

# デジタルカメラ画像を用いた地上型LiDAR における植物データの除去手法

1140092 杉山健太

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

デジタルカメラ画像と地上型LiDARを用いた植物データ除去手法の構築を試みた。LiDARとは、計測対象物に対してレーザー光を照射し、その散乱光や反射光を測定することにより、計測対象物までの斜距離、水平角、鉛直角を一定の間隔で広範囲のデータを取得する測量機器である。本研究は、LiDARデータとデジタルカメラ画像の合成を行い、地盤を覆う植生を除去することを目的としている。植生を除去する手法は、NDVI画像と可視光緑の値を用いた。結果は、LiDARデータとデジタルカメラ画像の合成は、誤差1pixel未満で実現できたが、NDVI画像による植物データの判別は、十分な精度が得られなかった。そこで、RGB画像のうちGのデータも併用して植物の除去を試みたところ、結果は改善された。NDVI画像のみで十分な結果が得られなかったのは、植物の葉の形状によって、安定した近赤外の反射成分の画像が得られなかったことや、近赤外の画像を得るデジタルカメラにおいて、感度が十分でなかったこと等が原因として考えられる。今後も精度の高いNDVI画像の取得可能な手法を構築し、地すべりの動きをとらえる手法を開発する。

**Key Words :** 地上型LiDAR, デジタルカメラ, NDVI

## 1. はじめに

地上型LiDAR (Light Detection And Ranging) は、計測対象物に対してレーザー光を照射し、その散乱光や反射光を測定することにより、計測対象物までの斜距離、水平角、鉛直角を一定の間隔で広範囲のデータを取得する測量機器である。広範囲のデータを取得することが可能なので、三次元計測に最適であり、地形測量に利用されている。高木研究室では、毎年定期的に、地上型LiDARを用いた高知県吾川郡仁淀川町長者地区の地すべりの変位抽出を行っている。地すべりの動きを把握するためには、地盤の動きを観測する必要がある。しかし、地盤は植物に覆われており、地盤のデータのみを抽出することは難しい。LiDARには植物のデータを除去する機能はないので、植物のデータを除去する手法を構築する必要がある。

植物は近赤外域で強い反射率を有しているので、デジタルカメラで近赤外のみを取得すれば、植生判読が可能である。

本研究は、デジタルカメラ画像とLiDARデータを合成し、LiDARデータから植物情報を除去する手法を開発する。

1500である。LiDARの外観を図2.1、仕様を表2.1に示す。



図 2.1 GLS-1500

表 2.1 GLS-1500 の仕様

諸元	GLS-1500
有効計測測距	500m
計測視野	70° × 360°
測距精度	±4mm (150m内)
計測密度	最大1mm (20m内)
最大測点数	100,000,000点
計測原理	Time of Flight法
レーザー波長	1535nm (近赤外域)

## 2. 使用機材

### (1) 地上型LiDAR

本研究で使用したLiDARは、TOPCON社製のGLS-

## (2) デジタルカメラ・フィルタ

本研究で使用したデジタルカメラはPENTAXの一眼レフデジタルカメラK-30である。デジタルカメラの外観を図2.2に示す。また、本研究ではNDVI画像を取得するために、可視光赤付近、近赤外の光を透過するフィルタを用いた<sup>2)</sup>。それぞれのフィルタの透過率を表2.2、表2.3に示す。



図2.2 PENTAX K-30

表2.2 可視光赤フィルタ透過率

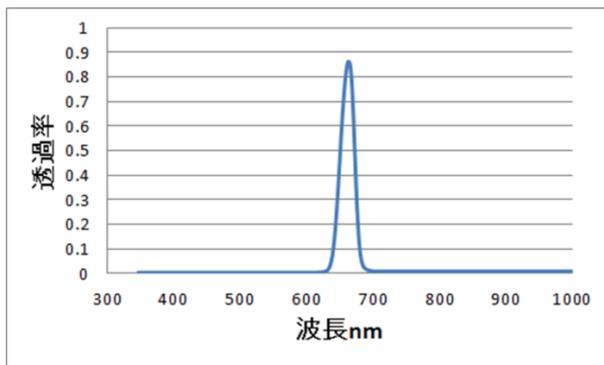
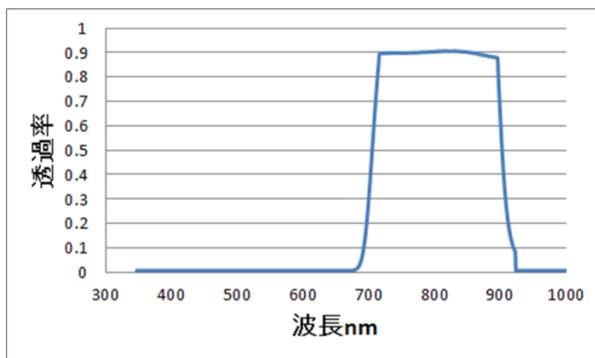


