

## 海岸砂丘の3Dモデル化におけるCloud Compareを用いたUAV撮影方法の比較

福島成樹<sup>1</sup>・福原一成<sup>1</sup>

1 千葉県農林総合研究センター森林研究所

**要旨**：海岸防災林の防風施設、津波の威力を減衰する防災施設として重要な海岸砂丘の浸食状況を効率的に把握するため、UAVを使った3Dモデル化の方法について検討した。撮影高度70mで得られた点群データを基準とし、100mで得られた点群データをCloud Compareを使って比較したところ、70mの点群から生成したメッシュデータと100mの点群データの距離（高さの差）の平均絶対誤差は0.2m以下であった。求める3Dモデルの精度によっては、撮影時間や撮影数が少なく効率的に撮影できる撮影高度100mは選択肢のひとつになると考えられた。

**キーワード**：クラウドコンペア、点群データ、3D写真測量、浸食、SfM

### Comparison of UAV imaging method using Cloud Compare in 3D modeling of coastal dunes

Shigeki FUKUSHIMA<sup>1</sup>, Kazunari FUKUHARA<sup>1</sup>

1 Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center, Forestry Research Institute

#### I はじめに

千葉県の太平洋側に位置する九十九里浜は延長66kmの砂浜であり、海岸沿いに飛砂や潮害防備のための海岸防災林が設置されている。海岸防災林の海側には砂丘が築設されており、防風や津波の威力を減衰する防災施設として重要なものとなっている。この砂丘は、波や風による浸食を受けるため適切な管理が必要であり、効率的な管理技術の開発が求められている。

そこで、砂丘の浸食状況を効率的に把握することを目的に、UAVを使って撮影した画像から3Dモデルを作成し砂丘を管理する手法の開発を行っている。今回は、UAVの撮影高度と得られる点群データの違いについて検討したので報告する。

#### II 調査地及び方法

**1. 調査地** 調査は、九十九里浜の南部に位置する白子町の延長約1.2km、幅が約50mの海岸砂丘で行った。砂丘の状況は、海岸側は部分的に草本に覆われており、陸側には主にクロマツが植栽されている。

UAVの撮影に当たり、航空法の制限からUAVを目視範囲内で飛行させるため、操縦者から水平方向200m以内、高度100m以下で飛行させることとし、全体を4区（白子1～4区）に分けて撮影した。1区当たりの延長は210m～360mである。

**2. 調査方法** 調査に使用したUAVはPhantom4RTK、

GNSS固定局はD-RTK2、3D写真測量アプリはGSRTK

（以上はDJI社）である。点群データの生成のためのSfMソフトウェアにはMetashape（Agisoft社）、点群データの比較にはフリーソフトのCloud Compare（1）を使用した。

3Dモデル作成のためのUAVの撮影方法として、最初に撮影高度の検討を行った。白子1区について、撮影高度30m～150mの範囲で3D写真測量アプリが自動で作成した飛行コースの撮影時間、撮影数、地上画素寸法を図-1に示した。この時、飛行方向は撮影時間、撮影数が最も少なくなるように調整した。図より、撮影高度が上がるほど地上画素寸法は大きくなり撮影数は減少するが、撮影時間は70mが最小となった。撮影高度70mの場合の撮影数は366枚と多くデータ処理に時間がかかることが予想されたが、点群データの生成は可能と判断し、今回は撮影時間が最少となる高度70mを基準とした。

また、比較のために撮影高度の上限とした100mでも撮影を行った。なお、撮影高度を100mとした場合に自動で作成される飛行コースは、70mに比べて広範囲となり道路や人家の上を飛行してしまうため、余白（マージン）を手動で0mに設定して飛行範囲を撮影高度70mの場合と同程度に制限した（図-2）。飛行速度は、自動設定では撮影高度が高くなるほど上がるが、撮影時のブレが大きくなることから70m、100mともに5m/sに設定した。撮影は、2021年2月5日に行った。

UAVで撮影した画像からMetashapeにより白子1～4

区の撮影高度 70 m と 100 m の点群データを高密度クラウドの品質中で生成した。

点群データの比較に当たっては、Cloud Compare を使って 70 m と 100 m の2つの点群データを位置合わせし、同じ範囲で切り出し、70 m の点群データをメッシュデータに変換した後、100 m の点群データとの距離（高さの差）を比較した。メッシュデータへの変換には Cloud Compare に付属する「ドローン2.5D」、メッシュデータと点群データの距離の比較には「点群/メッシュ距離の計算」の機能を使用した。なお、今回の調査では、点群データと現地の測量結果との比較は行わなかった。

