

4. 河道管理手法の実証実験結果について

河道管理の高度化に向けた実証実験の概要

現状の課題と実証実験の目的

- ◆ 河道は、出水によって状態が変化しやすいため、重要度の高い区間では年1回以上(出水ごと)の状態把握が必要となるが、河川定期縦横断測量で採用している航空レーザ測量(ALB)等を年数回実施することは、定量的な評価が可能な反面、コスト的に難しく、計画・調整に時間も必要である。
 - ◆ 木津川上流管内では、「点検評価要領」に基づき重要度の高い区間(上野遊水地付近)の河道を年1回目視確認しているが、限られた視点場からでは河道の変化に気づきにくい。
 - ◆ 重要度の高い区間における**状態監視の効率化・高度化が必要**となっている。
- ⇒ 機器の調達が比較的容易で、運搬性・機動性に優れ、面的な情報収集が可能なドローンの**有用性の確認、効果的な活用手法の検討**を行い**実用化**を目指す。

実用化のプロセス

ドローンによる河道の
状態監視への有用性を検証

- ◆ 写真測量とグリーンレーザ計測により取得されるデータの特徴(情報量・三次元精度)の確認
- ◆ 二時期に取得したデータの差分による河道の状態監視への有用性の検証

効果的な活用手法の検討

- ◆ 河道管理に適した(目的に見合った)計測方法の検討

ドローンによる河道管理の
高度化(将来)

- ◆ 三次元による高頻度な状態監視
- ◆ 河道の全容や状態の変化の把握
- ◆ 河道点検の重点箇所を定めた効率的な点検
- ◆ 変化量や進行速度の把握による計画的な予防保全

グリーンレーザ計測用ドローン
(Matrice600Pro+TDOT GREEN)



写真測量用ドローン



(Mavic2Pro)



(Phantom4RTK)

データ取得諸元

- ◆ 写真測量は、目視点検の代替技術として、SfM処理を考慮した**効率性重視(地上画素寸法3cm程度)**の条件でデータを取得
- ◆ グリーンレーザ計測は、写真測量の精度確認にも活用することを考慮し、河川土工の出来形計測に適用可能な**精度重視(100点/m²以上)**の条件でデータを取得
ただし、日当たり作業面積が少ないため、**効率性重視(4点/m²:起工測量相当)**や、その**中間密度(25点/m²:TDOT GREENの効率的計測密度※)**を、機械的な間引き処理により再現

※高度120m、速度5m/sの場合の計測密度 25点/m²



(Mavic2Pro)



(Phantom4RTK)



使用機材	
UAV	Phantom4RTK
計測概要	
面積	211,391.0m ²
フライト時間	16分
フライト回数	1回
計測諸元	
対地高度	100m
飛行速度	7.0m/s
コース数	10コース
オーバーラップ	80%
サイドラップ	60%
地上画素寸法	2.74cm
写真枚数	355枚



(Matrice600Pro+TDOT GREEN)



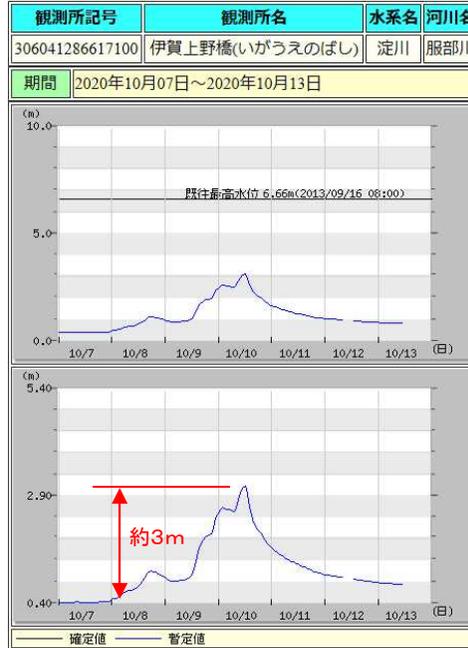
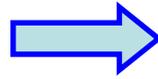
使用機材	
UAV	Matrice600Pro
レーザー	TDOTGREEN
計測概要	
面積	200,735.4 m ²
コース延長	11,725 m
フライト時間	01:57:27
フライト回数	8回コース
調整点数	4
検証点数	4
電子基準点	上野、7.65 km
計測諸元	
対地高度	40.0 m
基地局標高	134 m
飛行速度	2.5 m/s
コース数	23コース
重複度	75%

グリーンレーザ計測の 日当たり作業面積(目安)

100点/m² = 0.3km² (0.25km × 1.2km)
 25点/m² = 2.0km² (0.25km × 8.0km)
 4点/m² = 機器性能より同上

