

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 5 月 20 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24560620

研究課題名(和文) 河川植物の群落間競争モデル開発に基づく単独植生群落の異常繁茂抑制技術の構築

研究課題名(英文) Development of Effective Vegetation Management based on the Modeling of Interspecific Competition of Riparian Vegetation

研究代表者

戸田 祐嗣 (TODA, YUJI)

名古屋大学・工学(系)研究科(研究院)・准教授

研究者番号：60301173

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：近年、ダム建設や河川改修を受け、多くの河川で樹木の異常繁茂(樹林化現象)の進行が報告されており、その効果的な管理手法の開発が必要となっている。本研究では、樹木の異常繁茂を解析できる数値解析モデルを開発し、それを用いて、ダムによる洪水流量の制御、供給土砂量の制御、河道掘削、高水敷造成といった人為的管理による、植生動態の管理技術の検討を行った。その結果、洪水流量の変化と高水敷の拡大は低水敷の植生動態に大きな影響を及ぼすことが高いことが分かった。

研究成果の概要(英文)：Because of dam construction and artificial alterations of rivers, the rapid expansion of riparian vegetation has been reported, and the effects of river management on morphology and vegetation dynamics should be clarified. In this study, a numerical simulation was developed to describe the vegetation dynamics in river. A series of numerical simulations have been conducted to evaluate the influences of flood discharge and sediment supply modified by dam operation, the influences of sand excavation and of flood plain construction on vegetation dynamics and water control. The results show that the change of discharge and expansion of flood plain significantly affect the vegetated coverage rate and the return period of vegetation destruction in low channel.

研究分野：河川工学

キーワード：河川植生 樹林化 数値解析モデル 航空写真分析 単独種異常繁茂

1. 研究開始当初の背景

河川に繁茂する植生は、洪水時には流れの障害要素となり河川の流下能力や地形形成に影響を与える。一方、平水時には光合成活動を通じて河川生態系の有機物(エネルギー)源となるなど、河川の環境基盤となる要素である。持続的な環境管理が求められる今日、河川環境の長期的変化を把握し適切に管理していくためには、河川植生の繁茂動態を水理現象との因果関係に基づいて合理的に解明できる学術・技術の開発が重要な課題となっている。

このような河川での植生繁茂動態に関して、現在、国内外の多くの河川において、砂州の樹林化や外来植生種の侵略など、ある特定の植生種が圧倒的優占する事例が数多く報告されている。単独種の圧倒的な繁茂は、河川生態系における生物多様性の喪失、少数在来種の絶滅の危惧をまねくなど、その対策は急務となっている。個々の河川における異常繁茂事例は、当然のことながら、そこに生息する植生種の特長によって引き起こされているのだが、単独種の異常繁茂現象そのものは人為的影響を受けた多くの河川で共通して報告されている現象であり、そこには流量・流砂量の変化、河道掘削等の人為的な河川管理に起因した共通したメカニズムが内在する可能性が示唆される。

2. 研究の目的

以上の背景から、本研究では、植生群落間の競争過程の解明に基づき、単独植生群落の異常繁茂現象を明らかにするとともに、その抑制手法を構築することを最終的な目的とする。この目的を達するため、以下の3つの課題を設定した。

(1) 現地河川における長期的な植生動態の実証解明

植生種による成長・拡大特性、洪水による破壊特性の違いを現地河川のデータから明らかにし、河川域での樹林の異常繁茂の実態把握および河川による違いを明らかにする。

(2) 植生群落間の競争過程の解明と数値解析モデルの開発

植生群落グループ間の競争過程および洪水時の土砂輸送・地形変動を再現する数値解析モデルを開発する。

(3) 単独群落の異常繁茂抑制手法の開発

開発されたモデルを用いて、様々な流量・流砂量・河道地形条件下での数値解析を実施し、特定植物群落の単独異常繁茂が生じやすい条件を解明する。また、流量、流砂量、あるいは河川地形の改変による単独群落の異常繁茂抑制手法を構築する。

3. 研究の方法

上記の研究課題(1)~(3)に応じて、以下の方

法で研究を実施した。

(1) 過去40~50年間の実河川における植生変化を明らかにするために、航空写真分析を実施した。研究対象河川として天竜川、豊川、矢作川、庄内川、木曾川、長良川、揖斐川、雲出川を選定し、航空写真の輝度、色度分析より、草本域、木本域、裸地域、水域、人工地を区分した。異なる年代間の土地被覆情報を比較して、草本類、木本類の侵入・拡大率、破壊率を算定した。

(2) 河道の流れ、地形変化、草本・木本別の植生動態を統合して解析する数値計算モデルを開発した。草本、木本類の日射をめぐる群落間競争関係を定式化し、モデル中に組み込んだ。また、植生生息域の平面的な拡大について、拡散型の項によってモデル化した。開発されたモデルを用いて矢作川下流域の河道条件下での地形変化、植生動態に関する数値計算を実施し、航空写真分析結果と比較することにより、モデルの検証を行った。また、検証されたモデルを用いて長期植生動態予測解析を行う際の、河川流量の適切な取り扱いについて検討した。

