

河状履歴指標による砂州上の 植物群落分布の再現

REPRODUCTION OF VEGETATION MAPS OF ALTERNATE BARS
UTILIZING A NUMERICAL NICHE DIFFERENCIATION MODEL

古東哲¹・岸本崇²・岡部健士³・鎌田磨人⁴・梅岡秀博⁵

Satoshi KOTOH, Takashi KISHIMOTO, Takeshi OKABE, Mahito KAMADA and Hidehiro UMEOKA

¹学生会員 徳島大学大学院 工学研究科博士前期課程 (〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1)

²学生会員 徳島大学大学院 工学研究科博士前期課程 (〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1)

³正会員 工博 徳島大学教授 工学部建設工学科 (〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1)

⁴正会員 学術博 徳島大学助教授 工学部建設工学科 (〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1)

⁵正会員 徳島大学技官 工学部建設工学科 (〒770-8506 徳島市南常三島町 2-1)

A numerical niche differentiation model, previously proposed by the authors, was applied to reproduction of meshed vegetation maps of three alternate bars formed in a row at a downstream reach of the Yoshino River, in Shikoku island, Japan. The model was utilized for judging the dominant plant community type in each mesh element from a set of physical habitat attributes and so-called preference curves. In cases when the preference curves were prepared with regard to an individual bar and referred to within this bar alone, the dominant plant communities were successfully judged with an accuracy of 70%. In cases when a set of preference curves were commonly applied to the three bars, however, accuracy was considerably reduced.

Key Words : vegetation map, alternate bar, niche differentiation model, physical habitat attributes

1. まえがき

我が国では、とくに第2次世界大戦後の念入りな砂防事業と河道改修, 多数のダム建設などの結果として中・下流域の河床が著しく安定化し, 砂州上でも植物群落が広範囲に成立するようになった。そして昨今, 治水と環境を両立させる河川事業の推進が望まれる中で, それらの適正な管理が重要な課題となっている。

上述のような河道内植生について合理的かつ効果的な管理計画を立案するためには, 河川という厳しい物理環境条件下で生じる植生動態の諸特性を把握しておくとともに, その動向の予測法を開発しておく必要がある。このような観点より, 近年, 水工学の分野でも河道内における植物群落の分布やその動態の解明を目的とした研究が, 盛んに行われている。

そして, 河川の物理環境と植物群落の棲み分け, 消長, 遷移などとの関係の把握^{1,2,3)} やそのモデリング^{4,5)} について, 数多くの有用な成果が挙げられている。このなかで, 筆者らは, 徳島県吉野川の下流部に形成された交互砂州上の植物群落を対象にして, 局所的な物理環境の履歴と出現する植物群落の種類との関係を分析するとともに^{6,7,8)}, 物理環境履歴を代表とする幾つかの指標(以下, 河状履歴指標と呼ぶ)を説明変数として, 現存植生図を再現する手法を検討してきた^{9,10)}。これは, まず砂州領域を 10m × 10m のメッシュ領域に細分したのち, メッシュごとに出現する群落の優占種を PHABSIM¹¹⁾ で利用されている選好度曲線の概念を応用しながら判定するものである。そして, これまでに単一の砂州のみを対象にして判定精度の改善を図ってきた結果, 約 70%の精度で群落種の判定が可能な段階に達した¹⁰⁾。

