

ロジスティック回帰分析を用いた鬼怒川における植生侵入予測モデルの開発

芝浦工業大学大学院 学 生 員 ○前田 尚哉
芝浦工業大学工学部 正 会 員 宮本 仁志

1. 序 論

近年、日本の多くの河川で砂州や礫河原が樹林化し河川管理上の問題となっている。しかし、樹林化が進行するすべての河道に対策することは困難であるため、筆者らは、樹林化初期段階の植生侵入に着目し、対策の優先順位を得るためのロジスティック回帰を用いた予測手法の開発を行なってきた¹⁾。本研究では、前報¹⁾を発展させ、洪水時・平常時のそれぞれでセグメント毎にモデルを構築し、個々の河道において植生侵入確率の予測を試みた。

2. 対象河川

図-1 に対象とした鬼怒川流域と観測区間を示す。2015 年 9 月の大洪水発生直後から 2019 年 11 月の 5 年間、筆者らは、図-1 に示す利根川合流地点上流 100km の 13 地点において UAV を用いた現地観測調査を行なった²⁾。本研究では、それより得られた DSM とオルソ画像および平成 23 年河川環境基図³⁾をモデル構築の基礎データとして使用した。

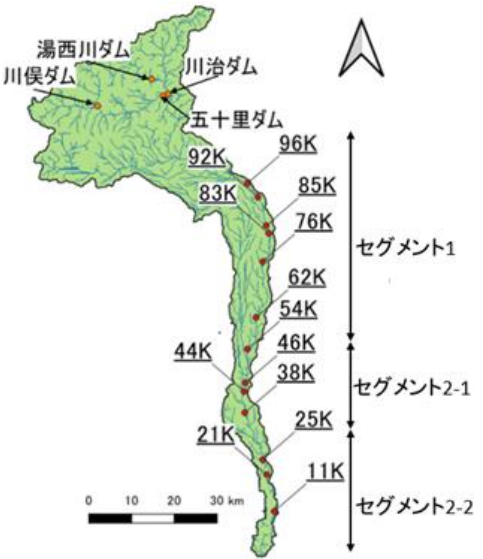


図-1 鬼怒川流域と調査区間

3. 解析方法

3.1 データセット

ロジスティック回帰分析の説明変数に使用するデータセットは、低水路水際からの最短距離、比高、無次元掃流力、植生侵入履歴、草本・木本の侵入履歴、である。各データの作成には、水理解析ソフト iRIC(ver.3.0.19)⁴⁾の平面二次元ソルバーNays2DH(ver.1.5.301)と地理空間情報システム QGIS(ver.3.16.11)を用いた。予測する翌年の植生は、百瀬ら⁵⁾の地被分類結果を利用した。

3.2 ロジスティック回帰分析

ロジスティック回帰分析⁶⁾は多変量解析の一種である。用いた関数を式(1),(2)に示す。

$$P = f(x) = \frac{1}{1 + \exp(-g(x))} \tag{1}$$

$$g(x) = \ln\left(\frac{P}{1-P}\right) = \beta_0 + \sum \beta_i x_i. \tag{2}$$

ここに、 P ：生起確率($0 \leq P \leq 1$)、 $f(x)$:ロジスティック関数、 $g(x)$ ：ロジット関数、 x_i ：説明変数、 β_0 ：定数、 β_i ：偏回帰係数である。

鬼怒川においてロジスティック回帰分析を行うにあたり、本研究では、該当区間がすべて裸地であると仮定し、翌年の植生侵入の有無を応答変数とした。表-1 に検討した 6 つのモデル(説明変数の組み合わせ)を示す。

3.3 評価指標

本研究では予測モデルの評価指標⁶⁾として以下を用いた。AIC (Akaike’s Information Criterion)を最適モデル選択のキーワード 河川植生管理、樹林化、初期侵入、予測モデル、ロジスティック回帰分析、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

表-1 モデル概略

モデル	説明変数
A	水際からの距離、比高
B	水際からの距離、無次元掃流力
C	水際からの距離、比高、植生履歴
D	水際からの距離、無次元掃流力、植生履歴
E	水際からの距離、比高、草本・木本履歴
F	水際からの距離、無次元掃流力、草本・木本履歴

ためのモデル間比較の評価指標に用いた。選択されたモデルの閾値は ROC (Receiver Operating Characteristic) 曲線を用いて決定した。閾値決定前の判断性能の評価指標には ROC 曲線下の面積 AUC (Area Under the Curve) を用いた。閾値決定後の植生侵入の評価指標には F 値を用いた。

4. 結果と考察

4.1 植生侵入予測モデルの精度検証と最適モデルの選択

本研究では、洪水時・平常時のすべてのセグメントでモデル F (説明変数: 水際からの距離, 無次元掃流力, 草本・木本履歴) が最適モデルとなった。図-2 に、モデル F に対する洪水時・平常時における各セグメントの AUC と F 値を示す。これより、平常時のセグメント 2-1, 2-2 では AUC が 0.9 以上の高精度のモデルとなり、平常時のセグメント 1 と洪水時のすべてのセグメントで AUC が 0.8 以上の中精度のモデルとなった。さらに、洪水時・平常時すべてのセグメントにおいて F 値が 0.8 以上となり、一定以上の精度で植生侵入の予測が可能なモデルが構築されたことが確認できる。

