

山間渓流域の堆積土砂が河川水の浄化に及ぼす影響について

宮澤徹・石垣逸朗・阿部和時(日大生物資源)

要旨： 溪流にある溪床堆積土砂は粗粒の砂礫で構成されており、何らかの理由で濁水が生じた場合、この濁水の一部は溪床堆積土砂の中を通過して流れる。本研究では山地渓流域の溪床堆積土砂に注目し、そこを流れる渓流水の濁りを溪床堆積土砂が吸着する作用について実験的に検証した。実験では幅 20cm、長さ 1m の水路を作り、水路内に神奈川県西丹沢の玄倉川流域で採取した溪床堆積土砂を敷き詰め、粘土を混ぜた濁水を水路に流した。濁水の初期浮遊土砂濃度と水路の出口で採取した濁水の浮遊土砂濃度を比較し、吸着機能を調べた。実験では流量を 2 パターン、濃度を 2 パターン設定し、これらの条件の組み合わせにより 4 通りの実験を行った。実験の結果、パターンの浮遊土砂の吸着率は初期浮遊土砂濃度 0.25 g/l、流量 12l/分の場合には約 11%、0.25 g/l、5l/分では約 16%、0.1 g/l、12l/分では約 9%、0.1 g/l、5l/分では約 19% となり、流量が少ないときの方がより多く浮遊土砂を吸着すること、また流量が同じであれば濃度が違っても浮遊土砂の吸着率は近い値を示した。

キーワード： 溪床堆積土砂、吸着機能、濁水、浮遊土砂

I はじめに

溪流にある溪床堆積土砂は粗粒の砂礫で構成されていて細粒物質からなる下流の溪床堆積物よりも間隙に富んでいる(2)。何らかの理由で濁水ができた場合、この濁水の一部は溪床堆積土砂の中を通過して流れていく。本研究では山地渓流域の溪床堆積物に注目し、そこを流れる渓流水の濁りを溪床堆積物が吸着する作用について実験を行う。濁水の濃度を 2 通りと流量を 2 通りのパターンを比較し実際にどれだけの吸着機能があるかどうかについて検証する。

II 実験用溪床堆積土砂の採取場所と実験方法

1. 採取場所 実験用溪床堆積土砂の採取場所は神奈川県西丹沢の玄倉川流域内である。

2. 実験装置概略 図-1 のような 400l のタンク、45l のタンク、溪床堆積土砂の長さ 1m、幅 30cm、高さ 20cm の水路を組み合わせた実験装置を作成した。

概略は以下のとおりである。①水(水道水)を 400l のタンクに貯めて濁水の元となる粘土(カオリンレー)を混ぜる。粘土が水と混ざりやすくするために水を貯めながら粘土を混ぜる。②45l のタンクを地上から約 2m のところに設置し落差を利用して水路に濁水を流す。③水路内に一定量の濁水を流すため 45l タンクの水位は一定に保つ。④水路内には実験用溪床堆積土砂を約 40kg、高さにして約 7cm 敷き詰める。⑤水路に敷く溪床堆積土砂は粘土による目詰まりを防ぐため実験ごとに入れ替え初期条件を統一した。

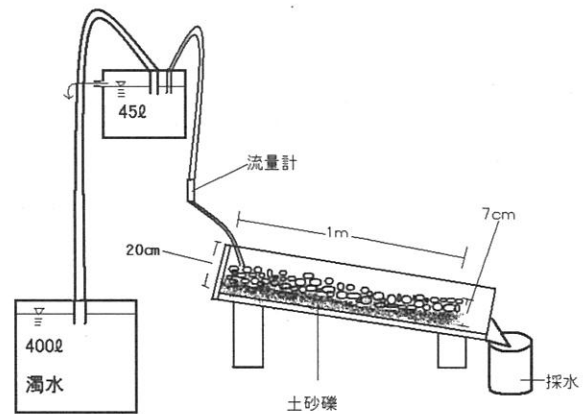


図-1. 実験装置図

3. 実験方法 400lのタンク内に貯めた濁水は小型のポンプで45lのタンクまで揚げ、そこから水路に流した。濁水は濃度を均一に保つため400l、45lタンクともに、実験中人の手で一定にかき混ぜた。実験は30分間継続し、水路を通過した濁水を出口で5分ごと、計6回採水した。また45lタンクの濁水も実験を開始する時点で採水した。採水量は1lで、採水後、吸引濾過機を用いてろ過し、浮遊土砂の重さを測定して濁水の濃度を出した。

濁水の流量は流量計で調節し、毎分12lと5lの2つのパターンに設定した。また濁水の濃度は0.25g/l、0.1g/lの2つのパターンに設定した。流量と濃度の組み合わせは4パターンになり各パターンごとに、3回実験を行ったので実験回数は計12回となった。

Toru MIYAZAWA, Ituro ISHIGAKI, and Kazutoki ABE (Coll. of Bioresource Sci. Nihon Univ. Kanagawa 252-8510)

Influence of sediment deposited in a mountain stream on filtering fine suspended sediment.

