

河道内植生動態モデルにおける流量・地形・植物特性の感度分析

芝浦工業大学大学院 学生員 ○飯村 隼多
芝浦工業大学大学院 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障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、植生動態モデル¹⁾を用いた解析を行い、流量変化、砂州・高水敷の比高変化、植物特性の変化についてモデルの感度分析を行う。

2. 解析の概要

2.1 植生動態モデル

本モデル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、樹木死亡率などが計算される。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計算される。

2.2 モデルパラメータ

植物特性の感度分析には、稚樹の新規参入と成長阻害に関するモデルパラメータを用いる。具体的には、新規参入に関わる種子生残率 α 、漂着樹木の定着率 γ 、成長阻害関数における成長阻害パラメータ b を変化させる¹⁾。なお、本報ではヤナギ類を対象とする。

表1に感度分析で用いるモデルパラメータを記す。流量規模は現在の流量を基準に0.8~1.2倍まで0.1刻みで5パターン、比高変化は現況の高水敷高さより $\pm 1.0\text{m}$ の範囲で0.5m刻みに5パターンとした。

3. 対象河道と解析条件

一級河川加古川(流域面積:1,730 km^2 、幹川延長:96 km)の河口距離23.4 km 地点の高水敷を対象に解析を行う。図1に解析対象断面の横断面形状を示す。図には、本報で検討する高水敷の比高変化に対応する横断面形状も併記した。本報では、砂州・高水敷の比高と流量規模、植物特性を変化させ、それぞれの条件でモンテカルロシミュレーションを実施する。解析年数は100年間とし、反復回数は2000回とした。次節では、2000回の解析値の平均をとり感度分析結果の考察を行う。また、解析では砂州の初期状態を礫河原と仮定し、裸地とした。

表1 感度分析のパラメータ設定

流量規模(倍)		0.8~1.2
比高変化(m)		1.0~-1.0
植物特性 パラメータ	生存率 α	0.00003~0.03
	定着率 γ	0.001~0.2
	成長阻害 b	0.25~3.0

