

三次元データ・AI画像解析を活用した 樹木管理の高度化

ADVANCED TREE MANAGEMENT USING 3D DATA AND AI IMAGE ANALYSIS

○佐々木海人¹・坂下輝匡¹・五島暢太¹・福岡達信¹・渡邊輝嗣²・河合郁弥³

¹非会員 株式会社建設技術研究所 中部支社 河川部

²非会員 前国土交通省中部地方整備局木曽川下流河川事務所流域治水課課長

³非会員 前国土交通省中部地方整備局木曽川下流河川事務所流域治水課係長

株式会社 建設技術研究所

 未来につづく
安全・安心を

構成

1. はじめに

2. 三次元データを用いた樹木繁茂状況の把握

定量的なデータに基づいた
樹木死水域の評価

3. 樹木死水域の定量的評価と流下能力への影響

- (1) 三次元データを活用した樹高の定量的評価
- (2) 樹高の評価の違いによる流下能力への影響分析
- (3) 三次元データを活用した粗密の定量的評価

4. 樹木死水域に着目した高頻度のモニタリング

高頻度のモニタリング手法
の検討

- (1) UAV写真測量の有用性評価
- (2) 衛星画像のAI画像解析の有用性評価
- (3) 木曽三川に適用可能な高頻度モニタリングの提案

5. まとめ



はじめに

対象河川

木曽三川の直轄区間を対象

- **木曽川**および支川(南派川、北派川)
- **長良川**および支川(伊自良川)
- **揖斐川**および支川(牧田川、杭瀬川、根尾川、多度川、肱江川)

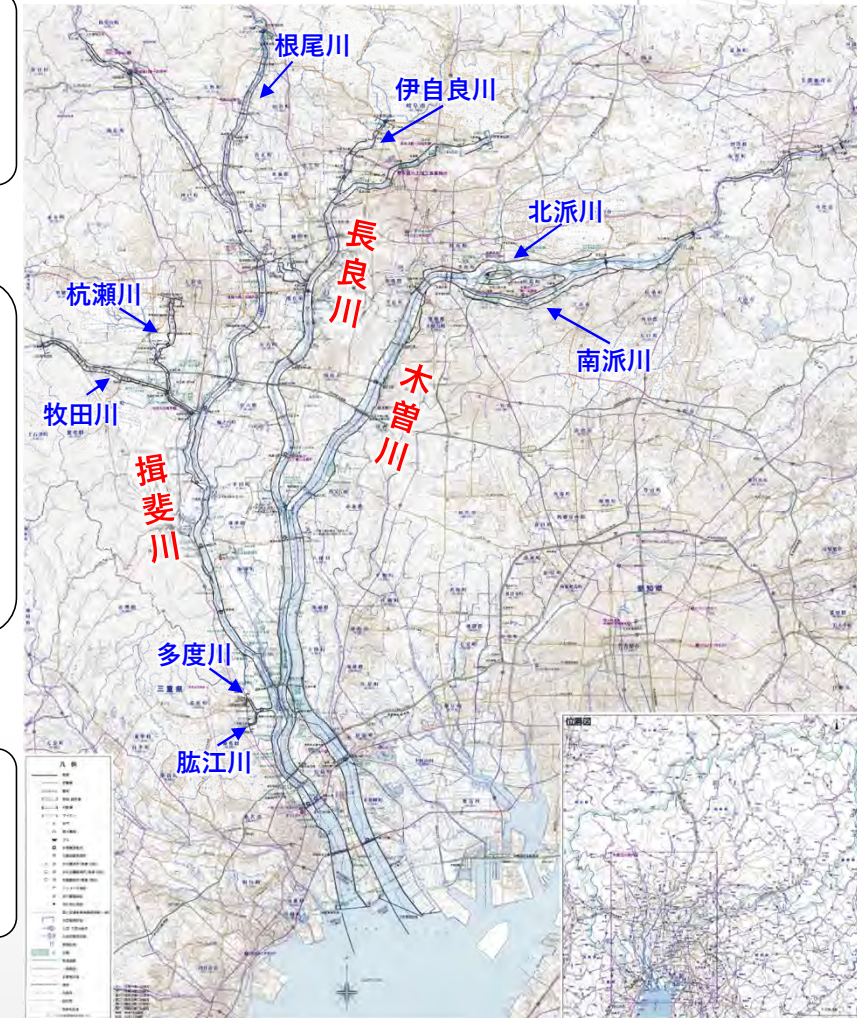
背景・課題

河道内樹木の再繁茂が流下能力の低下要因となっている

- 従来、樹木繁茂状況の把握は主として植生図や技術者の目視確認により行われており、**定量的なデータに基づいた設定手法**が確立されていない。
- 広大な川幅および長い管理延長を有する木曽三川では、**調査に多大な労力とコスト**がかかる。
- ヤナギなどの生長・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。

検討概要

- 三次元データを活用した**定量的な樹木死水域の評価手法**の提案
- 三次元データを活用した樹木繁茂状況の確認の**省力化**
- UAV写真測量、AI技術を活用した**高頻度モニタリング計画**の提案



