

UAV を利用した裸地小流域における地表面温度の連続観測

(株)ふたば	正会員	○峯岸 優好
東北大学	正会員	峠 嘉哉
東北大学	正会員	風間 聡
(株)ふたば	正会員	長谷川 匡

1. はじめに

地表面温度分布は地形や気象条件によって決定され、その時間・空間変化は水文過程、植物生態、氷河融解過程等の様々な分野において重要である。その観測手法には放射温度計や人工衛星等が挙げられるが、放射温度計では観測点の記録しか得られないのに対し、人工衛星による観測は、広域を均質な精度で同時に観測でき、周期的に画像を入手できるメリットがある。しかし、時間・空間解像度はトレードオフの関係にあるため、1km²以下の小流域における高頻度の地表面温度分布は観測が難しい。しかし、近年では UAV(Unmanned Aerial Vehicle)に搭載可能な小型サーモカメラの登場により、電気、機械設備の点検（ホットスポットの発見）¹や夜間の野生動物の生態調査²に活用する事例が増えている。

そこで本研究では、サーモカメラ搭載 UAV を用いて裸地小流域を対象に 22cm 解像度・1 時間ごとの地表面温度観測を行うと共に、地表面温度分布や温度変化分布について、その時間・空間変化を決定する地形・水文条件等について考察した。

2. 研究方法

対象地は岩手県釜石市の裸地小流域である。図 1 に、釜石市沿岸部の地形図と MAVIC Pro によって撮影した領域図を示す。観測領域内の最低・最高標高は約 10m、110m と、リアス式海岸沿いの起伏が大きい沢流域である。本領域では 2017 年 5 月に発生した森林火災後に伐採が進められ³、一帯の大部分が裸地または草地となっている。本対象地を選定した理由は、一時間ごとの連続的な空撮が可能な空間領域内で複雑な地形を有し、加えて地表面温度に対する木々の影響を無視できるために温度分布の精度や要因分析を考察する上で有利なためである。観測を行った 2018 年 10 月 8 日は、晴れた天候で 10 時から正午にかけて僅かに雲の影響が見られた。

空撮では、サーモカメラ Zenmuse XT(FLIR System 社製)を UAV Matrice210(DJI 社製)に搭載し、AM7 時～AM10 時に 1 時間間隔で観測した。飛行高度は 70m とし、領域最低部における空間解像度は約 22cm である。空撮領域は一時間ごとの連続観測が可能な



Fig.1. Study field at Kamaishi city

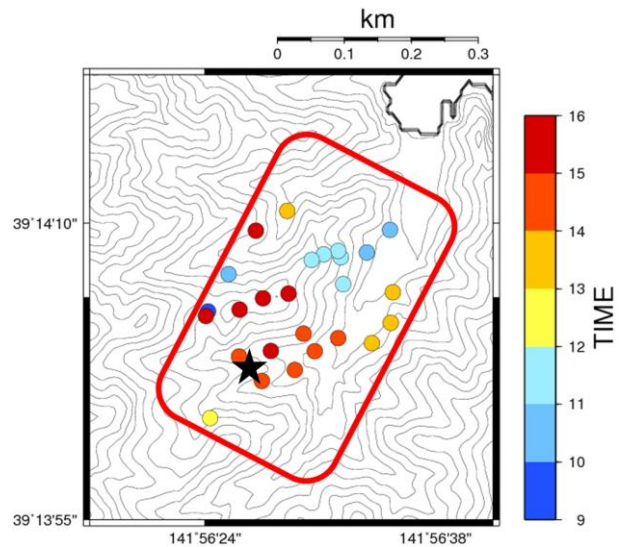


Fig.2. Observed points (Points : moving observation, Star : in situ measurement, Red: UAV observed area) 300m～500m 四方の領域とし、地形と土壌水分の影響を調べるため、域内で地形変化が大きく、最低標高部には溪流が流れる領域を選定した。

地上観測では、TDR センサーを用いた 10 分間隔の土壌水分量・地表面温度を 1 点で定点観測し、領域内 26 点において放射温度計による地表面温度、TDR センサーによる表層の土壌水分量を移動観測した。図 2 は観測地点で、移動観測時の時刻を示す。斜面方位や土壌水分量による地表面温度分布への影響を見据え、地形条件・水分条件の異なる地点を対象に広域で観測を行った。定点観測点は、北東方向に開けた谷部を選定した。溪流は伏流していたため周辺に水体は無かった。

