

植生密集度に基づく植生抵抗係数の評価について

東北工業大学大学院 学生員○荒木智弥・菅原景一
 東北工業大学 正員 阿部至雄
 東北測量社 正員 伊藤秀夫・斉藤力

1. はじめに

河川環境にとって河道に繁茂する樹木や草本類等の植生は重要な要素である。一方、河道内樹木群は水位上昇の要因でもあり、それらの管理計画の確立が課題となっている。本研究では、写真計測による植生密集度の簡易的評価方法について検討し、その植生密集度から植生抵抗係数を評価し、植生項を有する不等流計算¹⁾を試みた。

2. 研究の概要

実験の概要：流れ場の模式図を図 1 に、実験条件を表 1 に示した。植生モデルは円柱モデル(樹木の幹のみ)と多孔質体モデル(樹木の幹と枝葉、灌木)であり、水路中央に全幅($L_z=B$)、中州($L_z=B/3$)、左岸側寄り州($L_z=B/3$)を想定して設置した。実験で対象とした流れ場は常流で、植生は非水没($h/K < 1$)である。また、植生遮蔽率を算定するための写真計測では、植生帯の領域、形状、植生密集度を変化させた。

植生抵抗係数の検討：植生抵抗係数 C_v は、従前の植生の抗力係数 C_D と植生の面積密度 λ (=水中植生の流れ方向遮蔽面積/水中植生を含む全体積)²⁾の積に相当する。また、植生密度 λ' (=水中植生の流れ方向遮蔽面積/植生帯底面積)の提案もあるが、本研究では、 C_v を近似的に次式³⁾で求め植生密集度 C (=水中植生の全体積/水中植生を含む全体積)の関数と考えた。

$$C_v(C) = 2gi_e / u_v^2 \quad (1)$$

ここに、 i_e ：エネルギー勾配、 u_v ：植生帯内の透過流速である。

遮蔽率算定の方法：図 2(a)に例示した様な植生モデルを横断および縦断方向から撮影した後、図 2(b)の様に二色補正して白と黒の平均割合を求め、次式から写真遮蔽率を $(S_a)_p$ を算出した。

$$(S_a)_p = \text{黒部分の面積} / \text{全面積(黒+白)} \quad (2)$$

植生円柱モデルに対する実遮蔽率 $(S_a)_r$ は、個々の植生モデルに対する流れ方向の投影面積を集計し、それを流積で割ったものとして次式で算出した。

$$(S_a)_r = \frac{\text{投影面積}}{\text{流れ方向面積}} = \frac{K \times d \times N}{L_z \times L_y} \quad (3)$$

ここに、 K ：植生高、 d ：直径、 N ：本数、 L_z ：植生帯横断距離、 L_y ：植生帯高さ(= K)である。図 3 は、植生モデルの 1 列目を撮影して求めた写真遮蔽率と実遮蔽率を比較して示した一例である。同図から、 $(S_a)_r$ と $(S_a)_p$ の対応関係がほぼ確かめら

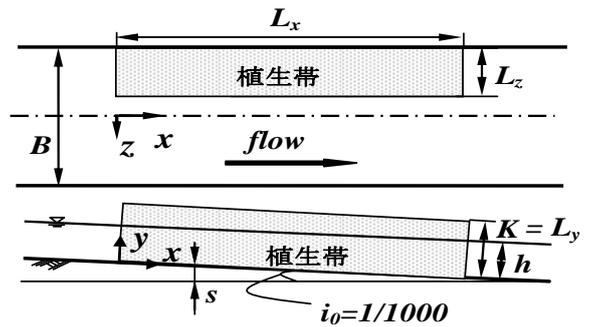
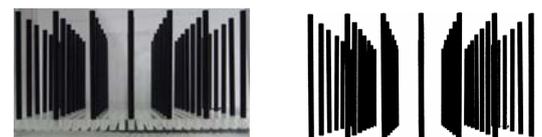


図 1 流れ場の模式図

表 1 実験条件

case	モデル	流れ場の条件				植生モデルの諸元			
		Q (cm ³ /s)	Fr	d (cm)	λ (cm ⁻¹)	h/K	C	Lz (cm)	Lx (cm)
B1	円柱	620	0.35	0.5	0.78	0.31	20	20	
B2					0.5	0.2			
B3					0.211	0.08			
B4					0.125	0.05			
B5					0.101	0.04			
B6					0.061	0.024			
B7					0.031	0.012			
B8					0.02	0.008			
c11a	多孔質体	1860	0.35		0.33	0.05	20	60	



(a) 植生モデル (b) 二色補正

図 2 写真計測方法 (円柱モデル)

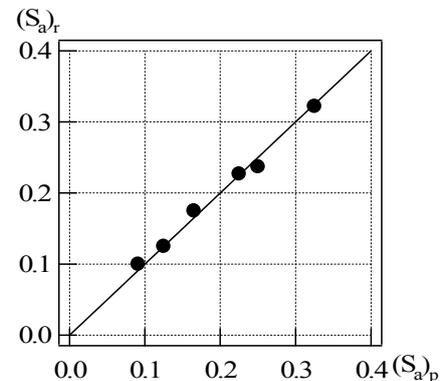


図 3 実遮蔽率 $(S_a)_r$ と写真遮蔽率 $(S_a)_p$

れたので、図 2(a)および図 4(a)に示した植生モデルの様に奥行きを考慮し撮影を実施し、遮蔽率から植生群の密集度を把握することにした。

3. 結果および考察

図 5 に、植生の遮蔽率 S_a と密集度 C の関係を示した。ここに、 $S_a=(S_a)_p$ で、植生密集度 C は計算(円柱)および実験(多孔質体)から求めた。図によれば、写真計測により求めた遮蔽率 S_a と密集度 C との間に一義的な関係が認められる。図 6 は植生円柱モデルにおける植生抵抗係数 C_v と植生密集度 C との関係で示したものである。ここに、同じ密集度 C に対する C_v の最大値、最小値は、各々植生帯前面と背後の流速に対する値である。図によれば、植生帯が密になるほど、同一密集度に対する C_v の較差が大きくなる。そこで、植生帯前面および背後の流速に対する植生抵抗係数の全てを図中の実線で近似し、植生密集度と植生抵抗係数の関係とみなすことにした。