4.2 植生侵入予測マップ

図-3 に、ロジスティック回帰モデルを用いて作成した植生侵入予測マップを示す。これらは、洪水時・平常時の各セグメントにおいて構築したモデル F を各観測地点に適用し、侵入確率 P を算出したものである。これより特に、蛇行部の内岸側など予測が困難と思われる地点において侵入しない傾向が予測されている。さらに、図-3(d)と図-3(e)を比較すると、洪水時と比べて平常時は侵入確率が高いと予測されているのが確認できる。

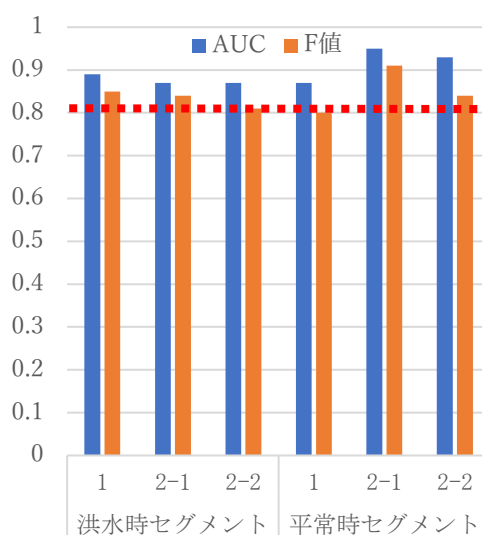
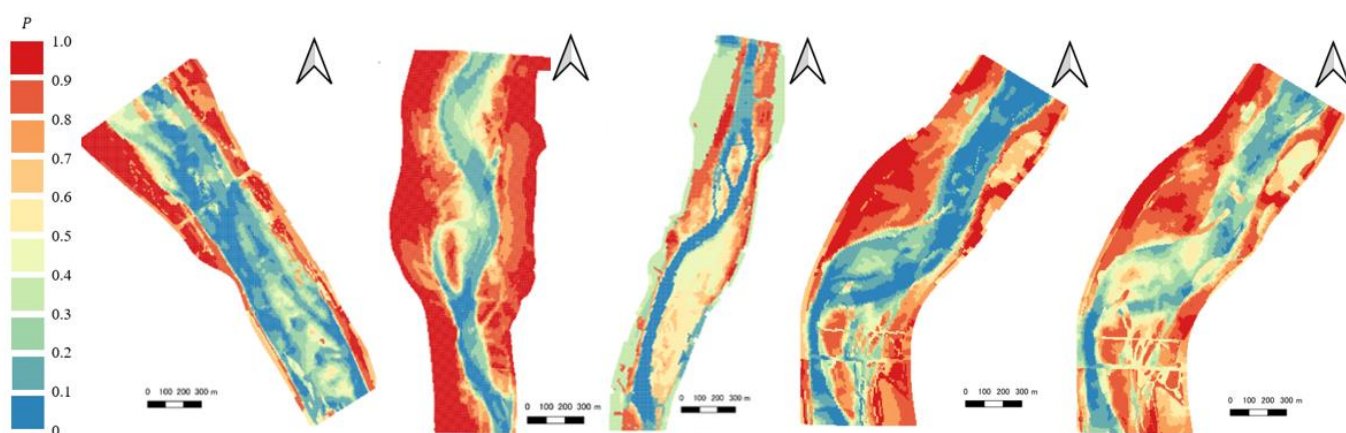


図-2 モデル F の AUC と F 値



(a) 92k 地点・平常時 (b) 46k 地点・平常時 (c) 21k 地点・洪水時 (d) 76k 地点・洪水時 (e) 76k 地点・平常時

図-3 植生侵入予測マップ

5. 結論

本研究では、鬼怒川の複数河道を対象としてロジスティック回帰分析による植生侵入予測モデルを開発し、F 値が 0.8 以上の一定精度で侵入予測マップの作成を行った。作成した予測マップは、蛇行部の内岸砂州などにおいても植生侵入がうまく予測できることが確認された。

参考文献 1) 飯村, 宮本: ロジスティック回帰分析を用いた鬼怒川河道への草本侵入の予測手法の提案, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.74, No.4, I_565-I_570, 2018. 2) 飯村, 宮本他: UAV 計測による洪水インパクトが鬼怒川の河道植生に与えた影響評価, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.73, No.4, I_1069-I_1074, 2017. 3) 河川環境データベース: <http://www.nilim.go.jp/lab/fbg/ksnkankyo/>, (2023.03.01 閲覧). 4) 木村: iRIC による河川シミュレーション, 353p, 森北出版, 2021. 5) 百瀬, 宮本他: ウェーブレット変換と機械学習を用いた UAV 河川空撮画像の土地被覆分類手法の検討, 土木学会論文集 B1 (水工学) Vol.74, No.5, I_607-I_612, 2018. 6) D.W. Hosmer Jr., et al., 宮岡監訳, 早川, 川崎, 下川訳: データ解析のためのロジスティック回帰モデル, 514p, 共立出版, 2017.