

日本大学 正員 西川 肇

日本大学 学員 ○福山 茂

リモートセンシング技術センター 正員 田中 総太郎

1. はじめに

我が国に於ける山岳地帯の冬期積雪量は非常に多く、その融雪水は重要な水資源となっている。しかし、積雪量の観測及び測定には多くの困難が伴い、有効なデータの収集が容易にはできない状況にあった。そこで、積雪量の測定ならびに融雪機構の解明にLANDSAT MSSデータの活用が幾つかの方面から研究され始めている。現在我々が必要とするのは積雪量と融雪流出量との関係を解明する事にあり、融雪流出の予測を最終目的としてLANDSAT MSSデータの利用について研究を進めている。本研究はその第一段階として積雪状態の分類について解析を行った。

LANDSAT MSSデータを用いて積雪状態を分類する場合、積雪面の反射輝度を反射率に変換し、その反射率に従って積雪状態を求め、分類する方法が考えられる。しかし、本研究の様な山岳地帯に於けるデータには地表面の傾斜方向が太陽光に対して複雑に変化しているため生じる誤差があり、この地表面の起伏による影響の補正をしなければ正しい情報を得る事できない。そこで解析対象地域である矢木沢ダム流域の数値地形モデルを作成し、LANDSAT画像との重ね合わせにより、地表面の起伏による影響の補正及び積雪面の反射輝度値から反射率への変換を行った。

2. 解析対象地域と数値地形モデル

研究解析の対象地域としては、利根川上流の群馬県利根郡奥利根湖、矢木沢ダム流域を選定した。同流域の数値地形モデルは、図-1に示す様に経度 $138^{\circ}58'E$ から $139^{\circ}13'E$ と緯度 $36^{\circ}54'N$ から $37^{\circ}04'N$ に囲まれる範囲について、経度方向 $15'$ を300分割、緯度方向 $10'$ を240分割するメッシュを設定し、25,000分の1地形図より標高値を読み取った。この時のメッシュのサイズは平均で $74.25m \times 77.03m$ となる。さらに、リサンプリングされたLANDSATデータとの対応から 300×240 の配列から 450×360 の配列に標高値の線形変換を行った。



図-1 解析対象地域

3. 使用データ

使用したLANDSAT MSSデータは、1979年5月4日と5月22日及び1981年3月18日と4月23日の4シーンで、対象地域に雲がなく積雪の認められるものを選定した。各データは地形図との位置関係が合う様にバイリニア法によってアフィン変換し、幾何学的補正を施した。

LANDSAT MSSデータを各バンドごとに積雪面に於けるCCTカウントを見てみると、可視光域MSS4、MSS5の値が127と飽和しているものが多く、近赤外域MSS6に於いても同様な傾向が見られる。しかし、近赤外MSS7ではかなり少なく有効なデータと期待でき、本研究では、MSS7を使用バンドとして雪面反射率への変換、分類を行った。

4. データの補正と反射率

LANDSAT MSSデータは、撮影時の太陽の天頂角、方位角、直達太陽光の照度、天空反射による照度、大気上方に散乱する光路輝度、大気中の透過率、センサーの観測角及び物体の反射率等の要素から成っている。

L A N D S A T M S S データー画素毎の C C T カウントと反射率 ρ との関係は、簡略された形で (1) 式により表わされる。

$$Nmss = \frac{\rho}{\pi} (N0 \cdot \cos \gamma + Ns) + Na \quad \text{----- (1)}$$

(1) 式で、 $\cos \gamma$ の値は、太陽の天頂角、方位角及び地表面の傾きによって構成されており、数値地形モデルより求める事ができる。反射率は (1) 式を逆算し求めるのであるが、光路輝度 Na は L A N D S A T M S S データから推定が可能であり、今回の解析には $Na = 0$ とした。未知数となるのは、大気の透過率の影響を受けた直達太陽光による照度 $N0$ と天空反射による照度 Ns である。本研究では $N0$ と Ns を適当に仮定し、除々に変化させ画像モニターを用いた会話的手法により最適値を求めた。

4. 積雪状態の分類

積雪状態の違いは積雪面の反射率によって表現でき、粉雪とざらめ雪に注目すれば、M S S 7 に於いて、その反射率は粉雪で 65 %、ざらめ雪で 44 % を中心に分布すると考えられる。粉雪、ざらめ雪という様な積雪の状態は密度によって定量化され、粉雪が容解して水分を多く含むざらめ雪になれば、密度は増加し分子構造が変化する。これは、反射率の低下を意味し、水の吸収率が上昇した事を考慮すれば反射率の経時変化を融雪状態の変化に反映できるであろう。

M S S 7 バンド帯の積雪反射率の範囲は 70 % から 40 % 程度だと考えられるので、各シーズンの反射率を三段階に分類してみた。ここで、白：70 - 56 %、淡灰色：55 - 40 %、灰色：49 - 1 % である。

5. 人工衛星 N O A A による温度分布

図-6 に示してあるのは、人工衛星 N O A A による、矢木沢ダム流域の温度分布である。撮影日は図-5 に示す 4 月 23 日と同日のもので、撮影時刻は L A N D S A T の場合 9 時 40 分、N O A A の場合 8 時 12 分頃である。

図-6 は、四段階に温度を分類しており、濃灰色から白まで順に -3 ~ 0 °C、1 ~ 2 °C、3 ~ 4 °C、5 ~ 6 °C である。

6. まとめ

積雪面反射率の分布は標高と密接な関係があり、標高が高くなると反射率の値も高くなり、等高線の変化と類似している。同時に、図-5 と図-6 が示す様に積雪面反射率又は積雪状態の分布は温度分布に類似している。積雪面反射率の経時変化を求めたのは今回始めてであり、試行錯誤で求めた解析画像であるが、積雪面反射率の経時変化も等高線の変化に順じている事が表われている。

参考文献：土屋 巖，ランドサットデータによる鳥海山の残雪の季節推移の数値解析，雪氷 43 巻 3 号，1981. 9.

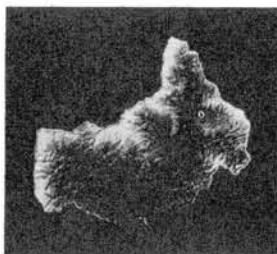


図-2 5 月 4 日

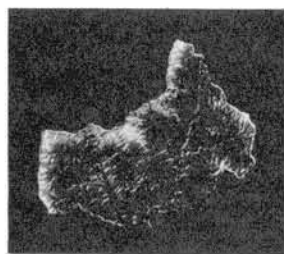


図-3 5 月 22 日

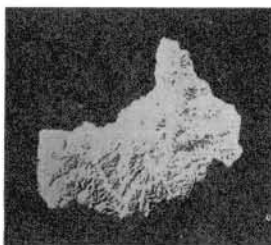


図-4 3 月 18 日

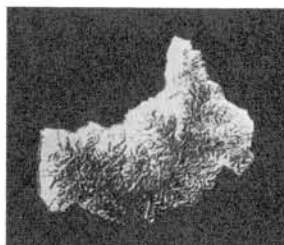


図-5 4 月 23 日

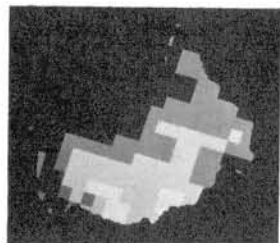


図-6 4 月 23 日
(N O A A)