

マングローブ林及び周辺地形を対象とした RTK-UAVによる写真測量

PHOTOGRAMMETRY OF MANGROVE FORESTS AND SURROUNDING MORPHOLOGY USING RTK-UAV

鈴木 樹 (パシフィックコンサルタンツ株式会社, 港湾空港技術研究所 耐波研究G 依頼研修員)
鈴木 高二朗 (港湾空港技術研究所)



Nagura bay, in Ishigaki island

1. 研究概要

◇必要性

- ・東南アジア諸国の海岸の多くはマングローブ林で覆われており、グリーン・グレイインフラの組み合わせによる沿岸防災事業の構想が諸外国で活発.
- ・国内からの技術輸出の観点からも、マングローブ(グリーンインフラ)の防災効果の検証は重要.

◇現状

- ・海浜状況把握にはUAVが良く用いられる一方、マングローブ林の計測は毎木調査法などが一般的. 労力・計測精度の観点から他計測方法との併用・代替方法の必要性がある.

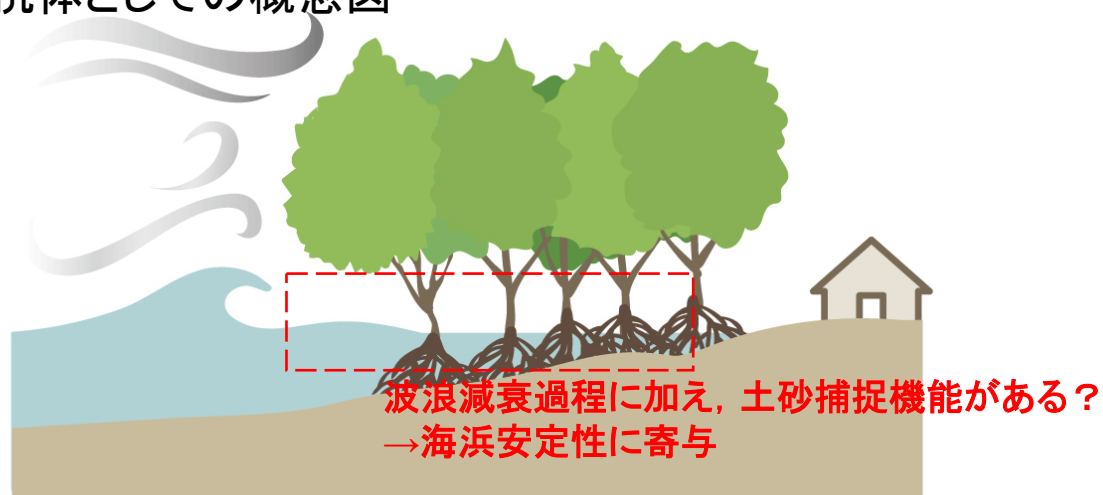
◇マングローブ林による効果

- ・また、マングローブ林による波浪減衰効果は外洋波浪への抵抗体としての役割を持つ
→同時に底面砂の移流速度を低減させ、漂砂捕捉効果を有していると推測される.

毎木調査(樹高計測)



抵抗体としての概念図



気候変動適応情報プラットフォームHPより加筆

1. 研究概要

◇研究目的・実施内容

- ・水平・鉛直解像度ともに高い測値精度を有するRTK-UAVによる写真測量を通じて、マングローブ林及びその周辺地形の計測を実施.
- ・計測結果から、マングローブ林周辺での海浜状況及び地形的特徴を考察.