データ取得時の河道状況

2020 (R2) 9. 29撮影



2020 (R2) 11. 25撮影



新居橋から上流を望む

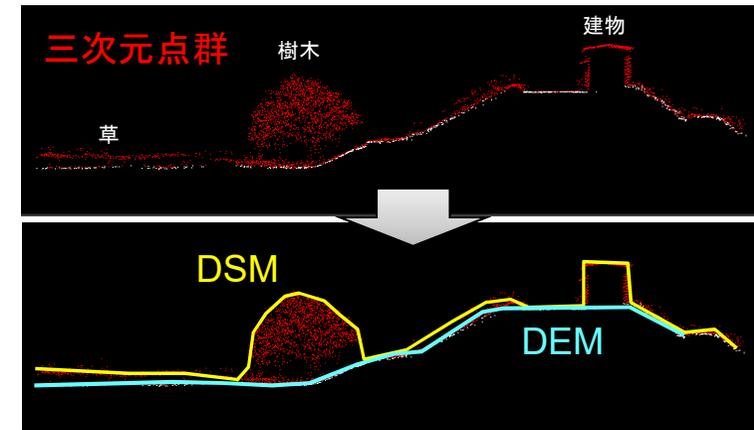
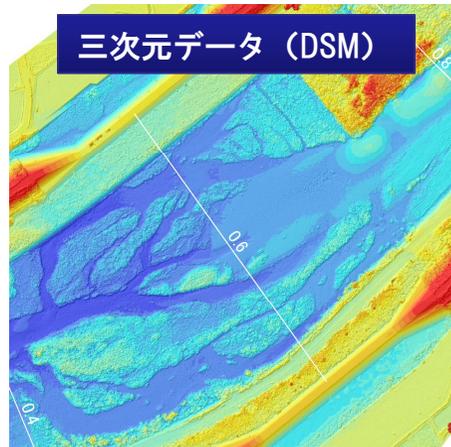


写真測量と三次元点群測量により取得されるデータの特徴

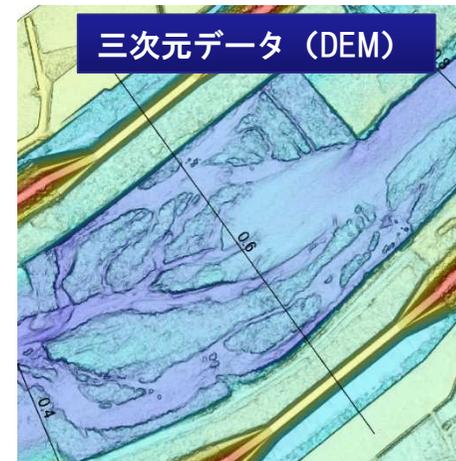
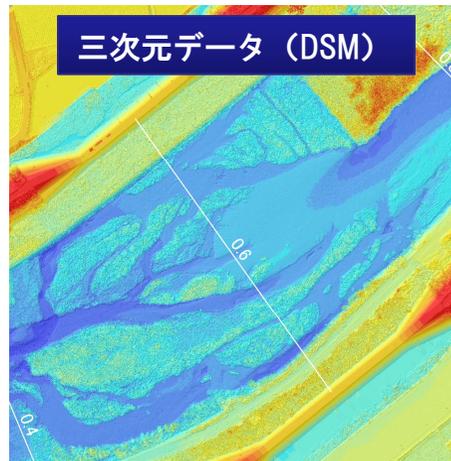
得られる情報

- ◆ 写真測量による空中写真・・・滞筋、堆積域、植生域等の面的な分布を把握可能
- ◆ 写真測量 (SfM) による三次元データ・・・植生等を含む面的な河道形状 (DSM) を把握可能
- ◆ グリーンレーザ計測による三次元データ・・・写真測量では把握困難な植生下や水面下の地盤形状 (DEM) も把握可能

