

・実務でつかえる
・シンプルで分かりやすい

深層学習を用いた河道内植生予測モデル

藤村善安¹・村上千晶¹・秋田麗子²・田方俊輔³

¹日本工営(株)中央研究所 ²日本工営(株)流域水管理事業部 ³日本工営(株)河川計画部

1.はじめに 河道内の植生は治水と環境の重要因子

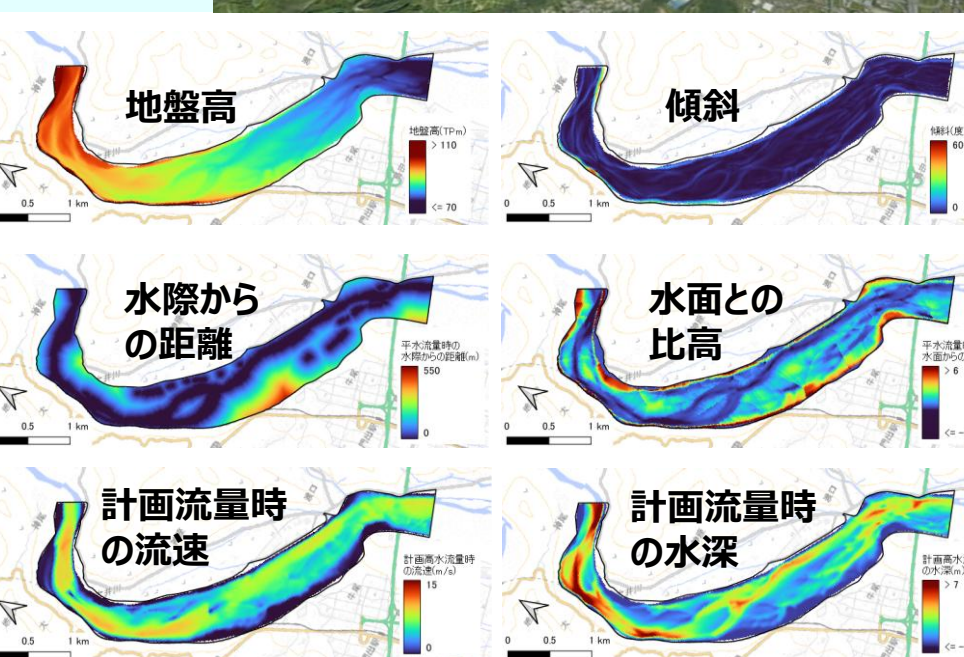
- 河道の計画・設計等に活用できる、実用的な植生予測手法が必要
- どの手法も物理環境と植生を関連付ける点、および説明変数の複雑な関係を取り込めないのは共通

▼既存の植生予測モデルの概要

種別	演繹的	帰納的
考え方	植生の消長を予め定式化し、逐次計算ルーチンに組み込む	物理環境と植生の分布 or 変化パターンの対応を統計的にモデル化
時間	経時変化を予測	ある一時点を予測
予測対象	樹木か否か等、単純	多くの植生タイプ
説明変数	少数	多数

