

# UAV—SfM技術を活用した河川地形把握や 河道管理に関する話題提供

平成29年6月15日

東京大学大学院情報学環  
特任講師 齋藤正徳



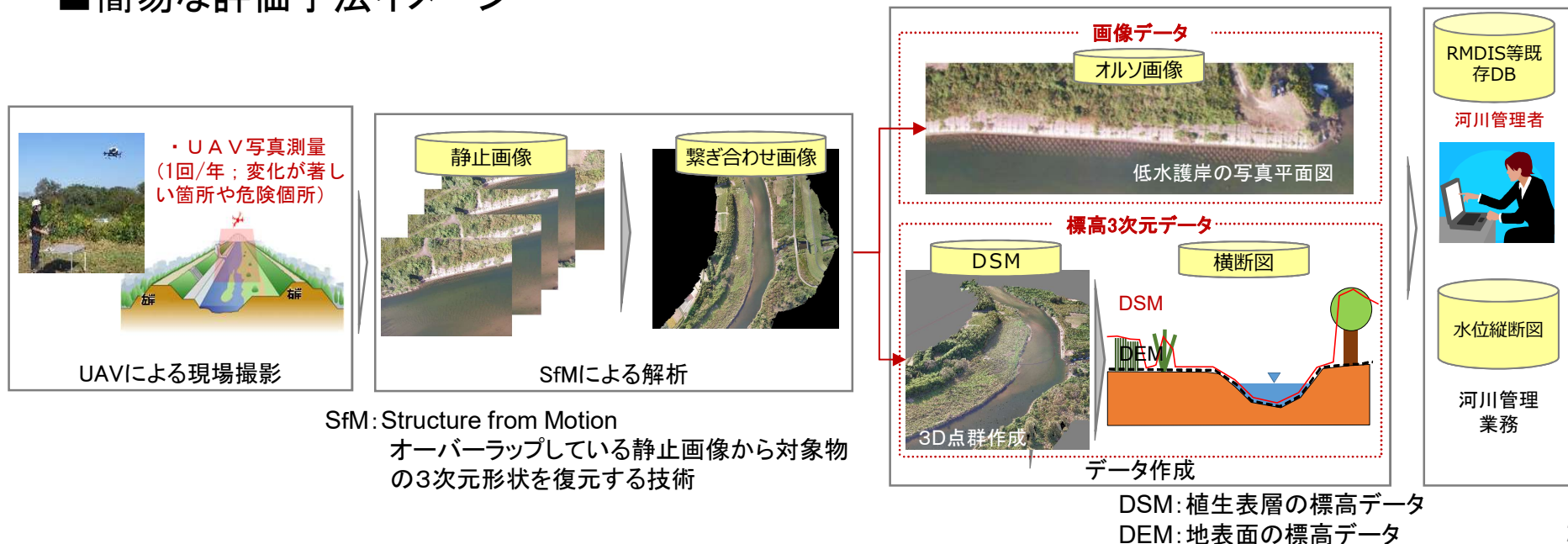
## (現状の課題)

- 国管理河川では、5年に1回の地形測量や目視を基本とする樹木調査が実施されているが、**低水路内の地形の変化や樹林化速度は著しく、経年変化を客観的に把握されていない。**
- 県管理河川では、**災害発生後に災害申請のために地形測量を実施するのみの河川が多く、事前の状況が把握されていない。**

