

# 地上レーザスキャナを用いた水稻生育計測における観測角の影響の検討

環境リモートセンシング研究室 小山祐介

## 1. 背景

作物の生産においてより高品質の作物を栽培するには、短い間隔での生育診断による生産管理や収量の予測が重要な項目である。水稻の場合、田植えから出穂までの期間の生育管理が重要となる。現在では、その判断材料として稲株の草丈、茎数、葉色を直接計測する慣行計測が広く用いられている。しかし、慣行計測は特定的水稻を計測するため、点的な情報しか得ることができなく、圃場全体的水稻の生育状態を把握することは難しい。

そこで面情報と点情報の両方を得ることができる地上レーザスキャナ計測により、圃場全体を3次元で捉え、慣行計測では得られない水稻の生育判断手法の開発を目指す。

## 2. 目的

地上レーザスキャナを用いた圃場観測では、レーザスキャナの設置高さによって、取得情報が異なる<sup>1)</sup>。これは、地上レーザスキャナにより斜めから圃場を面的にとらえた場合、距離によって鉛直方向の観測角が変化するためである。

そこで本研究では、同一地点を二重の観測角で計測することにより、観測角による計測内容への影響を検討した。

## 3. 使用データと解析方法

計測は、新潟県長岡市越路地区の2箇所の圃場にて行った。図1に航空写真による計測圃場位置を示す。なお、本稿では圃場Bのみ記載するものとする。

本研究では地上レーザスキャナ計測と同時に草冠高さの計測を行った。表1にレーザスキャナ計測日及び草冠高さの計測結果を示す。また、図2に各計測日ごとの水稻の写真を示す。計測器械は、図3に示すVZ-400(RIEGL社)及びGLS-1500(TOPCON社)の2種類を使用した。本稿では、その内GLS-1500の解析データのみを記載する。また、観測角による影響を検討するため、図4に示す通り、水田面からレーザスキャナまでの高さ(器械高)に約1mの差を設けた2通りの条件で計測を行った。

水稻の解析を行う際には、RGBの値を用いて緑を強調し、閾値をもうけて圃場内の地面を除外したデータを使用した。

図5のレーザスキャナデータ上での圃場画像に示す通り、解析は5×100mの範囲にて行った。また、高さ方

向への階層区分は図6に示す通り圃場内最低地盤高を基準としたものと、それぞれの水稻の地盤を基準としたものの2通りによって行った。さらに、それらをY方向の距離1m間隔でそれぞれ集計することで、距離に対する点群の分布を算出し、同一計測距離における観測角が取得点群に及ぼす影響を検討した。加えて、距離に対する層ごとの点群取得傾向を把握するため、層ごとの点群が各領域において占める割合を算出し、点群分布率を求めた。さらに、移植日からの経過日数と計測可能最長距離の関係を求め、器械高の変化が解析結果に及ぼす影響を検討した。



図1 計測圃場位置

表1. 計測日及び草冠高さ測定結果

計測日		7/10	8/3	8/8	8/23
計測機器	VZ-400	○		○	
	GLS-1500	○	○		○
草冠高さ[cm]		60.0	86.3	90.8	85.5



(a)7月10日



(b)8月3日



(c)8月23日

図2 計測日ごとの水稻写真

	VZ-400	GLS-1500
測定距離	反射強度90% 600m 反射強度20% 280m	反射強度90% 330m 反射強度18% 150m
精度	5mm	4mm
レーザ波長	1550nm	1535nm
ビーム広がり角	0.3mrad	0.8mrad
角度ステップ幅		
鉛直	0.03°	0.057°
水平	0.03°	0.057°
測定範囲		
鉛直	100° (±60° / -40°)	75° (±35° / -35°)
水平	360°	360°

