

2013年台風第26号による大島町土砂流氾濫の再現に対する 汎用ソフトウェアの適用可能性

Applicability of general-purpose software to the simulation of mudflow flooding in Ohshima Town by Typhoon 26, 2013

寒地土木研究所 ○正員 藤浪武史 (Takeshi Fujinami)
寒地土木研究所 正員 阿部孝章 (Takaaki Abe)
寒地土木研究所 正員 伊藤丹 (Akashi Itoh)

1. はじめに

2013年(平成25年)台風第26号によりもたらされた豪雨は東京都大島町において大規模な土石流災害を発生させ、死者が35名を超える激甚な災害となった。土砂災害対策基本法において自治体等によるハザードマップ等の事前防災対策が推進されているところであるが、近年激甚化・多様さを増している水災害に対して、万全の体制で備えることは現在の予測技術をもってしても困難な現状がある。今回の大島町における災害では、台風によって824mmもの想定を超える連続雨量があったことも、事前の予測を困難にした一要因であったと考えられる。

こうした土砂災害に対し事前の防災対策や緊急時のハード・ソフト対策を行う上で、数値シミュレーション技術の活用は近年その役割を増してきている。また、従前は高度な専門的知識を有する技術者でなければ使用が困難であった数値計算ソフトウェアも、種々の汎用化の試みがなされている。北海道内において、そのようなソフトウェアを活用した防災体制の計画立案を各機関において実施した事例もある¹⁾。そのような河川の数値計算ソフトウェアの一つとして、iRICソフトウェアがある。その中の平面2次元洪水氾濫シミュレーションモデルNays2D Floodはこれまで2011年タイ洪水²⁾や2011年東北地方太平洋沖地震津波発生時の河川津波氾濫³⁾など種々の氾濫解析に適用されその有効性が確認されている。

ところが上記の洪水氾濫シミュレーションモデルは、大島町に襲ったような土砂流の氾濫解析に対する適用性はほとんど確認されていない。実際に現地調査報告⁴⁾から、大島町の土砂流下の状況は、細粒土砂を多く含む土砂流の形態であったと推察されている。そこで本研究は、柔軟な防災対策推進、例えば緊急時の土砂流氾濫想定や事前予測に資することを目的として、Nays2D Floodによる大島町土砂流氾濫範囲の再現を試みた。パラメータの設定方法に関する検討を行い、防災対策立案等への適用を念頭に置いた汎用ソフトウェアの適用可能性に関する検討を実施した。

2. 研究手法

本稿では、無償公開されている河川数値解析ソフトウェアiRIC⁵⁾のNays2D Floodソルバーを使用した。用いられている基礎方程式は以下の連続式(1)及び運動方程式(2)、(3)である。

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial(hu^2)}{\partial x} + \frac{\partial(huv)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\tau_x}{\rho} + D^x \quad (2)$$

$$\frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial(hv^2)}{\partial y} = -gh \frac{\partial H}{\partial y} - \frac{\tau_y}{\rho} + D^y \quad (3)$$

但し、 $\tau_x = \rho C_f u \sqrt{u^2 + v^2}$, $\tau_y = \rho C_f v \sqrt{u^2 + v^2}$,

$$D^x = \frac{\partial}{\partial x} \left\{ v_t \frac{\partial(hu)}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ v_t \frac{\partial(hu)}{\partial y} \right\}, \quad (4)$$

$$D^y = \frac{\partial}{\partial x} \left\{ v_t \frac{\partial(hv)}{\partial x} \right\} + \frac{\partial}{\partial y} \left\{ v_t \frac{\partial(hv)}{\partial y} \right\}. \quad (5)$$

