

斜面崩壊地における PIC を用いた濁水流出抑制の検討

宮崎大学 学生会員 ○東俊孝

宮崎大学 正会員 入江光輝

1. 目的

宮崎県北部の耳川最上流部に位置する上椎葉ダムでは、放流水の高濁度化が長期継続することがあり、下流域の環境や利水の影響が懸念されている。これに対し、ダム操作等による長期化抑制もさることながら、貯水池上流域からの懸濁物質の供給の根本的な抑制が望まれる。同時貯水池上流域に広く分布する人工林では、斜面崩壊地が近年多く、それらが土砂供給源である可能性が示唆されている。本研究では崩壊地表土の団粒化による土砂生産抑制の可能性について、実降雨による浸食試験を行った。

2. 実験方法

2-1. 表土団粒化凝集剤

団粒化を促す素材として、より施工が簡単な高分子凝集剤のポリイオン複合体(PIC)とリグニン系凝集剤に着目した。PICは置土の飛散防止剤として利用されているが、降雨浸食抑制効果も報告されている。いずれも微細粒子の結合力を高め、水食、風食に抗するが、対象土粒子の帯電気特性に応じてその効果は異なる。

PICは株式会社大林組技術研究所より提供を受けた。ポリカチオンとしてポリメタクリル酸エステル系アミド、ポリアニオンとしてカルボキシメチルセルロースを使用し、塩は硫酸アンモニウムを使用している。リグニン系凝集剤はリグニンスルホン酸マグネシウムを主成分とする日本製紙のサンエキスを扱い、仕様書に従い16倍に希釈して使用した。

2-2. 土砂試料準備

前報においてダム上流域の濁水起源と同定された斜面崩壊地より供試土を得た。同崩壊地は砂岩泥岩互層帯で、密に詰まった細粒土砂の間に数mm～数十cm程の礫が分散している。現地で攪乱状態でサンプリングし、実験室に持ち帰った後に試験容器に454mm×310mmの箱に厚さ40mmで充填した。現地で別途コアサンプリングを行い、乾燥密度測定した。充填の際にそのキーワード 斜面崩壊地・高濃度濁水・ポリイオン複合体・団粒化・凝集・濁質流出抑制 連絡先(宮崎県宮崎市学園木花台西1-1・090-9402-1961)

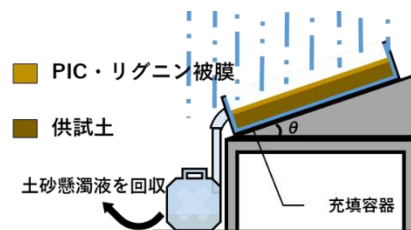


図-1 降雨試験模式図

乾燥密度となるように締め固めた。

充填した供試土にPIC・リグニンを散布したものと無施工の試料を準備した。PICは2L/m²供試土に均等になるように数回に分け散布した。散布後1時間浸透させ、同量の水を散布した。リグニンも同様にして、2L/m²散布した。養生時間は両者とも散布後の24時間とした。

充填した供試体は30°、35°の傾斜をつけて設置した。30°は対象の斜面崩壊地の平均勾配、35°はそれよりやや急勾配を想定して設定した。屋外降雨実験の模式図を図-1に示す。

設置後、降雨イベントごとに発生する土砂懸濁液を回収した。回収懸濁液は一度攪拌させた後に24時間静置させ、懸濁分と沈降分に分けて回収した。懸濁分は吸引ろ過を行い、それぞれ乾燥後質量を計測した。

同装置を2020年10月～12月の間、大学キャンパス内に設置した。あわせて雨量計(Onset社製)を設置し、10分降雨量を連続計測した。

さらに各降雨イベントごとに各供試土の表面の様子を撮影して記録した。その画像を写真から粒度分布測定するアプリケーションBASEGRAIN(ETH Zurich Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology VAW)で解析し、表土の粒径変化について観察した。

3. 結果と考察

図-2、3に降雨試験の結果を示す。期間中に7回の降雨イベントがあり、各ケースの土砂生産量の累積値を示している。最大降雨強度が記録されたのは11/17で10分降雨量は4.2mmであった。この時降雨継続時間は1.5時間で、累積雨量も7イベントの中で最少で典型的な集

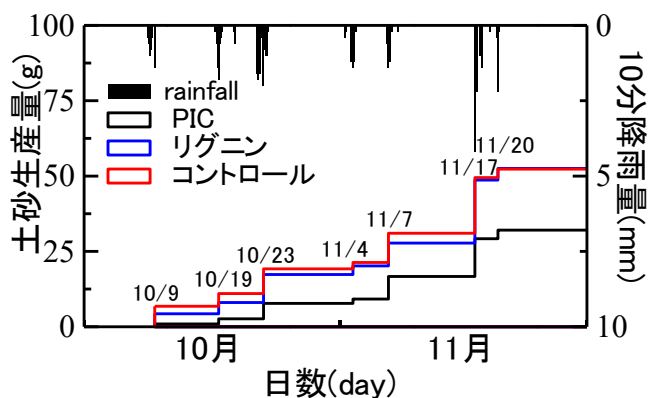


図-2 降雨試験結果 (30°)

