

## 河道位数を用いた日本の河川流域特性に基づく樹林化現象の類型化

芝浦工業大学 学生員 秦 夢露  
 芝浦工業大学 正会員 宮本 仁志

### 1. はじめに

近年、日本の多くの河川では砂州や高水敷などの河道空間で樹林面積の増加が顕著である。このような河道の樹林化は洪水の流下能力低下、河川生態系の変質、下流での流木被害など、河川管理上の様々な問題を引き起こす。この樹林化現象に関する既往研究は数多いが、その原因が様々なため未だ現象の統一理解はなされておらず、現状ではまず現象の類型化が有効と考えられる<sup>1)</sup>。本報では河道位数を用いて植生種の流域分布特性をモデル化し<sup>2)</sup>、流域間の植生に関する特徴分類を検討した。

### 2. 対象流域と解析データ

本報での対象流域は日本の109の一級水系である。植物種の分布データは環境省生物多様センターHP<sup>3)</sup>からダウンロードした。取得したのは、前期:1979-1986年(109の一級水系)と後期:1999年以降(34の一級水系)の2期間のデータである。前者は植物種の流域分布特性の検討に、一方、後者は各流域での前者からの経年変化分析にそれぞれ用いた。このデータは植物種が詳細に分類されているため、本報では表-1に示すように17種類に整理・再分類し、GISを用いた空間統計解析を行った。

### 3. 解析モデル

流域間の植生分布特性を比較するために河道位数*i*を用いた解析モデル<sup>2)</sup>を構築する。河道位数理論は、従来、河道数・河道長・河道勾配・流域面積など河川流域の地形量を対象に定式化されるが、本報ではそれを各植物種の流域分布に拡張適用する。植生種の河道位数モデルは次式で示す等比数列で与えられる。

$$a_m = a_1 \cdot r^{m-1} \tag{1}$$

ここに、 $a_m$ : 第*m*次流域における対象植生種の占有面積、 $r$ : 植生面積比(公比)である。

### 4. 結果と考察

#### 4-1. 日本の一級水系における植生の経年変化

図1は紀の川流域での前～後期(約20年間)の植物種の変遷である。これより、紀の川流域では流域全般で植林地・草本類(自然・二次)から二次樹林・竹林への変化が確認できる。また、水田や畑など農用地が主構成要素であるその他の分類も全流域的に減少して木本類に変化した。これは農用地の廃棄が主原因と推察される。さらに、各次数において変化する植物種の構成とその割合は流域を一貫してほぼ同様であったが、3次流域を境にして上流1・2次流域と下流3・4次流域で若干異なる特徴を呈した。図1と同様の検討を日本の34の一級水系で行った結果、構成割合が大きく変化した植生種は二次樹林・植林・自然樹林・草本・竹林であった。さらに、ほとんどの一級水系で植生変遷の構成要素は上流から下流までほぼ相似していることも確認された。

図2に相模川流域における樹林化対象樹種(ヤナギ(高木), ヤナギ(低木), タケ・ササ類, ハリエンジュ, 竹林)<sup>4)</sup>のキーワード 樹林化 流域管理 河川環境 河道位数

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 植物種の再分類

コード,凡例	分類名	コード,凡例	分類名
1	自然樹林	10	ヤナギ(低木)
2	二次樹林	11	タケ・ササ類
3	自然樹林(低木)	12	ハリエンジュ
4	自然樹林(高木)	13	竹林
5	外来樹木	14	植林地
6	自然草本	15	開放水面
7	二次草本	16	自然裸地
8	外来草本	17	その他
9	ヤナギ(高木)		

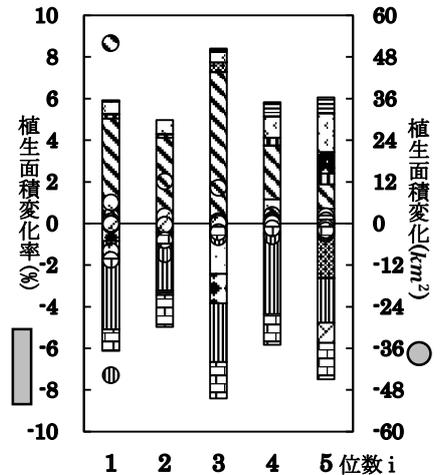


図1 紀の川流域の植生面積変遷状況

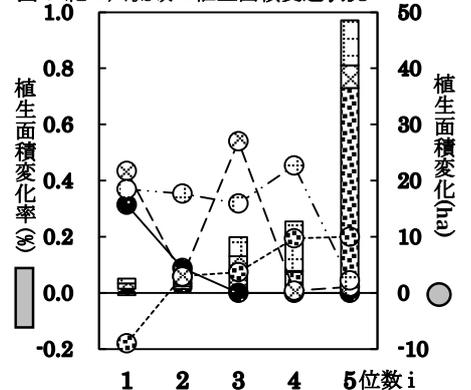


図2 相模川流域の樹林化対象樹種の変遷

経年変遷を示す。これより樹林化対象樹種は流域全般で増加傾向を示す。分類ごとの詳細は以下のようなものである：ハリエンジュは全流域で増加，タケ・ササ類は上流1・3次流域で増加，ヤナギ(低木)は下流にいくに従い増加傾向，ヤナギ(高木)は逆に下流側に減少傾向。さらに，日本の34の一級水系での検討結果からも樹林化対象樹種の増加傾向が見出された。特に，ヤナギ(高木・低木)はほとんどの流域で増加しており，高次流域で増加が著しい。タケ・ササ類は半数以上の流域で増加したが減少した流域も多く，その増減幅は高次流域で大きい。ハリエンジュは1次(源流)と最大次数(河口)の流域での増加が大きかった。