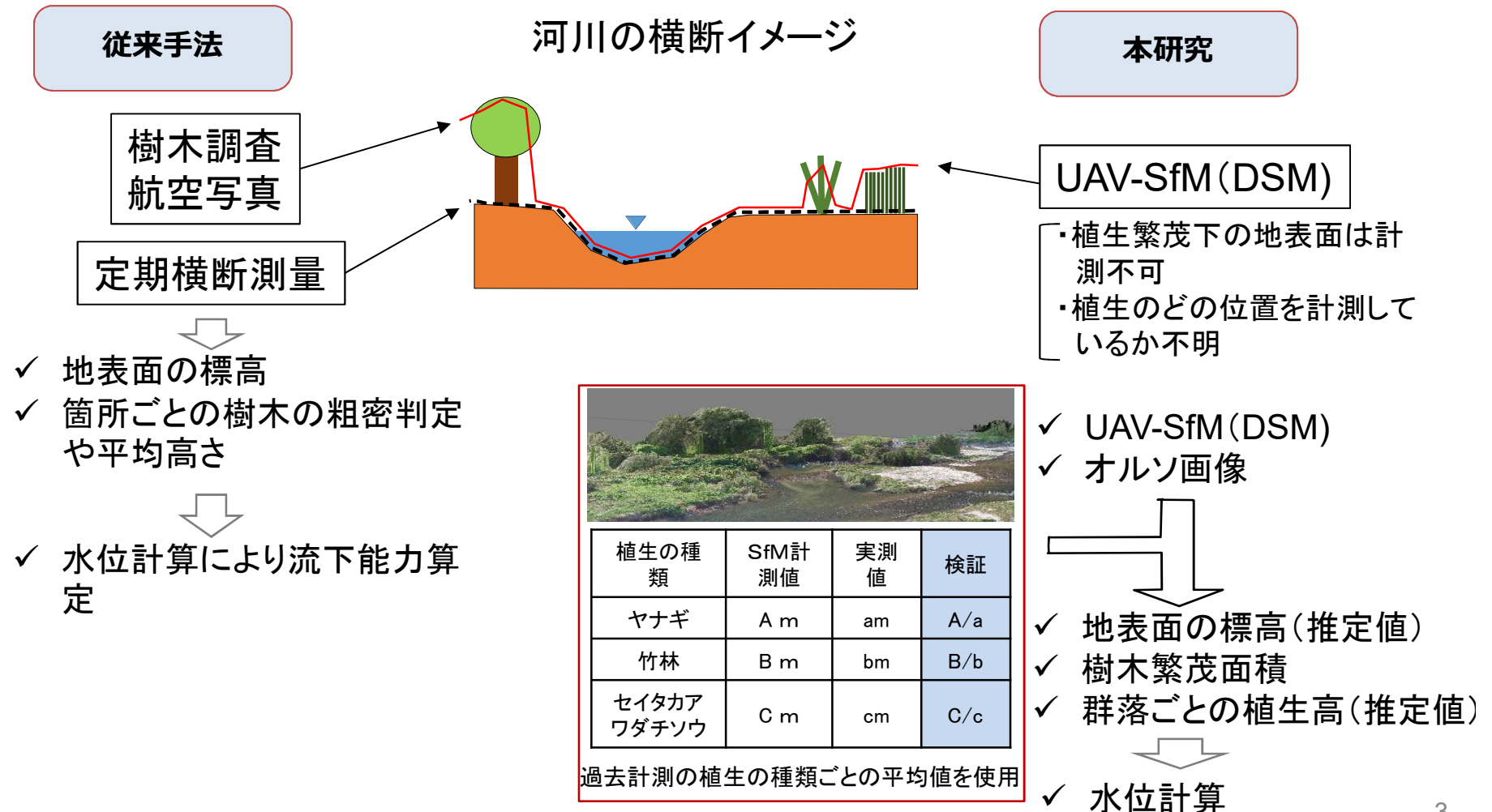
## (研究の目的)

- 砂州地形や河川植生の経年変化を、**安価な方法で計測し、簡易に流下能力を評価する手法**について、その実行可能性を現場実証を通じて確認する。

## ■ 簡易な評価手法イメージ



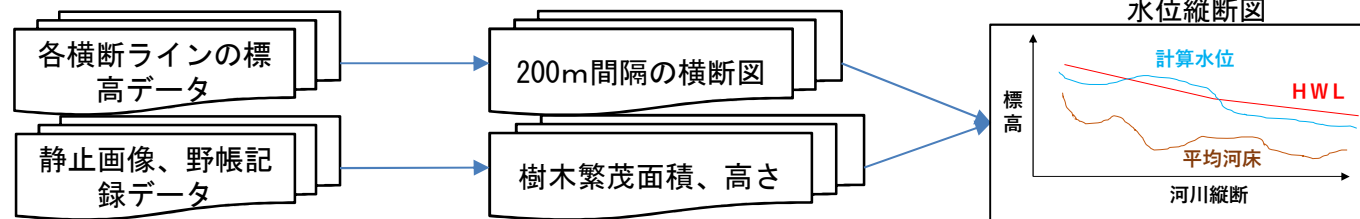
- UAV-SfMから得れた表層データ(DSM)は、**植生繁茂下の地表面は計測不可及**及び**植生のどの位置を計測しているか不明**である。
- 直接、地表面を計測することに注力を注ぐのではなく、**植生のSfM計測値と実測高の関係性を求め、DSMから地表面(DEM)等を推定**する方法を研究。



