

# 地上型レーザスキャナの反射強度情報の特性と利用可能性

環境リモートセンシング研究室 10103691 佐藤奈穂

指導教員 力丸厚 坂田健太

## 1. 背景

3次元レーザ測量は計測対象物の3次元座標データを取得し、高精度な計測を期待できるリモートセンシング技術のひとつである。この3次元レーザ測量に用いられるレーザ波長帯は短波長赤外域(1300nm-2500nm)であり、物体に水分が存在する場合、光を吸収する性質がある。リモートセンシング分野において、この吸光帯の反射率を用いた地表面や植生の水分量の評価手法等への利用が進んでいる。

この3次元レーザ測量には航空機にスキャナを搭載して計測を行う航空レーザ測量と地上にスキャナを据え付けて計測を行う地上型レーザ測量の二種類が存在する。小林ら(2005)は、航空レーザ測量による土壌水分量推定の可能性を示唆しているが、計測対象への距離や角度が一定とされ、地上レーザ測量ではこれらが大きく影響すると考えられる。<sup>1)</sup>これを受け晒(2012)は距離と角度に関する実験を行い、それらの影響について検討している。<sup>2)</sup>

## 2. 目的

本研究では、幅の異なる格子状の試験体を作成し、距離を変えレーザスキャナで反射強度を計測し、レーザスポット内に対する格子の占有率に伴う反射率減衰傾向について検討することを目的とした。図1は計測距離36m(レーザスポット径12.6mm)の時の照射イメージである。併せて吸光特性を持つ短波長赤外域に着目し、レーザスキャナ計測による土壌と植生の反射率と含水量を比較し、土壌と植生の含水量推定への利用可能性について検討した。

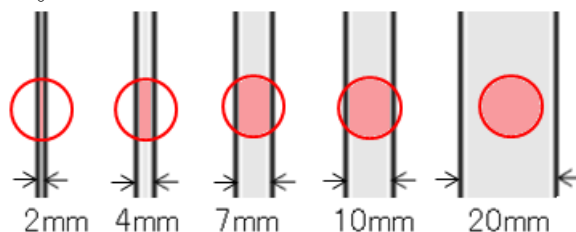


図1 格子とレーザスポット

## 3. 使用機器

本研究で用いる RIEGL 社製 VZ-400 は、最速 122,000 点/秒もの高速かつ高精度、高密度な測定を行う三次元地上型レーザスキャナである。表1に VZ-400 の仕様を示す。

表1 RIEGL 社製 VZ-400 仕様

最速有効測定レート	122,000 点/秒
最短測定距離	1.5 m
波長帯	1550 nm(近赤外)
ビーム広がり角	0.35 mrad <sup>**</sup>

※計測距離 100m で 35 mm のレーザスポット径に相当する。

## 4. 圃場反射強度計測

2013年7月21日、8月28日にホープイン中沢の生育状態が異なる2つの圃場全体を VZ-400 で計測した。全ての計測において距離ごとの反射率の減衰がみられた。図2は圃場計測の一例である。

減衰の原因として、レーザスキャナが短波長赤外の波長帯を持つため吸光された可能性、レーザスポット内に対する水稻の占有率の影響等が考えられる。

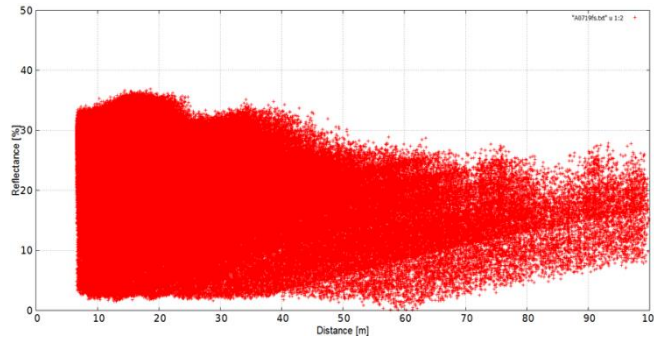


図2 器械点からの距離と反射率  
(2013年7月19日計測)

