

デジタルカメラ近赤外画像を用いた 植生状況推定の評価

尾崎敬二†

国際基督教大学 アーツ・サイエンス学科†

1. はじめに

地球観測衛星データから地表面の植生分布を広域かつ定期的に把握することは、有用な環境情報蓄積に大きく寄与しているが、望ましい地域の適切な衛星データ取得には気象条件等の制約が大きく困難である。地表面の現地での植生観測は非常に狭い範囲が対象となるが、衛星データによる解析結果の校正・評価には欠かせない情報(グラントルース)が得られる。しかし、特殊な機器の操作等により高コストとなることが多く、現地観測データ取得・蓄積は容易ではない。商用の一般デジタルカメラは近赤外域を撮影可能であるので、この近赤外画像と可視光画像を組み合わせると植生指数に類する観測量を把握・推定することができれば、非常に簡便に植生状況データが得られ、有用と期待される。このデジタル近赤外画像を利用した新しい推定手法の提案と、分光測定機器による植生指数の測定値とを比較検討し、評価を行

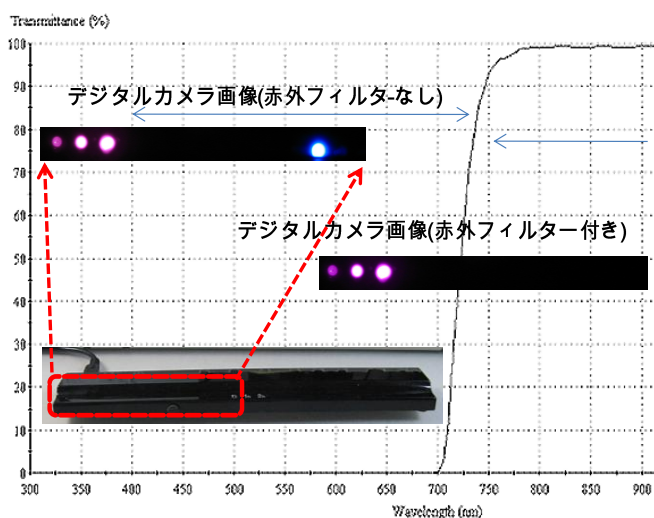


図1 近赤外画像を得るためのレンズ赤外フィルター(PRO1D R72)の分光透過率特性。デジタルカメラによる赤外ランプと青色LEDの可視光画像(左)と近赤外画像(右)を示す。

った報告である。

2. 赤外ランプの可視光デジタルカメラ画像

リモコンの赤外ランプは、ほとんどのデジタルカメラの可視光画像に撮影できる。図1の左では、可視光画像中に赤外ランプが出現している。同一

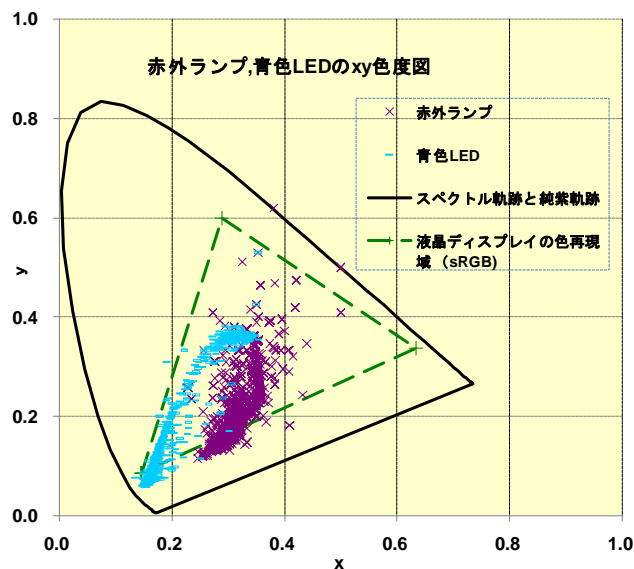


図2 赤外ランプと青色LED画像から得られるRGB値(sRGB)に色空間での変換を施し、CIE-XYZ値からxy色度座標値を算出した分布図。マゼンタ色の分布から、赤外ランプのxy値が純紫軌跡にほぼ平行に沿った方向に出現して、液晶ディスプレイの色再現域の外にある特徴が見える。

のカメラのレンズ前におよそ720nm以下の波長域を遮断する赤外フィルターを付けて撮影した画像を図1の右に示す。可視光青色の青色LEDが現れない。この図中で赤外ランプがやや、マゼンタ色を示しているのは、このフィルターでは720nmで透過率50%であるため、可視光が透過して、「偽カラー画像」となっている。肉眼では、不可視の近赤外の領域がデジタルカメラによる可視光画像では、マゼンタ色の色相角(約330度)に現れることを図2のCIE-LAB空間のa*-b*平面での分布で示している。カメラ1とカメラ2の

Evaluation of an estimate for vegetation condition of plant leaves with near-infrared images captured by digital cameras.

