MODIS 画像による積雪分布履歴の特性抽出と比較照合

1.背景と目的

新潟県などの日本海沿岸域は,世界有数の豪雪地帯である.雪は,雪崩や融雪に伴う洪水・地滑りなどの災害を引き起こす要因であるとともに,融雪水は人々の大切な水資源である.雪はこれら相反する二面性を持っている.積雪を防災管理,あるいは水資源として有効利用するためには,積雪の状態を時間的・空間的・定量的に把握することが重要である.しかしながら,連続的かつ広域的に積雪観測を行うには,雪崩や遭難といった危険が伴うと同時に多大な人的・経済的資源も必要である.とくに山岳地帯の降雪・積雪特性を把握することは非常に困難である.

連続的・広域的に地表面状態を観測可能なリモートセンシング技術は、山岳地帯においても積雪を面的に把握する上で有効である.しかし,融雪期は不順な天候が続くことが多く,広域にわたる積雪の断続的な観測は困難である.そのため地上観測画像を利用して積雪領域を広域推定する研究が試みられているが、推定の過程において毎年同様に融雪すると仮定している.

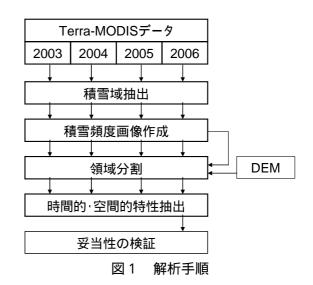
しかしながら、近年は年によって豪雪地域が変化したり、融雪状態の違い等が地域ごとに見られる.そこで本研究では、異なる年次の積雪域を比較することで時間的空間的な特徴を把握することを目的とし、さらにその積雪域抽出の妥当性を同年次の地上観測画像等において照合する。

2.使用データと研究の流れ

本研究は、解析においてTerra-MODIS使用し、検証ではTerra-ASTERを使用した.地上観測データはデジタルカメラを用いた.解析の流れは、2003年~2006年の4年分の融雪期におけるMODISデータを使用し、各シーンに対して積雪域抽出を行い、積雪頻度画像を作成した.その後DEM と積雪頻度画像を利用し領域分割を行い、各年およびそれぞれの領域ごとの積雪分布の比

環境リモートセンシング研究室 吉田京平 指導教員 力丸 厚

較を行った.その後,2006 年の ASTER データ および地上観測データ等で検証を行った.解析手 順を図1に示す.



3.解析手法

3.1 積雪域抽出および積雪頻度画像作成

積雪域抽出には MODIS データのバンド 1 (可視赤)とバンド 6(短波長赤外)を利用した.これらのバンドを利用し, MODIS 画像から目視判読により明らかな積雪域、無雪域のトレーニングデータを抽出し,ヒストグラムからそれぞれの平均値を算出し,その平均値の中間値を閾値とした。図 2 に 2 次元ヒストグラム関係図を示す.水色で表示された部分が積雪と判別された部分である.

積雪頻度画像は、各シーンの積雪域抽出画像の 積雪域を1、無雪域を0として、それらを地点ご とに時間軸方向に累積したものをいう。図3に積 雪頻度画像モデル図を示す。その積雪頻度画像を 各年と4年分すべてを累積したものとを作成した。 図4に4年分の積雪頻度画像を示す。

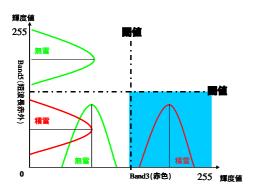
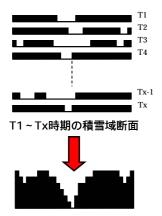


図2 2次元ヒストグラム関係図



積雪頻度画像の積雪域断面

■ 積雪域
無雪域

図3 積雪頻度概念図

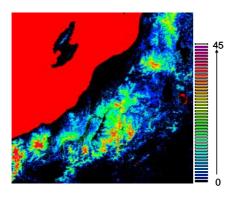


図 4 4 年分 MODIS データによる 積雪頻度画像

3.2 領域分割

DEM (50mメッシュ)と 3.1 で作成した 4 年 分の積雪頻度画像を使用し,領域分割を行った. 解析手順は以下の通りである.

DEM を使用し分水界法を用いて領域分割を 行う.

4 年分の積雪頻度画像を DEM に見立てて と同様に分水界法により領域分割を行う.

と を重ね合わせて と重なる の部分 61 つの領域とする .

図5に分けられた領域を示す.

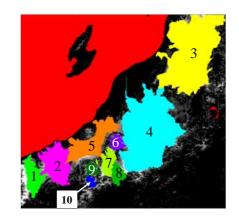


図 5 領域分割図

4.特性抽出

積雪分布について 3.2 において分けられた領域 ごとに特性抽出を行う. 特性抽出には,各領域 のピクセル数に対して積雪域の占める割合(以下 積雪占有率)を使用する.縦軸に積雪占有率,横軸に観測日をとった関係図を年次別や領域別に 作成した.そこで目視によるグラフ比較,領域ごとの相関係数による比較,積雪占有率減少傾向についての年次比較を行い特性抽出した.

4.1 目視比較

縦軸に積雪占有率,横軸に観測日をとった関係 図を年次別,領域べつに作成し,積雪占有率の増 減の一致している箇所や減少傾向が似ていると 思われる箇所などについて目視比較を行った.

