

大規模崩壊に伴う河道閉塞形成と湛水範囲実績拡大過程に関する再現解析

鳥取大学大学院工学研究科 ○青木直人, 和田孝志, 三輪 浩

1. 背景と目的

局所的な集中豪雨や地震に伴って山腹斜面では大規模崩壊が発生し、その崩壊土砂が斜面下端の河道を塞ぎ止めて天然ダムを形成することが



図-1 小原地区大規模崩壊

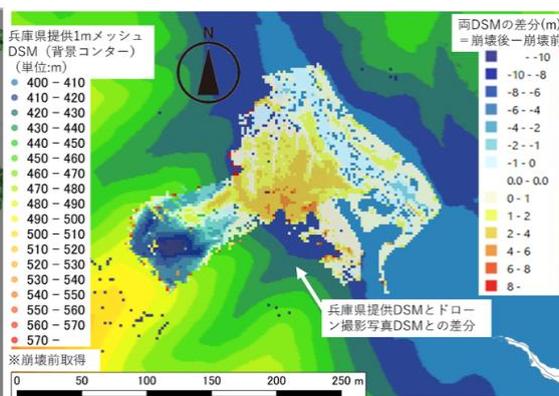


図-2 小原地区大規模崩壊の堆積厚実績

ある。塞ぎ止められた河川水は天然ダム上流側で湛水し、越流水による天然ダムの越流決壊や周辺地域の溢水氾濫によって甚大な被害を及ぼす。本研究では、河道閉塞形態（完全・部分閉塞、閉塞高）や閉塞後の湛水・溢水氾濫範囲の予測を可能とした和田・藤井・三輪¹⁾による「崩壊土砂の河道閉塞形成と河川流況変化に関する数値モデル」を用いて、昨年度の研究対象である兵庫県宍粟市一宮町小原地区大規模崩壊（図-1、図-2）に加え、平成16年に発生した鳥取県智頭町市瀬地区大規模崩壊²⁾（図-3）を再現計算対象として、当該

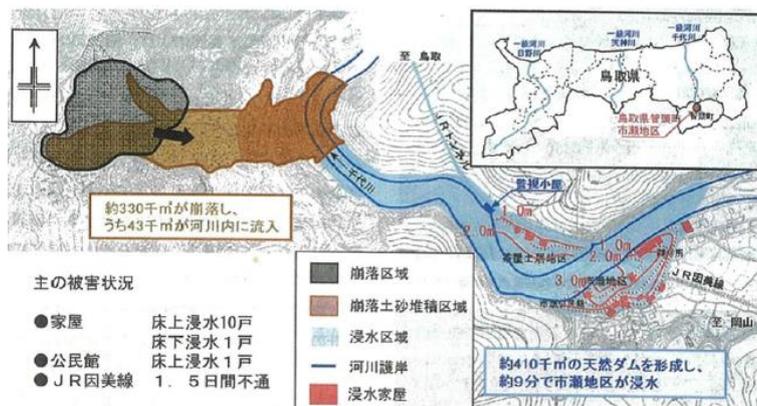


図-3 市瀬地区大規模崩壊時の湛水範囲実績²⁾

モデルおよびモデル内パラメータ（土塊の底面侵食に係る係数 β 、移動停止判定速度 U_{blim} 、土塊の粘着力 c_b ）の妥当性と汎用性を検証する。

2. 藤井(2023)の計算モデルの概要と計算ケース 和田・藤井・三輪¹⁾が構築した計算モデルは、Wadaら³⁾が開発した平面2次元計算モデル「土石流洪水流複数流入モデル」に、里深・高橋^{4,5)}が開発した崩壊土塊円柱ブロックモデルを組み込んだものであり、オイラー的解析による土石流や洪水流の複合氾濫場上で崩壊土塊の移動をラングランジュ的に考慮するモデルである。和田・藤井・三輪¹⁾の研究では、災害後のドローン写真測量成果（図-2）との比較から計算モデルの妥当性検証を行い、災害後の土砂堆積範囲および近隣住宅の痕跡水深と比較的合致した設定条件を提案した。しかし、これらの設定パラメータのうち粘着力 $c_b=0 \text{ N/m}^2$ となっている、土塊の底面侵食に係る係数 β に関する検討が不足している等、現実的な設定値となっておらず、さらなる検証が必要であった。

