

II-20 TMデータを用いた筋状雲の発達過程の解析

東京都水道局 正員 〇田原 功
 東京大学工学部 正員 玉井信行
 長岡技術科学大学建設系 正員 小池俊雄

1. はじめに

積雪は重要な水資源であるとともに雪害をもたらす等、人間生活に多大な影響を与える。しかし、雪に関する水文学的研究は遅れている。この主な原因は降雪機構が未だ未解明なため降雪量の計量・予測が困難なためである。そこで、本研究では、筋状雲を対象とし、その発生・発達機構を把握することを目的としている。本研究では、現象を詳しく見るために地上分解能30m×30mのLANDSATのTMデータを用いることにした。

本研究で解析の対象としたLANDSATのTMデータは、1987年1月9日のデータであり、場所はウラジオストックの西方約250kmの185km×185kmの領域である。この日は西高東低の強い冬型の気圧配置であり、日本海海上に筋上雲が発生している。

2. 画像処理の方法

TMデータの可視画像における海と雲を判別し、二値化を行なう。まず、各バンドごとに海の領域と雲の領域を抽出してヒストグラムを作成した。その中から最も海と雲を判別しやすいバンドとしてバンド2を選択し、尖鋭化¹⁾を行なって閾値を決定した。この閾値を用いて可視画像における雲領域と海領域とを二値化し、可視画像で雲と判断された領域に対して、熱赤外面像を抽出する。ただし、熱バンドの地上分解能は120mである。また、可視画像と熱赤外面像を重ね合わせた画像の等温線図を作成した。

3. 解析結果

この筋状雲を筋に沿って（筋方向10km）×（筋と直角な方向20km）の領域を6ヶ所抽出し、発生端側からエリアNo. A1からエリアNo. A6と呼ぶ。そして、各領域で可視画像と熱赤外面像に於けるCCTカウント71、65、59、53、47の等温面での雲の面積率を求め、体積を算出した。なお、雲底温度は雲の発生端付近の雲領域の熱赤外面像のCCTカウントのヒストグラムの最大値とした。

図1に各領域の雲の面積率と発生端からの距離の関係を示す。この図より雲の面積が発生端からの距離に対し、ほぼ直線的に増加していることがわかる。エリアNo. A5からエリアNo. A6の間の変化の勾配が緩やかになっているのは面積率がほぼ100%になってしまったためである。また、各等温面での面積率を見ると温度の比較的高いCCTカウント71、65、59面は互いに近寄っている。これより、雲の形状が下部では柱状であり、上部は鍾状となっていることが考えられる。

図2に雲の可視画像での面積率と雲の体積の関係を示す。この図より、直線的な関係が存在することがわかる。最小二乗法で求めた回帰式は、

$$V = 0.0447 \times A_{cr} \quad (1)$$

V : 雲の体積 (Km^3 ($\text{Km}^2 \cdot \text{dH}$))

(dH : 熱赤外面像CCTカウントレベル1当たりの高度差)

A_{cr} : 可視画像での雲の面積率 (%) 相関係数 $r = 0.98$

である。なお、回帰式は原点を通る直線に対して回帰させた。この回帰式の勾配は雲の平均的な高さを示す。

等温線の閉曲線で周りよりも温度が低く、その内部に閉曲線を含まないもの、つまり地形図での山に当たる部分をその雲のひとつのセルであると判断し、その数を各領域内で読み取った。

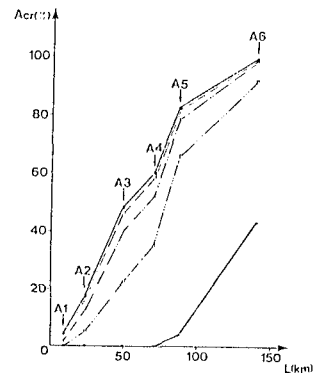


図1. 雲の面積率と発生端からの距離の関係

それぞれのセルがもとはひとつの雲であり、水平方向に発達していき、互にくっつきあい、可視画像に於てはひとつの雲と認識されるようになったと考えられる。このような挙動を雲の合体と呼ぶことにする。

