

正観寺沼上流域における流砂環境の評価に関する一考察

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○松浦 智亮 正会員 永野 博之
群馬工業高等専門学校専攻科 非会員 松本 安祐美

1. はじめに

群馬県高崎市正観寺町を流れ、利根川水系に属する正観寺川の上流部には、水面積約 7,000m² の正観寺沼が存在する。正観寺沼は農業用のため池として利用されてきた。元々は畑地が広がっていた集水域は、近年の急速な市街化進行とともに砂泥やゴミが大量に正観寺沼に流入している。正観寺沼における土砂堆積が深刻化すると、沼の陸地化による沼周辺の生態系への影響が懸念される。また、近年流域治水という観点から農業用のため池でも積極的に治水に貢献することが期待されており、正観寺沼における土砂堆積の深刻化は、流域治水を取組んでいく上で好ましくない。土砂堆積の要因である土砂流出¹⁾は、一般に降水量、地形、土地利用、流れの状態など多くの要因により支配されるため、土砂移動の実態把握という視点を通じて、集水域の土地利用状況が、周辺の環境保全・流域内の治水安全度に及ぼす影響を評価することが可能になると考えられる。

そこで本研究では、正観寺沼の土砂流入量・土砂堆積量を算定することを最終目的とし、その第一歩として正観寺沼に流入する水路の土砂輸送能力を評価することを目的に、正観寺沼に流入する水路に対して一次元不定流計算を行い、輸送評価の基礎となる移動限界について、土砂水理学的観点から検討を行った。

2. 解析および輸送評価手法

2.1 解析対象区間

本研究では、図-1 に示す群馬工業高等専門学校の敷地内を流れる区間を対象として解析を行った。対象とする水路のデータは、現地にて計測した川幅、標高、流速、水深より作成した。解析区間の河床高と川幅の関係を図-2 に示す。

2.2 解析方法

本研究で対象とする水路内の流れは、平常時は常流である。しかしながら、これは正観寺沼に流入する直前の区間(図-1 および図-2 の 200m 地点直上より下流の区

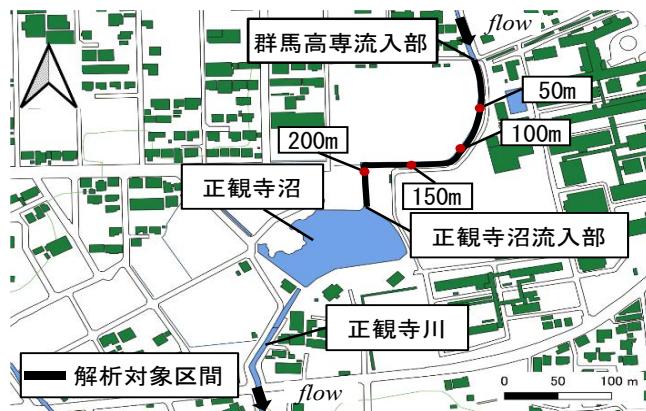


図-1 解析対象区間

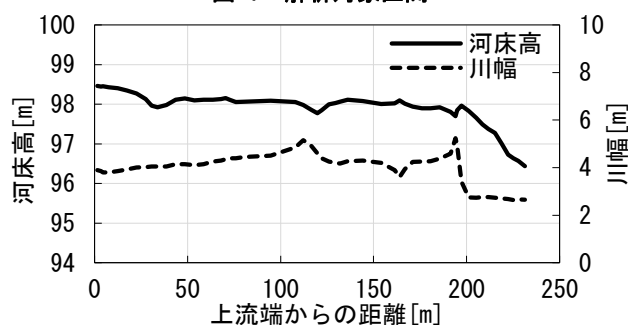


図-2 河床高と川幅の関係

間)で、河床勾配が約 3° と非常に急な勾配となっているためである。したがって、流量次第では、水路全体で常流・射流が混在する流れになることが考えられる。そこで本研究では、既往文献^{例えは 2)}を参考に、流束差分法による 1 次元不定流計算モデルを作成して流れの解析を行い、土砂の輸送能力について検討した。

2.3 離散化手法

空間的な離散化手法として、有限体積法を 1 次元不定流計算モデルに適用して計算を行った。変数配置は格子境界上に流量や流速などのベクトル量、格子中央に水深や河床高などのスカラー量を定義するスタッガード格子を採用した。

2.4 境界条件および解析条件

境界条件として上流端に流入流量、下流端にせき上げ後の水深を設定した。断面形状は、矩形断面を仮定した。マンニングの粗度係数は、現地にて計測した水深と後述の境界条件を入力した。その結果、解析対象の水路の

キーワード 土砂堆積, 移動限界, 無次元掃流力, 無次元限界掃流力

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町 580 群馬工業高等専門学校 TEL : 027-254-9000 E-mail : hr-nagano@gunma-ct.ac.jp

粗度係数は $0.05 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ と推定された。解析条件を表-1、表-2 に示す。表-1 のケースでは、平常時の水路の水量を境界条件に設定した。表-2 の ケースは水路が氾濫することを想定した水量で境界条件を設定した。

2.5 輸送評価

式(1)に無次元掃流力 Ψ^3 を示す。本研究では、一次元の不定流計算結果を式(1)に適用することで Ψ を算出し、土砂の輸送評価を行った。

$$\Psi = \frac{u_*^2}{\left\{ \left(\frac{\sigma}{\rho} \right) - 1 \right\} g d} = \frac{h I}{\left\{ \left(\frac{\sigma}{\rho} \right) - 1 \right\} d} \quad (1)$$

