

三次元データ・AI画像解析を活用した樹木管理の高度化

1.背景と目的

木曽三川では、河道内樹木の再繁茂が流下能力の低下要因となっており、その管理が喫緊の課題となっている。

- 精度を確保した**効率的な樹木繁茂状況の把握手法**と、樹木が流下能力に及ぼす**影響の定量的な評価手法**の確立が求められる。
- ヤナギなどの生・拡大の速い樹木の繁茂を適切に把握するには従来の水辺の国勢調査(5年に1度)だけでは不十分であり、再繁茂による流下能力の低下を適切に評価するには**高頻度のモニタリング**が必要。

- **三次元データを活用**し、流下能力における樹木繁茂の**影響評価を効率的かつ定量的に**実施する方法を検討した。
- **UAV写真測量**や**AI技術**を活用し、木曽三川における**樹木繁茂状況の把握を効率的かつ高頻度**に実施する方法を検討した。

3.樹木死水域の定量的評価と流下能力への影響

三次元データを活用した樹高の定量的評価

- 樹木死水域の高さの違いが流下能力に及ぼす影響を分析するため、「①各樹木群エリアの平均的な樹高」、「②各樹木群エリアの最大程度の樹高」の2ケースの樹木死水域を設定した(図-3)。

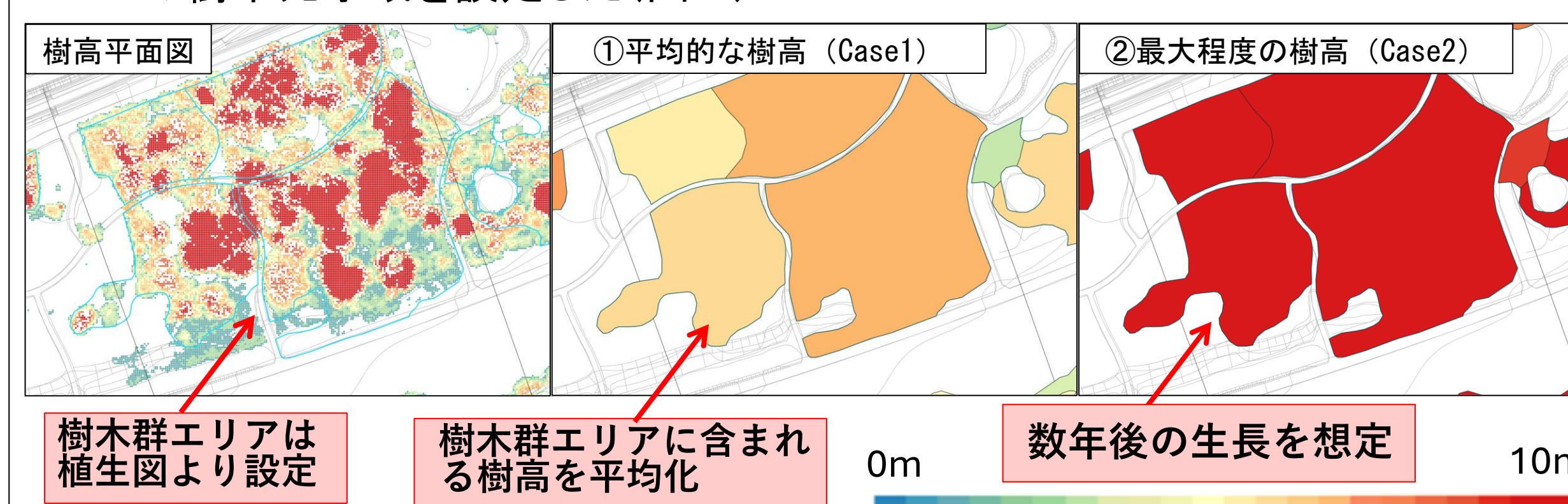


図-3 樹高平面図を活用した樹高設定

三次元データを活用した樹高の定量的評価

- ①平均的な樹高(Case1)、②最大程度の樹高(Case2)と樹種に応じた一般的な樹高(Case0)を設定し、樹高が流下能力に及ぼす影響を評価した(図-4)。