2.深層学習による植生予測モデルの概要

検討対象
大井川
18-24k

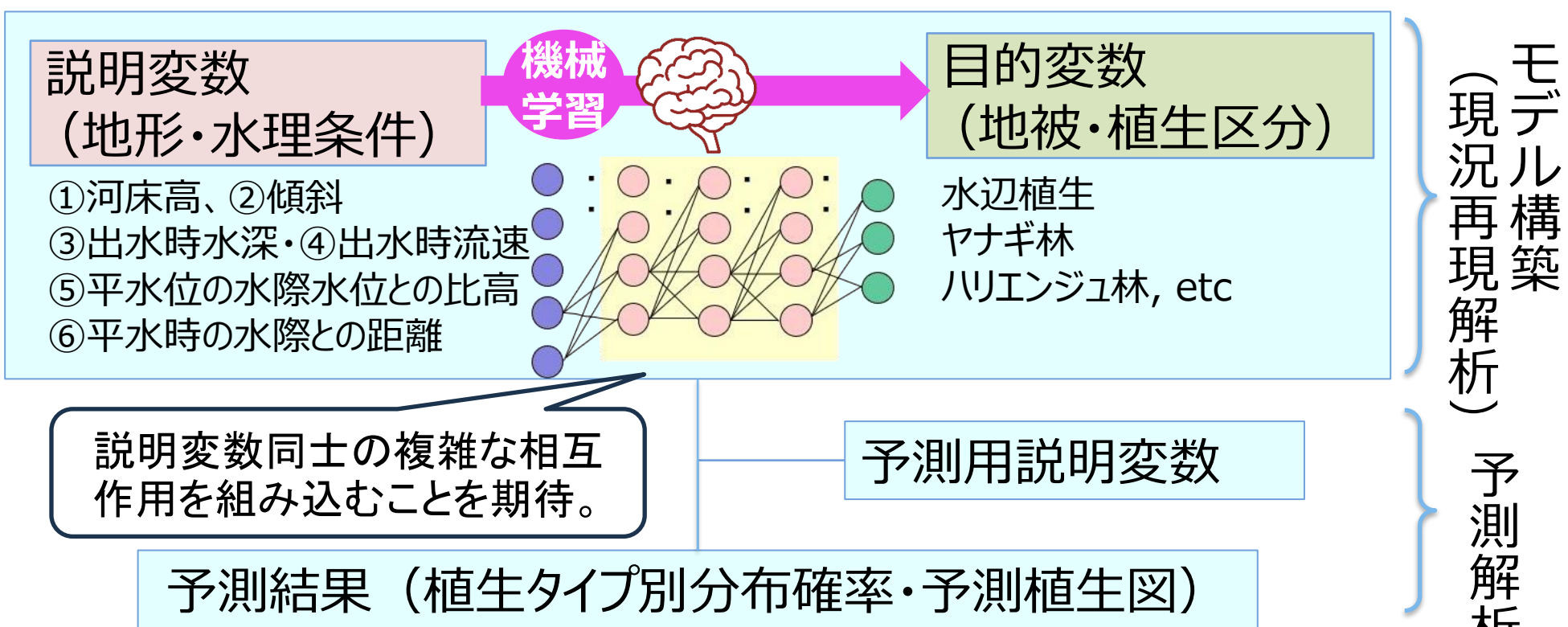


▲説明変数：地形・水理条件

▼目的変数：水国の群落を予測用に集約整理

モデル用 植生区分	河川水辺の国勢調査基図（令和5年）の群 落
1. 裸地・開放水面 ・一年生草本	開放水面、自然裸地、人工裸地、 オオイスター・オオクサキ群落
2. 水辺植生	セイタカヨシ群落、ツルヨシ群集
3. 低木 ・乾性草本	コセンダングサ群落、メヒバ・エノログサ群落、ヒメ ムカシヨモギ・オオアレチノギ群落、メマツヨイグサ・マル バヤハズソウ群落、オオブタクサ群落、カンムグラ群 落、カワヨモギ・カワハハコ群落、ヨモギ・メドハギ 群落、イタドリ群落、セイタカアワダチソウ群落、オギ群 落、メリケンカルカヤ群落、シナダレスズメガヤ群落、ス スキ群落、チガヤ群落、クズ群落、デリハノイバラ群落 ネコヤナギ群集、コメヤナギ群集、コゴメヤナギ群集 （低木林）
4. ヤナギ林	アキグミ群落、メダケ群集、クヌギ群落、スルデーアカ メガシワ群落、スルデーアカメガシワ群落（低木林）、 オニグルミ群落、ムクノキ・エノキ群集、ムクノキ・エノ キ群集（低木林）、アラカシ群落、アカマツ群落、モ ウソウチク植林、マダケ植林、スギ・ヒノキ植林、クスノ キ植林、ハリエンジュ群落
5. その他樹林 ・タケ類	アキグミ群落、メダケ群集、クヌギ群落、スルデーアカ メガシワ群落、スルデーアカメガシワ群落（低木林）、 オニグルミ群落、ムクノキ・エノキ群集、ムクノキ・エノ キ群集（低木林）、アラカシ群落、アカマツ群落、モ ウソウチク植林、マダケ植林、スギ・ヒノキ植林、クスノ キ植林、ハリエンジュ群落
6. 予測対象外	植栽地、農用地、公園・グラウンド等

