

サーマルテキスチャーによる地表物の熱特性 の推定に関する基礎実験(1)

RIKIMARU, Atsushi / Oshima, Taichi / KAMIJO, Masakazu /
力丸, 厚 / 大嶋, 太市 / 上條, 成和 / Mizokuchi, Hirohumi
/ 溝口, 博文

(出版者 / Publisher)

法政大学工学部

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学工学部研究集報 / 法政大学工学部研究集報

(巻 / Volume)

22

(開始ページ / Start Page)

169

(終了ページ / End Page)

177

(発行年 / Year)

1986-03

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00004036>

サーマルテクスチャーによる地表物の熱特性の推定 に関する基礎実験（その１）

大 嶋 太 市*・力 丸 厚*
上 條 成 和*・溝 口 博 文*

Fundamental Studies Assuming the Thermal Characteristic of Ground Objects from Thermal Texture (No. 1)

Taichi OSHIMA*, Atsushi RIKIMARU*,
Masakazu KAMIJO* and Hirohumi MIZOKUCHI*

Abstract

It is necessary to gather many pieces of information and put them together to superimpose precisely in order to analyze the thermal characteristics of ground objects from thermal infrared data which were obtained from LANDSAT or airborne MSS. The thermal characteristics of objects are presumed from the observation data and space models of thermal distribution, especially the thermal gradient of plane, in order to extract the useful information on vegetation, soil, geological data and so forth.

This result of experiments showed as having high correlation between thermal characteristics of Temporal axis and Spatial axis directions and temperature fluctuation on the ground is affected by meteorological items, soil and vegetation conditions on the ground.

§1. はじめに

資源探査衛星ランドサット、航空機 MSS 等による熱赤外データを解析して、よりきめの細かな成果を得るためには、対象物の比熱や熱伝導などの特性を抽出することが要求される。これらの解析をリモートセンシングでは、時間に関する熱勾配(サーマル・イナーシャ)によって推定しようとするのが一般的である。この場合は数時間以内の時系列データの収集が必要であり、これは天候条件や衛星軌道の点から実用上の可能性が極めて低い場合が多い。そこで本研究は、ただ一回の観測データを基に、対象物の熱の諸特性を熱分布の空間モデルから推定し、植生や土壌、地質に関する有用な情報を抽出するための基礎実験を行い現在までにまとめられた中間結果である。

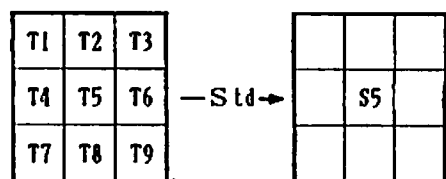
* 土木工学科

§2. 研究の考え方

熱分布の示す情報は単に対象物の温度値を示すだけでなく、対象物の状態の現在結果として示している。そこでこれらの要因を検討することにより、熱の特性を推定し、さらには対象物の性状を推し量ろうとするものである。ここで地表の水分条件や植生成育条件と、熱の特有の関係を定性的な内容としてまとめると、表-1のようになると考えられる。ここでリモート・センシングにより最も適確に観測しやすいものは、日中の温度や平面温度勾配である。日中の温度分布は従来から利用されてきたがこれだけでは対象物の性状を推定するには不十分な場合が多い。そこで今回取り入れた方法が、平面温度勾配である。従来サーマル・イナーシャ法により時間勾配はよく用いられてきた。しかし、時間に関して解析するには複数時のデータの入手と精密な重ね合わせ作業が要求される。そこでこれらの手数を省いて、ただ一時期のみのデータ解析で成果を得る方法を検討した。時間に対して、温度上昇下降の変化が激しい物体、つまり比熱が小さく熱伝導率の低い対象物は、平面的にも温度変動が出やすいことが予想される。図-1に示すように、3×3の平面配列の温度データが得られたとき、この9点の温度値の標準偏差 Std を T5 の点を中心とした平均平面温度勾配あるいは、温度の起伏度 S5 とみなすすると Std がどのような対象物のどのような条件下で増減するかを実験的に検証し、地表状態と熱特性、特にここでは平面温度勾配との関係を探ろうとするものである。なお、実験は測定の簡便を図るため、1次元方向のみの観測とした。

