

レーザー測器を用いた土壌水分計測手法の開発

北海航測株式会社 小林 伸行・西河 琢
 株式会社中田測量 中田 賢・田中 裕紀・佐久間 岳行
 北海道立中央農業試験場 北川 巖

1. はじめに

土壌水分量を計測することは、作物生育環境情報を整備することに留まらず、近年では表層土壌を通過し、地下水に至る汚染物質質量推定にも土壌水分動態を把握する必要がある。特に土壌物理環境を破壊せずに土壌水分量の変化を知ることは有用であり、これまでに様々な方法が開発されてきている。土壌環境が均一な圃場というものは存在せず、特に水分に影響を及ぼす物理環境は均一であることは無い。従来のフィールド計測手法では点データの集合体であることから、このような空間的に不均一な分布を示す環境では、圃場全体の予測値を推定することは、整合性に難があると言わざるを得ない。

衛星画像などの近赤外バンドデータを用いた画像解析技術による土壌水分の計測も行われているが、常に解像度と雲量の問題が生じ、希望するデータを取得できるとは限らない。近年、レーザー測器が利用されているが、このレーザー測器はレーザー光を照射し、発射から帰ってくるまでの時間差から位置情報を算出するものである。近年の測器ではレーザー光の反射値も取得できることから、衛星画像と同様の画像解析結果を得ることができるものとする。また、解像度も計測条件に合わせて対応できることから、従来の衛星画像や点データの取得に比べ、有益なものとなると考える。そこで本件では、レーザー測器を用いた土壌水分計測手法の開発について報告を行うものである。

2. 計測地区及び使用機材

北海道立中央農業試験場岩見沢試験地において、表1の土壌物理性を示す圃場で、5m×10mメッシュ単位でのINKO製サーフェイスプローブによる土壌水分計測を行うとともに(図1)、各計測地点で土壌サンプルを採取し、含水比の測定を行った。また、レーザー計測については、メンシー社製GS200(写真、表2,3)を用い、圃場内全面のレーザー計測及びをRGB情報の取得を行った。計測日時は2004年9月17日である。

表1 計測地区土壌物理環

試料	容積重	固相率 (%)	液相率 (%)	気相率 (%)	間隙率 (%)	透水係数 (cm/s)	体積水分率 pF1.5	真比重 ³⁾ (g/cm ³)
上幌向第1層	56.1	25.1	61.1	13.8	74.9	1.30E-02	55.49	2.23
	58.6	27.7	68.0	43	72.3	5.46E-05	62.12	2.11
	61.2	27.8	63.9	84	72.2	3.00E-03	59.78	2.20
	57.4	26.4	64.5	9.0	73.6	8.43E-04	58.8	2.17
上幌向第2層	10.3	6.0	88.5	55	94.0	6.04E-04	82.34	1.72
	9.5	5.6	83.8	106	94.4	1.62E-03	75.4	1.69
	9.3	4.8	86.4	87	95.2	6.14E-04	77.59	1.94
	9.9	5.8	86.1	8.1	94.2	9.91E-04	78.9	1.71

表2 地上型レーザースカナ諸元

測定距離	1m~200m(半径)
スキャンングスピード	5,000ポイント/秒
距離標準偏差	表3の通り(メンシー社テスト基準値)
角速度読取り分解能	0.0018度(6.6秒)
視野/水平方向	360度×鉛直方向60度
レーザーポット径	3mm(60m先)
レーザー波長	532nm

表3 距離標準偏差

距離(m)	25	50	100	150	200
通常(mm)	1.4	1.4	2.5	3.6	6.5
最大(mm)	3	3	4	6	10

RGB情報の同時取得可能



写真 メンシー社製 GS200

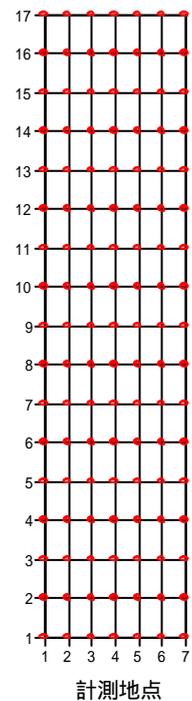


図1 計測状況

3. レーザ計測機器の特徴及び解析の考え方

レーザレーダは、レーザの反射光を測定して距離を得ることから、測定対象が光を吸収したり、鏡のように全反射して戻ってこない場合には測定できない。物質により、反射率は異なり、基本的に水分が多いと反射率は小さくなる。本報告では、この原理を利用して、反射率の悪い地点を水分が多い地点として、解析を行った。

