

撮影された地物の色に散乱光と直達光が与える影響

1200106 中田 智也

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

本研究室では、詳細なフェノロジー解析を行うために、UAV に搭載したカメラにより取得した画像を用いている。しかし、カメラのデジタルカウント値 RGB は天候による日射状況によって大きく変動する。そのため、RGB 画像をそのまま用いることは困難である。衛星画像での地形効果（カゲ）を抑制する方法に正規化反射率を用いる手法がある（小野ら、2002）。しかし、UAV で取得した画像の正規化は、影の影響を強く受けている画素において、その効果は得られなかった。昨年、岡田（2018）は UAV で取得した晴天時と曇天時のデータを用い、晴天時は Shadow 補正、曇天時は Shade 補正を行うカゲ補正手法を確立した。しかし、岡田の手法を用いて佐岡実験フィールドで撮影し補正したところ、影が補正されず写真が青みがかっている場合もあった（図 1）。日射の状態が時間的に変化するため、地物に与える散乱光及び直達光の影響も同様に時間的に変化することが原因と思われる。そこで地物の色に散乱光と直達光が時間的に与える影響を評価する必要がある。

そのため本研究は、日陰に置いた白色ボードと日向に置いた白色ボードの色において散乱光及び直達光が与える影響を評価することである。今回はカラーバランスを白色ボードを用いて、評価した。白色光とは違い天空による散乱光は青、太陽による直達光は赤の光が強い。そのため日陰に置いていた白色ボードは青の影響を強く受け、日向の白色ボードは赤の影響を受けていた。散乱光によるカラーバランスは非常にばらつきがあった。その原因は天空と雲の散乱光の割合、壁や屋根の反射光が動的に変化しているからと考えられる。今後は様々な散乱成分が動的に変化することを考慮した評価が必要である。

Key Words: 色補正, 散乱光, 直達光

1. はじめに

本研究室では、詳細なフェノロジー解析を行うために、UAV に搭載したカメラにより取得した画像を用いている。しかし、カメラのデジタルカウント値 RGB は天候による日射状況によって大きく変動する。そのため、RGB 画像をそのまま用いることは困難である。

衛星画像での地形効果（カゲ）を抑制する方法に正規化反射率を用いる手法がある（小野ら、2002）。しかし、UAV で取得した画像の正規化は、影の影響を強く受けている画素において、その効果は得られなかった。昨年、岡田（2018）は UAV で取得した晴天時と曇天時のデータを用い、晴天時は Shadow 補正、曇天時は Shade 補正を行うカゲ補正手法を確立した。しかし、岡田の手法を用いて佐岡実験フィールドで撮影し補正したところ、影が補正されず写真が青みがかっている場合もあった（図 1）。日射の状態が時間的に変化するため、地物に与える散乱光及び直達光の影響も同様に時間的に変化することが原因と思われる。そこで地物の色に散乱光と直達光が時間的に与える影響を評価する必要がある。

そのため本研究は、日陰に置いた白色ボードと日向に置いた白色ボードの色において散乱光及び直達光が与える影響を評価することである。

色補正成功例



色補正失敗例



図 1 岡田の手法を用いた時の成功例と失敗例

2. 散乱光が白色ボードの色に与える影響

2.1 観測手法及び解析手法

本研究の観測場所は、高知工科大学 B 棟の屋上である。日陰に置いた白色ボードは、天空による散乱光の影響を大きく受けていると考えられる。そのため天空を撮るカメラ (Nikon)、白色ボードを撮るカメラ (SONY)、そしてカメラが天空の RGB を正確に取得できているかを確認するために分光器を用意した。またカメラ設定は、同じ色温度に設定したかったが Nikon は 6500K にすることができなかつたため一番近い値の 6450K に設

定した (表 1) .

表 1 日陰のカメラ設定

対象物	白色ボード	天空
カメラ	SONY α7	Nikon D610
シャッタースピード	1/1000	1/250
絞り	8	8
ISO	100	100
色温度	6500K	6450K
フィルター	なし	なし

そして天空と白色ボードを 30 分のインターバルタイマーで撮影し (図 2), 分光器も同時刻にデータを取得した.



図 2 左 撮影した天空の画像 右 撮影した日陰ボード画像

画像解析には python を用いるが撮影した RAW 画像は使えない. そこでRawTherapeeを用いて16bitのtiff画像に変換した. 図 2 (左) には天空以外の物体も写り込んでいる.

