

鬼怒川下流部における植生動態モデルの適用

芝浦工業大学大学院 学生員 ○片岡 健吾
芝浦工業大学 正会員 宮本 仁志

1. はじめに

近年、日本の多くの河川において砂州や高水敷で樹林化・藪化が進行し、河川管理上の課題となっている。河道内の過度な樹林化は洪水時の流水阻害や流木被害といった治水安全面や、砂州上の既存生態系の経年的変化など環境面への影響を生じさせる。本報では、鬼怒川下流部の複数河道を対象として、既存の植生動態モデル¹⁾の適用性を検討し、あわせて砂州・高水敷の比高変化に対する樹林化状態の応答特性を評価した。

2. 解析手法

2.1 植生動態モデル

本解析モデル¹⁾は、対象河川のもつ流量の集積特性を数理表現し得る河川ネットワークモデルによって、河道内の植生動態に関連する水文・水理・生態過程のサブモデルが内包される構成となっている。流量生成モデルでは確率過程モデルによって流量時系列が疑似生成される。その流量時系列をベースにして、出水イベント時には、河川流解析モデルにより樹林帯内の流量や水深、樹木死亡率などが算出される。その際、数理生態モデルで計算される樹木繁茂状況が流水抵抗として河川流解析モデルで利用される。また、平常流量時には、数理生態モデルにより樹木の成長や稚樹の新規参入などが評価される。(図1)

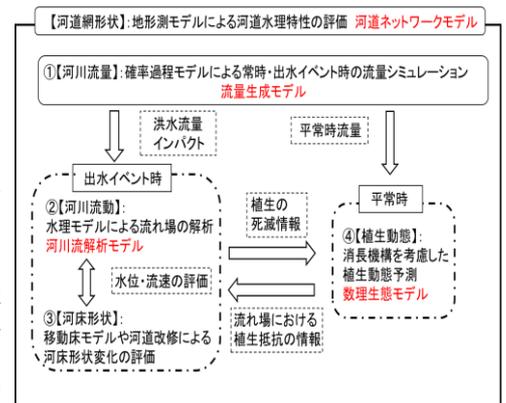


図1 植生動態モデルの全体構成¹⁾

2.2 対象河道と解析条件

本報の対象は、一級河川鬼怒川(流域面積:1,761km², 幹川延長:177km)の利根川合流部から上流側へ距離11.25, 30.25, 38.75kmの3地点における砂州・高水敷である。対象樹種をヤナギとした。解析では、砂州・高水敷の比高を変化させ、モンテカルロシミュレーションを実行した。反復回数は2000回とし、1回あたりの期間は100年間とした。砂州の初期状態は礫河原を仮定し、裸地として解析を実施した。4章では、2000回の平均をとり動態予測結果の考察を行う。

3. 流量生成モデルの適用

確率流量モデルのパラメータを同定するにあたり、数値フィルタ²⁾を用いて観測流量を表面流出成分と基底流出成分に分離して用いた。その際、分離の度合いを定めるパラメータ α , β を定義し、これら分離パラメータを用いて最適値を推定した。本報では、分離した基底流出成分が観測データから推定した許容値以内であり、かつ、基底流出成分の最小値が0に近い値をもつパラメータ空間内において、以下の式(1)を立式し、 ε が最小となる α , β を最適値として流量分離を行っている。この同定した最適値に基づいて、確率過程モデルによる疑似流量を生成した。(図2)

$$\varepsilon = \frac{(Q_{obmax} - Q_{simmax})^2}{Q_{obmax}^2} \quad \dots(1)$$

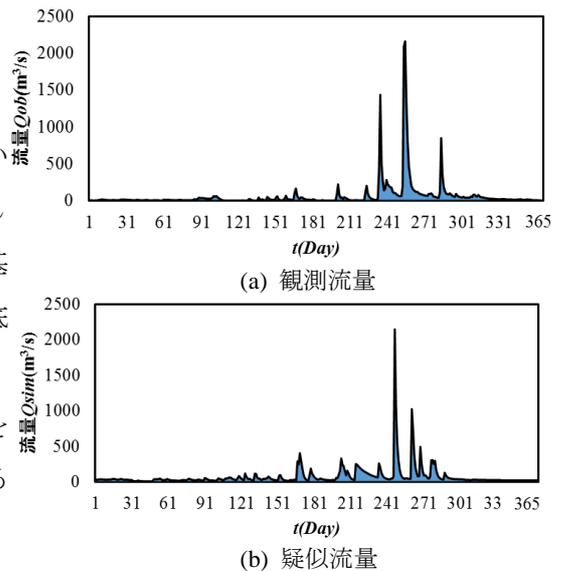


図2 鬼怒川水海道(10.25k)における
ハイドログラフの一例

キーワード 植生動態モデル, 確率過程, 樹林化, 比高変化, 鬼怒川

連絡先: 〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5 芝浦工業大学 宮本仁志 miyamo@shibaura-it.ac.jp