調査対象のマングローブ林

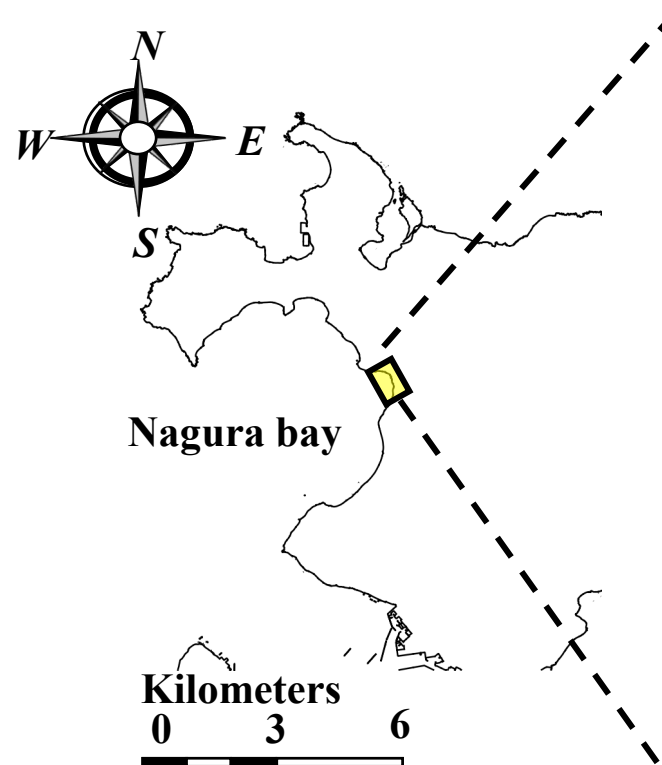


局所的にみると、マングローブ周辺は標高が高そう？

2.現地調査

◇現地概要

- ・調査対象:石垣県名蔵湾に植生するマングローブ林
- ・調査時期:2023年11月22日 干潮帯
- ・天候:快晴
- ・マングローブの特徴:ヤエヤマヒルギ(*Rhizophora*)が約400本程度, 植林されている.



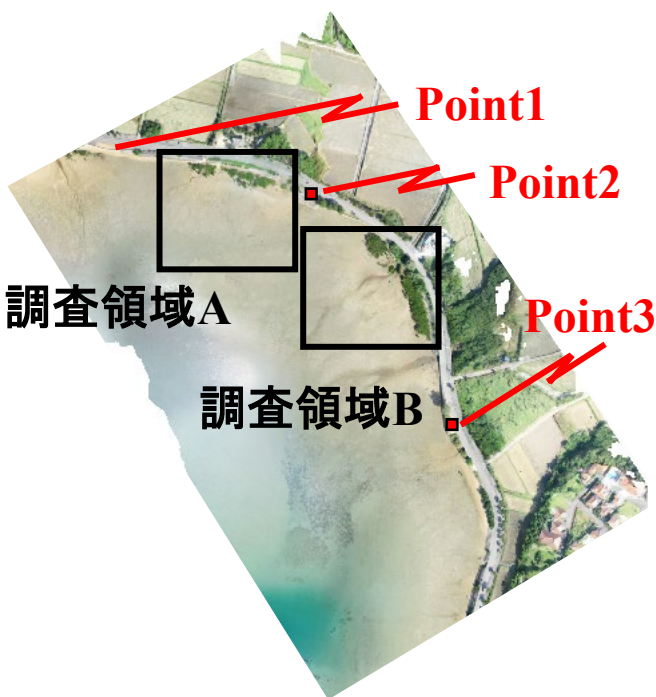
2.現地調査

◇写真測量について

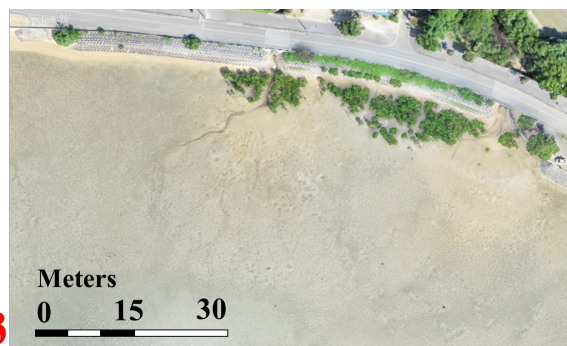
- ・使用機器: Phantom4 RTK
- ・SfMソフト: Metashape(Agisoft[©])
- ・主な計測条件: 小室らを参考に^{※1}, 多視点(天底角・高度を複数調整)による計測
- ・精度検証: RTK移動局計測によるGCP位置での水平・鉛直測値の比較(Point1~3)

※1: RTK-GNSS搭載型UAVによる複数天底角・複数高度撮影に基づく標定点を用いない河道写真測量

<オルソ画像>



調査領域A



調査領域B



<計測方法>

	項目	内容
機器概要	計測方式	D-RTK2を固定局としたRTK方式
	離陸重量	1391g
	有効画素数	2,000万画素
地上画素寸法GSD[cm]は、撮影高度[cm]に対して3650[-]で除した値		
観測方式	対空高度	30 m, 50 m程度
	画像重畳度	オーバーラップ: 85 % サイドラップ: 70 %
	天底角	0° 及び30° による多視点飛行