4. 結果

4.1. サンプル試料とサーフェスプローブによる 土壌水分計測結果の比較

図にサンプル試料による含水比マップ（図2）とサーフェスプローブによる体積含水率マップ（図3）を示す。サーフェスプローブのデータは表層から10cm程度の深さの水分平均値となる。これにより、サンプル試料とサーフェスプローブのデータの相関性は高いと言える。

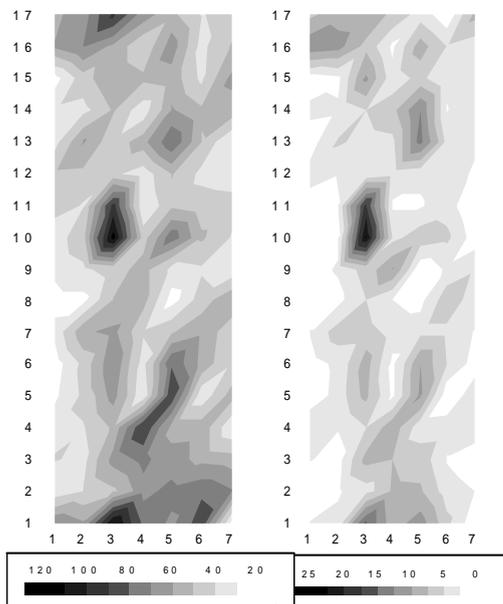


図2 含水比マップ 図3 体積含水率マップ

(単位：%)

4.2. レーザ計測結果

図4にレーザ反射強度画像を示す。画像内の印は現地計測データより判断される土壌水分の高い地点である。また、赤色光は他の可視光に比べ、水分への反応が低く、植物や土への反応が高いことから、赤色光の反射強度も画像化した(図5)。いずれの画像からも画像左上部については、水分が高い地点であることは判断できるが、全体としては不明瞭である。

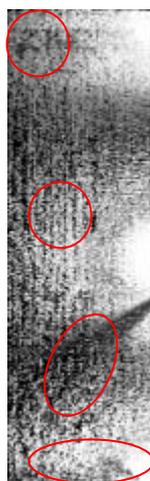


図4 レーザ反射強度

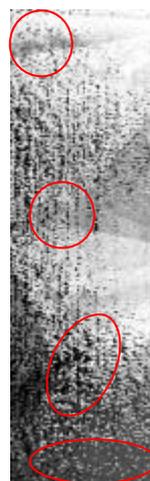


図5 赤色光反射強度



図6 計測地点毎のレーザ反射データ

: 地上レーザ設置地点 : 地上レーザ設置地点

これはレーザ機器の特性上、機材設置地点近傍では反射強度が強くなる傾向がある(図6,7)。レーザデータによる土壌水分検出には、機材設置地点からの距離と反射強度の相関性を考慮した、取得データの補正を行った上での解析が必要と考える。

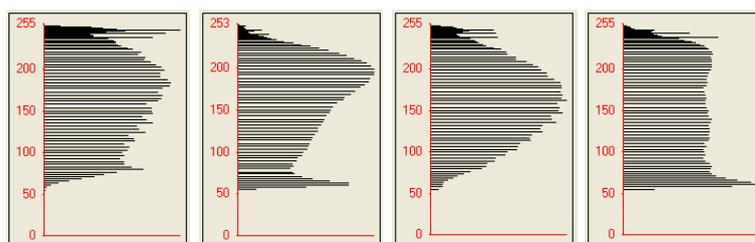


図7 各計測地点データの反射値ヒストグラム