

## 崩壊裸地斜面表層からの細粒土砂の供給による厚真川の土砂流出変化

京都大学大学院 工学研究科 社会基盤工学専攻 ○篠原滉志  
京都大学 防災研究所 山野井一輝, 川池健司, 中川一

## 1. はじめに

北海道胆振東部地震により、厚真川流域内にて多数の斜面崩壊が発生し、降雨による崩壊裸地斜面からの細粒土砂の流出が懸念されている。土砂が厚真川に流れ込んだ際、河口域、海域まで輸送され、拡散することが予想されており、厚真川下流に広がる農地、水産資源への被害が想定される。ここで、地震後の土砂流出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。また、土砂流出の把握には、流域スケールのシミュレーション<sup>2)</sup>に適切な土砂供給モデルを組み込むことが必要である。そこで、降雨と崩壊裸地斜面からの土砂供給の関係を解明するため、現地観測および降雨装置を用いた水理模型実験とその再現計算を行った。

## 2. 現地観測

流域内での表層崩壊は En-a 層と Ta-d 層の境界ですべり面が形成されたと推定されている<sup>3)</sup>。また、En-a 層は風化が進んでおり、粘土やシルトが含まれることが確認されている<sup>3)</sup>。対象とした崩壊裸地斜面においても粘土やシルトを含む層と、主に砂から成る粒径の比較的大きい層の露出が確認できた。粘土・シルト層が露出している斜面(図1(左))は透水性が小さく、リルが発生し、活発に斜面が侵食されていた。それに対して、砂層が多く露出している斜面(図1(右))は透水性が大きく、リル侵食は確認されなかった。したがって、表層に粒径が小さく、透水性の小さい層が存在すると、降雨による表面流が発生しやすくなり、リルによる侵食が活発に行われると推察される。以上のような崩壊裸地斜面を模した水理模型実験を行うことで、粘土・砂層が混在する場における降雨による斜面の侵食過程を明らかにする。

## 3. 水理模型実験

## 3.1. 実験条件

実験では、縦断方向に3000mm、横断方向に800mmの矩形水路を使用し、勾配は10度とした。使用した水路を図2に示す。この水路に土砂を厚さ120mmで敷き詰め、降雨装置を用いて平均93mm/hの強度で降雨を与えた。土層の条件を表1に示す。Case1eは7号珪砂を12cm敷き詰め、Case2e、3eは7号珪砂を9cm敷き詰め、その上にそれぞれ珪藻土、カオリンを3cm敷き詰めた。7号珪砂は、リル非発生斜面表層の土砂と同程度の粒径である。また、珪藻土は、リル発生斜面表層の土砂と同程度の粒径であり、カオリンはリル発生斜面表層と比較的透水性に近い土砂である。以上より、Case1eはリル非発生斜面を、Case2e、3eはリル発生斜面をそれぞれ模している。実験では15分毎に降雨を止め、キーエンス社製超高精度インラインプロファイル測定器(LJ-X8900)によって、縦断方向に10mm間隔、横断方向に0.225mm間隔で表面変位を測定した。また、5分毎に下流端において表面流の土砂濃度を計測した。

## 3.2. 実験結果

各ケースにおける15分毎の表面変位(初期の表面との差分)を図3に示す。測定範囲の制約から、上流側の800mm程度と、兩岸の25mmは除外している。また、下流端における表面流の土砂濃度を図4に示す。Case1e、2eにおいて、降雨開始から30分経過時点までは、ほとんど侵食が見られない。その後、表面流が発生し、侵食が発生している。特にCase2eにおいては、筋状の侵食が観測された。また、下流端における表面流の土砂濃度が最も大きく、活発に侵食していることが分かる。Case3eにおいては、15分経過後に斜面全体が20mm程度低下していたが、土砂流出は観測されていないことから、降雨による締固めが原因であると推測される。また、60分後の表面変位と下流端における表面流の土砂濃度の結果から、最も侵食が穏やかであることが分かる。透水性が小さく表面流が発生しやすいカオリンにおいて侵食が穏やかであったのは、粘着性による影響だと推測される。