表2.3 近赤外赤フィルタ透過率



## 3. データ取得

今回の研究では、2013年7月27日に高知県吾川郡仁淀川町長者地区で取得したデータを用いた。現地で取得したデータはフィルタを装着していないデ

ジタルカメラ画像、フィルタを装着した可視光赤 (R) 画像、近赤外 (IR) 画像、LiDAR データの 4 種類である。取得した LiDAR データを図 3.1 に示す。そして、現地で取得したデジタルカメラ画像を図 3.2 に示す。

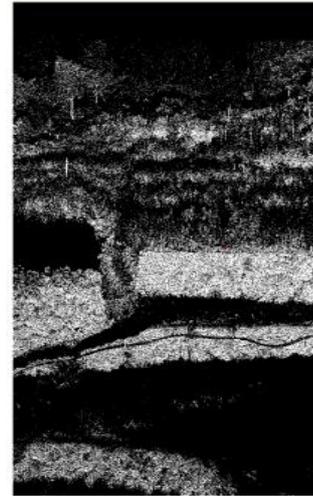


図3.1 取得した LiDAR データ



図3.2 対象範囲

## 4. デジタルカメラ画像とLiDARデータの合成手法

デジタルカメラ画像と LiDAR データを合成するためには、画像座標  $(u, v)$  と地上座標  $(x, y, z)$  を対応させる必要がある。今回は、合成する為に、三次元射影変換 (式 4.1) を採用した。

$$u = \frac{a_{11}x + a_{12}y + a_{13}z + a_{14}}{a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z + 1} \quad (式 4.1)$$

$$v = \frac{a_{21}x + a_{22}y + a_{23}z + a_{34}}{a_{41}x + a_{42}y + a_{43}z + 1}$$

$(u, v)$  : 画像座標

$(x, y, z)$  : LiDAR 座標

$(a_{11} \sim a_{14}, a_{21} \sim a_{23}, a_{31} \sim a_{34}, a_{41} \sim a_{43})$  : 変換係数

三次元射影変換では未知係数が14個あるが、最小二乗法により直接係数を求めることが可能である。一つの式に、変数が7個あるので、少なくとも基準点が7点必要である。今回は、8個の基準点を用いて変換係数を求めた。図4.1は三次元射影変換の概念図を表している。求めた変換係数と基準点の座標(x, y, z)を用いて画像座標(u, v)を求めたところ、基準点周りの誤差はu, vともに1pixel未満の値が得られた(表4.1)。LiDARデータとデジタルカメラ画像の合成結果を図4.2に示す。

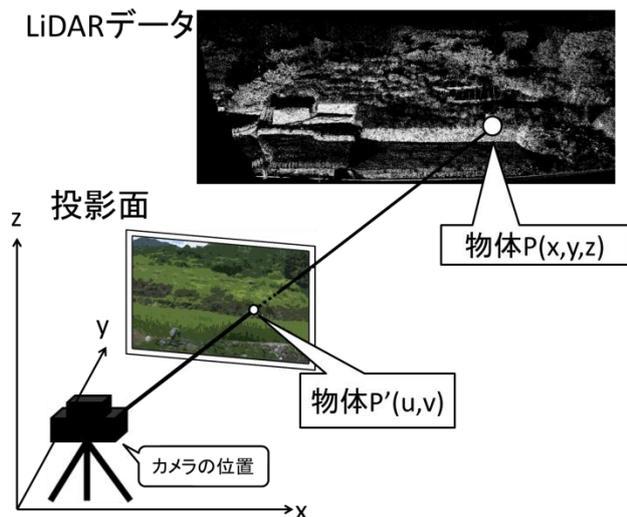


図 4.1 三次元射影変換の概念図

表 4.1 基準点周りの誤差

基準点 番号	u (pixel)	v (pixel)
1	0.05	0.01
2	0.05	0.02
3	-0.28	0.20
4	-0.57	0.24
5	0.94	-0.25
6	0.49	-0.24
7	-0.61	0.04
8	-0.02	-0.01
RMSE (pixel)	0.49	0.17

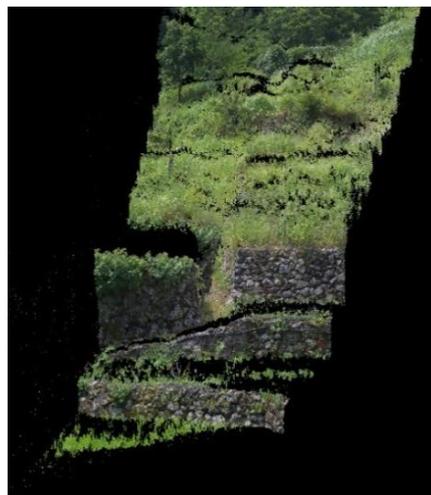


図 4.2 LiDAR データとデジタルカメラ画像の合成結果

## 5. 植物のデータ除去手法

### (1) NDVI画像による判別

本研究では、植物の情報を除去する手段として、NDVI画像による判別を行った。NDVIとは植物の活性度を示す指標で、近赤外と可視光赤の反射の特徴を生かして、式5.1に示すように簡単な比演算で計算できる。

