

砂州における種子の捕捉特性に関する水路実験

名古屋大学大学院 学生員○佐藤 健太
 中部大学 正会員 尾花 まき子
 名古屋大学大学院 正会員 戸田 祐嗣
 中部大学 正会員 武田 誠

1. 研究背景および目的

近年、日本の多くの河川で河道内の樹林化が報告されており、治水や環境の面から問題となっている。早期の樹林化対策のためには、植生の初期ステージである種子の運搬・漂着形態の把握をする必要がある。本研究では、砂州上での洪水時における種子の捕捉量や捕捉特性を検討するため、河床材料の粒径、種子の種類、水深の3つの条件を変えて室内水理実験を行なった。

2. 水路実験の概要

水路実験には、幅 6.0cm、長さ 2.8m、高さ 10cm の小型水路(勾配 1/500)を用いた。河床材料は代表粒径(粒径加積曲線における 60% 粒径)が 3.3mm、7.3mm、13.3mm、23.3mm の 4 種類を用いて、水路全体に敷き詰めた。実験には、かいわれスプラウト、ホワイトクローバー、クズの三種類の種子を用いた(表-1)。種子は 3 軸の径を計測し相乗平均を求め、それを平均粒径とした。また種子の形状を Mcnown ら(1950)によって定義された形状係数を用いて数値化し、丸型種子(大)(かいわれスプラウト)、丸型種子(小)(ホワイトクローバー)、扁平種子(クズ)に分類した。¹⁾³⁾ 実験水路に通水する際は河床材料からの水深を 2cm(水深小)と 3cm(水深大)に調整し(表-2、表-3)、水深調整後、流水の水深が安定している箇所のうち 1m の区間を実験対象とし、その区間の上流から種子 10ml を散布した。流した種子は水路下流の排水口に網目状のネットを設置し回収し、流した種子量から回収した種子量の差をとり、流した種子量で除した値の百分率をトラップ率と定義し、その数値によって種子の捕捉量を定量的に評価した。

3. 水路実験の結果

水路実験の結果から扁平種子、丸型種子(大)は河床材料粒径が大きくなるほど河床へのトラップ率が増加し、水深が大きくなるほど全体的にトラップ率が低下することがわかった。また丸型種子(小)は河床材料、水深によらずトラップ率は高い値で一定であった(図-1、図-2)。

続いて、種子の平均粒径と河床材料粒径の比を粒径比とし、粒径比でトラップ率を評価すると、水深、種子の種類によらず粒径比が 0 に近いほどトラップ率は高くなり、1 に近づくほどトラップ率は低下することが分かった(図-3、図-4)。

実際に実験をすると、種子は河床材料と河床材料の間のできる隙

表-1 実験対象の種子の特性

種子	平均粒径 (mm)	形状係数	沈降速度 (cm/s)
かいわれスプラウト	3.03	0.74	4.56
ホワイトクローバー	0.87	0.47	3.92
クズ	3.18	0.38	4

表-2 水深小での実験条件

	材料1	材料2	材料3	材料4
河床材料粒径	3.3mm	7.3mm	13.3mm	23.3mm
表面流速(m/s)	0.23	0.20	0.25	0.27
流量(L/s)	0.23	0.13	0.20	0.24
勾配	1/500			
水深	2cm			

表-3 水深大での実験条件

	材料1	材料2	材料3	材料4
河床材料粒径	3.3mm	7.3mm	13.3mm	23.3mm
表面流速(m/s)	0.37	0.32	0.32	0.29
流量(L/s)	0.48	0.46	0.41	0.5
勾配	1/500			
水深	3cm			

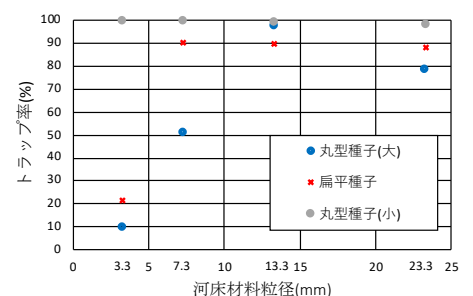


図-1 水深小での種子のトラップ率

間や、水路側面と河床材料によって生じる間隙にトラップすることがわかった。河床材料の違いによるトラップ率の差は間隙の大きさや河床表面の凸凹の程度が関係し、河床材料粒径が大きくなるほどそれらが大きくなると考えられる。河床表面の凸凹を評価するため、幅6cm、長さ12cm、高さ6cmの型取り器に4種類の河床材料を敷き詰め、その上からシリコンウェーブを流し込み12時間程度常温で保存した後、出来上がったシリコンを取り出し、その中心で切断し断面を得た。得られたシリコン型の断面について、1mm間隔で型上部から河床表面までの距離を計測し、その距離の平均値からそれぞれの距離を引いた値を用いて、河床表面の凸凹を数値化した。また、河床表面の凸凹の指標として加藤ら(2008)によって定義された算術平均粗さ R_a を用いた。²⁾ また、種子の平均粒径と算術平均粗さの比を相対粗さとし、種子のトラップ率との関係性を調べた。その結果、相対粗さが1以下になると、トラップ率は高い値で一定となり、1以上になると相対粗さの増加に伴い、トラップ率は低下することがわかった(図-5、図-6)。これらの結果から、種子のトラップ率は河床材料の算術平均粗さと種子粒径の関係性で決定されることが示唆された。