表-1 地表状態と熱特性

	土 中 水 分 少←→多	植生成育密度 低←→高
熱 伝 導 率	低←→高	
比 熱	小←→大	(小←→大)
時間温度勾配	大←→小	大←→小
平面温度勾配	大←→小	大←→小
日中の温度	高←→低	高←→低



T1～T9：平面各位置の観測温度
Std：T1～T9 データの標準偏差
S5：Std の値をT5に対応する位置に
み込む

図-1 平面の平均温度変化量の考え方

また、補測実験として、水分条件および植生成育密度等の条件と温度応答特性を調べ温度の安定性に関する特性を熱の基礎的な特性として観測した。

§3. 実験方法

園芸用プランターに実験用試料をセットし、以下の各種水分条件、気象条件での試料の平面的および時間的な温度の変動を観測し、データを集計した。



写真一 1 （左から○芝疎植え○芝普通○芝湿润○芝乾燥○芝刈り込み）



写真一 2 （左から○枯れ芝○湿润土○乾燥土）

〈観測試料〉(写真-1, 2)

○プランターに栽培した芝

(土壌水分条件, 成育密度を変えた6種)

疎な植え込み芝(5%), 標準土(5%), 湿潤土(9%), 乾燥土(3%), 刈り込み芝(5%), 芝枯れ(1%)

○プランターに入れた土壌

(水分条件を変えた表土2種)

湿潤土(9%), 乾燥土(1%)

以上合計8種()内は毎日の平均含水量

○プランターに入れた水

プランターに入れた水は, 表面温度が安定している基準としてこの100秒測定値のバラツキを測定誤差とした。

○毎日の平均含水量は, 各試料に与える水量を定めておいておよその値を求めたものである。

〈観測機器〉

○放射温度計○日射計○風向風速計○通風乾湿計

○熱伝対温度計○記録計○日傘(白色)

〈観測項目〉

○表面温度分布(放射温度計)○日射量(ロビッチ日射計)○地中温度分布(熱伝対温度計)

○分光反射(ポータブルフォトメータ)○気温/湿度(通風乾湿計)○風速(風定式風速計)

○日射の遮断等による温度応答特性

〈考慮した気象条件〉

自然風の有無(風遮断枠の使用), 直達日射の変動(日傘使用)

〈実験日〉

昭和60年7月20日~10月30日

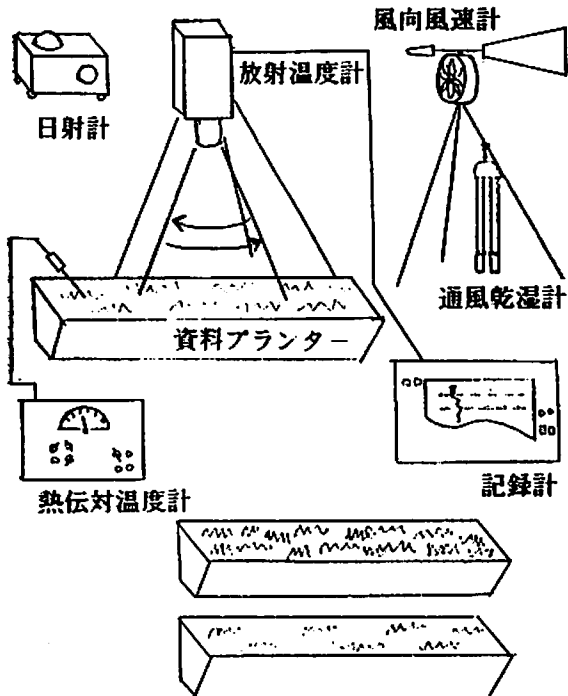
〈場 所〉

法政大学工学部校内

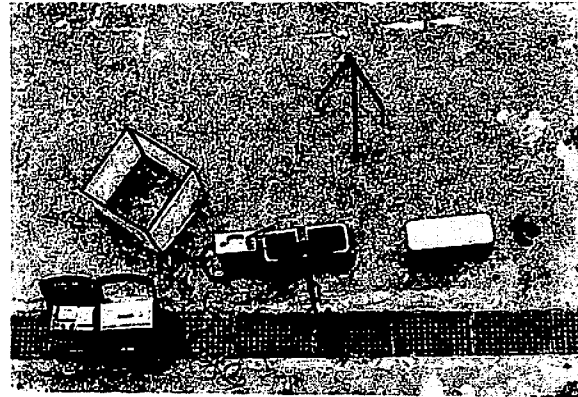
〈実験要領〉

図-2に示すように機材を配置し, プランター上を1点固定あるいは線性往復により, 放射温度, 分光反射率および周辺気象データを, 100秒間を1対回の観測として実施した。