1. はじめに

2. 三次元データを用いた樹木繁茂状況の把握

3. 樹木死水域の定量的評価と流下能力への影響

- (1) 三次元データを活用した樹高の定量的評価
- (2) 樹高の評価の違いによる流下能力への影響分析
- (3) 三次元データを活用した粗密の定量的評価

4. 樹木死水域に着目した高頻度のモニタリング

- (1) UAV写真測量の有用性評価
- (2) 衛星画像のAI画像解析の有用性評価
- (3) 木曽三川に適用可能な高頻度モニタリングの提案

5. まとめ



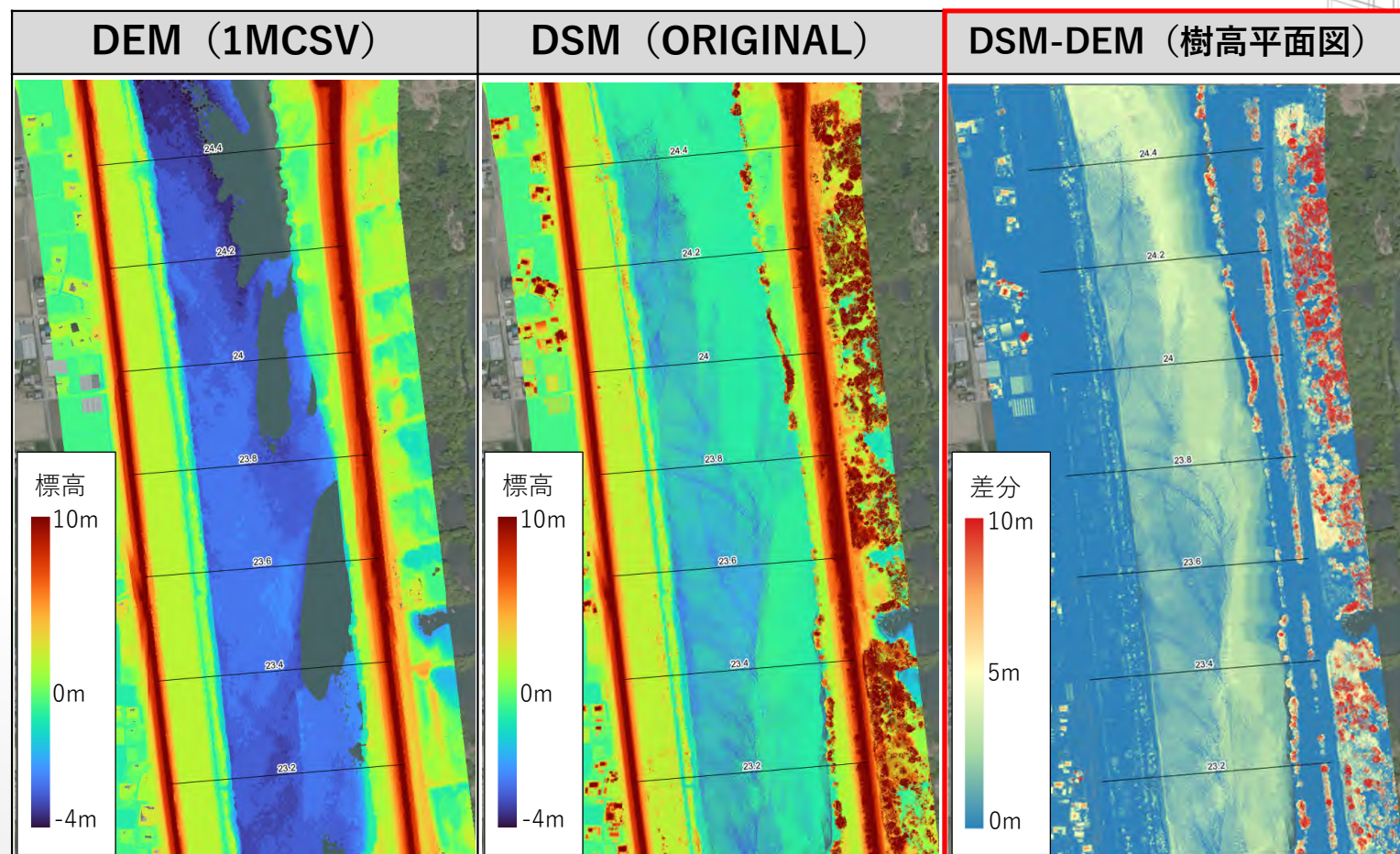
三次元データを用いた樹木繁茂状況の把握

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DSMから、地表面の標高が整理されたDEMを差し引くことで樹高を算定し**樹高平面図**を作成。
- 事前に机上で樹木繁茂状況を概略把握し、現地での目視調査の**効率化・省力化と調査精度の向上**を可能とした。



出典：国土地理院ホームページ
(https://www.gsi.go.jp/kankyochiri/Laser_senmon.html)



構成

1. はじめに

2. 三次元データを用いた樹木繁茂状況の把握

3. 樹木死水域の定量的評価と流下能力への影響

- (1) 三次元データを活用した樹高の定量的評価
- (2) 樹高の評価の違いによる流下能力への影響分析
- (3) 三次元データを活用した粗密の定量的評価（案）