(3) (2)で開発・検証された数値解析モデルを用いて、川幅、流砂量などの河道条件の変化が、河道地形、植生繁茂状況に与える影響について検討を行った。また、「ダム建設等による洪水流量の変化」、「ダム建設等による上流からの土砂供給量の減少」、「河道掘削」、「低水護岸の整備に伴う低水路幅の変化」のいずれの要因が支配的であったかを数値実験により検討し、樹林繁茂の抑制に効果的な河川管理手法を検討した。

4. 研究成果

(1) 航空写真分析の結果、天竜川、矢作川では経年的にヤナギに代表される木本類の生息域が拡大していること、樹林生息域の拡大は低水路幅の変化や砂州の発生形態と相関がみられることが明らかになった。

中部地方の一級水系河川の樹林動態について比較し、樹木の侵入・破壊の程度や樹林化の進行速度に基づいて以下の4つのタイプに体系的に分類できた(図-1): 植生域が安定している河川: 庄内川・櫛田川、植生の交換が活発で侵入と破壊を繰り返しながら徐々に植生が増加していく河川: 天竜川・矢作川、植生の交換は活発だが、破壊に対して侵入が卓越しており一方的に植生が増加する河川: 長良川・揖斐川、植生はあまり交換されず、侵入のみが大きいため一方的に増加する河川: 豊川・木曾川。

(2) 研究対象の天竜川、矢作川において、過去の航空写真、横断地形測量、流量データが揃っているいくつかの期間を抽出し、計算に

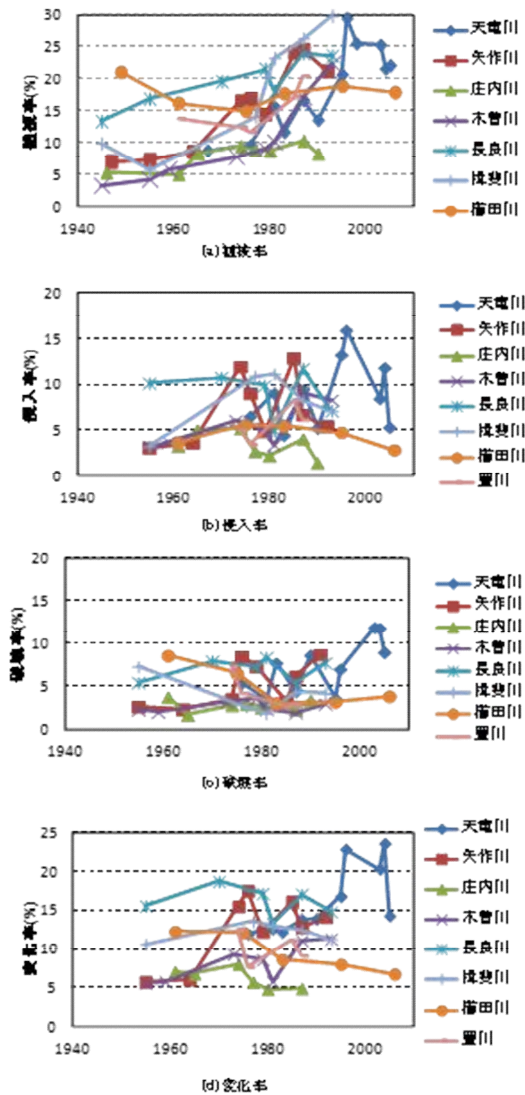


図-1 中部地方の河川における植生動態の河川間比較

よる地形・植生動態予測と、測量および航空写真分析による現地河川での植生分布を比較したところ、本研究によって開発したシミュレーションモデルによって、河道砂州の動態、草本類、木本類の植生分布を定量的に再現できることが確認された(図-2)。

長期植生動態予測を行うためには、計算機負荷の観点から、洪水時の河川流量の与え方について検討を行う必要がある。そのため、本研究では、洪水流解析実施を判断するための閾値となる流量を系統的に変化させた計算を実施し、モデルによる地形・植生分布の再現性を確認したところ、研究対象地では3000m³/s以上の流量について洪水流解析を実施することにより、地形・植生分布ともに満足する予測精度が得られることが明らかになった。

(3)川幅が異なる複数の条件下で数値解析を実施した結果、河道内の砂州モード(単列砂州、複列砂州)の違いが、植生の繁茂状況に大きな影響を与え、単列砂州の発生条件下の方が、複列砂州より河道内の樹林化が進行することが明らかになった。