本研究では, 複数の砂州を対象に植生メッシュ図

の再現を行い、著者らが提案した手法の一般性を検証するとともに、さらなる改善の方向性を検討した。

2. 調査地と植生メッシュ図

調査地は、図-1 に示すように、一級河川吉野川の下流域、第十堰と柿原堰に挟まれた区間である。ここには5個の交互砂州群が形成されているが、著

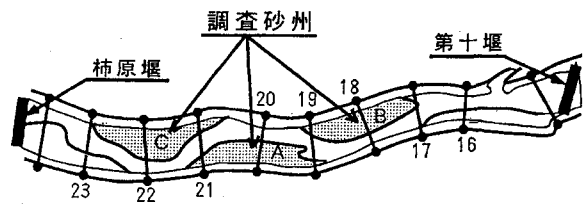


図-1 調査区間と3砂州の概要

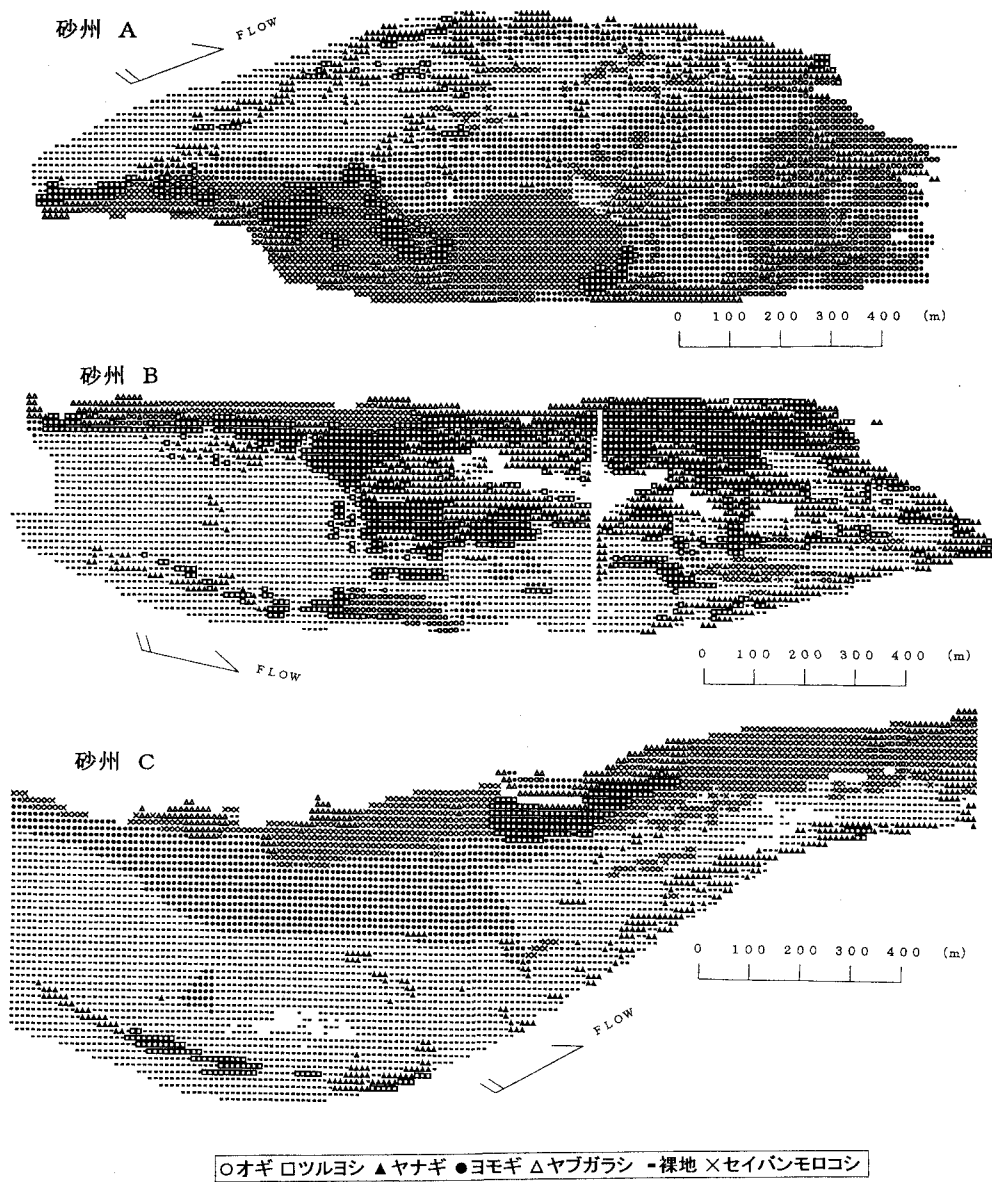


図-2 メッシュデータ化された砂州上の植生図

者らは図中に示した A, B および C の 3 砂州に着目し、それぞれについて 1994, 1995, 1996 年に詳細な植生調査を実施した。図-2 は、3 個の砂州の植生図を現地スケールで 10m×10m のメッシュ形式で描いたものである。植物社会学的には 3 砂州全体で合計 15 種の群落を確認した。しかし、本図では、それらを 6 種の群落および裸地に統合している。この

理由は、著者らの植生図再現が主として河道粗度評価への利用を目的としているためである。すなわち、粗度の観点から植物群落を類型化する際には、個体の流体抵抗特性が類似した種の区別はとくに必要がないし、被度・群度の小さい種は無視しても差し支えない。図-2 に示した 3 枚の植生図を比較してみると、ヤナギは水際付近、ヨモギは砂州中央部、ヤ

ブガラシは高水敷沿い、また、オギは砂州下流端付近を中心に分布するという共通した傾向が見られる。ただし、各種群落の配置や分布形状は、それぞれ砂州ごとに特徴的なものとなっており、植物の棲み分けには多様な物理環境条件が複雑に関与していることがうかがえる。

3. 出現群落種の判別モデル