4. 樹木死水域に着目した高頻度のモニタリング

- (1) UAV写真測量の有用性評価
- (2) 衛星画像のAI画像解析の有用性評価
- (3) 木曽三川に適用可能な高頻度モニタリングの提案

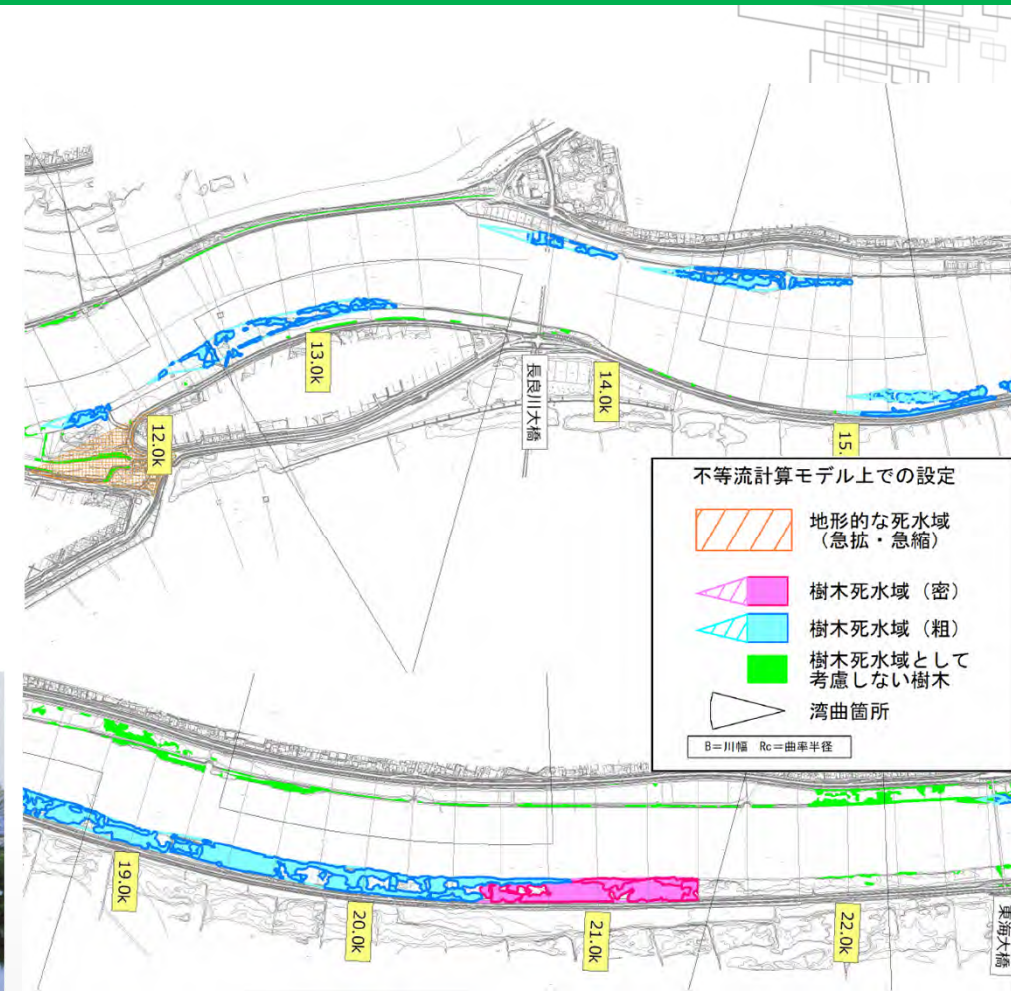
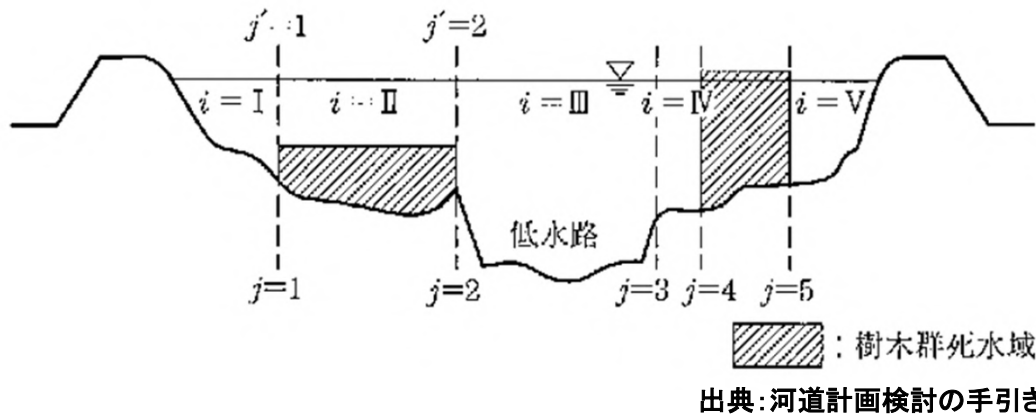
5. まとめ



樹木死水域の定量的評価と流下能力への影響

従来の樹木死水域の評価方法

- 樹高 ⇒ 目視確認、樹種に応じた一般的な樹高
- 粗密 ⇒ 目視確認、洪水再現による技術者の主観的な設定



粗密設定結果(水理平面図)



密な樹木群



粗な樹木群

出典: 河道計画検討の手引き

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、樹高平面図から以下の2ケースを設定
 - ✓ 樹木群エリアに含まれる樹高を平均化した「①各樹木群エリアの平均的な樹高」⇒ 現在の樹高
 - ✓ 樹木群エリア内の最大値を抽出した「②各樹木群エリアの最大程度の樹高」⇒ 数年後の生長を想定

樹高平面図

①平均的な樹高 (Case1)

②最大程度の樹高 (Case2)