図3 レーザスキャナ諸元

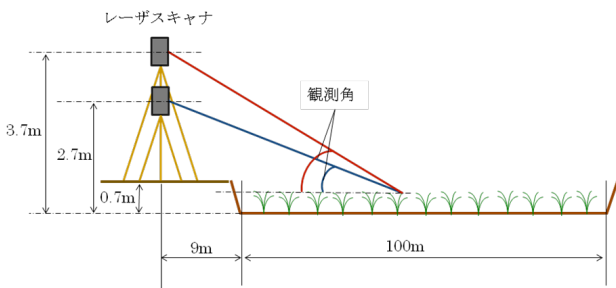


図4 レーザスキャナと圃場の位置関係

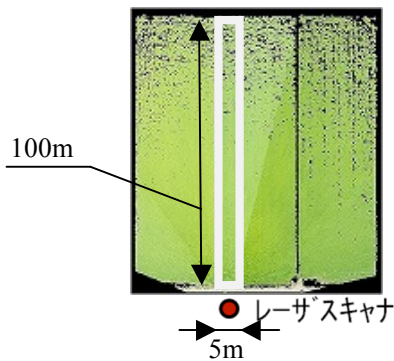
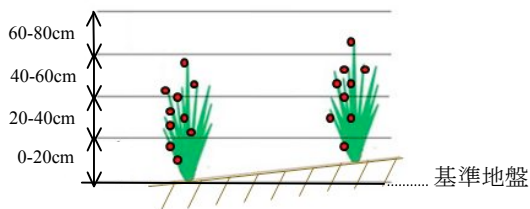
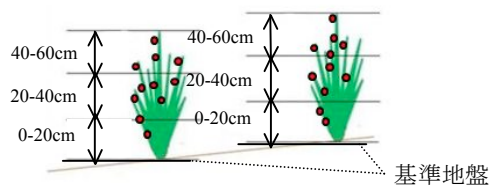


図5 圃場解析範囲



(a) 水稻点群の基準地盤からの階層区分



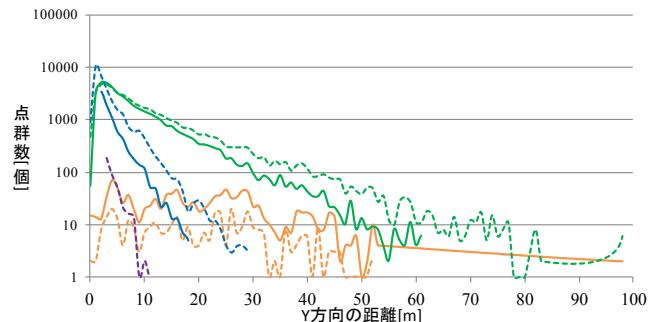
(b) 水稻点群の水稻高さによる階層区分

図6 水稻点群の階層区分

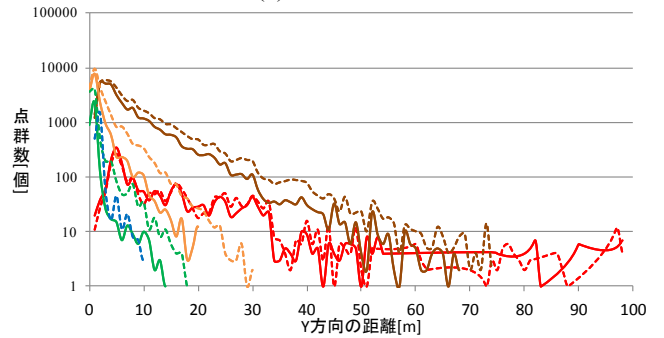
## 4. 結果と考察

### 4.1.1. 基準地盤からの階層区分での距離に対する点群の分布

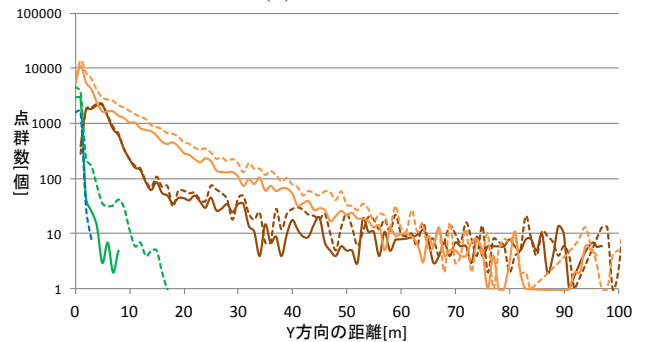
図7に距離に対する点群分布を示す。異なる器械高間で取得点群数に変化が起こるのは、7月10日と8月3日でY方向の距離約30mまでであり、8月23日で約Y方向の距離約18mまでであった。またその時の異なる器械高間での観測角の差は1.5°及び2.1°であった。このことから、水稻が成長するに従って、レーザ観測角の変化が点群分布に与える影響は、小さくなるものと考えられる。