■ 現地実証より、従来手法と比較し、**外業時間が約1/5に短縮**、**地形データ作成までのコストが約1/3に縮減**。本研究は、**危険箇所等を頻度多く計測する手法として適している**。

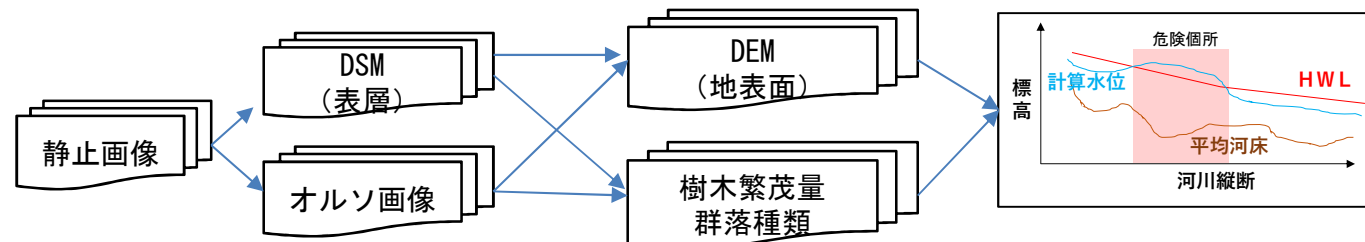
## 従来手法

| 項目                 | 外業                       | 内業   |
|--------------------|--------------------------|--|
| 定期縦横断測量<br>(1回/5年) | ・ 地上測量                   | ・ 横断図の作成                                   |
| 樹木調査<br>(1回/5~10年) | ・ 航空写真撮影<br>・ 樹木の高さの現地調査 | ・ 写真や現地調査結果から樹種を判定<br>・ 樹木繁茂の面積の算出及び各箇所の高さ |



## 本研究

| 項目                              | 外業         | 内業   |
|---------------------------------|------------|--|
| UAV写真測量<br>(1回/年；変化が著しい箇所や危険箇所) | ・ UAV飛行の監視 | ・ SfMによるDSM作成<br>・ 蓄積された群落ごとの平均植生評価高を差し引きDEMを作成<br>・ DSM, DEMから樹木の繁茂量を算定<br>・ オルソ画像から樹種を判定 |



- UAV写真測量から得られた標高3次元データ(A)及び画像データ(B)の計測精度を検証した。
  - (A)裸地、水域、植生部の各地表面の状態に対し、標高値の測定精度の実測値との差を検証。(正解データは従来の地上測量【定期横断測量等】)
  - (B) SfMから得られたオルソ画像を活用して写真平面図を作成し、堤防から死角領域に位置している低水護岸等の変状を確認。

## ■ 実証現場概要



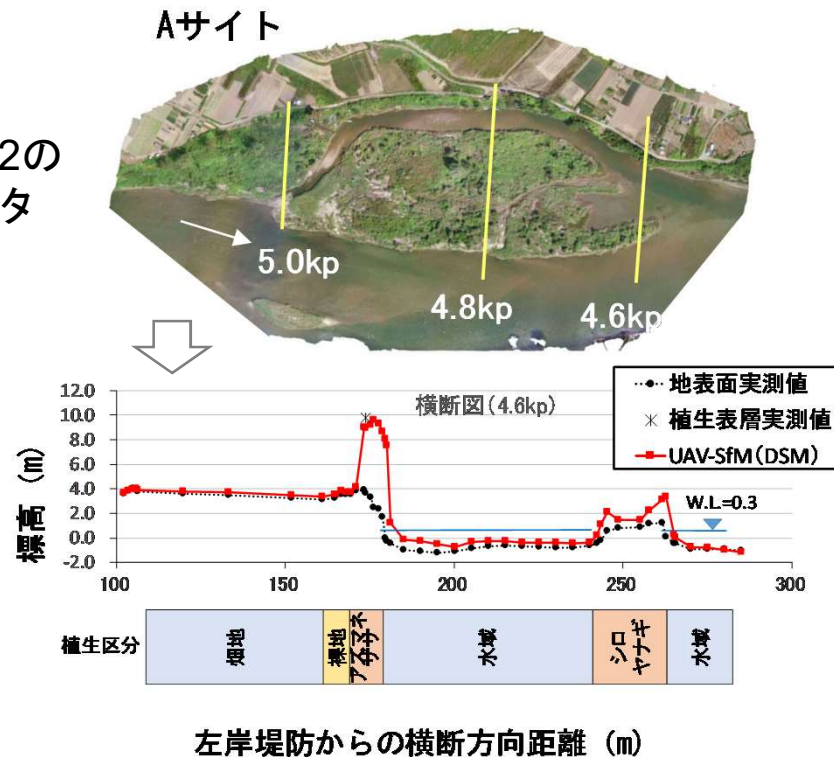
| 計測時間                                 | 計測条件                                |
|--------------------------------------|-------------------------------------|
| ○ 砂州A (600m × 200m)<br>・45分 (3フライト)  | ○ 対地高度60m                           |
| ○ 砂州B (600m × 300m)<br>・105分 (5フライト) | ○ 写真撮影のラップ率<br>・縦断方向60%<br>・横断方向90% |