ここで、 h は水深、 t は時間、 u, v はそれぞれ x 方向 y 方向の流速、 g は重力加速度、 H は水位、 τ_x, τ_y はそれぞれ x, y 方向の河床剪断力、 C_f は河床剪断係数、 ρ は水の密度、 v_t は渦動粘性係数で

$$v_t = (\kappa/6) A u_* h + B \quad (6)$$

と表される。但しカルマン定数 $\kappa=0.4$ 、 A, B はユーザーパラメータで標準値は $A=1, B=0$ とされている。

使用した地形データは、陸地部分については国土地理院により公開されている基盤地図情報⁶⁾の10mメッシュ数値標高データを用い、海洋部分については海洋情報データセンター⁷⁾による500mメッシュの地形データを使用した。図-1に示したのは計算領域で、矩形で囲まれた延長約2km、幅1.3kmの領域に縦横断方向共約10mの計算メッシュを生成し地形データを反映させた。

本稿では、土砂流の氾濫範囲再現計算を行うため、渦動粘性係数のパラメータ A, B を変化させることで氾濫範囲の変化に関する検討を行った。土砂流氾濫域の上流端に土砂流のハイドログラフを仮定し図-1の3箇所から与えることとした。大金沢本川に流入点1,2を、八重沢に流入点3を設定した。マンギングの粗度係数は全域で0.03とした。比較のため、パラメータ A, B の標準値

