

水中に崩落したヨシの根を含む土塊の浸食実験

広島大学大学院
国土交通省中国技術事務所

学生会員
正会員

○福田朝生
富田紀子

九州旅客鉄道(株)
広島大学大学院

正会員
フェロー会員

仲本吉宏
福岡捷二

1. 序論

ヨシで覆われた河岸には、ヨシの地下茎が土を保持するため、護岸効果がある。さらに、ひさし状となって河岸から崩落したヨシの根を含む土塊は、その大きさが比較的長時間保持されるため近傍の河岸流速を低下させ河岸浸食を抑制する効果があることがわかっている。しかし、土塊の浸食には流速、ヨシの密度、土質など様々な要素が関係し、それらの関係は定性的にしか把握できていない。そこで本研究では実現象の崩落土塊と同程度の大きさのヨシの根を含んだ不攪乱の供試体を採用して浸食実験を行った。供試体は直径 50cm 高さ 60cm の円柱であり、ヨシの繁茂する太田川放水路の高水敷から採取したものを用いた。本研究では、崩落土塊の浸食がヨシの根の密度変化によってどのように変化するのか把握すること、崩落土塊の周りの流れが土塊の形状変化に伴いどのように変化するのか明らかにし、ヨシ原護岸の設計のための基礎資料を得ることを目的としている。

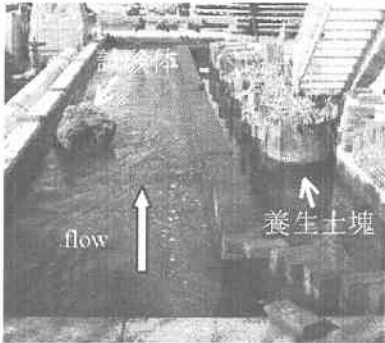


写真1 実験風景

2. 実験方法

水路諸元は水路長 10m 水路幅 2.5m 勾配 1/500 となっている。大型供試体の浸食実験のため大きな流速、水深が要求されることから、写真1のように水路の幅を調節して実験を行った。実験方法は、ヨシの根を含む土塊を水路左岸に接触させるように設置し、通水を行う。時間の経過と共に土塊の形状を測定し、土塊周りの流れを電磁流速計を用いて測定する。土塊上面のヨシの本数を測定し、ヨシの密度(本/㎡)が地下茎の量を代表していると考え浸食速度に対する指標とした。土塊は、全部で7体である。土塊のヨシの密度を表1に示す。採取したヨシを含んだ土塊の平均のヨシの密度は 300 本/㎡である。土塊を構成する土の粒度分布を図1に示す。土質はシルト質砂である。図2に実験で使用した土塊の地下茎分布の代表としてヨシの密度410本/㎡の土塊の地下茎の体積と地表からの深さの関係を示す。深さ 50cm~60cm の範囲で地下茎が大きく減少しており、その範囲では浸食抵抗が若干弱いことが考えられる。実験ケースを表2に示す。

表1 土塊のヨシ密度

土塊番号	ヨシの密度 (本/㎡)
土塊1	0
土塊2	0
土塊3	140
土塊4	150
土塊5	200
土塊6	270
土塊7	610

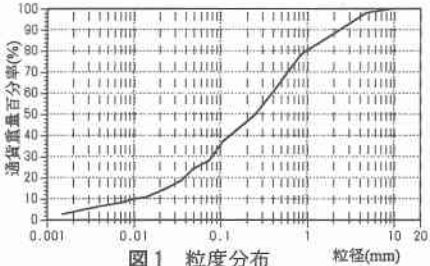


図1 粒度分布

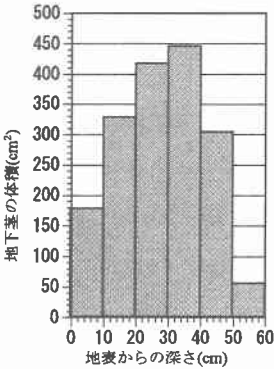


図2 地下茎分布

表2 実験ケース

	土塊の 番号	水路幅 (cm)	水深 (cm)	平均流 速(cm/s)	通水時 間(h)
case1	3	105	19	19	3.1
case2	3	105	22	31	0.7
case3	4.7	105	29	26	2
case4	4.7	105	29	26	1.8
case5	4.7	105	31	26	1.4
case6	4.7	105	29	31	4.2
case7	4.7	105	29	49	1.3
case8	7	80	44	34	4
case9	7	80	41	37	3.8
case10	7	80	41	37	3.8
case11	6	140	24	39	48
case12	5	140	24	39	16