名取川・広瀬川合流付近  
平成28年10月7日、14日に実施

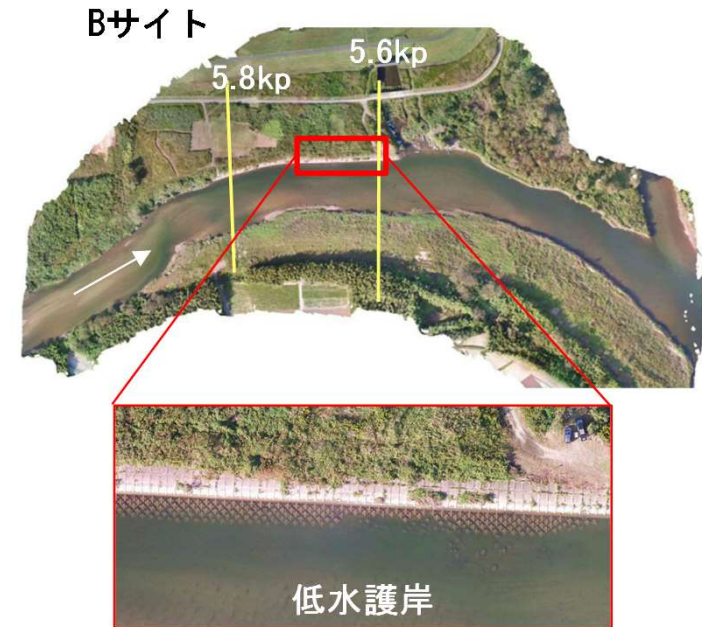


- 定期横断測量 (H28実施) の測線上において、UAV-SfMと実測値とを比較。
- 植生域については、ポール計測による植生実測高と差分 (UAV-SfM・定期横断測量) とを比較。
- また、UAV-SfMで生成されたオルソ画像より、船上巡視の対象である低水護岸の変状を確認できるかどうか検証。