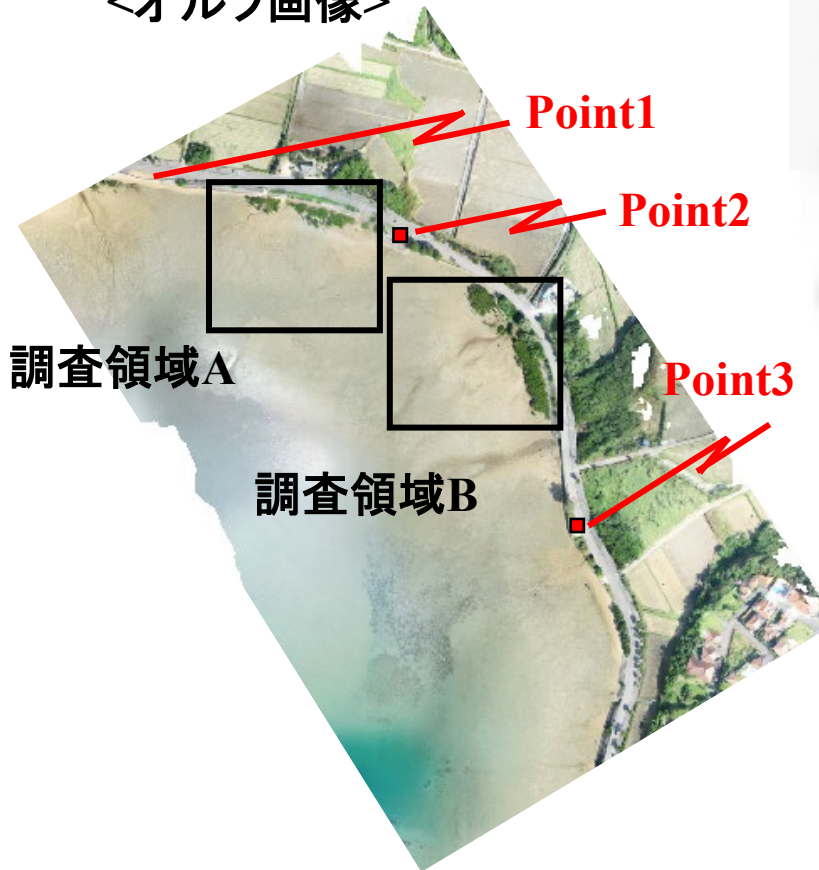
2.現地調査

◇写真測量の計測精度

・水平・鉛直誤差は、それぞれ最大で0.074m, 0.136m

→本研究で実施するマングローブ林及び広域的な地形計測に対しては十分な精度を有すると判断し、GCP補正は実施せずに特徴量を整理する。

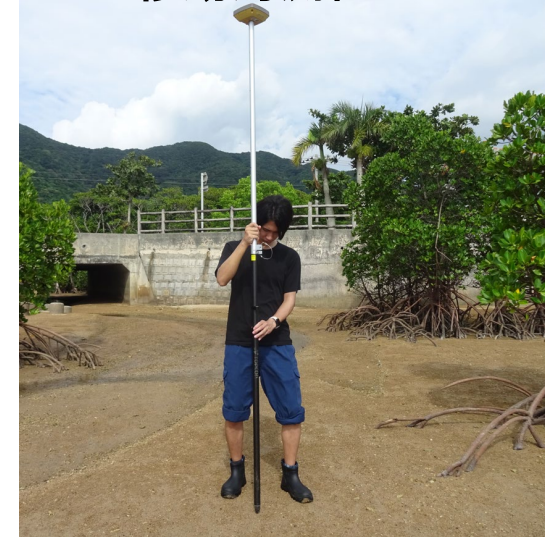
<オルソ画像>



Phantom4RTK



RTK移動局測位



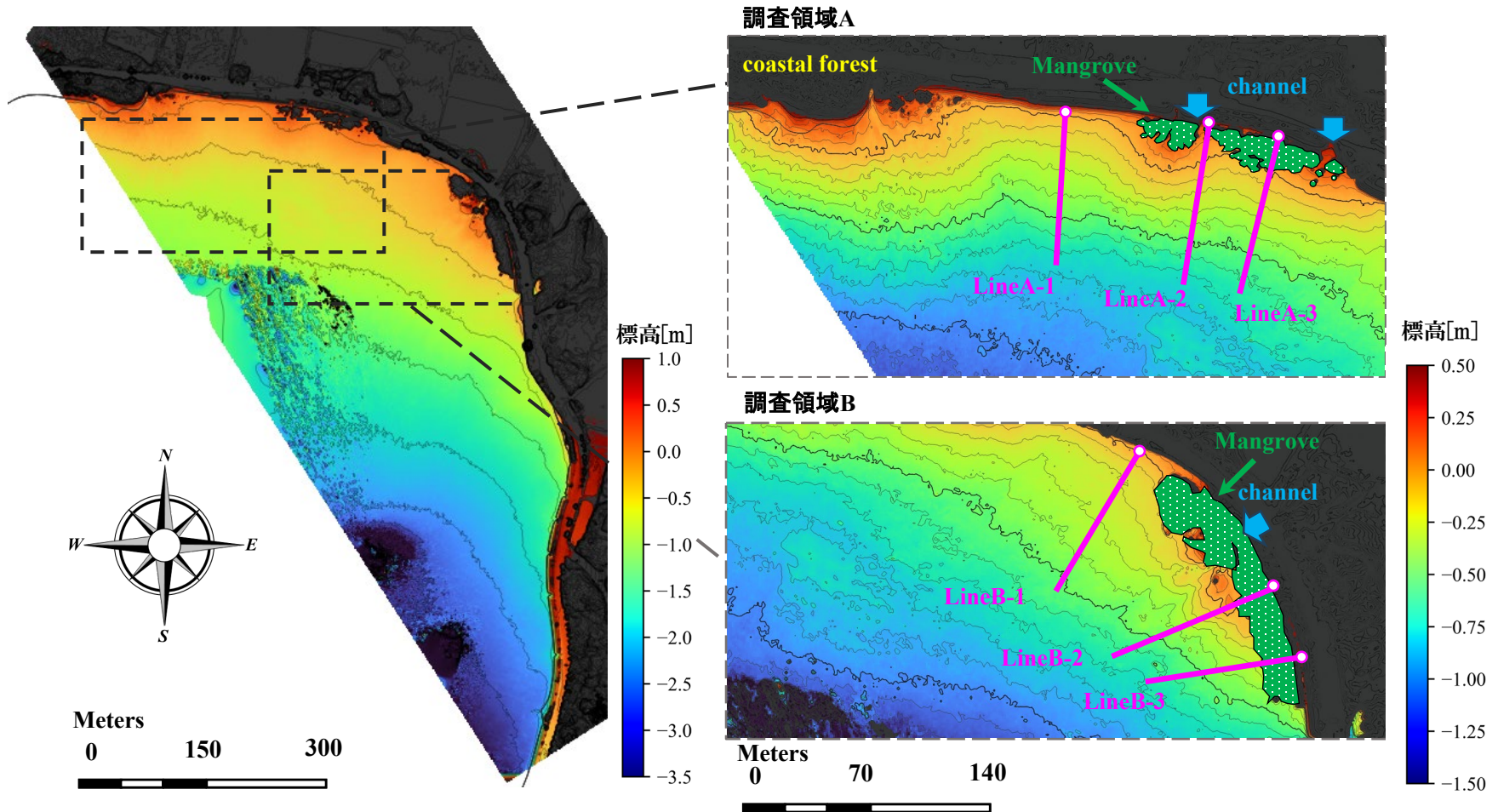
<UAVと移動局計測による測位差>

評価地点	水平成分[m]	鉛直成分[m]
Point1	0.030	- 0.136
Point2	0.054	0.040
Point3	0.074	0.071

3. マングローブ及びその周辺地形について

◇ マングローブ周辺地形

- ・ Cintrón and Novelli^{*1}によると対象とするマングローブ林は、潮汐及び波浪に直接曝露されるとともに低潮位時には底泥砂面が露出する形態をとる。
- ・ 等高線は、南方から北方へと勾配がつくように形成されている状況。