そこで、本研究では、昨年度研究¹⁾での計算条件を一部踏襲し、表-1のように土塊の底面侵食に係る係数 β 、移動停止判定速度 U_{blim} 、土塊の粘着力 c_b ）を変化させて計24ケースを設定し、小原地区・市瀬地区の大規模崩壊

表-1 計算ケース(小原地区)

CASE	土塊の底面侵食に係る係数 β	土塊の移動停止判定速度 U_{blim} (m/s)	土塊の粘着力 c_b (N/m ²)
1	0.01	0.05	50
2			100
3			200
4			500
5			50
6			100
7	0.05	0.5	200
8			500
9			50
10			100
11			200
12			500
13	0.1	0.05	50
14			100
15			200
16			500
17			50
18			100
19	0.5	0.05	200
20			500
21			50
22			100
23			200
24			500

を対象として再現計算を実施した。小原地区・市瀬地区の設定崩壊土量は災害報告²⁾⁶⁾よりそれぞれ3万m³、33万m³(ともに空隙込)とし、それらの土量に見合うようにそれぞれ538個、5057個の円柱ブロックを崩壊面に配置した(土塊平均粒径 $d_{mb}=5$ mm, 1辺の長さ2m(両地区共通), 最大円柱高さはそれぞれ8m, 6.4m)。なお、ブロック移動開始時刻はともに洪水流供給開始から60分後とし、小原地区崩壊斜面下端を流れる公文川の流量は昨年度と同様に合理式により求めたピーク前後4時間(2018/7/6 19時~7/7 3時)の平均時間雨量11.56mm/hr(気象庁・一宮観測所)に対する流量36.74m³/sを、市瀬地区崩壊斜面下端を流れる千代川流量は崩壊発生日2004/9/29の智頭観測所の日平均値133.24m³/sを用いた。その他のパラメータは昨年度と同様である。

4. 計算結果と考察 図-4に、小原地区対象の再現計算において実際の土砂堆積厚分布に近い結果となったCase 14の土砂堆積厚分布と流動深分布の計算結果を示す。実際の被害状況と比較すると、河道付近の堆積厚分布や近傍家屋後方への浸水深被害が実施ケースの中では比較的適切に表現されていることが確認できる。このことから、昨年度研究で同定が不十分であった c_b は100~200N/m²をとると本モデルにとって適切な値となることがわかった。次に、小原地区大規模崩壊の再現で実現象と適合性が高かったCase 14の条件で $c_b=150$ N/m²とした場合の市瀬地区対象の再現計算結果(崩壊発生から20分後)を図-5に示す。同図より、計算結果では崩壊ブロックが斜面下端の河川まで到達せず、実現象よりも堆積厚や湛水範囲が過小評価となることがわかった。粘着力 c_b は里深らが設定した値179N/m²とほぼ同じ値となっており、モデルにおける設定値は妥当であると考えられることから、崩壊土塊底部の侵食速度にかかる係数 β の設定値(=0.05)が過大である可能性がある。

5. あとがき 本研究では、和田・藤井・三輪¹⁾が構築した崩壊土塊の挙動および河道閉塞による湛水範囲拡大に関する数値モデルを用いて再現計算を行い、そのモデルとパラメータ設定条件の妥当性を確認した。その結果、小原地区で最適と考えられるパラメータ設定条件を市瀬地区に適用させたところ、再現性が低いということが示された。

粘着力 c_b に関してはモデル上妥当な値と考えられることから、市瀬地区大規模崩壊の再現性の低さを解消するためには崩壊土塊底部の侵食速度にかかる係数 β を含むパラメータを設定し直して再検証する必要がある。