筆者らの植生図再現モデルは、図-2 の各メッシュに属する n 個の河状履歴指標 $x_j (j=1\sim n)$ を説明変数にして、そこに発生する可能性がある m 種類の植物群落のうち、いずれが出現するかを次の手順 1~4 で判定するものである。

手順 1：河状履歴指標の選定と算定

- 本研究では、 x_j として次の 8 個を用いている¹⁰⁾。
- ・累加河床変動量：評価期間の初年と最終年について求めた河床位の変動量、
 - ・累加河床上昇量および累加河床下降量：評価期間の各年を河床の上昇年および下降年に分け、それぞれについて別々に変動量を累加したもの、
 - ・平均渇水期比高：各年の最小流量時の水位を基準にした砂州地盤高の期間内平均値、
 - ・平均洪水期冠水時間率：ある閾値以上の流量が発生した全時間内において注目点が冠水した時間長の比率、
 - ・冠水時平均摩擦速度：評価期間内に注目点が冠水するたびに求めた摩擦速度の期間内平均値、
 - ・平均年最大摩擦速度：各年の最大流量がもたらす摩擦速度の評価期間内平均値、
 - ・平均地形凹凸度：各評定点まわりの局所的な河床横断形状を近似する 2 次関数の 2 階微係数の期間内平均値。

これらの指標の値は、まず、評価期間を植生図が描かれた年に先行する 12 年間とし⁷⁾、各定期横断測量断面に等間隔で 201 個づつ設定した固定標定点について、横断測量成果や流量・水位の時系列資料をもとに、一部不等流計算も行いつつ計算する。ついで、判定対象のメッシュごとの指標値を 3 次スプライン内挿法から算出する。

手順 2：選好度曲線の作成

再現対象の砂州における植生調査の結果、第 i 種の群落 ($i=1\sim m$) が出現した全メッシュの x_j を母集団として、その相対頻度分布図を描く。頻度 f_{ij} は第 i 群落種の x_j に対する適応性の高さを反映したものと解釈し、それを選好度 $p_i(x_j)$ とみなす。選好度の曲線は、 $m \times n$ 個作成される。

