなく、崩壊残土量に加え、地形状況(直線区間や屈曲部等)、侵食・堆積区間及び対策施設等の位置を踏まえ、それぞれの区間において侵食・堆積量を算出し、土砂収支を把握した(図-4)。

〔奈半利川への流出土砂量〕平鍋地区*:318,006m³、小島地区:130,115m³、和田地区:51,534m³

(※参考値)平鍋ダム貯水池内の深淺測量による推定堆積土砂量 340,000m³

4 その他航空レーザ計測データの有効活用

4.1 斜面変状の把握 :流域全体(土砂移動区間以外)の DEM が作成できた段階で、災害前後の等高線図やオルソ画像、地形解析図(ELSA MAP: 標高と傾斜の立体情報を透過合成した地形表現方法)を作成し、災害前の深層崩壊発生斜面について詳細判読を実施したところ、岩盤クリープ斜面や円弧状クラック等の崩壊に起因するような微地形要素が確認された。土石流発生箇所周辺についても同様に判読した結果、類似した微地形が多数認められたことから、今後も深層崩壊の発生が懸念される。

4.2 施設配置計画 :流域内には崩壊残土や溪床に堆積した不安定土砂が大量に残存していることから、次期出水時に備えた緊急的な対策施設の設置が必要となる。概略の施設配置計画を行う上では、航空レーザ計測データを活用することで、現地測量を実施することなく十分な精度を確保でき、土石流諸元の算定や縦横断面図の作成、施設配置の検討(微地形判読結果をもとに深層崩壊箇所の拡大崩壊や新規崩壊が懸念される斜面も考慮)等、迅速な対応が可能となった。

5 おわりに

災害前後の航空レーザ計測データを活用することにより、溪流内の残存土砂量(崩壊残土等)や流出土砂量といった応急対応に資する定量的な情報や危険性の高い斜面変状等を高精度かつ短時間で把握でき、施設配置計画の検討までの対応を一貫して実施し、災害発生時の緊急対応における航空レーザ計測データの有用性が実証された。今回の災害対応の経験を踏まえると、データ整備範囲の更なる拡大やよりスムーズな初動体制の構築が望まれる。

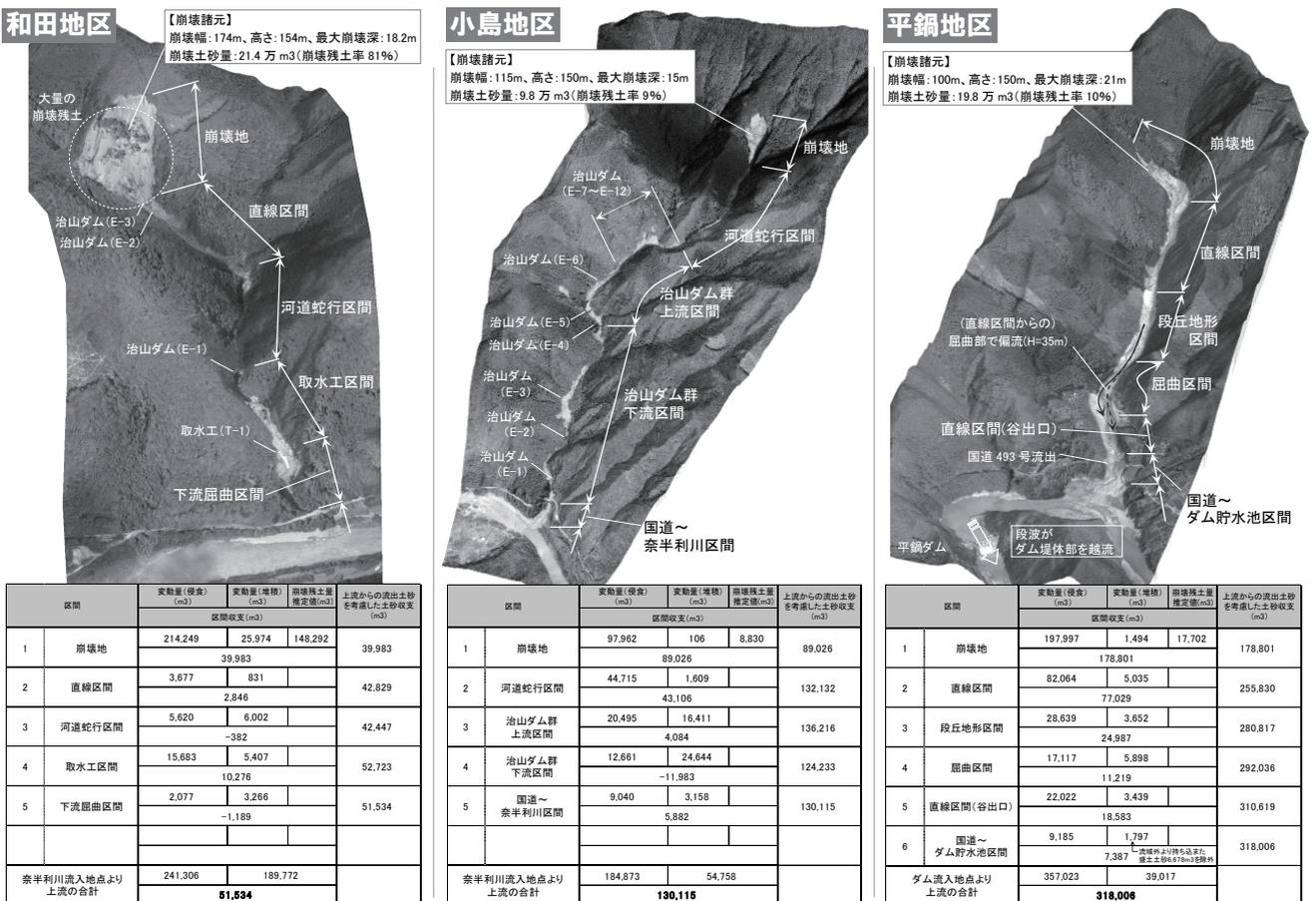


図-4. 災害前後の航空レーザ計測データを活用した土砂収支