5. レーザスポット内に対する計測対象物の占有率と反射特性

幅の異なる木材を格子状に並べた格子試験体を距離を変え設置しレーザー光が垂直に当たるよう反射率計測をした。表2は格子計測の概要である。

表2 距離ごとのレーザースポット径

測定距離[m]	角度ピッチ[deg]	レーザースポット径[mm]
4	0.013	1.4
12	0.005	4.2
36	0.001	12.6
36	0.004	12.6

格子幅が広く、レーザースポット径が小さい(計測距離が短い)程レーザースポット内の格子の占有率が高くなる可能性が高くなる。図3に格子の中心にレーザースポットが当たった場合のレーザースポットに対する格子の占有率と反射率、図4にレーザー照射効率  $a$  と反射率の関係を示した。

$$a = w_l / D \quad (1)$$

( $a$ :レーザー照射効率  $w_l$ :格子幅[mm]  $D$ :レーザースポット径[mm])

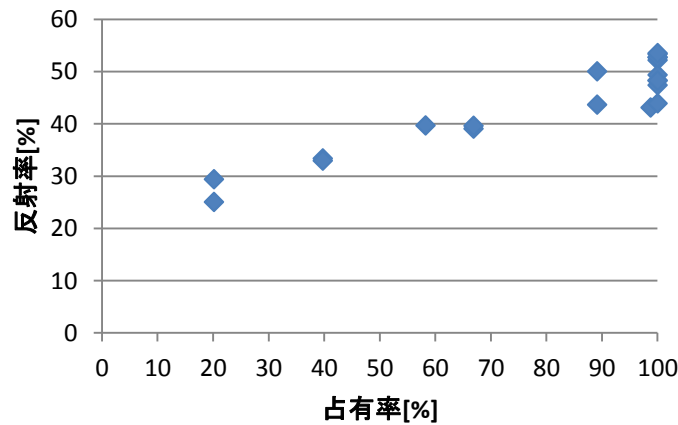


図3 占有率と反射率

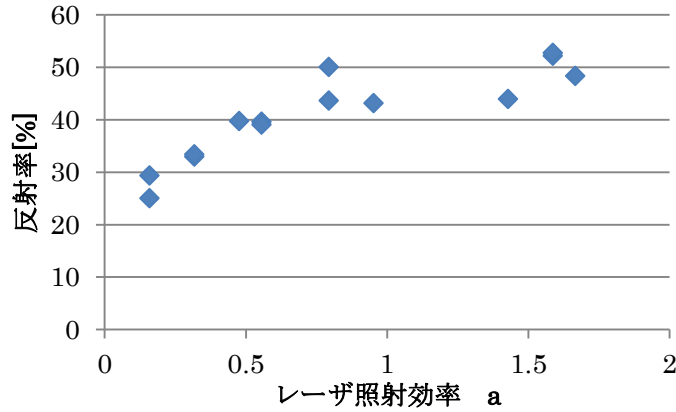


図4 レーザ照射効率と反射率

図3、図4より格子幅が広い程反射率が高く、スポット径が小さい程反射率が高い。つまり、レーザスポット内に占める計測対象物の割合が高い程反射率が高く、反対に割合が低いと反射率が低くなる可能性がある。レーザスキャナでほぼ同様の形状、材質の物を計測しても、レーザスポット内に占める計測対象物の占有率が反射率にも影響を及ぼすことが分かった。特に小さな物体を計測する際にはレーザスポット径に対する考慮が必要になる。

#### 6. 土壌及び植生の含水量推定実験と解析

地上型レーザスキャナ計測による土壌と植生の反射強度と含水量の関係を検討するため、水稻と土壌の計測と重量計測による含水量計測を行った。

$$W_r[\%] = W_d/W_l \times 100 \quad (2)$$

$$W[\%] = W_w/(W_s + W_w) \times 100 \quad (3)$$

( $W_d$ :減水重量[g]  $W_l$ :元的水稻重量[g]  $W_s$ :物質重量[g]  $W_w$ :水分重量[g])