4-2. 位数則による植生分布のモデル化

図3に利根川流域の各植物種面積に対する河道位数モデルの適合性を示す。図では縦軸を調整して，下から上まで表-1に示すコード番号の昇順に結果を並べた。各植物種の河道位数モデルはプロットで示す各次数の統計値をよく表現していることがわかる。対応する決定係数 $r^2$ はほとんどの植物種で0.9以上であったが，外来草本は $r^2=0.72$ と若干低かった。これは，中流域で面積がゼロになる部分があるためである。日本の109の一級水系に対して同様にモデルの適合性を検討した結果，ほとんどの流域で決定係数 $r^2$ が0.9以上となり，各植物種の流域分布に対する河道位数モデルの適合性が確認された。

4-3. 植生分布と流域特性の相関性

図4は位数モデルによる5次流域のヤナギ(低木)，竹林の占有面積の日本分布である。図では面積の大きさを5段階に分けて示した。これより，ヤナギ(低木)は九州から北海道にいくに従って面積が増加している。一方，竹林は北海道には極めて少なく，東北から九州にいくに従い面積が増加していく傾向がわかる。これは既往の報告<sup>4)</sup>と同じ傾向であり，モデルを介して流域間比較ができる本解析の有用性が示されたといえる。

図5に5次流域におけるヤナギ(低木)の占有面積と既往の流域類型分類<sup>2)</sup>の関係を示す。図中においてプロットの濃淡(3段階)がヤナギ(低木)の占有面積の大きさを表し，縦横軸上のプロットの位置が土地利用・人口をもとにした流域特性の類型分類を表す。後者において第1主成分は森林-都市軸，第2主成分は農用地-河川・湖沼軸となる。図5より，第一象限の森林-農用地においてヤナギ(低木)の占有面積が大きい流域が集中傾向にあるのがわかる。一方，ヤナギ(低木)の占有面積の小さい流域は，第一主成分軸のマイナス側(都市)にあつまる傾向が見られる。これより，ヤナギ(低木)は都市流域よりも田舎の流域で多く繁茂する傾向が推察される。

5. 結論

本報では植物種の流域分布に河道位数モデルを適用させ，日本109の一級水系における植生分布特性と経年変化を分析した。植生分布と流域特性の関係を検討した結果，ヤナギ(低木)と流域の都市化との間に相当程度の関係性が見出された。今後，植生分布に影響する降水量，気温，地質などを考慮して植生分布特性を分析する必要がある。<参考文献> 1) 宮本，赤松，戸田：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，19，pp.441-446，2013。 2) Miyamoto, H., et al: Basin-Wide Distribution of Land Use and Human Population: Stream Order Modeling and River Basin Classification in Japan, *Environmental Management*, 47(5), pp.885-898, 2011. 3) 環境省生物多様センター自然環境保全基礎調査: [http://www.biodic.go.jp/ne\\_research.html](http://www.biodic.go.jp/ne_research.html)。 4) 佐貫，大石，三輪：全国一級河川における河道内樹林化と樹木管理の現状に関する考察，河川技術論文集，16，p241-246，2010。

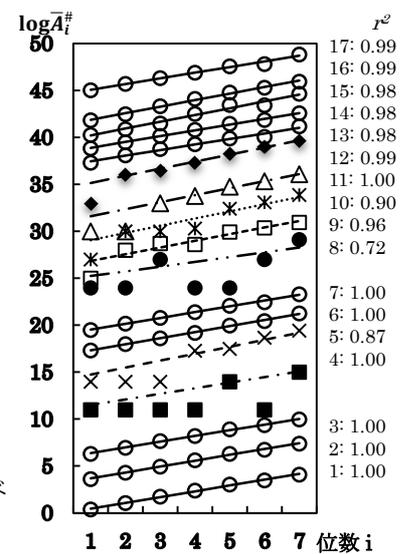


図3 植生面積に対する位数モデルの適合性(利根川)

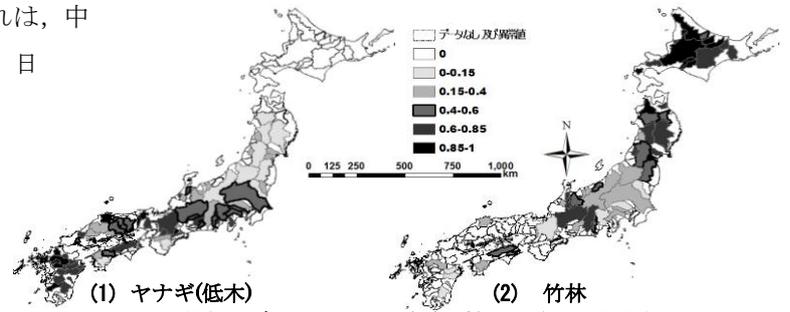


図4 位数モデルによる5次流域の植生面積の日本分布

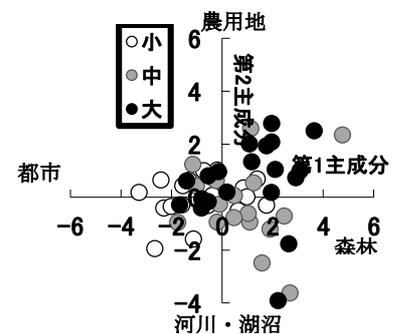


図5 流域特性とヤナギ(低木)面積の関係