写真測量

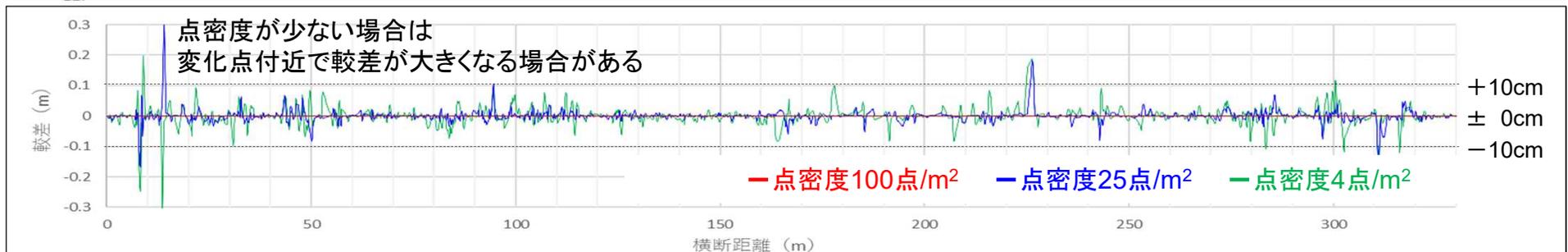
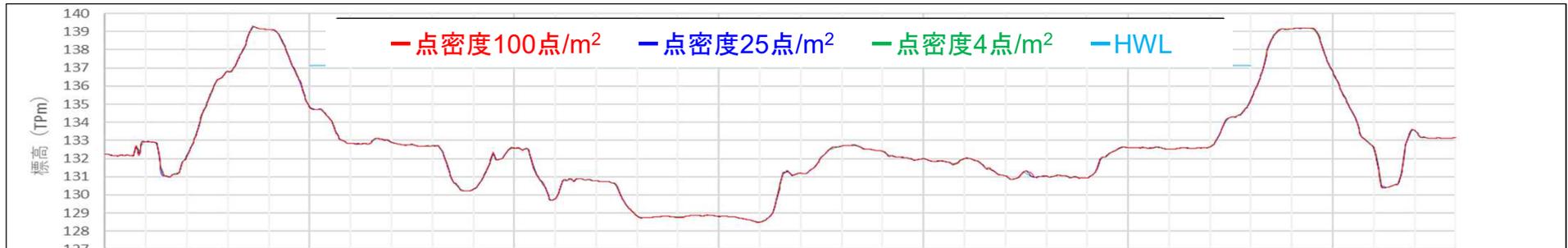
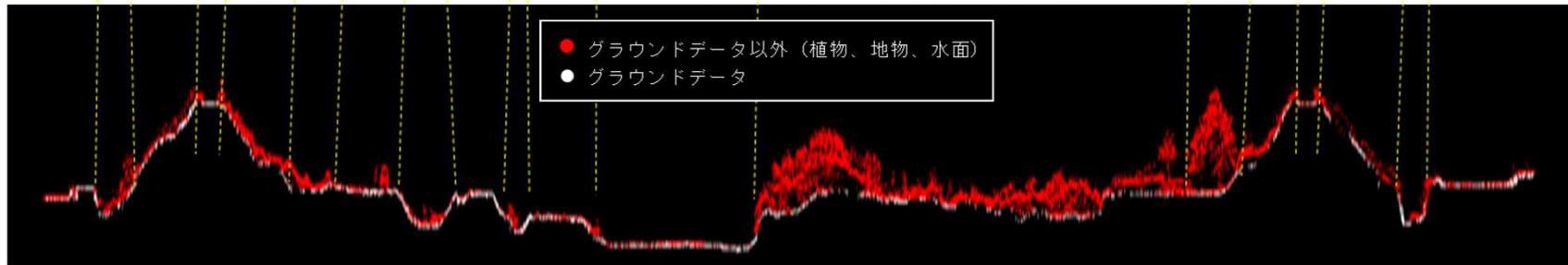
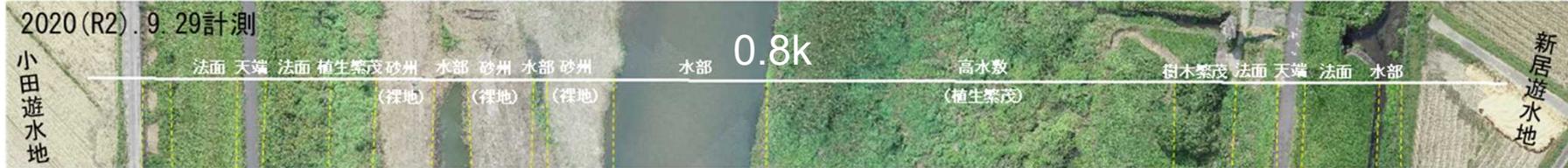


グリーンレーザ計測



河道内土砂管理への適用性(横断的な確認)

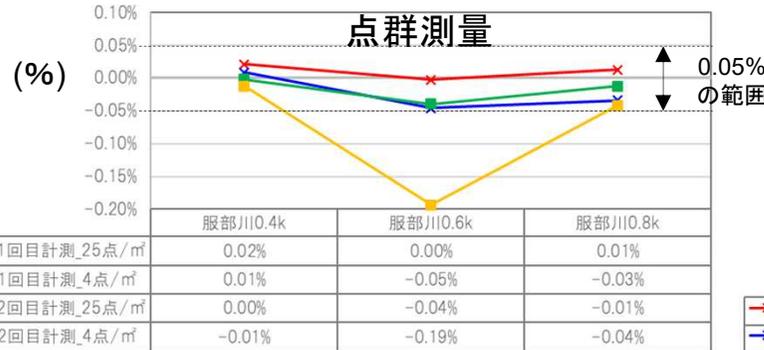
- ◆ 写真測量は、画像に写らない**植生下や水面下の地盤高**は取得不可
 - ◆ グリーンレーザ計測は、**植生下、水面下の地盤高**も取得可能
- 効率性重視の計測(4点/m²)でも横断形状の再現性は良好・・・100点/m²との較差は0.1m程度



