

(Ⅱ-70) 衛星画像からの積雪面積自動抽出に関する基礎的検討

山梨大学大学院	石原友海
山梨大学大学院	山本直樹
山梨大学工学部	石平 博
山梨大学工学部	竹内邦良

1. 目的

山地積雪を水資源として有効利用するためには、広域における積雪量の時間・空間的分布を把握する必要がある。このような広域の積雪情報(積雪面積、積雪水量)取得において、広範囲の地表面状態を面的に捉えることができる衛星リモートセンシングは、非常に有用なツールと成り得る。

衛星リモートセンシングによる積雪情報の取得方法については、可視・熱赤外波長帯の反射率・表面温度情報を利用する方法や、積雪のマイクロ波放射特性に基づく手法など様々なものが提案されているが、流域～地域規模での積雪情報取得には、比較的空間解像度が高い可視・熱赤外波長帯のリモートセンシングデータが用いられることが多い。しかしながら、可視・熱赤外波長帯センサによる積雪情報抽出においては、積雪域・無雪域の判別に用いる表面温度、アルベドの閾値の与え方が問題として残されている。

そこで本研究では、可視・熱赤外センサによる積雪面積抽出のための基礎的検討として、AMeDAS 積雪深データをリファレンスとして土地被覆の違いによる表面温度・アルベド閾値の変化について検討を行う。さらにその結果をもとに、地被による閾値の違いが積雪面積情報抽出精度に与える影響についても考察する。

2. 解析対象領域および使用データ

本研究では、観測頻度が1日2回と高く、分解能が約1.1kmと比較的良好な NOAA/AVHRR データを用いる。なお、ここで用いる NOAA/AVHRR データは USGS EROS Data Center, Global Land 1-KM AVHRR Project により作成された10日間合成画像である。今回は、対象地域として北海道・東北地方(北緯37°～46°、東経138°～146°)を選定し、対象領域において比較的雲の影響が少ないと判断された93年3月下旬および95年2月中旬の画像を使用した。

また、地上における積雪の有無のリファレンスとして AMeDAS 観測地点における積雪深データを用いる。ここでは、有線ロボット積雪深計により1時間毎に観測されているため積雪深のうち、午前9時のデータを用いて解析対象時期の平均積雪深を求めた。AMeDAS による積雪深の観測地点は全国で約200地点あり、そのうち対象地域内には約170地点が設置されている。さらに、積雪深観測地点における土地被覆を把握するために、米国 Maryland 大学の土地被覆データを使用した。このデータは、解像度が NOAA/AVHRR データとほぼ同等の約1km(30"メッシュ)であり、水面、森林、草原、耕作地など14の土地利用に分類されている。

3. 積雪面積抽出について

3.1 積雪面積抽出方法

本検討では、木村ほか(1993)の積雪面積抽出法を用いる。この手法では、まず衛星画像の中から完全に積雪で覆われているピクセルと積雪の無いピクセルをトレーニングデータとして抽出し、これをもとにアルベドと表面温度の閾値を決定する。この閾値により、画像内の全ピクセルを無雪域、積雪域、遷移領域(=積雪域と無雪域が混在するピクセル)の3つに分類する。さらに遷移領域については、そのピクセルのアルベド値に応じて、ピクセル内の積雪面積率を算定する。従来の手法においては、オペレーターが可視画像中から目視により積雪域または無雪域と判断できるピクセルを数十点ずつ抽出し、この閾値(図1の①～③)を決定していたが、本研究では、この閾値が土地被覆によりどのように異なるのかを、地上積雪深データと衛星データとの対比により検討する。

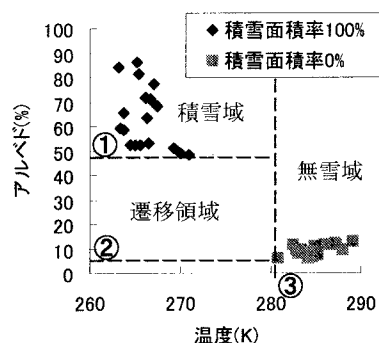


図1 領域区分

3.2 土地被覆の違いによる閾値の変化

AMeDAS 観測地点における積雪深と、その直上ピクセルのアルベド、表面温度の関係を図2、3に示す。ばらつきはあるが積雪がない時はアルベドが低く温度が高い一方、積雪深が増加するにつれてアルベドは高く、温度は低くなっている。また土地被覆については、水面を除く13の土地利用を森林と草地の2つの地被に大別した。森林には常緑・針葉樹、落葉・広葉樹などが含まれており、このような土地被覆においては、積雪上に、樹木の枝葉(キャノピー)が存在する。一方、草地には低木を含む草原、耕作地などが含まれており、

キーワード：積雪面積、NOAA/AVHRR データ、AMeDAS 積雪深データ

連絡先：〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11 Tel:055-22-8588 Fax:055-253-4915

