

## 植田川の小洪水時における河道内樹木の抗力係数に関する観測研究

名城大学理工学部 正会員 新井宗之  
名城大学大学院 学生会員 三浦かな

### 1. はじめに

現在、河道内の植生管理について多くの課題を抱えている。特に河道幅の狭い中小河川においては、河岸・河床状況が流水に大きな影響を及ぼし、環境を踏まえた川づくりを行う上で状況も粗度係数として無視できないものとなっている。植生の中でも樹木の樹冠部分は複雑かつ流水中に大きな抗力となるため、一次元解析方法で用いる合成粗度係数の中で樹冠部分の抗力係数は重要なパラメータであり、その精度も一つの課題である。

本研究では、二級河川・植田川において降雨時の断面平均流速と流水断面積を観測し、樹木浸水状態と河道状況を考慮した樹木の抗力係数  $C_u$  を求めることを目的としている。

### 2. 観測概説

愛知県内を流れる二級河川・植田川の天白川との合流点より約 1600m 付近の河道が比較的直線となっている場所で観測を行った。樹木繁茂域と草繁茂域の粗度係数をそれぞれ求めるため、図 1 のように観測場所を設定した。観測項目は、断面平均流速、河床勾配、河道断面形状である。

#### 2-1. 浮子流速観測

断面平均流速を求めるために、浮子流速観測を行った。半ノ木橋より約 180m 下流の A-1 と A-3 の間を流下する浮子の通過時間をストップウォッチで観測した。A-1, A-3 の区間距離は 10.0m である。浮子は 1 回の流速測定で 4~30 個投下して測定した。同様に、それよりさらに約 50m 下流の B-1, B-3 を通過する浮子を観測した。B-1, B-3 の区間距離も 10.0m である。A-1, A-3 区間は樹木が存在し、B-1, B-3 区間は草のみが繁茂している区間である。

#### 2-2. 河道断面形状

観測場所 A の A-1, A-2, A-3, 観測場所 B の B-1, B-2, B-3 の断面形状を測量した(図 1)。断面 A-2 と断面 B-2 はそれぞれの流下距離 10.0m の中央断面である。

測量方法は、河道横断方向にメジャーを水平に張り、それと交差するように河床の上に標尺を立てる。河床形状が詳細に分かる様に、端から幅約 0.5m ごとに河床から基準線までの高さを読み取り、河道横断方向と河道鉛直方向の  $x-z$  座標系を作成する(図 3)。流水断面積は、流速観測を行った際の水位と  $x-z$  座標系を用いて、43 個に分割した台形断面を複合させた  $\sum A_i(m^2)$  を使用する。潤辺も分割断面の台形斜辺距離を合わせた  $\sum s_i(m)$  とする。

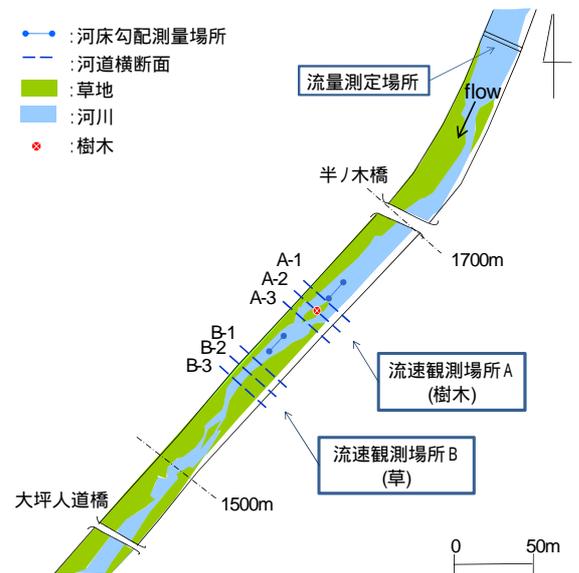


図 1 観測場所  
(天白川との合流点より 1600m 付近)



(a) 8月6日撮影



(b) 8月28日撮影

図 2 観測場所 A の樹木

### 3. マニングの粗度係数

洪水時の草繁茂区間と樹木繁茂区間のマニングの粗度係数  $n$  は、次式より求める。

$$n = \frac{1}{v} R^{\frac{2}{3}} I^{\frac{1}{2}} \quad \dots(1)$$

ここで、 $v$ :断面平均流速(m/s),  $R$ :径心(m),  $I$ :河床勾配. その結果を表 1 に示す. 断面平均流速  $v$  は区間で観測した浮子流速に更生係数 0.8 を乗じた値である.

