

粒度分布特性が異なる砂礫州上に繁茂した一年生草本の流失条件

埼玉大学 正会員 ○八木澤 順治
埼玉大学 正会員 田中 規夫

1. はじめに

河道内植生の過度な繁茂は、治水・環境両面において問題となる。そのため、河道管理の観点から植物の洪水による流失条件を把握することが重要となる。

植物の流失に関する既往の研究では、無次元掃流力を用いて植物の流失が評価されている。例えば、田中ら¹⁾の研究では90%粒径の無次元掃流力が樹木・多年生草本の流失に支配的であり、 WOI_{90} (Washing Out Index)という流失評価指標が提案されている。一方、一年生草本の流失は荒川の事例から $WOI_{90}=0.5$ を限界値として仮定している。しかし、他河川に対しても一年生草本の流失限界値 $WOI_{90}=0.5$ を適用可能かどうかは明らかになっていない。また、樹木や多年生草本と比べて密生して繁茂する一年生草本の場合、繁茂密度が流失限界となる WOI に大きく影響する可能性があるものの、その影響は明らかとなっていない。

そこで本研究では、(1) 一年生草本の流失限界となる WOI_{90} の値を他河川において把握する、(2) 一年生草本流失に支配的な粒径を把握する、(3) 草本密度が流失限界に及ぼす影響を把握する、ことを目的とする。

2. 研究方法

本研究では利根川水系の一級河川烏川を対象とし、岩鼻観測所、新町観測所間にある砂礫州において一年生草本の流失調査を実施した。(図-1)。洪水は2010年10月に発生した台風14号を対象とした。今回の洪水では烏川で観測される年最大規模(688 m^3/s)であった。観測項目として洪水前に一年生草本の繁茂密度、河床材料の粒度分布を調査した。洪水後には、調査した一年生草本周辺の痕跡水位および流失状況を把握した。観測結果より無次元掃流力と無次元限界掃流力を算出し、 WOI と対象植物の流失状況との比較を行った。 WOI に関する式を(1)~(3)に示す。

$$WOI_i = \frac{\tau_{*i}}{\tau_{*ci}} \quad (1)$$

$$\tau_{*i} = \frac{\rho g H I_b}{(\rho_s - \rho) g d_i} = \frac{H I_b}{\left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) d_i} \quad (2)$$

$$\frac{\tau_{*ci}}{\tau_{*c50}} = \frac{\log_{10} 19}{\{\log_{10} 19(d_i/d_{50})\}^2} \quad (3)$$

ここで、 τ_{*i} : i %粒径に対する無次元掃流力、 τ_{*ci} : i %粒径に対する無次元限界掃流力、 ρ_s, ρ : それぞれの河床材料の密度、流体の密度(kg/m^3)、 g : 重力加速度(m/s^2)、 d_i : 粒径加積曲線における i %粒径(m)、 I_b : 河床勾配、 WOI_i : i %粒径における WOI 、である。50%粒径 d_{50} が移動を始めるときの無次元限界掃流力 τ_{*c50} は Shields diagram から $\tau_{*c50} = 0.06$ とした。

3. 研究結果

(1) 烏川における一年生草本の流失限界値の把握

図-2(a)には対象植物の繁茂密度と WOI_{90} の関係を示している。なお、図-2(a),(b)より D 点は根がかなり発達しており特殊な条件であると判断し、検討から除外した。この図において、流失した一年生草本の WOI_{90} の最小値を流失限界値と定義すると、烏川の場合 $WOI_{90}=0.66$ (線 B)となった。荒川における既往の研究で得られた $WOI_{90}=0.5$ で流失限界値とは異なる結果を示した。

(2) 一年生草本の流失限界と粒径の関係

図-2(b)は対象植物の繁茂密度と WOI_{50} の関係を示している。図-2(a)とともに、流失限界となる WOI_{90} 、 WOI_{50} の値に着目してみる。 WOI_{90} では 0.6 付近(線 A と B)で流

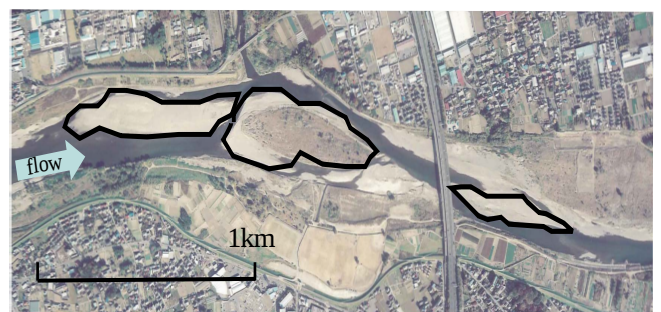


図-1 烏川における観測対象砂礫州(図中の黒線で囲まれた箇所が観測対象砂礫州を示す)