式(2)より水稻の減水率  $W_r$ 、式(3)より土壌の含水率  $W$  を求めた。

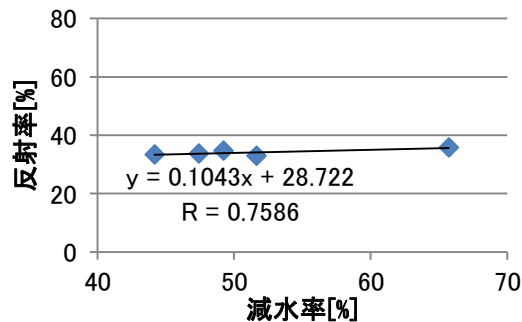


図5 水稻の減水率と反射率

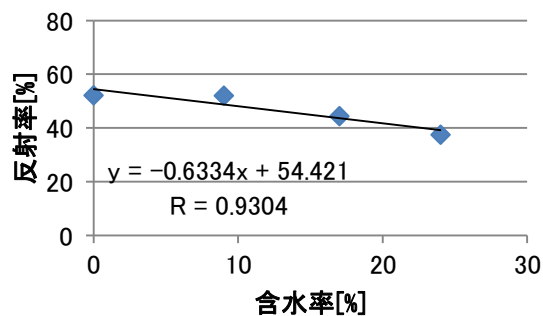


図6 土壌の含水率と反射率

水稻は若干ではあるが減水率が高くなるほど反射率が高くなっている。土壌に関しては含水率が高くなるごとに反射率が低くなる傾向がみられた。

#### 7. 分光計測器による検証実験

対象物の水分量による吸光特性の検証のため、ほうれん草と土壌の分光反射率と重量計測による含水率計測を行った。VZ-400の波長帯である1550nmに焦点を当て、含水率Wと反射率を比較した。なお、ほうれん草も絶乾状態とし式(3)よりほうれん草と土壌の含水率を求めた。

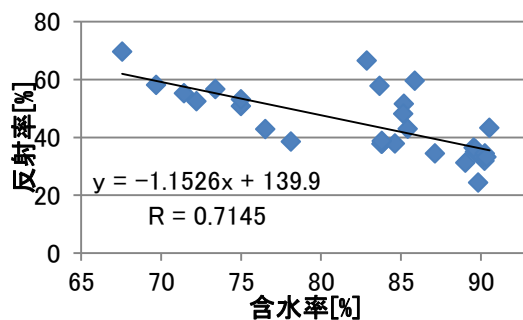


図7 ほうれん草表の反射率と含水率

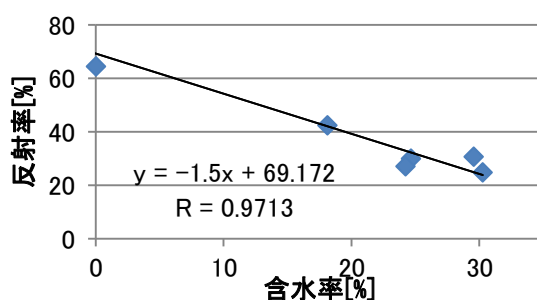


図8 土壌の反射率と含水率

図7、図8より反射率と含水率に負の相関がみられた。特に土壌に関して相関係数  $R=-0.97$ 、図6よりレーザーキャナによる計測では  $R=-0.93$  と高い相関を示している。このことから短波長赤外域である1550nm波長帯において土壌は水分量による影響を受けることがわかる。一方、ほうれん草に関しては含水率65~80%のバラつきが少ないことがみられる。

#### 8. 総括

本研究では地上型レーザーキャナによって計測される反射強度情報において、計測対象物の占有率の低下に応じて反射率が減衰することが分かった。レーザーキャナの反射率における距離に応じた低下は、レーザーポット内に対する水稻の葉茎面の占有率が影響していることが示唆された。

地上型レーザーキャナによる土壌及び植生の反射強度計測に関して、含水率が高くなるごとに反射率が低くなる傾向がみられた。さらに分光計測器による分光反射率検証計測を行った結果、植生は含水率と反射率の間に強い相関をみることができなかったが、土壌に関してはレーザーキャナによる計測結果同様、含水率と反射率の間に  $R=-0.97$  の強い負の相関の傾向がみられたため、反射率は水分量による影響を受けることが分かった。

参考文献

- 1) 小林伸行, 山代行則, 西河琢(2005)「GPS/IMU 搭載航空レーザ計測データの特徴およびその活用例」  
『農業土木学会誌第 73 巻第 6 号』 pp.491-492
- 2) 晒希望(2012)「地上レーザスキャナの反射強度データ利用の可能性と問題点の検討」 71 pp.