また実験に使用した溪床堆積土砂の粒度加積曲線は図-2のようになった(1)。

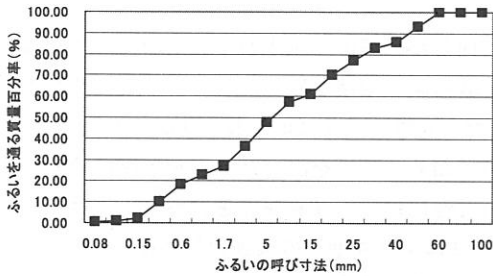


図-2. 粒径加積曲線

図-2に示すように砂が約27.0%, 礫が約73.0%で, シルトや粘土はほとんど含まれておらず粗い粒子が大部分を占めている。

III 結果・考察

1. 溪床堆積土砂を通過した濁水の濃度変化 実験で採水した濁水の浮遊土砂を測り, 実験中の経過時間との関係を図3~6に示した。図-3には初期浮遊土砂濃度 0.25 g/l, 流量 12l/分の実験結果を示した。初期濃度と水路出口で採水した濃度と比べると 0.02~0.05g/l 程度の減少がみられた。また, 時間が経過してもそれ以上濃度が減ることはなくほぼ一定の数値を保った。

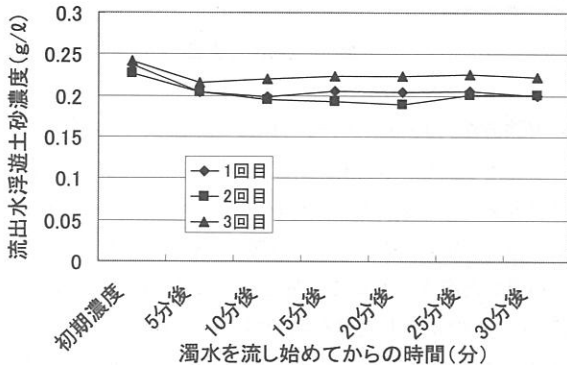


図-3. 初期浮遊土砂濃度 0.25g/l, 12l/分

図-4は初期浮遊土砂濃度 0.25 g/l, 流量 5 l/分の実験結果である。図-3で示した 0.25 g/l, 12l/分のときと違い, 初期濃度と水路出口の濃度の差が大きく 0.04~0.07g/l 程度であり, 流量が多いときよりも少ないときの方がより浮遊土砂濃度が低くなった。しかし, 時間が経過していく中で濃度にバラツキが生じた。この現象は, 目視で確認したところ流量 12l/分のときは濁水が水路に敷いた長さ 1 m の堆積土砂全体で表面流が発生しているのに対し, 5 l/分

のときは濁水が溪床堆積土砂の長さの半分ほどのところから堆積土砂中にほとんど水が浸み込んでいくため, 5 l/分の方が堆積土砂による浮遊土砂吸着量が多くなったためと考えられている。