✓ 283点/m<sup>2</sup>の点群データ

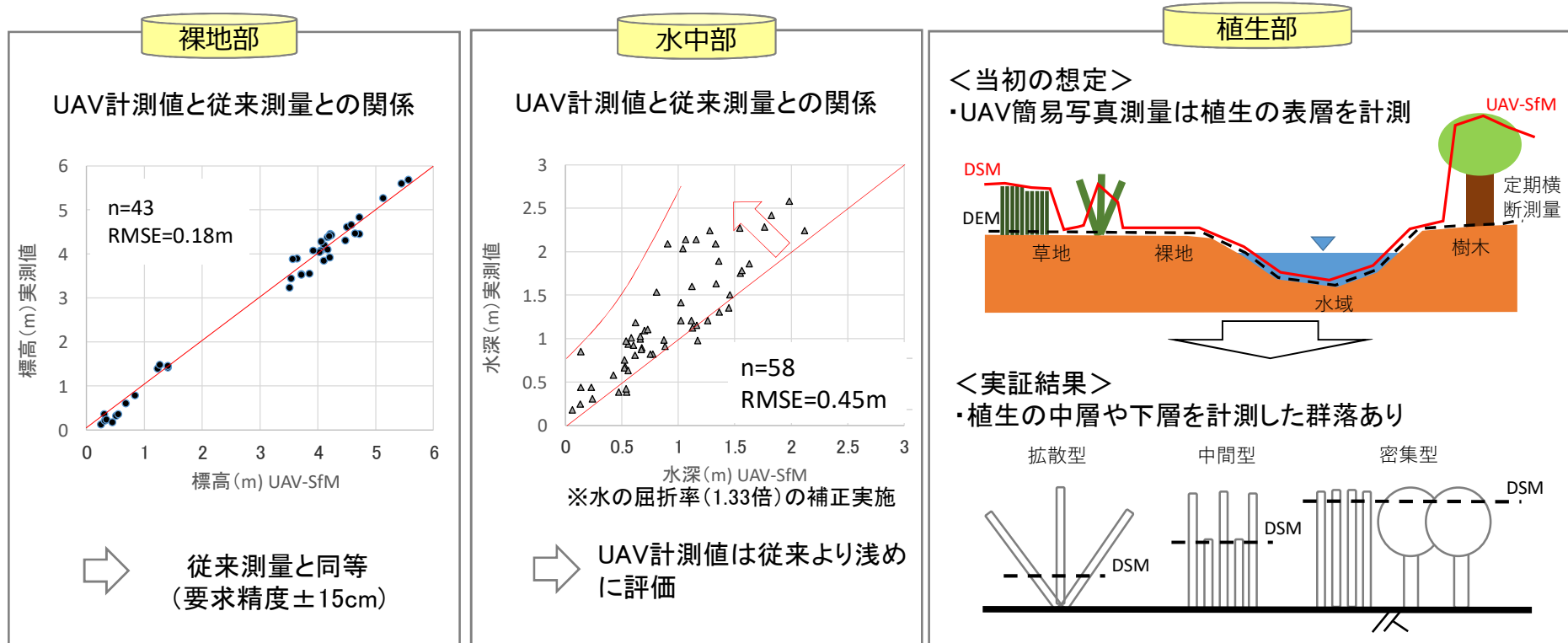


✓ 横断5測線上 (数m間隔) の位置と対応する点を抽出



✓ 地上解像度1.8cm/pixelであり、水中部の根固めブロックの様子も十分把握可能

- UAV-SfMから得られた地形データ(DSM)と定期横断測量結果との比較結果として、下記の内容が把握された。
  - ✓ 裸地部では、従来測量(実測値)と同等の計測精度
  - ✓ 水中部では、濁りの影響で、水深が深い領域において従来測量(実測値)より浅めに計測
  - ✓ 植生部では、繁茂している表層に空隙がある場合は、より下層の位置を捉える等、植生の繁茂形態に応じて、計測精度が異なった

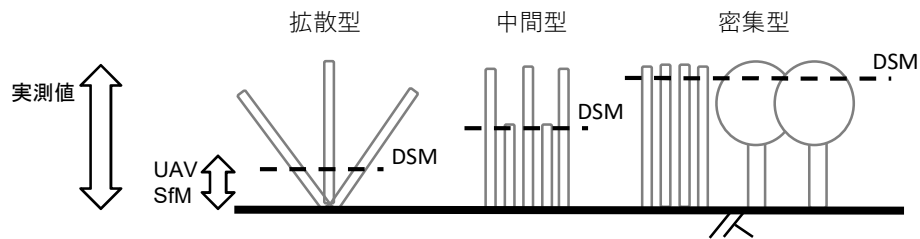


- 群落ごとにDSMの植生高の定量的なデータが蓄積されれば、新たに計測したDSMから、群落ごとのUAV-SfMの植生高評価値の過去の蓄積データの平均値を差し引くことで、DSMから流下能力算定に必要な植生下のDEMや樹木繁茂量を簡易かつ安価に推定することが可能となる。