樹木群エリアは植生図
(シェープファイル) より設定

0m

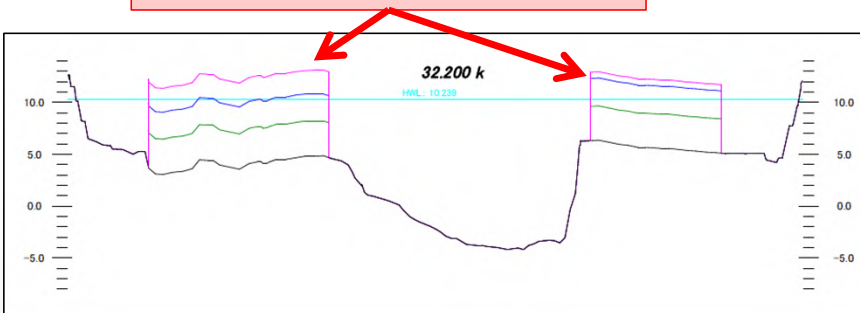
10m

樹木死水域の定量的評価と流下能力への影響

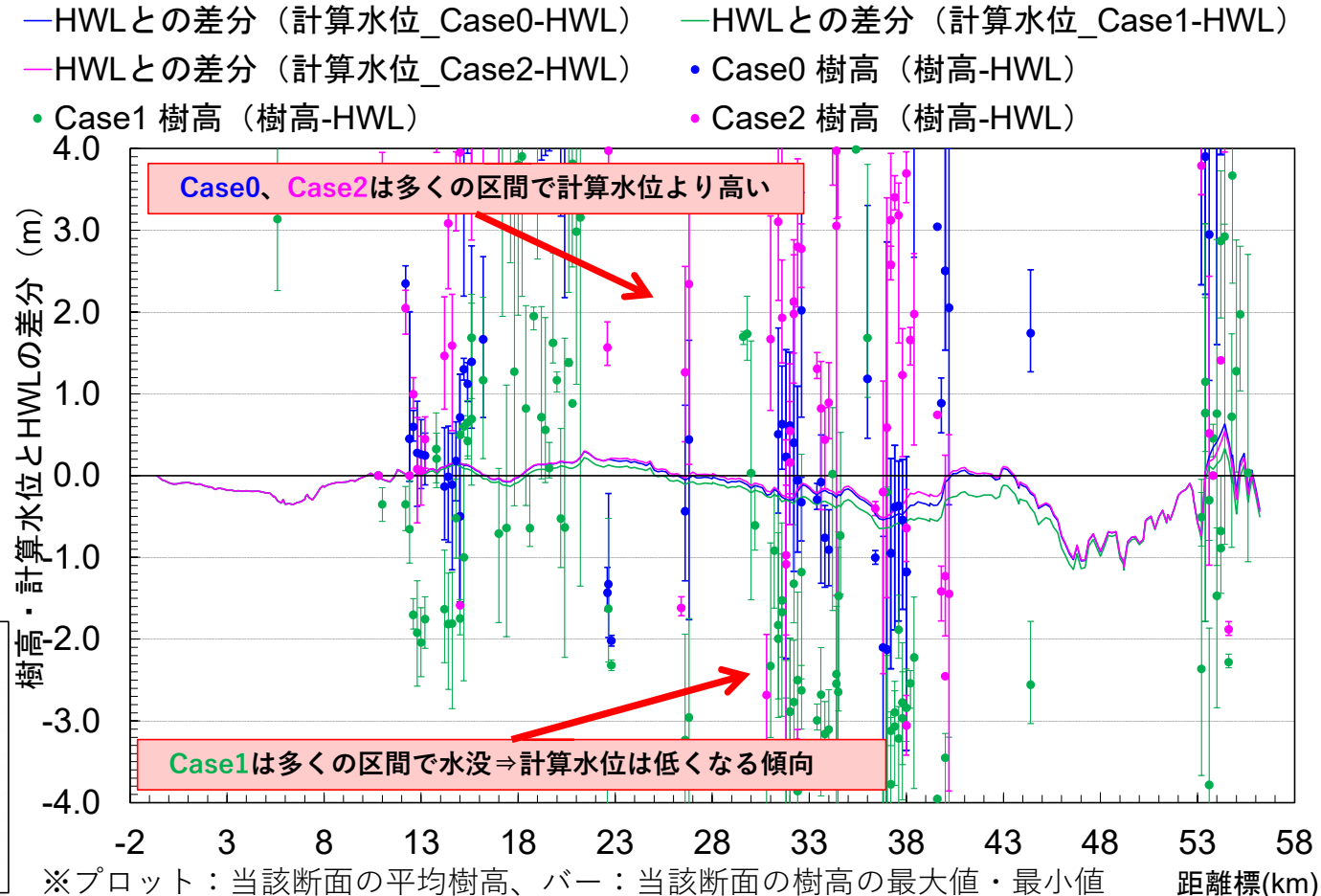
樹高の評価の違いによる流下能力への影響分析

- 以下の3ケースで流下能力を算定
 - ✓ 樹種に応じた一般的な樹高⇒Case0
(従来の設定方法)
 - ✓ 平均的な樹高⇒Case1
(樹高平面図より設定)
 - ✓ 最大程度の樹高⇒Case2
(樹高平面図より設定)
- 結果より、従来の設定(Case0)は安全側の設定となっていることが明らかになった。
- ただし、流下能力のネック箇所で低木が繁茂しており、樹種に応じた一般的な樹高より低い樹高を設定している場合は、モニタリングが必要