(a)7月10日



(b)8月3日



(c)8月23日

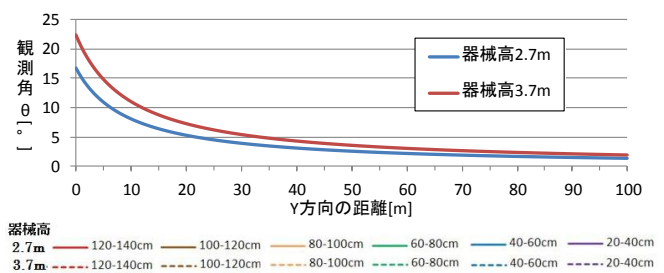


図7. 基準地盤からの階層区分での距離に対する点群分布

### 4-1.2. 水稻高さによる階層区分での距離に対する点群分布

図8に距離に対する点群分布を示す。器械高を変化させたところ取得点群数は、7月10日ではY方向の距離20m以下において下層部で、また、中層部では全体的な増加がみられたが、8月3日では、距離20m以下において下層部の取得点群数が増加するに留まり、8月23日では、距離10m以下においてわずかに増加したのみであった。このことから、水稻が成長するに従って、レーザ観測角の変化が点群分布に与える影響は、小さくなるものと考えられる。

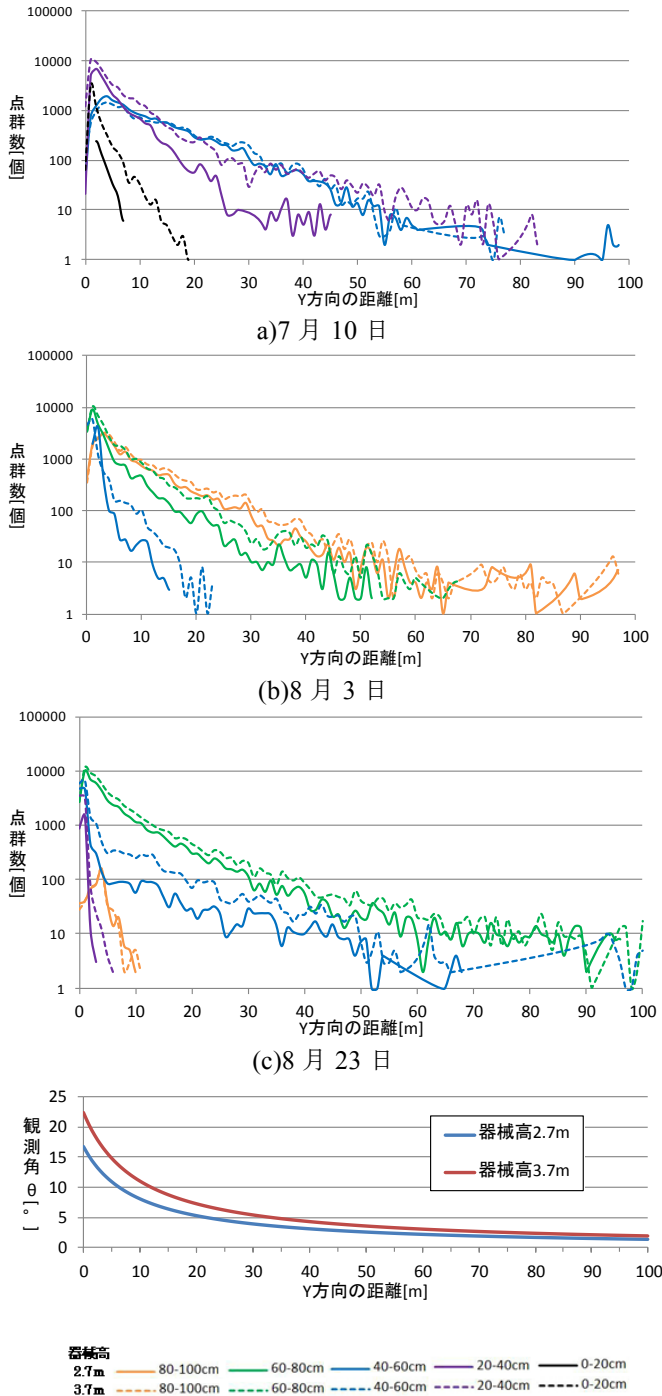


図8. 水稻高さによる階層区分での距離に対する点群分布

### 4-2. 距離に対する点群分布率

#### 4-2.1. 基準地盤からの階層区分での距離に対する点群分布率

図10に距離に対する点群分布率を示す。異なる器械高間で取得点群数に変化が起こるのは、7月10日ではほぼ全域であり、8月3日でY方向の距離約20mまでであり、8月23日で約Y方向の距離約15mまでであった。またその時の異なる器械高間での観測角の差は $2.0^\circ$ 及び $2.3^\circ$ であった。このことから、水稻が成長するに従って、レーザ観測角の変化が点群分布に与える影響は、小さくなるものと考えられる。