表 植生の群落ごとのUAV-SfMにより得られた植生高と実測値

| 群落名            | UAV-SfM値<br>(a) <sup>※1</sup> | 実測値<br>(b) <sup>※2</sup> | a/b <sup>※3</sup> | 検証<br>地点<br>数 | 繁茂類型 |
|----------------|-------------------------------|--------------------------|-------------------|---------------|------|
| アズマネザサ         | 5.6m                          | 6.1m                     | 0.9               | n= 1          | 密集型  |
| ヨシ             | 1.3m                          | 2.2m                     | 0.6               | n= 1          | 中間型  |
| セイタカア<br>ワダチソウ | 0.7~2.0m                      | 0.9~2.3m                 | 1.0               | n= 2          | 密集型  |
| カナムグラ          | 1.0m                          | 0.6m                     | 1.7               | n= 1          | 密集型  |
| オギ             | 1.3~1.6m                      | 2.1~2.2m                 | 0.7               | n= 2          | 中間型  |
| イタドリ           | 0.5~1.2m                      | 2.3~3.3m                 | 0.3               | n= 2          | 拡散型  |
| モウソウチク         | 13~18m                        | 10~22m                   | 1.0               | n= 2          | 密集型  |
| オニグルミ          | 4.0m                          | 5.0m                     | 0.8               | n= 1          | 密集型  |

※1 UAV-SfMから得られたDSMと定期横断測量結果の差分により算出  
 ※2 ポールを用い地表面から植生の枝葉の最頂部までの高さを現地計測  
 ※3 (a)の群落ごとの平均値を(b)の群落ごとの平均値で除した



## H28年度実施

- ✓ 特性の環境条件下における計測結果
  - ・時期; 10月
  - ・風速; 0~4m/s

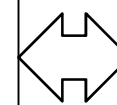


## 今後

- ✓ 複数の環境条件下における計測を実施し、UAV-SfMの植生高評価値を定量化

植生の種類ごとの  
UAV-SfM(DSM)

