

## デジタルカメラ出力画像の輝度範囲制限による 推定植生指標の精度向上

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

一般の商用デジタルカメラ画像から植生指標を推定する試みは、いくつもの問題点をはらんでいる。大きな問題点のひとつとして推定した標準植生指標の値が0.9となる異常高領域が植生分布図に出現することである。図1に示すように破線のヒストグラムには、標準植生指標値の大きなピークが0.9より大きい範囲に出現している。異常高領域と可視光カメラ画像の影領域はほぼ、重なっている。この原因の分析と対応方法を検討し、デジタルカメラ出力画像の輝度が極端に低い範囲の画素を植生指標推定から除去する手法を試みた。

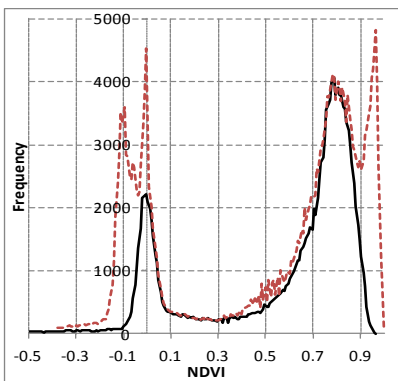


図1 画像から推定の標準植生指標の頻度分布

通常の写真撮影における適正露光範囲と類似した輝度範囲制限を推定過程に加え、カメラ画像から推定の植生指標精度は大きく向上した。また、デジタルカ

メラ出力画像を、ある種のセンサーとして用いるとき

には、より高精度の植生指標値推定のために、ガンマ値を1.8程度にすることを提案した報告である。

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

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。

NDVI 値の特徴を見るために、 $y=NDVI$ ,

$$x = \rho_{NIR} / \rho_{red} \quad \text{とおくと、式(1)は式(2)で表される。}$$

$$y = (x-1)/(x+1) \quad (2)$$

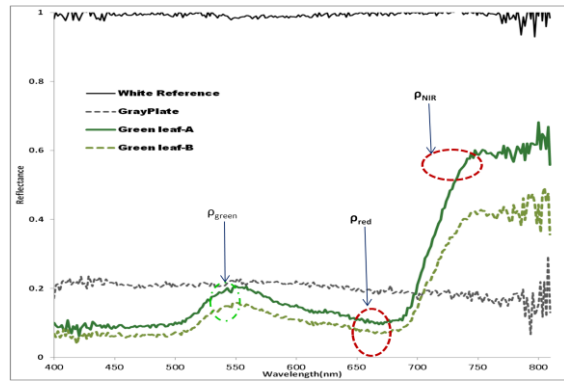


図2 植物葉、標準白色板および標準グレー反射板の分光反射率特性

$x=9$  のとき、 $y=0.8$ ,  $x=19$  のとき、 $y=0.9$  となる。

植物葉のクロロフィルの活動が活発な時、 $\rho_{NIR}$  は高く、 $\rho_{red}$  は低くなり、両者の比、 $x$  の値は図2より高々15以下の範囲におさまっている。つまり、NDVI 値が0.9を超えれば異常高とみなせる。

カメラ出力画像の画素値(DN:Digital Number)と植物葉表面からの分光輝度の関係を考察する上で、入射光、対象被写体の分光反射率、レンズフィルターの分光透



図3 入射光からカメラの像面露光までの光の流れ

### 2. カメラ出力画像の輝度範囲設定

標準植生指標 NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)の定義式を、式(1)に示す。

過率、カメラの露光時間、カメラの撮像素子の分光感度特性が重要である。これらの関係を示す入射光の流れを図3に示す。近赤外光領域の(DN)<sub>NIR</sub>と可視光赤領域の(DN)<sub>VisRed</sub>を表す式を次に示す。

Improvement of Accuracy in Estimated Vegetation Index by Restriction of Luminance Range in Images Captured by Digital Cameras.

†Keiji OSAKI

† International Christian University, Arts & Science

$$(DN)_{Nir} = \sum_{\lambda} [I_L(\lambda) \cdot \rho(\lambda) \cdot \tau_{Nir}(\lambda) \cdot T_{Nir} \cdot S_S(\lambda)]$$

$$(DN)_{VisRed} = \sum_{\lambda} [I_L(\lambda) \cdot \rho(\lambda) \cdot T_{VisRed} \cdot S_S(\lambda)]$$

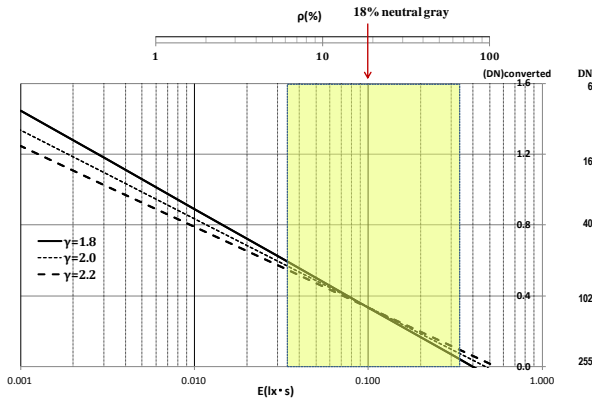


図4 変換画素値(DN)converted と露光量 E[lx·sec] の関係

写真撮影における適正露光範囲と類似させたデジタルカメラの変換画素値(DN)converted と露光量 E[lx·sec] の関係を図4に示す。カメラ出力量と露光量差の比で表されるガンマ(γ)を変化させた場合の直線と、露光量10dBの範囲制限域を合わせて示している。

