

# 小型 UAV 空撮・三次元形状復元技術を用いた傾斜地水田の法面勾配の把握

## Investigation of slope gradient in hilly farmlands using aerial photos by small UAV and SfM-MVS technology

○栗田 英治\* 福本 昌人\*

KURITA Hideharu\* FUKUMOTO Masato\*

### 1. はじめに

中山間地域では、農地の多くは複雑な地形条件の傾斜地に立地している。平地地域と比較して、農地の耕作・管理に要する農業者の負担は大きく、なかでも、除草等の法面管理が占める割合は大きい。人口減少・高齢化の進行にともない、担い手不足の深刻化が予想され、法面管理の省力・効率化の実現は喫緊の課題となっている。

法面管理の省力化・効率化を実現していく上で、農地の立地場所の地形や法面の勾配などの条件の精緻な把握は有効である。近年、マルチコプターなどの小型の UAV (Unmanned Aerial Vehicle: 無人飛行機) や、写真からの三次元形状復元技術 (SfM-MVS: Structure from Motion, Multi-view Stereo) の向上により、必要な時期・場所の高解像度の三次元モデルを容易に作成できるようになってきた。

そこで、本研究では、小型 UAV を用いた空撮と空撮により得られた写真を用いた三次元形状復元技術により、傾斜地水田の法面の条件 (勾配・凹凸等) を把握する手法について検討する。加えて、現地での実測、他の手法との比較を通じて精度の検証を行い、法面管理への活用の可能性を考察する。

### 2. 研究方法

#### 1) 調査地区

広島県東広島市河内町小田地区を調査地区として選定した。当地区は、標高 270~400m に位置し、盆地状の地形に傾斜地水田が分布している。昭和 52 年から 62 年の間に、地区の水田の大部分において圃場整備が実施されたが、長大となった畦畔・法面の除草等の管理が課題となっている。省力・軽労化のための様々な試みを実施されており、開発中の小型除草ロボットの実証試験も予定されている。

#### 2) 研究方法

(1) 小型の UAV (DJI 社 Phantom 2) に、デジタルカメラ (GoPro 社 HERO3+) を搭載し、カメラのインターバル撮影機能を用いて、対象傾斜地水田の空中撮影 (2015 年 7 月 6 日, 12 月 7, 8 日撮影) を実施した。(2) 撮影された空中写真をもとに、SfM ソフトウェア (Agisoft 社 PhotoScan Professional Edition) を用いて、三次元形状の復元を実施し、三次元モデル (オルソ空中写真と DSM (Digital Surface Model: 数値表面モデル)) を生成した (比較対象として、航空機により撮影された空中写真 (1/10000, 国土地理院 2010 年撮影) を用いた三次元モデル, 国土地理院 5m メッシュ標高 (レーザー測量) を使用)。(3) 調査地区の DSM から GIS ソフトウェア (ESRI 社 ArcGIS 3D Analyst) を用いて、勾配を算出した。(4) 地区