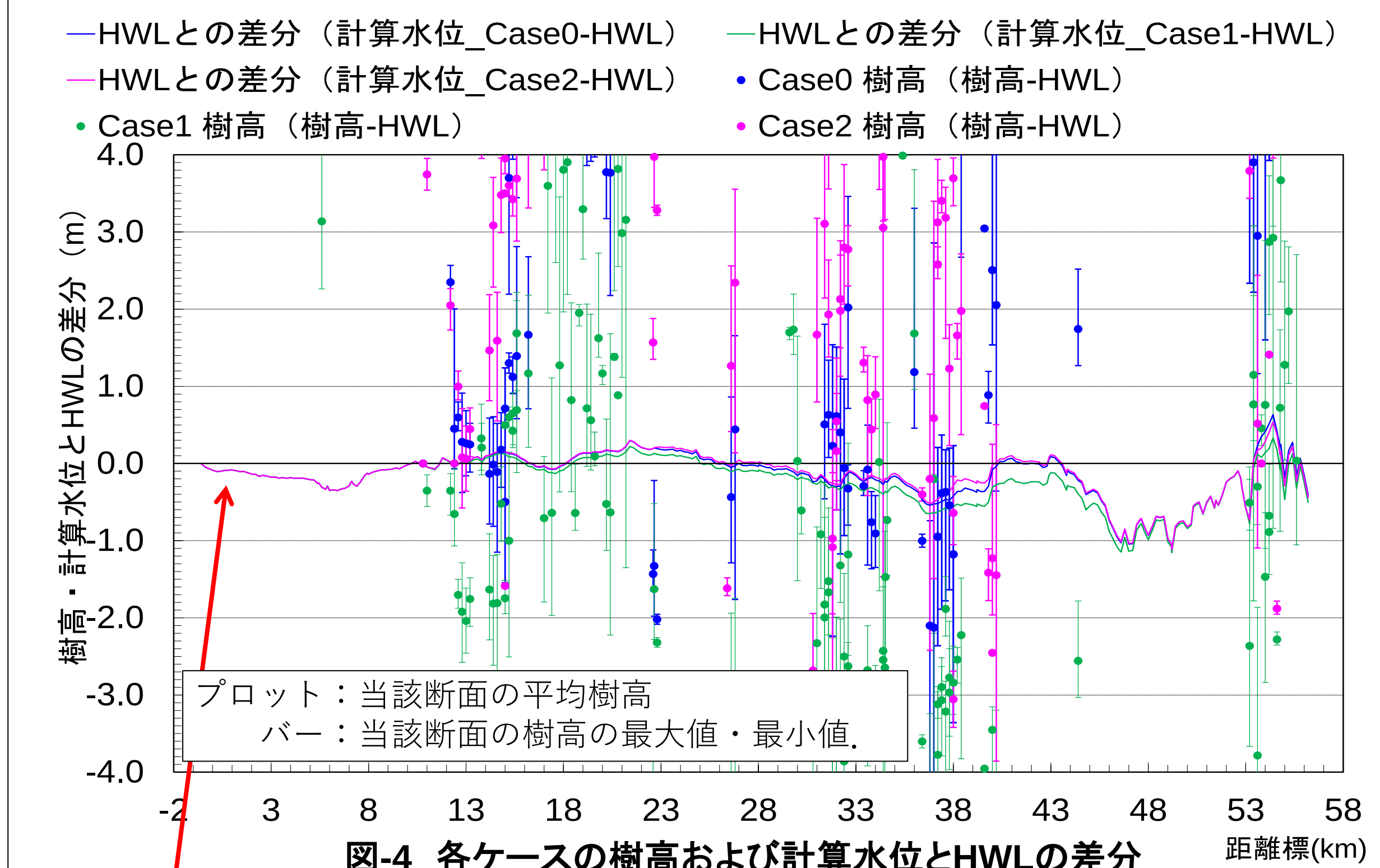


図-4 各ケースの樹高および計算水位とHWLの差分

水位は概ねCase2>Case0>Case1
樹高は安全側の設定

流下能力の評価においては全川の
樹高を把握する必要性は低い

2.三次元データを用いた樹木繁茂状況の把握

樹高平面図による樹木繁茂状況の机上把握

- 樹木の高さを含む標高(DSM)から、地表面の標高(DEM)を差し引くことで樹高を算出し樹高平面図を作成



図-1 DSMとDEMのイメージ

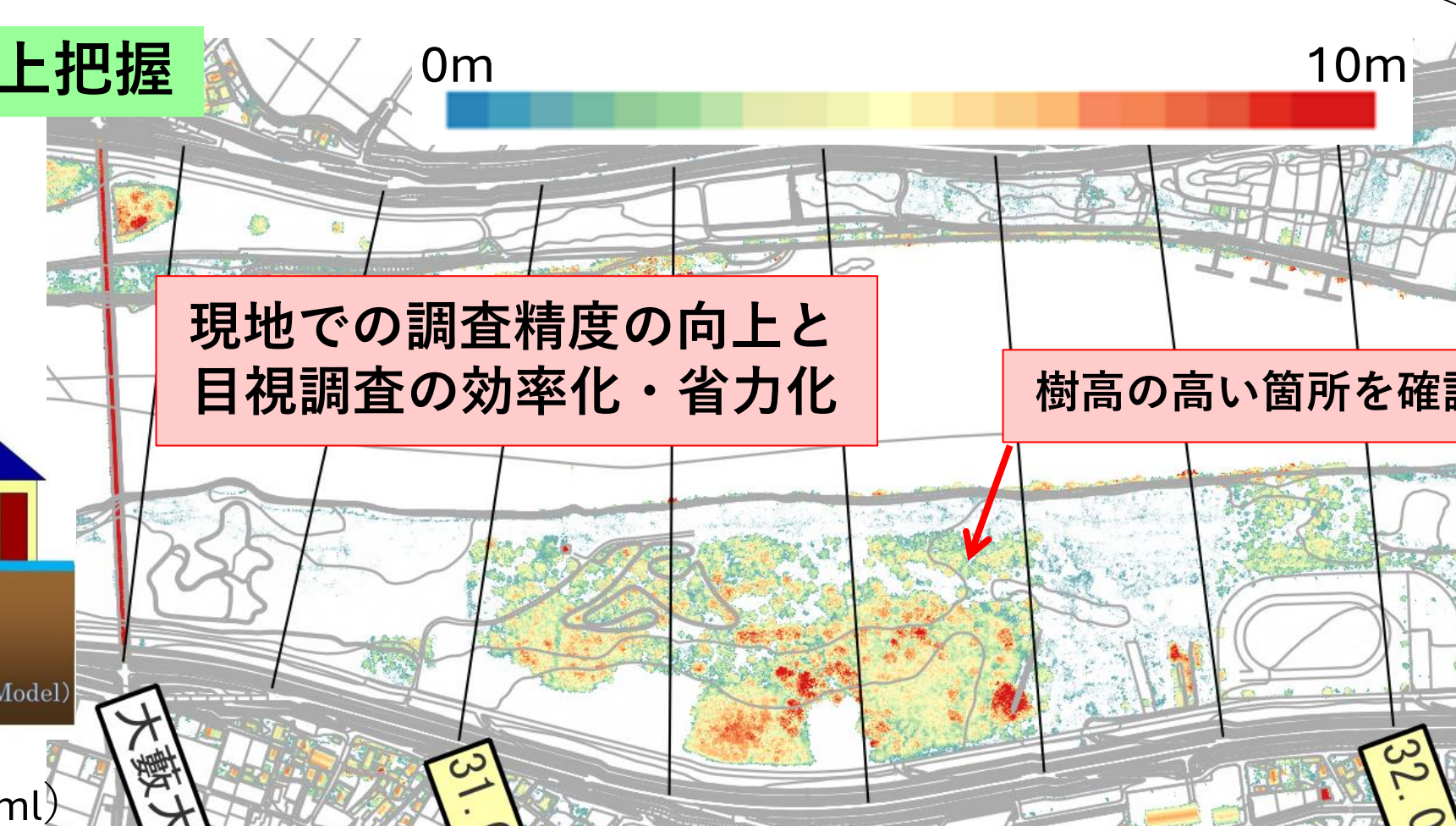


図-2 三次元測量データから作成した樹高平面図

三次元データを活用した粗密の定量的評価(案)

既往の粗密設定や樹高平面図から、定量的に粗密の評価が可能であるか検討し、案1〜案3の手法を提案した。

表-1 粗密の設定条件

概要	
案1	三次元データ、10m×10mメッシュを活用 樹木面積割合の算定対象範囲: 10m×10mメッシュ 粗密の設定範囲: 10m×10mメッシュ
案2	三次元データ、植生図の樹木エリア情報を活用 樹木面積割合の算定対象範囲: 植生図の樹木群エリア 粗密の設定範囲: 植生図の樹木群エリア
案3	案1+案2の複合案 樹木面積割合の算定対象範囲: 10m×10mメッシュ 粗密の設定範囲: 植生図の樹木群エリア

課題

- 提案した手法で設定した粗密(図-6)は樹木群エリアの大きさが考慮されない
- 航空レーザ測量の実施時期(夏・冬)により誤差が生じる懸念がある
- ヒストグラムから粗密の閾値を設定する際に、技術者による主観的な判断が介入する

