

植生域周辺の掃流砂輸送を伴う中州発達過程

金沢大学大学院 学生員 辻倉裕喜

名古屋大学大学院 正 員 辻本哲郎

1. まえがき 今日の治水・利水・環境の3機能を満足させるための河川管理・整備の観点に立つと、「河相」が、流況や供給土砂の変化に対してどのように応答し、河川の場合が決定していくのか、という「河川景観動態」の把握が必要不可欠である。そこで、本研究はその一端とし、典型的な扇状地河川である手取川の河道内中州を対象とした現地調査に基づき、その中州発達過程を、植生域に影響される掃流砂輸送との関連において、室内実験や数値解析の援用により検討するものである。

2. 現地調査 対象とした手取川(流域面積809km², 流路延長72km)の河道内中州は河口から8.0km~8.4km付近に分布しており、この付近の平均縦断勾配は約1/100である。このような典型的な扇状地河道の河道内中州において、地形測量、植生調査、年輪調査を行った¹⁾。また、この後に河床材料調査も追加した。これらの調査結果より、中州全体の植生年輪分布(図1)、中央の植生域における年輪と堆積高さの流下方向分布(図2)、中州全体の河床材料分布(図3)を描いた。図1より、この中州は、各植生域が上流側、下流側、及び側方へ発達し、連なって形成されたものであると推測され、図2、3より、流下方向への植生域の発達については、上流側へ掃流砂が、下流側へ浮遊砂が堆積し、それら堆積域への新たな植生侵入というプロセスの繰り返しによるものと考えられる。

3. 室内実験 辻本・北村²⁾は、初期の植生域背後に現れる最小流速により、植生域の下流側に浮遊砂が堆積する過程を室内実験と数値解析から説明しているが、これだけでは現地調査より得られた上流側への掃流砂堆積を伴うであろう植生域の発達、及び側方への植生域の発達は証明できない。そこで、植生域周辺の基礎的な掃流砂堆積・洗掘状況の把握を目的とし、路床勾配1/100、幅40cmの水路に洪水流量として3.0 l/sを設定、河床材料として中央粒径が1.6mmの礫を流下方向に400cm敷き詰めた流れ場において、40分間通水する室内実験を行った。なお、植生域として移動床上流端から187.5cm~212.5cmにかけて幅5cm、密生度1.2cm⁻¹の疑似植生を水路中央に設置した。また、移動床上流端において、供給土砂量 $q_{B,in}$ をその地点での平衡土砂量 $q_{B,e}$ を基準とし、その25%増と減のもの計3種類を与えた。これらは平衡河道、河床上昇傾向河道、河床低下傾向河道をそれぞれ想定したものである。実験結果より、平衡河道を想定した場合の植生域周辺の堆積高さコンター(図4)を水路中心軸($z=20$ cm)で対称として描いた。図4より、植生域上流端付近に掃流砂が堆積している様子が伺える。このことから現地調査より得られた上流側への掃流砂堆積を伴う植生域の発達が証明される。また、供給土砂の違いに着目した実験結果より、植生域中央部での堆積高さの横断分布(図5)を描いた。図5より、河床低下傾向河道を想定した実験結果に注目すると、洪水後、植生域を取り残すように他の河床が低下しており、低

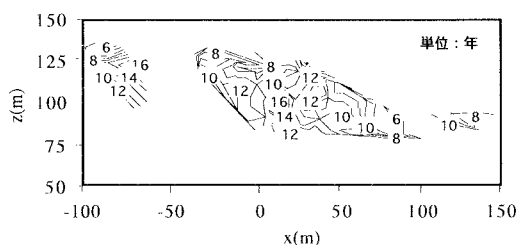


図1 手取川中州における植生年輪分布

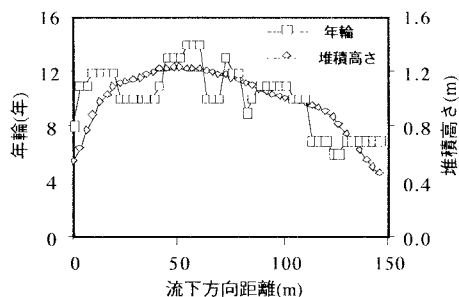


図2 年輪と堆積高さの流下方向分布

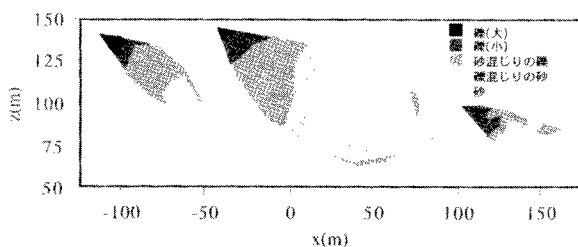


図3 手取川中州における河床材料分布

水時には植生域の保持と共に横断斜面へ新たに植生が侵入、このプロセスの繰り返により側方への植生域の発達が促進されることが示唆されている。

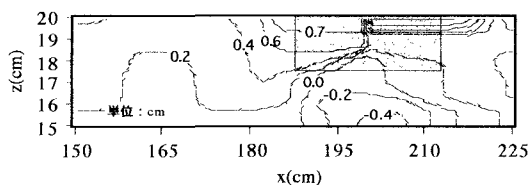


図4 植生域周辺の堆積高さコンター(実験結果)

