

デジタルカメラ画像による植生指標推定における画像輝度とガンマ値の関連

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

デジタルカメラは近接リモートセンシングにおいて不可欠なデバイスであり、分光放射計の狭い対象範囲の計測より広範囲な対象を、一度に画像として取得できる優位性を有する。商用デジタルカメラの自動露光機能を生かして取得の画像から植生指標を推定し植生指標分布図を作成するとき、可視光画像の影領域に対応する領域で、植生指標値が異常に高い植生指標値を示す領域が出現する。この領域を検出し、除去するために、取り扱うカメラ画像輝度の範囲制限を施し処理することで異常値を除去し、推定の改善を図ってきた。カメラの違いや画像取得時の環境等に依存する状況下で、画像輝度の閾値とカメラ出力のガンマ値にある関連性が見られた。2つのカメラ画像から得られる植生指標を比較しつつ、この関連性を検討した報告である。

2. 植生指標の異常高領域出現とその除去

正規化植生指標 NDVI(Normalized Difference

$$NDVI = (\rho_{NIR} - \rho_{red}) / (\rho_{NIR} + \rho_{red}) \quad (1)$$

Vegetation Index)の定義式を、式(1)に示す。

ここで、 $\rho_{NIR}$ 、 $\rho_{red}$  は、対象物体の、それぞれ近赤外域および可視光赤色域での反射率である。

図1に自然太陽光下で身近にある植物葉の分光反射率を分光放射計により求めた。対象とした植物葉の写真を図2に示す。a)とc)が健康で光合成の活動が活発である特徴を示し、それを分光反射率の特性に見ることができる。可視光赤色で光を多く吸収し、近赤外光で強く反射している。式(1)で定義するNDVIは、45年にわたって、実質標準的に用いられてきた植生指標である。図1の測定値から算出したNDVIは、a)が0.65, b)が0.078, c)が0.24, d)が0.0040であった。地球観測衛星のマルチスペクトル測定結果から得られるNDVIにおいて、植物葉が密集している場合の最高値は、お

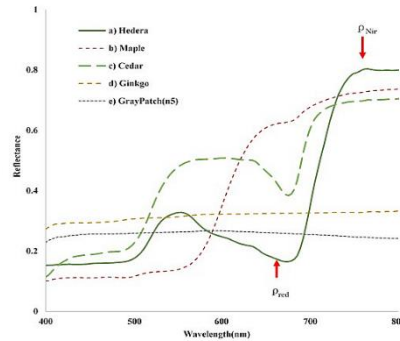


図1 4つの異なる植物葉の分光反射率測定結果

およそ0.8程度までである。しかし、カメラ画像から推定したNDVI値が0.9を超える領域が出現し、その領域は、可視光画像の影領域と重なっ

ていた。RGB画素の値から求めた画像の輝度の値は、およそ50未満のかなり暗い領域であった。デジタルカメラの適正露光範囲はおよそ60dB程度といわれており、その下限値に近い露光不足の状態に対応すると推定された。そのことから、画像輝度のある閾値以下の画素を、NDVIの推定過程から除外することが妥当と考えた。

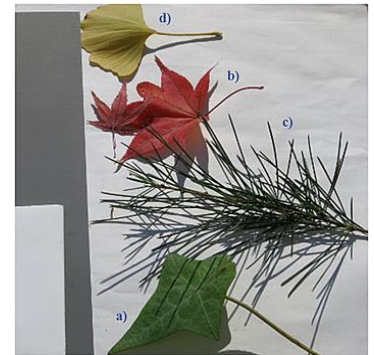


図2 太陽光下での4つの植物葉の可視光写真  
a)ヘデラ・ピッツバーグ b)楓の落葉 c)ヒマラヤ杉 d) 銀杏の落葉

sRGBの規格では、デジタルカメラのガンマ値は、カメラ出力画像がJPEGの場合に2.2が一般的である。画像輝度の閾値を探索し、定める過程において、閾値がガンマ値に依存していることが明らかになってきた。

3. デジタルカメラ画像のガンマ値の測定

表1に今回の測定に用いた機材と用具などを示す。その写真を図3に示す。図3のカラーチェッカー右端の

Relationship between an Image Luminance and Gamma Values for Estimating a Vegetation Index from Digital Camera Images  
†Keiji OSAKI  
† International Christian University, Arts & Sciences

表1 画像取得、分光測定に用いた機材、用具一覧

項目	用途	仕様
近赤外レンズフィルタ	可視光領域遮断	ケンコートキナ PRO1D R72
携帯分光放射計	放射照度測定	英弘電機 MS-720 EIKO MS-720
カラーチャート	反射率校正	カラーチェッカー(24パッチ)
対象植物	画像から植生指標推定	鉢植えアイビー(ヘデラヒツジバーク)
商用デジタルカメラ	デジタルカメラ画像 (可視光, 近赤外光) 取得	CANON Powershot A710IS CANON S110

