

Point

当社所有の平面二次元河床変動解析モデルに、栄養塩循環を考慮した植生モデル(樹木群落モデル、草本群落モデル)を組み込むことで、河川整備後の河床変動や植生消長を的確に予測・評価し、治水と環境の両面を見据えた河道管理技術の実用化を図ります。

土壌の栄養塩循環を考慮した草本・樹林動態モデルの開発

建設統括本部 水圏事業部 河川部 板谷越 朋樹、岡村 誠司、小澤 宏二、大阪支社 水圏部(河川) 兵藤 誠

※本報告は、「河床変動と土壌の栄養塩循環を考慮した河道内の草本・樹林動態解析モデルの開発」水工学論文集, 第59巻, 2015 (小澤宏二、板谷越 朋樹、岡村 誠司、兵藤 誠、浅枝 隆) をもとに作成しました。

はじめに

近年、わが国の多くの河川で河道に樹木が侵入し繁茂する樹林化が進行し、河川管理上多くの支障を及ぼしています。河道内の砂州や河岸における樹林化は、河川特有の原風景を形成する砂礫河原を減少させ、河川固有の生態構造を大きく変更します。また、河道内植生の樹木への遷移と拡大は、砂州の発達や滯筋の固定化に伴う偏流の発生や洪水時の河積阻害を誘発する等、治水安全度を低下させる要因になります。

河道内の植生消長や樹林化に至るプロセスについては、これまでに数多くの研究がなされてきましたが、いずれも河道の物理機構にもとづく植生消長や樹林化プロセスを解明したものであり、河川の物質循環や生態系代謝等の植生の生理機構は考慮されていません。植生消長と樹林化プロセスを一体的に捉えるためには、河道の物理機構に加え、水・土砂・栄養塩といった河川での物質循環を考慮することが必要となります。すなわち、砂州における土壌の細粒化や栄養塩濃度の増加が植生バイオマスを増大させ、樹林化を促す要因の一つであることに着目し、河床変動と植生の生理機構を関連づけたモデル化が必要となります。

本稿では、これまで経験的に得られてきた草本・樹木の生長過程と土壌栄養塩循環の関係を用いて、河床変動と土壌の栄養塩循環を考慮した河道内の草本・樹林動態モデル(以下、本モデル)の開発と、長期的な視点からの河道および樹木管理ツールとして、その有効性についてご紹介します。

河床変動と土壌の栄養塩循環を考慮した草本・樹林動態解析手法

本モデルは、(1)樹木群落モデル、(2)草本群落モデル、これらが枯死・分解されることで生ずる(3)窒素循環モデル、洪水に伴う砂州の地形変化や植生流失、土壌窒素濃度の更新を行う(4)河床変動モデルで構成されます。時刻流量を対象外力として時々刻々の河床変動を解析し、月末に(1)~(3)のモデルにより栄養塩量を計算・更新します(図1)。

(1)樹木群落モデル

樹木群落は、河岸樹木の代表種として、カワヤナギ、ハリエンジュ、エノキを対象とし、これらの樹木の種子繁殖および生長の特性は、既往文献による他河川の実態調査を踏まえ、幹の直径や樹齢と個体密度の関係式で与えます。

(2)草本群落モデル

草本類の生長は、土壌中の窒素濃度のほか、土壌水分、洪水時の河床変動、平水位からの比高、樹木による陰影を強く受けます。既往文献による他河川の実態調査を踏まえ、草本類のバイオマス量と土壌窒素濃度の関係や樹木の陰影によって減少する草本類バイオマスの割合を与えます。

(3)窒素循環モデル

落葉や枯死による植生のバイオマスに対する分解量とその分解速度は植物の種類や地表面の状態によって異なります。既往文献による他河川の実態調査を踏まえ、植物体内のバイオマス量に対する窒素濃度の関係を設定します。なお、出水後0.5m以上の河床上昇が生じた場合、栄養塩をほとんど含まない土砂が堆積したものとみなし、土壌窒素濃度を初期化します。

