

GMS 画像に現われる深い対流活動

鳴村 克*

すべての観測手段について言えることであるが、衛星資料を解析する際には、衛星観測システムが持っている情報の物理的特性、たとえば時間・空間分解能や物理量の精度などから、対象とする気象現象がどのような形で把握できるかを正しく理解することが大切である。このことは、ほかの観測資料と合わせて現象を総合的に解析しようとするとき、特に衛星資料の位置づけという意味で重要となる。ここでは、衛星資料によって激しく深い対流活動を把握する側面を考えてみたい。

1. 数分間隔の観測資料に現われる深い対流雲雲頂の上昇速度

1978年7月4日、システム試験のため、マルチセグメント観測と呼ばれる数分間隔の観測が行なわれた。GMSが地球をみて、南北に緯度にして数度から数十度に限られた帯状の領域を、短時間に何回か続けて観測するのである。この日はITCZのある 10°N 付近を中心とした領域の資料が得られ、発達中の対流雲がITCZ上を西進するcluster内(口絵(ii)の第5図の白い矢印で示す所)に観測された。

その領域の赤外画像を、衛星センター内の画像処理コンソール(大型計算機と直結し、デジタル画像情報を直接カラーおよび白黒階調表示できる装置)によりカラー表示させ、その内の数例を口絵カラー頁に示した。口絵の左隅にカラースケールを示したが、各色調が赤外放射射出物体表面の相当黒体温度に対応している。たとえば白い色調は、 $-76^{\circ}\sim-80^{\circ}\text{C}$ の低温に対応している。赤外画像データを扱う際に重要な水蒸気吸収効果の補正と物体の射出率については、背の高い雲の上の水蒸気量は少ないことと対流雲の射出率は1に近いので、本例ではあまり問題ではない。口絵の図には数分間隔の画像を早いものから順に示してあるが、わずかに数分から十数分の間に対流雲の雲頂温度が急激に低下していく(白い色調

へと変化していく)ことが明確にとらえられている。純白はほぼ圏界面温度に対応するので、純白な領域の雲頂は、圏界面に達していることを意味する。温度情報を近傍(Kwajelein島)のゾンデ資料を用いて、対応する高度に変換し、それを雲頂高度と考えて雲頂の上昇速度を計算すると第10図となる。ただし、赤外センサーの空間分解能から、雲頂温度および高度は $6\times 6\text{ km}^2$ 程度の面積平均の値と考えなければならない。各画素の位置情報誤差は5 km以下、観測時刻精度は秒の単位まで正確である。口絵のカラー写真に*印した所が、第10図にも*印した所に対応している。カラー写真で一画素の大きさがわかるので(文末の付記参照)、第10図との位置対応は容易であろう。

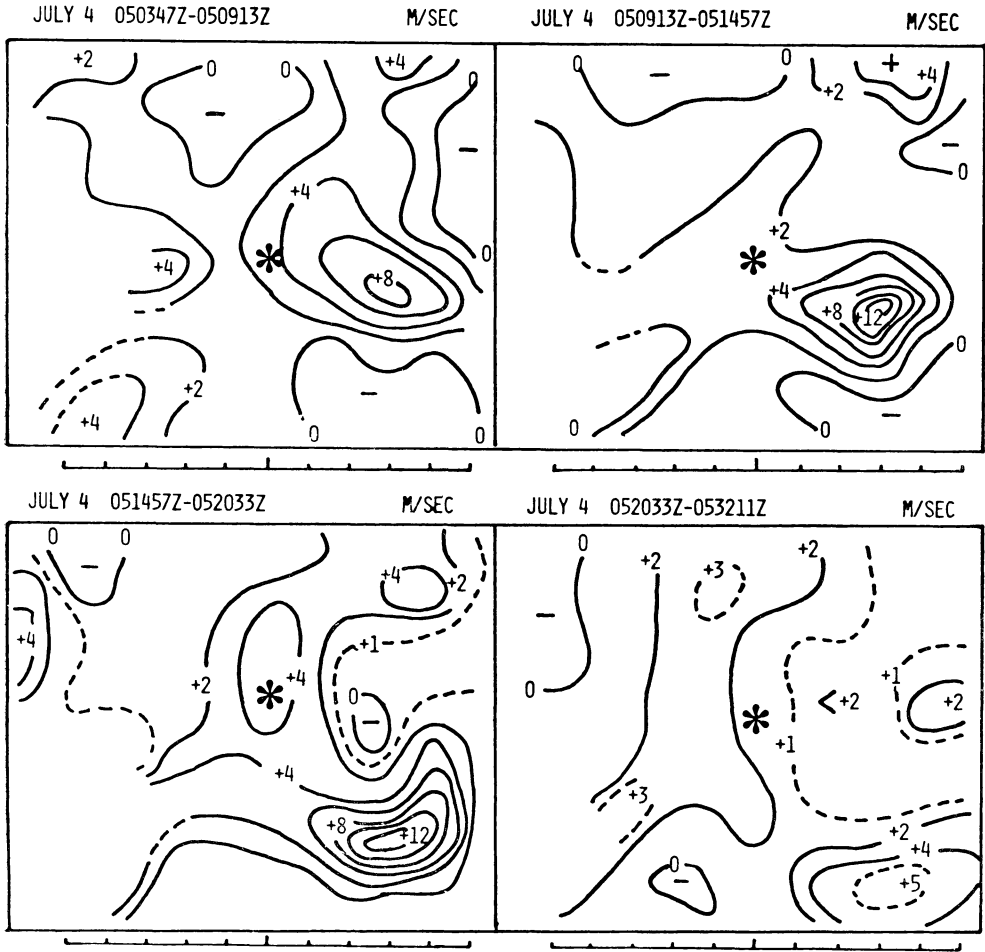
第10図から、雲頂の上昇速度は数 m/s から十数 m/s で激しく対流雲の上昇速度として常識的数値が得られており、下層の雲から圏界面まで達するのに15分程度しか要しないこともわかる。このオーダの上昇速度は、もっと長い時間間隔の観測データからは把握できない。