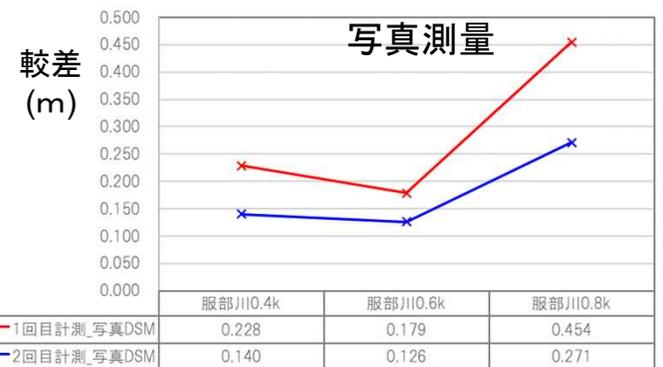
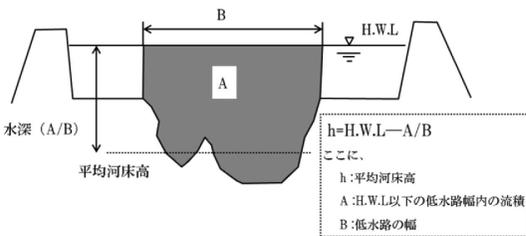
河道内土砂管理への適用性(河川管理的な確認)

- ◆ レーザ計測100点/m²を基準とした場合の各点密度別HWL以下の河積は、4点/m²の場合でも誤差はほぼ0.05%以下と小さく、**流下能力評価の視点でも許容される較差** (写真測量は植生の少ない2回目(11月)計測分でも誤差大) ※参考: 河川を横過する橋梁の設置判断に用いられる河積阻害率は5%
- ◆ 同基準の比較で、**平均河床高の最大較差は、何れも0.005m以下と小さく、縦断的な土砂動態の評価の視点でも許容される較差**(縦断図の作図線幅以下) ※CAD製図基準(1/100)に基づく縦断図作図線幅は0.13mm (写真測量は植生の少ない2回目(11月)計測分でも較差大)

➤HWL以下の河積の比較



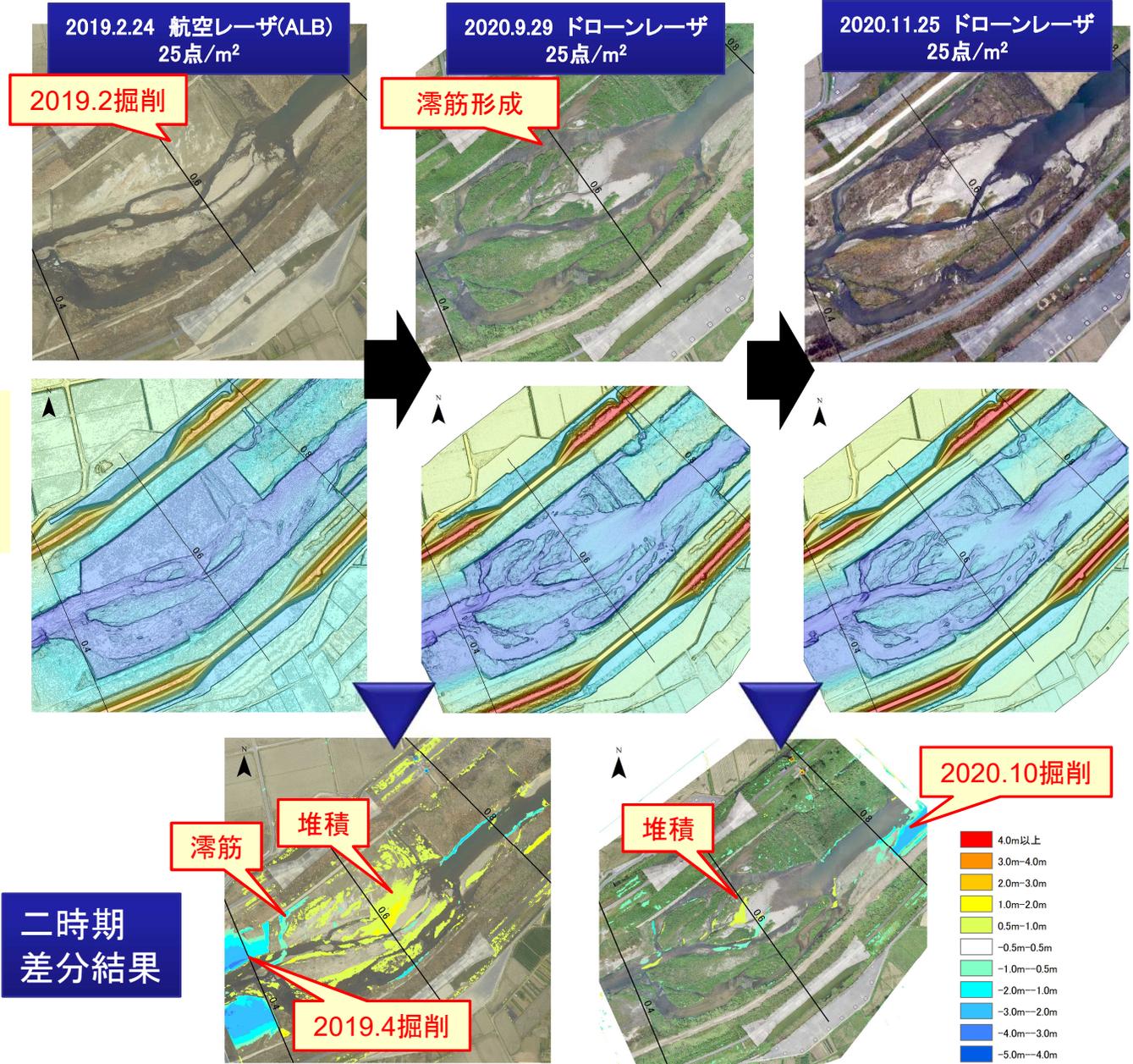
➤平均河床高の比較



河道内土砂管理への適用性(変化量の確認)

