

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

環境リモートセンシング研究室 板垣宏和
指導教員 力丸 厚, 入江博樹, 坂田健太

1. はじめに

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は重要な項目である。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。そのため生育にあわせた水田の水管理、施肥の管理が重要である。生育管理の判断材料として水稻株の草丈、茎数、葉色等を直接計測する慣行計測が広く用いられている。慣行計測は特定的水稻を計測するため、圃場の一部の情報しか得ることができない。そのため、圃場全体的水稻の生育状態を把握することは難しく、圃場全体を生育診断手法の開発が望まれている。

なお、本研究は金井度量衡株式会社と株式会社桑原測量社との共同研究で実施したものである。

2. 目的

本研究では、地上レーザスキャナにより斜めから計測したレーザデータを用いて圃場全体を3次元的にとらえ、水稻の生育状態把握手法について検討する。

3. 計測方法

本研究では地上レーザスキャナ計測と慣行計測を6月中旬から8月下旬の期間に行った。

3.1 地上レーザスキャナ計測

地上レーザスキャナ計測は、以下に示す機器、計測圃場を使用した。

- 計測機器

 - GLS-1500(TOPCON 社製)

 - VZ-400(RIEGL 社製)

- 計測圃場

 - 長岡市越路中沢地区

表1に計測スケジュール、図1から図3にレーザ計測概略図と現地写真、レーザデータを示す。

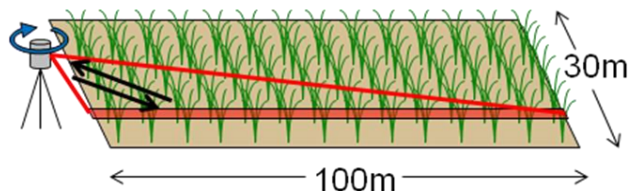


図1 地上レーザスキャナ計測

表1 計測スケジュール

2011年	VZ-400	GLS-1500	慣行計測
6月22日	○	○	○
7月7日		○	○
7月26日	○		○
8月9日		○	○
8月26日	○	○	○



図2 現地写真



図3 レーザ計測データ

3.2 慣行計測

地上レーザスキャナ計測と平行して水稻の草冠高さと草丈を取得した。また、計測圃場の

情報として、圃場 A の田植え日が 5 月 10 日、出穂が 8 月 7 日、刈り取りが 9 月 20 日であった。圃場 B の田植え日が 5 月 5 日、出穂が 7 月 19 日、刈り取りが 8 月 30 日であった。

4. 圃場座標系

異なるレーザスキャナや各計測日のデータを比較することが可能にするため、計測日の異なるデータを統一の座標系に座標変換を行った。座標変換は圃場の角を原点とし、圃場の横軸を X、縦軸を Y、高さを H として座標変換を行った。圃場座標系の例を図 3 に示す。

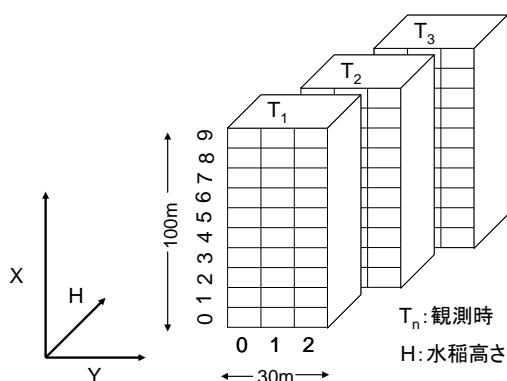


図 4 圃場座標系

5. 水稻の生育状態の把握

5.1 高さ別点群分布

図 2 に圃場 A を横から見たときの断面図を示す。圃場の長辺方向において、近距離(0-10m)、遠距離(90-100m)の地点での高さの点群分布を図 3 に示す。グラフは縦軸にレーザ計測高さを、横軸に点群数の割合を表した。

グラフを比較すると、レーザスキャナからの距離が 0-10m の範囲で 0cm のところの点群が多いのは、地面が多く見えているためである。また、水稻が生長するにつれて点群が上へシフトしている。各日で 0-10m の範囲では地面から水稻全体を測定しているため点群分布が高さ 0m から水稻の高さまで点群が分布している。90-100m の範囲では水稻の上層部のみ測定している。