キーワード 一年生草本、流失限界、粒度分布特性、砂礫州

連絡先 〒338-8570 埼玉県さいたま市桜区下大久保 255 埼玉大学大学院理工学研究科

失しているのに対し、 WOI_{50} は 1 付近(線 E と F)で流失・未流失が分かれている。このことは、一年生草本の流失は 50% 粒径の移動で表現できることを示している。田中ら¹⁾では樹木や多年生草本は 90% 粒径の移動で流失が評価可能と報告されていた。しかし、一年生草本の場合、樹木や多年生草本と比較して根が浅いため、90% 粒径の移動よりも、50% 粒径の移動で流失が評価できると考えられる。また、図-2 の烏川のヤナギタデ、荒川のセイタカアワダチソウに着目して、 WOI_{90} と WOI_{50} における流失最小値(A=0.68 と E=0.91, B=0.66 と F=0.74)を比較してみると、烏川は WOI_{90} と WOI_{50} では差があまり見られなかった。これは図 3 に示すように烏川と荒川の河床材料の粒度分布特性が異なるためだと考えられる。烏川は粒度偏差 σ (横軸)の分布範囲が狭く、 WOI_{90}/WOI_{50} の値(縦軸)が 1 付近に集中している。これは d_{90} と d_{50} に差がほとんどないことを意味し、烏川の WOI_{90} と WOI_{50} に差がほとんどなかったのは粒度分布特性の違いだと考えられる。このことから、烏川においては支配的である粒径はわからなかった。

(3) 繁茂密度による流失限界となる WOI の変化

図-2 においてヤナギタデ(○,●)の密度に着目すると密度が増加するにつれて流失する草本の WOI も高くなることがわかる(線 C と F)。草本は浸水すると倒伏し河床を覆うため、密度が大きくなると河床を占める面積が大きくなり流失しにくくなると考えられる。このことから草本の繁茂密度が草本の流失に影響を与えることを示唆している。

4. おわりに

以下に本研究の結論を示す。

(1) 荒川における既往研究では一年生草本の流失限界となる WOI_{90} は 0.5 と仮定されていたが、烏川の場合 WOI_{90} = 0.66 という異なる値を示した。(2) 一年生草本の流失は 50% 粒径の移動限界で評価できると考えられる。また、荒川と烏川の粒度分布特性を把握したところ、移動限界となる WOI の値が大きく変化したことから、流失限界を把握するには粒度分布特性と関連付ける必要性が示唆された。(3) 草本の密度が高くなると WOI の限界値が上昇していき草本が流失しにくくなることがわかった。しかし、この傾向はデータ取得数の多いヤナギタデに関

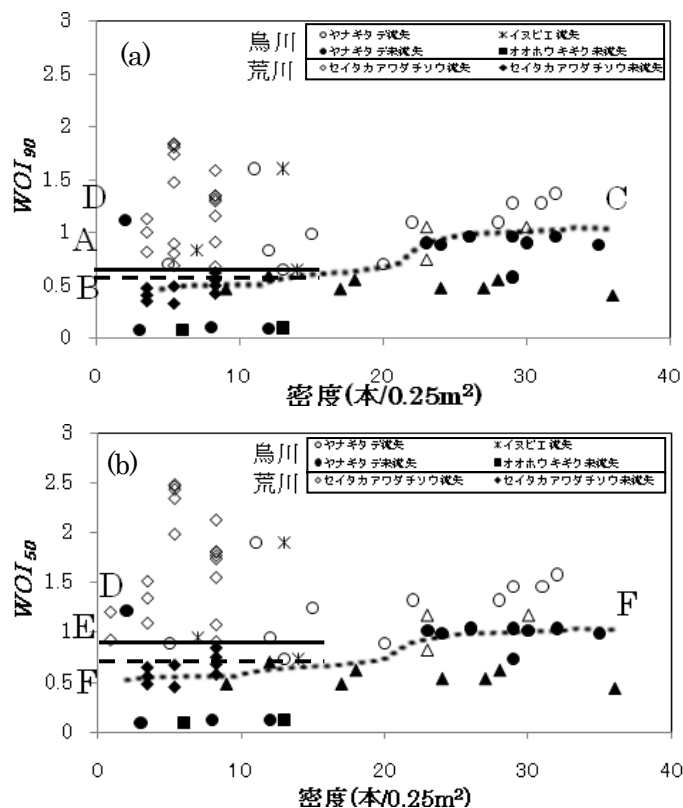


図-2 WOI と密度の関係、(a): WOI_{90} 、(b): WOI_{50}

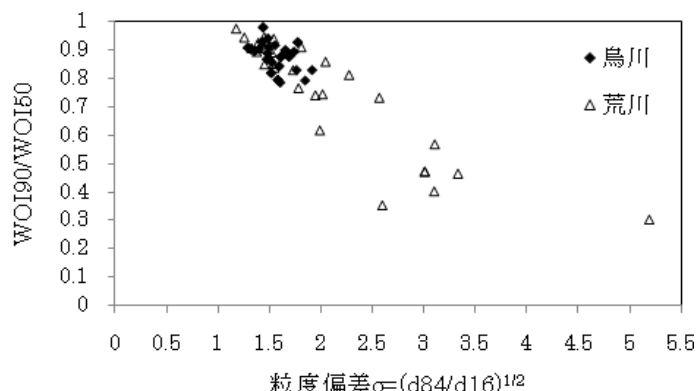


図-3 烏川と荒川の粒度分布の特性と粒度偏

してしか確認できなかった。そのため、他の草本についても同様に検討する必要がある。

謝辞: 本研究を実施するにあたり、国土交通省関東地方整備局 高崎河川国道事務所に資料を提供頂いた。また、現地観測を実施するにあたり、埼玉大学学部生、佐藤貴紀君に協力頂いた。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 田中規夫, 八木澤順治, 菊次祐, 砂礫州における洪水攪乱強度を評価する指標と生物多様度の関係について, 第 14 回研究発表会講演集, pp.235-238, 2010.