

河川水系の複数河道における断面形状変化が砂州上の樹木消長機構に及ぼす影響解析

神戸大学大学院 学生員 ○木村 諒, 神戸大学大学院 正会員 宮本仁志
神戸大学大学院 学生員 利守伸彦, 横浜市 学生員 盛岡淳二

1. はじめに

河道内植生の樹林化は、洪水時の局所的な水位上昇や流木被害の原因となる一方で、沿川生態系を大きく変質させてきた。この樹林化問題に対して、水系一貫の観点からの樹林化河道の評価は未だ不明な部分が多い。そこで筆者らは、植生動態予測モデルにより一級水系加古川の複数河道での樹林化傾向を評価してきた^{1),2)}。本報では、高水敷切下げが樹林・裸地の形成機構に与える影響を検討する。

2. 河川水系における植生動態予測モデル

図1に、植生動態予測モデル²⁾の全体的枠組みを示す。本モデルは図中の5つのサブモデルからなる。水系一貫解析を行うため、①～④のサブモデルは対象河道の持つ流域特性が反映できるよう①河道ネットワークモデルに内包される。例えば、①流量モデルのパラメータは河川ネットワークの位相化指標の一つであるリンクマグニチュードで表現され、統計特性を保持した形で任意河道区間の流量時系列が生成される。また、植生動態は④数理生態モデルが担い、上述した流量時系列に従う。すなわち、与えられた流量が平常時には稚樹の新規参入や樹木成長を、出水イベント時には②河川流モデルによる流速・水深の評価を基に植生の死滅情報が算定される。ここでの植生死滅や流れ場への植生抵抗の情報は、時間軸上で各サブモデル間相互に関係づけられる。③移動床モデルに関しては、本報の段階では河道断面形状を静的に与えるに止まり、移動床解析など動力学モデルの導入は今後の課題となる。

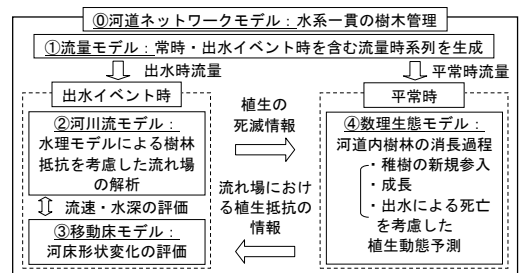


図1 植生動態予測モデルの全体的枠組み

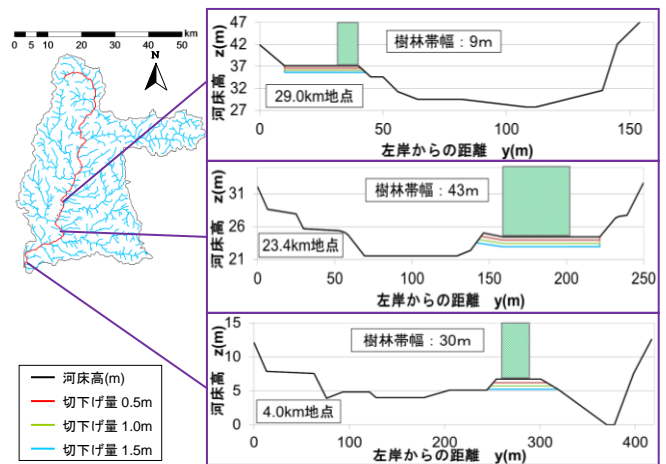


図2 解析対象断面とその位置

なお、本モデルで詳細に検討する高水敷切下げは、出水インパクトの増大に伴う樹木倒伏を促す一方で、漂着樹木をによる新規参入(栄養繁殖)も促す²⁾。そのため、切下げ効果は両者のトレードオフによって規定される。

