

産業用無人ヘリコプタ搭載サーモレーサによる 土壌水分の推定手法

Estimating Soil Moisture with a Thermal Camera on Unmanned Helicopter

池端 克則[†] 阿部 浩[†] 南部 雄二^{††}
(IKEHATA Katsunori) (ABE Hiroshi) (NAMBU Yuji)

I. はじめに

近年の人工衛星または飛行機によるリモートセンシングでは、可視光線・近赤外線の反射率から、農地の土壌特性、作物の生育状況を評価する試みが進められている。その中で、圃場の土壌水分環境の評価には、波長帯の特性から近赤外線を用いることが多い。また、他の手法としては、サーモレーサによって取得した熱赤外線画像による検討も行われている。

圃場の土壌水分環境を評価する場合のセンシングでは、天候と圃場条件から撮影のタイミングを判断する必要があり、即時に対応可能な産業用無人ヘリコプタ（以下、無人ヘリと記す）の利用が有効である。

本報では、無人ヘリに搭載可能なサーモレーサを使用して、圃場単位で撮影した圃場表面の熱赤外線画像（以下、熱画像と記す）データから圃場表面水分を推定する手法について検討した結果を報告する。

II. 現地調査の概要

調査圃場は北海道美瑛市で、圃場の排水性の良否が混在する、0.4~0.9 haの水田6圃場を選定した。

センシング時期は、融雪後の土壌が飽和状態から乾燥過程に移行し圃場内に土壌水分の高低の差がみられた2005年4月24日とした。

現地調査におけるデータ取得と解析のフローを図-1に示す。

1. センシングのプラットフォーム

センシングには、農作物の病害虫防除に広く使用されている市販機種（YH 300）の無人ヘリを使用し、センシングセンサを機体下の雲台に取付けた。

画像撮影の範囲は、雲台をパン方向とチルト方向に回転させ調整した。なお、RTK-GPSにより計測された無人ヘリの緯度と経度、高度および傾斜角から座標を設定し、GPSにより座標が確定している画像中のマーカー

ポイントから平面矩形化した。

2. センシング方法

熱画像の取得には、無人ヘリに搭載可能な1.7 kgと軽量なサーモレーサを使用した。サーモレーサの測定波長域は8~14 μmで、最小検知温度差は0.01℃（15~25℃時）、測定精度は±2%（使用温度範囲-15℃~50℃時）と圃場表面の温度差を測定するには十分である。視野角は水平29°×垂直22°、熱画像の画素数は320（H）×240（V）であるが、土壌表面温度の時間変化の影響を最小限に抑えるために対角線画角55度の広角レンズを装着し、撮影高度と角度を調整して、圃場1区画を1画面で撮影した。

その結果、短辺63 m×長辺150 mの圃場で撮影高度が56 mの場合に、撮影画像を平面矩形処理したときの解像度は、最小0.3 m（横）×0.9 m（縦）から最大0.7 m（横）×2.9 m（縦）となった。

また、熱画像による圃場表面温度から、圃場内の土壌水分の高低を推定するために、センシング時に土壌を採取し含水比を測定した。

III. 熱画像による土壌水分の評価

1 圃場の中で長辺方向に土壌の乾湿がみられ、含水比

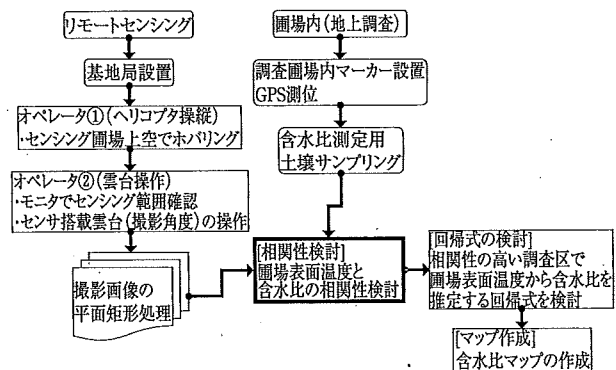


図-1 データ取得・解析のフロー

[†]北海道空知支庁東部耕地出張所
^{††}財団法人北海道農業近代化技術研究センター

リモートセンシング、産業用無人ヘリコプタ、サーモレーサ、土壌水分

測定ポイント周辺の稲わらを除去した場合のデータを用いて、熱画像による圃場表面温度と圃場表面含水比の相関性を検討した。検討データには、2005年4月24日午前10時20分のセンシング結果を用いた。

