

UAVによる植生観測のためのカゲ補正手法開発

1190036 岡田 康汰

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

地球温暖化が与える植生への影響は大きく、長期的にフェノロジーを解析することは重要である。広域のフェノロジー解析には人工衛星が用いられている。詳細なフェノロジー解析を行うには、UAVに搭載したカメラにより取得した画像を用いる必要がある。しかし、カメラのデジタル値RGBは天候による日射量によって大きく変動する。そのため、RGB画像を用いると、日射により生じるカゲがフェノロジー解析に影響を与えることが分かっている。このことから森林での植生観察のためのカゲの補正手法の構築が求められている。本研究では、UAVを用いた観測結果より得た地表データからShadow・Shadeのシミュレーションを行うことでカゲの抽出を行い、天候に影響されない植生画像を得るためのカゲ補正手法の確立を行った。その結果、晴天時にはShadowと明度、曇天時にはShadeと明度の逆相関からカゲ補正を行う手法を開発した。さらに、カゲ補正を行うには白色板を利用した色温度の補正も行う必要があることが判明した。

Key Words: Shadow, Shade, 色温度補正

1. はじめに

地球温暖化が与える植生への影響は大きく、長期的にフェノロジーを解析することは重要である。フェノロジーとは植物の活動周期と季節との関係である。広域のフェノロジー解析には人工衛星が用いられている。詳細なフェノロジー解析を行うには、UAVに搭載したカメラにより取得した画像を用いる必要がある。しかし、カメラのデジタル値RGBは天候による日射量によって大きく変動する。実際は同じ地物であってもカゲとなる場所と日向になる場所では得られるデジタル値RGBは同じ値にならない。そのため、RGB画像を用いると、日射により生じるカゲがフェノロジー解析に影響を与えることが分かっている。

衛星画像での地形効果（カゲ）を抑制する方法として、正規化反射率を用いる手法がある（小野ら、2002）⁴⁾。しかし、本研究ではUAVにより取得した画像のRGBでの正規化をおこなったが、カゲの影響を強く受けている画素には効果が表れなかった。これはUAVにより取得したRGBは、観測波長帯の幅が人工衛星に比べると広いことと反射率の特徴を捉えづらいことが関係していると考えられる。そのためUAVにより取得したRGB画像には別の手法が必要であると考えられた。空撮で得られたDSMを用いてShadowシミュレーションを行っている事例（LIら、2005）⁵⁾もあるが、都市部などの単純な形状に対してのみ行われている。森林を対象としたカゲ補正の手法はまだ開発されておらず、森林での植生観測のためのカゲの補正手法の構築が求められている。

なお、本研究ではカゲをShadowとShadeに分けて使用する。Shadowは、直達光を遮ることによってできる[影]で、天候が晴れの場合はShadowの割合が高くなる。一方、Shadeは、天空の面積による光源の量に比例する[陰]で、天候が曇りの時はShadeの割合が高くなると考えられる。

本研究では、UAVを用いた観測結果より得た地形データからShadow、Shadeのシミュレーションを行うことでカゲの抽出を行い、その結果から、天候に影響されない植生画像を得るためのカゲ補正手法の確立を目的とする。

2. 対象地区・使用データ

本研究の対象地区は、高知県吾川郡仁淀川町高瀬地区の一部の範囲である（図-1）。



図-1 対象範囲位置図

今回使用したデータは、本研究室で2017年11月と2018年2月に取得したものである。使用したデータの概要を表-1に示す。カゲの状況を把握するための教師データは図-2に示す位置で取得した。2017年11月のデータは、天候は晴れであるため、Shadowのシミュレー

ションを行った. 2018年2月のデータは, 天候は曇りであるため, Shade のシミュレーションを行った.

表-1 使用データの概要

空撮画像		
取得日	2017/11/06(秋)	2018/02/28(冬)
使用UAV	DJI Inspire2	DJI Inspire2
天候	晴れ	曇り



図-2 教師データ取得位置

3. カゲ補正手法

本研究では, 晴天時の場合と曇天時の場合に Shadow と Shade のシミュレーション結果からカゲ補正手法を開発した. カゲ補正手法のフローを図-3 に示す.

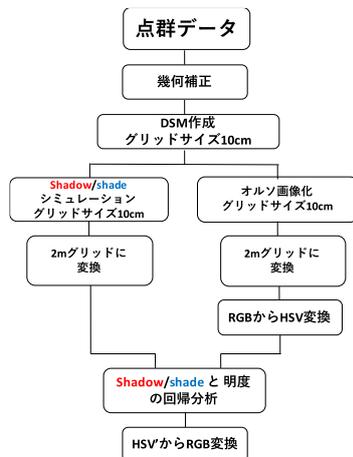


図-3 カゲ補正手法フロー

4. 晴天時の Shadow 補正

4.1 Shadow 算出の手法と結果

本研究では, 晴天時は太陽位置(光源)を設定した. 太陽光が, 地表データによって遮られるピクセルを Shadow とした. シミュレーションイメージを図-4 に, シミュレーション結果を図-5 の右図に示す.