- ◆ DEM二時期差分の結果、2019.2掘削箇所は2020.9時点で0.5m~1.0m堆積していることを確認
- ◆ 三次元点群測量は、写真測量では把握困難な河床変動を把握可能

【確認結果】
河道内の土砂管理はグリーンレーザ計測が有効



河道内樹木管理への適用性(樹木毎の確認)

- ◆ 現地で簡易計測した樹高と、ドローンで取得した三次元データの樹高(DSM)を比較
- ◆ 写真測量、グリーンレーザ計測共に、**目視点検と同等以上の精度で樹高を計測可能**
ただし、極端に植生域が狭い場合や、点密度が少ない場合は、0.5m以上較差が生じる場合がある

計測対象	現地 簡易計測	現地簡易計測との差分			
		TDOT GREEN			Phantom4 画像DSM
		100点/m ²	25点/m ²	4点/m ²	
		TPm	m	m	m
樹木1	140.10	-0.02	-0.07	-0.06	-0.17
樹木2	133.35	-0.01	-0.46	-1.41	0.27
樹木3	134.76	0.14	0.06	-0.08	0.08
樹木4	136.87	-0.34	-0.18	-0.92	-0.31
樹木5	137.09	-0.09	-0.09	-1.34	-0.27
樹木6	131.00	-0.05	-0.07	-0.20	-0.41
樹木7	139.88	-0.26	-0.31	-1.35	-0.32
樹木8	142.48	-0.63	-0.63	-0.63	-0.72
樹木9	139.04	0.02	-0.04	-0.22	0.03
樹木10	136.16	0.02	-0.03	-0.02	-0.31
樹木11	133.10	-0.10	-0.15	-0.14	-0.06
樹木12	134.98	-0.08	-0.15	-0.21	-0.08
樹木13	134.85	-0.25	-0.25	-0.25	-0.39
樹木14	140.08	-0.14	-0.17	-1.76	-0.46
樹木15	133.88	-0.18	-0.20	-0.37	-0.17
樹木16	136.14	0.25	0.23	0.23	-0.04
排水樋門	139.00	0.00	-0.03	-0.10	0.03
倉庫	143.21	0.00	-0.04	-0.06	0.00