天空のみの RGB を評価する必要がある. そこで天空のマスク画像を作成し, そのマスクを利用することで天空の RGB を取得した. また白色ボードは, python スクリプトで切り取る範囲を決めて切り取った範囲から RGB を取得した.

2.2 分光器と反射係数を用いたカメラ画像による色情報の検討

カメラから得た RGB 値が色の計測に利用できるか, 検討する必要がある. そのため分光器を日陰のボードの横に置き, 観測中に天空の分光データを取得した. そして, 日陰で天空を撮影しているカメラ画像の RGB 値と分光器で取得した分光データで比較した (図 3, 図 4, 図 5). なお, 分光器で取得した分光データは B 画像は波長域 450nm, G 画像は波長域 550nm, R 画像は波長域 650nm を対応させた.

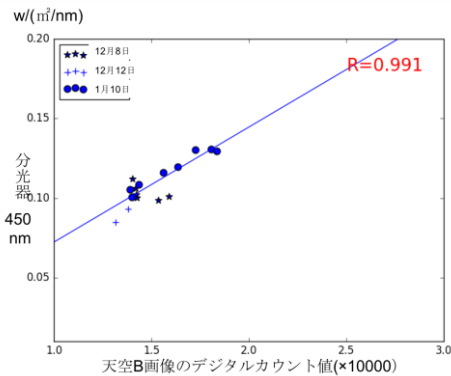


図 3 天空 B 画像と分光器の B の比較

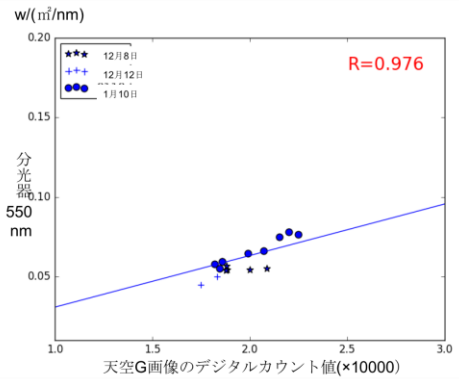


図 4 天空 G 画像と分光器の G の比較

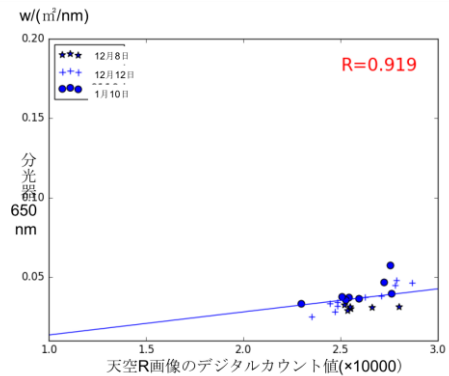


図 5 天空 R 画像と分光器の R の比較

この比較により分光器とカメラには RGB 全てにおいて 0.9 以上の相関があることが確認できた. したがって, カメラから得た RGB 値が色の計測に利用できるといえる.

白色ボードの画像から反射係数を求め, データの精度確認した. 天空を撮影しているカメラのシャッタースピード 1/250, 白色ボードを撮影しているカメラのシャッタースピード 1/1000 で異なる. そこで天空の RGB 値を 0.25 倍することで明るさを合わせた. そして, 白色ボードの RGB と天空の RGB から反射係数を求めた. 反射係数を求める式は以下の式 (式 1) を用いた.

$$\text{反射係数} = \frac{\text{白色ボードのRGBの平均値}}{\text{天空のRGBの平均値} \times \text{天空面積}} \quad (\text{式 1})$$

この式で求めた反射係数が以下の表である (表 2) .

表 2 日付別日陰白ボードの天空の色に対する反射係数の平均

日付	反射係数の平均		
	赤	緑	青
11月20日	3.44×10^{-7}	3.58×10^{-7}	3.68×10^{-7}
11月23日	3.47×10^{-7}	3.42×10^{-7}	3.39×10^{-7}
12月8日	4.02×10^{-7}	3.47×10^{-7}	3.08×10^{-7}
12月12日	4.08×10^{-7}	3.47×10^{-7}	3.10×10^{-7}
1月10日	3.39×10^{-7}	3.44×10^{-7}	3.85×10^{-7}

この表から今回使う5つのデータの反射係数がほぼ同じであったため白色ボードの画像についても解析に用いることとする。

2.3 カラーバランスの評価

天空の散乱光は白色光とは違い青の値が大きい。そのため散乱光の影響を強く受けた日陰の白色ボードの青も大きくなる。そこで天空と白色ボードそれぞれのRGBの比を一番値の大きい青を基準にして求め、散布図を作成した(図6, 図7)。