また直達光による温度応答特性を調べるために, 風を遮断しておき, 白色の日傘を使用して直達光をさえぎった状態(資料が影になっている)から直達光が当たった状態, そして再び影の状態までの表面温度変化, その最大値, 最小値, 変化時間を測定した(写真-3, 4, 5)。



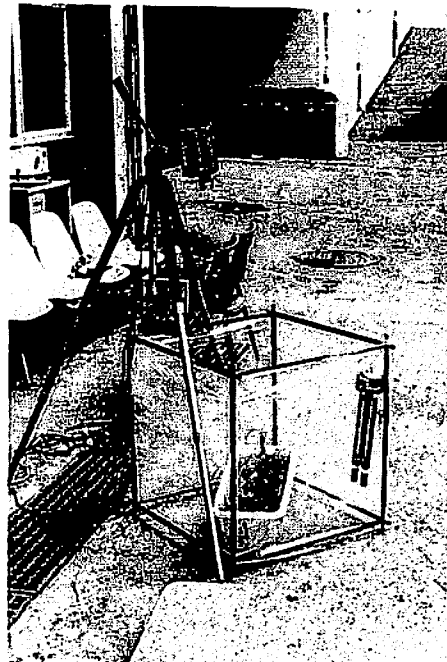
図一 実験の配置図



写真一 3



写真一 4



写真一 5

§ 4. 実験結果

以下の事柄が現在までにまとめられた結果である。

- (1) 固定観測と走査観測の温度偏差値には相関関係が認められる（図一 3）。この際の相関関数は、最大の場合で0.86であった。このことにより温度の時間変動は空間変動と係わりが強いことが認められた。

(2) 空間的あるいは、時間的溫度の変動(溫度偏差)は、芝生、裸地ともに水分条件により、固有とみられる変動特性を示す。この特性は気象条件など周辺状況により変動の絶対値は変化するものの、各対象物相互の相対的特徴は、保持されていることが推測される(図-4, 5)。

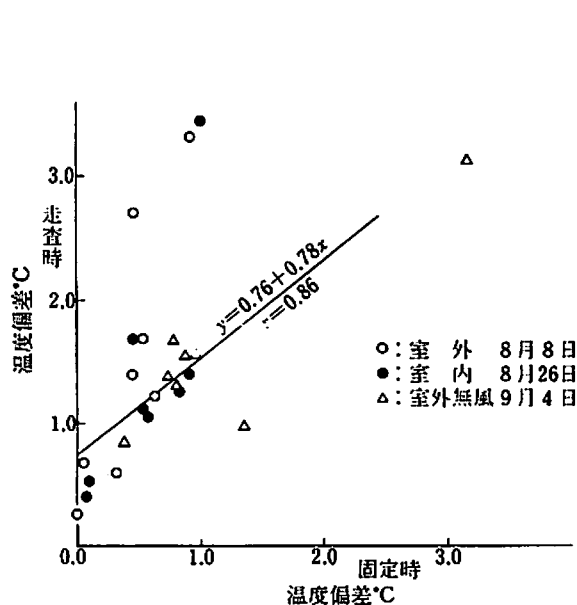


図-3 放射温度の固定測定と走査測定による温度偏差の相関図

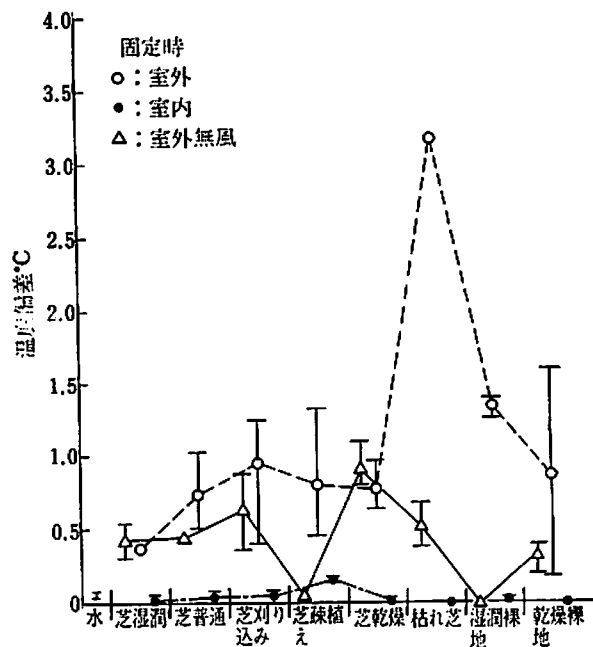


図-4 項目別温度変動特性(放射温度計固定時)

