

沈砂地における捕捉機能に関する研究

京都大学大学院 正会員○原田 紹臣

正会員 中谷 加奈

立命館大学 正会員 里深 好文

京都大学名誉教授 非会員 水山 高久

1. はじめに

近年、土砂災害の一つとして、細粒土砂や流木等の流出に伴って下流域で発生する土砂・洪水氾濫による被害が、新たに定義された¹⁾。これを受け、沈砂地の整備等による対策の推進²⁾が示された。なお、沈砂地の施設効果や形状に関しては、これまで概略的に議論されてきた^{例えば、3)4)}しかしながら、現場の設計実務者が必携する設計マニュアル⁵⁾においては、沈砂地の設計に関する詳細な記述や処理機能について不十分であり、沈砂地の細部構造に関する更なる知見の整理が望まれている。

そこで、本研究では、今後の土砂・洪水氾濫対策の推進を目的に、土砂等の輸送を調節させる沈砂地を対象に、水路を用いた基礎的な水理実験により、沈砂地の細部構造等の違いが土砂の処理機能に与える影響について考察し、新たに沈砂地における機能の高度化に関して考察する。

2. 沈砂地の土砂処理機能に関する実験概要

実験に使用した沈砂地（ただし、谷出口付近に設置を想定）を設けた水路を図-1に示す。図-1に示すとおり、実規模に対して約1/100程度の縮尺を想定して、沈砂地を配置させた平面氾濫台（ただし、傾斜角 $\theta_p=2$ 度：土石流の最大到達最小勾配⁵⁾）に接続させた直線水路（傾斜角 $\theta_w=10\sim 15$ 度⁸⁾、長さ L_w 、幅 $W_w=10\text{cm}$ ）の上流から、水（ q_m ）、土砂（ $V_{s,in}$ 、珪砂：1~5号）を供給し、沈砂地（長さ $L_p=45\text{cm}$ 、幅 $W_p=10\sim 30\text{cm}$ ）を通過して、下流へ流出した土砂の量（ $V_{s,out}$ ）を計測している。なお、供給土砂 $V_{s,in}$ は、予備実験の各条件における沈砂地で捕捉された最大量と同じ程度の量としている。そして、その土砂を直線水路上部の底面に敷き詰め、更なる上流からの供給された流水により侵食させて、下流に運搬させている。ここで、給水については、上部の敷き詰められた土砂が全て侵食されて下流へ流出した時点までとし、停止している。また、沈砂地最大幅（ $W_{p,max}=30\text{cm}$ ）については、予備実験により、沈砂地（側壁）が存在しない場合における堆砂幅と同じ程度とし、沈砂地長（ $L_p=45\text{cm}$ ）については、実際の施工における一般的な用地条件を考慮して、幅 W_p の1.5倍程度までと想定して設定した。ここで、予備実験において水路長 L_w の違いによる影響有無について確認し、 $L_w=2\text{m}$ としている。

各条件の違いが沈砂地における土砂処理機能や堆砂形状

に与える影響を把握するため、上部からの供給水量 q_m や沈砂地幅 W_p に加えて、これまで経験的に設けられてきた隅角部⁹⁾の設置有無（図-2）ならびに沈砂地（下流）開口幅 $W_{p,out}$ 等を変化させて、それぞれの条件での土砂処理効果を比較している（図-1）。また、実験結果におけるバラツキを考慮するため、同じ条件にて3回実施し平均化している。

