

砂州上の植物群落の拡大が流下能力と河床変動に与える影響に関する実験的研究

宇都宮大学 学生会員 塚田野絵
宇都宮大学 正会員 池田裕一

1. はじめに

河道における植生・流れ・地形の相互の作用を理解し、河川管理に応用していくことは非常に重要なテーマであり、これまでも多くの研究がなされている¹⁾。しかし、植生による砂州などの河床形態の発生や変形、河床変動に伴う植生繁茂領域の変化については未だ限られた範囲内でしか検討されていない。そこで本研究では、砂州上で植物群落が増大していく際に、流下能力と河床形態にどのような影響が見られるか、群落長を様々に変化させて実験を行い、1次元解析を行った。

2. 移動床実験で得られた特徴²⁾

本研究では、まず、平坦床に左右交互に長さを変えた擬似植生を配置して移動床実験を行った。

流下能力をみるために平均水深を求めたところ、植生域長さによって変化し、図-1のようなある植生域長さで最小値をとる傾向を示した。この興味深い変化は、固定床では見られない移動床特有の現象といえる。また、流れは植生によって曲げられて非植生域に集中し、そこで洗掘が生じた。この洗掘を契機に、堆積領域と洗掘領域が交互に複数現れ、河床波が形成されていた。当然ながら、植生域の長さを変えると、その河床形態の波長・波高は、水深と同様に、ある植生域長さで最小値をとり、それ以上の長さでは増加傾向となった。河床波の波長と波高はほとんど水深のみに関係するといわれているが³⁾、図-2で明らかなように、今回の実験でも、水深と波長・波高は深い相関があることがわかった。

以上より、平均水深の傾向を知ることが、河床形態をとらえる上で重要であるといえる。通常、植生域内で減速した分非植生域に流れが集中し、平均水深は増加するものだが、平均水深が最小値をとる理由としては、植生による抵抗が最小値をとるからであると考えられる。植生抵抗は、群落長が長いほど大きくなるが、その分植生内に砂が堆積し、植生内水深が小さくなり、高さ方向の抵抗は減少し、どこかで最小値をとるものと考えられる。

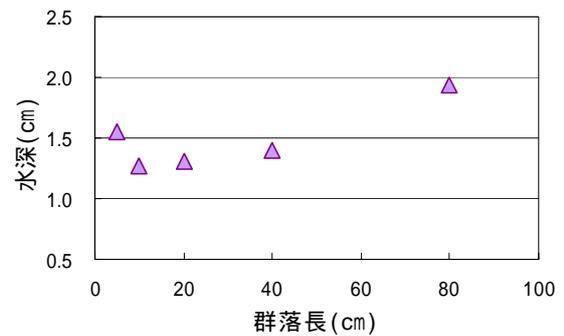


図-1 水深と群落長の関係

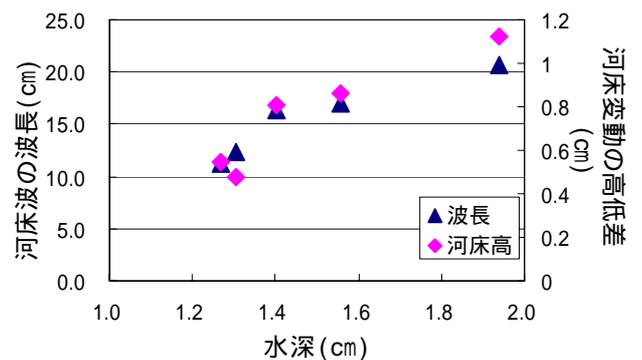


図-2 波長、河床高と水深の関係

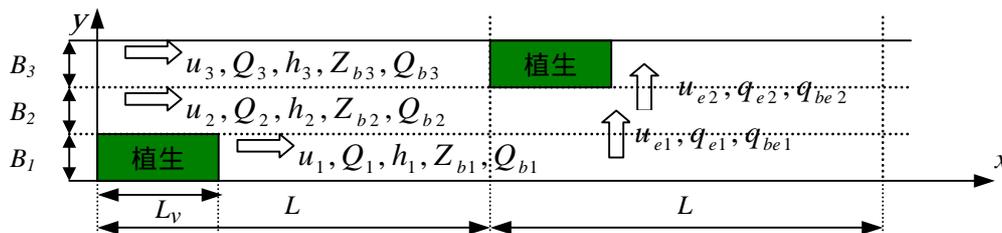


図-3 座標系と記号

キーワード 植生，砂州，河床形態，河床波

連絡先 〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東7-1-2 TEL028-689-6229 FAX028-689-6215

3. 1次元解析による検討

水深が群落長に対して最小値をもつ物理的理由を検討するにあたり，基本的性質をとらえるために固定床での1次元解析を行う．今や2次元流解析もよく行われている．ただし，条件をいろいろ変えて計算するにはかなり長い時間が必要である．本研究では，大まかな現象の傾向を検討したいので，まず，1次元流で検討したのち，2次元流で詳細化するものとする．