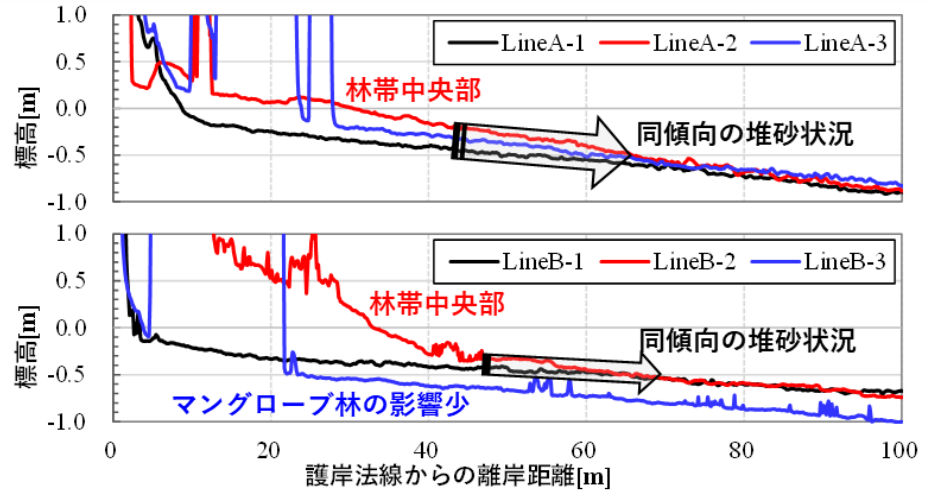
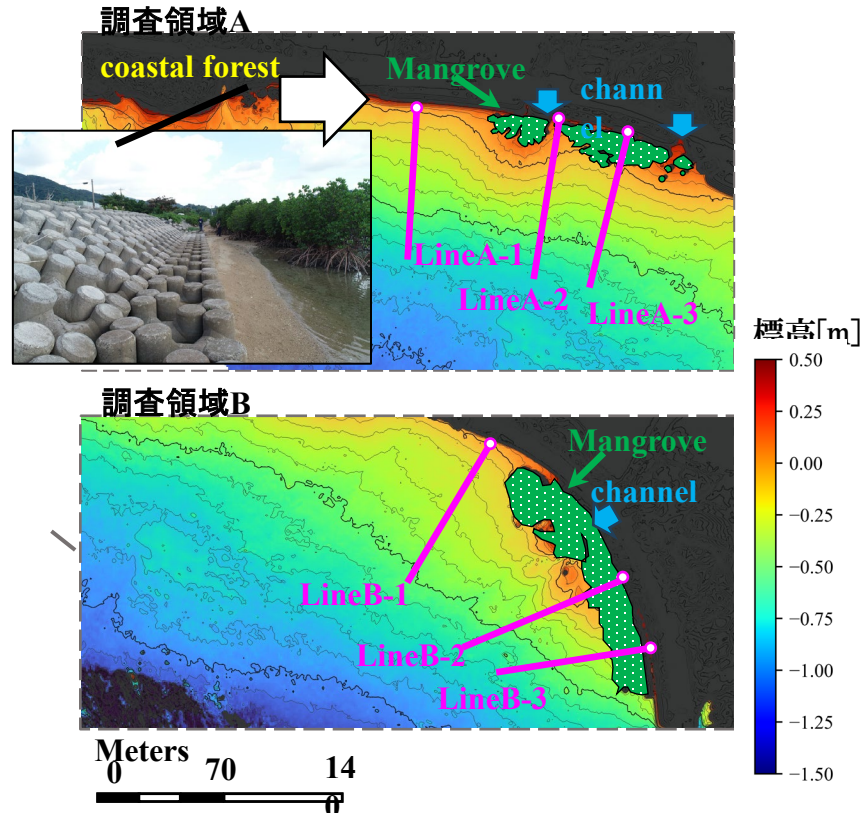
3. マングローブ及びその周辺地形について

◇マングローブ前面地形

・マングローブ林背後に設置されている護岸の法線方向から沖合100 mまでの離岸距離で縦断計測をした結果.

・100m地点ではほぼ同等の値をとる一方で, 28m地点では, 林帯中央部で0.1~0.4m程度の堆砂傾向

→林(抵抗体)中央部で収斂・低流速による土砂堆積が顕著か.