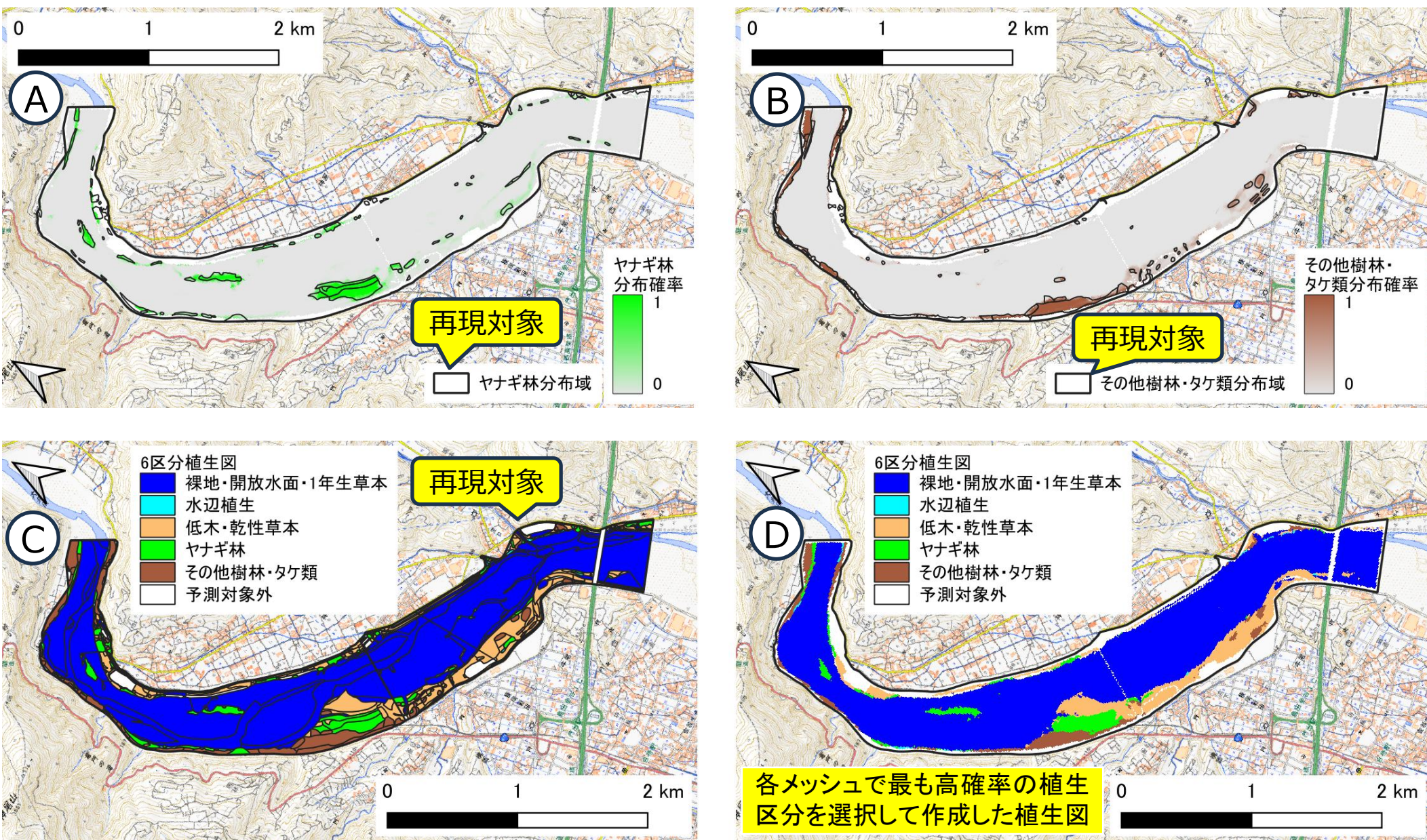
▶全て10m方形メッシュで整理（全26,428メッシュ）



モデルの構造
中間層：1層目 ノード数100、2層目ノード数50、活性化関数：出力層 softmax、その他の層 relu、損失関数：categorical crossentropy、Epoch数：50

謝辞：データの使用についてご許可いただいた、国土交通省の静岡河川事務所に御礼申し上げます。

3.モデル構築・現況再現結果



▲再現対象と再現計算結果

▼現況・計算植生図の対比

計算結果	裸地・開放水面 ・一年生草本	水辺 植生	低木 乾性草本	ヤナギ林	その他樹林 ・タケ類	合計	再現率
再現対象							
裸地・開放水面・一年生草本	77.41	0.02	0.33	0.32	0.14	78.22	98.96
水辺植生	0.19	0.23	0.05	0.04	0.05	0.56	42.18
低木乾性草本	0.65	0.00	9.26	0.26	0.37	10.55	87.84
ヤナギ林	0.86	0.05	0.44	3.66	0.37	5.38	68.07
その他樹林・タケ類	0.22	0.01	0.61	0.21	4.24	5.29	80.06
合計	79.32	0.31	10.70	4.50	5.16	100.00	
適合率	97.59	74.70	86.59	81.41	82.05		94.81

全データで学習し直したモデルの計算結果。表中の数字は全解析メッシュ数に対する割合(%)で赤枠内の合計が100となる。**朱書き**は正解を示し、その合計が全体の正解率(正解メッシュ数／解析メッシュ数)94.8%となる。

- 交差検証で構築した5つのモデルのテストデータの正解率は平均93.7（最低93.5～最高94.0）%
- 再現率・適合率とも多数派の区分で高精度。
- 再現率の低いヤナギ林も、分布確率で見ると現況をよく再現している。再現率が低く、適合率が高いのは、外れの少ない（計算結果がヤナギ林となったメッシュは実際にヤナギである可能性が高いことを意味している）