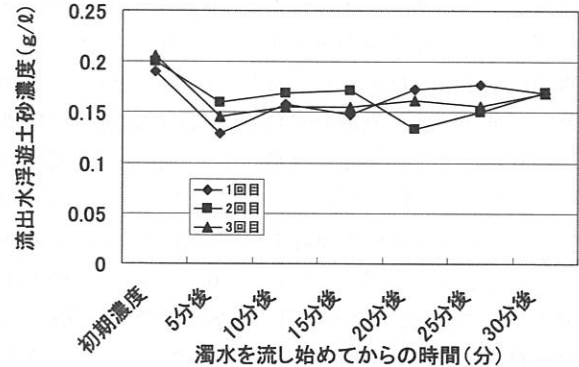


図-4. 流出浮遊土砂濃度 0.25g/l, 5l/分

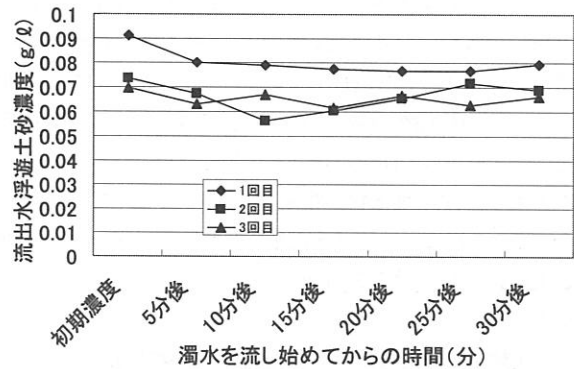


図-5. 流出浮遊土砂濃度 0.1g/l, 12l/分

図-5は流出浮遊土砂濃度 0.1 g/l, 流量 12l/分の実験結果を示した。初期濃度が3回の実験でそれぞれ違うものの, 水路出口での濃度は初期濃度に比べほぼ同じ 0.01~0.02g/l の濃度の減少がみられた。また, 図-3のときと同様にこれ以上濃度が減ることはなくほぼ一定の値を保ち続けた。

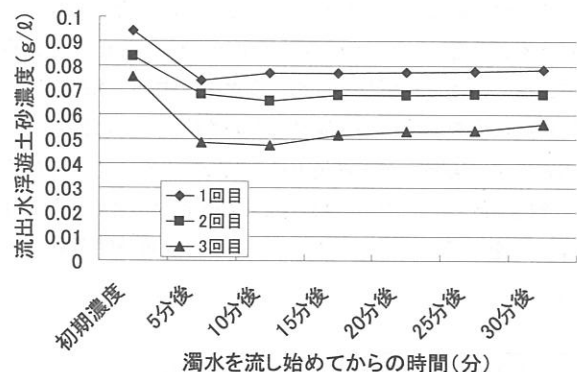


図-6. 流出浮遊土砂濃度 0.1g/l, 5l/分

図-6は流出浮遊土砂濃度 0.1 g/l, 流量 5 l/分の実験結果である。初期濃度は毎回違うものの水路出口の濃度はほぼ同じ 0.05g/l の濃度の減少がみられた。

図-5と図-6を比べると 12 l/分のときよりも 5 l/分のときの方が浮遊土砂濃度は減っている。これは 12 l/分のときは表面を流れているのに対し、5 l/分の場合は溪床堆積土砂内に浸み込んでいるため浮遊土砂が溪床堆積土砂に接する割合が高く、濃度の減少に大きく差がでているのではないかと思われる。また、図-3と図-5で初期濃度の違いの影響を比較してみると、水路出口における濃度は初期濃度から 0.02~0.05g/l, 0.01~0.02g/l とほぼ同じ程度の濃度の減少がみられた。また、図-4と図-6を比較してみても、同じ傾向が示された。このことから初期濃度が違っていても流量が同じであれば浮遊土砂の吸着量も同じような傾向を示すと考えられる。流量の違いで図-3, 4, 5, 6を比較してみると 12 l/分のときよりも 5 l/分のときの方が浮遊土砂を多く吸着していた。

2.平均積算吸着量 次に実験の経過時間にもなって溪床堆積土砂に吸着された浮遊土砂の重さの積算値を算出し、各実験ごとに図-7~10に示した。

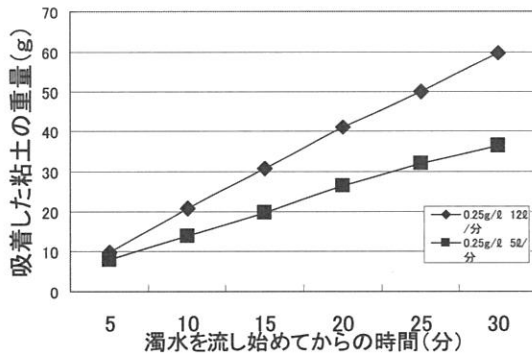


図-7. 平均積算吸着量 0.25g/l

図-7は流出浮遊土砂濃度 0.25 g/lの実験結果である。12 l/分と 5 l/分ともに一定の割合で浮遊土砂が溪床堆積土砂に吸着されている。12 l/分のときに約 8 g まで吸着しているのに対し、5 l/分のときには約 5 g 吸着している。また、各実験で流した浮遊土砂の総重量に対して、溪床堆積土砂が吸着した積算浮遊土砂重量の割合を計算すると 12 l/分のときは約 11%, 5 l/分のときは約 16%であり、流量が少ないときの方が浮遊土砂の吸着率は高くなった。図-8は流出浮遊土砂濃度 0.1 g/lの実験結果で、図-7と同様に浮遊土砂は一定の割合で堆積土砂に吸着される傾向が示された。また、流量が違っても吸着された粘土積算値に大きな差はなかった。図-7の場合と同様に、各実験で流した浮遊土砂の総重量に対して溪床堆積土砂が吸着した積算浮遊

土砂重量の割合を計算すると 12 l/分のときは約 9%, 5 l/分のときは約 19%であった。この結果から 0.1 g/lの場合も流量が少ない時の方が浮遊土砂の吸着率が高いことがわかった。