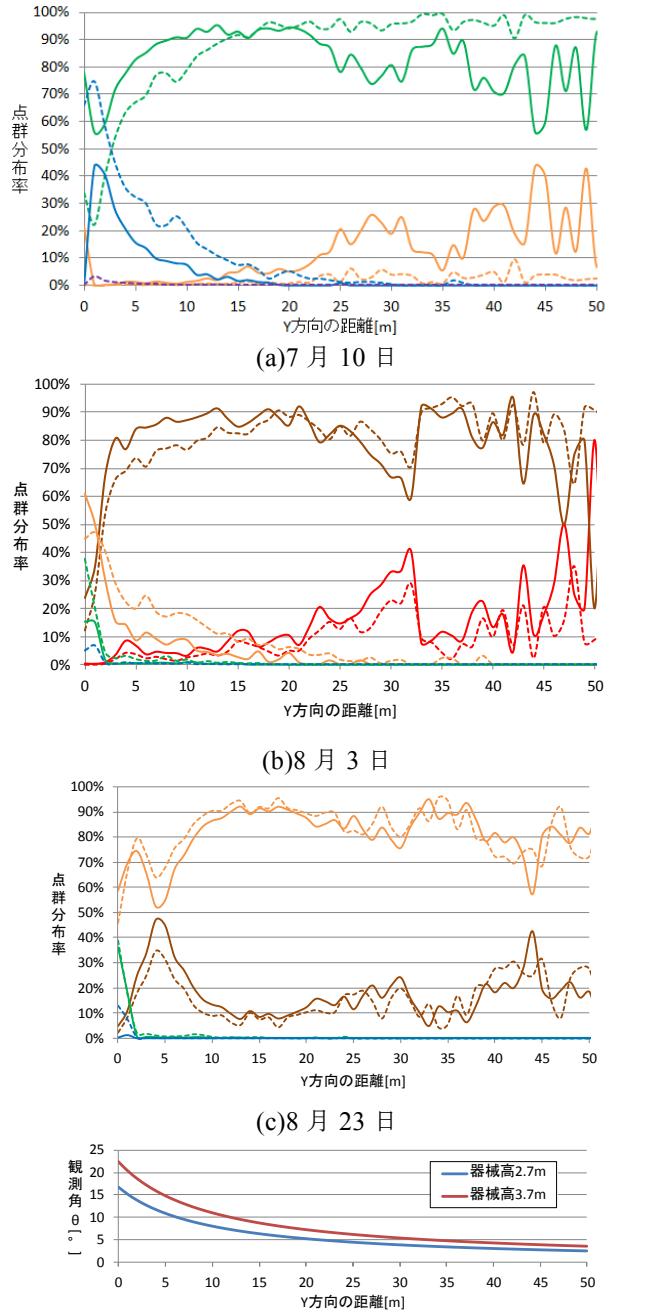
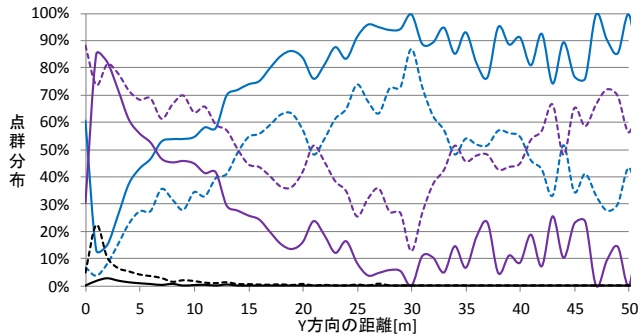