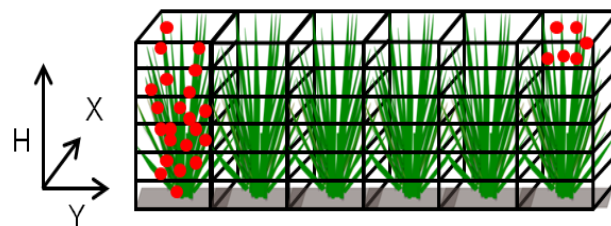


図 5 高さヒストグラム概略図

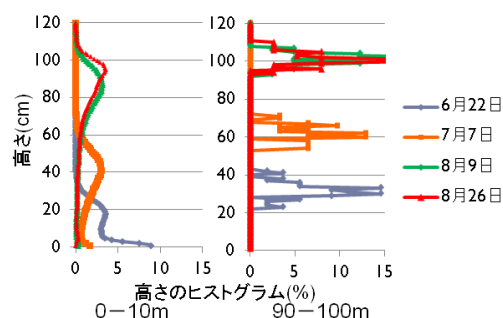


図 6 高さのヒストグラム(圃場 A, GLS-1500)

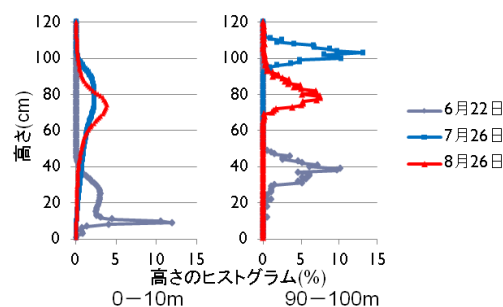


図 7 高さのヒストグラム(圃場 B, VZ-400)

5.2 鉛直方向に対する比較

レーザ計測高さ、慣行計測時に取得した草冠高さを図 5.1、図 5.2 に示す。横軸は計測日、縦軸は高さの値を示している。青線が草冠高さを、それ以外をレーザ計測高さで示す。なお、慣行計測のデータは各圃場の 1 日の平均値をとっており、レーザ計測高さでは、圃場内での長辺方向で遠距離において 10m×10m の範囲で平均値をとった。図 6、図 7 にレーザ計測高さを求めた範囲の例を示す。グラフは横軸に計測日、縦軸に高さを示す。

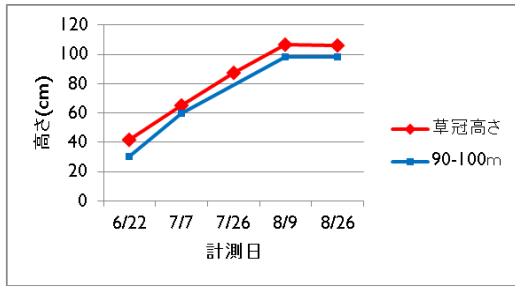


図8 草冠高さとの比較(圃場 A, GLS-1500)

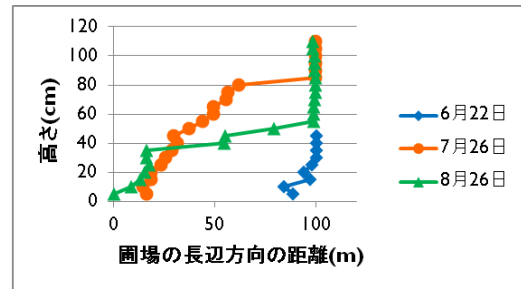


図12 高さ別レーザが届いた距離(圃場 B, VZ-400)

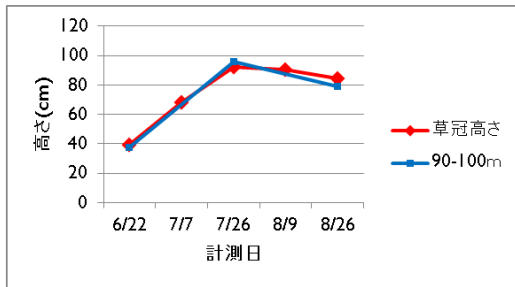


図9 草冠高さとの比較(圃場 B, VZ-400)

