

河道内樹木を考慮した河川粗度に関する検討

日本大学大学院 学生員 ○藤井 誠
日本大学工学部 正 員 長林 久夫

1. はじめに

河道内には多くの草木が繁茂しており貴重な自然環境を形成している。一方、出水時においては河道内樹木や河畔林により土砂の補足効果や流体力の軽減による堤防の保護の役割を有する反面、樹木そのものの抗力によって水位上昇に関係することも知られている。そこで、河道内にある樹木が洪水時の流れの特性にどのように関与するのかを検討するために、平成10年8月末の集中豪雨後の阿武隈川について樹木の分布調査を行い、河道内樹木と洪水時の河川粗度の関係について検討を行った。

2. 調査方法

調査区間は福島県須賀川市の江持橋から雲水峰大橋の間で、江持橋から上流にかけて約1kmの区間で現地調査を行った。調査区間は下流側から約200m単位で5断面に区切り、4区間において樹木の分布調査と樹種ごとの形状調査を行った。また、洪水痕跡をもとに縦・横断測量を実施して、洪水時の水面幅・水深・水面勾配を測定した。

3. 調査概要

3. 1 樹木の分布調査

調査は抵抗として作用したと思われる樹木を対象として行った。測定区間における樹種は、図1に示すように左岸側では主にニセアカシアとヤナギが分布していたのに対し、右岸側ではヤナギだけが分布していた。また、右岸側では倒れたり傾いたヤナギが多く見られた。ニセアカシアは群生して分布しており、確認できた密集群をそれぞれNo.A、No.B、No.Cとした。ヤナギは単木で分布していた。表1に各調査区間の樹木本数を示す。これらの樹木に対し形状調査を行った。

3. 2 樹木の形状調査

樹木の形状調査は、図2に示すように直径・樹高・下葉高・樹幹長の4項目について調査を行った。下葉高と樹高を測定した目的は樹木が洪水時の水面にどこまで隠れたのかを調査するためである。樹幹長まで水位が上昇したとき枝と葉が大きな抵抗を受け、下葉高までのときは特性が異なることが予想できる。各区間における樹種ごとの平均形状を表2に示す。さらに横断測量に洪水痕跡を加えて樹木の平均形状を配置したものを図3に示す。左岸側のニセアカシアは下葉高まで水位が上昇していたが枝は水没しておらず円柱の抵抗と同

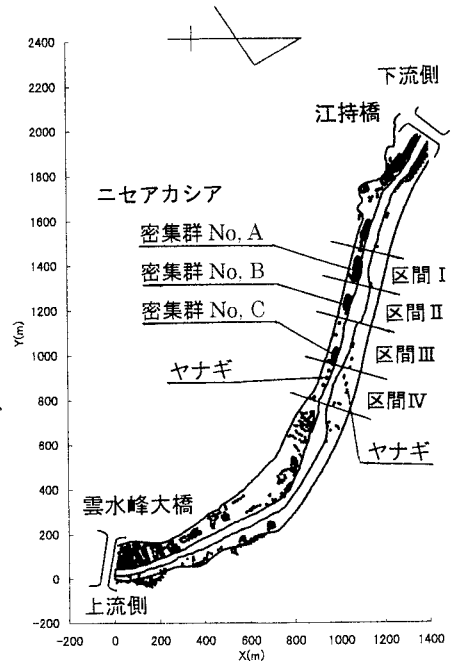


図1 樹木の平面分布図

表1 各区間の樹木本数

区間	樹種	本数	合計
I	ニセアカシア	143	179
	ヤナギ	28	
	倒伏ヤナギ	8	
II	ニセアカシア	43	88
	ヤナギ	29	
	倒伏ヤナギ	16	
III	ニセアカシア	39	83
	ヤナギ	32	
	倒伏ヤナギ	12	
IV	ニセアカシア	17	96
	ヤナギ	80	
	倒伏ヤナギ	19	