列にあるグレーレベルの異なる6つのパッチを分光放射計で測定し、これを入射光の値とし、出力値は、画像のRGBから得る輝度の値とする。出力値と入力値の非線形な関係を、べき指数で表し、ガンマ値としている。その測定結果を図4に示す。用いたグレーパッチの反射率は



図3 分光放射計(MS-720), 標準グレーカード, 標準白色板, カラーチェッカー(24パッチ)の写真

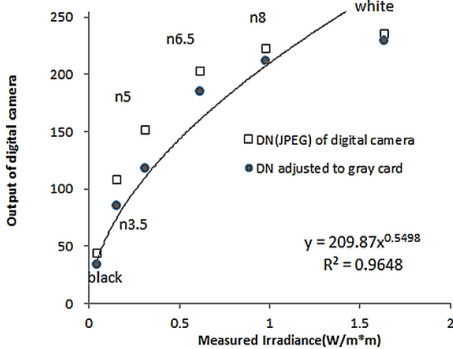


図4 分光放射計(MS-720)による測定照度値に対するデジタルカメラ(S110)の出力値(画像輝度)の変化。近似曲線のべき指数は、デジタルカメラのガンマ値の逆数に対応している。

同様な測定から1.89であった。

#### 4. 分光測定値からのNDVI との比較

2.で示した画像から推定のNDVI分布図に出現したNDVI異常高領域の除去は、有効であるが、ガンマ値が2.2の場合は、100%除去することはできていなかった。ガンマ値を下げると全体的に推定のNDVI値は下がるので、推定NDVI値のガンマ依存性を検討した。

分光放射計の視野角は10度なので、図5に植物葉の対象とするおおよその範囲をハッチング領域として示した。この対象領域の画像から推定するNDVIと分光放射計測定値から得るNDVIを比較する。画像から推

定の場合は、ガンマ値により変化する。分光放射計の測定は2方向から行ったので、その平均値を求めた。結果を図6に示す。破線に示す推定NDVIの変化

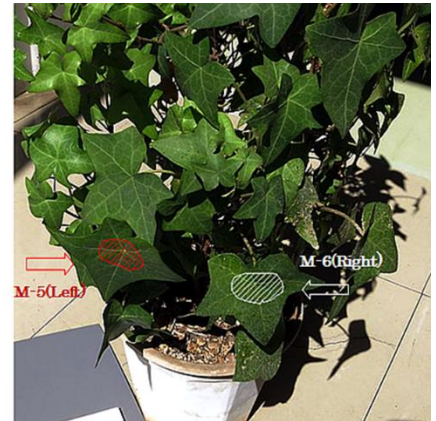


図5 対象とした鉢植え(ヘデラ)の可視光写真。矢印で示す2つの方向(M-5とM-6)から分光放射計により分光照度を測定した。この結果と比較するための、画像から植生指標を推定する対象領域をハッチングで示す。

は、ガンマ値の増加にしたがって、ほぼ直線的に増加して、分光放射計測定値からのNDVIの水平な点線直線と交差している。この交差点では、画像から推定のNDVIと測定NDVIの差はないことになる。破線で示す場合は、2つのデジタルカメラにおいて、異常高領域除去を行っていない。そのため、異常高領域が残っている。一方、実線で示す場合は、異常高領域除去を行っているので、その領域は、ガンマが2.0ではほとんど、0.0%であった。

異常高領域除去と推定NDVI値を測定NDVI値に近づけることは、競合するよう見える。

#### 5. まとめ

デジタルカメラ画像からNDVIを推定する場合には、できれば、画像輝度の低い影領域を含まない画像で、推定過程でガンマ値を1.8から2.0程度に調整すると良い。

謝辞 本研究は平成26年度科学研究費補助金基盤(C)(課題番号:26450367)の助成を受けたものである。

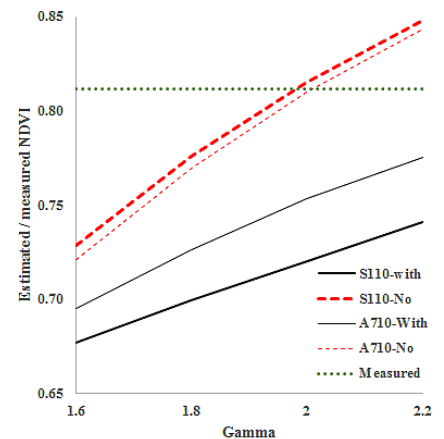


図6 点線は、分光放射計測定値から算出の植生指標とカメラ画像から推定の植生指標のガンマ値依存性。実線は、画像輝度閾値以下の画素を推定から除外し、破線は除外なしの全画素を推定に含めた結果を示す。