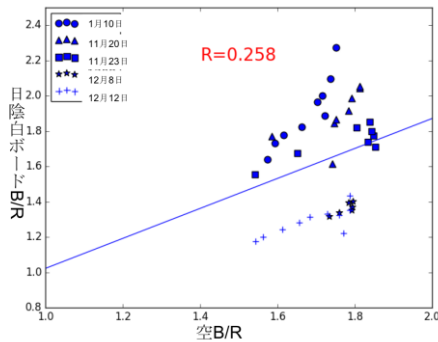


図6 天空 B/R と白色ボード B/R との関係

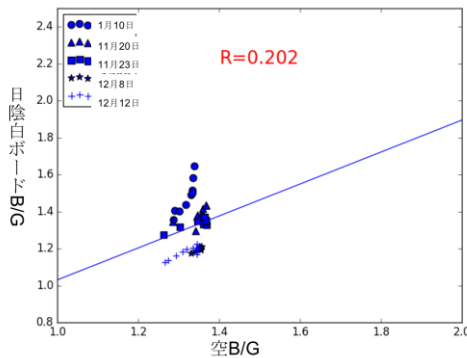


図7 天空 B/G と白色ボード B/G との関係

グラフを見ると、相関係数は低く点にはばらつきがある。とくに赤はばらつきが大きい。これは天空の画像に写っている雲の影響が考えられる。色補正するためには、青空と雲の割合、壁や屋根による反射光を時間的に考慮したカラーバランスの補正が必要であると考えられる。

3. 直達光が白色ボードの色に与える影響

3.1 観測手法及び解析手法

直達光についても同様に高知工科大学B棟の屋上で観測した。日陰に置いた白色ボードとは異なり日向に置いた白色ボードは、太陽による直達光の影響を大きく受けていると考えられる。そのため太陽を撮るカメラ(PENTAX)、白色ボードを撮るカメラ(SONY)を用意した。またカメラの設定は日陰と同様にシャッタースピード以外が同じになるようにした。そして太陽は明

るすぎるためND400のフィルターを2枚をカメラにつけた(表2)。

表2 日向のカメラ設定

対象物	白色ボード	太陽
カメラ	SONY α7	PENTAX K30
シャッタースピード	1/1000	1/200
絞り	8	8
ISO	100	100
色温度	6500K	6500K
フィルター	なし	減光フィルターnd400×2

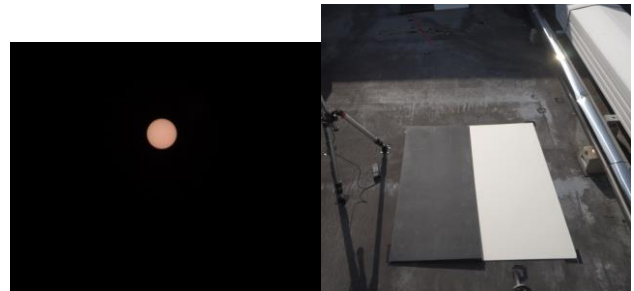


図8 左 撮影した太陽の画像 右 撮影した白色ボード画像

直達光も同様に太陽のみのRGBを評価する必要がある。太陽のみのRGBを抽出するために、太陽のマスクを作るが太陽は時間経過とともに移動するため全ての画像でそれぞれのマスクを作り、RGBを取得した。白色ボードのRGBは日陰の白色ボードと同じ方法でRGBを取得した。

カメラ位置は固定しているが太陽が動くことによりこの方法で取得した白色ボードのRGBはボードからの反射光が時間ごとに異なる。そこで日向の白色ボード画像はランベルト補正を適用した。

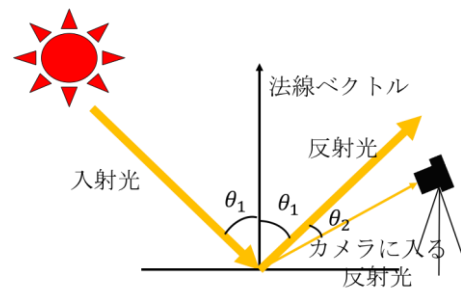


図9 ランベルト補正

補正式は、以下の式(式2)である。

$$RGB' = \frac{RGB}{\cos\theta_2}$$

RGB'=補正したRGB値

RGB=カメラで取得したRGB値 (式2)