5.3 高さ別のレーザ最長到達距離

圃場の10m×100mの範囲でレーザデータの高さを5cmごとに分けた場合に圃場Aにおいてレーザスキャナから一番離れた点の距離を図4に示す。水稻が生長するほど水稻間の距離が縮み、草丈が大きくなるためレーザスキャナから測定できる点の距離が短くなっている。高さ40cmまでは計測日ごとに変化が大きいため、時系列変化をみることで水稻の生長を確認することができる。

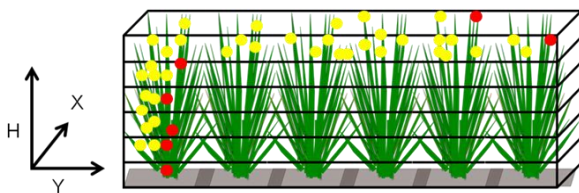


図10 高さ別のレーザが届いた距離概略図

5.4 田植日からの日数とレーザ最長到達距離

図5に田植えからの日数とレーザ光の最大到達距離の関係のグラフを示す。横軸に田植えからの日数、縦軸にレーザ方向が届いた距離を示す。水稻が生長するに従い横に広がるため出穂日の89日まで右下がりのグラフとなり、茎数と対応しているといえる。

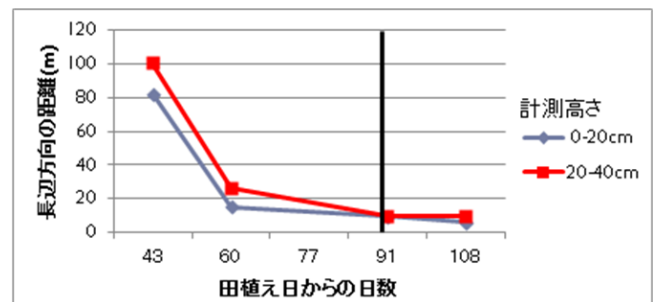


図13 日数とレーザが届いた距離(GLS-1500,圃場A)

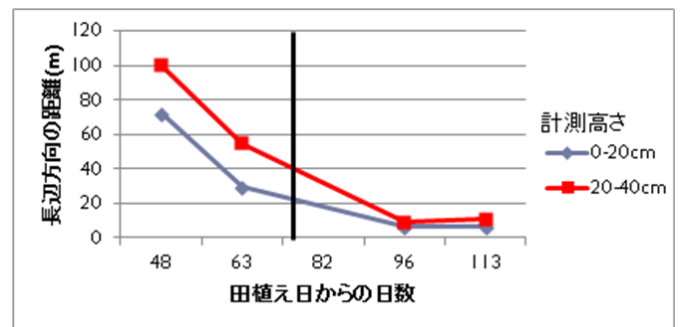


図14 日数とレーザが届いた距離(GLS-1500,圃場A)

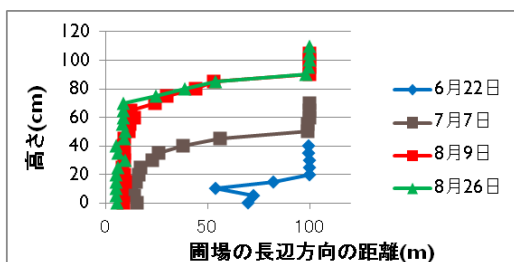


図11 高さ別レーザが届いた距離(GLS-1500,圃場A)

5.5 レーザスキャナによる計測データの違い

図6, 図7に圃場 A と圃場 B の高さの累積ヒストグラムを示す。横軸にデータ計測高さ、縦軸に高さに対する累積ヒストグラムを示す。6月22日の80%では立ち上がり、飽和になる高

さがほぼ同じになっている。また、8月26日では80%のところまで圃場AはVZ-400、圃場BはGLS-1500でのレーザ計測高さが高くなった。スキャナごとの傾向がないため計測データの鉛直方向のレーザスキャナによる違いはないといえる。