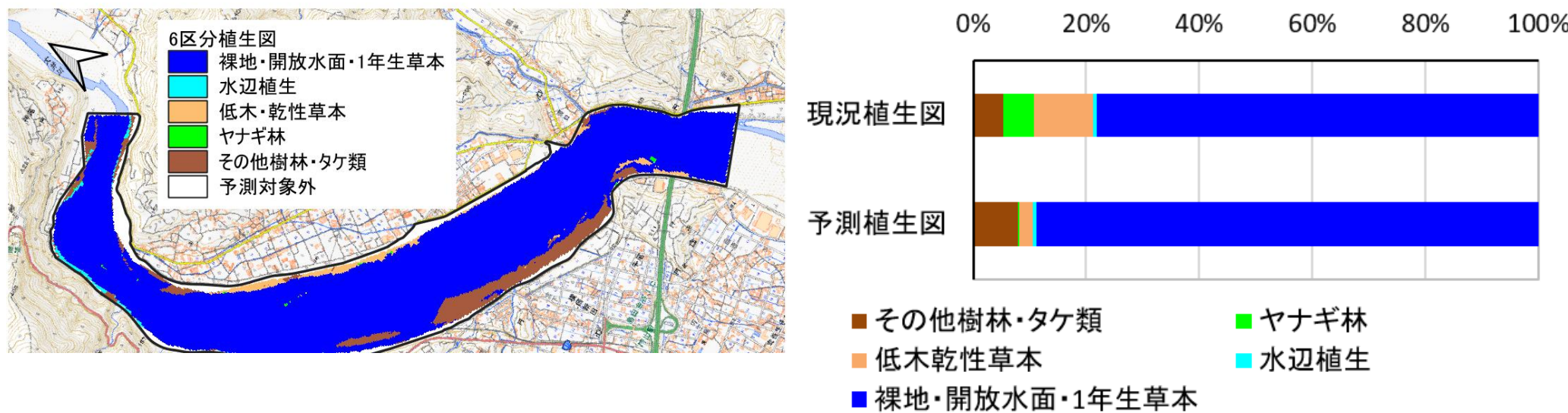
▼参考：AUC

植生区分	AUROC	AUPR
裸地・開放水面 ・一年生草本	0.996	0.999
水辺植生	0.996	0.629
低木乾性草本	0.993	0.944
ヤナギ林	0.985	0.840
その他樹林・タケ類	0.992	0.908

AUROCは偏りの多いデータの精度評価には注意が必要。

4.予測条件・予測結果

- 上流からの土砂供給が減少した条件で平面二次元河床変動計算を実施、現滞筋部が深掘れ、その周辺で堆積傾向となった。
- の地形もとに流況計算を行い、説明変数を作成し予測した。



ヤナギや低木乾性草本の減少、裸地・開放水面と樹林の増加。→二極化の進行が予測された。

5.モデルの特性・活用法と留意点

①精度が高い理由

- 中間層の存在により説明変数間の相互作用を取り入れた。
- 多くの植生区分の解析により結果的に競争関係を反映した判別ができる。
- 1時点の植生～物理環境の単純なモデル化（そもそも植生変化をモデル化していない）。

②モデルの活用

- 現況再現結果**：例えば実際には樹林ではないが、現況再現結果では樹林となる確率が高い場所が存在した場合、その場所は樹林化ポテンシャルの高い場所と解釈できる。保全対象となる植生の場合には、再生ポテンシャルが高い場所と解釈でき、河道内樹木の管理や自然再生事業に活用可能。
- 予測結果**：より樹林化しにくい掘削形状の検討に活用可能。特に、予測結果の植生を定量的に表現できるため、河川環境の定量目標に関する検討にも利用しやすい。（予測結果は、今後実データでの検証が望まれる）

③活用上の留意点

- 外挿的使い方をしない**：わずか6つの説明変数で精度よくモデル化できる理由は、説明変数以外の要因（ex. 植物相、水位変動パターン）は全メッシュで共通という仮定をおき、その仮定がなりたつ範囲でモデルを構築しているため。そのため、他河川で解析する場合は、その河川のデータでモデルを構築する必要がある。
- 予測時点が学習データに依存**：例えば学習に用いた地形・植生が、洪水等による植生の破壊から10年後のデータであった場合には、予測結果は予測条件として与えた地形が形成されてから10年程度後の植生と解釈される。そのため、本モデルの利用に適したケースは、植生変化が落ち着いた場合の植生を予測するケース。（攪乱後間もない変化の激しい時期の予測には向かないが、そのような需要は多くないため、実務上は困らない）