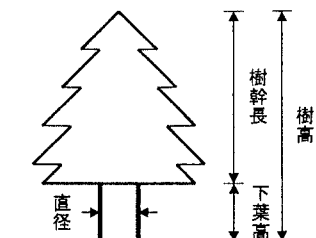


図2 樹木の調査概要図

じような抵抗特性を示すことが分かった。右岸側のヤナギは樹幹長まで水没したことが分かり、このため枝と葉が大きな抵抗となり流下方向に傾いたことが推定できる。

4. 不等流計算

樹木が洪水時の抵抗に関与しているか検討するため、各区間における粗度係数を不等流計算から逆算して求めた。右に計算式を示す。

ここで、 Q ：流量、 A ：断面積、 h ：水深、 R ：径深、 x ：流下距離、 n ：粗度係数、 i ：河床勾配、 α ：エネルギー係数 1.0、 g ：重力加速度 9.8m/s^2 である。流量は須賀川観測所流量データをもとに洪水時のピーク流量 $1300\text{ m}^3/\text{s}$ を用いた。河床勾配は天端勾配と同様として $1/1000$ を用いた。また、Manning の式から等流計算による

不等流計算式

$$\frac{dh}{dx} = \frac{i + \frac{\alpha Q^2}{gA^3} \frac{\partial A}{\partial x} - \frac{n^2}{R^{4/3}} \left(\frac{Q}{A} \right) \left(\frac{Q}{A} \right)}{1 - \frac{\alpha Q^2}{gA^3} \frac{\partial A}{\partial h}}$$

粗度係数も求め比較した。等流計算は洪水時の水面勾配 $1/2000$ を適用した。表 3 に水面勾配を一樣とした場合と区間ごとに洪水痕跡から勾配を求めた場合の不等流計算における各粗度係数を示す。等流計算では河川で一般的に用いられている 0.03 に近い値を示したのに対し、不等流計算ではそれよりも大きな値となった。樹種や樹木の本数と粗度係数の対応は必ずしも明確ではないが、断面が漸拡する区間 I、II の粗度が大きいことが認められ、樹木の粗度効果が考えられる。粗度としての樹木の特性は、ニセアカシアでは密集性による影響が考えられ、ヤナギは枝・葉による影響が考えられる。これらの樹木が洪水時の水位上昇にどのような影響を与えるのかについて室内実験を行い検討する予定である。

5. おわりに

今回の調査において、洪水時の水位上昇にも樹木が大きく関与することが推定された。洪水時の粗度係数への樹木の影響を検討するには、高水敷粗度と低水路粗度を合成した合成粗度について詳しく検討する必要がある。洪水時に作用する抵抗は、高水敷についても樹木の分布状況や樹種により異なってくるので、樹木を考慮した高水敷粗度と、樹木の分布がなく繁茂している草などの高水敷粗度に分けて検討する必要がある。

表 2 各区間における樹木の平均形状図

単位(m)				
区間	樹種	樹高	下葉高	直径
I	ニセアカシア	11.2	3.1	0.10
	ヤナギ	7.8	2.3	0.13
	倒伏ヤナギ	6.8	1.9	0.12
II	ニセアカシア	10.6	2.8	0.12
	ヤナギ	9.0	3.3	0.14
	倒伏ヤナギ	6.6	1.8	0.15
III	ニセアカシア	12.3	3.0	0.15
	ヤナギ	8.4	2.7	0.13
	倒伏ヤナギ	8.8	3.3	0.11
IV	ニセアカシア	11.8	2.9	0.12
	ヤナギ	8.2	2.3	0.12
	倒伏ヤナギ	8.3	2.5	0.11

表 3 各区間における粗度係数の比較

区間	粗度係数1 (一定勾配 1/2000)	粗度係数2 (区間勾配)
I	0.056	0.046
II	0.060	0.051
III	0.049	0.040
IV	0.049	0.071

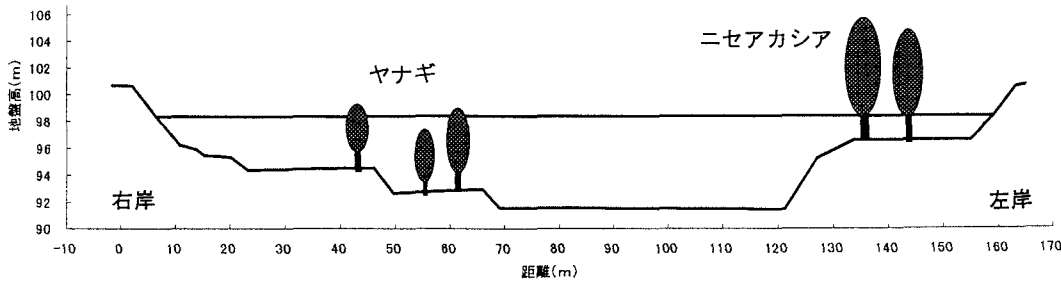


図 3 洪水時の水深と樹木の関係図