

加古川中・下流部の複数河道における樹木消長の確率評価

神戸大学大学院 学生員 ○木村 諒, 盛岡淳二, 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
 神戸大学大学院 フェロー会員 道奥康治, 学生員 大地洋平, 阿河一穂

1. はじめに

河道内の過度な樹林繁茂は洪水時の局所的な水位上昇や流木被害の原因となるため、治水上の大きな問題となる。その一方で、豊かな河畔植生は平常時に多様な生態環境を提供するため、それら治水・環境に配慮した河道内樹林の適正管理が重要となる。本報では、既報^{1), 2)}において構築した河道内樹林の動態予測モデルを用いて、加古川中・下流部の複数河道における樹林化傾向を確率評価し、管理指標を提案する。

2. 解析対象の河道

図1に加古川水系の河道網と解析対象とした河道の位置を示す。河口距離 23.2~23.8km では 2008 年より継続的に植生観測が実施され、動態予測モデルのパラメータ同定に寄与してきた¹⁾。本報での対象河道は、現地観測地点の 23.6km 地点に加え、それより上・下流に位置する 28.8, 5.0km 地点の3地点である。

3. 河道内樹林の動態予測モデル

樹木の消長は、樹径 x 毎の分布密度 n により評価する。対象樹種は、現地観測地点に多く繁茂するヤナギ類である。動態予測モデルの基礎式は、樹木の成長、新規参入、出水インパクトによる倒伏を考慮して、次式のように与えられる¹⁾。

$$\frac{\partial n}{\partial t} = -\frac{\partial(g \cdot n)}{\partial x} + Jd_{\min} - D \cdot n \quad (1)$$

ここに、 g : 樹径 x 毎の平均成長速度、 $Jd_{\min}$: 稚樹の新規参入フラックス、 D : 樹木死亡率である。 D は正規分布の累積密度関数を利用して定式化され¹⁾、 $Jd_{\min}$ はヤナギ類の栄養繁殖³⁾がモデル化される¹⁾。

4. 樹木消長解析の結果と考察

本報では、流量規模の変化と河道の切下げが樹木消長に及ぼす影響を検討する。図2に、対象地点の河道横断面形状と樹林帯位置および河道切下げ形状を示す。一回の樹林消長解析は1日のタイムステップで100年間行われ、それを2000回反復施行するモンテカルロシミュレーションにより樹林化傾向が確率的に評価される。確率評価としては、砂州上に占める樹林面積率が $r\%$ 以下となる非超過確率 $P(r)$ を用いる。

図3に、対象3地点での河道切下げ量 Δz に対する非超過確率 $P(r)$ の変化を示す。 $Q_{0.8}$, $Q_{1.0}$, $Q_{1.2}$ は現状の流量規模をそれぞれ 0.8, 1.0, 1.2 倍した流量時系列を用いたことを示す。本報では紙面の都合で特徴的な結

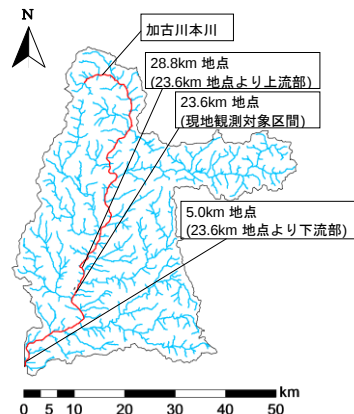


図1 加古川流域における解析対象河道

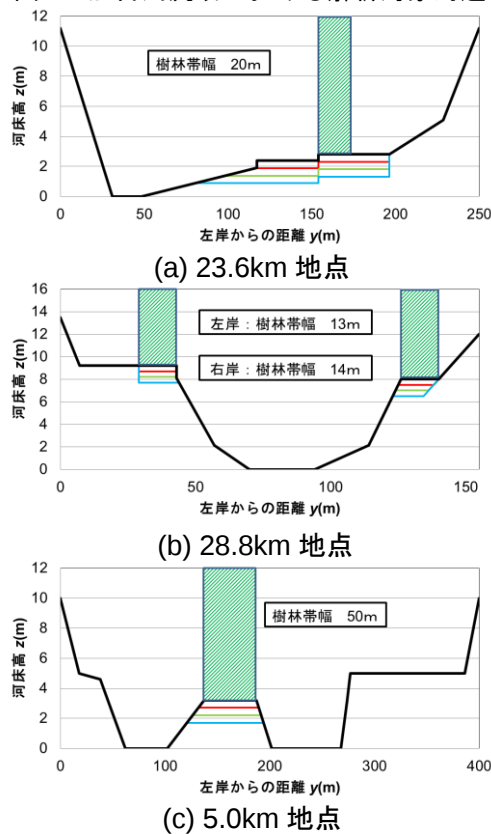


図2 河道横断面図

キーワード：河道内樹林，動態評価，水系一貫，加古川，ポアソン過程，モンテカルロ法

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市民工学専攻 宮本仁志 miyamo@kobe-u.ac.jp

