

カメラ型リモートセンシングにおける大気の影響

岡山大学工学部 正員 森 忠次
岡山大学工学部 正員 服部 進

1. はじめに

航空機、人口衛星によるリモートセンシングのデータが新しくわが国でも集収できるようになってきたが、データを処理する上に、大気の影響が大きな隘路となっている。同一の反射特性を持つ地物でもセンサの高さ、天候状態、観測方向によって異なる電磁波強度分布が観測されるため統一的にデータを取り扱うことはできない。とくにセンサにカメラを用いたときは、マルチスペクトルスキャナ(MSS)と異なり、応答が濃度という非線形特性を持つものとなり較正が困難となる。しかしアナリタイカルプロットによる自動化や、都市緑地の抽出といったように航空画像の特色が基礎となるものは、大気などの影響に基づく濃度値の変動を考慮に入れる必要がある。この報文は航空写真のフィルム面へのイラジエーションに及ぼす大気の影響を簡単なモデルによってシミュレーションしたものである。とくに航空画像の特色による緑被地抽出を想定して、地物として植物を対象にした。

2. フィルム面へのイラジエーション

鉛直撮影の航空写真のフィルム面に入るイラジエーション¹⁾ H' は、最も現実的なモデルとして次のように書ける。

$$H' = \left(\frac{F}{\pi} T_a + N_p \right) \frac{\pi T_l}{4 \left(\frac{F}{D} \right)^2} \left[\cos^2 \theta \cdot K_{F-num}(\theta) \right]$$

ここに、

ρ ; 地物の反射率(ランバート反射を仮定する)

H ; 地上へのイラジエーション

θ ; 画角

F/D ; カメラのFナンバー

T_a ; 大気の透過率

N_p ; 大気のパスラジエーション

T_l ; レンズ系透過率

n ; 定数(通例 3.0~4.5)

$K_{F-num}(\theta)$; Fナンバーによって決まる補正係数

シミュレーションするために N_p , T_a はモデルを用い、他は実測値を用いた。以下に各項を説明する。

① T_a —— センサに入る電磁波エネルギーは、地表からセンサまでの大気を透過する間に、大気分子、エアロゾル、オゾンなどによって散乱・吸収され減衰する。また他方では、大気中の散乱光、背景からの反射光に基づくパスラジエーションかノイズとしてセンサに入り、画像のコントラストを低下させる。感光乳剤を用いるカメラでは、感度が可視域から近赤外付近にしかないため、大気の透過率については、大気分子による Rayleigh 散乱、エアロゾルによる Mie 散乱のみを考える²⁾。両者の消散係数を K_R , K_A とすれば全消散係数 K は、

$$K = K_R + K_A$$

で与えられる。 K_R は大気を標準大気にとり、

$$K_R = N(z) \cdot \sigma_s$$

から計算した。ここに、

$N(z)$; 高度 z における大気分子の粒子密度

σ_s ; 1分子の散乱断面積

である。Mie 散乱については簡便な視程に基づく算法を採用し、エアロゾルの分布は指数型とした。詳細は文献³⁾⁴⁾を参照したい。

地上($z=0$)からセンサ($z=h$)までの大気透過率は、

$$T_a(h, \theta) = \exp \left[- \int_0^h K \sec \theta \, dz \right]$$

で計算できる。

② N_p —— Duntley の平衡輝度⁵⁾の考えに沿って、

$$N_p(h) = N_g / (1 - T_a(h, \theta))$$

で計算した。ここに、

$N_p(h)$; 高度 h での大気のパスラジエーション

N_g ; 平衡輝度

実際にはセンサの視準方向と太陽のなす角度が関係するのであるがここでは無視する。 N_g としては、Malila の計算した ERTS に対するパスラジエーションの値³⁾から、エアロゾル、大気分子、オゾンの影響を算定して求めている。なお背景からの反射率は 0 であると仮定した。

③ H —— 時間的な変動が著しいがここでは 1 例として米国での観測値を取り上げた。(Time 12:05 Solar Zenith 44.4°)

④ ρ — 健康な小豆の分光反射率を選んだ。(図-1)