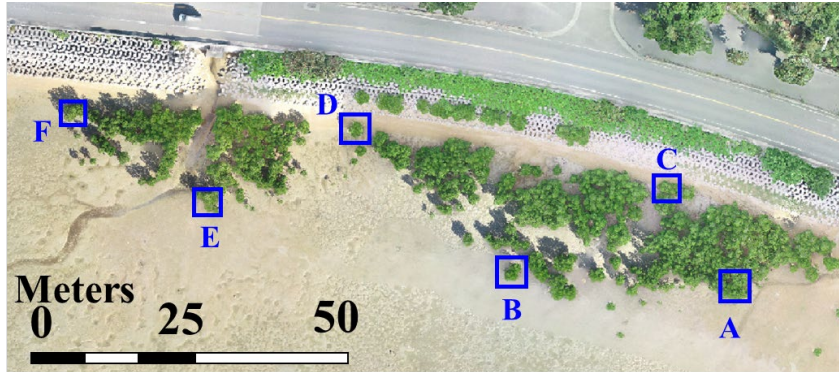
赤-林帯中央部: 前面~100m地点まで堆砂傾向
青-林帯端部: 領域AとBでは, 干潟地形の影響により堆砂状況が異なる
黒-林帯の外側: 同離岸距離において, 比較的堆砂傾向が小さい

3. マングローブ及びその周辺地形について

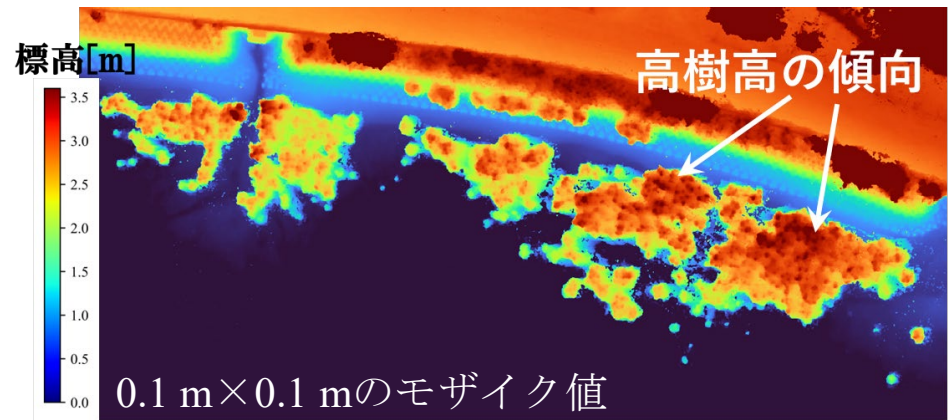
◇ マングローブ樹高の計測

・Mori et al.※1らは、樹形形状の樹高・胸高直径から支柱根高さやスパン長の樹形形状を推定する関係式を提案している。→、樹高を広域的に推定することで、その領域に植生しているマングローブの樹高以外の形状の推定が期待できる。