図 7 は、植生密集度 C を変化させた場合の植生帯上下流端における水深比 h_u/h_d を示した。同図によれば、抗力係数 C_D と面積密度 λ の積から求めた計算値は、密集度が密になるにつれ実験値との差は顕著に表れている。しかし、植生密集度 C から求めた植生抵抗係数 C_v を用いて算出した計算値と実験値との対応は比較的良好であり、円柱モデルのように従前の方法で植生抗力が求められる場合でも、植生抵抗係数 C_v を用いる方が有効であることが分かる。

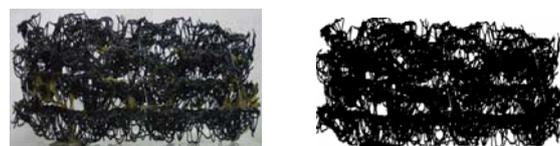
図 8 は水面形計算結果の一例である。寄り州型植生帯の場合、水位 H の計算値は実験値をほぼ再現しているが、植生帯内の透過流速の算出に際し、植生抵抗係数を補正しており検討の余地が残された。また、死水域を設定する場合、植生帯背後に形成される減速域を参考にした。

4. おわりに

植生密集度 C 及び植生抵抗係数 C_v の導入を試み、その植生密集度を写真計測により求め、植生抵抗係数を植生密集度の関数として評価することを試みた。この手法の植生項を有する不等流計算に適用することの可能性についてその一端を示した。

参考文献

- 1) 佐藤ら(1999):草本植生を考慮した不等流計算、独立法人土木研究所月報寒地土木研究所、第 533 号、pp. 14-19.
- 2) Raupach, M. R. and Thom, A. S. (1981): Turbulence in and above Plant Canopies, Ann. Rev. Fluid Mech., Vol.13, pp. 97-129.
- 3) 菅原ら(2005):植生群を考慮した河道部流れ場の数値解析、平成 16 年度東北支部土木技術研究発表会、pp.198-199.



(a) 植生モデル (b) 二色補正
図 4 写真計測方法 (多孔質体モデル)

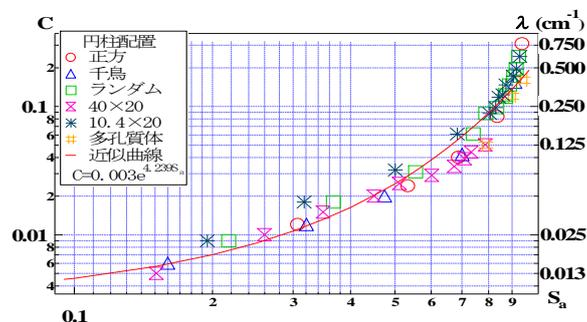


図 5 植生密集度 C と遮蔽率 S_a

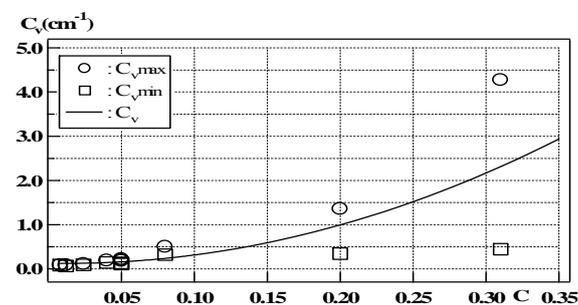


図 6 植生抵抗係数 C_v と密集度 C
(植生円柱モデル)

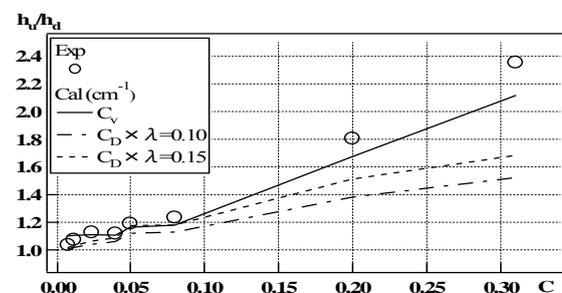


図 7 植生上下流端水深比 h_u/h_d の比較
(植生円柱モデル: $L_x=20\text{cm}$, $L_z=B$)

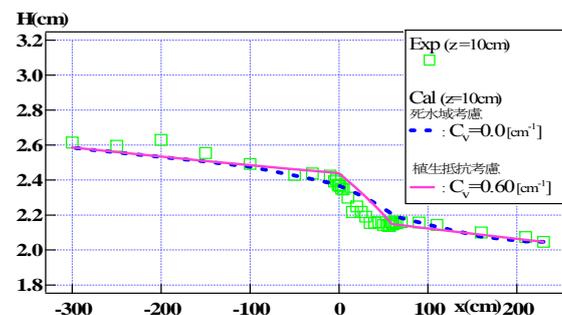


図 8 水面形計算結果の比較