図1 リル発生斜面(左)とリル非発生斜面(右)

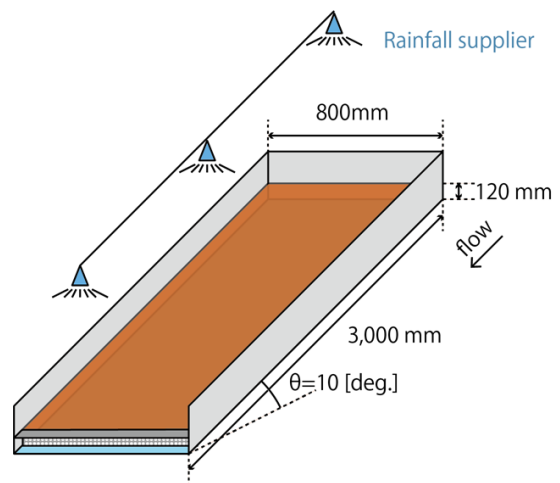


図2 水路の形状

表1 実験条件

Case	下層土砂	上層土砂
Case1e	7号珪砂 12cm	-
Case2e	7号珪砂 9cm	珪藻土 3cm
Case3e	7号珪砂 9cm	カオリン 3cm

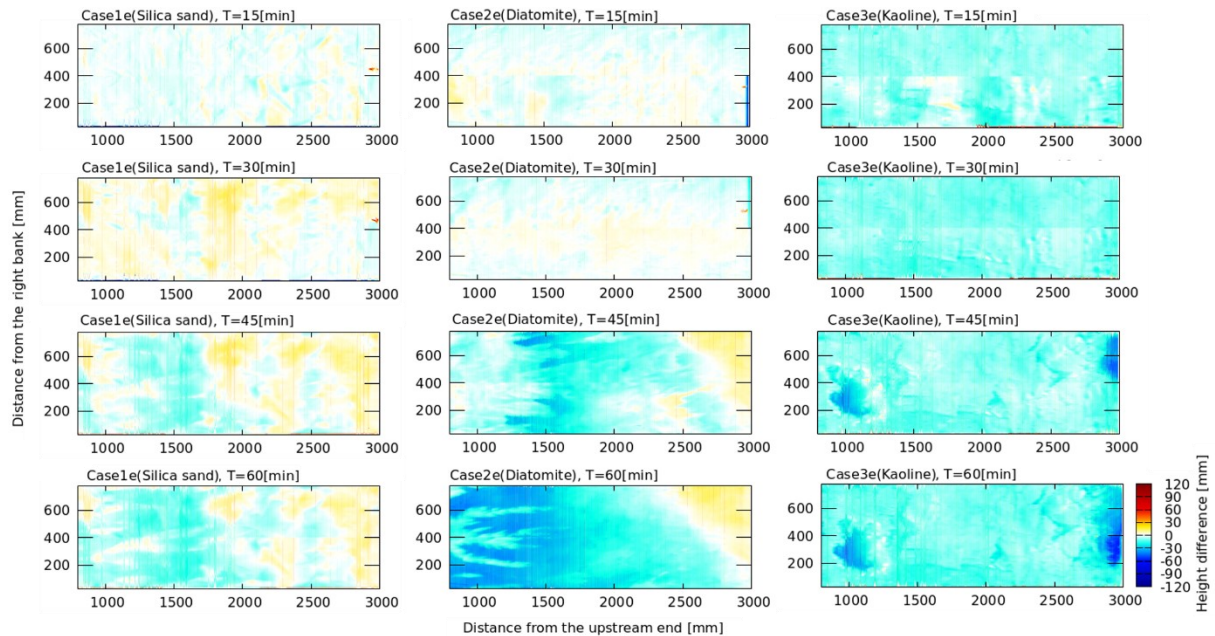


図3 実験結果（各ケースにおける15分毎の表面変位）<sup>4)</sup>

#### 4. 数値計算

本研究では、飽和側方浸透流を考慮した降雨浸透モデルと掃流砂と浮遊砂を考慮した土砂移動モデルを組み合わせた平面2次元の数値モデルを構築し、実験の再現を試みた。地表面には浸透能 $f_0$ を設定し、これを上回る降雨が生じている場合には表面流が生じるものとしている。