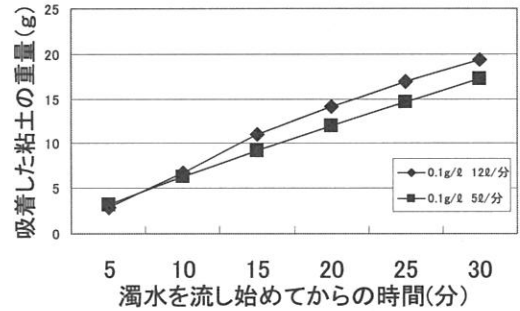


図-8. 平均積算吸着量 0.1g/l

また、図-7, 8より 30 分間の実験では溪床堆積土砂の吸着機能は衰えず、一定の量を吸着し続けていることがわかった。

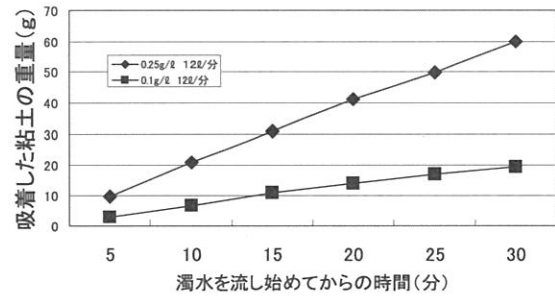


図-9. 平均積算吸着量 12 l/分

図-9は流量 12 l/分の結果で、流出浮遊土砂濃度 0.25 g/lの方が流出浮遊土砂濃度 0.1 g/lのときよりも積算値が低いことがわかる。しかし、各実験で流した浮遊土砂の総重量に対して溪床堆積土砂が吸着した積算浮遊土砂重量の割合を計算すると、流出浮遊土砂濃度 0.25 g/lでは約 11%, 流出浮遊土砂濃度 0.1 g/lでは約 9%と近い値となった。

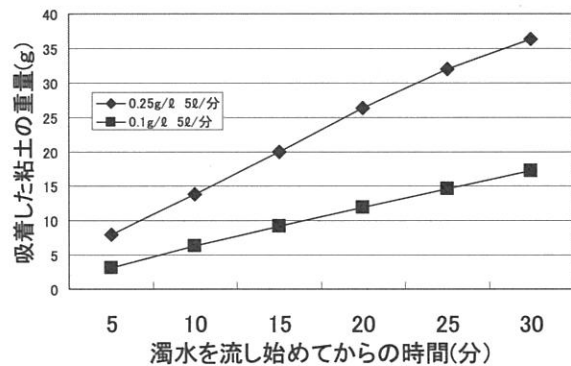


図-10. 平均積算吸着量 5 l/分

図-10は流量5ℓ/分の結果である。流出浮遊土砂濃度0.25g/ℓの方が積算値が多くなった。各実験で流した浮遊土砂の総重量に対して溪床堆積土砂が吸着した積算浮遊土砂重量の割合を計算すると、流出浮遊土砂濃度0.25g/ℓでは約16%、流出浮遊土砂濃度0.1g/ℓでは約19%と値が近いことがわかる。図-9、10の結果から濃度が変化しても浮遊土砂を吸着する割合は流量が同じであればあまり変わらないということがわかる。

IV まとめ

渓流水の濁水を溪床堆積物が吸着する作用について実験的に検証し、以下の結果を得た。

- 1) 流量12ℓ/分と流量5ℓ/分では流量が少ない方が浮遊土砂をより吸着し、これは流量12ℓ/分の場合は、濁水が土砂の表面を流れるのに対し、流量5ℓ/分の場合は濁水が溪床堆積土砂中を通過し、浮遊土砂が溪床堆積土砂に接触する部分が多くなるためと考えられる。
- 2) 濃度が違っていても流量が同じであれば総流出浮遊土

砂量に対する浮遊土砂の吸着された量の割合に大きな差がない。その割合をまとめた表-1である。

表-1. 吸着された浮遊土砂の割合

	初期流出浮遊土砂濃度	
	0.25g/ℓ	0.1g/ℓ
流量 12ℓ/分	約11%	約16%
5ℓ/分	約9%	約19%

以上のことから溪床堆積物が吸着する作用について実験的に検証した結果として、溪床堆積物には吸着機能があると考えられる。

引用文献

- (1) 土木材料実験教育研究会 (1997) 新示方書による土木材料実験法, 鹿島出版会 p34-40
- (2) 太田猛彦 高橋剛一郎 (1999) 溪流生態砂防学, 東京大学出版会 p7-15