樹高は概ねCase2 > Case0 > Case1



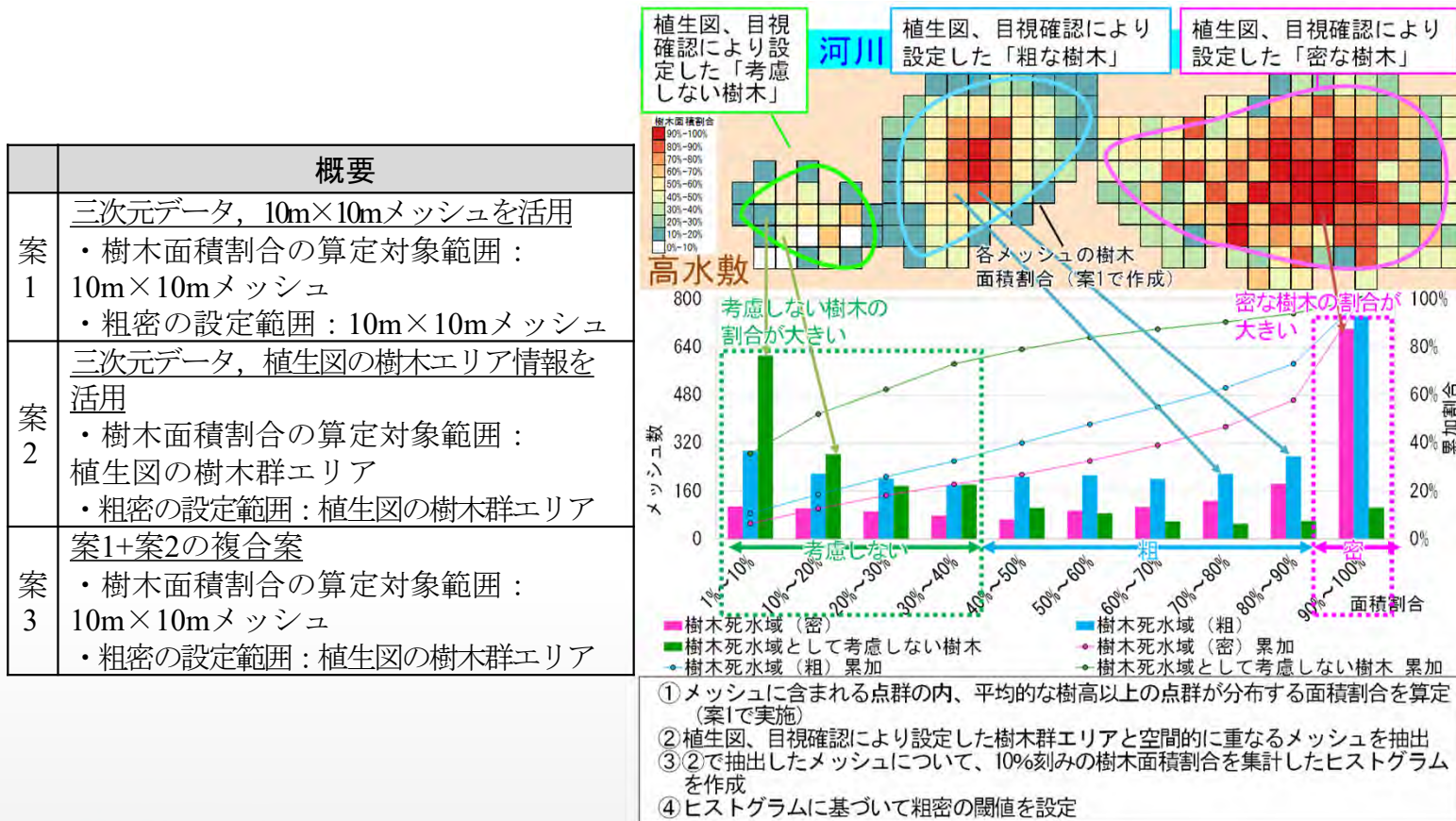
計算断面への樹木の反映結果



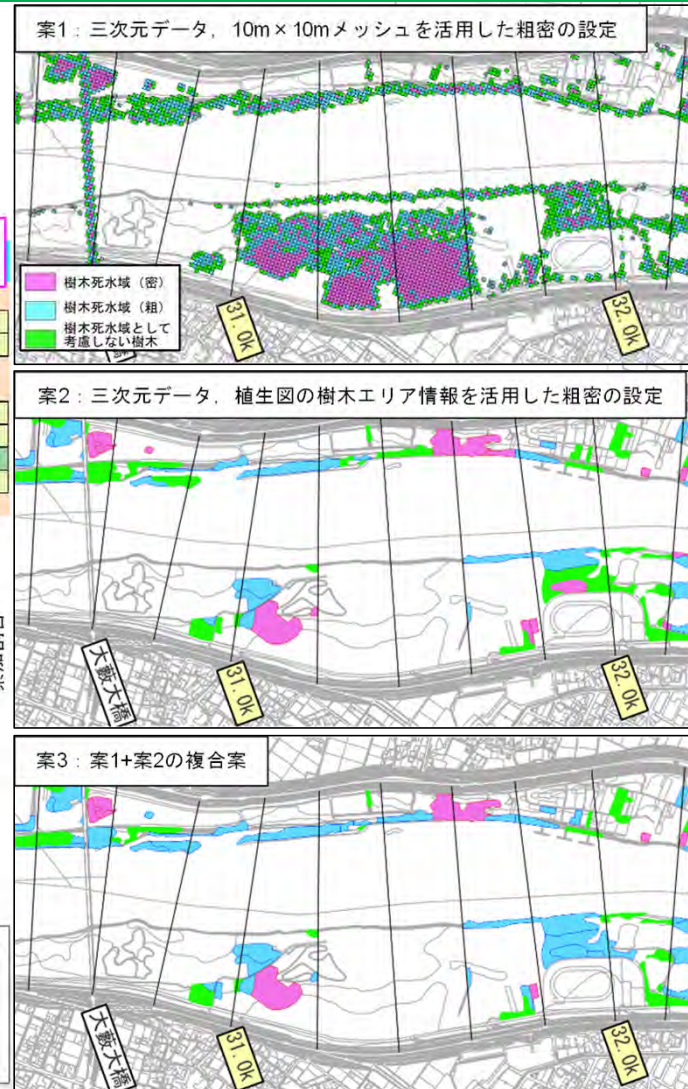
樹木死水域の定量的評価と流下能力への影響

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。



粗密の設定手法(案1を例示)