Case1e~3eの実験条件に対応する計算条件として、表2のように設定した。降雨強度100mm/hを与え、計算開始後から60分後の表面変位の結果を図5に示す。Case1sでは、筋状の侵食が顕著に生じた。Case2sでも、筋状の侵食が生じた。また、下流端で堆積傾向にあり、実験結果と同様の結果となった。Case3sでは、おおむね全域が侵食される結果となった。これは、実験においてCase3eでのみ下流端で侵食傾向であったことに矛盾しない結果である。しかし、侵食の形状や深さにおいて実験と計算が完全に一致はしなかった。原因としては、粘着性の影響をモデルで考慮できていないこと、15分毎に降雨を一旦停止している影響を考慮できていないこと等が推測される。

#### 5. おわりに

本研究では、崩壊裸地斜面を模した水理模型実験とその再現計算を試みた。今後は、現地条件に合うようにより小さい降雨での実験や粘性を考慮したモデルの構築に取り組む。その上で流域スケールのシミュレーションに土砂供給モデルを組み込むことを目指す。

#### 参考文献

- 1) 今日出人ら：北海道河川財団報告書，2019
- 2) 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，2000
- 3) 小山内信智ら：平成30年北海道胆振東部地震による土砂災害，砂防学会誌，71巻，5号，2018
- 4) 久加ら，北海道河川財団報告書，2022，（投稿中）

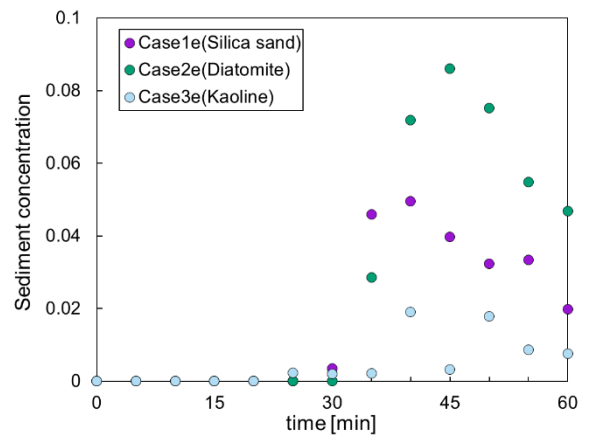


図4 下流端における表面流の土砂濃度

表2 計算条件

Case	粒径 $d$	浸透能 $f_0$
Case1s	0.2mm	100mm/h
Case2s	0.075mm	50mm/h
Case3s	0.075mm	10mm/h

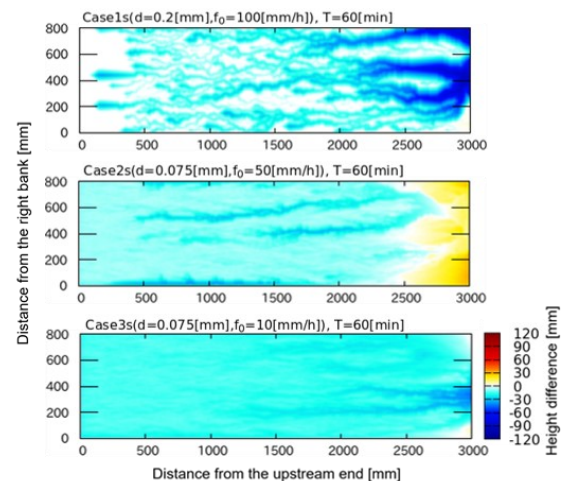


図5 計算結果（60分後の表面変位）<sup>4)</sup>