

河道横断面形状の経年変化が高水敷の樹林化に及ぼす影響

神戸大学大学院 学生員 ○阿河一穂・大地洋平・盛岡淳二・檜達也・木村諒

神戸大学大学院 フェロー会員 道奥康治, 正会員 宮本仁志

明石工業高等専門学校 正会員 神田佳一, 学生員 魚谷拓矢

1. 序論

全国の河川では河道の樹林化が進行し、河川管理上の諸課題をもたらしている。樹林化の要因のひとつとして、河川改修にともなう高水敷の冠水頻度の減少や流量制御による流水攪乱機会の減少など流れ場の経年変化が考えられる。本研究では、河川の横断地形と樹林の流水疎通特性を考慮した等流解析によって、河道地形や流量の経年的変化が河道の樹林化に及ぼす影響を明らかにする。

2. 流れの一次元解析モデル

塩野らの植生が繁茂した複断面開水路流の一次元解析モデル¹⁾をマンシングの粗度係数 n によって再記述すると式(1)のようになる。

$$\underbrace{\rho g S_0 H}_{\text{重力項}} - \underbrace{\rho \frac{gn^2}{H^{1/3}} u^2 \sqrt{\frac{1}{s^2} + 1}}_{\text{底面せん断力項}} + \underbrace{\frac{\partial}{\partial y} \left\{ \rho \lambda H^2 \left(\frac{gn^2}{H^{1/3}} \right)^{1/2} u \frac{\partial u}{\partial y} \right\}}_{\text{内部せん断力項}} = \underbrace{\frac{\rho C_D \lambda_{\text{veg}}}{2} u^2 H}_{\text{流体力項}} \quad (1)$$

ここで、 ρ : 水の密度、 g : 重力加速度、 S_0 : 河床勾配($S_0 = \sin \theta$)、 H : 水深、 n : マンシングの粗度係数、 u : 流速の流下方向成分、 $1/s$: 各横断勾配部の横断勾配、 λ : 渦動粘性係数に関する定数($\lambda=0.3$)、 C_D : 樹木の抵抗係数(樹径と密生度の積で表わされる関数)、 λ_{veg} : 樹木密生度である。

3. 解析条件および解析結果

図-1 に解析対象の河道横断面と流量観測地点を示す。S42~H21 年における横断面内の地形・植生条件を簡略化して、一様密度・一定幅の樹林帯を高水敷上に図-2 のように設定する。図-2 から、低水路床の低下、高水敷比高の増加が経年的に認められ、高水敷の冠水頻度は単調に低下している。表-1 に解析条件を示す。著者らの平面二次元モデル²⁾は、樹林の冠水時に樹林層内の低速流と樹林層上の高速流を区別できる二層流モデルであるが、本一次元モデルでは二層流の取り扱いができないため、樹高が無限度の非冠水状態を仮定した。

図-3 に 21.2km 地点の $Q=6,000(\text{m}^3/\text{s})$ 、 $\lambda_{\text{veg}}=0.01(\text{m}^{-1})$ の場合の流速分布を示す。図-3 から、改修時 (S62 年時) よりも低水路床が低下し高水敷が増加したために、低水路における流速が相対的に増大し、高水敷での流速は減少した。H17 年の高水敷の切り下げ施工 (図-2) によって高水敷では流速が再び増加して樹林への攪乱外力



図-1 解析対象断面と観測所の位置

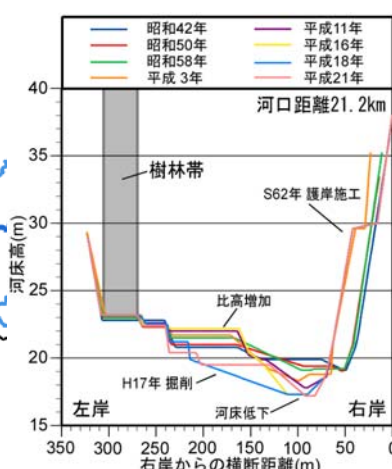


図-2 解析対象断面形の一例

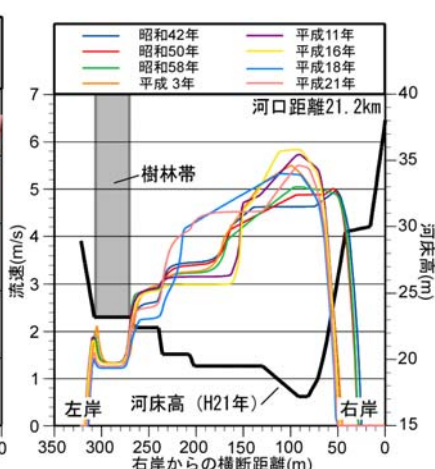


図-3 流速分布の一例

キーワード 河道内樹木、河道断面形変化、流量変動、樹木倒伏

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1 神戸大学大学院工学研究科 TEL078-803-6056