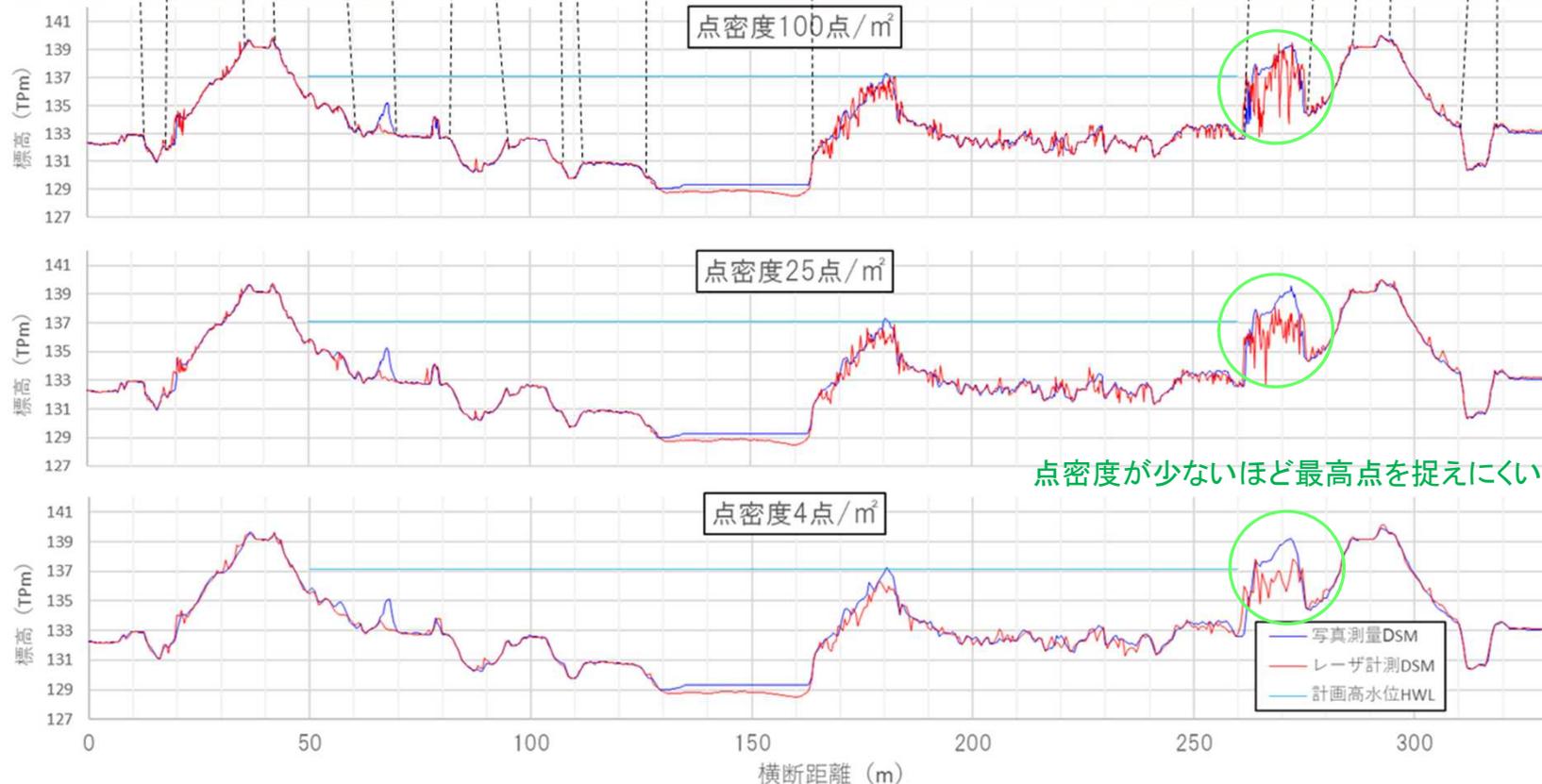
差異0.5m以上



河道内樹木管理への適用性(横断的な確認)

- ◆ 写真測量(DSM)とグリーンレーザ計測(DSM)を横断的に比較
- ◆ 写真測量、グリーンレーザ計測共に**植生域の高さは整合するが**、レーザ計測の場合、点密度が少ないほど**最高点を捉えにくい**
※写真測量でも解像度が低い場合は精度が低下する可能性あり

【確認結果】 河道内の**樹木管理は写真測量で可能**、レーザ計測による場合は高密度な計測が必要



河道管理に適した計測方法

写真測量 (河道の概況把握や樹木管理に適用)

- ◆ カメラ一体型ドローン(標準的な2000万画素程度)を使用する場合、**効率性を重視した計測諸元(地上画素寸法3cm程度)**で、河道の概況把握や樹木管理は可能

グリーンレーザ計測 (河道の形状把握や土砂管理に適用)

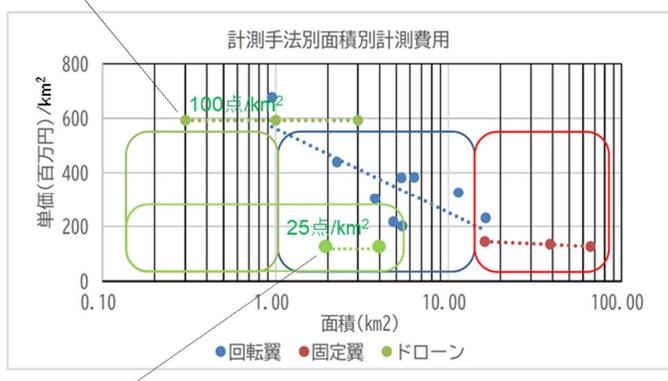
- ◆ グリーンレーザ計測(パルスレート60,000Hz/s程度)を使用する場合、葉の狭い草本域であれば、**効率性を重視した計測諸元(計測点密度25点/m²程度)**で、河道の土砂管理は可能
ただし、植生が密な場合は、必要に応じ計測点密度を増やすことで植生下の計測精度を向上可能

計測コスト比較

- ◆ 重点区間など、**数km²程度の河道管理においては、航空機に比べドローンを活用した計測が経済的**
- ◆ **グリーンレーザドローン・25点/km²(サイドラップ50%考慮で50点/km²)の場合約4km²以下、100点/m²の場合約1km²以下の計測が経済的** ※ドローンレーザの費用は、実作業が数日程度の場合が多く日単価に相当

【参考】グリーンレーザ計測費の目安

1日 0.3km²=約 200 万円



1日 2.0km²=約 200 万円

航空機ALBの計測費

- 「2019年度版 公共測量積算ハンドブック」(日本測量技術協会編)ALB歩掛表
- 各河川のALB計測時間(総運航時間、計測時間、滞留時間)は、2016年～2019年に近畿地整管内で発注されたALB案件の受注者積算値