キーワード リモートセンシング、UAV、裸地、地表面温度、熱画像

連絡先 〒979-1111 福島県双葉郡富岡町大字小浜字中央 592 Tel:0240-22-0261

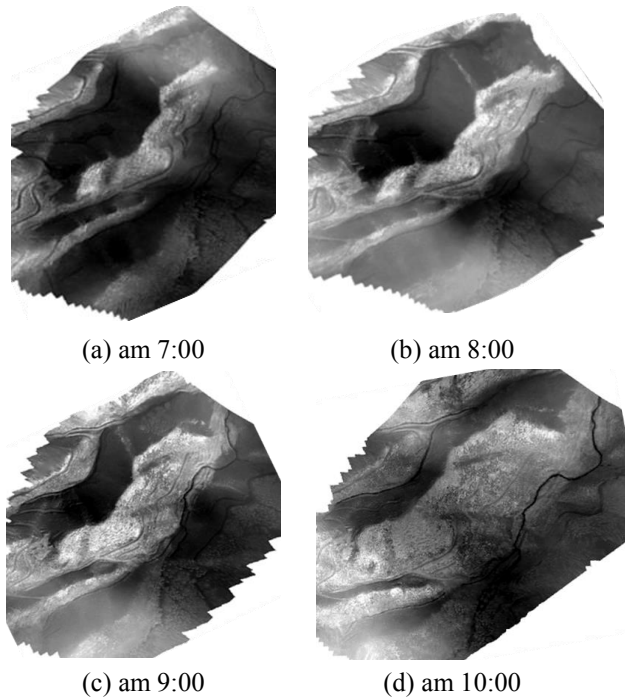


Fig.3 Surface temperature

3. 結果及び考察

まず、図3に空撮画像から生成したオルソモザイク画像を示す。なお、黒色は10℃、白色は45℃で、10時の観測で地表面温度が低下しているのは雲の影響である。1km以下の狭域において数十cm空間解像度の相対的な地表面温度の高低が明瞭に観測された。多地点観測による絶対量の検証が今後必要であるものの、相対的な時空間変化を調べる上では有効な手法であることが確認された。

地表面温度分布には斜面方位や勾配の影響が大きく、谷部では直達光が差し始める領域から段階的に地表面温度の増加が見られた。地表面温度値からは、水分量の影響が見られるのは溪流直近のみで限定的であり、地表面温度分布は直達光が主要な決定因子であることが確認された。

図4に定点観測結果を示す。観測当日は5:38の日の出前後より温度上昇が始まり、定点観測地点に直達光が入射し始めた9時頃に30分間で7~8℃程の急激な温度上昇が見られ、図3における谷部での温度上昇と整合する結果となった。また、日中の水分

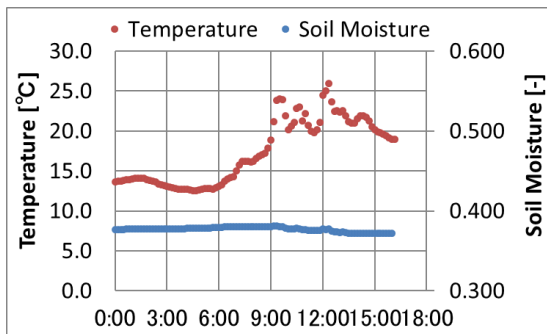


Fig.4 Result of in situ measurement

量変化が小さかったことから、移動観測した水分量は日内の値を十分に代表していると言える。

最後に、土壌水分量による地表面温度分布への影響を確認する。雲の影響が無い7時から9時までに於ける時間平均昇温量と、移動観測によって得られた土壌水分量を比較したものが図5である。図によると、水分量が高い場合に地表面温度が上がりにくくなっていることが緩やかに示された。特に、水分量が高い場合には全地点で地表面温度の増加量が少なくなっている点は重要である。その理由は、水分量が高い場合は下向き放射量が少ない地点でしか高く維持できないこと、水分量が高い土壌は熱容量が高いので温度が上がりにくいこと等が考えられる。しかしその傾向は僅かであり、水分量より日射量の影響が大きいこと、土壌層の浅い岩盤地質で地表面に多くの水分量を保持できないこと、観測した土壌水分の局所性が高かったこと等が原因と考えられる。

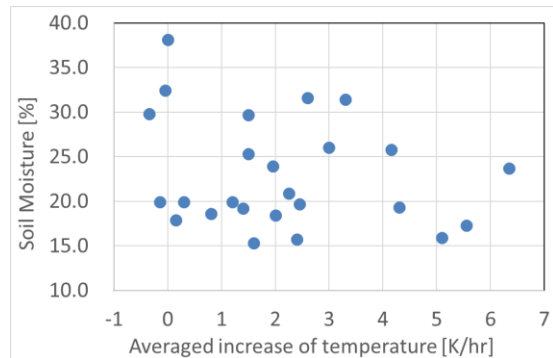


Fig.5 Temperature increase and soil moisture

4. 結語

本研究では、UAVを用いて一時間ごと・22cm解像度での地表面温度分布の観測を行った。その結果、時空間的な相対関係を明瞭に観測できることが確認された。温度分布の決定要因は主に日射量であり、水分量の影響は限定的であることが分かった。

謝辞：本研究は東北地域づくり協会技術開発事業によって実施され、調査を進めるにあたり釜石地方森林組合に協力頂いた。ここに謝意を示す。

【参考文献】

- 1) 江原慧, 菅原美智子：ドローンを利用した太陽光発電施設のホットスポット探索, 電気設備学会誌, 2017年37巻6号 p.369-372.
- 2) 峯岸優好, 牧雅康, 沖一雄, 長谷川匡：シカ个体抽出を目的とした機械学習のための超解像処理を適用したドローン熱画像の有用性評価, 日本リモートセンシング学会 第65回学術講演会論文集, p.167-168.
- 3) 峠嘉哉, Grace Puyang Emang, 風間聡, 高橋幸男, 佐々木健介：2017年東北山林火災における岩手県釜石市・宮城県栗原市の被害概要. 自然災害科学, 36(4), 361-370, 2018.