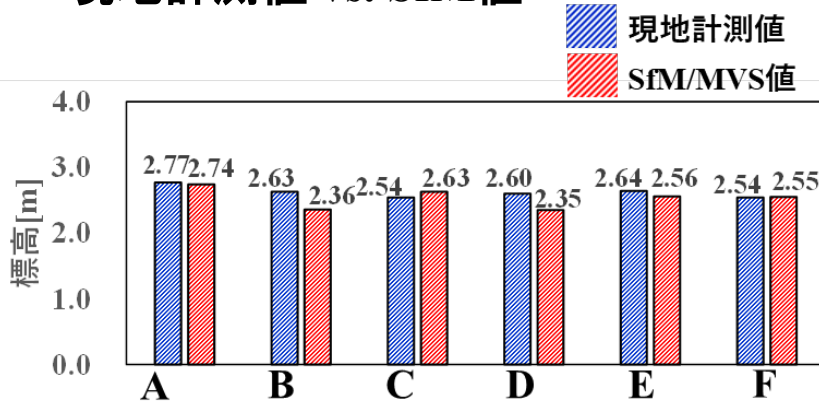
<樹高計測>



<樹高分布(SfM値)>



<現地計測値 vs. SfM値>

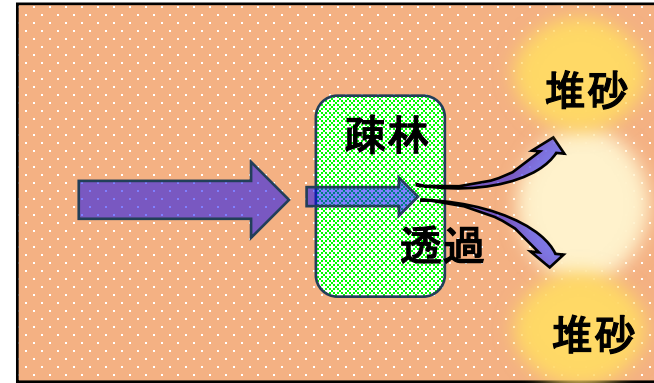
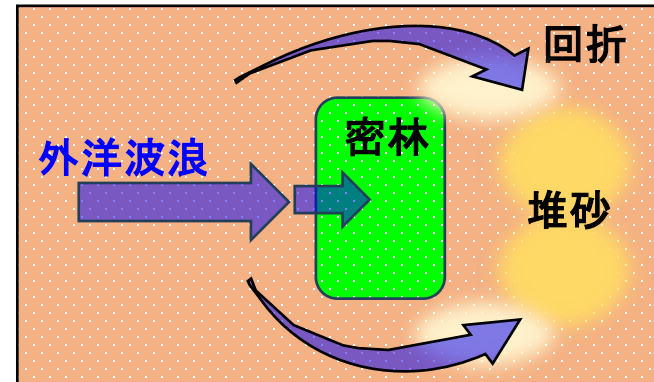
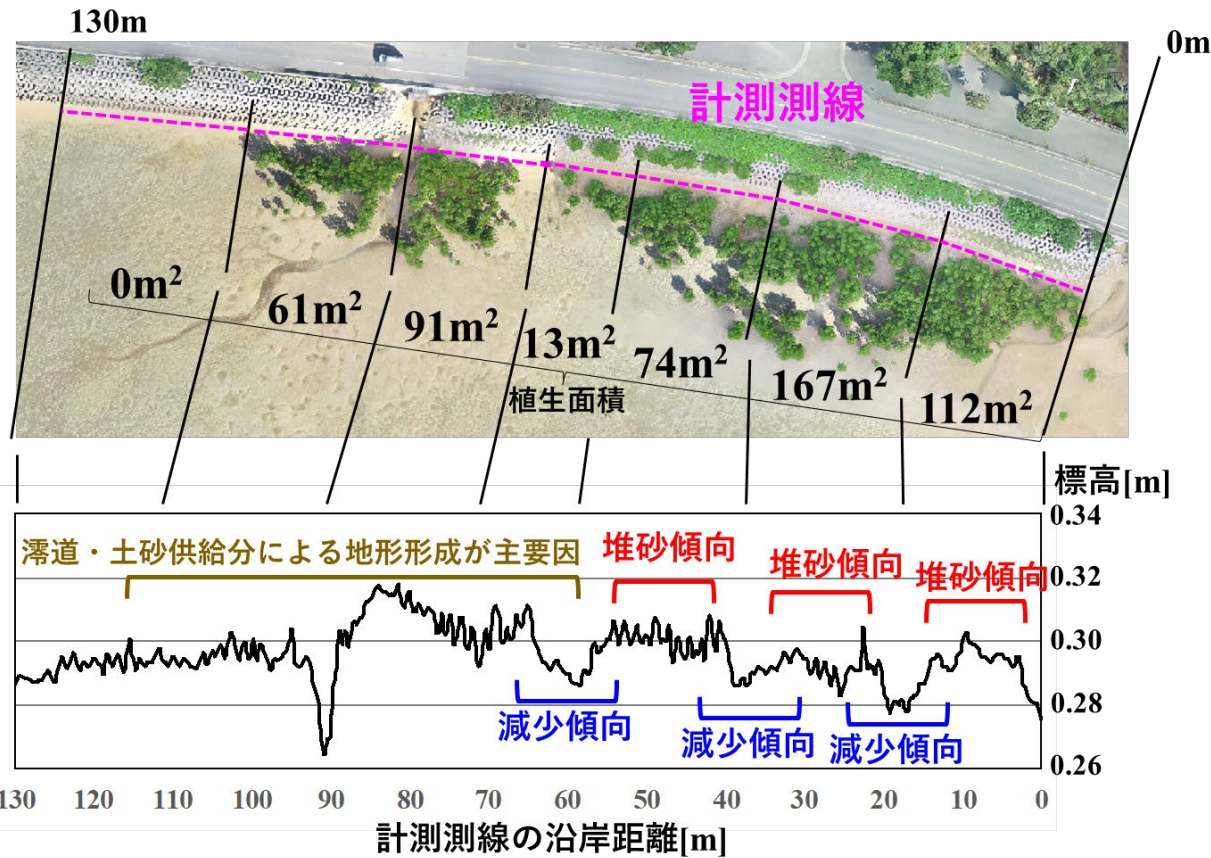