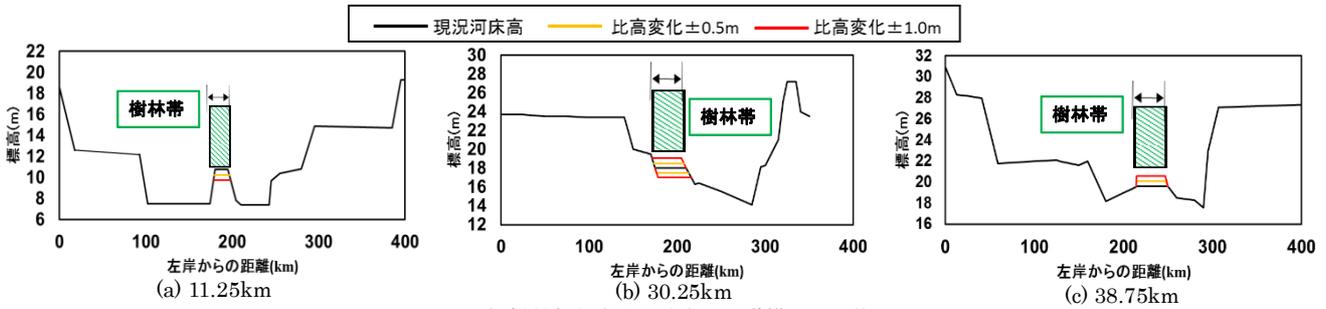


図3 解析対象とする3地点の河道横断面形状

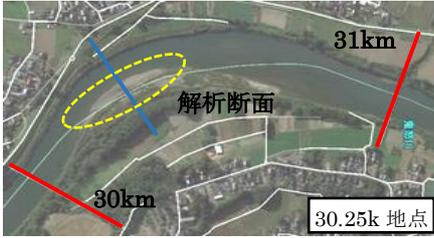


図4 鬼怒川の航空写真

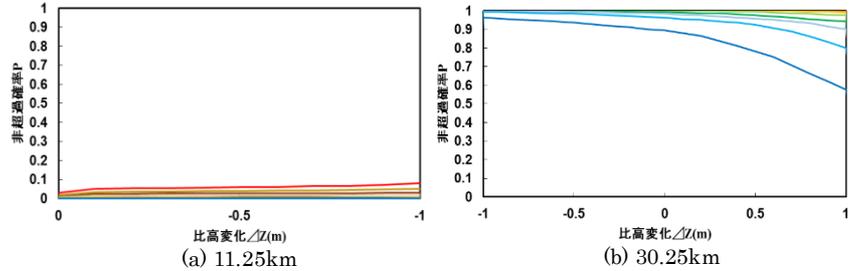


図5 解析結果と航空写真判読での植生繁茂状況との比較

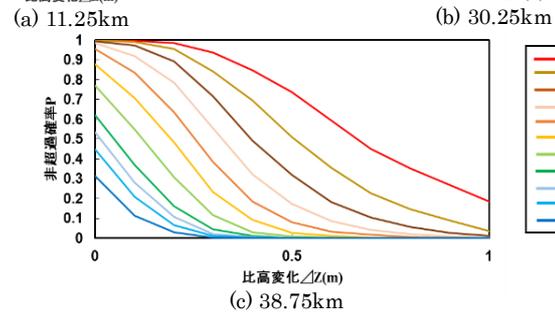


図6 河道内樹林帯部の比高変化による植生繁茂状況

4. 結果と考察

4.1 航空写真による判読結果との比較

図3に解析対象断面を示す。それぞれ利根川合流部の上流11.25、30.25、38.75kmの横断面形状を単純化したものである。図には本報で検討する砂州・高水敷の比高変化に対応する横断面形状も併記している。図4は30.25km周辺の河道の航空写真である。これより、30.25kmの対象砂州は裸地化と判読される。図5に、解析対象断面ごとの現況断面における植生占有面積の非超過確率 $P(50)$ を示す。 $P(50)$ は値が大きいほど裸地化傾向を、逆に、小さいほど樹林地傾向を示す¹⁾。これより30.25kmでは、航空写真と解析結果で示される砂州の植生繁茂状態が一致することが確認される。他断面についても航空写真と解析結果の傾向は一致していた。これらより、本報で用いた植生動態モデルは、ここで対象とする鬼怒川下流部の複数河道においても適用でき、それら砂州上での樹林消長傾向が予測可能であることが確認された。

4.2 比高変化による樹林化・裸地化の傾向

図6に、各断面での比高変化に対する河道内の樹林動態の応答を植生占有面積の非超過確率 P を用いて示す。38.75km地点では土砂堆積を想定して堆積量 Δz を0~1.0(m)としたところ、堆積量の増加に伴い全体的に樹林地傾向を示した。特に、 $P(50)$ に着目すると、0.3m堆積すると砂州の半分近くが樹木に覆われる結果が示された。11.25km地点では河道改修による切下げを想定し、切下げ量 Δz を0~-1.0(m)としたところ、切下げによる裸地化形成の効果は小さかった。11.25km地点は低水路幅が相対的に広いため、本報の検討範囲では切下げの影響は限定的になったと推察される。30.25km地点では比高変化 Δz を±1.0(m)と想定したところ、38.75km地点の結果と比較して相対的に堆積に伴う樹林地傾向の進行度合いは緩慢であった。今後は鬼怒川上流部の河道も含め、河川水系の広い範囲で本解析モデルの適用性を検討する予定である。

【参考文献】1)利守, 宮本, 木村, 阿河, 道奥: 河道内の植生動態モデルにおける樹木の成長・死亡・新規参入, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.69, No.4, pp.L1363-L1368, 2013. 2) 日野,長谷部: フィルター分離 AR 法による非線形流出系の同定と予測(時間単位),土木学会論文報告集第 324 号,pp.83-94, 198