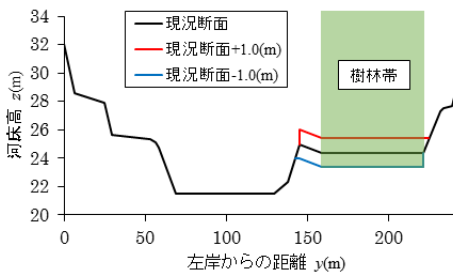


図1 対象とする河道断面と樹林帯

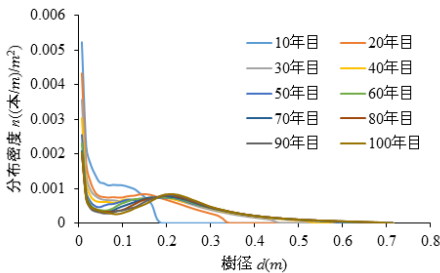


図2 植生分布密度の経年変化

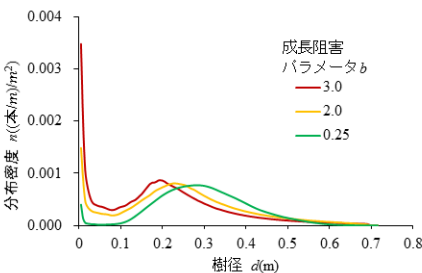


図3 成長阻害パラメータの影響

キーワード 樹林化、植生動態モデル、感度分析、流量、河道形状、加古川

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

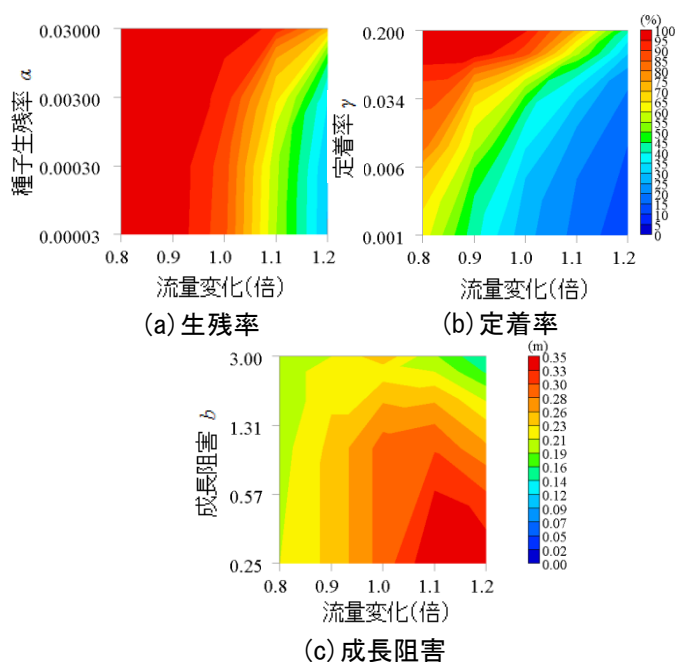


図4 感度分析結果(流量—植生パラメータ)。

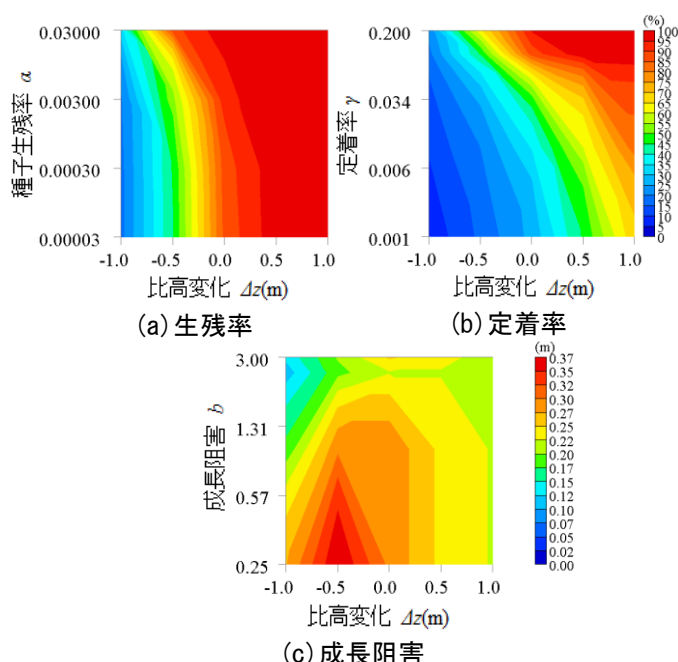


図5 感度分析結果(比高—植生パラメータ)。

4. 結果と考察

4.1 植生分布密度の経年変化

図2に植生分布密度の経年変化を例示する。経過年数が小さいうちは稚樹の分布密度が大きく、時間の経過とともに稚樹の分布密度は減少し、0.2~0.3m程度の分布密度が大きくなる。これは、成長阻害と出水などによる死亡が影響した結果である。図3に成長阻害パラメータを変化させたときの100年目の植生分布密度の平均値を示す。樹径が0.2~0.3m程度にある分布密度のピークは、成長阻害が小さくなるほど樹径が大きい方に遷移する。また、成長阻害パラメータが小さいほど稚樹の分布密度も減少する。これは、樹木が阻害されずに成長し、砂州上には樹径の大きな樹木の占有率が高くなるためと考えられる。

4.2 流量・植生パラメータの感度分析

図4に流量規模と植生パラメータ(生残率, 定着率, 成長阻害)による感度分析結果を示す。図4(a), (b)はそれぞれのパラメータ変化に対する樹木占有面積割合の等値コンターを表し、図4(c)は分布密度の平均樹径の等値コンターである。図4(a)より、流量が大きくなると樹木占有面積割合は減少し、生残率が大きくなると樹木占有面積割合は増加する傾向が見られる。これは、出水時のインパクト増加や水位の上昇などにより、砂州・高水敷上の樹木が流出・死亡するためと考えられる。図4(b)より、流量が大きくなると樹木占有面積割合は減少し、定着率が大きくなると樹木占有面積割合は増加することがわかる。また、図4(a)の種子生残率と比べて本報のパラメータ変化の範囲では、樹木占有面積割合に対する定着率の感度は高いことがわかる。図4(c)より、流量が大きくなると平均樹径は大きくなり、成長阻害が大きくなると平均樹径は小さくなる。さらに、流量・成長阻害がともに大きいときに平均樹径が小さくなることから、平均樹径は成長阻害の影響をより受けやすいと考えられる。

4.3 比高・植生パラメータの感度分析

図5に比高変化と植生パラメータによる感度分析結果を示す。図4と同様に図5(a), (b)は樹木占有面積割合の等値コンター、図5(c)は平均樹径の等値コンターである。図5(a), (b)より、比高が大きくなると樹木占有面積割合は増加する。これは、高水敷の浸水頻度が減少するためだと考えられる。図5(c)より、高水敷の比高が小さいと平均樹径が大きくなる傾向が見られる。これは、出水のインパクトで稚樹が死亡しやすくなるためと考えられる。さらに、比高が小さいときには、成長阻害の影響が平均樹径の変化により顕著に影響することがわかる。

【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.I_1363-I_1368, 2013.