広範囲を集計対象とするため、樹木面積割合を過小評価する懸念がある

準二次元不等流計算の条件設定に適用し難い

案2: 三次元データ、植生図の樹木エリア情報を活用した粗密の設定



図-6 案1〜案3の手法による粗密の設定結果

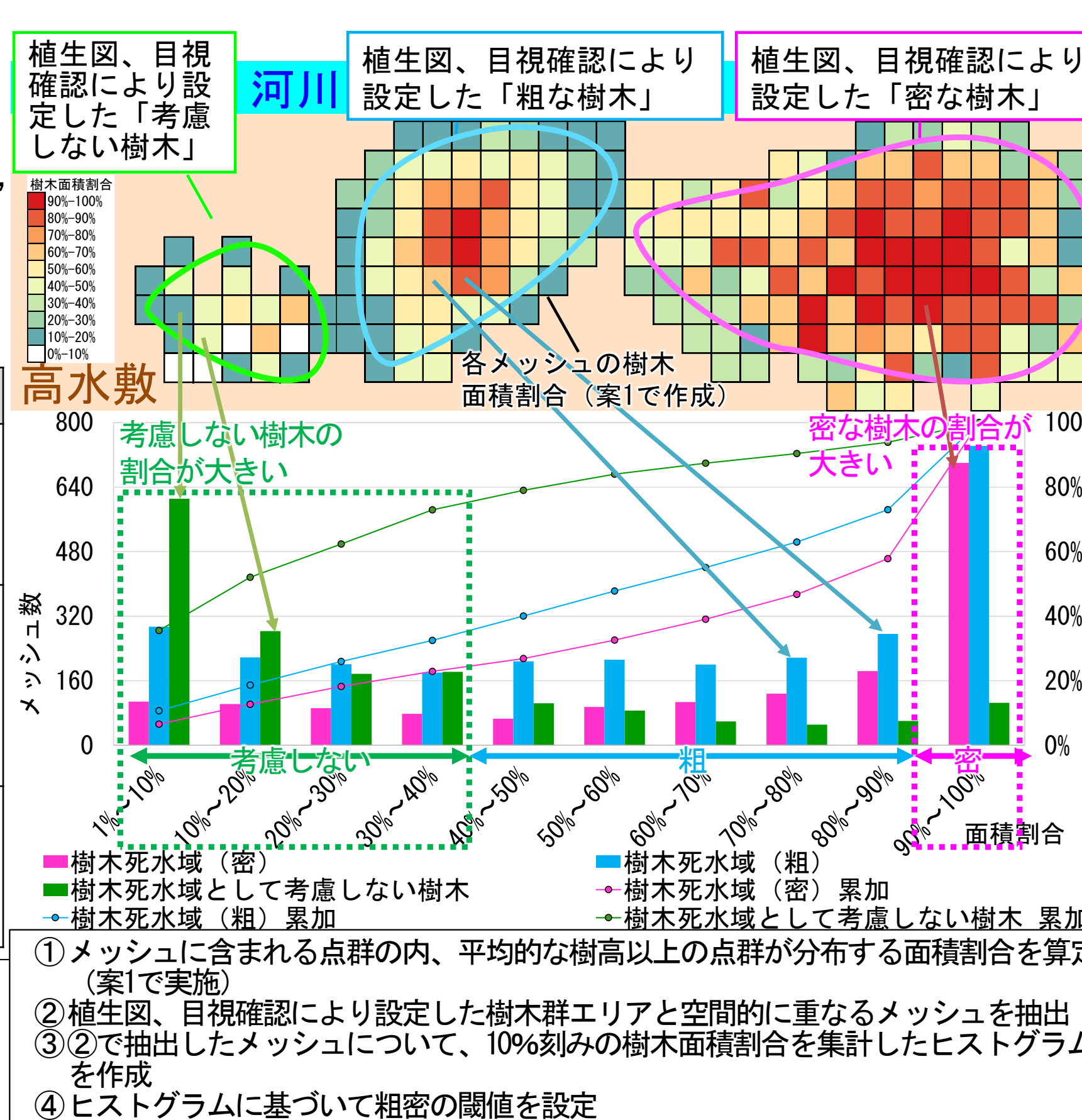
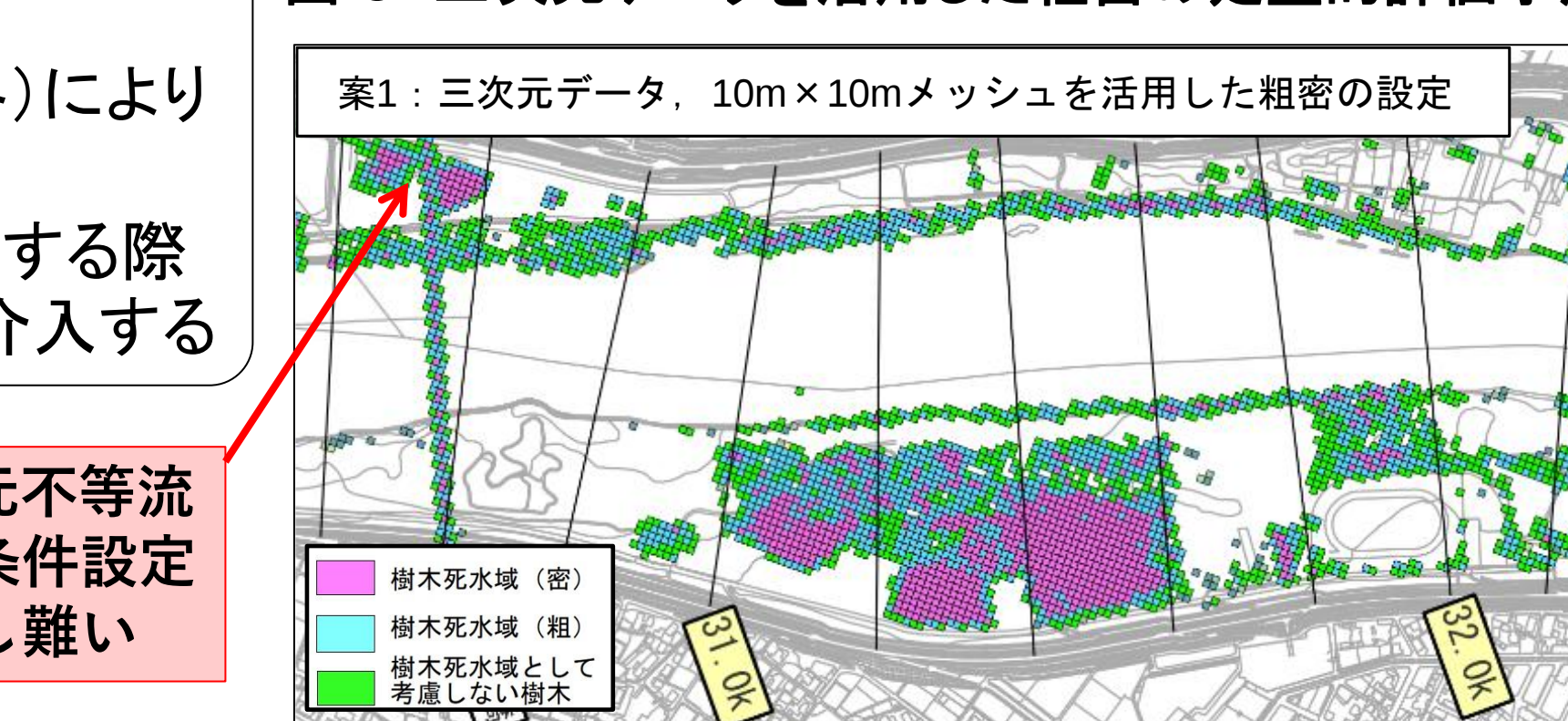
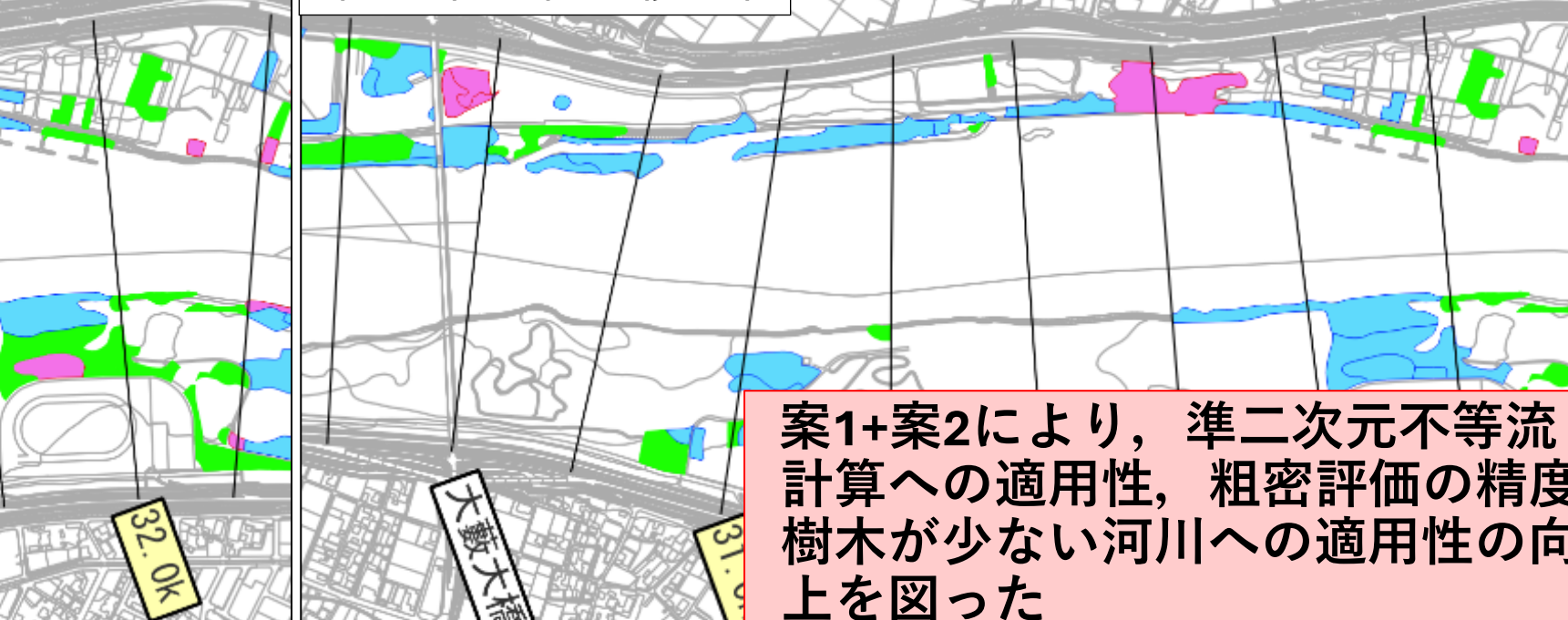