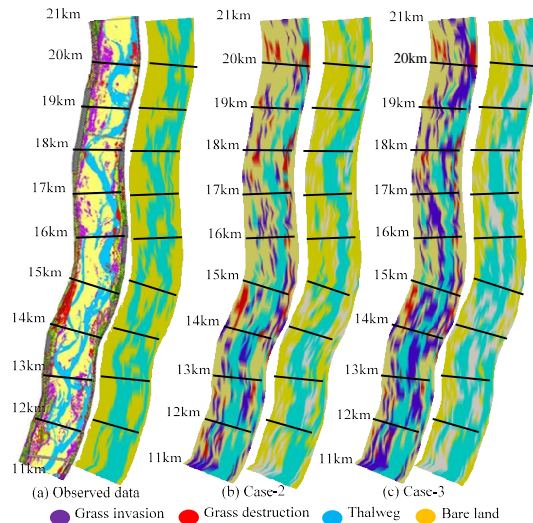


図-2 本研究で開発したモデルによる河川地形・樹林動態シミュレーション結果の一例

開発されたモデルを用いて、過去40年程度の期間における樹林の異常繁茂の原因について、「ダム建設等による洪水流量の変化」、「ダム建設等による上流からの土砂供給量の減少」、「河道掘削」、「低水護岸の整備に伴う低水路幅の変化」のいずれの要因が支配的であったかを数値実験により検討した。上記の4つの人為的インパクトのうち、上流からの土砂供給量の減少については、影響範囲が対象区間の上流域に限定的に表れるが、40年ほどの時間スケールでは全川的な影響には及ばないこと、河道掘削は樹林化、洪水流下能力とともに、相対的に大きな影響を与えることが明らかになった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計10件)

- Yuji TODA, SiNae KIM, Tetsuro TSUJIMOTO, Norichika SAKAI, Relation between sandbar mode and vegetation expansion in sand-bed river, River Flow 2014, 査読有, 7, 2014, 429-435
- SiNae KIM, Yuji TODA, Tetsuro TSUJIMOTO, Numerical modelling of response of fluvial geomorphology to weir removal, River Flow 2014, 査読有, 7, 2014, 1429-1435
- 蟹江盛仁, 戸田祐嗣, 辻本哲郎, 流域内の堰群の存在を考慮した河川生態系シミュレーション, 土木学会論文集 G(環境), 査読有, 70(6), 2014, 123-130
- 戸田祐嗣・溝口裕太・野尻晃平・山下貴正・辻本哲郎, 河川連続体仮説と洪水パルス仮説を統合した河川水系一貫物質循環解析, 土木学会論文集 B1(水工学), 査読有, 69(4), 2013, I_1687-I_1692
- 酒井紀誓・戸田祐嗣・辻本哲郎, 河道内植生の種間競争・拡大を考慮した砂州地形及び植生変化の数値解析, 土木学会論文集 B1(水工学), 査読有, 69(4), 2013,

I_1357-I_1362

Deen ISLAM, Yuji TODA, Tomofumi FURUKAWA, Tetsuro TSUJIMOTO, Estimation of vegetation removal by using aerial photograph analysis and flood flow simulation, International Review of Civil Engineering, 査読有, 4(3), 2013, 105-111

Deen ISLAM, Yuji TODA, Tomofumi FURUKAWA, Tetsuro TSUJIMOTO, Riparian vegetation dynamics in gravel bed river: Case of downstream reach of the Tenryu river, International Journal of Civil Engineering, 査読有, 5(1), 2013, 61-69

宮本仁志・赤松良久・戸田祐嗣, 河川の樹林化課題に対する研究の現状と将来展望, 河川技術論文集, 査読有, 19 巻, 2013, 441-446

戸田祐嗣・山下貴正・宮本仁志・辻本哲郎, 数値河川生態系の構築と流域河道網への適用, 土木学会論文集 G(環境), 査読有, 69(6), 2013, 127-138

戸田祐嗣・古川智文・辻本哲郎, 航空写真分析を活用した中部一級河川群の長期的植生動態の比較研究, 河川技術論文集, 査読有, 18 巻, 2012, 41-46

〔学会発表〕(計4件)

Yuji TODA, Takamasa YAMASHITA, Kohei NOJIRI, Yuta MIZOGUCHI, Tetsuro TSUJIMOTO, Numerical simulation model of river ecosystem based on river continuum concept and flood pulse concept, Int. Symp. Ecological Modelling 2013, 2013, France

Deen ISLAM, Yuji TODA, Tomofumi FURUKAWA, Tetsuro TSUJIMOTO, Removal condition of riparian vegetation in gravel bed river: Case of downstream reach of the Tenryu river, 4th Int. Conf. Water and Flood Management, 2013, Bangladesh

Deen ISLAM, Yuji TODA, Tomofumi FURUKAWA, Tetsuro TSUJIMOTO, Short Term Trend of Removal Estimation by aerial photograph analysis and flood flow simulation, 4th Int. Conf. Env. Engineering and Application, 2013, Singapore

Yuji TODA, Norichika SAKAI, Tetsuro TSUJIMOTO, Numerical simulation of long-term trend of bar morphology and vegetation distribution with consideration of interspecific competition and expansion of riparian vegetation, 12th Int. Symp. River Sedimentation, 2013, Japan (Kyoto)

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

特になし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

戸田 祐嗣 (TODA, Yuji)

名古屋大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号: 60301173

(2) 研究分担者

田代 喬 (TASHIRO, Takashi)

名古屋大学・減災連携研究センター・准教授

授

研究者番号: 30391618