

〈一般研究課題〉 河道内植生動態が河岸形成過程に与える影響の解明

助成研究者 名古屋大学 尾花 まき子



## 河道内植生動態が河岸形成過程に与える影響の解明

尾花 まき子  
(名古屋大学)

## Influence on Mechanism of River Bank Formation by Vegetation Dynamics

Makiko Obana  
(Nagoya University)

### Abstract :

Many kinds of studies regarding lateral mixing in compound channels with vegetation have been conducted. However, the effect of the flood plain height on the suspended sediment deposition has not been clarified. In this study, 12 cases experiments have been conducted by varying (1) height of flood plain, (2) the existence of vegetation and (3) concentration of suspended sediment in order to clarify the mechanism of suspended sediment deposition. The results show that suspended sediment deposition to the flood plain is defined by horizontal vortex, concentration gradient of sediment from river channel to flood plain and section size of momentum exchange. When vegetation invades to flood plain, sediment deposition is promoted instantly with reduction of flow velocity in vegetation area.

### 1. はじめに

全国各地の大河川では、河道での砂利採取やダム建設による供給土砂の減少などによる砂州の固定化や高水敷の樹林化が顕著に見られ、それに伴う流下能力の減少が問題となっている。その対応策として、近年河道掘削や砂州の切り下げなどが大規模に実施されているところであるが、掘削後の短期間に土砂が再堆積し、その効果の維持が難しい<sup>1)</sup>ことや、掘削後の時間経過による植生の再侵入に伴う土砂堆積状況の変化<sup>2)</sup>など未解明なことは多く、今後の適切な計画や維持管理に向けては植生を伴う高水敷への浮遊砂堆積プロセスを明らかにする必要がある。しかしながら、高水敷高

さの違いが浮遊砂堆積へ与える影響とそこに植生が侵入した場合の複合作用について系統的な検討は未だなされておらず、掘削・切り下げなど高さによる高水敷の維持管理を考えた時に、その基礎メカニズムの把握は有用といえる。そこで本研究では、1)高水敷高さ、2)高水敷植生の有無、3)浮遊砂濃度を系統的に変化させた実験を行い、高水敷高さが浮遊砂堆積へ与える影響とそこに植生が侵入したときの複合作用を、実験的に明らかにすることを目的とする。

## 2. 水理実験の概要

実験は、室内にある長さ20m、幅0.5m、側壁高さ0.3mの可変勾配式循環水路を用いて行った。路床勾配1/200、河床材料は粒径2mmの砂を敷きつめ固定床とし低水路と高水敷を単純化した地形を作成した。本実験での座標系は、水路縦断方向軸をxとし下流方向を正とした。また、水路横断方向軸をyとし低水路から高水敷への方向を正に、さらに水深方向をzとして、低水路河床面をz=0とした。

実験ケースは、高水敷高さの違いおよびそこへの植生の有無が浮遊砂堆積に与える影響を見るため、

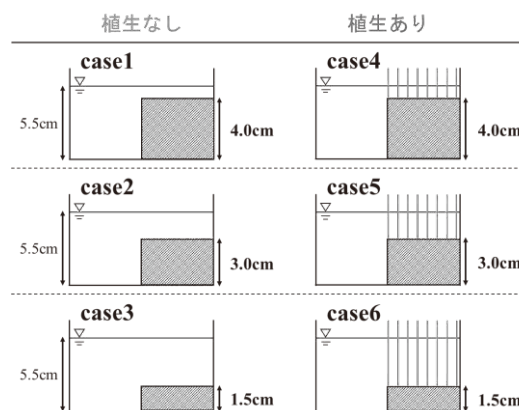


図1. 実験ケース

図-1に示す6つのケースを準備した。それぞれ水深一定の条件で、高水敷高さ、高水敷上の植生有無、供給土砂量を変化させた。供給土砂量は、各ケース2種類(154cm<sup>3</sup>/s、400 cm<sup>3</sup>/s)を準備した。いずれも、低水路に顕著な土砂堆積がおこらず、高水敷上でのみ土砂堆積が見られることを前提に供給量を設定した。実験は、通水後等流状態となったことを確認した後、通水合計時間を60分として給砂をしながら行った。実験における各計測項目は、主流速成分 $u$ と横断方向流速成分 $v$ 、浮遊砂濃度、河床横断面形状である。流速計測には、プロペラ式流速計(KENEK製、VO-301A)と2成分I型の電磁流速計(KENEK製、VM-602HT)を用い、主流速成分 $u$ 及び横断方向流速成分 $v$ を同時に計測した。河床形状の計測にはCMOSレーザアプリセンサ(KENEK製、IL-1000)を用い、高水敷・低水路共に、縦断方向に細かく計測し(サンプリング周期100ms、サンプリング数300に設定)、各々のx座標を合わせることで横断面形状を計測した。