土壌のサンプリングポイントは、長辺方向に2.5m~20m間隔、短辺方向に2.5m間隔で設定した(図-2)。

長辺方向のサンプリングポイントにおける圃場表面温度と含水比の関係を図-3に示す。これらの相関性は図-4のとおりで、相関係数は $r = -0.885$ ($> r_{0.001} = 0.6652$)となり、負の相関性が示された。

また、圃場内全サンプリングポイントの相関性も高く($r = -0.840 > r_{0.001} = 0.5541$)、得られた回帰式($y = -0.0568x + 2.1512$, x : 熱画像温度, y : 含水比)から含水比マップを作成した(図-5)。その結果、圃場表面の乾湿状況は十分に把握できたが、収穫後で耕起・碎土前の圃場であったため、作物残さ(稲わら・刈り株)の影響がみられた。

これらの検討から、熱画像を用いて同一圃場内の表面水分の高低を表すことが可能であることが示された。また、条件が同一である圃場表面の土壌をセンシングすることができれば、圃場間の相対的な比較が可能となる。

IV. おわりに

熱画像を用いた圃場表面のセンシングによる土壌の乾湿状態の把握には、圃場表面の残さ物の有無、耕起・碎

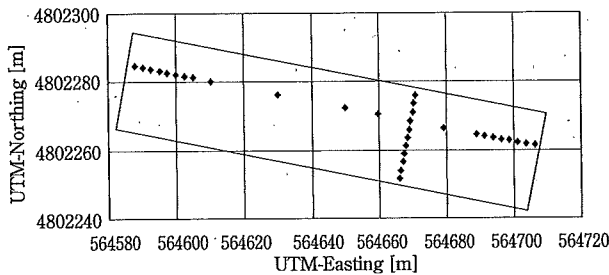


図-2 圃場内のサンプリングポイント

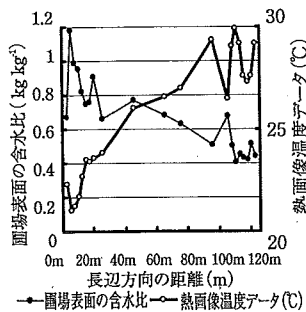


図-3 圃場長辺方向の熱画像温度データと含水比の変化

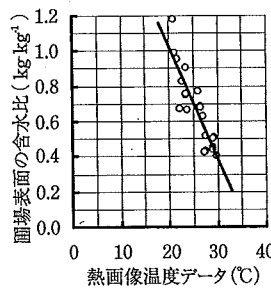


図-4 熱画像温度データと含水比の関係

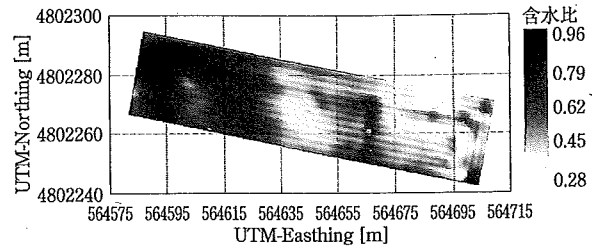


図-5 熱画像温度から推定した含水比マップ

土の有無、気温、風速、日射量等の気象要素が影響する。熱画像から含水比を推定し、圃場の排水性を評価するためには、次の対応が必要となる。

- ①圃場内から残さ物を除去し、耕起・碎土の実施により、圃場表面の条件を一定にする。
- ②日射量の影響が大きく、乾燥条件下の圃場での表面温度は、日射量の多い時間帯に急激に上昇する。そのため、圃場間の相対評価を行う場合にはセンシングを短時間で終える。

(2006.12.27.受稿)

池端 克則



略 歴
1954年 北海道に生まれる
1980年 北海道大学大学院農学研究科修士
1981年 北海道庁入庁
2006年 北海道空知支庁東部耕地出張所長、現在に至る

阿部 浩



1959年 北海道に生まれる
1978年 北海道倶知安農業高等学校農業土木科卒業
1978年 北海道庁入庁
2004年 北海道空知支庁東部耕地出張所工事第3係長、現在に至る

南部 雄二



1962年 北海道に生まれる
1985年 帯広畜産大学畜産学部農業工学科卒業
1985年 財団法人北海道農業近代化コンサルタント(現北海道農業近代化技術研究センター)
2004年 環境研究部長、現在に至る