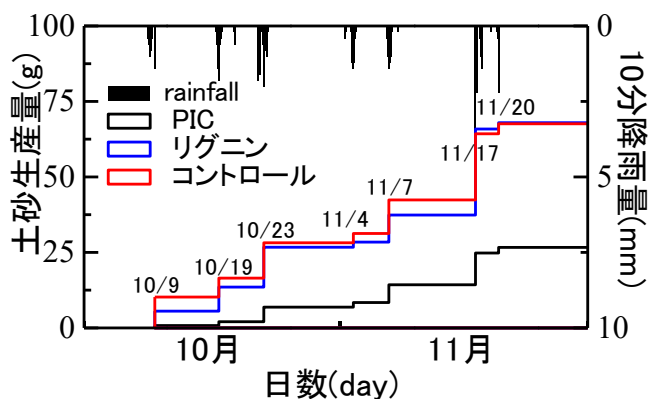


図-3 降雨試験結果 (35°)

中豪雨の降雨であった。いずれの施工区も同降雨での土砂生産量が最大を示しているが、PIC 施工区では格段に生産量が少ない。高降雨強度時には雨滴の落下エネルギーが大きく、それによる土壌の剥離浸食が生じるが、PIC 施工ではそれが抑制できている可能性が高い。

10/9、11/4、11/7 は降雨継続時間、強度、累積ともに類似した降雨パターンであったが、土砂流出の傾向に差が表れた。11/7 に他の 2 つの類似降雨に比べて土砂生産量が大きく出たのは、先行する 11/4 の降雨によって含水率が高くなり、表面流出が多く発生したためだと考えられる。こうしたケースでは PIC 施工区でもほかのケースより少ないが一定の土砂生産が見られる。

10/9 は設置直後で、いずれも初期の充填時の締固めの影響が強く、土砂流出は抑えられ気味であるが、特に PIC 施工区で流出が少ない。リグニン及び無施工の表面状態を観察すると、細粒部が流れ出し、ある程度粒径の大きい礫分が表面に現れていた。PIC はこの細粒分を団粒化し、流出抑制していて表面状態に大きな差は見られなかった。

表土の画像から BASEGRAIN にカウントされた粗い粒子の個数の変化を図-4 に示す。各施工区ごとに初期の粒子の数もばらついているので、各区初期値の粒子

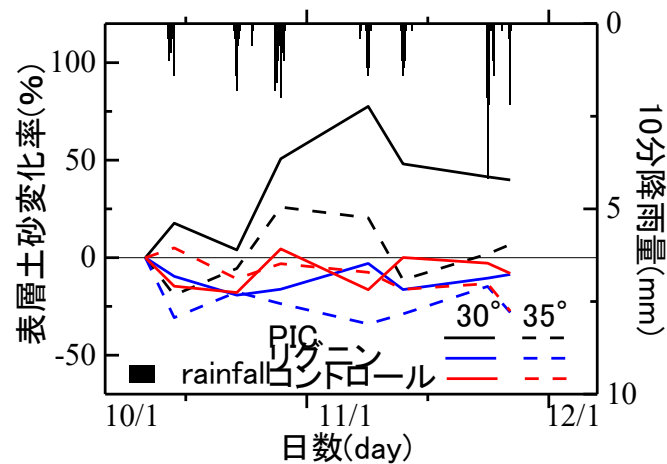


図-4 粗粒数の変化

数をもとに基準化しており、+が初期から増加、-が減少を表している。無施工やリグニン区では終始イベントごとで増減を繰り返している。これは前述の観測結果を定量的に示したもので、弱い降雨でも細粒分が分布している領域で雨滴浸食が生じ、粗粒の礫分のみが残されていると考えられる。ある程度の細粒分浸食が進んでくると、荒い粒子の礫を維持できなくなり礫粒子が斜面下に転落して粒子の数を減じる。

一方、PIC 施工区では初めの 2 イベントでは大きな粒子数の変化は見られない。開始 3 週間を経過した 10/23 の降雨以降で粒子数の大きな増加がみられる。増加要因の 1 つとして、団粒化層が晴天時の紫外線でやや劣化した可能はあるが、詳細な確認はできていない。また、11/7 の降雨では前述のしたように先行降雨による水分飽和で多くの表面流が発生した可能性があり、表面の側方流で荒い礫分が流去されやすくなった為、PIC 施工区でも粒子数の減少が見られたと推測される。

4. まとめ

PIC による細粒分の団粒化によって雨滴浸食による土砂生産は抑えられ、かつ現地の地質特性として細粒分によって粗い礫分の転倒も抑制できる可能性が示唆された。ただし、PIC の紫外線による劣化や表面の側方流に対する耐性、表面流出発生条件の透水性については検討の余地がある。

参考文献

- 1) 山田健太, 小林幹佳, 藤巻晴行: 雨滴浸食に対するポリイオン複合体の抑制効果, 地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会講演集, Vol. 20, 447-449, 2014.