## 3. 実験結果と考察

### 3.1 主流速と運動量輸送

主流速は、全てのケースで低水路と高水敷・植生域との境界部で大きな速度勾配を有した。高水敷上の主流速横断分布は、植生がない場合では高水敷高さが低くなるほど、高水敷域の水深が上昇するため主流速は増加するが、植生がある場合では高水敷高さに関わらず、境界部からほぼ横断方向に一定となった。高水敷内と植生域内での最も大きい流速差は、高水敷高さが最も低い時(case3とcase6)に発生しており、植生域内では流速が半減していることから植生の抗力による流速低減効果が支配的である。次に、低水路と高水敷の境界部(y=22cm)において、電磁流速計で計測した主流速と横断方向流速を用いて時間平均のReynolds応力を算出した。この結果、高水敷高さが高く、また同じ高水敷高さでも植生がある場合の方がよりReynolds応力が大きい値を示した。高水敷

に植生が存在すると高水敷が最も低いcase6でも植生なしで高水敷が最も高いcase1より高い Reynolds応力を示すことから、低い高水敷に植生が入っただけで顕著に運動量輸送が活発になり、横方向フラックスを増大させるといえ、高水敷高さよりも植生の効果の方が運動量交換には支配的であることが推察される。

### 3.2 浮遊砂濃度分布と堆積

図2に、 $x=10.5\text{m}$ 地点で得られた浮遊砂濃度分布を、給砂量ごとに示す。低水路部では、供給土砂量の増加と共に浮遊砂濃度が増加していることがみてとれるが、高水敷上の浮遊砂濃度に注目すると、高水敷が最も低いcase3とcase6以外は供給土砂量の増加にも関わらず変化が見られない。つまり、本水理条件でのcase3とcase6の高水敷高さでは低水路で巻き上げられた浮遊砂が容易に高水敷に乗り上げるが、他のケースでは低水路と高水敷との比高差が横断方向の浮遊砂輸送を抑制しているといえる。

図3に60分後の河床横断面形状を示す。図より明らかなように、同じ高水敷高さでもいずれも植生がある場合に顕著な堆積が見られる。土砂堆積が見られなかったケースは、高水敷が最も低く植生のないcase3である。給砂量について比較すると、給砂量を増加させても植生がない場合では堆積は変化しないのに対して、植生がある場合ではいずれも倍以上の堆積が見られる。興味深い結果が、最も低い高水敷高さのcase3とcase6の比較である。case3では、土砂の堆積はほとんど見られなかったのに対して、case6で最も堆積が確認されている。また、それぞれの堆積形状を見てみると、 $y=30\text{cm}$ 地点をピークとした畝状堆積となっている。

次に、それぞれの給砂量での最大堆積幅( $D_{max}$ )と最大堆積高さ( $dz_{max}$ )を整理したものを図4に示す。図4(b)を見ると、堆積幅は高水敷高さが中程度のcase2とcase5で $y=32\text{cm}$ まで及び、最も高い高水敷高さの

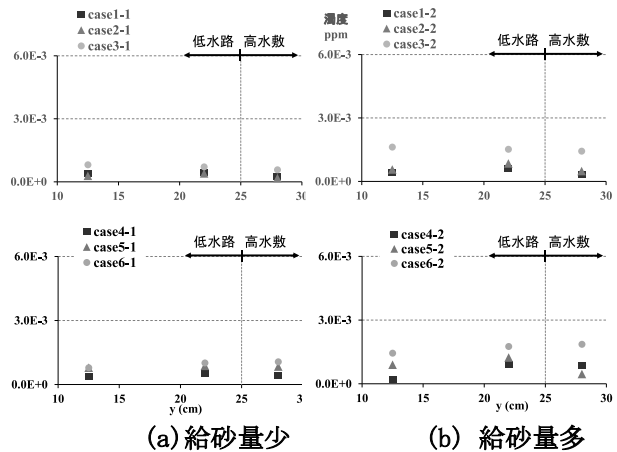


図2. 2パターンの給砂量での浮遊砂濃度分布 (上段: 植生なし, 下段: 植生あり)

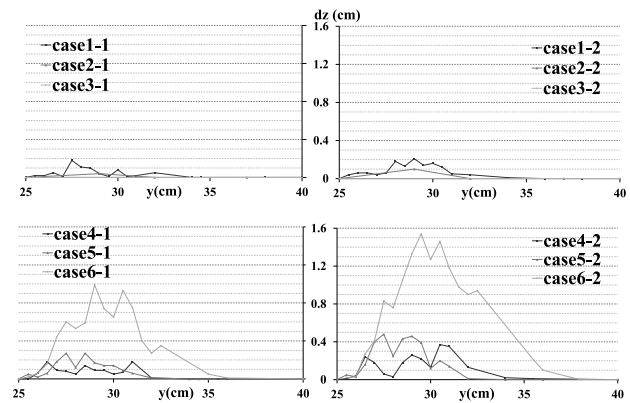


図3. 河床横断面形状 ( $x=10.5\text{m}$ , 60分後)