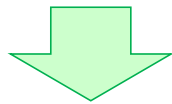


案1～案3の手法による粗密の設定結果

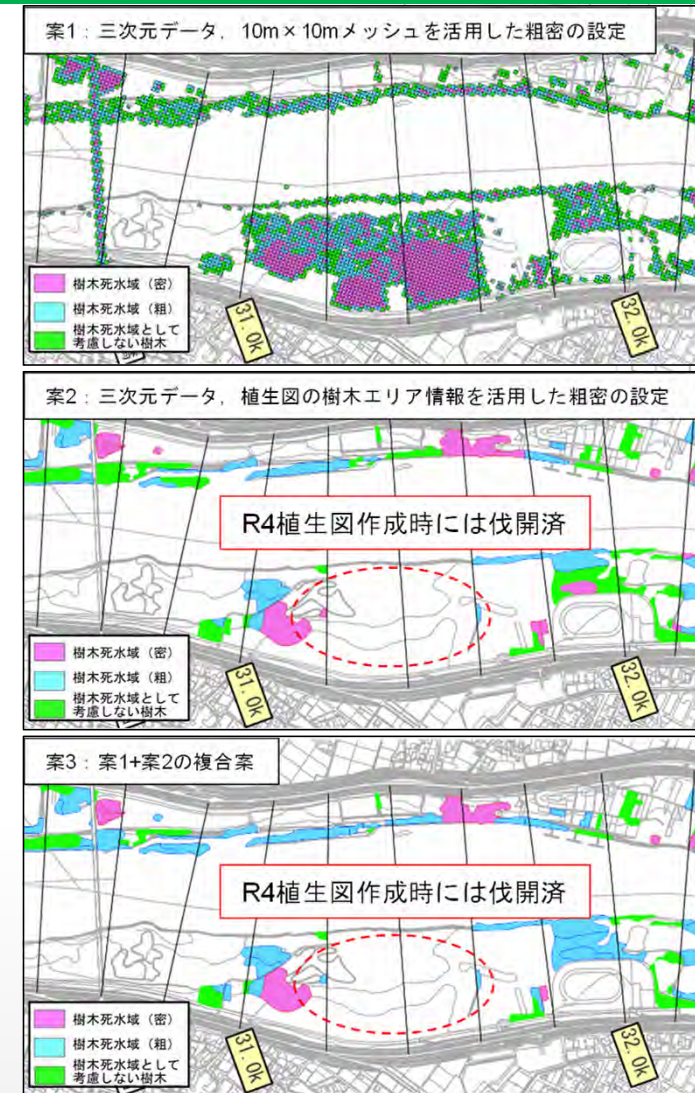
樹木死水域の定量的評価と流下能力への影響

三次元データを活用した粗密の定量的評価（案）

- ただし、提案した粗密の設定手法はいずれも以下の課題が残る
 - ✓ 粗密を樹木の面積割合(=密度)で評価しているため、樹木群エリアの大きさが考慮されない。
 - ✓ 植生図の作成時点と航空レーザ測量の時点が異なる場合、適切な樹木面積割合が算定できない。
 - ✓ 航空レーザ測量の測量時期(夏・冬)によって樹木や草本の繁茂状況が異なるため、測量データから作成する樹高データに誤差が生じる懸念がある。
 - ✓ ヒストグラムの整理結果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。



- 大規模出水が発生した際の再現計算も踏まえて、今後も精度向上に向けた検討を継続する必要がある。
- 従来の目視調査は木曽三川全体を7～8人で約2日間かけて実施・・・
⇒本検討の手法であれば現地に行かず1人でも設定可能