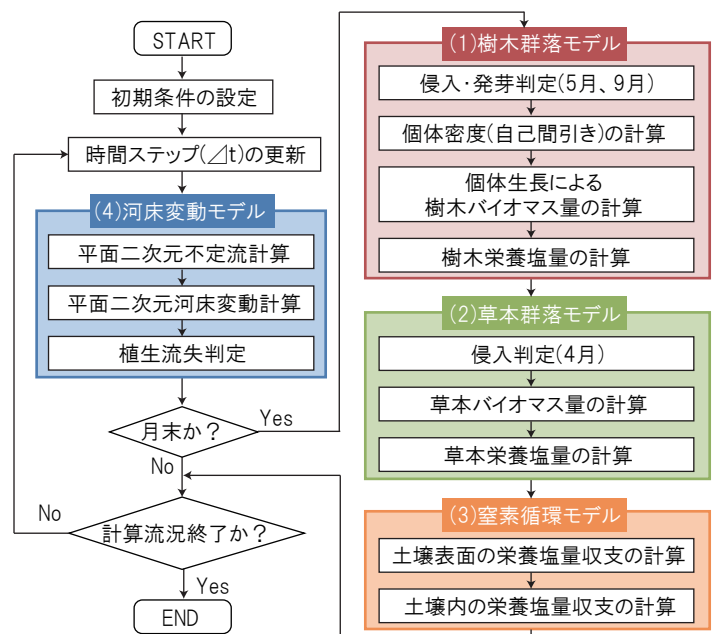


図1 本モデルの計算フロー

(4)河床変動モデル

流れと河床変動の解析は、一般座標系における平面二次元不定流解析と混合粒径の平面二次元河床変動解析(掃流砂量、浮遊砂量)を組み合わせて、河床材料粒度分布の更新には交換層モデルを用いました。

本モデル解析結果の検証

相模川16.0k~20.0k区間における2004年~2011年の河床変動および2004年~2012年の草本・樹林動態現象を対象に、本モデルの適用性を検証しました。

2012年10月の樹木・草本群落分布について、本モデルにより解析した結果を図2に示します。解析結果を航空写真より判読した実態と比較すると、砂州下流の堆積域において草本類が繁茂する実態を再現できています。樹木では、19.0k付近右岸砂州におけるエノキ群落の繁茂や16.2k~16.4k右岸砂州のハリエンジュ群落の繁茂を表現できています。

また、砂州の下流側でまとまった土砂堆積が生じた箇所(17.8k~18.0k左岸や17.2k右岸等)では、植生繁茂が抑制される実態を再現しています。これは、洪水によって栄養塩をほとんど含まない(流水で洗われた)フレッシュな土砂が厚く堆積したため、新たに栄養塩が蓄積され

るまでの期間は植生が繁茂しづらいものと考えられます。このように土壌栄養塩を考慮することにより、従来モデルでは表現できなかった土砂堆積による植生繁茂の抑制現象を表現することが可能となります。

おわりに

適切かつ健全な河川管理および土砂管理の実現に向けて、河道の物理的変化だけでなく、水・土砂・栄養塩等の物質循環に着目し、土砂環境と植生の生育環境の関係を明らかにすることが重要となります。

樹木および草本群落、窒素循環と河床変動で構成される本モデルが、植生消長の実態解明、あるいは供給土砂量の変化に伴う砂州・滞筋の固定化といった河道の二極化の要因分析や砂州の樹林化による影響分析を行う有用なツールになるものと考えます。

今後は、土砂供給に起因する河川管理・土砂管理上の課題に対し、要因分析、有効な対策工法の立案、対策効果の検討に活用していきます。

〔謝辞〕

本技術開発にあたり、神奈川県より河道横断測量成果、航空写真、樹木調査結果、時刻流量データ、河床材料調査結果等の基礎データを提供していただきました。また、埼玉大学浅枝隆教授に技術的指導をいただきました。ここに、感謝の意を表します。