Airmassの増加だけでなくレンズの持つ本質的な性質による。

⑤ $T_s, n, F/D$ — カメラの諸元については、空中写真測量用 15/23 Univ. Arriogon, F-8 における値を用いた。

おわりに

3. スペクトラルイラジエンスのシミュレーション

ここに導いたフィルム面に対する大気の影響のシミュレーション結果は、撮影・現像後の画像濃度値の変動を調べる

高度、天候、視線方向に対して、画像のスペクトルイラジエンスの変動特性を図2~4に示した。図の実線は、大気の影響が全くない場合を示す。これから次のことが明らかになった。

かに用いられた緑地抽出におけるフィルタ効果、濃度校正の精度、視線方向の安定性等を算定することが出来る。また

① 図-2; 大気による影響がない場合 H' は θ のみの函数であるが、ヘイズがあると急激に H' は減衰する。しかし高度とともに減衰の度合は少なくなる。また、 N_p の項を除いた場合と比較すると N_p によるノイズは $0.65 \mu m$ 以上になると非常に少なくなるので、赤外カラー

図-1 に示した健康樹と被害樹の判別をおこなう上で、上記の諸条件についていくつかの指針を得ることが出来る。最後に報文を纏めるにあたり協力して載いた岡山大学技

官岡田邦久君に感謝いたします。

はその奥で有利となるが、散乱の影響よりも減衰の影響の方がよく効くので、問題は解決されない。

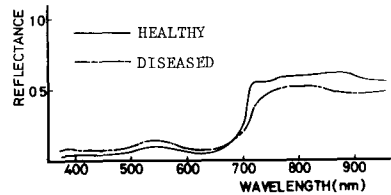


図-1 小豆の反射率

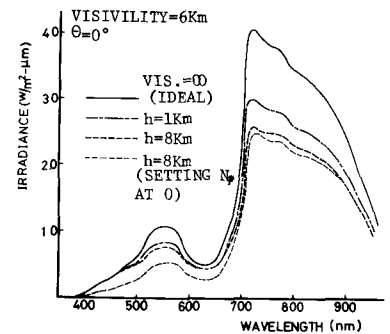


図-3 高度による H' の変動

② 図-3; 視線による影響の違いも著しく、晴天時の観測でも都市には haze が強く、フィルタによる除去は困難である。

③ 図-4; 図-2, 図-3 は M.S.S. にも成り立つが図-4 はカメラのみに適用できる。同一フィルム面上での値であるから①②より問題が大きい。周辺光量の落ちは

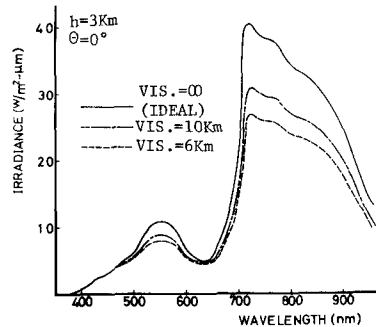


図-3 視程による H' の変動

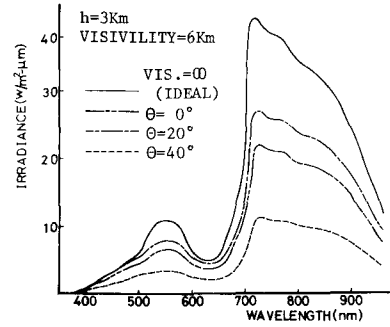


図-4 視線方向による H' の変動

- 1) Manual of Remote Sensing, American Society of Photogrammetry, PP.235~240, 1975
- 2) Jensen, Niels, Optical and Photographic Reconnaissance Systems, Wiley, PP.35~46, 1968
- 3) 和達 清夫, 他, リモートセンシング, 朝倉書店, PP.152~164, 1976
- 4) Turner, Robert E., Atmospheric Model for Correction of Spacecraft Data, Proceedings of the 8th Symposium on Remote Sensing of Environment, PP.895~934, 1973
- 5) Gordon, Jacqueline I., Measuring Earth-to-Space Contrast Transmittance from Ground Stations, Applied Optics, Vol.12, No.6, PP.1317~1324, June 1973.
- 6) Manual of Remote Sensing, American Society of Photogrammetry, PP.850, 1975
- 7) Manual of Colour Aerial Photography, American Society of Photogrammetry, PP.154~160, 1968