

航空写真を用いた DSM の構築と再現計算への適用について -昭和 34 年富士川災害に関する適用事例-

(一財) 砂防・地すべり技術センター ○角田皓史 加藤誠章 福池孝記 関英理香 五十嵐勇気
関東地方整備局富士川砂防事務所 田中秀基※¹ 小町谷章※² 木暮一也 山野利勝 角岳志

※¹ 現 六甲砂防事務所

※² 平成 30 年 3 月現在の所属

1. はじめに

砂防事業の効果評価や施設配置検討において数値計算を使用するためには、過去に実際に発生した災害を対象とした再現計算を行い、数値計算モデルの妥当性を担保することが求められる。再現計算により妥当性を確認するためには、再現対象となる事象に関する降雨、地形、土砂量等の情報が充実していることと、再現対象とする事象が砂防計画で想定するような大規模な現象であることが望ましい。

近年は、レーザプロファイラ等を用いた詳細な地形計測が行われており、近年発生した土砂洪水氾濫事象に対しては、精度の高い地形条件の設定が可能であるが、過去の災害に対しては調査精度が低かったために、地形条件を適切に設定することが課題であった。

近年、複数の位置、角度から撮影された写真を元に画像処理を行い、3次元形状を構築する SfM (Structure from Motion) 技術が著しく進展している。

本検討では、富士川流域釜無川の支川大武川及び小武川を対象として、昭和27年に撮影された米軍写真を用い、DSM (Digital Surface Map) 及び河道断面を構築し、昭和34年富士川災害に対する再現計算を試みた。

2. 対象災害及び再現計算における課題

2.1 再現計算の対象災害

富士川流域では、主に台風の影響を受けて、度々災害に見舞われてきた。

本検討では、具体的な記録が残っている明治以降の災害のうち、把握される限りで人的被害、家屋被害が最大であった昭和34年8月の災害（死者90人、負傷者794人、全壊・半壊6,536戸、浸水家屋14,445戸）を再現計算の対象とした。

2.2 再現計算における課題

大武川及び小武川においては、昭和34年の災害以降に砂防堰堤の他に、流路工の整備が進むとともに、左右岸の堤防についても順次連続的に整備されている状況にある。

昭和22年に発行された5万分の1地形図「葦崎」のうち、大武川、小武川の下流部を図1に示す。図1に示すように、兩岸の堤防は上下流にわたって連続的に施工されておらず、流路工整備前の状況が推察できるが、この地形図から再現計算に用いる地形データを作成することは困難である。

このことを踏まえ、大武川、小武川の流路工区間については、災害発生前で、なおかつ、広域にわたる情報が示されている、昭和27年に撮影された米軍写真を元に河道データを作成することとした。

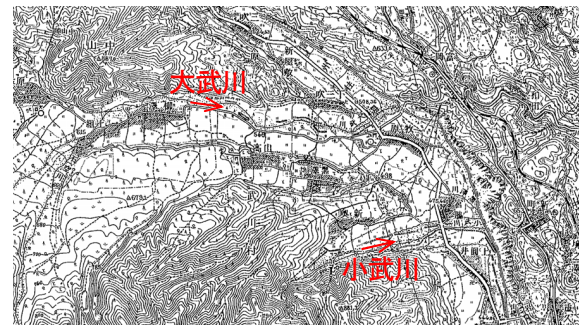


図1 昭和22年 国土地理院5万分の1地形図

3. 米軍写真を用いた河道データの作成

3.1 DSM の構築

砂防分野においては、SfM は、UAV より撮影された写真よりオルソフォトや地表面の標高図 (DSM : Digital Surface Map) を作成することに用いられることが多い。