これらの土地被覆の場所において雪面上にキャノピーは存在しない。図 2,3 より森林の方が、草地よりアルベドが低く温度が高いことが分かる。森林と草地におけるアルベド、表面温度の違いは、雪面よりも温度が高く、アルベドが低いキャノピーの有無を反映したものと考えられる。また、図 1 における閾値(①~③)と図 2,3 を対応させると、積雪深が十分に大きく(ここでは約 100cm を目安とした)、積雪深観測地点を含む周囲約 1km 四方が完全に積雪で覆われていると考えられる時のアルベド値が、積雪域と遷移領域のアルベド閾値(図 1 中の①)、積雪深が 0 cm の時のアルベドと表面温度が、無雪域と遷移領域の閾値(図 1 の②、③)に相当する。森林と草地の閾値の差を見ると、森林のほうが閾値①は約 11%、閾値②は約 7% 低く、閾値③は約 2K 高くなっている。

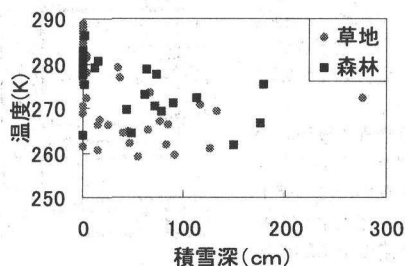


図 2 積雪深と温度の関係

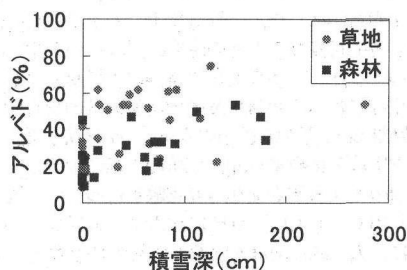


図 3 積雪深とアルベドの関係

3.3 土地被覆を考慮した積雪面積抽出

土地被覆による閾値の違いを考慮して積雪面積を抽出した結果を図 5 に示す。また比較対照として、NOAA/AVHRR の可視画像(図 4)、ならびに土地被覆による閾値の差異を考慮していない場合の積雪面積抽出結果(図 6)も併せて示してある。図 6 は北海道において積雪面積が過小評価されていることが分かる。これは森林などが混在するピクセルでは、積雪があってもアルベドは低く温度は高いために、積雪のあるピクセルを遷移領域または無雪域と判断してしまったためと考えられる。図 5 の積雪面積は 66,745k m²、図 6 の積雪面積は 57,568 k m² となり、土地被覆による閾値の違いを考慮するか否かにより約 14% の差が生ずることが分かった。

95 年 2 月中旬についても検討した結果、積雪面積は 108,660k m² で、93 年 3 月下旬の約 1.6 倍となった。閾値に関しては 93 年 3 月下旬と比べて、温度の閾値は低くアルベドの閾値は高くなっていることが分かった。

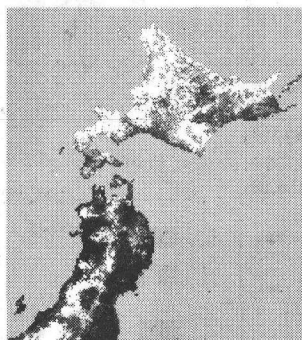


図 4 AVHRR の可視画像(ch1)

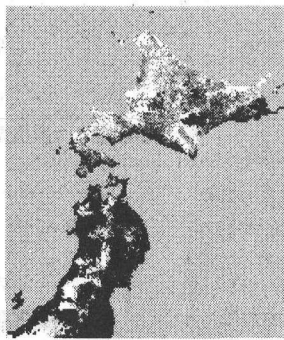


図 5 土地被覆を考慮した積雪面積抽出結果

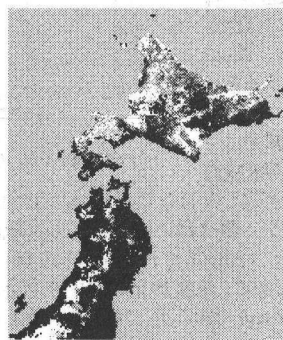
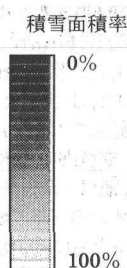


図 6 土地被覆を考慮していない積雪面積抽出結果



4. まとめ

AMeDAS 積雪深データをリファレンスとして積雪域・無雪域判別の閾値について検討した結果、土地被覆(森林と草地)によって閾値の値が異なることが明らかとなった。また、土地被覆ごとの閾値の違いが積雪面積抽出に与える影響についても明らかとなった。しかし積雪域と判別し難い雲を考慮しておらず、今回解析で用いた画像中にも少なからず雲域が含まれていると思われる。よって今後は雲域を考慮するとともに、季節による閾値の変化特性についても明らかにしていきたい。

<参考文献>

- 1) NOAA/AVHRR データ : <http://edcdaac.usgs.gov/1KM/comp10d.html>
- 2) 土地被覆データ : <http://www.geog.umd.edu/landcover/1km-map.html>
- 3) 木村ほか(1993): NOAA 情報と GIS を用いた融雪流出解析の総合化の試み, 水文・水資源学会 1993 年研究発表会要旨集, pp196-197