グリーンレーザドローンの計測費

- 「設計業務棟標準積算基準書2019年度版」((一財)経済調査会)三次元点群測量/UAV写真測量歩掛と近畿技術試験運用実績を参照・整理

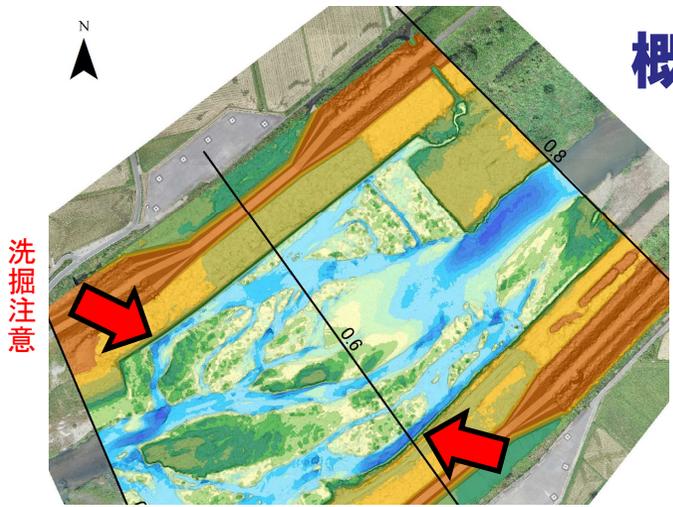
(左図)近畿技術事務所報告書「河川管理の高度化に向けた3次元データの活用検討業務」資料に加筆

グリーンレーザ計測の日当たり作業面積(目安)

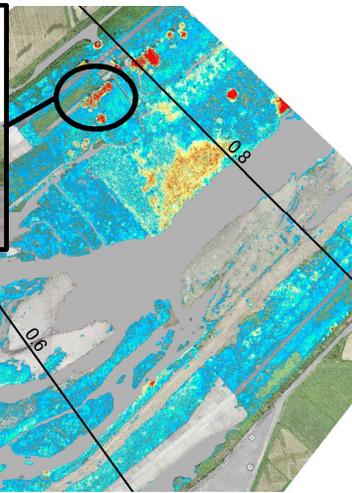
- 100点/m² =0.3km²(0.25km×1.2km)
- 25点/m² =2.0km²(0.25km×8.0km)
- 4点/m² =機器性能より同上



取得データの活用例



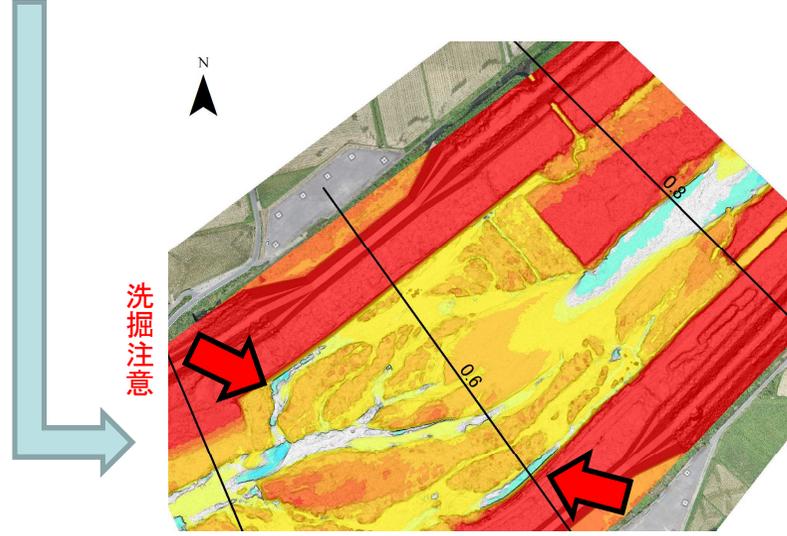
概況把握



樹木伐採量の推定

点検による被害の未然防止、
ハビタットの把握にも有効

樹木成長速度の把握
計画的な伐採計画にも有効



掘削土量の推定

治水対策の必要性を判断

土砂堆積状況の把握や土量の把握に有効

工事発注
取得データから
⇒発注数量算定・図面作成の省力化

【参考】緊急対策土砂撤去後の河道維持状況の確認

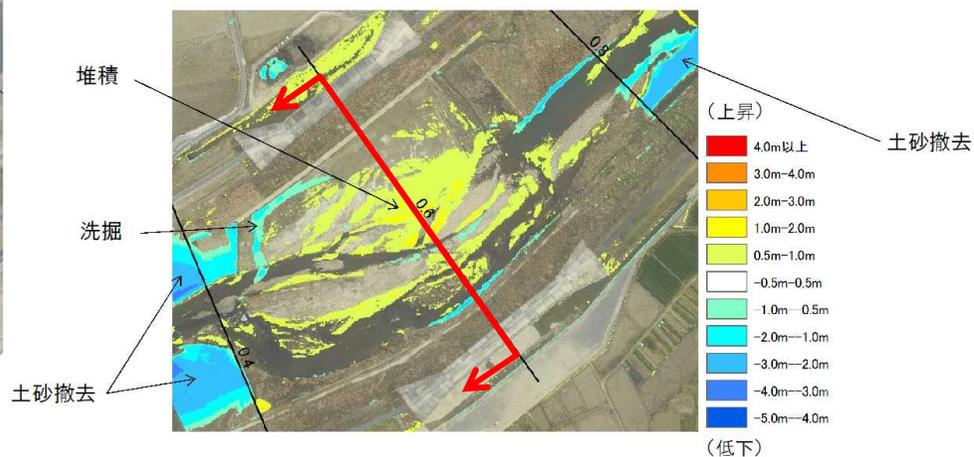
掘削直後

1年8ヶ月後

河床変動量

2019 (H31) . 2. 24撮影 (ALB)

