

洪水時における植生が河川の地形学に与える影響

The influence of vegetation on flood topography during floods

北海道大学工学部環境社会学科
北海道大学大学院工学研究院助教
北海道大学工学院工学研究院教授

○学生員 谷川翔一 (Shoichi Tanigawa)
正会員 Adriano Coutinho de Lima
正会員 泉典洋 (Norihiro Izumi)

1. はじめに

これまで流体と土砂輸送（砂丘、砂州、蛇行などの形成）に関連する河川環境の形態学的特徴は、実験的および数値的モデルを用いて説明されてきた。しかし、河川形成に及ぼす植生サイクル（成長、繁茂、死亡）の役割は、近年まで河川に及ぼす影響の大きさに関わらず広く無視されてきた。これは河川の異なる植生の動的過程を、単一の分析または実験の枠組みに再現することの難しさに起因しているからである。従来までは地形学の範囲は地形学に限定されていたが近年、生態学的フィードバックを含むエコ形態学の融合によりさらに発展してきている。植生と土砂輸送と流れの動的相互作用メカニズムの解明は急速に拡大しており、河岸の植生だけでなく沿岸湿地でも生態学的な知見の適用による著しい発展が見受けられる。

これらを踏まえ、本研究では砂の浸食、堆積、チャンネル形成、チャンネルの動向などの流域における形態学的プロセスが、植生の成長、生存と死の生態学的過程とどのように結びついているかを実験的に明らかにすることを目的とする。

2. 実験装置と条件

以下実験装置である。上に示した図-1の実験台の模型である（縦、横、奥行き $10\text{ cm} \times 153\text{ cm} \times 153\text{ cm}$ ）。Aは貯水槽、Bは上流タンク、Cに砂を敷き詰めた（東北珪砂 No5）Dはポンプ示している。カメラは（Nikon5600）を用い、インターバル撮影により1分に1枚の撮影を行った。今回は予備実験とし直径 2 mm 、長さ 65 mm の木製の棒（爪楊枝）を植生と見立てて実験した。流速は 0.079 m/s 植生模型の配置は（図-3）に示した通りである。 $1\text{ x} = 1\text{ y} = 5\text{ cm}$ とした。また、植生模型の直径は 2 mm なので密度は $d/2lxly$ となり $0.04/\text{cm}$ となった。

3. 実験概要

この研究の基本的な設計は、実験的に排水流域の地形と植生の構成を調べ、異種形態の特徴とプロセスの変動を確認することである。とりわけ注目すべき特徴は、1) 堆積物の喪失および発生 2) 植生密度; 3) 植生パターンと土壌高度である。実験は2回行った。1回目（以下実験1と記す）は土のみで作った地形のみに水を流した。（下図-4）

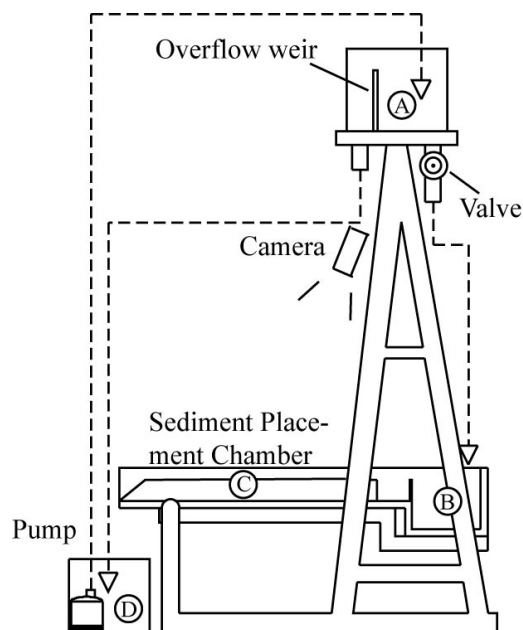


図-1 実験台の模型 (Atinkut(2011)¹⁾)



図-2 水路の概念図

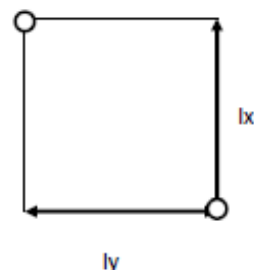
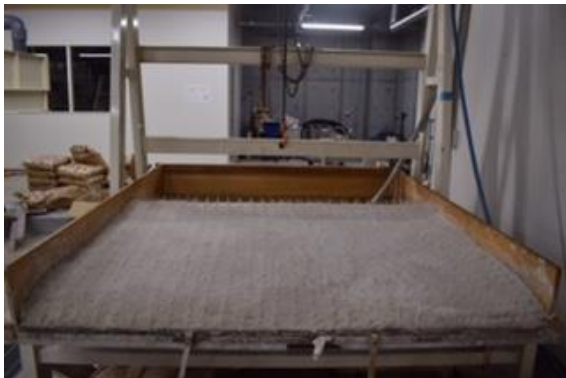


図-3 植生模型の配列図 (泉典洋(1991)²⁾)