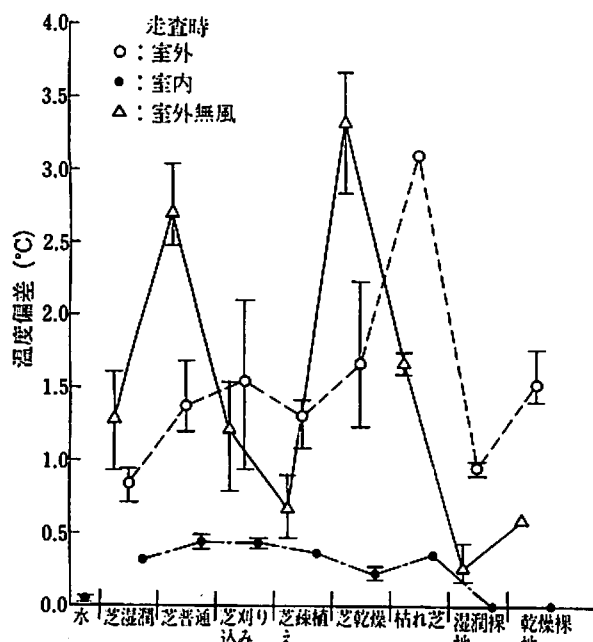


図-5 項目別温度変動特性(放射温度測定走査時)

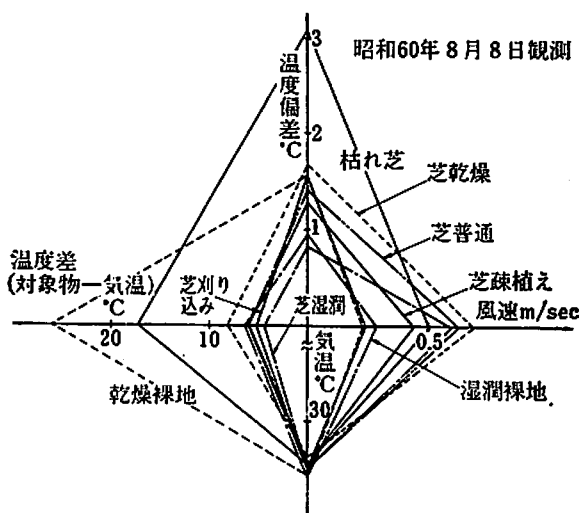


図-6 温度偏差と各気象条件との特性比較

(3) 温度分布の測定のみではほとんど判別しにくい各種芝生相互の判別が、温度偏差の立場を加えることにより容易に区別しやすくなる(図-6)。

また、風を遮断した場合をみると、枯れ芝、乾燥裸地では温度差(対象物-気温)が大き

いにもかかわらず、温度偏差が小さいという逆転現象ははっきりとする。これは風の表面温度に与える影響がかなり大きいことを示すものである（図-7）。

(4) 各資料の分光反射特性は（図-8）のようになっている。これを見ると各試料のもつ、芝の成育状態や水分量などの特性を波長と反射率の関係が表している（図-9、10）。