手順 3：個別選好度の算定

個別選好度は、第 i 種の群落が各メッシュの属性

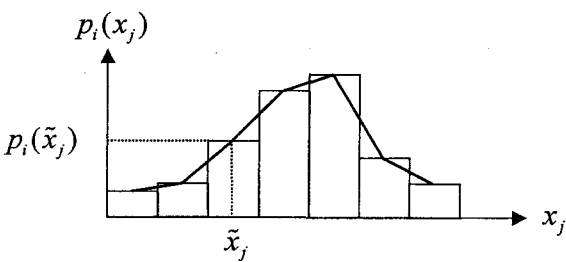


図-3 選好度曲線の模式図

量として求められている $\tilde{x}_j$ に対して示す選好度と定義しており、 $p_i(\tilde{x}_j)$ と表わす。いま、 $p_i(x_j)$ が図-3 のように求まっているとき、適当な内挿操作を通して、 $p_i(\tilde{x}_j)$ を算出する。

手順 4：総合選好度の算定と群落種の判定

i を固定した $p_i(\tilde{x}_j)$ の累乗積、すなわち

$$P_i = \prod_{j=1}^n p_i(\tilde{x}_j) \tag{1}$$

を第 i 種の群落の指標値群 $\tilde{x}_j$ に対する総合選好度とみなし、 P_i が最大となる種類の群落が各メッシュ上に出現すると判定する。

4. 適用結果

著者らは、これまで砂州 A のみを対象とし、選好度モデルの再現性向上を図ってきた。この節では、本モデルを他の砂州 B および C にも適用して、一般性を検証するが、再現手順の中で選好度曲線を決める際に、それを各砂州単位で求める場合と 3 砂州全体について共通の選好度曲線を求める場合を検討した。なお、図-2 に示した 6 種の凡例のうち、セイバンモロコシについては、これが最近、高水敷の畑地から逸脱したもので、砂州における物理環境との関連はほとんどないと推察されることから、再現対象から外すことにした。

(1) 砂州単位の選好度曲線に基づく再現結果

図-4 に一例として、砂州 C の再現結果を示す。図-2 に示した植生図と比較しながら再現状況を見てみよう。まず、各群落の出現位置に注目すると、ツルヨシの一部が実測図では全く見られない砂州中央部にまとまって出現すると誤って判断されている点を除けば、どの群落もおおむね良好に再現されているようである。ただし、各群落の分布形状を細かく比較すると、例えば、ヤナギの出現範囲が実際のものよりかなり過大評価されていたり、ヨモギの分布形状が上流部で実測と異なる点など、不一致もある。一方、ツルヨシ、オギ、ヤブガラシについては、分布形状がいずれも実測のものとよく一致している。

