

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、人工衛星等を利用した遠隔探査データから自動的に土地利用図、緑地図を作成したり、アナリティカルプロットによる自動図化が試みられているが、データを処理する上で、大気の影響が一つの大変な障害になっている。すなわちセンサからの視線方向、観測高度等により、大気の光學距離が異なるとセンサの応答が一樣でなくなり、統一的な処理ができなくなる。この報文では、簡単なモデルによってセンサへの大気の影響をシミュレートし、さらに地物判別のための前処理として、それを消去する方法を考察した。センサとしてマルチスペクトルスキャナ(MSS)およびカメラ型の赤外線カメラを用いた。

2. センサへのイラジアンズと応答

MSSの相対的応答は各特定の検出器につき

$$R = \int_0^\infty S_H \left(\frac{F_H}{\pi} T_a + N_p \right) d\lambda$$

で与えられる。またカメラ型の場合応答はフィルム濃度Dに次の式で与えられる。

$$H' = \left(\frac{F_H}{\pi} T_a + N_p \right) \frac{\pi T_L}{4(E)^2} \left[\cos^2 \theta \cdot K_F(\theta) \right]$$

$$D = \gamma \log \left(\int_0^\infty H' S_F d\lambda \right) + D_0$$

ここで H : 地表の分光イラジアンズ P : 地物の分光反射率(ランバート性を仮定) T_a : 大気の透過率 N_p : 大気のパラジアンズ S_H : MSSの分光感度 H' : フィルム面のイラジアンズ T_L : レンズ系透過率 F/b : レンズのFナンバー π , K_F : カメラの定数 γ : D - $\log E$ 曲線の勾配(3.0とする) S_F : フィルムの分光感度 D_0 : 初期濃度

シミュレーションには、 N_p , T_a はモデルを、他の項は実測値を使った。各項を次に概要説明する。

① T_a — 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。Mie散乱は視線に基づく算定法を採用した²⁾。両者の消散係数の和を K とすると大気透過率は $T_a = \exp \left(- \int_0^{R_{scat}} K dz \right)$ で計算できる。これはセンサ高度である。

② N_p — 大気の散乱輻射のモデルは非常に精緻なものが作られているが、今回は概算の様子がわかればよいので簡単な天空光方程式を用いた。すなわち

$$N_p = N_g (1 - T_a) \quad \text{で、} N_g \text{ は平衡輝度である。}$$

N_g はERTSに対してMalilaの算定した値から求めた。なお背景からの多重散乱による項は0とした。

③ H — 1例として米国の観測値をとった⁵⁾ (12:05 pm, Solar Zenith 44.4°, 快晴)

④ S_H — LANDSATのMSSの分光感度を採用

⑤ F/D , T_L : π ; 15/23 Univ. Avignon F-8 + Yフィルタの諸元

⑥ S_F — Kodak Ektachrome Infrared 2443の分光感度

3. 画像の濃度値とMSS応答に対する前処理について
分子散乱のみを考慮した時、完全散乱板($P=1$)のフィルム面上でのイラジアンズの値を各視線角 θ に対して、図-1に示す。画角が大きくなるとフィルム面の光量は急激に落ちることがわかる。また同じ完全散乱板のフィルム濃度を各高度、画角に対して図-2に、グレースケール、植物、土壌の濃度を各画角に対して図-3に示す。濃度は視線無限大のとき完全散乱板が示す濃度を0として計算した。 H を快晴日のそれとつけていることで大気の影響は過小に評価されている上に、現実には γ は定数でなくまた各感度 S_F と異なるので、図のような直線性は期待できないが、結論として、(1)画角の小さいうちは濃度変動は直線的である。(2)濃度変動の直線勾配は地物固有の分光反射率によってやや異なる、ということができよう。従って写真画像から大気の影響を消す前処理として、濃度座標上で直線の勾配をいくつかの基準板から測定して、座標 D_1 , D_2 の値に対して $D_1 - \alpha D_2$ を合成変量とすれば、地物固有の変量が得られると考えられる。ここで α は直線の勾配である。また(2)の影響が強いければ特定の地物のみを抽出するのに有効となるであろう。
次にMSSの応答をBand 2 (Green), Band 3 (Red)について、図-4に示す。上と同じ種類のいくつかの地物を各視線角に対して表わしてある。図-4から、2つのBandの反射率が類似のものは、平衡輻射の真からほぼ同じ