ここに、 g ：重力加速度、 I ：河床勾配、 Ψ ：無次元掃流力、 σ ：粒子の密度、 ρ ：液体密度、 d ：土粒子の粒径、 u_* ：摩擦速度、 h ：水深である。砂粒子の密度 σ は 2.65 g/m^3 、重力加速度 g は 9.8 m/s^2 として、式(1)に適用した。粒径 d は、水路内と正観寺沼の堆積土砂を参考に、複数のケースを設定した。河床勾配 I には、断面ごとのエネルギー勾配を適用した。エネルギー勾配が負になる点は除外して輸送評価を行った。水深 h には、不定流計算によって得られた各地点の値を適用した。

3. 解析結果および考察

一般に砂粒子の無次元限界掃流力 Ψ_c は 0.04 とされている⁴⁾。 Ψ が Ψ_c を下回る間の砂粒子は輸送されず河道で静止状態を保つ。図-3 より CASE1-1 および CASE1-2 では Ψ が Ψ_c を上回ることから、平常時では粒径 0.2 mm 程度までの土砂は河道を通過すると考えられる。CASE1-3 の結果より、平常時において粒径 2 mm 程度の土砂は本研究の対象区間に堆積すると考えられる。ただし、図-4 より CASE2-1 の一部区間以外では Ψ が Ψ_c を上回る。すなわち、洪水時には粒径 5 cm 程度の土砂であれば、平常時に堆積しても出水時に再移動し、正観寺沼に流出すると考えられる。また、図-3、図-4 より上流端から 100 m 前後で Ψ が大きく減少している。現地状況を確認したところ、この地点は湾曲部となっており、河道に多くの土砂が堆積していた。以上の議論から、粒径 5 cm 以下の土砂は、平常時に堆積しても、出水時に再移動するため、出水時には大量の土砂が正観寺沼に流入すると考えられる。

4. おわりに

本研究では、正観寺沼に流入する水路に対して 1 次元不定流計算を行い、土砂の移動限界について検討を

表-1 解析条件 (CASE1)

解析条件	CASE1-1	CASE1-2	CASE1-3
上流端流量 Q (m^3/s)	0.060	0.060	0.060
下流端水深 h (m)	0.430	0.430	0.430
粒径 d (mm)	0.020	0.200	2.000

表-2 解析条件 (CASE2)

解析条件	CASE2-1	CASE2-2	CASE2-3
上流端流量 Q (m^3/s)	10.000	10.000	30.000
下流端水深 h (m)	1.500	1.500	1.500
粒径 d (cm)	2.000	5.000	5.000

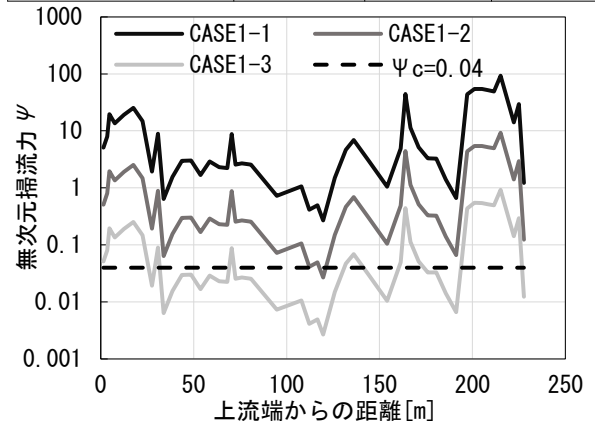


図-3 CASE1 の無次元掃流力の縦断分析

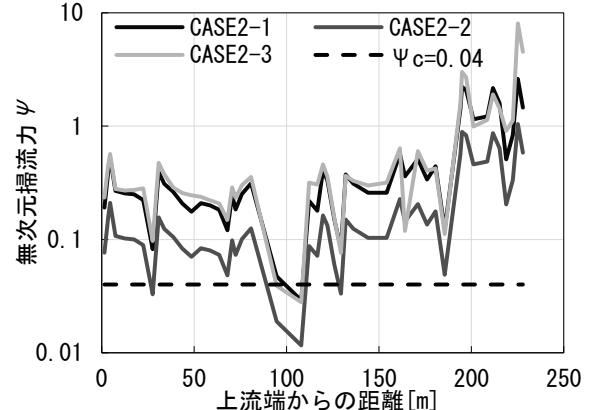


図-4 CASE2 の無次元掃流力の縦断分析

行った。その結果、出水時には大量の土砂が正観寺沼に流入する可能性があることが示された。今後は土砂移動形態として浮遊砂も考慮した土砂輸送能力の評価を行うとともに、集水域の上流の土砂の質と水路および正観寺沼内の堆積土砂との間の関係性について検討を進める必要がある。

参考文献

- 1) H.HASHIMOTO & H.NAGANO(2010) : Sediment Runoff from Mountainous Areas in Kyushu, Japan, Proc. of APD-IAHR Congress. (USB-ROM)
- 2) 細田尚(2004) : 河川流と河床・河道変動の水理解析法, 物性研究, 83(1), pp.33-41.
- 3) 川合茂ら (2002) : 河川工学, p.87.
- 4) 高橋保(2006) : 土砂流出現象と土砂害対策, 近未来社, p.221.