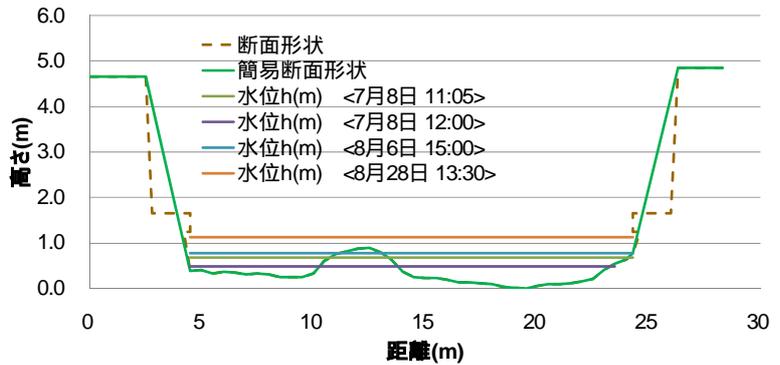


図 3 河道断面図(断面 A-1)

表 1 観測結果とマニングの粗度係数  $n$

日付	観測場所	断面平均流速 $v$ (m/s)	径深 $R$ (m)	流水断面積 $A_f$ ( $m^2$ )	最大水深 $h$ (m)	河床勾配 $l$	マニングの粗度係数 $n$	備考	
								草	樹木
7月8日 11:05	A	0.735	0.417	7.790	0.72	0.00150	0.0294		
7月8日 12:00	A	0.586	0.269	4.590	0.53	0.00150	0.0276		
7月8日 (平均)	A	0.688	0.346	6.190	0.63	0.00150	0.0278		
8月6日 15:00	A	0.791	0.489	9.593	0.82	0.00150	0.0304		
8月28日 13:30	A	0.988	0.788	16.418	1.17	0.00150	0.0334		
7月8日 11:05	B	1.519	0.302	3.360	0.57	0.00113	0.0099		
7月8日 12:00	B	1.310	0.220	1.702	0.37	0.00113	0.0093		
7月8日 (平均)	B	1.388	0.268	2.531	0.47	0.00113	0.0101		
8月6日 15:00	B	1.555	0.262	2.893	0.50	0.00113	0.0088		
8月28日 13:30	B	1.863	0.498	9.669	1.01	0.00113	0.0113		

### 4. 合成粗度係数

本研究では、まばらにある樹木の浸水状況や樹木繁茂状況を考慮できる高水敷粗度係数として以下に示す合成粗度係数式を用いて、樹木繁茂場所の粗度係数を求める<sup>1)</sup>。

$$N = \left[ n_b^2 + \frac{a_1}{2g} h^{1/3} (C_u A_u) + \frac{a_2}{2g} h^{1/3} (C_D D h_0 + C_u A_u) + \frac{a_3}{2g} h^{4/3} (C_D D) \right]^{1/2} \quad \dots(2)$$

ここで、 $n_b$ :高水敷表面の粗度係数,  $a_1 \sim a_3$ :樹木密度,  $g$ :重力加速度,  $h$ :水深,  $C_u$ :樹冠部・枝の抗力係数,  $A_u$ :樹冠部・枝の投影面積,  $C_d$ :幹部分の抗力係数,  $D$ :幹直径

高水敷表面の粗度係数  $n_b$  には式(1)で求めた草地の粗度係数を代入し、合成粗度係数  $N$  を求める。その  $N$  と式(1)で求めた樹木のマニング粗度係数が一致するように、合成粗度係数内の樹冠部の抗力係数  $C_u$  を代入していく。その結果を表 2 に示す。

表 2 樹冠部の抗力係数の算出結果

日付	観測場所	草のマニングの粗度係数	樹冠部・枝の抗力係数	合成粗度係数 $N$	樹木のマニングの粗度係数
		$n_b$	$C_u$		$n$
7月8日 11:05	A	0.0294	0.425	0.0334	0.0334
7月8日 12:00	A	0.0276	0.601	0.0334	0.0334
7月8日 (平均)	A	0.0278	0.582	0.0334	0.0334
8月6日 15:00	B	0.0099	1.708	0.0334	0.0334
7月8日 12:00	B	0.0093	1.728	0.0334	0.0334
7月8日 (平均)	B	0.0101	1.704	0.0334	0.0334
8月6日 15:00	B	0.0088	1.743	0.0334	0.0334
8月28日 13:30	B	0.0113	1.659	0.0334	0.0334

表 2 は 8 月 28 日の樹木のマニング粗度係数を用いた時の樹冠部の抗力係数である。7 月 8 日観測場所 A の  $n_b$  を用いた場合、樹木の抗力係数は約 0.6 と比較的小さな値となった。この原因としては、洪水時の樹冠部投影面積が、流水による樹木の変形により、減少したことによるものであることが考えられる。

### 謝辞

本研究を進めるにあたり、観測に全面的協力いただいた堀田雄介君、宮田健吾君に深謝致します。

### 参考文献

- 1) 財団法人 リバーフロント整備センター編集:河川における樹木管理の手引き, p.p118-120, 2007.3