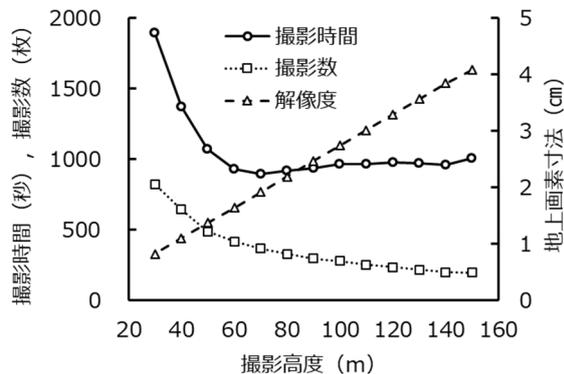


図-1. 白子1区について3D写真測量アプリが自動で作成した飛行コースの撮影高度と撮影時間、撮影数、地上画素寸法の関係



図-2. GSRTK アプリで作成した白子1区の撮影高度 70 m (左) と 100 m (右) の飛行コース

### III 結果と考察

**1. 撮影時間と撮影数** 撮影高度が 70 m と 100 m の撮影時間と撮影数を表-1に示した。撮影高度 100 m については余白（マージン）を 0 m に設定したことで、70 m に比べて撮影時間は約 1/2、撮影数は約 1/3 とどちらも大幅に少なくなった。撮影数が少ないことは、点群データの生成にかかるデータ処理の時間短縮につながるが、一方で点群データの誤差が大きくなる可能性がある。

表-1. 撮影高度 70 m と 100 m の撮影時間と撮影数

| 試験区 | 撮影高度70 m    |            | 撮影高度100 m   |            |
|-----|-------------|------------|-------------|------------|
|     | 撮影時間<br>(分) | 撮影数<br>(枚) | 撮影時間<br>(分) | 撮影数<br>(枚) |
| 白子1 | 16          | 334        | 8           | 123        |
| 白子2 | 16          | 360        | 8           | 129        |
| 白子3 | 12          | 273        | 6           | 83         |
| 白子4 | 10          | 217        | 5           | 78         |

注1) 飛行速度は 5 m/s

2) 撮影高度 100 m は余白（マージン）を 0 m に設定

**2. 点群データの比較** 撮影高度 70 m の点群から生成したメッシュデータと 100 m の点群との距離（高さの差）について、表-2に MAE（平均絶対誤差）と RMSE（二乗平均平方根誤差）を示した。MAEは 0.04~0.20 m, RMSEは 0.06~0.29 m となり、2つの点群の高さの差は小さかった（表-2）。

他の試験区に比べて MAE, RMSE ともやや大きな値を示した白子4区は、砂丘の陸側に他の試験区に比べて樹高が大きいクロマツ林が接しており、比較を行った範囲に凹凸が大きい樹林帯が含まれていることで点群間の高さの差が大きくなったと考えられた。

表-2. 撮影高度 70 m の点群のメッシュデータと 100 m の点群との距離（高さの差）の比較

| 試験区 | 距離の絶対値(m) |      | RMSE<br>(m) |
|-----|-----------|------|-------------|
|     | 平均値(MAE)  | 標準偏差 |             |
| 白子1 | 0.04      | 0.04 | 0.06        |
| 白子2 | 0.05      | 0.05 | 0.07        |
| 白子3 | 0.11      | 0.10 | 0.14        |
| 白子4 | 0.20      | 0.20 | 0.29        |

撮影高度 100 m の撮影は、70 m との比較のために余白（マージン）を調整して簡略化する方法で行ったが、得られた点群データの距離の MAE は 0.2 m 以下と小さく、3D モデルに求める精度によっては、撮影時間及び撮影数が少なくデータ処理の時間も短縮できることから、撮影方法の選択肢のひとつになると考えられた。

### IV おわりに

今回は UAV を使った海岸砂丘の 3D モデル化の方法として、撮影高度の違いによる点群データの比較を行った。撮影方法についてはさらに検討の余地があることから、今後も継続して砂丘の浸食状況を効率的に把握する手法の開発を進めたいと考えている。

### 引用文献

(1) Cloud Compare: <https://www.cloudcompare.org/> (2021年11月9日アクセス)。