† International Christian University, Arts&Science

違いは、赤外フィルターの可視光遮断波長で、カメラ2の方がほとんどの可視光を遮断している。

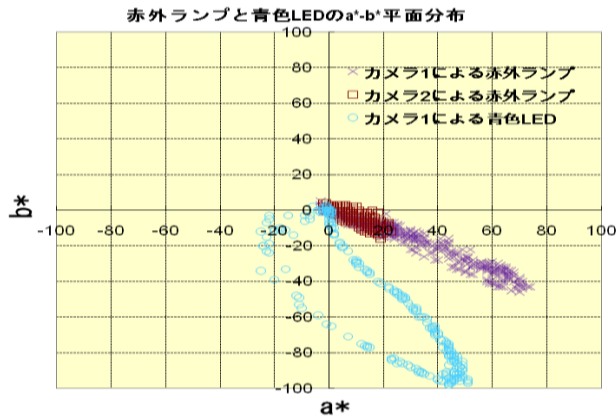


図3 CIE-LAB空間のa*b*平面で、色相角330度方向に分布が伸びている赤外ランプの可視光画像。青色LEDの分布を参考までに重ねている。カメラ2の赤外画像はグレー画像。

3. 植物葉の活性度をデジタルカメラ画像で推定

植物葉は近赤外光と可視光赤色光に対し反射率の違いを示すことから、活性度を推定する植生指数が数多く提案されてきた。最も普及している植生指数は、正規化植生指数(normalized difference vegetation index)である。近赤外光と可視赤色光の反射率の差分を、それらの和で正規化した指数で、 $NDVI = (\rho_{nir} - \rho_{red}) / (\rho_{nir} + \rho_{red})$ で定義される。ここで、 ρ_{nir} と ρ_{red} は、それぞれ近赤外域と可視赤色光域の反射率である。植物葉活性度の異なると見える植物葉を分光放射輝度計で測定した結果を図4に示す。

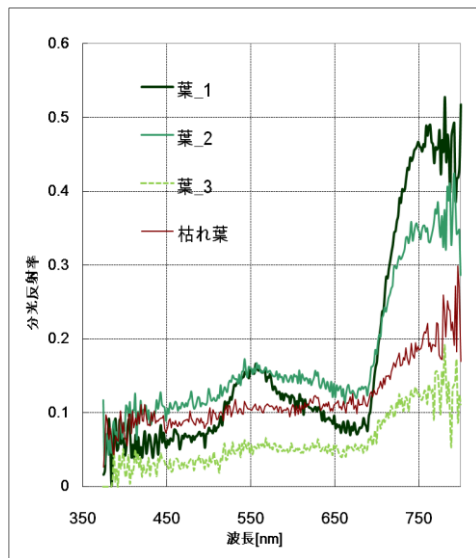


図4 4種類の活性度の異なる植物葉の分光反射率測定結果。暗室中で人工太陽ランプを照射して分光放射輝度計で測定。ノイズがやや目立つ。

表1 図4の赤色(670nm)反射率と近赤外(770nm)反射率から算出した正規化植生指数(NDVI)と単純な近赤外と赤色反射率の差分値。

葉の状態	赤色	近赤外	植生指数	差分
葉_1	0.076	0.456	0.72	0.380
葉_2	0.126	0.375	0.50	0.249
葉_3	0.055	0.154	0.47	0.099
枯れ葉	0.126	0.222	0.27	0.096

図5右に示す赤外画像は、赤みを帯びた「偽カラー画像」である。左の可視光画像の赤色チャンネルを右の赤外画像から差し引いた画像を図6の左に

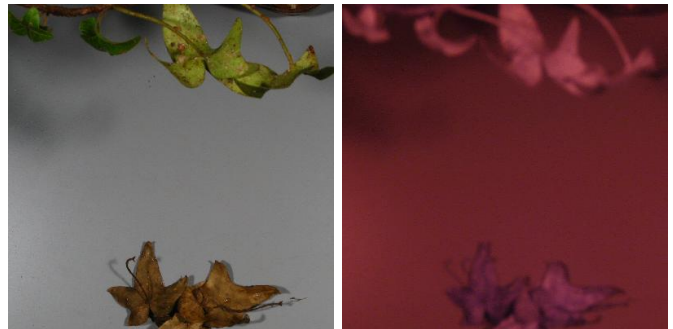


図5 デジタルカメラ画像を示す。左は可視光画像(赤外フィルター未装着)、右は近赤外画像(赤外フィルター装着)

示す。グレースケール画像で、植物葉の活性度が高いと推定される部分が白く明るく抽出されている。さらに、これらの画像の各画素値を用いて植生指数を算出し、その値の範囲に応じて色を割り当てた図が図6の右である。正規化植生指数は-1から+1の範囲にあるので、負から0と0.2

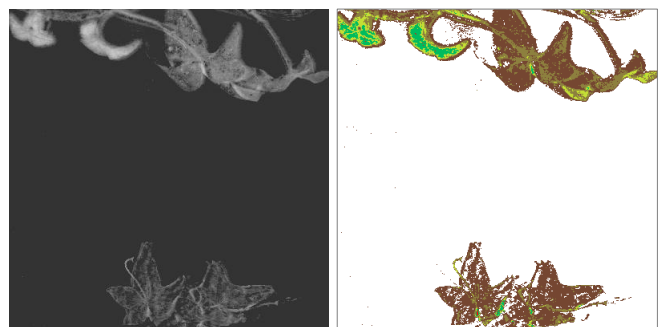


図6 (左)図5左の可視光画像の赤色チャンネルを右の赤外画像から差し引いた画像。(右)これらの2つの画像の対応する画素値から植生指数を求め、その値に応じて着色した植生指数分布図。

ごとに異なる色を割り当てたところ、図4の「葉_1」に相当する部分は、0.6~0.8、「葉_2」に対し、0.4~0.6、「葉_3」に対し、0.2~0.4が得られており、表1の基準となる観測値にかなり近い推定値を得ることができた。デジタルカメラによる近赤外画像を利用した植生指数値の推定は評価できよう。