---

\*農業・食品産業技術総合研究機構 National Agriculture and Food Research Organization

キーワード: 小型 UAV, SfM-MVS, 法面管理

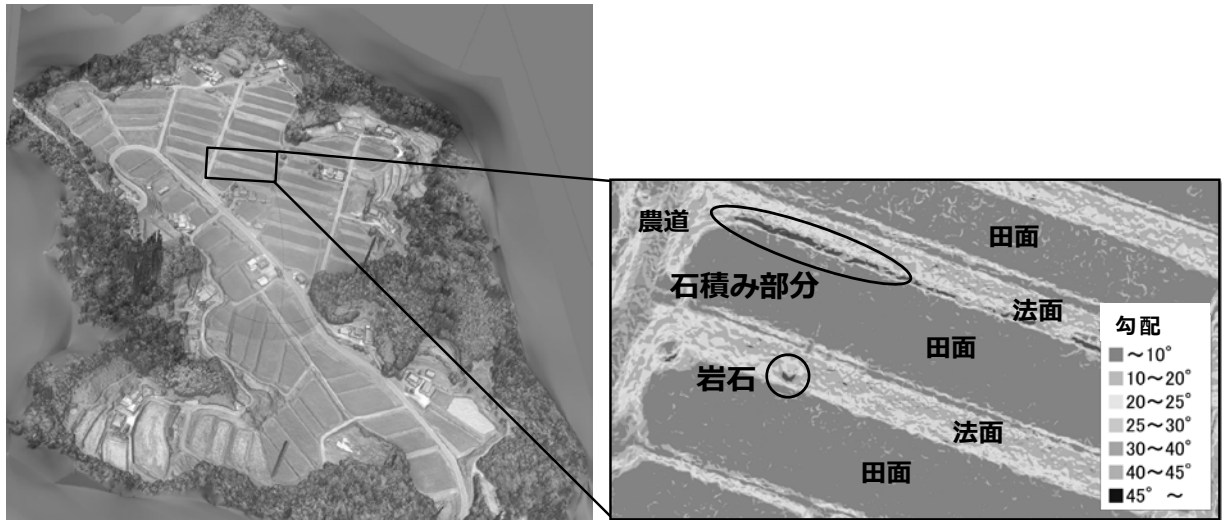


図1 小田地区北西部の三次元モデルと勾配分布（一部）

Fig.1 Three-dimensional model and gradient of slope in northwest Oda area

の10の農地法面（地点）において、デジタル傾斜計を用いて法面の勾配を実測し、三次元モデルからの算出結果と比較し、精度検証を行った。

### 3. 結果と考察

小型 UAV によって撮影された空中写真を用いた三次元形状の復元により、解像度 0.05 m×0.05mのオルソモザイク画像と、0.1m×0.1mの DSM を得ることができた（航空機による空中写真からの復元では 0.18m×0.18mのオルソモザイク画像、0.36m×0.36mの DSM）。図1は、生成した調査地区の北西部の三次元モデルと、三次元モデルから算出した勾配の分布図の一部を拡大したものである。法面内で部分的に急傾斜となっている場所（図内の円で囲まれている部分）が確認できる。現地踏査によると、その場所は、石積み部分と岩石が露出した部分（地区内の法面の大部分は土坡）であることが分かった。

図2は、5mメッシュ標高、航空写真及び小型 UAV 空撮画像から生成した三次元モデルを用いて算出した勾配と現地での実測値を比較したものである。小型 UAV 空撮画像を用いた場合には、5mメッシュ標高や航空写真を用いた場合と比較して、より実測値に近い結果が得られた。算出値と実測値の差は、撮影時に草刈りが未実施であった C, F, I 法面（地点）を除けば、5°未満（誤差率 10%未満）であった。

冬期や草刈り後に撮影するなど撮影時期を考慮する必要があるが、小型 UAV による空撮画像を用いることにより、農地一筆ごとの法面の勾配の把握ができ、加えて、法面内の局所的な急傾斜部分や凹凸などについても把握が可能であることが分かった。

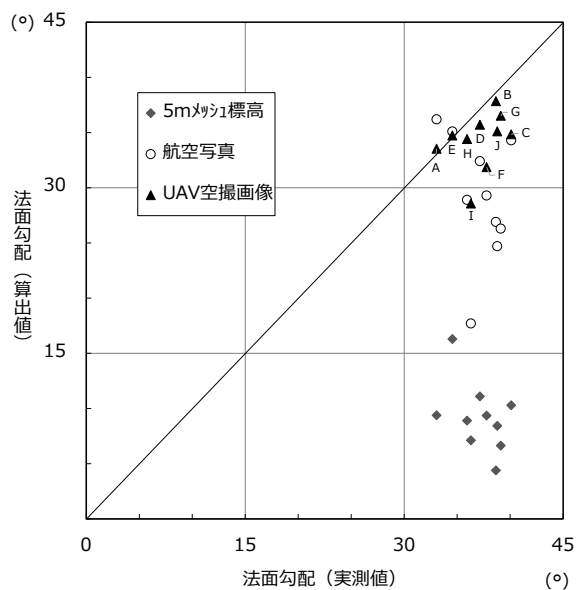


図2 法面勾配の算出値と実測値の関係

Fig.2 Relationship between the calculated value and the measured value of slope gradient