### 3. 出力画像から推定のNDVIの分布図

植生指標推定の対象としたデジタルカメラ可視光出力画像を、図5に示す。推定した植生指標の精度を評価するために、分光放射輝度計を用いて、視野角5度、観測距離を約15~20cmとして3方向で測定した。分光反射率を求めるための基準となる標準白色板と、出力画像の露光条件の調整用に標準グレー反射板を画像に含めている。得られた結果を図6に示す。図6の(左)は、

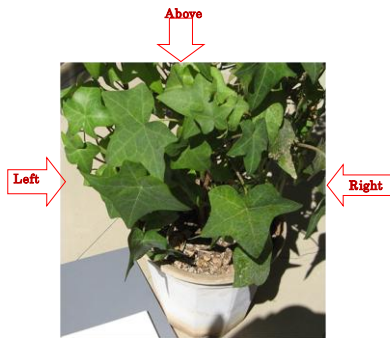


図5 植生指標推定の対象としたデジタルカメラ可視光画像

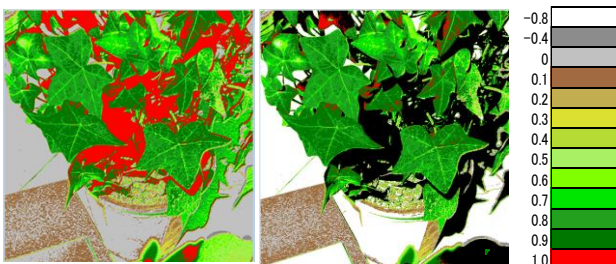


図6 出力画像から推定の標準植生指標分布図：(左)輝度範囲制限なし(中)輝度範囲制限あり(右)標準植生指標値の色帯

表1 図5の3方向に対応した分光放射輝度計測定値から算出の標準植生指標結果

No	From	VisRed	Nir	Ndvi
M-4	Above	0.0710	0.4208	0.7112
M-5	Left	0.0320	0.3123	0.8143
M-6	Right	0.0545	0.5153	0.8088

輝度範囲制限なしで植生指標を推定した結果で、異常高領域が広がっており、推定植生指標値は、影領域で0.9以上を示している。一方、図6(中)の植生指標分布図では、異常高領域は、ほとんど影領域として推定された。図6(右)に、NDVIのスケールを色分けしたカラーバーを示す。

### 4. 分光放射輝度計測定値による推定の評価

表1に図6に示す3方向から測定した分光反射率から算出した標準植生指標NDVI値を示す。植物葉の分光反射率測定結果を図7に示す。通常のデジタルカメラ出力画像をディスプレイ装置に表示する場合のγ値は2.2であるが、このγ値で推定植生指標の分布図を作成すると、異常高領域画素が全画素に占める割合は7%となり、推定精度に悪影響を及ぼしていた。そこで、γを変動させて、推定植生指標の異常高割合[%]を求めた。結果を図8に示す。右縦軸に異常高割合[%]を示す。γが1.8以下でこの割合は1%以下となる。図8に分光放射計測定値から算出のNDVIの平均値を●で示す。

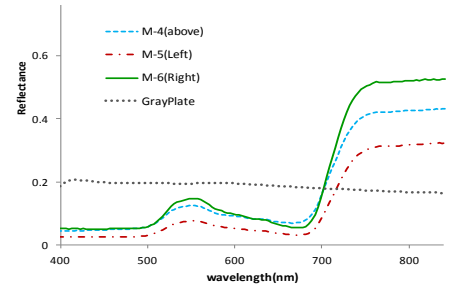


図7 分光放射計による図6にある3方向からの植物葉分光反射率測定結果

### 5. まとめ

カメラ画像から推定の標準植生指標NDVIの精度は、出力画像の推定の過程で輝度範囲制限を施すことにより、大きく向上した。分光放射計測定値から算出のNDVIとの差の割合は3.2%程度であった。ただし、γ値を1.8として画像から植生指標を推定した。γ値を1.8とする妥当性については今後の検討課題である。

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。

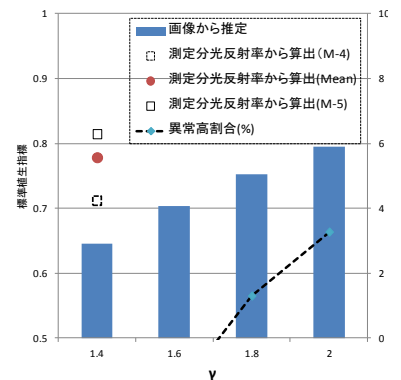


図8 カメラ画像から推定と、分光反射率測定値から算出の標準植生指標の比較