図一4 実験台に土を敷き詰めた様子



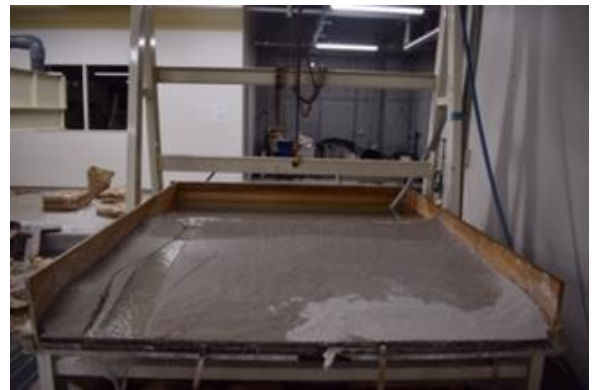
図一5 植生模型を挿した様子



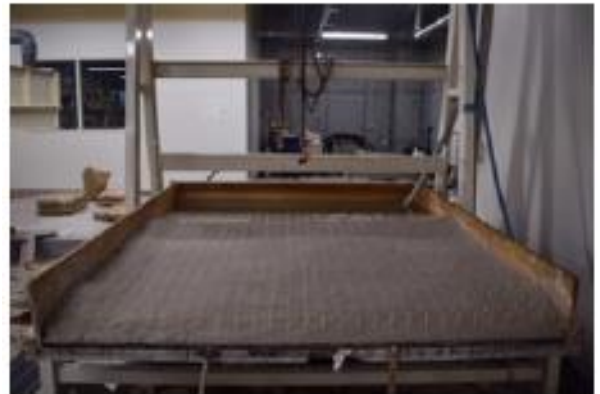
図一6 実験1、水が表面に染み出した様子



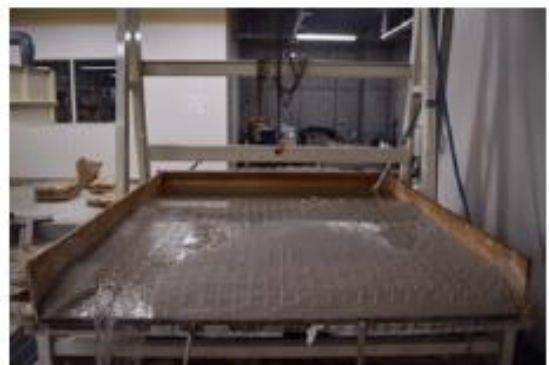
図一7 実験1 チャネル流域最大



図一8 実験1 チャネルが1本に収束した様子



図一9 実験2 水が表面に染み出した様子



図一10 実験2 チャネル流域最大



図一11 実験2 チャネルが1本に収束した様子
2回目（以下実験2と記す）は実験1と同じ地形に植生模型を5cm間隔に挿して水を流した。（下図一5）

4. 実験結果

4. 1 実験1

水を流し始めてから安定するまでを観察したところ、実験1は30分を過ぎたあたりから流域の地形が安定し始めた。しかし、実験2は20分で水が表面に現れ、それから約10分間もの間チャンネルは安定しなかった。どちらの実験も37分で実験を中断した。その様子を順を追って説明する。

始めてから28分後(図6)を示す。ここで水が表面に染み出した。やがて3分後に土手を水が超え、チャンネルが形成された。チャンネルは徐々に広がりを見せ、この4分後の33分後(図7)に流域が最大となった。しかし、1分後の34分後一気にチャンネルが収縮し、1本に繋がった。(図8)その後37分後まで観察したが変化はなかった。終始チャンネルは1本しか見受けられなかった。土壌高度が最も高かった部分は2.2cm、チャンネルの最も狭い部分は5cm、広い部分は20.5cmだった。

4. 2 実験2

始めてから18分後(図9)に水が染み出した。やがて4分後に実験1と同様土手を水が超え、チャンネルが形成された。この5分後の23分後に流域が最大となった(図10)。その後徐々にチャンネルは収縮し33分後に安定した。(図11)その後37分後まで観察したが変化はなかった。実験1と異なる部分としては、蛇行による土砂の浸食の範囲が広がったことが挙げられる。しかし、流域範囲は広い分、土砂の浸食深度は高くなく、チャンネルの本流でさえ、土砂が流されず、植生模型が何本も刺さったままであった。また、実験1と同様、チャンネルは終始1本しか見受けられなかった。土壌高度が最も高い部分で4.1cm、チャンネルの最も狭い部分で5.9cm、広い部分で42cmあった。

5. 考察

実験1と実験2に水が流れ出す時間が異なった原因として考えられたこととしては、実験2の土の内部が十分に乾いていなかったと考えられた。また、実験2において植生模型が流れてから土砂が削られることが観察された。これは植生模型があることで流速が抑えられていた状態から、植生模型が流され流速が速くなり土砂が削られたと推測された。これを踏まえ植生模型は土砂の浸食を抑えることができると考えた。言い換えると、植生模型の存在は川幅の拡大を抑える力があることを示している。根を張る植生で実験を行うとさらなる土砂の浸食、チャンネル拡大を抑えると推測される。

チャンネルの幅の違いについては、実験2は植生模型で中流域の流速が抑えられるため、下流域での流速は植生模型のあるほうが圧倒的に速く、下流端の土砂がより流され、下流端の川幅は実験1に比べて2倍になったと推測された。

6. これからの課題

今後、つぎのような課題について検討していく予定である。1) 植生模型のある場合とない場合での土砂の流れ出る量を量り、違いを知る。2) 流速を変えた場合のチャンネルの変化を比べる。

7. 参考文献

- Atinkut Mezgebu Wubneh(2011): CHANNEL INCEPTION AND BIFURCATION PROCESSES BY OVERLAND FLOW pp10
 泉典洋(1999): Effects of Pile Dikes on Flow Retardation and Sediment Transport pp3 pp7.