植生の種類ごとの  
実測値



## 河川管理

- ✓ 計測時の環境条件に応じて、DSMからDEM等を推定



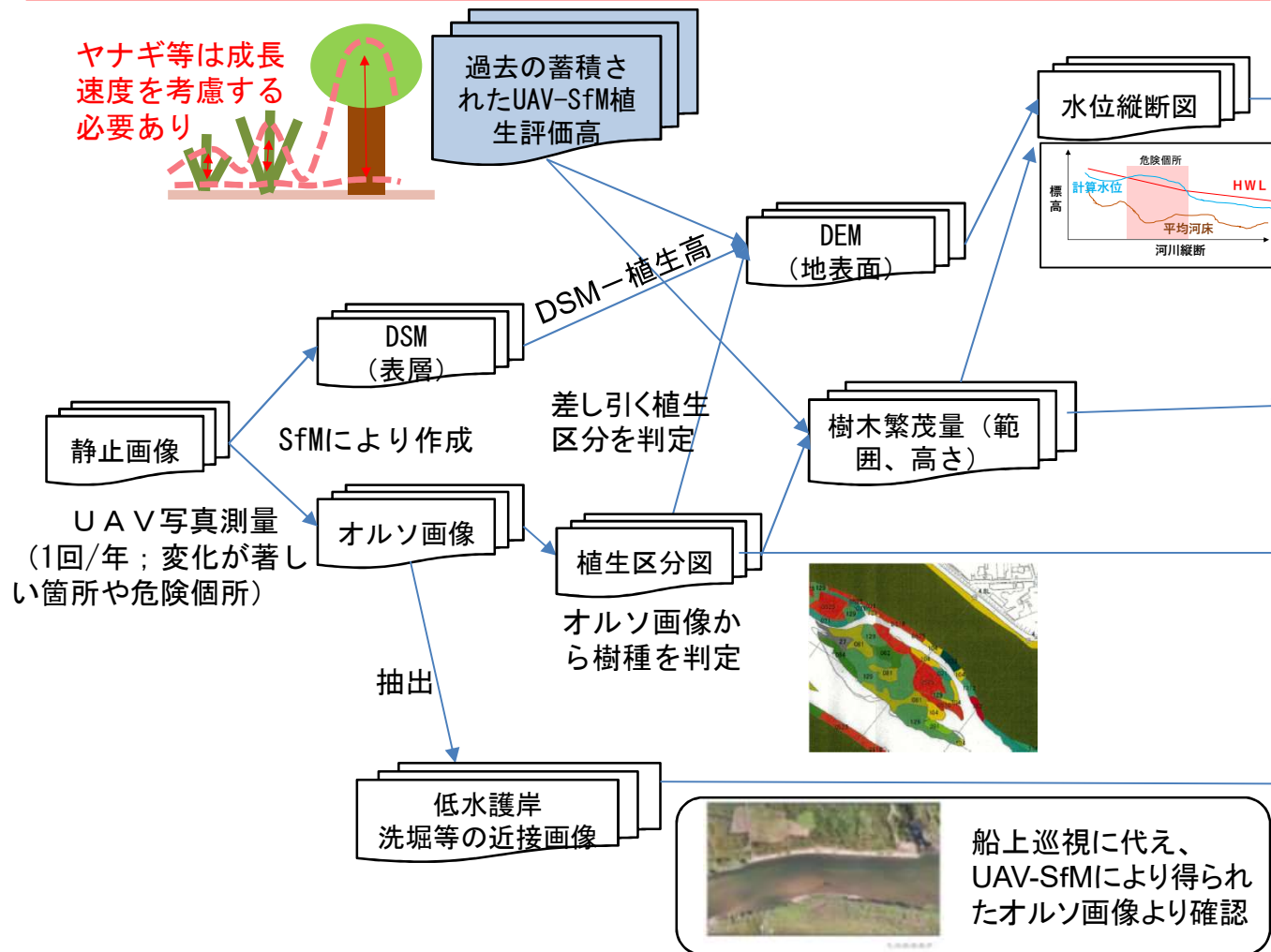


# UAV写真測量を活用した河道管理手法



■ UAV写真測量により得られたデータを様々な方法により加工することで、流下能力の感度分析、環境調査、低水護岸の状況把握等の河川管理の場面で利活用が可能となる。

## データ取得から解析までの流れ



## 河道管理への活用

### ● 流下能力の感度分析

- ✓ 時期; 1回/年
- ✓ 目的; 流下能力が不足している箇所において、中小洪水による地形の変化、樹木繁茂の水位上昇の影響を把握し、洪水に対するリスク管理を実施

### ● 樹木管理

- ✓ 時期; 1回/年
- ✓ 目的; 成熟する前に幼木等の段階から早期に対策を実施し、樹木伐採量のコスト縮減

### ● 環境調査

- ✓ 時期; 1回/年
- ✓ 目的; 人為的インパクトに対する応答を把握。例えば、外来種の有無。

### ● 船上巡視

- ✓ 時期; 1回/年
- ✓ 目的; 洗掘、異常堆積、低水護岸の陥没、流出等の把握

# 参考



- 洪水に対する氾濫リスクの低減に資する、または、早期対策によるコスト縮減に資する河川維持管理行為を重点的に実施する。

| 現在の主要な河川管理項目  | 目的                                      | 課題  |
|---|---|---|
| 日常巡視<br>週1回～2回  | 異常及び変化等を<br>概括的に把握。                     | 巡視・点検で、発見される<br>亀裂や陥没等の表面上の<br>データは、堤防の破堤に<br>対する安全性と関係性が<br>ない。(森・服部ら, 2015) |
| 出水期前/出水後/台風期前<br>の職員の堤防点検                                 | 治水上の機能につ<br>いて異常及び変化<br>を発見・観測・計測<br>する | 低水護岸の流出や洗掘は、<br>発見が遅れると、その後の<br>河岸浸食→破堤に繋がる<br>可能性がある                         |
| 船上巡視による低水護岸(河<br>岸)、河道の点検<br>(1～2回/年)                     |   |   |
| 被災後の緊急点検  | 復旧のための被災<br>の早期把握                       | 把握に時間を要する。  |
| 出水後の洪水痕跡調査  | 河道の粗度管理の<br>ため(流れやすさの<br>把握)            | 手間がかかる。   |
| 定期縦横断測量<br>(1回/5年、出水後)                                    | 流下能力の把握                                 | 砂州などの変化が激しい<br>箇所の経年変化を捉えら<br>れていない。  |
| 樹木調査<br>(5年～10年に1回の航空写<br>真測量により実施。また、年1<br>回の目視点検により実施。) |   | 樹木の繁茂の傾向は把握<br>されるが、経年変化を定量<br>化されていない。                                       |

## UAV写真測量の活用の視点

- ✓ 死角箇所を網羅的に発見する。
- ✓ 定量化を図る。

- ✓ 中小洪水で変化する低水路内の地形を把握し、洪水に対する水位上昇の危険性を評価する

- ✓ 成熟する前の幼木の早期段階で、対策を実施し、伐採コストを削減する