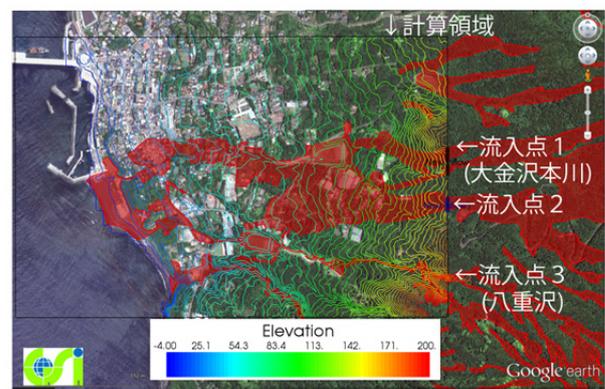


図-1 計算領域

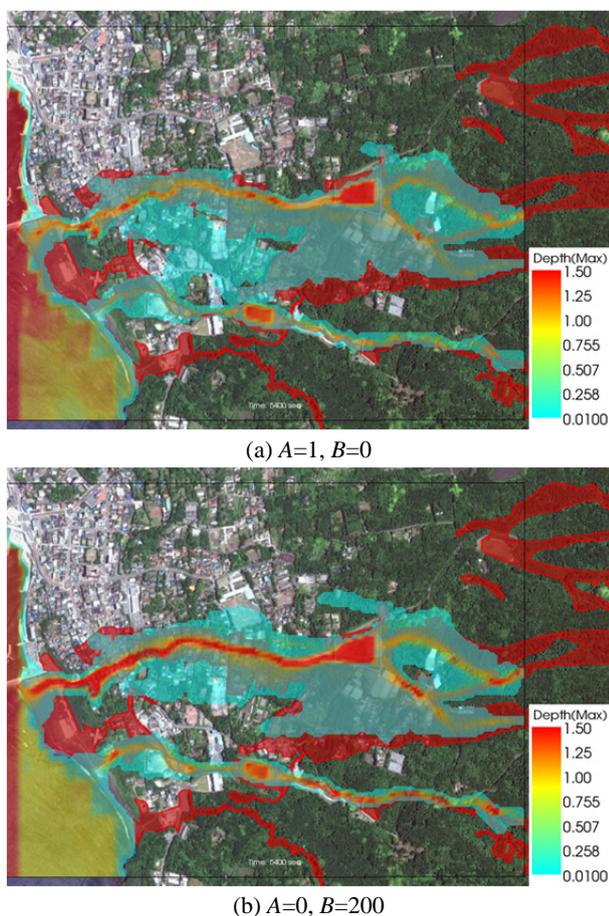


図-2 国土地理院による流出範囲と Nays2D Flood による計算結果との比較

を用いた場合と、土砂流の考慮のため粘度を大きく変更した場合について、その他の条件を同一とした計算を行った。

3. 結果及び考察

図-2に示したのは、パラメータの標準値を用いた場合(a)、土砂流の考慮のため粘度を大きくした場合(b)において、解析上得られた最大浸水深と、国土地理院により公開されている土砂流出範囲⁸⁾、Google Earthにより公開されている衛星写真を全て重ね合わせたものである。図より、(a)の水流としてハイドログラフを与えたケースにおいては、大金沢本川と八重沢に囲まれる領域でも氾濫範囲が広がっているが、(b)の土砂流を想定したケースにおいてはそれが抑制され実測値に近い氾濫範囲が得られている。また、(a)では大金沢本川途中の堆積工より下流において、流下範囲の流心部分で1 m前後の浸水深となっている。一方、(b)では1.5 mを超える浸水深となっており、前出の報告⁴⁾でもこの流下路で1.5 mを超える痕跡深が計測されていることから、粘度の高い流れを考慮したことも、実測値に近づいた一つの要因である可能性がある。概して(a)、(b)とも、土砂流出前の地形データを用いているにも関わらず、大凡の氾濫範囲の推定に成功していることから、汎用ソフトウェアであってもある程度の防災体制構築のための事前予測が可能となり得るツールであることが分かる。そのため、

大島町のような地質的に土砂流氾濫の可能性が高い地域においては、粘度の高い流れの解析手法を用いることも一つの選択肢になり得ると考えられる。報告⁴⁾においては、本災害で多量に発生した流木が橋梁で流れを堰き止め、下流部で氾濫災害を拡大したことが指摘されているが、そうした現象を考慮していない本モデルではその種の現象の再現が困難であり、継続的なサブモデル開発が望ましいと言える。

4. まとめ

本稿では、柔軟な防災対策立案支援ツール開発のための基礎的な検討として、現在公開されている汎用ソフトウェアによる、2013年大島町氾濫範囲の再現計算を行った。汎用ソフトウェアを用いれば、ほとんど自動化されたメッシュ生成機能と、若干のパラメータ変更のみで迅速に氾濫範囲の予測が可能である。本ソフトウェアによって、ある程度土砂流の氾濫の一部を再現する可能であることが確認された。すなわち、台風接近時等において同様の事前検討が可能であれば、今後発生する可能性のある土砂流災害に対して、事前の判断のための有効な情報を取得できる可能性が確認できた。

但し、本稿の検討は速報版であり、土砂流ハイドログラフの条件、流動特性やパラメータ設定方法で大胆な仮定を設けており、今後精査が必要であると共に氾濫モデルの改良を継続して行うことが必須であるものと考えられる。また、より精緻な再現計算のためには、局所的現象がマクロな氾濫特性に及ぼす影響も考慮した上でシミュレーションを行うことが望ましいと言える。

参考文献

- 1) 北海道開発局, 寒地土木研究所, 市町村防災担当者が自ら作成する中小河川ハザードマップの手引き(素案), URL: http://www.hkd.mlit.go.jp/ziyoka/z_kasen/saigai/teihindo/h250311_shiryo.html (2013年12月13日参照).
- 2) 北海道大学, 2011年タイ水害の再現計算タイ洪水シミュレーション, URL: <http://ws3-er.eng.hokudai.ac.jp/ya-su/Thai2011/20111129pm/presen/presen.htm>
- 3) 堀内孝輔, 木村一郎, 山口里実, 岩崎理樹, 清水康行, 簡易モデルによる津波遡上計算法の検証とその活用方法の提案, 土木学会北海道支部論文報告, 第68巻, B-79, 2012.
- 4) (独)土木研究所, 伊豆大島現地調査報告(第1報), 火山土石流チーム, URL: <http://www.pwri.go.jp/team/volcano/jindex.htm> (2013年12月13日参照).
- 5) 河川シミュレーションソフト iRIC, URL: <http://i-ric.org/ja/> (2013年12月13日参照).
- 6) 国土地理院基盤地図情報, URL: <http://www.gsi.go.jp/kiban/> (2013年12月13日参照).
- 7) 日本海洋情報データセンター http://www.jodc.go.jp/index_j.html (2013年12月13日参照).
- 8) 国土地理院, 台風26号の大雨による土砂流出範囲, 平成25年(2013年)台風第26号及び第27号による大雨に関する情報 URL: <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/h25-taihu26-index.html> (2013年12月13日参照).