図-5 に 3 砂州の群落別および砂州全体の再現精

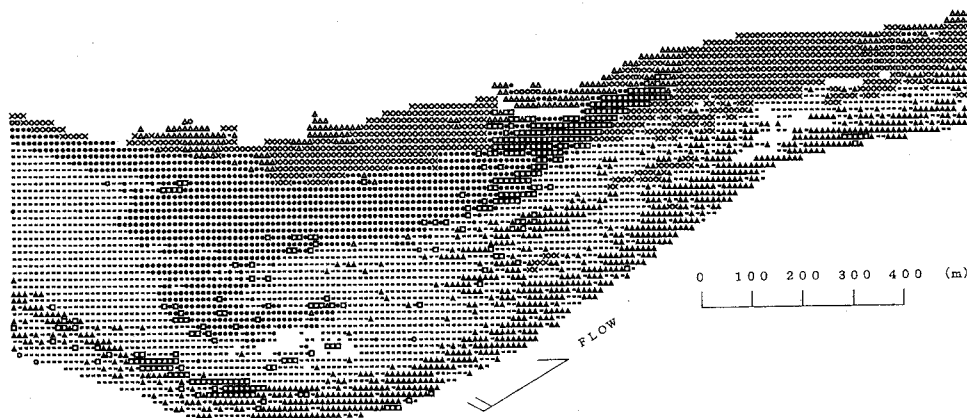


図-4 砂州単位での選好度曲線を用いて再現された植生図の一例（砂州 C）

度を示す。ここに、再現精度は、対象としたメッシュ群のうち実測結果と再現結果で植種の一致が見られたメッシュ数の全体数に対する割合を百分率で表わしたものである。再現精度は群落の種類で相違するが、60～90%という比較的高い精度が得られている。中でもヤブガラシやオギの精度が特に高く、逆にヤナギや裸地の精度が低めの値を示している。また、砂州による再現精度の違いを見ると、ヤブガラシと裸地での相違は小さいが、他の群落では砂州によって再現精度が大きく異なる傾向が表れている。このように群落種別に見るときには精度のバラツキが目立つが、砂州全体では、砂州 A が 68%，砂州 B が 60%，および砂州 C が 73%とある程度満足できる精度が得られている。

図-6 は参考のために植物群落の判定を誤るパターンを示したものである。すなわち、実測図ではある種の群落が出現したメッシュ群が本法によればどの群落と判定されたかを統一的に百分率で表示している。この図から、誤りの大半は隣接して成立する群落間で生じてことがわかる。例えば、砂州 A のヤナギ、ヨモギ、裸地の3者や、砂州 B のツルヨシ、ヤナギ、裸地の3者、あるいは砂州 C のヤナギと裸地、ヨモギと裸地の2者などの識別があいまいになっている。このことは、再現図における群落境界が実際のものより不鮮明になっていることと同義である。

(2) 全砂州に共通の選好度曲線に基づく再現結果

全砂州に共通の選好度曲線を作るに先立ち、砂州単位のもの进行比较・対照したところ、累加河床下降量、平均洪水期冠水時間率、冠水時平均摩擦速度という3種の指標においては、選好度曲線の相違が極めて著しいことが認められた。このことは、3砂州のデータを一つの母集団として作る選好度曲線（ヒストグラム）は現実のものとはかけ離れたものにな