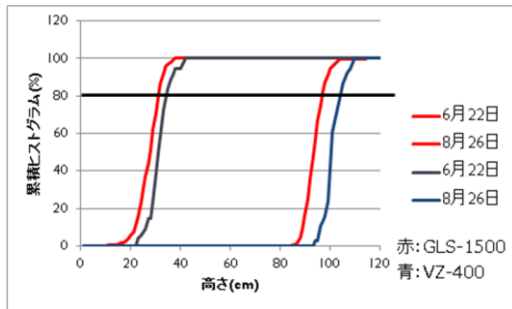


図 15 高さの累積ヒストグラム(圃場 A)

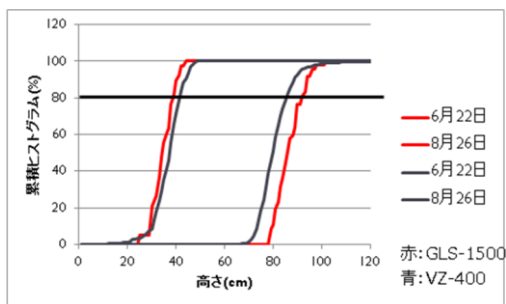


図 16 高さの累積ヒストグラム(圃場 B)

5.6 スキャナの設置高さによる取得データ

図 8, 図 9 に各レーザスキャナによる距離における累積ヒストグラムの比較を示す。横軸に圃場の長辺方向への距離、縦軸に距離に対する累積ヒストグラムを示す。両レーザスキャナともに累積ヒストグラムの 80%において圃場 A が 5~7m、圃場 B が 10~12m までレーザ光が届いている。どちらのレーザスキャナにおいても同じような傾向を示したため、レーザスキャナの設置高さの違いにより取得データが違うということが分かる。地上レーザスキャナの設置高さを検討することにより、水稻株の間が埋まるまでの期間、1つの水稻株について3次元情報を得ることができる。

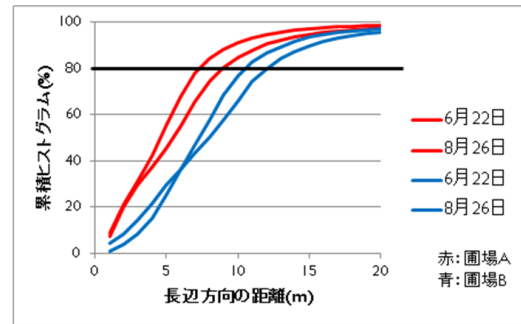


図 17 距離と累積ヒストグラム(GLS-1500)

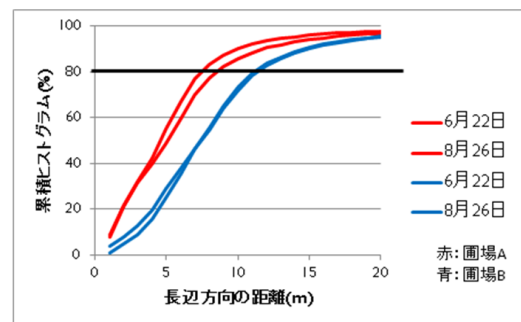


図 18 距離と累積ヒストグラム(VZ-400)

6. 結論

本研究では地上レーザスキャナにより、圃場を斜めから計測することで水稻の生育状態の把握を試みた。鉛直方向の計測データと水稻の草冠高さとの関係性を見出すことができた。レーザ光の届いた距離を時系列でグラフ化することにより水稻の生育状態の変化を確認でき茎数と対応することができた。地上レーザスキャナでの斜め計測による水稻の生育状態を時系列で変化をみることにより生育状態の把握をすることができた。

7. 参考文献

和泉勇希, 力丸厚, 高橋一義, 坂田健太: 地上レーザスキャナ計測による水稻の三次元形状特性の抽出, 第 27 回 土木学会関東支部新潟会研究調査発表会論集, 1 巻, 1 号, pp272 - 273 2009