4. まとめ

本研究では出水時における砂州上での種子の捕捉量および捕捉特性を調査するため、水深、河床材料、種子の種類を変えて水路実験を行なった。その結果以下のようなことが明らかになった。

- 1) 扁平種子、丸型種子(大)は河床材料粒径が大きくなるほどトラップ率は増加した。また、水深が深くなるほど全体的にトラップ率は低下し、河床材料粒径の変化に伴うトラップ率の変化が大きくなる。丸型種子(小)は河床材料粒径、水深によらずトラップ率は高い。
- 2) 種子粒径と河床材料粒径の比(粒径比)が0に近くなるとトラップ率は大きくなり、粒径比が大きくなるとトラップ率は減少する。
- 3) 種子のトラップ率は、種子粒径と算術平均粗さの比(相対粗さ)に影響を受け、相対粗さが大きくなるほどトラップ率は減少する。

参考文献

- 1)伊藤悠, 知花武佳, 原田大輔(2013) : 礫の形状が河川中流域における土砂の分級に及ぼす影響, 河川技術論文集, 第19巻, pp.177-182
- 2)加藤敬, 本間新哉, 北村浩二, 今泉眞之(2008) : 開水路における壁面の凹凸から水路の粗度係数を求める試み, 農工研技報, 207, pp183-193
- 3)John S. Mcnown, Jakil Malaika(1950) : Effect of particle shape on settling velocity at low Reynolds numbers, American Geophysical Union, Volume31, Number1

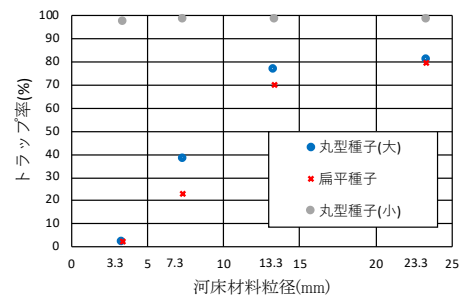


図-2 水深大での種子のトラップ

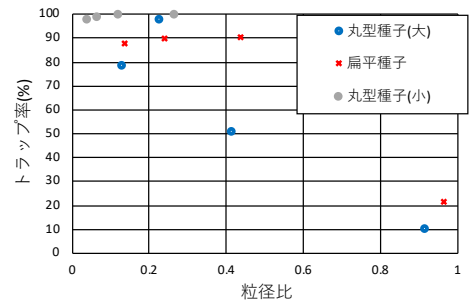


図-3 水深小での粒径比とトラップ率

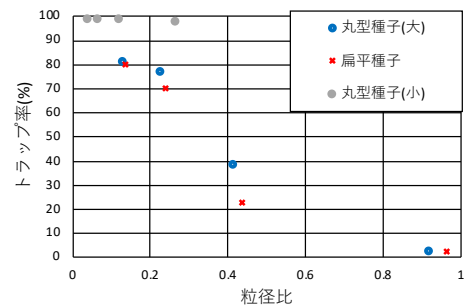


図-4 水深大での粒径比とトラップ率

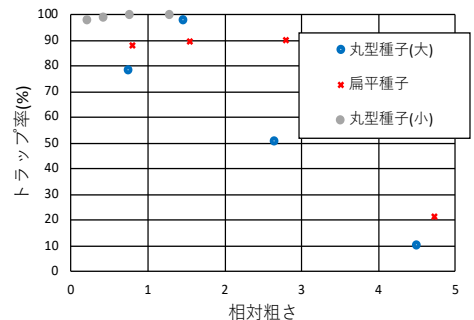


図-5 水深小での相対粗さとトラップ率

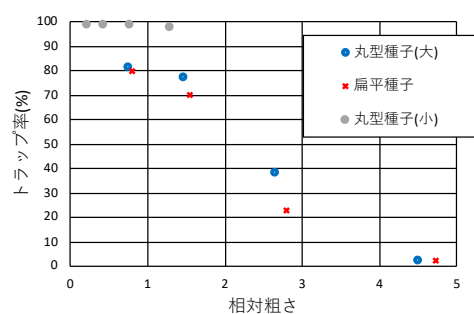


図-6 水深大での相対粗さとトラップ率