図-4 Shadow シミュレーションイメージ



図-5 Shadow シミュレーション結果
(左: 対象地区図 右: シミュレーション結果)

4.2 Shadow における明度の補正

Shadow と明度 (V) の逆相関関係から, 補正を行った. RGB から HSV の変換はプログラミング言語 Python の OpenCV の機能を使用して変換を行った. 本研究では, (杉野ら, 2016)²⁾の研究により得られた結果より, 5m 分解能でのシミュレーション結果を用いて明度の補正をすることが望ましいが, 分解能を 5m にすると 1 ピクセル内に複数の樹種が混在するため, 今回は分解能 2m とすることとした.

Shadow と明度 (V) の関係を図-6 の左に, 補正後の関係を図-6 右図に示す. 横軸は Shadow ratio 0~1, 縦軸は明度 0~255 とした.

補正手法は, 補正後の明度を V' とし, Shadow ratio が 0.5 の時の V の値 (147.792) を V' とするようし式 (a) を用いて傾きを 0 にした.

$$V' = \frac{V - a \times S + b'}{2} \quad (a)$$

V' = 補正後の明度 V = 明度

a = 傾き

b' = Shadow ratio が 1 の時の V の値

S = Shadow ratio

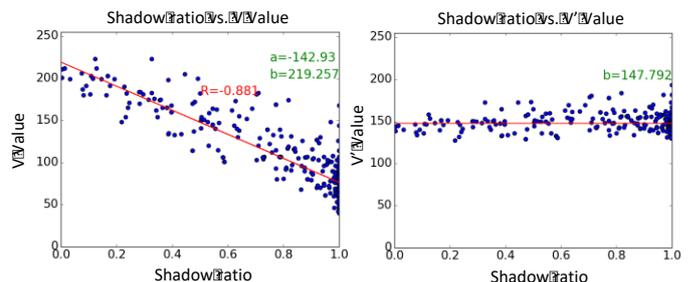


図-6 Shadow による明度 V の補正

(左: 補正前 右: 補正後)

OpenCV の機能を用いて, Shadow による明度の補正を行った HSV' から RGB に逆変換した. 図-7 に晴天時の Shadow 補正結果を示す.

この結果から, Shadow 部は RGB の B の値が高くなっていることがわかる. これは, Shadow 部は青空で照らされているためであると考えられる. したがって, 色温

度補正を行い Shadow 部が青くなる現象を解消する必要がある。



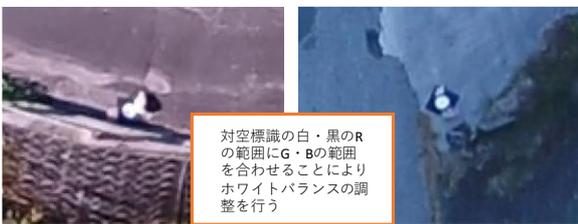
図-7 補正結果

4.3 色温度の補正

基準点に設置した対空標識の白・黒を使用し色温度の補正を行った。図-9のように日向部と Shadow 部において色の違いが大きい事がわかる。大気の影響を受けにくい R を基準とし、対空標識の白・黒の R の範囲に G, B の範囲を合わせることで色温度の補正を行った。晴天時の色温度の補正の結果を図-10に示す。

色温度の補正後は, Shadow 部の青さが解消している。

4.2と同様に, Shadow ratio と明度の逆相関関係から補正を行った。Shadow 補正の最終結果を図-11に示す。図-7と比較すると Shadow 部の B の値が高かった現象が色温度補正によって解消されていると判断できる。



対空標識(日向部) 対空標識(shadow部)

図-9 対空標識図



図-10 色温度の補正結果: 晴れ (左: 補正前 右: 補正後)



図-11 補正結果(色温度補正後)

5. 曇天時の Shade 補正

5.1 Shade 算出の手法と結果

曇天時は, 直達光が地上に到達しない。そこで天空割合 (sky view factor) による光の量を用いて Shade のシミュレーションを行った。図-12に2次元での例を説明する。Shade を算出する対象ピクセルと地表データとの角度を θ, θ' とすると, 式(b)~(i)を用い, 天空率が求められる。今回は, 東西南北 4 方位で計算を行った結果を図-13に示す。