を回復している。図-4(a)~(c)には、河口距離 4.0(km), 21.2(km), 29.0(km)地点における「倒伏モーメント比 M_v/M_c 」を、西暦年と流量の関数として示している(密生度 $\lambda_{veg}=0.01(m^{-1})$ の場合)。ここで、倒伏モーメント比 M_v/M_c とは、樹木一本あたりに作用する流体力の倒伏モーメント M_v と倒伏限界モーメント M_c ³⁾ との比として求められ、 $M_v/M_c > 1$ の時、樹木は倒伏すると判定する。図-4(a), (c)から、 M_v/M_c は経年的に低下しており、樹木倒伏の可能性が減少していることがわかる。しかし、29.0(km)地点では H17 年に樹林帯での高水敷が切り下げられたために、 M_v/M_c は増大した。これに対し、図-4(b)から、21.2(km)地点では H17 年での切り下げ施工(図-2)により低水路部の疎通能力が増大し、樹林帯の冠水機会が減少したため、 M_v/M_c は低下した。図-5, 6 に、樹林帯が冠水するのに要する各横断面での流量と年最大流量の経年変化をそれぞれ示す。図-5 から、樹林帯の冠水流量は低水路部の侵食や高水敷部の土砂堆積によって経年的に増加し、高水敷の切り下げなどにより減少している。図-6 から、年最大流量に関しては経年的に単調な増減が認められない。さらに、対象区間の上流にはダムなどの流量調節施設は存在しない。これより、近年の高水敷の樹林化に対しては、出水規模の変化よりも比高増大をもたらす河道横断面の地形変化が最も大きな要因であると判断される。

4. 結論

河道樹林化の要因を検討するため、流れの一次元解析に基づいて、河道横断面地形の経年変化が出水による樹木への攪乱効果に及ぼす影響を明らかにした。

参考文献

- 1) Koji Shiono 他: Quasi two-dimensional model for straight overbank flows through emergent vegetation on floodplain, Journal of Hydraulic Engineering and Research, vol.45, pp.302-315, 2007.
- 2) 道奥康治・宮本仁志・神田佳一 他: 樹林化した河道の流況観測と樹林内外の流況・樹木抗力の解析, 河川技術論文集, 第 16 巻, pp.437-442, 2010.
- 3) (財)リバーフロント整備センター編: 河川における樹木管理の手引き, 山海堂, pp.157, 1999.

表-1 解析条件

	河口距離(km)	4.0	21.2	29.0
植生条件	樹木密生度 $\lambda_{veg}(m^{-1})$	0.005~0.05		
	樹径 $d(m)$	0.20		
	樹高 $h_v(m)$	∞		
水理条件	流量 $Q(m^3/s)$	1,500~10,000	1,500~8,000	1,000~5,000
河道条件	河床勾配 S_0	1/1050	1/750	1/1000
	マニングの粗度係数 $n(m^{-1/3}s)$	低水路 0.028 高水敷 0.027 樹林帯 0.027	低水路 0.028 高水敷 0.034 樹林帯 0.031	低水路 0.028 高水敷 0.073 樹林帯 0.031

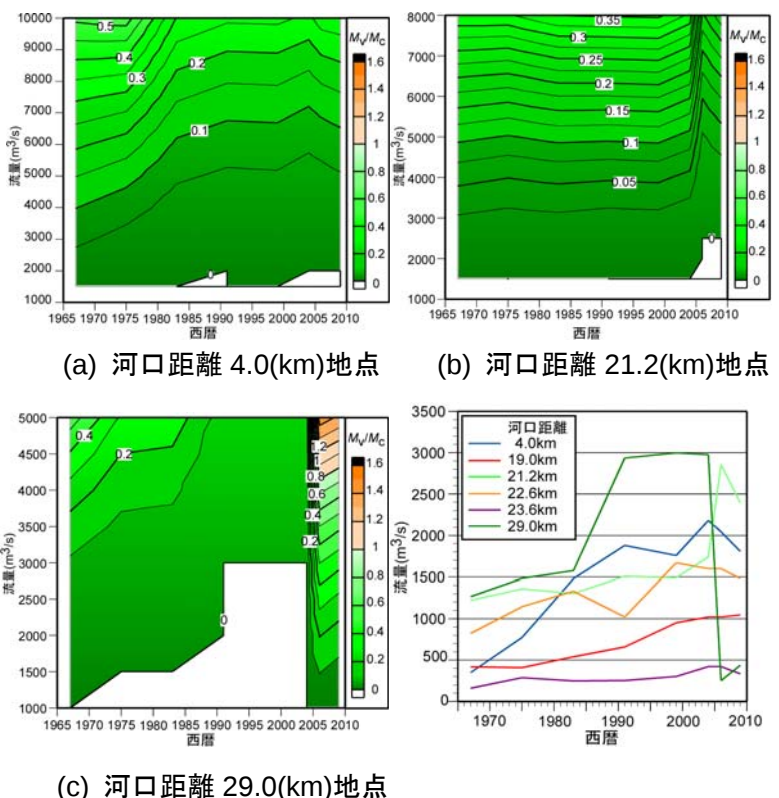


図-4 M_v/M_c の経年変化

図-5 樹林帯が冠水するための流量

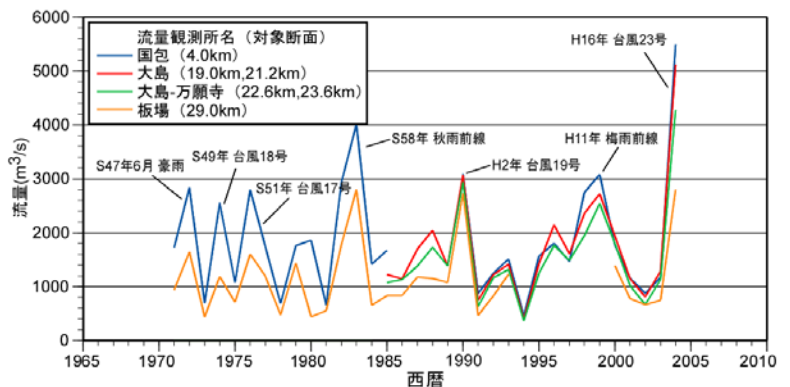


図-6 年最大流量の経年変化