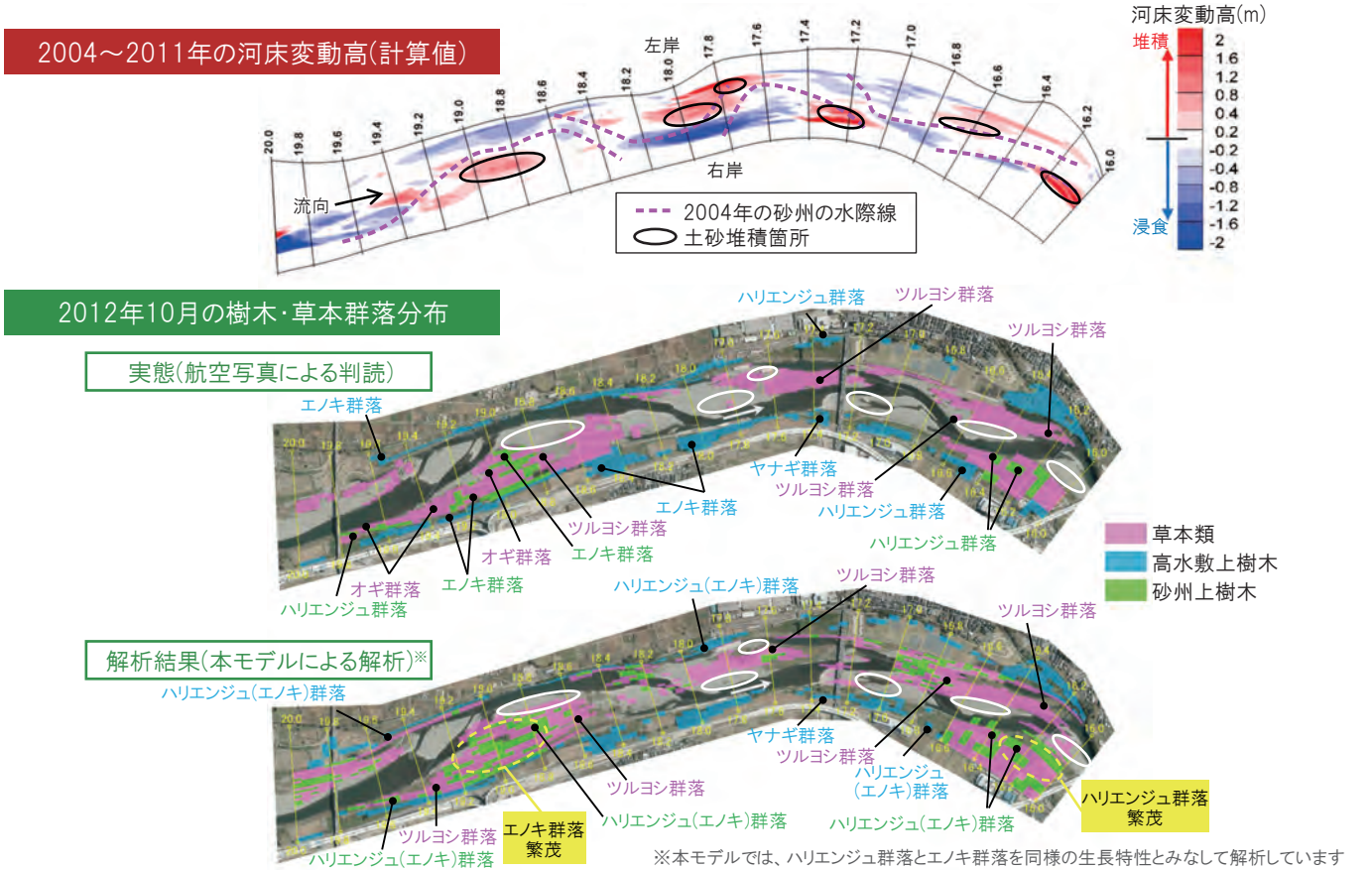


図2 河床変動高(計算値)および2012年10月の樹木・草本群落分布(実態および解析結果)