2020 (R2) . 11. 25撮影 (Mavic2Pro)



(河道中央部で約1m上昇)

横断図 服部川0.6k



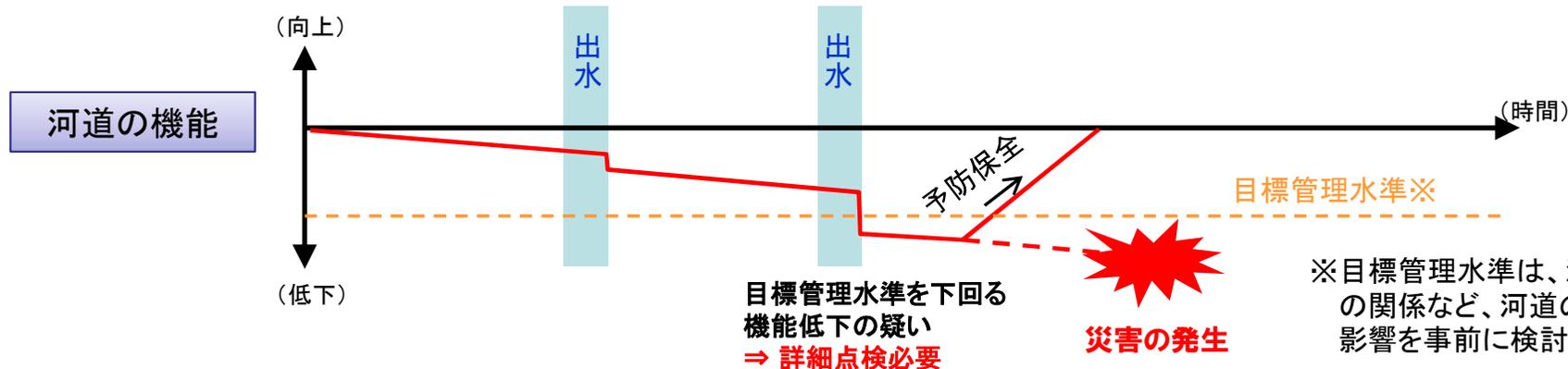
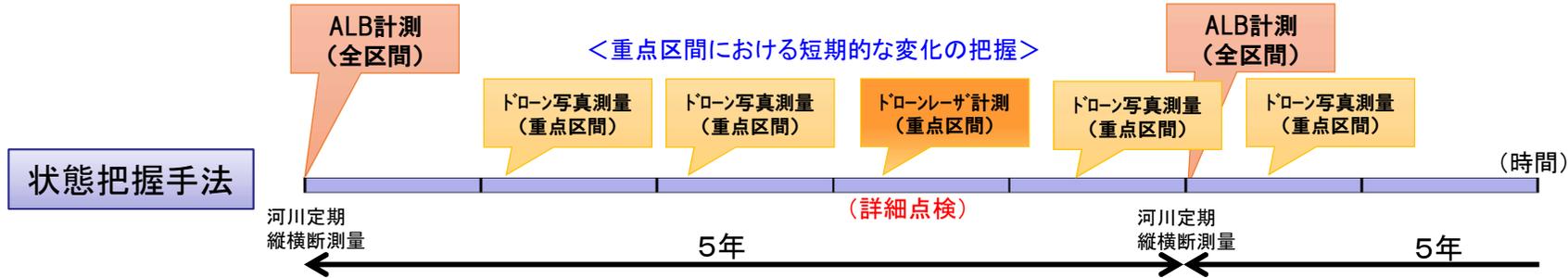
ドローンによる河道管理の効率化・高度化の将来イメージ

河道点検サイクル(案)

- ① 長期的な河道の変化を把握するため、概ね5年ごとにALBを活用した河川定期縦横断測量を実施
- ② 河道管理基本シート等を参考に重点区間を設定し、1年に1回または出水後に簡易なドローン写真測量により短期的な河道の変化を把握
- ③ 取得したデータは、前回のデータ(または河道掘削時の初期データ)と比較し経年変化を把握(必要に応じ⇒②重点区間の設定・見直し)
- ④ ドローン写真測量で、目標管理水準を下回る機能低下が疑われる場合は、ドローンレーザ計測で詳細点検し、予防保全の必要性を判断

<全区間の長期的な変化の把握>

<全区間の長期的な変化の把握>



三次元データを活用した河川管理サイクルの例

各データは三次元管内図に登録し一括管理・共有