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + R} \quad (式 5.1)$$

IR : 近赤外の反射率

R : 可視光赤の反射率

NDVIの値は-1~1であり、植物は、近赤外域において高い反射率を有しているため、NDVI計算を行えば、植物は正の数値で示される。NDVI計算によって得られた画像を図5.1に示す。NDVI計算結果の値が高い場所は、明るくなり、値が低い場所は、暗く表現している。得られたNDVI画像から閾値を決め、閾値以下のデータを書き出した画像を図5.2に示す。閾値は0.2としたが、なお植物が残っている状況である。植物が判別されていない原因は、NDVI演算に使用した可視光赤画像の反射率が高かったことが挙げられる。

図5.1において、上部の杉林はNDVIの値が高いが、中央部の稲はNDVIの値が低くなっている。中央部の稲においては、可視光赤の反射輝度が高いので、NDVIが低くなっていた。杉に比べて稲は表面が滑らかで、その表面で光を反射する成分が多くなり、可視光赤の輝度が高くなっていると考えられる。

また、今回使用したデジカメK-30は赤外カットフィルターが装着されているため、近赤外域の感度が低いことも影響していることも考えられる。

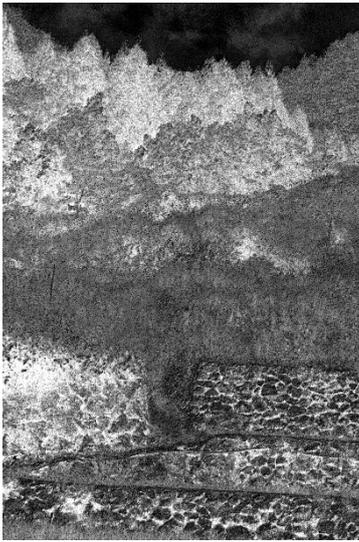


図 5.1 NDVI 画像



図5.3 閾値 $NDVI \leq 0.2 \cap G \leq 80$ の画像

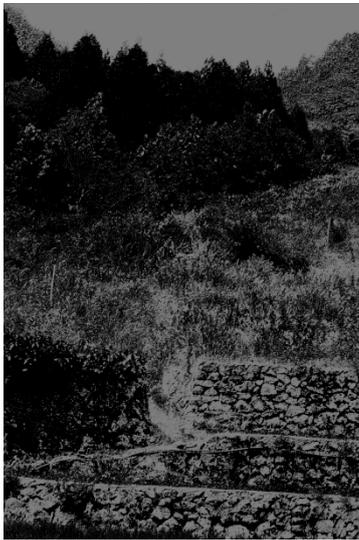


図5.2 閾値  $NDVI \leq 0.2$ の画像

## (2) 色情報とNDVI画像による判別

NDVI画像だけでは、植物を判断できないと考え、RGB (Red, Green, Blue) の値も用いた判別を行った。植物のRGBは、Gの値が一番高く、RとBはそれぞれ低い値をとる。これを利用して、NDVI値とRGBのGの値が高いものを除去する手法を適用した。

今回は閾値をNDVI画像で0.2以下、かつRGB画像のGの値を80以下として、植物のデータの除去を行った。除去を行った画像を図5.3に示す。図5.3より、稲の部分は除去できているが、まだなお植物の部分も残存していることが確認できる。

## 6. 結果・考察

本研究の目的の1つであるLiDARデータとデジタルカメラ画像の合成は達成された。しかし、NDVI画像による植物のデータの除去は、十分な結果とはならなかった。

稲においては、可視光赤の反射成分が大きいことが主な原因と考えられた。そこで、稲の葉表面での反射成分を少なくする。偏光フィルターを装着すれば、可視光赤の反射成分を抑えられると期待される。次にカメラの近赤外感度にも問題があると予想された。対策としては、カメラの近赤外感度を上げるためにデジタルカメラに装着されている赤外カットフィルターを除去することが必要である。

今後、現地での精度の高いNDVI画像生成手法を構築して、広範囲の植物を除去した地盤標高モデルを構築していく予定である。

### 参考文献

- 1) 高木方隆：国土を測る技術の基礎
- 2) 篠原貴紀：GPSデジタルカメラを用いた現地調査における植生判読手法の構築, 高知工科大学2012年度学士論文
- 3) 宇田幸司：レーザースキャナデータとデジタルカメラ画像の合成手法の開発, 高知工科大学 2008 年度学士論文
- 4) 秋山心平：護岸ブロックの形状を用いたLiDARによる地すべり変位観測手法の開発, 高知工科大学 2011 年度学士論文