(5) 直達遮断による温度応答特性は（図-11、12）芝生では温度が上昇する時間と下降する時間に差があることがわかる。つまり上

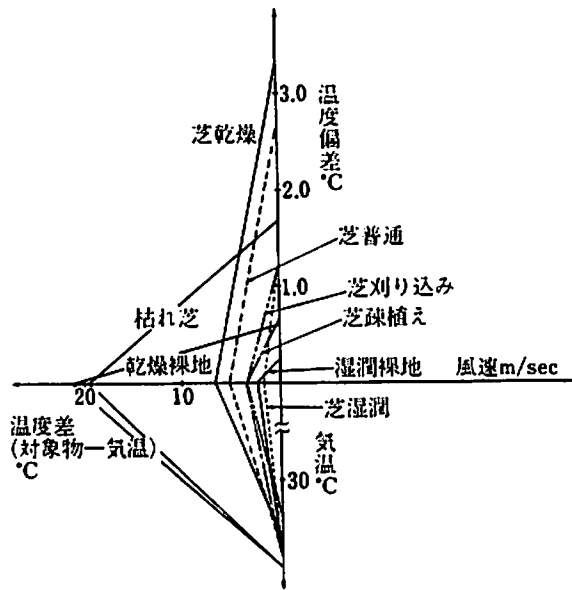


図-7 温度偏差と各気象条件との特性比較

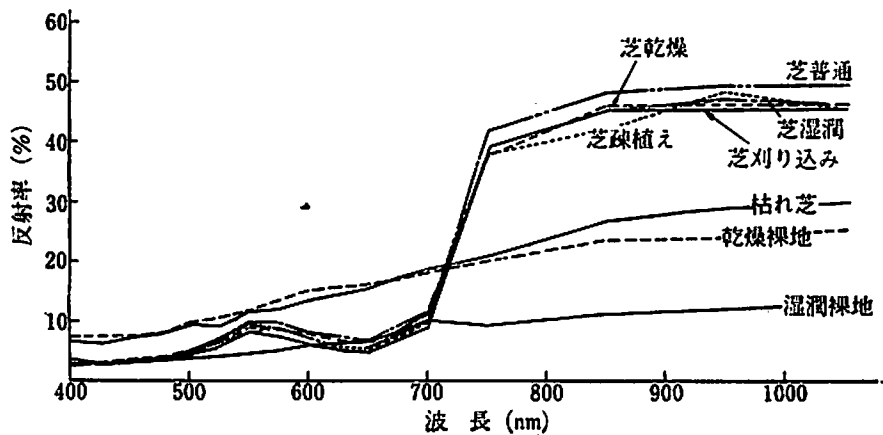


図-8 各標本資料の分光反射特性

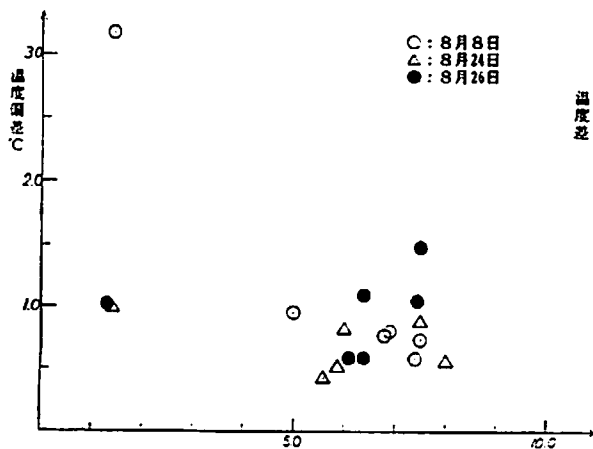


図-9 植生分光バンド比と温度偏差との相関図
分光反射率比 ρ_{750}/ρ_{650}

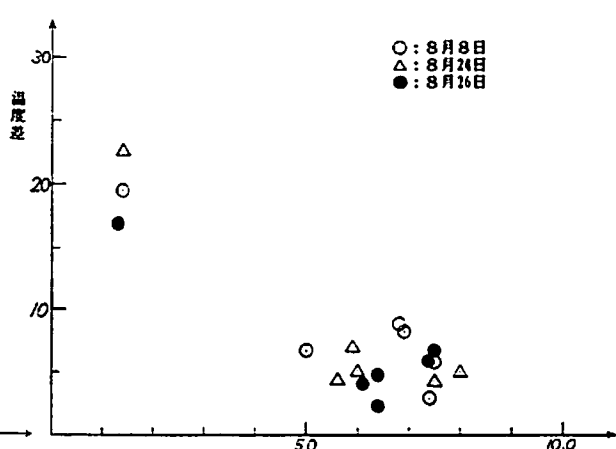
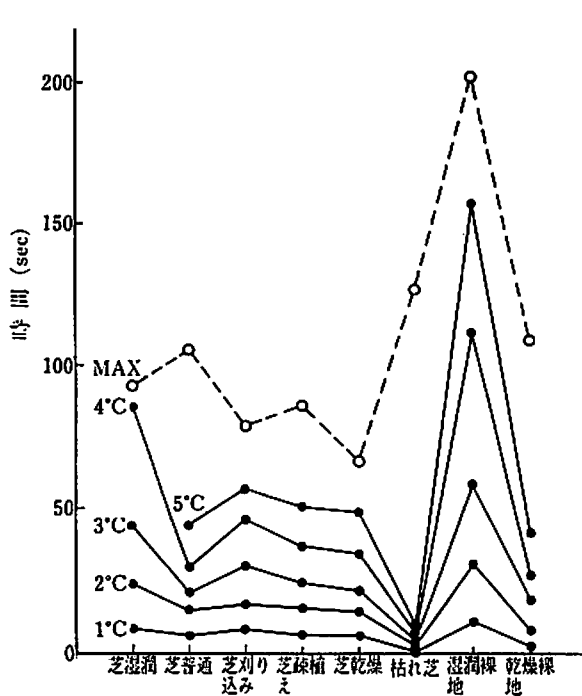
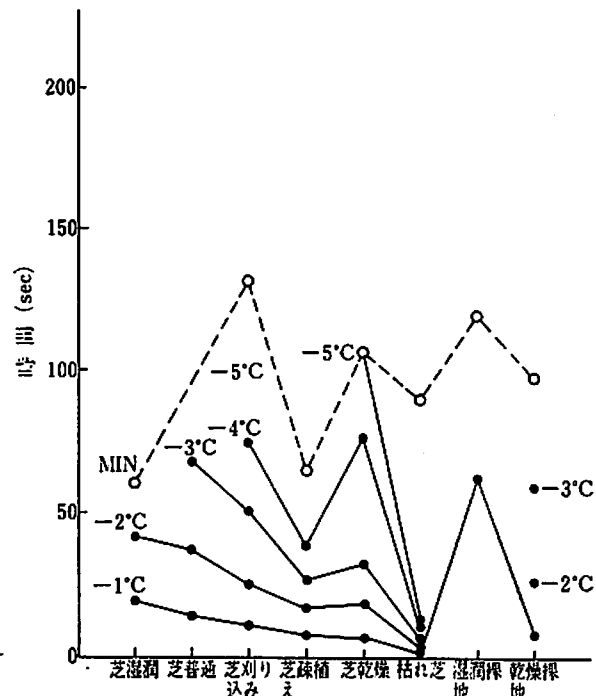


図-10 植生分光バンド比と気温との温度差との相関図
分光反射率比 ρ_{750}/ρ_{650}

昇時の勾配の方が下降時の勾配より大きく、これは植生分布が密なもの、裸地では水分量の多く含まれる湿潤状態にあるものほど、この傾向が大きい。植生状態が密で水分量が多い場合は、上昇・下降に要する時間が多く、最大温度、最小温度の差も小さいが、含水量の少ない試料は変化時間は短かく、最大温度・最小温度の差も大きい。これは水分の比熱が高いことによる温度の保存と植生層の蒸散機能等の生理作用による温度自動制御機能等によるものと推測される。以上は(表一2)のような形にまとめられる。