図10はランベルト補正前の太陽B画像のデジタルカウント値と白色ボードB画像のデジタルカウント値の関係、図11はランベルト補正後の太陽B画像のデジタルカウント値と白色ボードB画像のデジタルカウン

ト値の関係を示している。

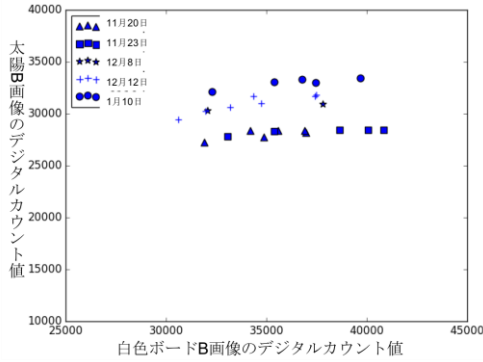


図 10 ランベルト補正前の太陽と日向の白色ボードの関係

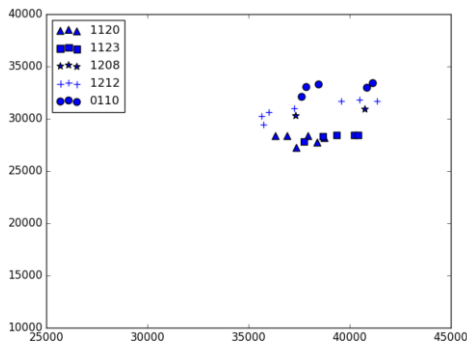


図 11 ランベルト補正後の太陽と日向の白色ボードの関係
ランベルト補正をすることで白色ボードの値の散らばりが小さくなったことがわかる。

3.2 カラーバランスの評価

太陽による直達光は赤の値が一番大きい。そのため直達光の影響を受けた日向の白色ボードの赤も少しだけ大きくなる。そこで太陽と白色ボードそれぞれの RGB の比を一番値の大きい赤を基準として求め、散布図を作成した (図 12, 図 13)。

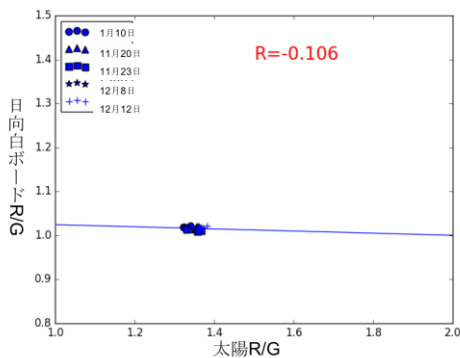


図 12 太陽 R/G と白色ボード R/G との関係

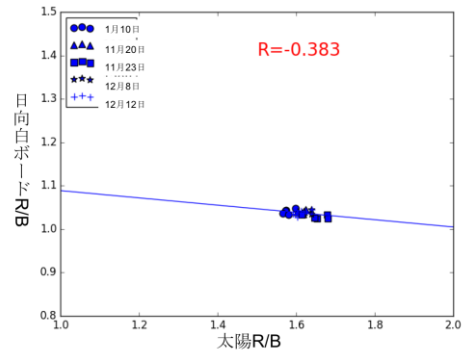


図 13 太陽 R/B と白色ボード R/B との関係

直達光は散乱光と比較して、非常に散らばりが小さかった。したがって、天候によるカラーバランスの変化も小さいと言える。

4. 考察

今回はカラーバランスを白色ボードを用いて、評価した。白色光とは違い天空による散乱光は青、太陽による直達光は赤の光が強い。そのため日陰に置いていた白色ボードは青の影響を強く受け、日向の白色ボードは赤の影響を受けていた。散乱光によるカラーバランスは非常にばらつきがあった。その原因は天空と雲の散乱光の割合、壁や屋根の反射光が動的に変化しているからと考えられる。今後は様々な散乱成分が動的に変化することを考慮した評価が必要である。

5. 参考文献

- 1) 高木方隆, 国土を測る技術の基礎-地理空間情報技術者を目指す人のために- pp. 258-262
- 2) 高木幹雄, 下田陽久, 新編 画像解析ハンドブック pp487-503
- 3) 小野朗子, 藤原昇, 小野厚夫, 2002, Landsat/TM スペクトル値の正規化による地形効果と大気効果の抑制, Journal of The Remote Sensing Society of Japan Vol. 22 No. 3
- 4) 岡田康太: UAV による植生観測のための影補正手法開発, 2018 年度学士論文