案1～案3の手法による粗密の設定結果

1. はじめに

2. 三次元データを用いた樹木繁茂状況の把握

3. 樹木死水域の定量的評価と流下能力への影響

- (1) 三次元データを活用した樹高の定量的評価
- (2) 樹高の評価の違いによる流下能力への影響分析
- (3) 三次元データを活用した粗密の定量的評価

4. 樹木死水域に着目した高頻度のモニタリング

- (1) UAV写真測量の有用性評価
- (2) 衛星画像のAI画像解析の有用性評価
- (3) 木曽三川に適用可能な高頻度モニタリングの提案

5. まとめ



樹木死水域に着目した高頻度のモニタリング

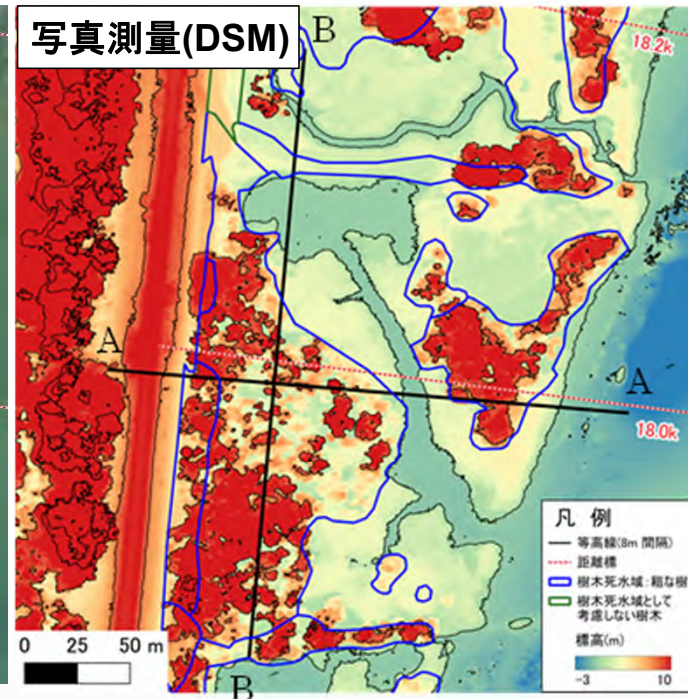
UAV写真測量の有用性評価

- 樹木繁茂状況を定量的に把握する手法として、UAV写真測量の有用性を検討

実施時のオルソ画像



写真測量(DSM)



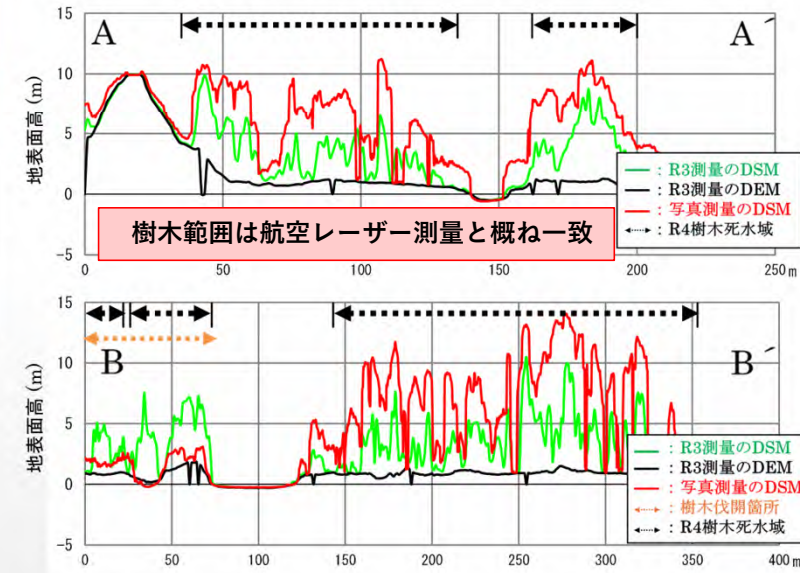
- UAV画像から生成したDSMと、航空レーザ測量成果(令和3年度のDSM, DEM)を用いて精度検証

広範囲での実施は
労力・コストがかかり困難

流下能力上の**ネック箇所**などに
限定して重点的に活用

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°)



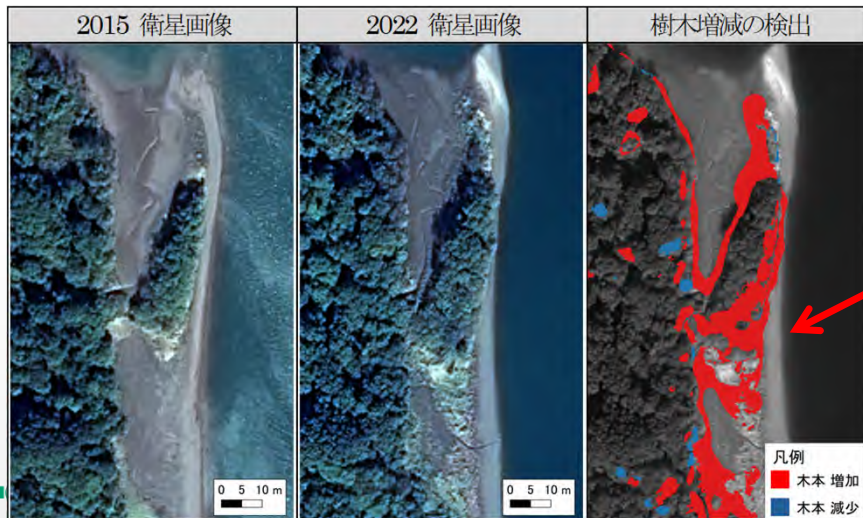
樹木死水域に着目した高頻度のモニタリング

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高頻度かつ効率的な手法として、衛星画像を用いたAI画像解析による地被判読の有用性を検討
- **広範囲**で繁茂状況の変化を把握する**一次的なスクリーニング**に活用