図-5 三次元データを活用した粗密の定量的評価手法



案3: 案1+案2の複合案



案1+案2により、準二次元不等流計算への適用性、粗密評価の精度、樹木が少ない河川への適用性の向上を図った

4.樹木死水域に着目した高頻度のモニタリング

UAV写真測量の有用性評価

河道内の樹木繁茂状況を定量的に把握する効率的な手法として、UAV写真測量の有用性を検討した。

UAV画像から生成したDSMと、航空レーザ測量成果(令和3年度のDSM、DEM)を用いて精度検証を行った。

RTK-GNSSを搭載したUAVにより、評定点の設置を省力化(表-2)

表-2 UAVの撮影条件

項目	内容
撮影箇所	木曽川右岸17.9k~18.1k
使用機器	Phantom 4 RTK
使用ソフトウェア	自動航行: DJI GS RTK, 画像処理: Meta Shape
撮影実施日	2024/8/7
撮影①	高度/角度: 50m/鉛直下向き(ジンバルピッチ-90°)
撮影②	高度/角度: 50m/斜め撮影(ジンバルピッチ-60°)
撮影③	高度/角度: 100m/鉛直下向き(ジンバルピッチ-90°)

精度向上を目的として複数高度、複数角度で撮影(表-2)



図-7 写真測量実施箇所(実施時)

課題と活用案

- 木曽三川全域のUAV測量を行う場合、飛行計画の策定や機体運用の負担に加え、飛行制限区域では、UAVの飛行が困難
- UAV写真測量は、流下能力に大きな影響を与える局所的なネック箇所に限定し活用

撮影時点、撮影時期の違いが原因と考えられる樹高の差を確認(図-8)

R3測量の植生のない箇所(堤防天端)と写真測量の樹木分布を比較し測量の精度を評価

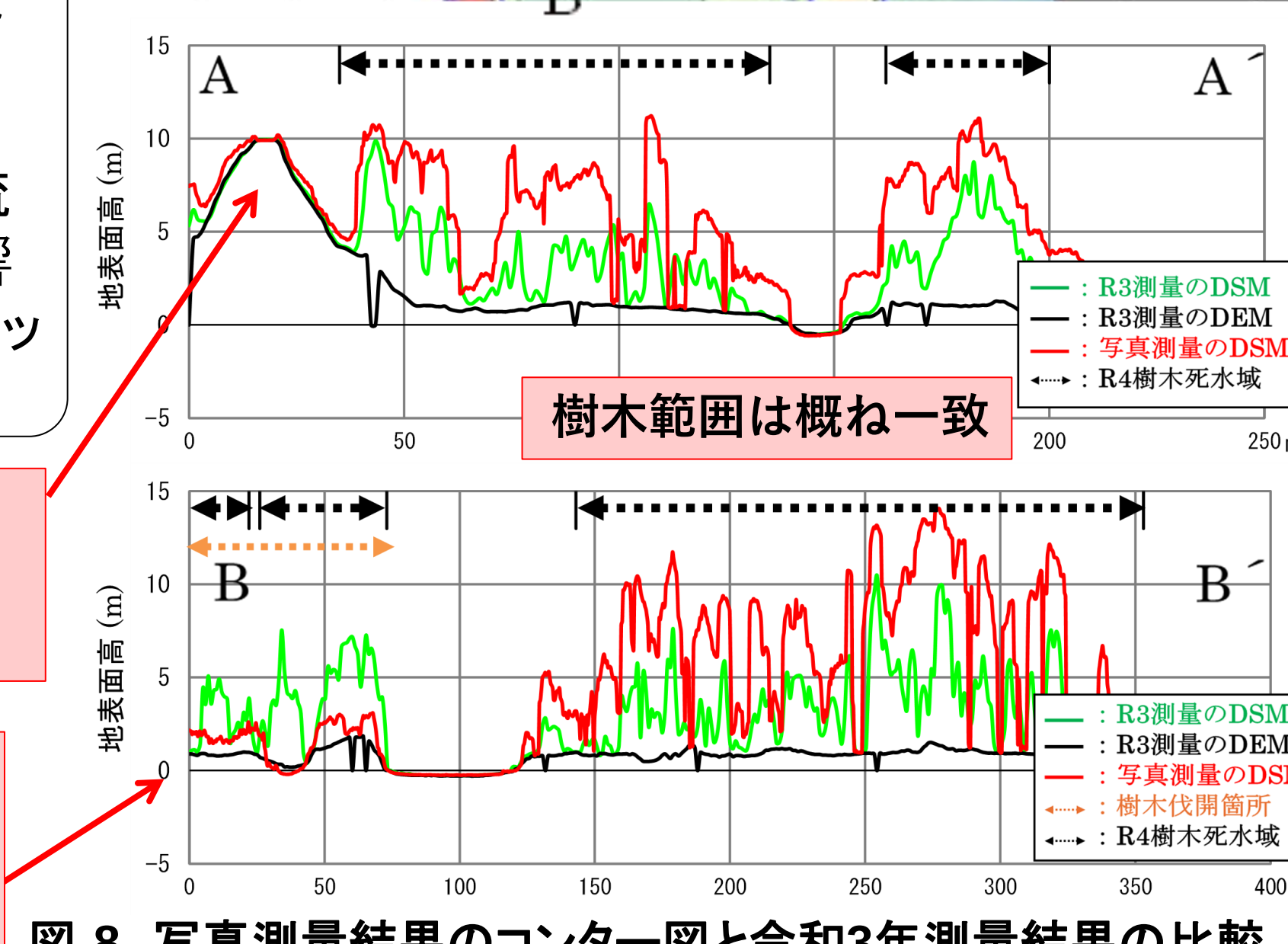


図-8 写真測量結果のコンター図と令和3年測量結果の比較

木曽三川に適用可能な高頻度モニタリングの提案

提案: 調査範囲	従来: 水辺の国勢調査(5年周期, 全域調査)
水辺の国勢調査(5年周期) + 河川測量: 航空レーザ(5年周期) + 衛星画像のAI画像解析とUAV写真測量(1年周期)	水辺の国勢調査(5年周期, 全域調査)
河川別調査: 河川測量: 航空レーザ	水辺の国勢調査(5年周期, 全域調査)
箇所別重点調査: UAV写真測量	水辺の国勢調査(5年周期, 全域調査)