3. 実験結果と考察

沈砂地における土砂処理効果に関する実験結果について、

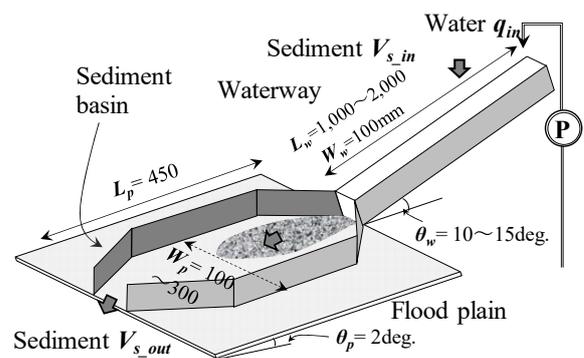


図-1 実験概要（実験水路の概要）

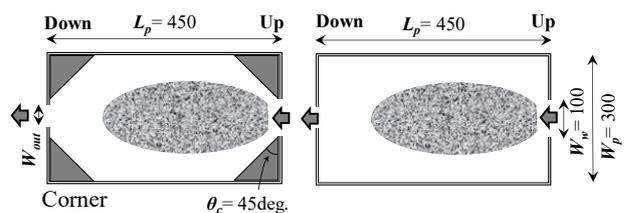


図-2 沈砂地平面図（左：隅角部有、右：隅角部無）



写真-1 実験状況（左：実験装置、右：土砂処理状況）

キーワード 実験、沈砂地、土砂・洪水氾濫

〒606-8502 京都市左京区北白川追分町 京都大学大学院農学研究科森林科学専攻 TEL075-753-6493

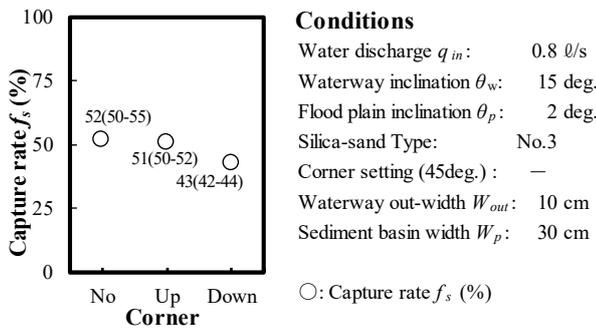


図-3 隅角部設置有無の違いによる土砂捕捉率の変化

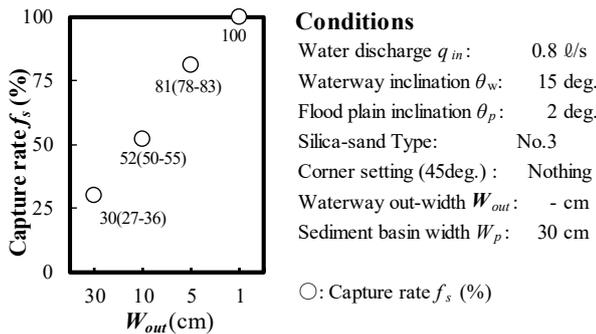


図-4 沈砂地（下流）開口幅の違いによる土砂捕捉率の変化

沈砂地内における土砂の捕捉率 f_s は、

$$f_s = (V_{s_in} - V_{s_out}) / V_{s_in} \quad (1)$$

と表される (図-1) . 以降に、得られた実験結果 (例えば、写真-1) の中から、特徴的な結果に対して考察する。

沈砂地内の上下流において設置される隅角部 (図-2 : ただし、隅角部の角度は一般的な45度⁵⁾) の設置有無の違いによる土砂捕捉率 f_s の変化を図-3 に示す。図-3 に示すとおり、隅角部が設置されていない沈砂地 (Corner : NO) と、新たな用地取得が不要となる隅角部 (ただし、上流部) が設置された沈砂地 (Up) における土砂捕捉率 f_s との間では、顕著な差が確認されなかった。一方、下流側に設置 (Down) された場合、隅角部を設置しない場合と比較して、土砂捕捉率 f_s が約10%程度の機能が低下する傾向が示された。

さらに、沈砂地 (下流) 開口幅 $W_{p,out}$ の違いによる土砂捕捉率 f_s の変化を図-4 に示す。図-4 に示されるとおり、沈砂地への流入幅 (ただし、直線水路幅 W_w) に対して沈砂地開口幅 $W_{p,out}$ を漸縮させた場合、顕著に土砂捕捉率 f_s が向上 (例えば、 $W_{p,out}=1\text{cm}$ の場合、 $f_s \approx 100\%$; 写真-2) した。

ここで、実験中の観察による沈砂地形状の違いに伴う流況及び土砂処理機能に関する変化の概要を図-5 に示す (ただし、流速は約10m/s) . 図-5 (左) に示すとおり、沈砂地開口幅 $W_{p,out}$ が広く (ただし、 W_w と同じ幅) ,更に下流側に隅角部を設置した場合、沈砂地内において、上流から下流



写真-2 堰上げ効果による土砂処理 (捕捉状況) の例

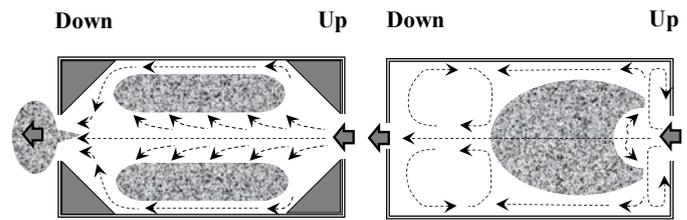


図-5 沈砂地形状の違いによる流況及び土砂処理機能の変化

流に向けた円滑な流れが発生し、結果として、多くの土砂が沈砂地より下流に流出したものと考えられる。一方、下流の沈砂地開口幅 $W_{p,out}$ が狭く、更に隅角部が設置されない場合 (図-5 : 右) では、沈砂地内 (特に、下流側付近) において発生する平面的な渦流に伴って流速が小さくなり、結果として、多くの土砂が堆砂したものと考えられる。

これらの結果より、沈砂地における土砂処理機能に関して、沈砂地の形状 (例えば、隅角部の設置有無) や、下流開口幅の漸縮流による湛水部における背水効果が、土砂処理機能 (捕捉効果) に影響を与える可能性が示された。なお、給水条件 (例えば、流量の時間的変化) や給砂条件、縦断の勾配変化 (θ_w/θ_p) 等の違いが土砂処理機能を与える影響や流木の捕捉について、更なる詳細な検討が望まれる。

参考文献

- 1) 国土交通省 : 河川砂防技術基準計画編 (改訂) , 2019.
- 2) 国土交通省 砂防部 web site
- 3) 松村恭一・石川芳治・小山内信智・前田昭浩 : 遊砂地における土砂の堆積過程に関する実験的研究, 砂防学会誌, Vol. 54, No.4, p.33-42, 2001.
- 4) 仲村渠将・吉永安俊・酒井一人・秋吉康弘・大澤和敏 : 沈砂地における浮遊土砂流出に関する現地観測, 農業土木学会論文集, Vo.249, No.75-3, 2007.
- 5) 国土交通省 : 砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) 解説, 2016.