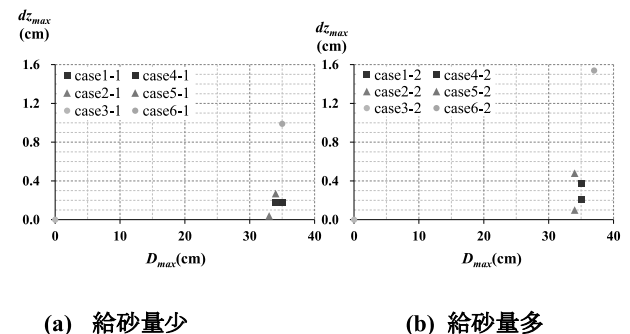


図4. 最大堆積幅と最大堆積高さ

case1とcase4で $y=35\text{cm}$ となっている。高水敷高さがある程度以上の場合(case3とcase6以外)は、その高さの差に応じて堆積幅ひいては混合領域幅が規定されると推察される。一方、高水敷が最も低く植生がある場合のcase6は、同じ高水敷高さのcase3で全く堆積が見られなかったのに対して、堆積幅も高さも最も大きい値を示している。前述した流速分布と浮遊砂濃度分布との関係を併せて考察すると、低水路から巻上げられて横断方向へ輸送された浮遊砂は高水敷上を高い浮遊砂濃度で流下する。しかし、植生がないcase3の場合だと、流速が大きいため移流の効果が卓越し浮遊砂はそのまま流送されるが、植生のあるcase6では、植生による抗力により流速が低減され高い浮遊砂濃度も相まってその相乗作用から沈降が卓越し、堆積が進んだものと考えられる。

$x=10.5\text{m}$ 地点での30分後、60分後それぞれでの高水敷初期状態からの堆積面積変化状況を算出した。これにおいても、植生がない場合では高水敷が低くなるにつれ土砂堆積面積が減少し、植生がある場合には高水敷高さが低くなるにつれ土砂堆積面積は増加傾向にあり、case6で大幅に増加する。つまり、浮遊砂の横断方向輸送に水平渦の発生が支配的な役割を果たすが、高水敷植生を有する場合は、高水敷高さの低い場合の方が、土砂の交換断面積が大きくなるので、浮遊砂堆積が大きくなったといえる。

#### 4. 結論

本研究では、1)高水敷高さ、2)高水敷植生の有無、3)浮遊砂濃度を系統的に変化させた実験を行い、高水敷高さが浮遊砂堆積へ与える影響とそこに植生が侵入したときの複合作用を実験的に明らかにすることを目的とした。得られた知見を以下に示す。

- 1) 浮遊砂の横断方向輸送に水平渦の発生が支配的な役割を果たす。特に高水敷植生を有する場合には、高水敷高さが低いケースでも、植生の抗力により流速低減と水平渦の発生が起きるため、土砂の交換断面積が大きくなる高水敷高さが低い場合に浮遊砂堆積が大きくなる。
- 2) 高水敷植生がない場合は、高水敷高さがある程度高い場合に水平渦が発生するが、高水敷上水深が小さく交換断面積も小さいため、植生を有する場合に比べ土砂堆積量は小さくなる。

すなわち、高水敷上への土砂堆積は、水平渦の発生、それによる低水路から高水敷へ向かう土砂輸送、および高水敷上水深による交換断面積の大きさにより規定されると考えられる。以上のことを踏まえて、高水敷掘削や砂州の切り下げと関連付けると、高水敷掘削後、植生のない場合は浮遊砂は高水敷に堆積せず掘削後高さの維持が期待できる(case3)が、そこに植生が侵入・成長すると一気に堆積が進む(case6)。堆積が進み、高水敷高さがある程度上昇してしまった段階で植生を除去しても、堆積は少なからず発生する(case1, case2)。つまり、高水敷掘削後の高さの維持に向けては、初期段階での植生の除去によりそこでの土砂の捕捉を防ぎ、高水敷上での土砂輸送に十分な掃流力を確保することが効果的といえる。

#### 参考文献

- 1) 原田守啓, 角田美佳, 赤堀良介, 永山滋也: 自然堤防帯河川の高水敷掘削後の土砂堆積～揖斐川と長良川の相違点とその要因～, 河川技術論文集, 第24巻, pp.173-178, 2018.
- 2) 池田茂, 片桐浩司, 大石哲也, 原田守啓, 萱場祐一: 河道掘削後の河川氾濫原の変化過程に関する考察, 河川技術論文集, 第21巻, pp.247-252, 2015.