衛星画像のAI画像解析の有用性の評価

広範な河道内の植生変化を把握する高頻度、効率的な手法として、衛星画像のAI画像解析による地味判読の有用性を検討した。

課題と活用案

- 解析に使用できる明瞭な衛星画像の取得や、学習データや検証データの場合、撮影時期の違いによる分類精度の誤差がある
- 地点ごとのモデルの構築による精度の向上に加え、8バンド衛星画像等を活用することで、モデルの汎用性および精度向上が必要
- 広範囲な植生変化を把握する一次的なスクリーニングに活用(図-10)

高解像度(50 cm)の衛星画像の画像を使用

2種類のモデルで地味分類(表-3)適合率、再現率、F値により精度を検証

水面と木本では、両モデルで高い分類精度となった
草本と裸地は、特徴が類似しており誤分類が発生(図-9)

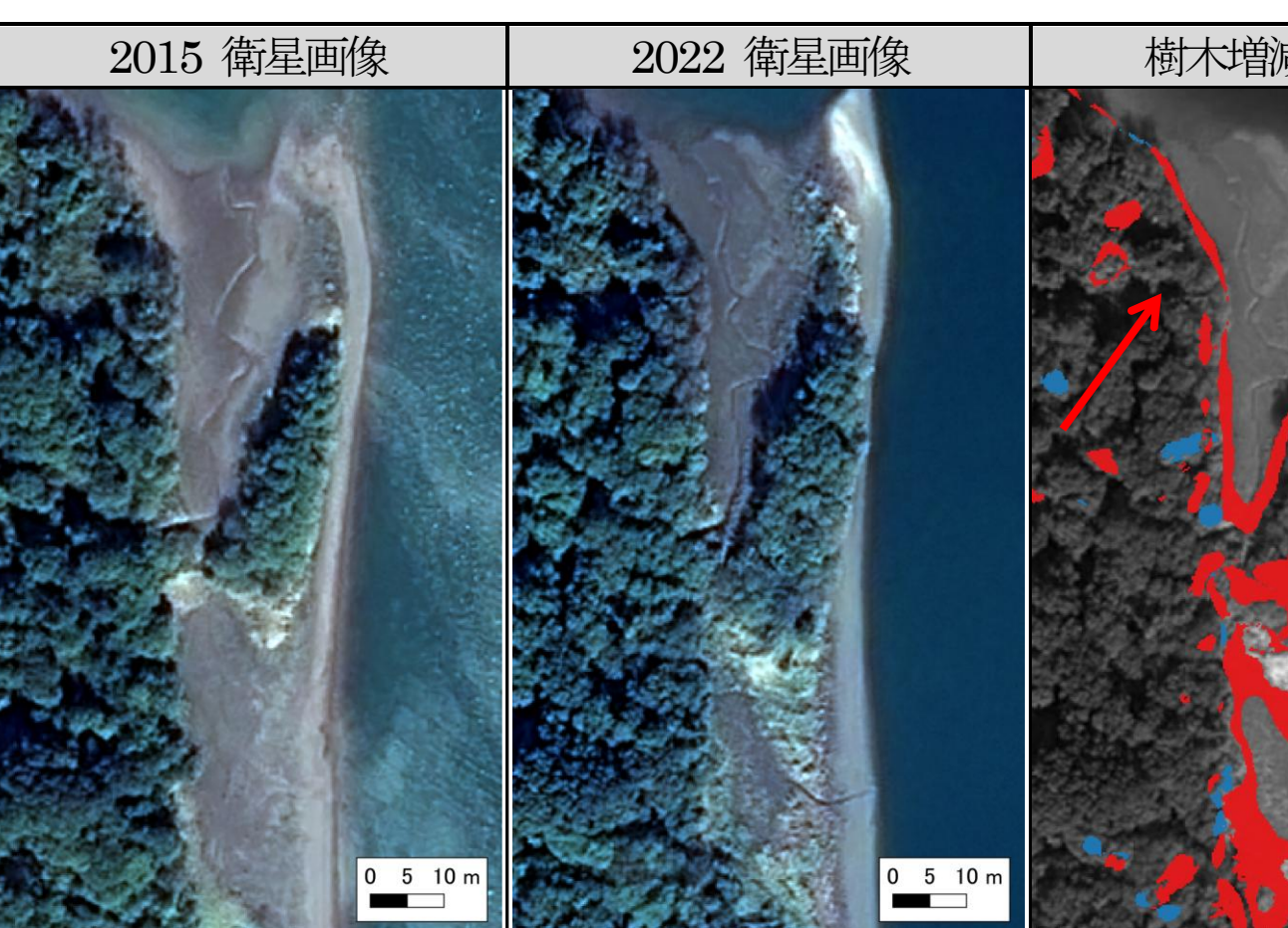


図-9 衛星画像の解析結果

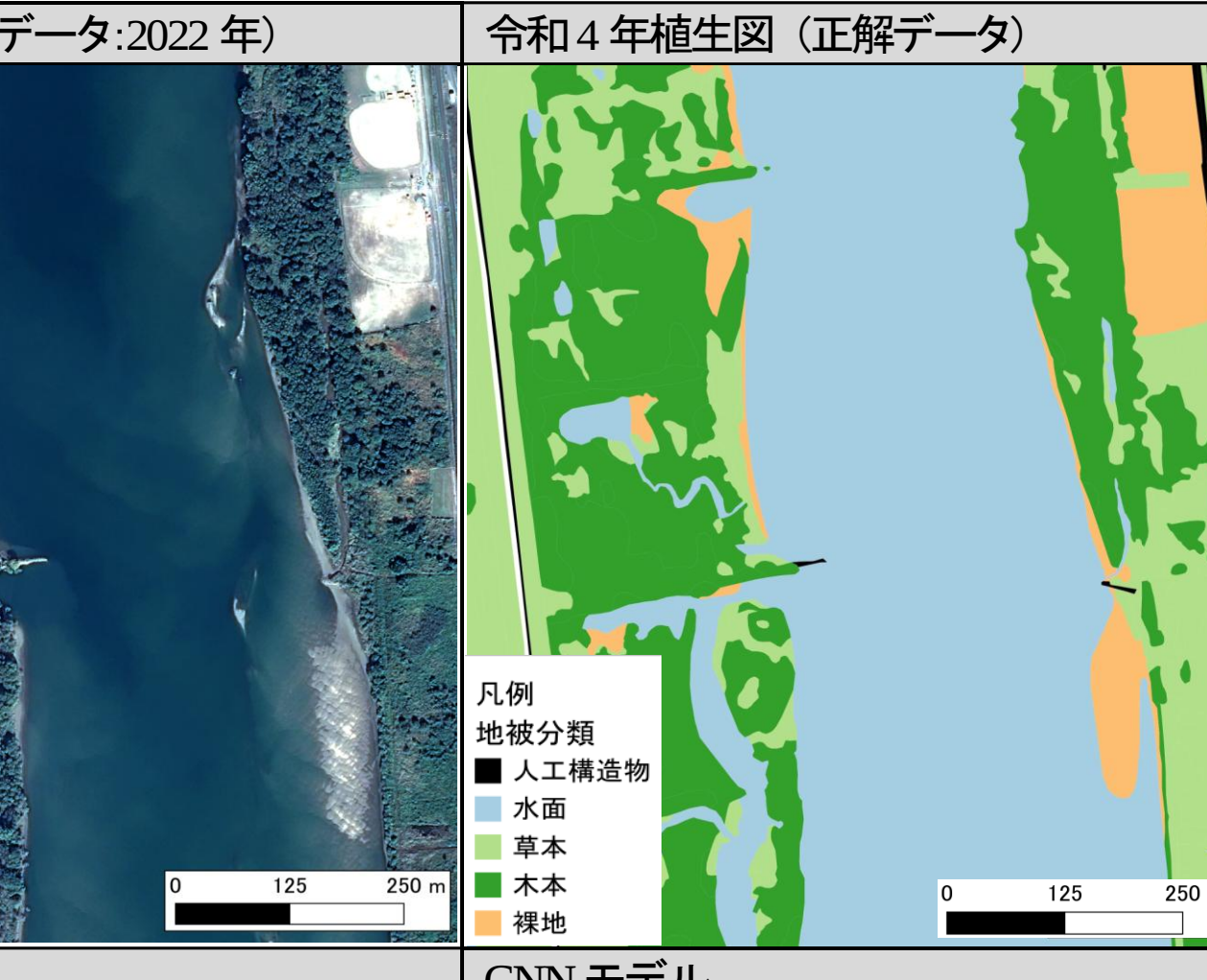
図-10 樹木増減箇所のスクリーニング結果

実施年	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12	R13
更新年	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12	R13	R14	R15
河川測量(木曽川)					予定					予定
河川測量(長良川)				予定					予定	
河川測量(揖斐川)	上流で実施済	予定				予定	予定			

図-11 木曽三川における樹木死水域更新スケジュール案

表-3 衛星画像解析の条件

モデル	RFモデル	CNNモデル
構成	100本の決定木を用いたランダムフォレスト	3層の畳み込み層および2層の全結合層のモデル
検討箇所	木曽川東海大橋下流の21.6k~22.6k区間	
学習データ	2015年および2023年の画像から目視によりサンプリングした各地域のRGB値およびNDVI	
正解データ	令和4年(2022年)植生図に基づく地域区分	
入力データ	2022年の衛星画像のRGB値およびNDVI	



地味	適合率	再現率	F値	地味	適合率	再現率	F値
水面	1.00	0.89	0.94	水面	1.00	0.89	0.94
草本	0.73	0.31	0.44	草本	0.72	0.38	0.50
木本	0.67	0.89	0.76	木本	0.70	0.87	0.78
裸地	0.36	0.86	0.51	裸地	0.35	0.85	0.50

複数時点の地味分類の結果を比較し樹木の増減を含む地味の変化を可視化

樹木繁茂域が大きく増加