図9. 基準地盤からの階層区分での距離に対する点群分布率変化

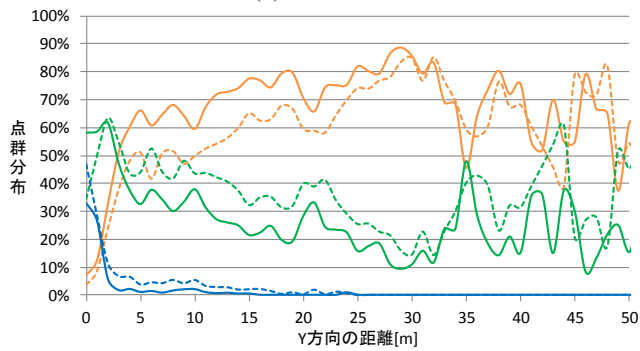


#### 4-2. 2. 水稻高さによる階層区分での距離に対する点群分布率

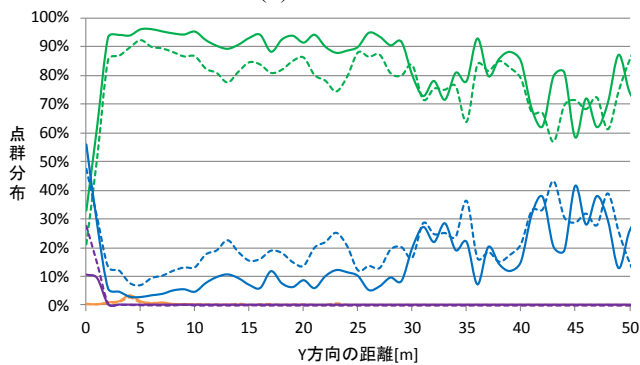
図 9 に距離に対する点群分布率を示す。器械高を 2.7m と 3.7m の解析結果を比較すると、7 月 10 日においては、最下層以外のすべての層で約 20% 程度の点群分布率の差がみられたが、8 月 3 日では約 10% 程度、8 月 23 日ではほぼ 5% 未満と、その差は縮小していった。このことから、水稻が成長していくに従って、レーザ観測角の変化が点群分布率に与える影響は、小さくなるものと考えられる。



(a)7 月 10 日



(b)8 月 3 日



(c)8 月 23 日

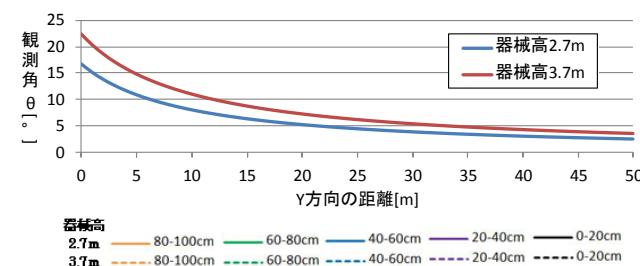
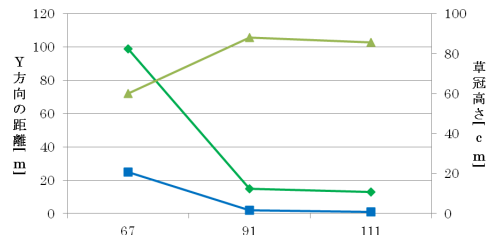


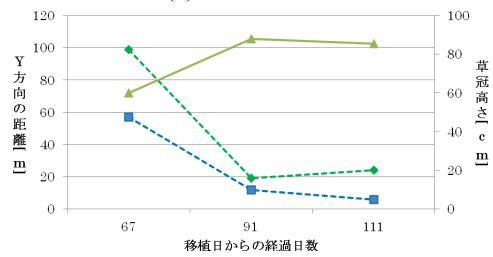
図 10. 水稻高さによる階層区分での距離に対する点群分布率変化

#### 4-3. 移植日からの経過日数と計測可能最長距離の関係

図 11 に移植日からの経過日数と計測可能最長距離の関係を示す。40-60cm 層において、器械高 2.7m では草冠高さの変化に対する計測可能最長距離の変化は約 20m と小さいが、器械高 3.7m では約 50m となっており、草冠高さの変化に対する計測可能最長距離の変化が大きくなっていることが分かる。これは、近距離の低層では、観測角の影響をより大きく受けるためである。このことから、器械高を上昇させることで、移植日からの経過日数と計測可能最長距離に、より強い相関を与えることが可能であると言える。



(a)器械高 2.7m



(b)器械高 3.7m

器械高  
2.7m 60-80cm 40-60cm  
3.7m 60-80cm 40-60cm

図 11. 移植日からの経過日数と計測可能最長距離の関係

#### 5. まとめ

地上レーザスキャナによる圃場観測において、器械高を 2.7m から 3.7m へ変化させたとき、距離ごとの点群数分布において点群取得傾向に差が無くなるのは、7 月 10 日と 8 月 3 日で観測角差  $1.5^\circ$  以上であり、8 月 23 日で  $2.1^\circ$  以上となった。また、距離ごとの点群分布率においては、7 月 10 日で全域、8 月 3 日で  $2.0^\circ$ 、8 月 23 日で  $2.3^\circ$  となった。

また、移植日からの経過日数と計測可能最長距離では、40-60cm 層において、器械高 2.7m では草冠高さの変化に対する計測可能最長距離の変化は約 20m と小さいが、器械高 3.7m では約 50m となっており、器械高を上昇させることで、移植日からの経過日数と計測可能最長距離に、より強い相関を与えることが可能であると言える。

参考文献

1) 板垣宏和：地上レーザスキャナ斜め計測による水稻の生育状態把握手法の検討，第 29 回 土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論集，pp282 - 283, 201