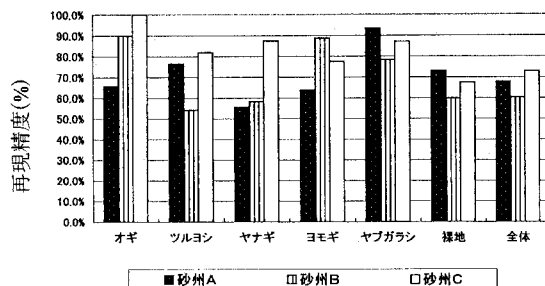


図-5 3砂州の各群落および全体の再現精度（砂州単位での選好度曲線を使用）

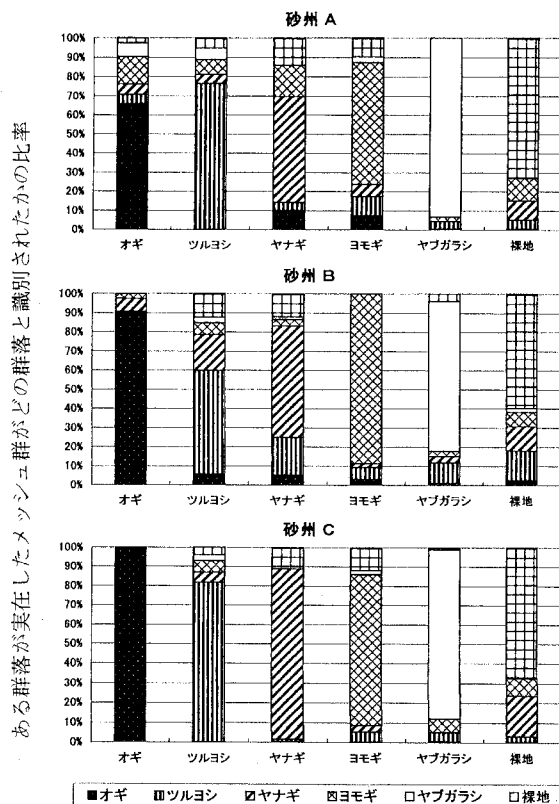


図-6 誤った判定のパターン（砂州単位での選好度曲線を使用）

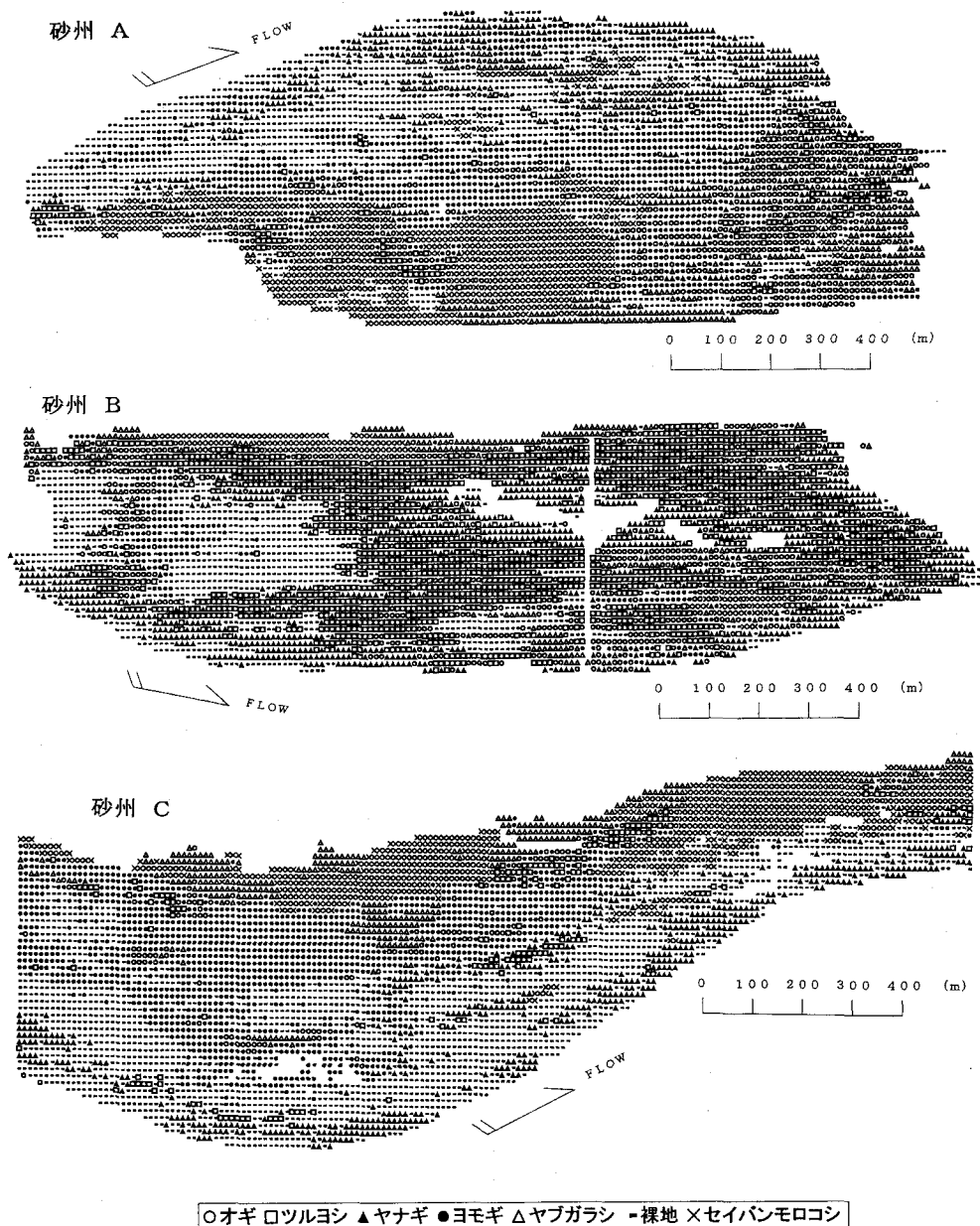


図-7 全砂州に共通の選好度曲線を用いて再現された砂州上の植生図

ることを意味しており、判定精度の低下が予想された。そこで、以下に示す再現結果を得る際には、上述した3種の指標を不採用とした。

さて、図-7にこの場合の再現結果を示し図-2と比較してみる。まず、各種群落の出現位置に注目すると、ある程度大きくまとまった群落の場合には、それが砂州単位の場合とほぼ同様の良好さで再現されているようである。しかし、砂州Aで実際には上流域を中心に分布するツルヨシが下流域のオギ群落内に散在すると判断されていたり、砂州Bでヨモギやオギが砂州上流部の裸地域にパッチ状に出現するとされているなど、実測図との本質的な相違も多く見られる。さらに、分布形状にまで立ち入ると、砂州Bにおけるツルヨシや砂州上流部のヤナギ、また、砂州Cにおけるヨモギの分布範囲がかなり過大

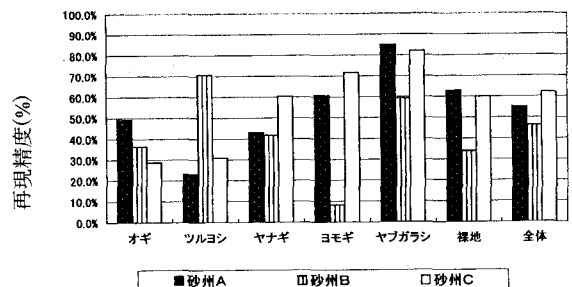


図-8 3砂州の各群落および全体の再現精度
(全砂州に共通の選好度曲線使用)

評価されているとともに、それらの群落境界も断続的なものになっている。