- ・計測値の平均値：2.64 m SfM値の平均は2.51 m
- ・算術平均では0.13m, RMSEでは0.16 mだけ SfM/MVS値の方が小さい結果
- ・計測樹高の平均値が約2.5 mであるのに対して比較的精度良く推定されているといえる。
- ・誤差の要因として、現地観測とSfM値で計測位置のずれ、風の影響、写真測量精度

3. マングローブ及びその周辺地形について

◇ マングローブ背後地盤高

- ・マングローブ背後での堆砂傾向を評価するため、マングローブ背後の標高値を沿岸方向に整理
- ・0~60 m: 堆砂傾向と減少傾向を約20 m程度の周期で3度繰り返している(疎密傾向と対応).
- マングローブ林が密度の高い抵抗体を成し、回折波浪場を作るとともに背後地盤に堆砂を促す.



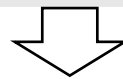
4. マングローブ立体構造の把握

◇マングローブの3D化(計測精度)

- ・Mori et al^{*1}によると胸高直径を明らかにすることで、胸高直径までの高さや支柱根の本数といった樹形形状を取得することが可能である。
- ・計測結果より、写真測量による樹形の計測精度は極めて高いことが確認でき、樹形の対応関係から他の樹木諸量を推定することでマングローブの成長、管理がより容易になると考えられる。

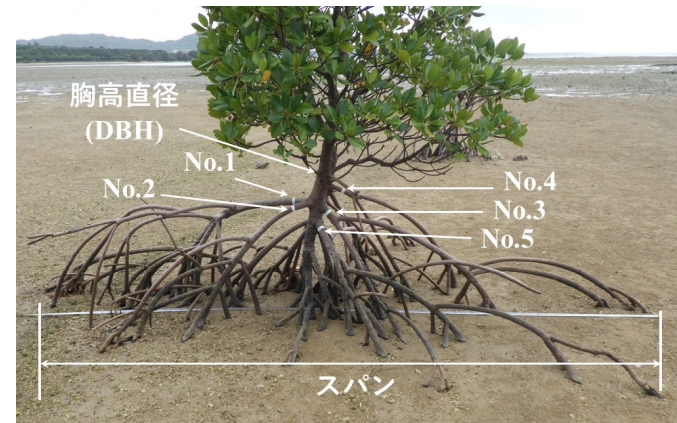
<現地計測と3Dモデル計測値の比較>

樹木形状	現地計測 [m]	3Dモデル [m]	円周の節点数 個	誤差評価	
樹高	3.10	3.120	-	2cm(3D大)	
スパン	4.00	3.960	-	4cm(3D小)	
胸高直径	0.176	0.189	87	1.3cm(3D大)	
支柱根	No.1	0.042	0.058	46	RMSEで 1.0cm(3D大)
	No.2	0.033	0.041	39	
	No.3	0.042	0.048	26	
	No.4	0.032	0.041	23	
	No.5	0.043	0.044	26	

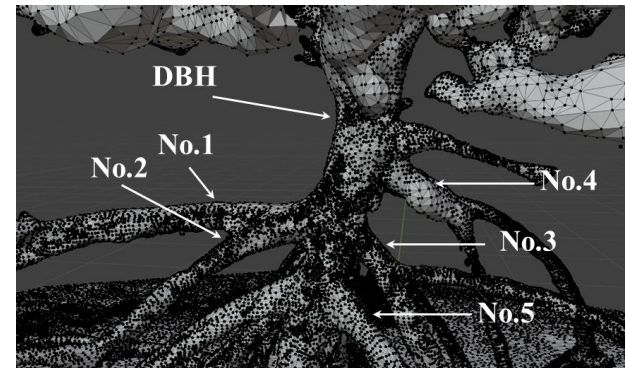


全ての樹形計測で誤差は数センチ
(3Dモデルの方が若干過大傾向)

<現地写真-計測諸量について>



<3Dモデルによる計測>



5. 結論

【総論】

■現在・今後の検証として、現地計測で得られた地形的特徴を数値・水路実験より評価

■運用面の指摘として、RTK-UAVは高い位置精度での情報取得が可能であり、かつ比較的安価で使用可能。今後さらに需要増加が予想されるマングローブ林の調査及び管理には重要な測量手段。

一方で、写真測量ではマングローブ林内部の測量精度が困難なため、今後、樹木内を3Dスキャナやレーザ測量ならびに毎木調査等により情報を補完する必要がある。