支配方程式は以下ようになる．

$$\frac{d}{dx}(Q_1 u_1) + q_{e1} u_{e1} = -g A_1 \frac{dZ_s}{dx} - B_1 \left(\frac{gn^2}{h_1^{1/3}} + \frac{gh_1}{k_1^2} \right) u_1^2 \quad (3.1)$$

$$\frac{d}{dx}(Q_2 u_2) - q_{e2} u_{e1} + q_{e2} u_{e2} = -g A_2 \frac{dZ_s}{dx} - B_2 \frac{gn^2}{h_2^{1/3}} u_2^2 \quad (3.2)$$

$$\frac{d}{dx}(Q_3 u_3) + q_{e2} u_{e2} = -g A_3 \frac{dZ_s}{dx} - B_3 \left(\frac{gn^2}{h_3^{1/3}} + \frac{gh_3}{k_3^2} \right) u_3^2 \quad (3.3)$$

$$\frac{dQ_1}{dx} = -q_{e1} \quad (3.4)$$

$$\frac{dQ_3}{dx} = q_{e2} \quad (3.5)$$

$$\frac{d}{dx}(Q_1 u_1 + Q_2 u_2 + Q_3 u_3) = -g(A_1 + A_2 + A_3) \frac{dZ_s}{dx} - \frac{gn^2}{h^{1/3}} (B_1 u_1^2 + B_2 u_2^2 + B_3 u_3^2) - gh \left(B_1 \frac{u_1^2}{k_1^2} + B_2 \frac{u_2^2}{k_2^2} + B_3 \frac{u_3^2}{k_3^2} \right) \quad (3.6)$$

解析結果を示す．各値については，実験条件と同じものとした（ $L=90\text{cm}$, $B=10\text{cm}$ ）が，透過係数は 1m/s （実験では 0.38m/s ）として計算している．図-4は水位の縦断変化である．流れが植生にあたると，水位のはね上がりが生じる．最大水位は群落長によらないので，これは植生幅が影響していると考えられる．植生域区間で水位は徐々に低下し，また，次の植生にあたるところで水位が上昇し，縦断的に水位は上がるといえる． $L_v=40\text{cm}$ では，植生域を過ぎたところで植生なしの水位に戻るが，群落間隔の半分を超える長さになると，完全には戻らなくなる．図-5に群落長による水深変化を示す．水深は群落長に応じて増加し，また，流量の増大に伴って大きくなっている．解析では，固定床としているため，最小値を持つ傾向とはならなかった．やはり，最小値は移動床特有の現象であるといえる．

今後，さらに移動床での解析を加え，水深変化の詳細を報告する予定である．

参考文献

- 1) 例えば，関根正人，浦塚健史：側岸部に交互に繁茂する植生群落によって生成される流れと河床形状について，水工学論文集，第44巻，pp.813-818，2000．
- 2) 塚田野絵，池田裕一：砂州上の植物群落の拡大が河床形態に与える影響に関する基礎的研究，第32回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集
- 3) Yalin, M. S.: RIVER MECHANICS, PERGAMON PRESS, pp.63-116, 1992.

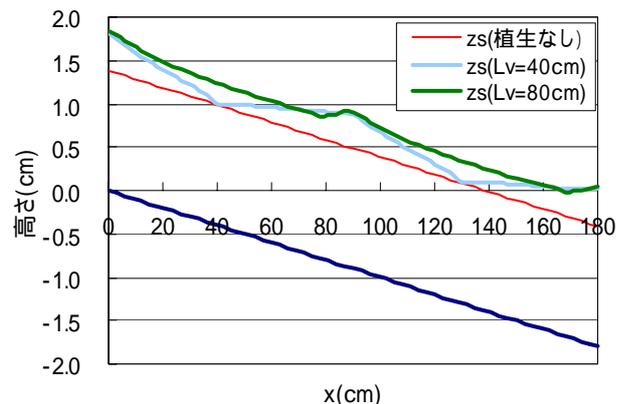


図-4 河床高と水位の縦断変化

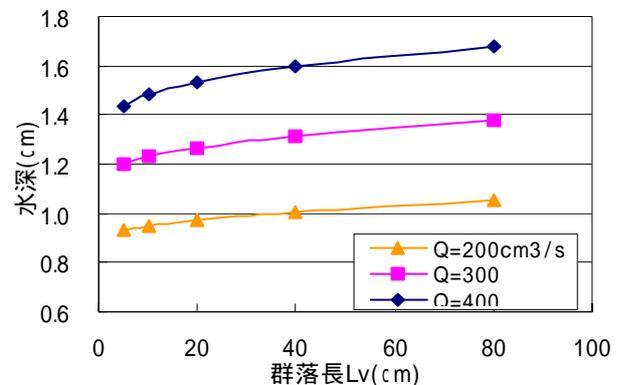


図-5 群落長による水深の変化