4.2 相関係数による領域比較

縦軸と横軸にそれぞれ同年の違う領域をとり 観測日ごとの積雪占有率の値をプロットし領域 ごとの相関係数を算出する.4年分各領域同士で の総当りの相関係数を算出する. 例として 04 年 の相関係数表を最期の頁に表1として示す.また 相関係数の高い領域(2005年0.95以上それ以外 の年 0.90 以上)を積雪分布履歴類似度図として 図 6 に示す .2003 年の図の見方は同色同士にお いて相関性が高い. 2004 年~2006 年の図に おいてはまず青色系以外はそれぞれ相関性が 高い領域である、次に青色系の部分の見方は、 領域4を中心に相関性の高いものを色の濃淡 により示している、例として 2004 年を見てみ る、領域4と相関が高いものは領域3と領域2 である.よって領域4より青色の濃淡度を1つ ずつ領域3に関しては濃く,領域2に関しては 淡くしている.次に慮域2と相関性が高いもの は領域4以外では領域1と8である.しかし, 領域1と8は領域4とは相関係数が0.90以上 ない.このため領域1と8は領域2よりも淡い 色で示される.このように,領域4を中心に濃 淡が1つしか変わらないものは相関性が高い という見方をする.

結果として相関性の高い領域としては領域 5 と 6,領域 1 と 2.相関性の低い領域としては領域 7 と 9 と 10 となった.

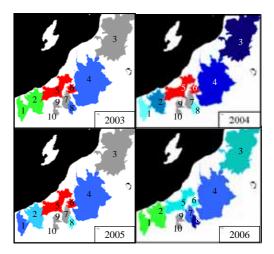


図 6 積雪分布履歴類似度図

4.3 積雪占有率減少傾向による年次比較

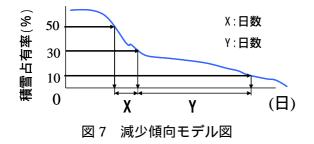
4.1 でのグラフの目視による年次比較において 2004 年の積雪占有率の減少傾向が他の年とは若干ことなるように見えた.積雪占有率の減少傾向を比較し年次特性を抽出する.

解析方法はまず各年の各領域において積雪占有率が 50%から 30%になる日数を X,30%から 10%になる日数を Y とする(図7).次に X を横軸に Y を縦軸にとったグラフにプロットする(図8).これにより横軸の値(日数)と縦軸の値(日数)の関係より期間の前半後半の減少スピードが見られる.また,2005年に関しては,この比較を行う上でのデータ数が極端に少ないため今回の比較からは除外した.図8において桃色の円とその中心の点は 2004年の標準偏差と平均値である.

2004	領域 1	領域 2	領域3	領域 4	領域 5	領域 6	領域7	領域 8	領域9	領域10
領域 1	-	0.902	0.721	0.759	0.017	0.074	0.677	0.927	0.852	0.775
領域 2		-	0.924	0.910	0.520	0.363	0.895	0.902	0.897	0.732
領域3			-	0.971	0.670	0.527	0.896	0.784	0.753	0.585
領域 4				-	0.635	0.474	0.899	0.821	0.680	0.558
領域 5					-	0.986	0.775	0.236	0.337	0.298
領域 6						-	0.669	0.001	0.058	0.075
領域7							-	0.79	0.65	0.50
領域 8								-	0.795	0.616
領域 9									-	0.779
領域10										-

表 1 2004 年相関係数表

結果として図8で示すように2004年の積雪占有率の減少傾向は期間の前半に早く期間の後半は他と同様もしくは遅い減少スピードとなっていることがわかる.



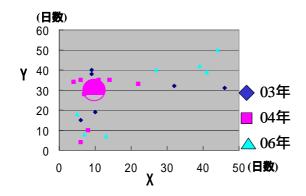
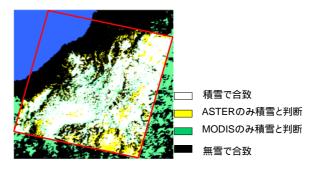


図8 年次別積雪占有率減少傾向分布図

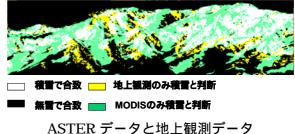
5 比較照合

5.1 地上観測データとの比較照合

MODIS データは 250mの分解能と低く、地上観測画像との直接的な照合が難しいため、ASTER データを間に挟む形で検証を行った、照合データは 2006 年のものを使用し、MODIS データは 3月 22~29日、ASTER データは 3月 28日、地上観測データは 3月 22日である・初めにASTER データと MODIS データのそれぞれの積雪域抽出画像を重ね合わせ合致率を算出した・その結果は、約 78.9%であった・次に、ASTER データと地上観測データによる積雪域抽出画像を重ね合わせ合致率を算出した・結果は、約 58.0%であった・図 9に ASTER データと MODIS データの重ね合わせ画像、ASTER データと地上観測データの重ね合わせ画像を示す・



ASTER データと MODIS データ



ASTER データと地上観測データ 図 9 重ね合わせ画像

5.2 積雪深との比較

気象庁が一般公開している地上観測地点での 積雪深データを利用し、積雪深の減少傾向と積雪 分布の減少傾向の比較も行った。しかしながら、 減少傾向については積雪深と積雪分布の関係を 示すことは難しかった。また観測地点での積雪深 0 c m時の積雪域抽出画像との比較を行い、積雪 分布の有無の確認を行った。この結果は 19 箇所 で比較し 16 箇所の対応が確認された。

6まとめ

県内域を中心とした対象領域において,2003年から 2006年までの過去4年間分のTerra-MODISデータを使用して,時間的・空間的な積雪分布の特性抽出を行うことができた.

今後の展望としては、衛星の年次数を増やすことでより時間的特性が抽出しやすくなると思われる.また、領域特性については領域分割の部分が大きく影響するため、今後は領域の細分化や広域化または流域ごとの領域分割などを考えることで、それらに対応した様々な領域特性が抽出されると考えられる.