果のみ記載する。図 3(a)の 23.6km 地点では、 $P(r)$ は Δz の増加に伴って増加することがわかる。すなわち、切下げによる出水インパクトの増大で裸地化傾向が顕著となる。図 3(b)に示す 28.8km 地点(左岸)では、流量規模が $Q_{0.8}$ と小さく出水インパクトが確保しにくいにも関わらず $P(r)$ が全体的に大きくなり、裸地化傾向を示す。これは、28.8km 地点では樹林帯の比高が大きく新規参入頻度が少ないことに加え、流量規模が小さいために樹木の倒伏もほとんど起きず、結果として砂州の大部分が初期の裸地河道の状態を保持するためである。図 3(c)の 5.0km 地点では、 $P(r)$ は Δz の増加に対して $\Delta z=0.5(m)$ のあたりで減少から増加傾向に転じる。これは、稚樹の新規参入機会と出水インパクトのバランスに起因し、 $\Delta z=0.5(m)$ までは前者が、 $\Delta z=0.5(m)$ を超えてからは後者が優位となるため、それぞれ樹林化・裸地化傾向を示すと推察される。一方、図 3(d)のように流量規模が $Q_{1.2}$ と大きくなることで、5.0km 地点でも図 3(a)の結果と同様の傾向が確認され、切下げ効果が出水インパクトの増加に優位に作用することが推察される。なお、図 3(b)に示すような初期値の依存性が強い点に関しては、栄養繁殖³⁾以外の形態をモデルに組み込むことで改善されることが考えられ、今後の検討課題となる。

図 3 に示す各河道での消長解析結果を比較すると、23.6km や 28.8km に比べて最下流に位置する 5.0km 地点で Δz に対する $P(r)$ の応答が鈍く、切下げ効果が現れにくい。これは、5.0km 地点では川幅が大きいためである。また、同じ流量規模であっても図 3(a)、(d)では樹林の消長特性が異なる。これは比高の違いによるものであり、砂州浸水を契機とする栄養繁殖による新規参入頻度が異なるためと推察される。

5. 好適植生管理指標の提案

宮本ら¹⁾は、砂州上の樹林面積が $r_1 \sim r_2(\%)$ の範囲に収まることが生態環境的に望ましいと考えられる場合に、 $P_{env} = P(r_1) - P(r_2)$ を環境平衡確率と定義し、樹林の生態環境を評価した。動態予測モデル²⁾では、水位の情報が得られるため、それに加えて水位と堤防高の関係から氾濫危険確率 $P(fld|env)$ が評価できる。ここで、 $P(fld|env)$ は環境平衡状態での氾濫危険頻度を表す条件付き確率である。以上より、本報では P_{env} と $P(fld|env)$ を用いて $SVMI = P_{env} - P(fld|env)$ を好適植生管理指標(Suitable Vegetation Management Index)と定義し、治水安全面・生態環境面で調和のとれた植生状態の総合評価指標とする。図 4 に $SVMI$ の計算結果を示す。ここでは $r_1=90(\%)$ 、 $r_2=10(\%)$ とした。図では、 $SVMI$ が $\Delta z=0.2(m)$ でピーク値をとり、好適な樹林状態が実現される確率が最も高い切下げ量が導かれる。これより、 P_{env} の評価で環境的に優れた樹林状態であっても、 $SVMI$ はピーク値とならず、治水安全面からの要求でより大きな切下げが必要となることわかる。

以上より、本報では複数河道での樹林動態予測を行い、好適植生管理のための総合評価指標を提案した。今後は、4 章に述べた新たな繁殖形態をモデルに組み込み、流域全体の樹林化傾向を評価する予定である。

【参考文献】1) 宮本ら：樹木抵抗の河川流解析を組込んだ植生動態モデル，平成 23 年度土木学会関西支部年時学術講演会，2011。

2) 盛岡ら：樹木抵抗の河川流解析を組込んだ植生動態モデル，平成 23 年度土木学会関西支部年時学術講演会講演概要 CD-ROM，2011。

3) 渡辺ら：旭川におけるヤナギ林の拡大機構とその抑制管理のあり方に関する検討，河川技術論文集，第 11 巻，pp.77-82，2005。

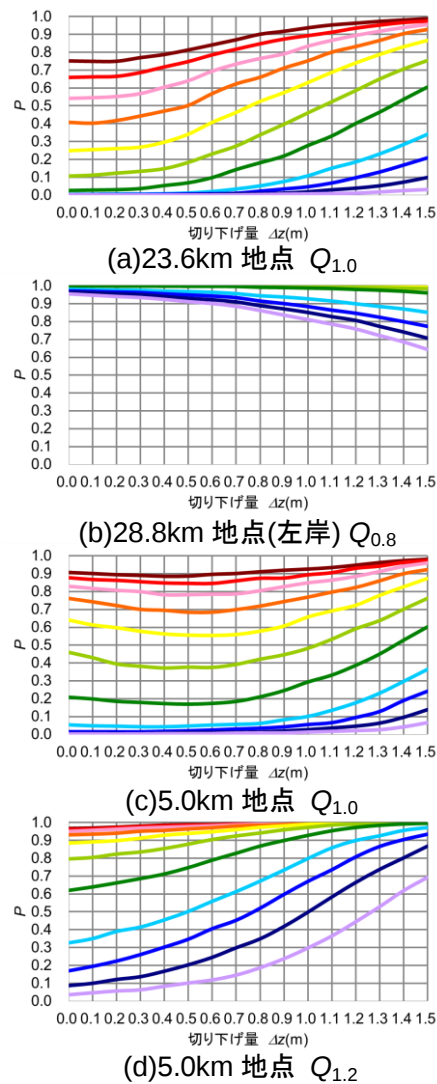


図 3 切下げに対する $P(r)$ の変化

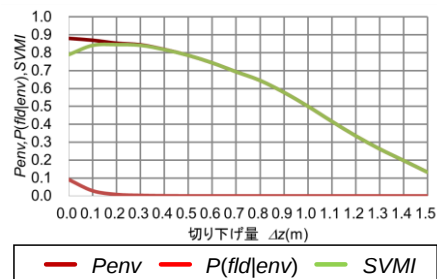


図 4 $SVMI(5.0km \text{ 地点 } Q_{1.2})$