向に分布していることがわかる。MSS の応答から、大気の影響を消す前処理として、このことから次の方法が考えられる。グランドトゥルスによって、測定値と地物とを対比させ、応答座標上で、平衡輻射の強度 R を決定する。次に R を原素としてデータ X の方向余弦 m を求めてこれを新しい変量とすればよい。 R , X はそれぞれ応答座標上での位置ベクトルである。 m は $m = (X - R) / \|X - R\|$ で求められる。これと同様の方法は、LANDSAT データに対して、Quiel が提案している^{6), 7)} のように ρ の値を算出するものは地表のイ

ラジアンズが低下したのと同じことであって、方向余弦の変化が大きいため北側斜面の地物のようにイラジアンズの分光分布も分光強度も若干

く変わる場合は、デジタルレイアウト等を導入した処理が必要になる。

実際のカラー空中写真のデータ、およ

び MSS データの処理結果については講義時に発表する。

この論文を纏めるにあたっては、岡山大学校官岡田邦久君に非常にお世話になりました。

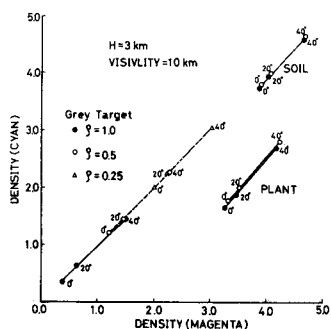


図-3 各地物の濃度値

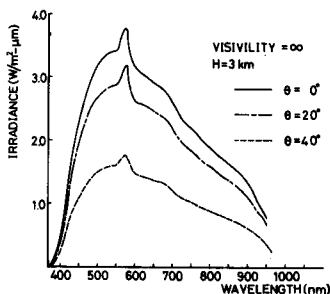


図-1 完全散乱板のイラジアンズ

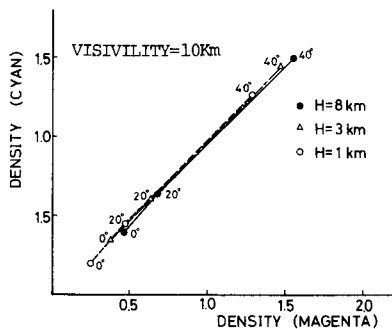
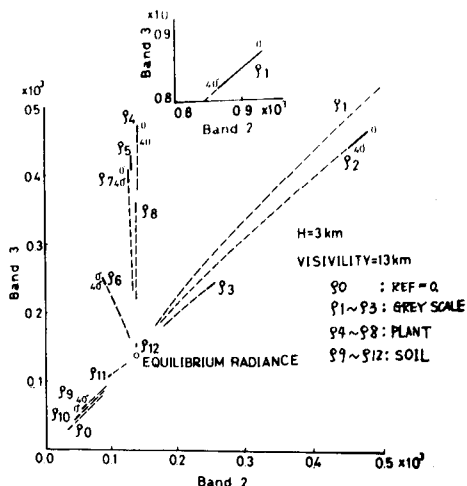


図-2 完全散乱板の濃度値



GREYSCALE $\rho_0 = 0.0$, $\rho_1 = 1.0$,
 $\rho_2 = 0.5$, $\rho_3 = 0.25$
 PLANT ρ_4 : アズキ, ρ_5 : 84×0.9
 ρ_6 : 84×0.5 ρ_7 : バレイショ
 ρ_8 : トドマツ
 SOIL ρ_9 : 黒色土性(湿) ρ_{10} : 89×0.9
 ρ_{11} : 黒色土性(乾) ρ_{12} : 沖積性(乾)

図-4 各地物の MSS 応答

- 1) 森 忠次, 服部 進, カメラ型リモートセンシングにおける大気の影響, 第29回土木学会中国四国支部学術講演概要, PP.177~178, 1977
- 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) Manual of Remote Sensing, American Society of Photogrammetry, PP.850, 1975
- 6) Quiel, Von Friedrich, Zur Vorverarbeitung multispektraler Daten, Bildmessung und Luftbildwesen, 44. Jg., Bul.1, PP.42~44, 1976
- 7) Quiel, Von Friedrich, Zur Vorverarbeitung multispektraler Daten, Bildmessung und Luftbildwesen, 44. Jg., Bul.2, PP.61~65, 1976