図-8 は各群落別および砂州全体についての再現精度を示したものである。まず図-5 の場合と比較して、砂州全体の再現精度が 3 砂州ともに 10~15% ほど低下している。群落別にみると、ヤブカラシ以外の群落の再現精度はひとしく低下しており、砂州 B、C のオギ群落、砂州 A、C のツルヨシ群落、および砂州 B のヨモギ群落の場合に極端である。これらの精度低下が著しい群落は、該当する砂州では狭い範囲に集中して分布しているものであり、3 砂州に共通した選好度曲線の利用が、結果としてその転移や分散の可能性を高めたものと思われる。

最後に、図-9 に各砂州における群落別の誤りのパターンを示す。図-6 と比較すると、砂州 B のヤナギとツルヨシ、砂州 C のヤナギと裸地、およびヨモギと裸地のように、図-6 で誤りやすい群落であると判断されたものが、再び同じ傾向を示しており、基本的な誤りのパターンは変化していない。ただし、砂州 B、C のオギ、ツルヨシ、ヨモギなどの群落に関しては、これらは多数の群落に誤って判断されており、誤りのパターンに特徴が認められない。

5. あとがき

本研究では、選好度モデルの一般性の有無を確認するため、複数の砂州で植生図の再現を試みた。その結果、砂州単位の選好度曲線を用いた場合、60~70%程度の再現精度が得られることがわかった。しかし、全砂州に共通の選好度曲線を用いた場合、再現精度は低下した。再現精度をさらに向上させる方法としては、本モデルの構造改善や他の形式のモデルへの転換が考えられるが、物理環境履歴のみから植生図を回帰的に再現すること自体が、ある種の限界に達しているとの見方もできる。今後は、植物動態のダイナミックな追跡モデルも視野に入れておくことが必要と思われる。