図一11 直達光遮断による温度応答特性上昇時



図一12 直達光遮断による温度応答特性下降時

表一2 温度応答特性の要因

温度上昇下降の時間	
植 生	(大)←→(小)
水 分 量	(多)←→(少)
時 間	(長)←→(短)

表面温度の最大値、最小値の差	
植 生	(小)←→(大)
水 分 量	(少)←→(多)
温 度 差	(大)←→(小)

§5. ま と め

本研究により、時間軸方向の熱の特性と、空間軸方向の特性の間には強い相関があることが認められた。また、熱特性の空間的要素は、地表面温度を中心とした観測により得られるデータの変動の度合が各種パラメータ(気象要因、土壌要因、植生状因等)に左右されることも認められる。しかし、現段階では、各パラメータ間の相互の変化や関係による影響をはっきりと数値化するには至っていない。これは、含水比と地表面温度標準偏差の関係を数値化しようとしても、自

然状態においては両者以外のパラメータを無視することができない等の理由による。

だが、実験により確められた結果と熱赤外画像により得られる情報を相互に結びつければ、熱赤外画像の対象地域において、ある特定の場所がもつ植生状態、土壌成分等のポテンシャルを知ることが可能と推測できる。

また、これからの課題としては、フーリエ等の熱伝導モデルとの結びつけ、あるいは熱赤外画像を実験であつかった各パラメータの特徴抽出などの画像処理等がある。