4.数値解析 前述の室内実験との対応を考え、植生の形状抵抗を考慮した水深平均 $k-\epsilon$ 乱流モデルを用いて流れ場を評価すると共に、平衡流砂量式により流砂量を評価、流砂量の連続式により掃流砂による河床変動を計算する数値解析を試みた。ここでは、室内実験において平衡河道を想定した場合の解析結果より、植生域周辺の主流速コンター(図6)、摩擦速度コンター(図7)、堆積高さコンター(図8)を水路中心軸($z=20\text{cm}$)で対称として描いた。これらの図より、上流から植生域に近づくにつれて流速が減少し、移動限界付近から植生域の上流端にかけて掃流砂堆積が増加、そこから下流にかけては減少し、植生域の下流端付近では掃流砂堆積はほとんど見られない様子が伺える。また、図4, 8より、実験値と計算値との間に若干の違いはあるが、全体的な掃流砂堆積・洗掘傾向に関しては、数値解析の再現性は良好であると言える。次に、図3に見られる植生域上流部での掃流砂分級現象に着目し、粒径別流砂量を評価する数値解析を試みた。ここでは、前述の室内実験水路に混合砂礫床として粗細2粒径(1.6mm, 0.4mm)を体積割合で50%ずつ含んだものを想定し、洪水流量 2.0 l/s を移動床上流端で平衡土砂量を与えながら30分間通水するものとした。解析結果より、水路中心軸での各粒径の表層体積占有率 $p(\%)$ の縦断分布(図9)を描いた。図9より、植生域上流部付近には細砂が、それより上流側では粗砂が卓越するという分級現象が見られる。また、この数値解析は、現地河床材料調査結果を定性的に再現するものと判断できる。

5.あとがき 本研究では、「河川景観動態」の把握という観点からその基礎的な例として、手取川の河道内中州での現地調査に基づき、その中州発達過程を、特に、植生域に影響される掃流砂輸送の特性に起因する場合において、室内実験や数値解析により検討してきた。今後、この中州発達過程と流況(洪水・低水の繰り返し)との関連など、より詳細な検討をしていきたい。

<参考文献> 1)辻本・北村・辻倉：土木学会第52回年次学術講演会講演概要集, II-343, pp.686-687, 1997. 2)辻本・北村：水工学論文集, 第40巻, pp.1003-1008, 1996.

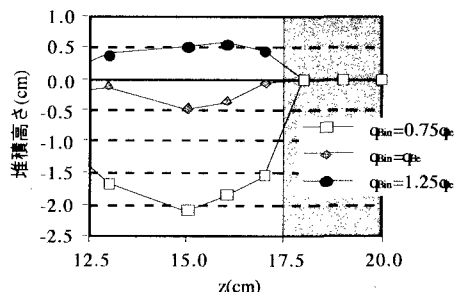


図5 植生域中央部での堆積高さの横断分布

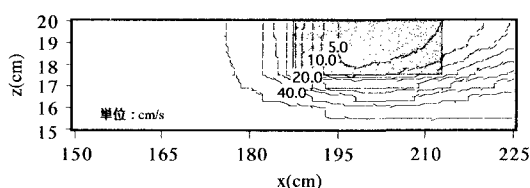


図6 植生域周辺の主流速コンター(解析結果)

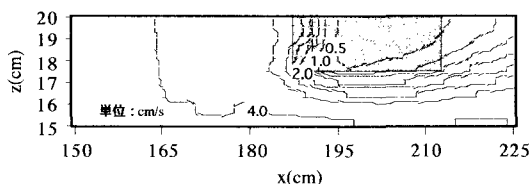


図7 植生域周辺の摩擦速度コンター(解析結果)

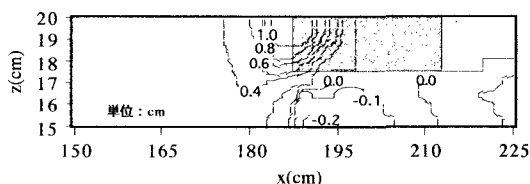


図8 植生域周辺の堆積高さコンター(解析結果)

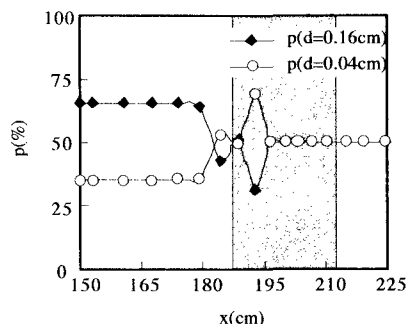


図9 表層体積占有率の縦断分布