図3に雲の面積率とセル数の関係を示す。エリアNo. A3からエリアNo. A5までは、直線的な関係が存在し、個々のセルの大きさに限界があり、それが保存されていることが考えられる。筋状雲の上流部ではその限界まで達していない雲が存在していてその後の水平方向の発達があると予想され、また、下流部では、上部安定成層で押さえられているため、雲の山と山の間の部分が埋まっていき、等温線図から観測されるセル数が減少することも予測できる。従って、個々のセルの占める面積が保存されているということが考えられる。

各エリアでの可視画像及び各等温面のセルひとつ分の面積を求め、図4にセルひとつ分の雲の鉛直断面図を示す。これから、雲の形状が鍾状のものから柱状となっていくことが示された。

図5に個々の雲のセル数と可視画像での面積の関係を示す。この図より、雲のセル数と可視画像に於ける面積の間に直線的な関係が存在することが示された。最小二乗法により求めた原点を通る回帰式は、

$$S_c = 3.54 \times A_c \quad (2)$$

S_c : 雲のセル数 A_c : 可視画像での面積 (km^2)

相関係数 $r = 0.97$

である。この回帰式の勾配はセル一つ分の面積を示す。雲の面積とその中のセル数とが線形な関係にあるということは、局所的なスケールの対流の大きさが保存されることを示し、また、雲が発生後水平方向に発達していきセル一つ分の大きさまで発達するとその後の水平方向の発達は他の雲との合体に依存することを示す。

4. 結論

①LANDSATのTMデータの解析により、冬期に日本海海上に発生する筋状雲の構造が示された。

②筋状雲の発達過程に於て、発生端からの距離・雲の面積・体積の関係が線形であることが示された。

③筋状雲内の微視的な対流のセルの規模が保存されていることが示された。

参考文献

1) JARD, RESTEC, TRIC; リモートセンシングのデジタル解析, リモートセンシング基礎講座, pp. 378-379, 1977.

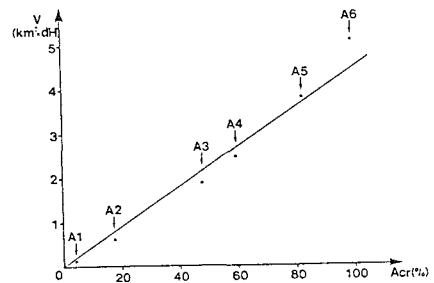


図2. 雲の可視画像での面積率と体積の関係

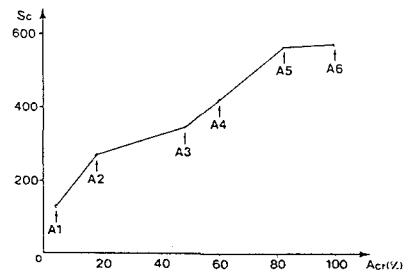


図3. 雲の面積率とセル数の関係

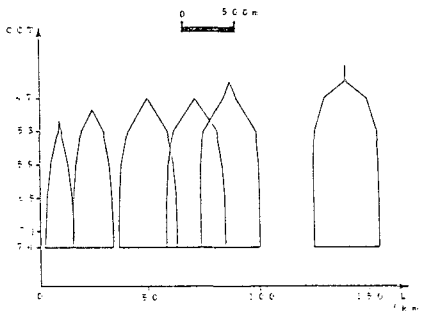


図4. セル一つ分の雲の鉛直断面図

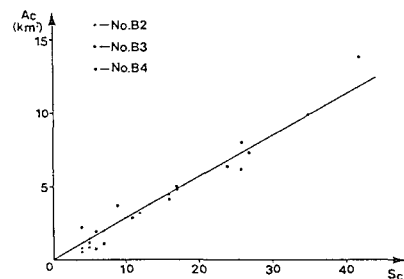


図5. 雲のセル数と可視画像での面積の関係