

崩壊裸地斜面からの土砂供給による土砂流出特性の変化に関する研究
 Change of Sediment-Runoff Characteristic in Atsuma River Due to Sediment Supply
 from Bare-Land Slopes

○篠原滉志・山野井一輝・川池健司・中川一

○Koshi SHINOHARA, Kazuki YAMANOI, Kenji KAWAIKE, Hajime NAKAGAWA

A number of slope failures occurred due to the Hokkaido Eastern Iburi earthquake, Japan, on September 6, 2018. The sediment produced from bare-land slopes is expected to flow into the Atsuma River and be transported and spread to the estuary and sea area in the long term. It may cause damage to agricultural land and fishery resources. In this study, we evaluated the changes in sediment dynamics after the earthquake by using a numerical simulation. As a result, we expressed the qualitative change of sediment volume and the increase of sediment volume against the water discharge before and after the earthquake by supplying sediment from bare-land slopes. Furthermore, we proposed a methodology for improving the sediment supply by an additional flume experiment.

1. はじめに

北海道胆振東部地震により、多数の斜面崩壊が発生した。斜面崩壊によって生成された崩壊裸地斜面から、土砂が生産されることから、今後、融雪出水や夏期出水の際に、土砂が厚真川流域の各支川から厚真川本川に流れ込み、中・長期的に河口域、海域まで輸送され、拡散すると予想される。それにより、厚真川下流に広がる農地、水産資源への被害が考えられる。ここで、地震後の土砂動態変化を把握することができれば、流域内の被害予測が可能であり、被害予測をもとに、効果的な対策にもつながると考えられる。

そこで、本研究では、水路実験をもとに崩壊裸地斜面からの土砂供給モデルを構築し、降雨データと地形データを用いた流域土砂動態モデルによる数値計算を行うことで、地震後の土砂動態変化を検証することを目的とする。

2. 水路実験を用いた崩壊裸地斜面からの土砂供給モデルの構築

実験には、全長 3m、幅 0.8m、勾配 10 度の長方形矩形断面水路を用いる。この水路に土砂を敷き詰め、人工降雨装置により降雨を与え、レーザー変位計を用いて斜面の侵食を計測する。

ここで、現地調査の結果、崩壊裸地斜面には、表層に透水性の高い層が露出している斜面と透水性の低い層が露出している斜面が混在していた。前者と比較して後者では、リル侵食が発生しやすく、斜面からの土砂流出が活発であった。これは、斜面の透水性が低いことから、降雨により表面流が発生し、土砂の侵食、輸送が活発であったことが原因と考えられる。そこで、実験では珪砂を下層に敷き、その上に透水性の低い珪

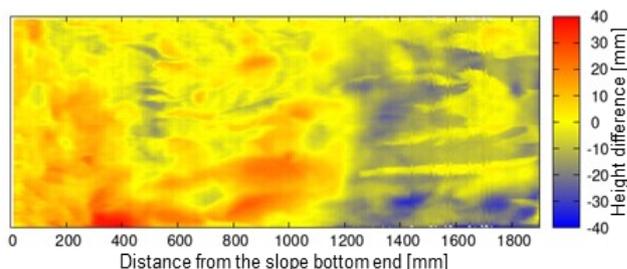


図 1 1時間経過後の斜面表層の変化量

藻土を敷くことで、土砂流出の活発だった現地の斜面を模した条件とした。

1時間降雨を与えたのちの斜面表層の変化量を図1に示す。なお、計測装置の測定範囲の制限から斜面下端から 1.9m までの領域の変化量になっている。

今後、本結果をもとに、崩壊裸地斜面における二次元浸透-侵食シミュレーションを構築し、それを用いて実斜面スケールの土砂供給モデルを構築の上、次章の流域土砂動態モデルに結合することを計画している。

3. 数値計算モデル

(1) 流域地形モデル、降雨流出・土砂輸送モデル

厚真川流域を対象として、江頭ら¹⁾と同様に、流域地形モデルは単位河道・単位斜面モデル、降雨流出と土砂輸送モデルは、江頭・松木モデル¹⁾を基礎としている。作成した単位河道・単位斜面を図2に示す。

(2) 土砂供給モデル

現段階では、土砂は、崩壊裸地斜面から供給されるものと仮定し、河道への年間供給土砂量は、年間侵食深に崩壊面積を乗じたものであるとした。ここで、ある時刻における崩壊裸地斜面からの供給土砂量は、斜

面の表面流の量と比例関係にあると仮定し、以下の式を用いた。

$$Q_{supj} = D_e P_r A_j \frac{1}{V_{rsurfj}} Q_{rsurfj} \quad (1)$$

ここに、 Q_{supj} はある時刻における単位時斜面 j からの供給土砂量、 D_e は崩壊裸地斜面の年間侵食深であり、崩壊裸地斜面全体で一様として定数を与える。 P_r は単位斜面 j の裸地率、 A_j は単位斜面 j の面積、 Q_{rsurfj} は単位斜面 j の表面流量、 V_{rsurfj} は単位斜面 j の1年間の表面流量の総和である。 Q_{rsurfj} を V_{rsurfj} で除することで、1年間の表面流量の総和に対するある時刻における表面流量の割合を算出する。今後、実験を踏まえて、斜面の侵食過程を考慮した土砂供給モデルの構築をしていく。