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{h}{l}\right) \quad (b) \quad \theta' = \tan^{-1}\left(\frac{h'}{l'}\right) \quad (c)$$

$$\theta_{ave} = \frac{\theta + \theta'}{2} \quad (d) \quad r = 2.0 f \sin\left(\frac{90^\circ - \theta_{ave}}{2.0}\right) \quad (e)$$

$$s = r^2 \times \pi \quad (f) \quad R = 2.0 f \sin\left(\frac{90^\circ}{2.0}\right) \quad (g)$$

$$S = R^2 \times \pi \quad (h) \quad svf = \left(\frac{s}{S}\right) \times 100 \quad (i)$$

h, h' : 東・西方向の地表データまでの高さ (m)

l, l' : 東・西方向の地表データまでの距離 (m)

svf : sky view factor

r : 最大角度が 90° 未満の時の天空面積の半径

s : 最大角度が 90° 未満の時の天空面積

R : 最大角度が 90° の時の天空面積の半径

S : 最大角度が 90° の時の天空面積

f : 焦点距離

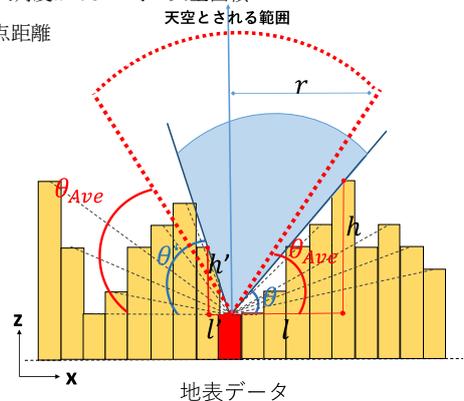


図-12 Shade シミュレーションのイメージ図



図-13 Shade シミュレーション結果

5.2 Shade における明度の補正

グリッドサイズを 10cm から 2m へ変換し, Shade と明度の逆相関関係から, 補正を行った. Shade と明度の関係を図-14 の左に, 補正後の関係を図-14 右図に示す. この時, 横軸は明度 0~255, 横軸は 0~100 とし, 補正後の明度を V' とする.

補正手法は, Shadow を用いた手法と同様であるが, Shadow により補正した明度と同じにする必要があるため切片を 147.792 に統一した.

Shade による明度の補正を行い算出した HSV' から RGB に OpenCV を用い逆変換した. 図-15 が曇天時の Shade の補正結果を示す. この結果から, Shadow での補正同様にわずかであるが, Shade 部 RGB の B が高くなるのがわかる.

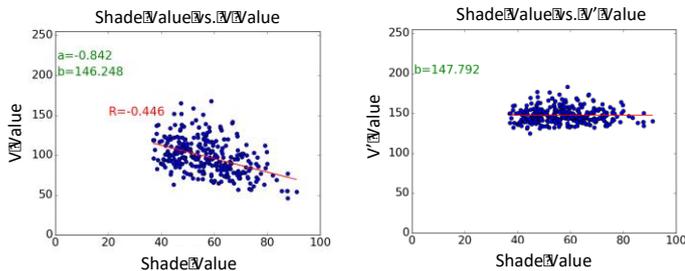


図-14 Shade による明度 V の補正
(左: 補正前 右: 補正後)



図-15 影補正結果

5.3 色温度の補正

Shadow の色温度補正と同様に, 対空標識の白・黒の R を基準とし R の範囲に G, B の範囲を合わせることでより色温度の補正を行った. この際, 曇天時の場合は, 直達光が当たる対空標識が存在しないため, 5枚の対空標識の平均値で色温度の補正を行った. 曇天時の色温度

の補正の結果を図-16 に示す.



図-16 色温度の補正結果: 曇り (左: 補正前 右: 補正後)

曇天時に関しても色温度の補正後には, 画像の色は若干変換されていることが確認できる. 5.2 同様 Shade と明度の逆相関関係から補正を行った. Shade 補正の最終結果を図-17 に示す. 図-15 と比較すると Shade 部の RGB の B の値が高かった現象が色温度補正によって解消されていると判断できる.



図-17 補正結果(色温度補正後)

6. 考察

今回, 2 時期の天候の異なるデータにおいてカゲ補正を行った結果, 晴天時には Shadow と明度の逆相関の関係, 曇天時には Shade と明度の逆相関の関係よりカゲの補正を行えることを確認することができた. さらに, 晴天時・曇天時と天候に関係なく白色板を利用した色温度の補正を行わなければ補正結果が正確な色表現とならないことが確認できた.

本研究では, 森林部で取得した教師データを用いてのカゲ補正を行った. 今後教師データを取得せず, 補正を行うことが課題となる.

参考文献

- 1) 杉野恭平, 高木方隆, 2016, 地球観測衛星画像解析における表面形状データの空間分解能についての討, 写真測量とリモートセンシング VOL. 55, NO. 3(2016) pp. 191-199
- 2) 国土地理院:標準地図, 白地図
- 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 pp. 318-327
- 4) Y. LI, P. GONG, T. SASAGAWA, 2005, Integrated shadow removal based on photogrammetry and image analysis, International Journal of Remote Sensing, Vol. 26, No. 18, pp. 3911-3929