参考文献

- 1) 辻本哲郎, 岡田敏治, 村瀬尚: 扇状地河川における河原の植物群落と河道特性-手取川における調査, 水工学論文集, 第 37 巻, pp.207-214, 1993.
- 2) 李参熙, 藤田光一, 山本晃一: 礫床河道における安定植生域拡大のシナリオ-多摩川上流部を対象にした事例
- 3) 瀬崎智之, 服部敦, 近藤, 和仁, 徳田真, 藤田光一, 吉田昌樹: 礫州上草本植生の流出機構に関する現地観測と考察, 水工学論文集, 第 44 巻, pp.825-830, 2000.
- 4) 砂田憲吾, 岩本尚, 渡辺勝彦: 出水履歴と河道特性が植生域の長期変動に及ぼす影響に関する基礎的研究, 水工学論文集, 第 42 巻, pp.451-456, 1998.

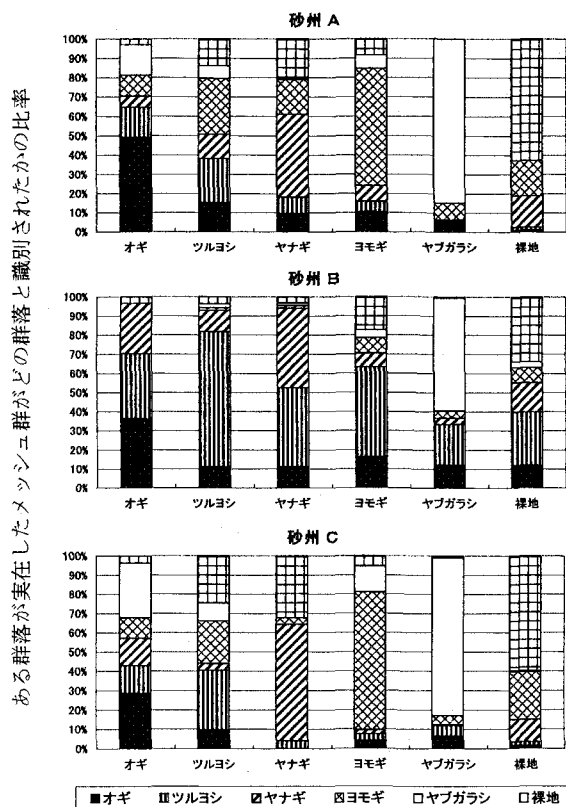


図-9 誤った判定のパターン

(全砂州に共通の選好度曲線を使用)

- 5) 辻本哲郎, 村上陽子, 安井辰弥: 出水による破壊機会の減少による河道内樹林化, 水工学論文集, 第 45 巻, 2001.
- 6) 岡部健士, 鎌田磨人, 林雅隆, 板東礼子: 砂州上の植生と河状履歴の相互関係, 徳島大学工学部研究報告, 第 41 号, pp.25-38, 1996.
- 7) 岡部健士, 鎌田磨人, 湯城豊勝, 林雅隆: 交互砂州上の植生と河状履歴の相互関係, 水工学論文集, 第 40 巻, pp.205-212, 1996.
- 8) 岡部健士, 鎌田磨人, 小寺郁子: 交互砂州上の植物群落分布とこれに及ぼす河状履歴の影響, 水工学論文集, 第 41 巻, pp.373-378, 1997.
- 9) 岡部健士, 上田幸伸, 鎌田磨人, 梅岡秀博: 砂州上の植物群落立地の物理環境特性とこれを利用した群落分布の予測, 環境システム研究, Vol.27, pp.323-329, 1999.
- 10) 古東哲, 岸本崇, 岡部健士, 鎌田磨人: 砂州上の植物群落の再現モデル, 環境システム研究, Vol.29, pp.171-178, 2001.
- 11) Nestler, J.M., Milhaus, R.T. & Layzer, J.B.: Instream habitat modeling techniques, Alternative in Regulated River Management, edited by Gore, J.A. & Petts, G.E., CDC Press, 1989.

(2001. 10. 1 受付)