3. 解析対象河道

図2に加古川水系の河道網における解析対象河道の位置とその横断面形状、および切下げ形状を示す。図には樹林帯位置とその幅を併記している。河口距離23.2～23.8kmでは2008年より継続的な植生観測を実施し、樹林化河道の実態把握に努めてきた。そのため本報での対象河道は、その現地観測を実施する23.4kmに加え、それより上・下流に位置する29.0、4.0kmの計3地点とした。23.4km地点は3地点の中では最も比高が低く、広い樹林帯幅を持つ。上流に位置する29.0km地点は、流量規模が小さく、非常に大きな比高のため、極めて冠水頻度が低いと予想される。4.0km地点は下流に位置することから流量規模が大きく、川幅も最も広い。

4. 動態解析における出水による樹林化抑制作用

ここでは23.4km地点を対象に、切下げによる断面形状変化に対して同一の流量時系列を用いた消長解析を実施する。砂州上での樹木の初期分布は全て裸地とする。図3に100年間の流量と砂州に占める樹林面積割合の推移を、切下げ量 $\Delta z=0.0, 0.5, 1.0, 1.5\text{m}$ について示す。これより、切下げ量の増加に伴って樹林面積の拡大は抑制され

キーワード：水系一貫管理, 河道設計, 樹林化, 植生動態モデル, 確率評価, 加古川

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

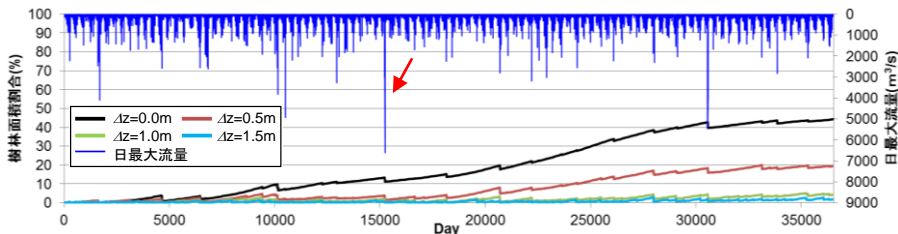
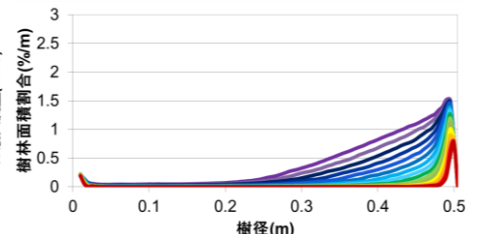


図3 切下げごとの樹林面積割合の経時変化

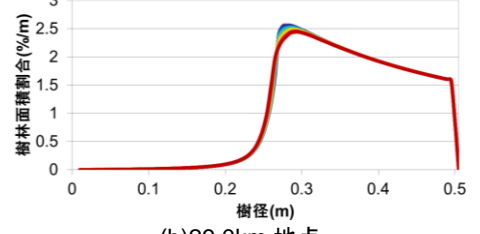
ることがわかる。これは、切下げに伴う出水インパクトの増加と冠水頻度の上昇の二重の効果によるものと推察される。しかし詳細にみると、切下げ量の大小によって経年的に樹林化が進行するものと裸地が維持され続けるものがある。図中の赤矢印の出水は、最も大きなインパクトをもつが、それでも消失する樹林面積はいずれのケースも5%にも満たない。このことから、出水インパクトの増大によって1出水当りで死滅する樹木量には限界があることわかる。このため、裸地を維持し続ける $\Delta z=1.0, 1.5$ mでは、高い冠水頻度により稚樹のうちに砂州を何度もフラッシュする作用が卓越する状況が推察される。ただし、このような経年的な樹林面積の変遷に関するデータ整理は、筆者らの知るかぎり皆無なので、定量的なデータの収集とそれを用いた樹林化抑制効果の検証は今後の課題となる。