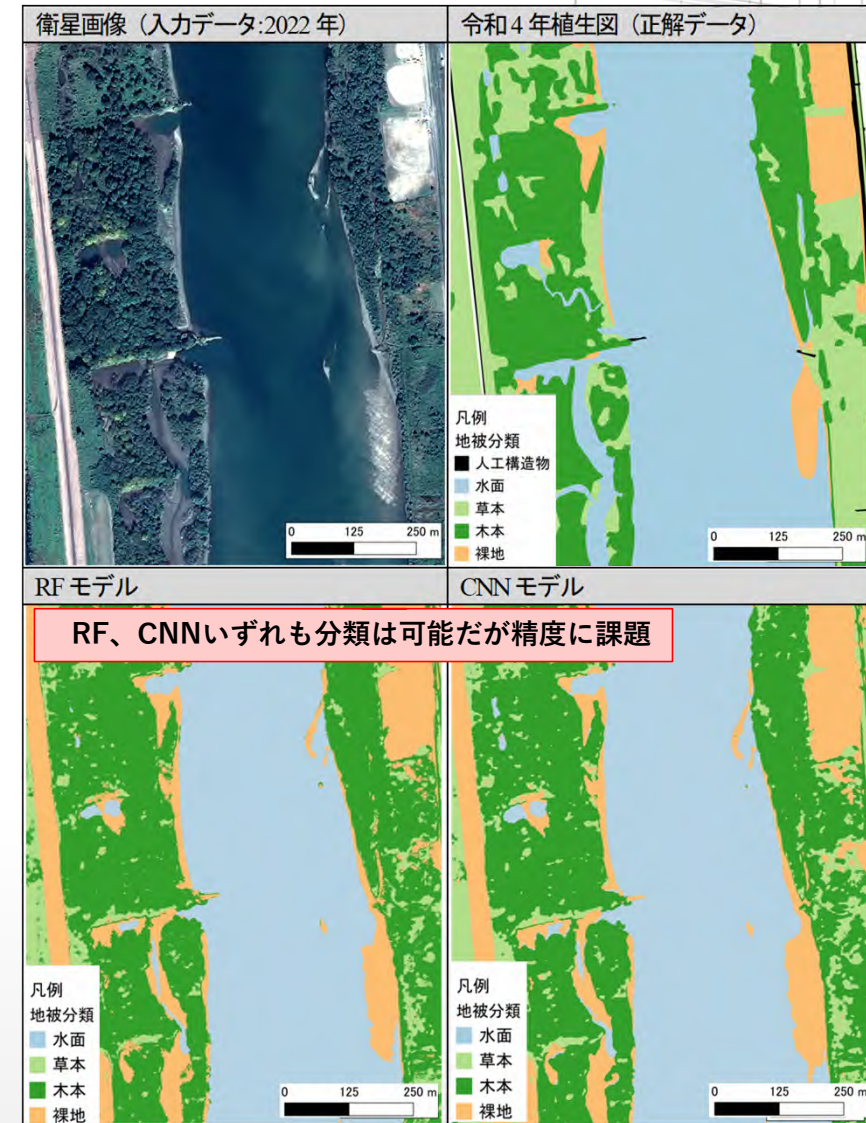
衛星画像解析の条件

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被のRGB値およびNDVI	
正解データ	令和4年（2022年）植生図に基づく地被区分	
入力データ	2022年の衛星画像のRGB値およびNDVI	



複数時点の地被分類の結果を比較し、樹木の増減を可視化できる

樹木増減箇所のスクリーニング結果



衛星画像の解析結果

樹木死水域に着目した高頻度のモニタリング

木曽三川に適用可能な高頻度モニタリングの提案

調査頻度

従来

水辺の国勢調査(5年周期)

提案

水辺の国勢調査(5年周期)

+

河川測量(三次元データ)(5年周期)

衛星画像のAI画像解析とUAV写真測量(1年周期)



生長・拡大の速い樹木の繁茂を
適切に把握するため1年周期のモニタリング

調査範囲

従来

水辺の国勢調査(全域調査)

提案

全域調査

- ・水辺の国勢調査
- ・衛星画像のAI画像解析



水辺の国勢調査に
基づく現地調査

+

衛星画像のAI画像解析による
全川的なスクリーニング

河川別調査

- ・河川測量(三次元データ)



各河川の樹高や樹木
繁茂状況を面的に把握

箇所別重点調査

- ・UAV写真測量



樹木の生長が流下能力に
影響を及ぼすネック箇所の
局所的な樹木繁茂を把握

樹木死水域に着目した高頻度のモニタリング

木曽三川に適用可能な高頻度モニタリングの提案

- 以上を踏まえ、木曽三川における樹木死水域の具体的な更新スケジュール案を提案した

木曽三川における樹木死水域更新スケジュール案

実施年※1	R04	R05	R06	R07	R08	R09	R10	R11	R12	R13
更新年※2	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※3				予定	予定※3			

- : 植生図の更新による樹木死水域更新
- : 河川測量による樹木死水域更新
- : 高頻度モニタリングによる樹木死水域更新

※1 水辺の国勢調査および河川測量の実施年度

※2 国勢調査結果を踏まえた樹木死水域の更新年

※3 揖斐川上流区間

まとめ

成果

- 従来、樹木繁茂状況の把握は主として植生図や技術者の目視確認により行われており、定量的なデータに基づいた設定手法が確立されていない。
⇒三次元データを活用した**定量的な樹木死水域の評価手法**の提案
- 広大な川幅および長い管理延長を有する木曽三川では、調査に多大な労力とコストがかかる。
⇒三次元データ, UAV写真測量, AI技術を活用した樹木繁茂状況の確認の**省力化手法**の提案
- ヤナギなどの生長・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。
⇒UAV写真測量, AI技術を活用した**高頻度モニタリング計画**の提案

今後の展望

- 粗密の定量的な設定手法に課題が残るため、今後大規模出水が発生した際の再現計算等を踏まえながら高精度化を進める
- 試行領域を拡大し、流下能力の適切な管理を目的とした樹木管理の高度化を更に推進