本検討では、昭和27年に撮影された米軍写真を用い、SfM 系ソフトウェアである Agisoft 社の Photoscan を用いて DSM の構築を試みた。

構築した3次元地形モデルの例を図2に、オルソを図3に、標高分布図を図4にそれぞれ示す。

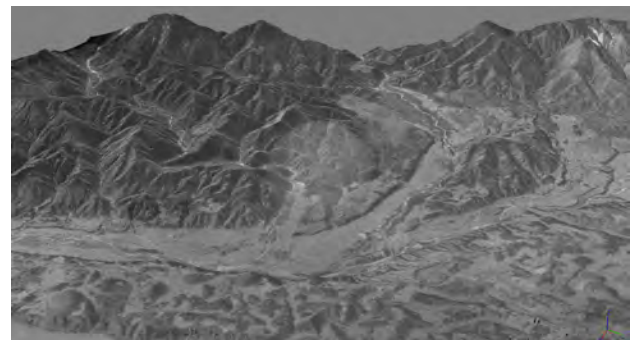


図2 米軍写真より作成した3次元地形モデル

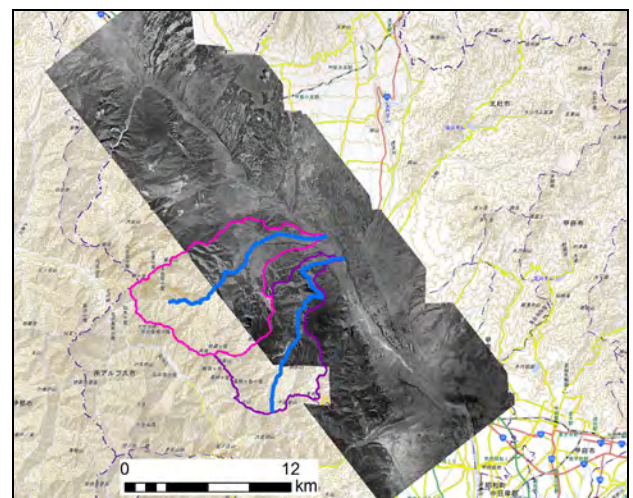


図3 米軍写真より作成したオルソ

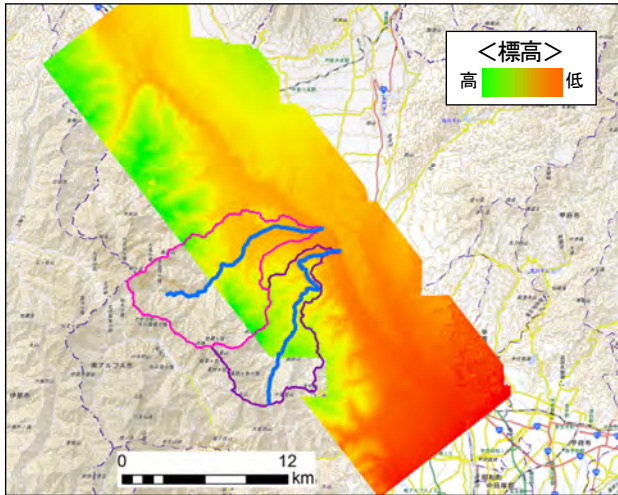


図 4 米軍写真より作成した標高分布図

3.2 断面の作成例

前述のとおり構築した DSM を基に、小武川下流において断面を作成した例を図 6 に示す。また、同箇所において最新の LP データより作成した DEM (Digital Elevation Model) に基づいた断面作成例を合わせて示す。

図 6 に示すように、本箇所においては、米軍写真より作成した DSM を用いても十分に河道形状を把握できること、また、災害後に整備された堤防形状とは河道の条件が大きく異なることが確認された。

なお、大武川下流及び大武川柳沢地区においても同様に、米軍写真より作成した DSM を用いても十分に河道形状を把握できることが確認された。



図 5 米軍写真より作成したオルソ (小武川)

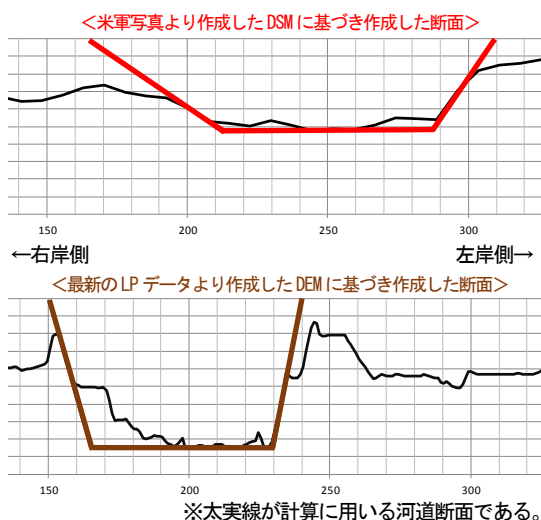


図 6 A 断面における断面作成結果

4. 再現計算

前章で設定した河道断面のほか、粒径条件やハイドログラフ等について既往資料より設定の上、昭和 34 年災害を対象とした再現計算を実施した。

4.1 使用した一次元河床変動計算モデル

再現計算には、国土技術政策総合研究所の提案する新たな土砂流出解析手法に則り、「豪雨時の土砂生産をともし土砂動態解析に関する留意点 (国総研資料第 874 号)」¹⁾ に準拠した計算モデルを使用した。

4.2 計算結果例

小武川における再現計算結果のうち河床変動量を図 7 に示す。図 7 より、下流区間の最大水深は 2~3m 程度であり、また、釜無川本川合流点付近の最終河床変動量は 2m 程度である。

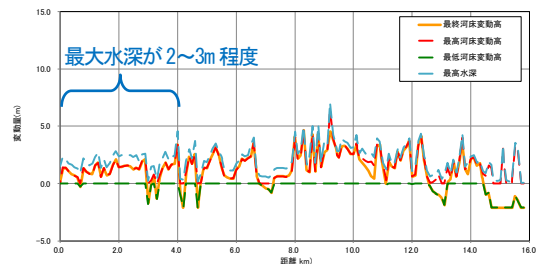


図 7 再現計算結果 (河床変動量)

また、主たる水害の発生箇所近傍の断面における溢水が想定される水位と再現計算による計算水位を比較した。断面作成に用いた DSM の精度、構築した断面形状の精度を考慮すると、計算上の当該断面において厳密に溢水の生じる水位を設定した上で溢水の有無を判定することは困難であるが、本計算において下流区間において 2~3m の最大水深となったことは、実際の氾濫結果と整合的な結果になったと考えられる。

5. おわりに

昭和 27 年に撮影された米軍写真を用い、DSM 及び河道断面を構築し、昭和 34 年富士川災害に対する再現計算を試みたところ、実際の氾濫結果と整合的な結果を得ることができた。

近年の水系上の土砂洪水による災害に関しては、データが多く整備されているが、線状降水帯による局地的な豪雨による災害や対策施設の整備が進んだことにより被害が極めて小さい事例は多く発生しているものの、砂防基本計画で対象とするような広域的に土砂洪水氾濫が発生した事例は少ない。

釜無川同様に、過去に大規模な土砂洪水氾濫が発生した流域において、本手法を適用して地形情報の高度化を図ることで再現計算の精度が向上することが期待される。

ただし、当手法で作成されるのは DSM であることから、植生がある場合には取得できる標高データの正確性が低下する。また、過去の高高度の空中写真を基に DSM を構築しており、写真の解像度の影響を受けるため、本手法を適用する際にはこれらの点に留意する必要がある。

<参考文献>

- 1) 蒲原潤一・内田太郎・丹羽諭・松本直樹・桜井亘 (2015) : 豪雨時の土砂生産をともし土砂動態解析に関する留意点, 国土技術政策総合研究所資料 第 874 号