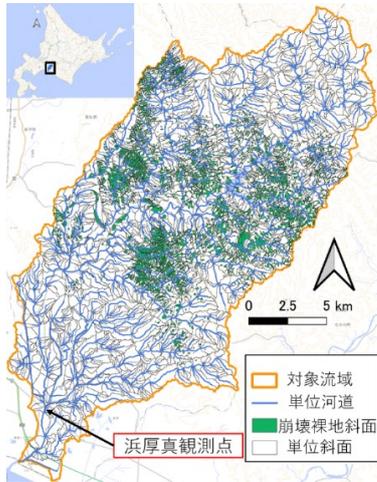


図2 対象流域

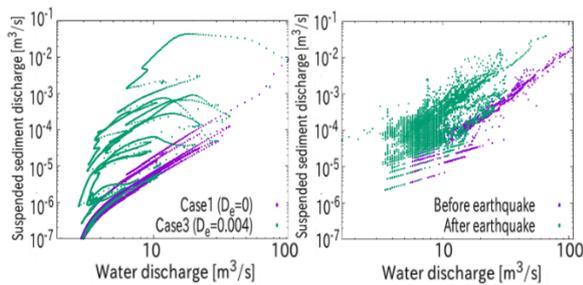


図3 Case1 およびCase3 と観測値の流量と流砂量

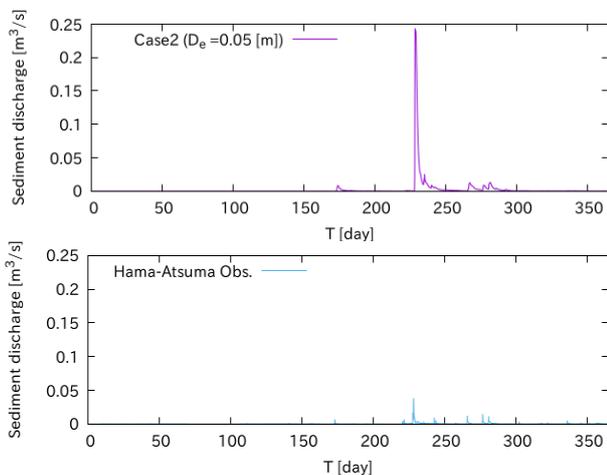


図4 Case2 と観測値の流砂量

4. 計算条件

(1) 降雨条件

厚真町地域気象観測所における2019年の降雨データを用いる。ただし、観測点の流量の観測データと比較し、降雪や融解による流量増加等を表現するために、降雨データを一部修正した²⁾。

(2) 年間侵食深

Case1 から Case3 における年間侵食深 D_e を表1に示す。Case1は、土砂を供給しない場合、Case2は、久加らによる流域内における崩壊斜面の観測報告³⁾をもとに、年間侵食深を与えた場合、Case3は、浜厚真観測点における累積流砂量と計算で求められた累積流砂量が、おおむね一致するように、年間侵食深を与えた場合である。

表1 年間侵食深

	Case1	Case2	Case3
年間侵食深 D_e [m]	0	0.05	0.004

5. 結果と考察

Case1 と Case3 および、地震前後の観測値における流量に対する流砂量の関係を図3に示す。この図から、地震前後の流量に対する流砂量の増加を土砂供給モデルによって表現できたことが確認される。

また、Case2 と観測値における流砂量の推移を図4に示す。この図から Case2 では観測値と同時期に流砂量のピークを示し、定性的に流砂量の変化を表現できている。一方で、崩壊斜面の調査報告をもとに、年間侵食深を与えているにもかかわらず、過大に評価されていることが分かる。原因としては、斜面の侵食量を河道への供給量としており、土砂の斜面下部での集積、河道への供給過程を土砂供給モデルで考慮できなかったことが挙げられる。

6. おわりに

厚真川流域における崩壊裸地斜面からの土砂供給により、流砂量の定性的な変化と地震前後の流量に対する流砂量の増加を表現することができた。

今後は、実験を踏まえて、斜面の侵食過程を考慮した土砂供給モデルの構築していく。

参考文献

- 1) 江頭進治・松木敬：河道貯留土砂を対象とした流出土砂の予測法，水工学論文集，44 巻，pp. 735-740，2000
- 2) 篠原滉志：北海道胆振東部地震後の崩壊裸地斜面からの土砂供給が厚真川の土砂動態に与える影響，京都大学卒業論文，2020
- 3) 久加朋子ら：ハビウ川流域を対象とした降雨・土砂流出に関する現地観測および河道内への細粒土砂流入に関する水路実験，北海道河川財団報告書，pp. 5-30，2019