3. 実験結果及び考察

(1) 土塊浸食の機構

ヨシの密度の小さい土塊から流送の状況を説明する。まず、ヨシがまったく生えていない2体の土塊のうち

1 体は強度がなく設置時に崩壊し細分化した。もう 1 体も設置はできたが通水開始直後に崩壊し細分化した。このことは、用いた土質材料の土塊の浸食抵抗は、極めて小さいことを示す。ヨシ密度 140 本/m²の土塊 3 は通水から 3 時間 40 分後に崩壊し細分化した。150 本/m²の土塊 4 は通水後 1 時間 30 分後に水路中央側に倒れたが、地下茎により土塊が保持され細分化することはない、円柱の形状を保っていた。200 本/m²の土塊 5 は通水開始から 16 時間後に水路中央側に倒れたが細分化はしなかった。ヨシ密度 270 本/m²の土塊 6 は合計で 48 時間通水したが浸食はほとんど進まず、最後まで自立していた。610 本/m²の土塊 7 も合計で 22 時間通水したがほとんど浸食されず、最後まで自立していた。これより、ヨシを十分に含む土塊は設置場所に長時間自立することがわかった。

次に図 3、図 4 の土塊 7 の形状より、長時間自立した土塊の浸食状況を述べる。浸食が顕著に進行する場所は大きく分けて三つある。一つ目は土塊下部の水路中央側、二つ目は水路壁と土塊の間、三つ目は水面付近の水路中央側のやや上流側である。土塊下部の水路中央側の浸食の進行により土塊は水路中央側に傾き、その結果水路壁と土塊の間で流れが集中し流速が増大する傾向がある。

土塊の浸食の時間経過を図 5 に示す。図を見ると 140 本/m²の土塊は急速に浸食を受け、体積が減少している事がわかる。また、最後まで自立していたヨシの密度が 270 本/m²と 610 本/m²の土塊は、初期の段階で多少浸食されるものの、ある程度時間が経過するとそれ以上浸食されないことがわかる。

(2) 土塊近傍の流れ

土塊 6 の 48 時間後の形状とそのときの水路全体の流れを図 6 に示す。土塊背後では流速が低下している。左岸から 10cm の位置の流速を流下方向に追っていくと、土塊近傍の上流側で一旦低下するものの土塊と河岸の間で急に増大し、土塊直下流では土塊上流の接近してくる流速より大きくなっている。しかしさらに流下すると土塊背後の剥離域と混合して左岸付近の流速は大きく低下する。また、低下した流速はなかなか回復していないことがわかる。

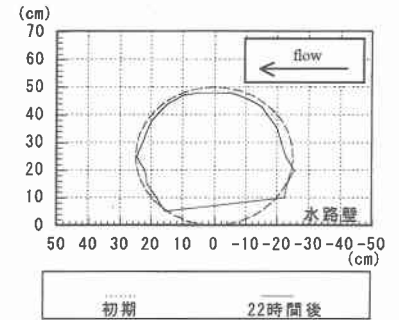


図 3 水路床から高さ 5cm の形状

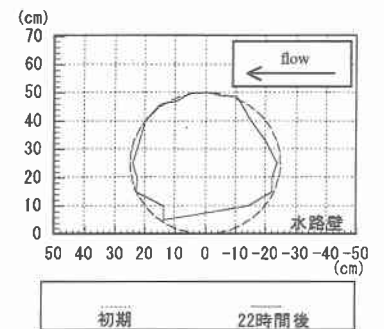


図 4 水路床から高さ 40cm の形状

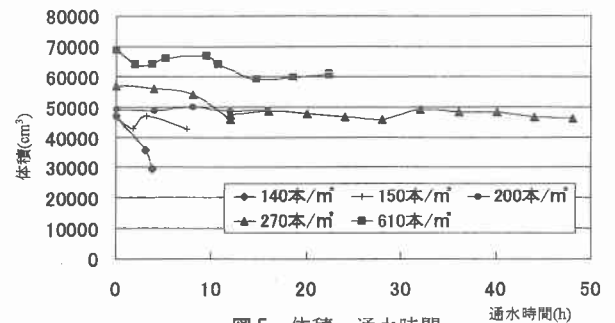


図 5 体積 - 通水時間

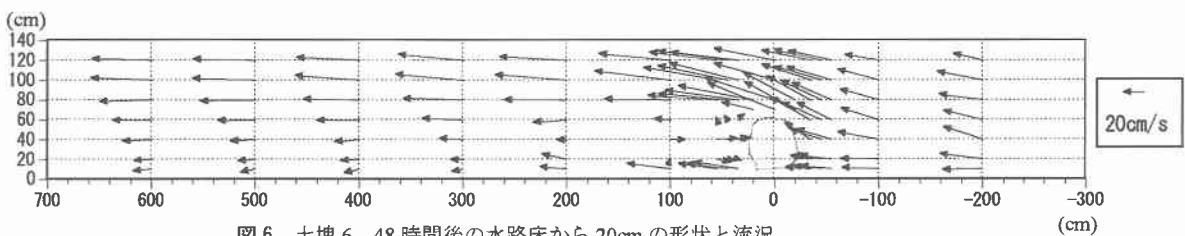


図 6 土塊 6 48 時間後の水路床から 20cm の形状と流況

4. 結論

水中に崩落したヨシの根を含む土塊の浸食実験から以下の結論を得た。

ヨシの密度が 250 本/m²程度のヨシ原河岸の崩落土塊は水流による浸食量は小さく流送されにくい。このため、河岸を守る効果が大いことがわかった。土塊の平均のヨシ密度は 300 本/m²程度であることからヨシ原河岸には十分な護岸効果があると判断される。