

遅い水流中を移動するシルト・粘土懸濁液に浮遊するシルト・粘土粒子の沈積

Deposition of silt and clay particles in a relatively slow water flow

○ 仲村渠将・酒井一人

○ Tamotsu NAKANDAKARI, Kazuhito SAKAI

1 はじめに

沖縄地方では、農地から周辺水環境への赤土等の流出を防止するため植生帯や沈砂池などの対策が実施されている。これらの既存の対策は、砂・礫に対しては有効に機能している。しかし、シルト・粘土に対しては、その輸送形態が浮遊であるため、既存の対策は有効に機能していない。このように、既存の対策では浮遊するシルト・粘土（以降、浮遊土ともいう）を除去することが難しく、浮遊土の除去効果を高めるように既存の対策を改良するための技術を開発することが必要である。

沈砂池は各種の赤土等流出防止対策のなかでも最終処理対策に位置付けられており、集水域の最下流部、つまり農地と周辺水環境との接点に設置されるため、その浮遊土除去効果を高めることがとくに重要な対策施設となっている。降雨時、沈砂池は連続流式装置として働くため、沈砂池の浮遊土除去効果を高めるには、沈砂池の懸濁貯水が流動している状況で浮遊土が沈積できる流れの制御技術を開発しなければならないといえる。その場合、流速制御や乱れ制御などの目標（値）を明確にすることを念頭に、シルト・粘土が沈積できる流れの性質をあらかじめ確認しておくことが重要である。

本研究では、比較的遅い流れを使用してシルト・粘土の輸送実験を行い、流れの中におけるシルト・粘土の沈積の可否、およびシルト・粘土が沈積する場合の流れの特徴を調べた。

2 方法

実験用開水路を用いてトレーサー輸送実験を行った。実験用開水路（幅 40 cm、深さ 40 cm、長さ 8 m）の内部を多孔パネルで仕切って長さ 6 m の流路を作成した。流路の流出境界側の多孔パネルの外側に深さ 30 cm の全幅堰を設置し、静止時の満水水深を 30 cm に定めた。水路床勾配は水平である。

カオリナイトまたは国頭マージを 25 μm ふるいで水中篩別し、その通過分をトレーサーとして用いた。このトレーサーを乾燥パウダー状にすることが難しかったため、純水と混合させた懸濁液の状態で使用した。毎回の実験毎にトレーサー懸濁液 300 mL を作成した。トレーサー懸濁液のトレーサー濃度を測定し、トレーサー懸濁液の体積とトレーサー濃度を乗じてトレーサーの注入質量を求めた。

インバータ制御したポンプを使って流路に給水し、連続流式装置として操作した。給水管路には電磁流量計を取り付けている。水だけを流した状態で定常流が形成されていることを確認した後、流路の流入境界の直上流地点にトレーサー懸濁液を注入した。注入所要時間は、毎回異なるが、数十秒程度である。なお、注入装置の仕組みが良くないため、トレーサー

琉球大学農学部, Faculty of Agriculture, University of the Ryukyus

キーワード：赤土等流出防止対策, 沈砂池, シルト・粘土, 沈積, 浮遊

が流入境界に達した時点で、トレーサーを流路の鉛直横断面内に一様分布させる操作を現時点では実現できていない。

トレーサーが流出境界に到達しない時点から下流端の全幅堰で越流水を経時的に採水し、実験後、これら採水サンプルのトレーサー濃度（以降、浮遊物濃度）をそれぞれ測定した。流路を浮遊するトレーサーを視認できなくなった時点でポンプ給水を停止し、貯水状態で数日間静置した。その後、排水・洗浄操作を行って流路床に沈積したトレーサーを懸濁液の状態（沈積物サンプル）で回収した。トレーサーの沈積物サンプルを減圧ろ過してトレーサーの沈積物をろ紙上に分離し、このろ紙を 110°C で 24 時間乾燥させた後、その絶乾質量を測定し、あらかじめ測定しておいたブランクろ紙の絶乾質量を引いてトレーサーの沈積物質量を求めた。各種の測器を設置して、流路中央部での流速・全幅堰の堰頂上での濁度・定常流形成後の流路中央部での水深を測定した。また、必要に応じて静止画と動画を撮影した。なお、トレーサー濃度・浮遊物濃度の測定や沈積物の分離操作における減圧ろ過には、有機バインダー処理された保留粒子径 0.5 μm のガラスろ紙（ADVANTEC GC-90）を使用し、トレーサーの紛失を極力抑えた。また、ろ紙のいろいろな絶乾質量の測定には最小表示 10 μg の電子天秤（METTLER TOLEDO XS105DU）を使用し、絶乾物を吸湿させないように工夫して精密に測定した。

2 種類のトレーサー（カオリナイトと国頭マージ）と 2 種類の流量（100L $\cdot\text{min}^{-1}$ と 200L $\cdot\text{min}^{-1}$ ）を組み合わせた 4 ケースについて実験を行った。

3 結果および考察

1. 流量の大小によらず、トレーサー懸濁液は流入境界を通過してすぐに流路床の方へ移動し、その後、流出境界に到達するまで流路床付近を流れた。トレーサー懸濁液の移動は密度流を形成していると考えられた。観察の限りでは、その流れの先頭は強く乱れ、シルト・粘土粒子は沈積しにくいと考えられた。しかし、シルト・粘土懸濁液の流れの先頭のつぎには流路床のごく近傍に密度流とは異なると思われる遅い流れが形成された。この遅い流れの乱れは弱く、シルト・粘土粒子が沈積し得ると考えられた。
2. 流量が 100L $\cdot\text{min}^{-1}$ の場合、トレーサーの注入質量は 25–52 g、沈積質量は 15–32 g となり、除去率は 59–67% となった。流量が 200L $\cdot\text{min}^{-1}$ の場合、トレーサーの注入質量は 35–42 g、沈積質量は 11–17 g となり、除去率は 32–41% となった。このように、シルト・粘土粒子の沈積が認められた。

4 おわりに

比較的遅い流れを使用してシルト・粘土の輸送実験を行った。その結果、この流れの中でシルト・粘土の沈積を認めることができた。流路床近傍の流れがほとんど乱れていないことがシルト・粘土粒子の沈積に寄与したと考えられた。今後の課題としては、速い流れの場合にシルト・粘土粒子がどのように輸送されるかを調べることである。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 23780253 の助成を受けたものです。