5.複数河道における切下げ効果の比較

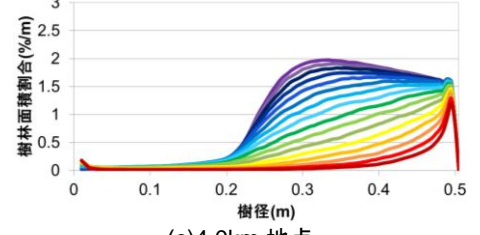
ここでは、3.に挙げた3地点において、樹木サイズ毎の砂州に占める樹林面積割合を対象として切下げに対する応答を検討する。なお、ここでの樹林面積割合は、100年間の消長解析を2000回繰り返して得られる期待値を採用した。結果を図4に示す。図4(a)に示す23.4km地点では、低比高のために出水による攪乱を受けやすい。そのため3地点で樹林面積が最も小さい傾向を示し、切下げ量の増加に伴って樹林面積の減少とともに高木と裸地の二極化が進む。図4(b)に示す29.0km地点では比高が非常に大きく、1.5mまでの切下げではその効果は皆無である。極相林化された樹林帯が形成され、高木から低木への成長阻害²⁾の影響で樹径0.3m程の樹木が樹林面積の最も多くを占める分布に収束する。図4(c)に示す4.0km地点では、23.4km地点に比べて樹径0.2~0.4mの樹木が多く、樹林化傾向が顕著である。切下げによる樹林面積の減少は見られるが、 $\Delta z=0.3$ mまでその効果は小さい。これは、2.で述べた切下げ効果をもつトレードオフの関係性²⁾に起因する。前報²⁾では特に、ダム・堰による流量制御によって流量が低減した場合に顕著であった。そこで、現況流量の0.9倍の流量規模を対象に以下に考察を加える。



(a)23.4km 地点



(b)29.0km 地点



(c)4.0km 地点

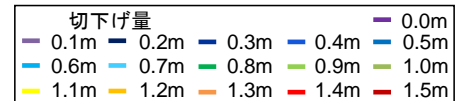


図4 切下げ量ごとの樹林面積割合と樹径の関係

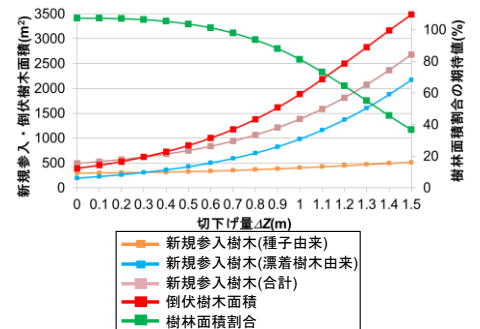


図5 切下げに対する樹林面積変化の詳細

図5は、倒伏樹木面積 A_D と新規参入樹木面積 A_N の累積値について、2000回の繰り返し計算で得られる期待値 $\overline{A_D}$ 、 $\overline{A_N}$ を切下げ毎に示した。図には、全樹林面積割合の期待値 $\overline{A_V/A_{MAX}}$ を併示している。これより、切下げ量の増加に伴って $\overline{A_D}$ の増大が見られる。しかしながら、漂着樹木に由来する新規参入量の増大により $\Delta z=0.3$ mまでは $\overline{A_N}$ が $\overline{A_D}$ を上回る。この間、 $\overline{A_V/A_{MAX}}$ は横ばいとなり、裸地形成効果は表れない。その後、切下げ量の増加に伴って両者の大小関係は逆転し、さらにその差が拡大するようになって $\overline{A_V/A_{MAX}}$ は急激な減少傾向を示すようになる。

以上より、本報では植生動態予測モデルにより高水敷切下げが樹林消長に及ぼす機構を詳しく分析した。今後は、河川ネットワークの連関性の観点を加え、治水安全面を含めた樹林化河道の統合評価を実施する予定である。

【参考文献】1) 木村ら：加古川中・下流部の複数河道における樹林消長の確率評価，第66回年次学術講演会講演概要集(DVD-ROM) 2011. 2) 木村ら：植生動態モデルとリンクマグニチュードによる河川水系複数河道での樹林化傾向の確率評価，水工学論文集，第56巻，pp.I_727-I_732, 2012.