参考文献 1)和田・藤井・三輪：令和5年度砂防学会研究発表会概要集, pp.629-630, 2023., 2)日本地すべり学会：山陰地域の斜面災害, p.160, 2013., 3)Wada, et al., International Journal of Erosion Control Engineering, Vol.14(2), pp.20-30, 2021., 4)里深好文・高橋 保：水工学論文集, Vol.47(2), pp.583-588, 2003., 5)里深好文：水工学論文集, Vol.48(2), pp.925-930, 2004., 6)日本地すべり学会 HP：宍粟市一宮町公文地区の斜面崩壊に対する現地調査結果(速報)(閲覧日 2024/4/5)

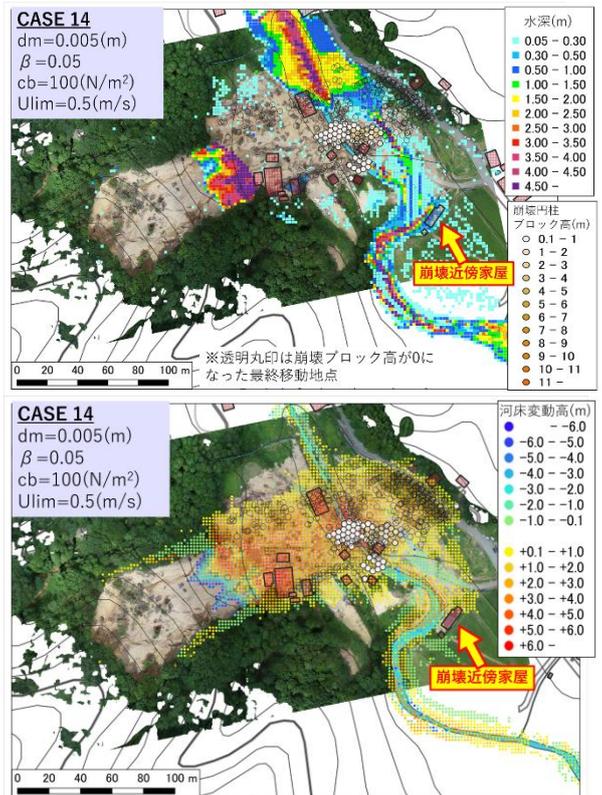


図-4 小原地区堆積厚分布(上図)および流動深分布(下図)の計算結果(Case 14)

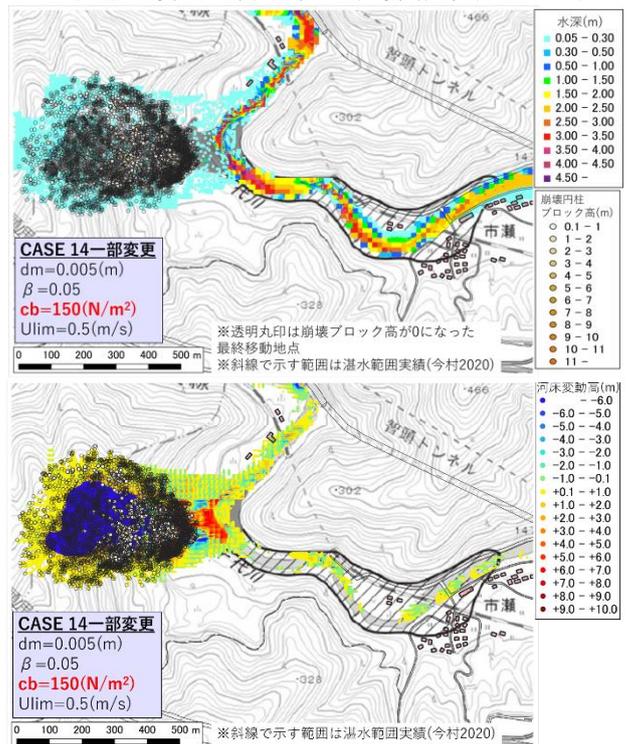


図-5 崩壊発生から20分後の市瀬地区堆積厚分布(上図)および流動深分布(下図)の計算結果(Case 14の条件のうち c_b は150N/m²で設定)