2. 低雲頂温度域(濃密巻雲域)の拡大・縮小

激しく深い対流雲の雲頂が圏界面に達して頭を打てば、そこから四方に(風があれば風に流される成分も加わって)巻雲が広がるであろう。この拡がり方は衛星でどう把握できるであろうか。

1978年6月20日、台風3号が九州西方まで北上した際に、沖縄付近にスコール・ラインが発生した。GMSの定常観測は3時間間隔であるが、この日は台風臨時毎時観測を実施していた。口絵(ii)第6図~第9図に示したのは、このスコール・ラインの一部に対応する赤外資料を画像処理コンソールによって白黒階調表示させた中から選んだものである。各図の右隅にグレー・スケールを示したが、白いほど低温を表わしている。ただし、最低温度の -75°C 以下には逆に黒の階調を割り当てて、一種の画像強調処理をほどこしてある。第6図で画面中央にわずかに現われた低温域が、第7図のように三つの

* M. Shimamura, 気象衛星センター解析課



第10図 数分間隔の観測から得られた赤外温度データから計算した雲頂の上昇速度分布. *印の位置は口絵(i)のカラー画像中の*印の位置に対応している. 各図の下にあるスケールの1目盛が1画素の占める距離に対応している.

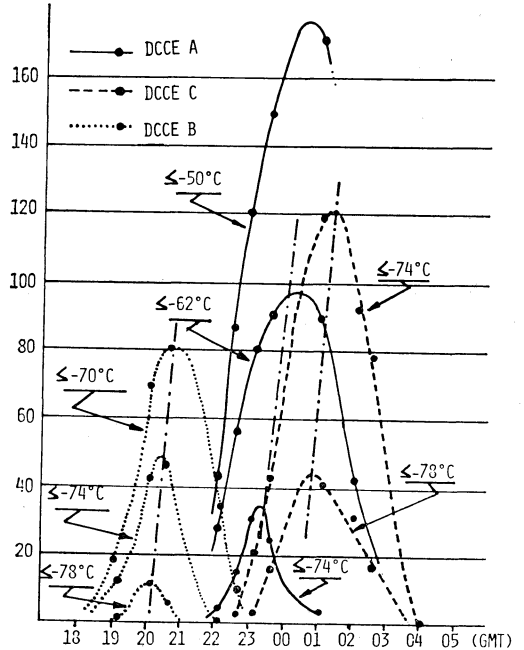
まとめり C, E, F となって拡大し, その後ピークに達し, 第8図のように縮少し, 第9図では C, E, F について -75°C 以下の領域はなくなった. また, 別の低温域 G が第8図, 第9図に見られる. さらに, 第11図に同じスコール・ラインの別の低温域 D につき, ラインプリンタ出力させた例をのせた. 赤外画像情報(オリジナル画素情報)を英数字に変換して出力させたもので, 中央の数字「0」が最低温度 ($-81^{\circ}\sim-85^{\circ}\text{C}$) を示し, 以下「1」が $-76^{\circ}\sim-80^{\circ}\text{C}$, 「2」が $-71^{\circ}\sim-75^{\circ}\text{C}$ の温度帯を示すようにしてある. これらの例から, 深い対流雲の圏界面近くからでた濃密な低温域巻雲域の広がり, 水平スケール約 100 km で, 中央付近(風のあるときは

風上端付近)に最低温度域があり, そのまわりに比較的緩やかな温度傾度(滑らかな表面)をもつ低温域が取り囲んで, 一つのまとめりをもった雲域となっていること, この雲域が拡大し, ピークに達し, 縮少する経過をたどることがわかる. このひとまとめりの低温域雲域を仮に Deep Convective Cloud Element (DCCE) と呼ぶ. 沖繩スコール・ラインの DCCE の中から, A, B, C を選んで, それぞれにつき低温域情報をもつ画素数の時間変化をグラフにして示したのが第12図である. 画素数は低温域雲域の面積を表す量なので, この図は DCCE の巻雲域の拡大・縮少を示している. この拡大(縮少)率は $10^{-3}\sim 10^{-4} \text{ sec}^{-1}$ (縮少では負の値) のオーダーであ

```

NCDGKLMs****UPSW*****UQLJG*****
LCBDFGKQV*VRPS*****RHA76BQ*WSTTW
GCABCEHLQOKMNW*****VQE53335BEDEJDS
BA999ADGI11LQ****WTPJE63333333469CL
877788ACFGJOT**VRLEA8433222222457C
666788ADGKQV*VROKE997432222234679
55677779CGNTWTPHLA7654332222234567
44566558D1RUQPLE622222222222224557
3455446BGOUKKE62222111112222234457
4454357BFMP1FC73221111112332234565
434346888BD975422111111233333456
555557765532211111111112343333347
6776765433221111110011212454433336
777766432221111110011224555333346
8867654322211111112223566544446
A8776433221111111122246776655447
C9887543221111111222358987755559
CA998654322111122235ACDA8766668
C97677666542222222347DGH876789B
B86679AAC743322233558DORH9778CIL
A8779CFGD8656443357CHHLS*WKA89CLSV
CBBACGKLE976666679EPUR****RHDFP***
KIHGEHNGPIC877779ADKV*****RQ****
USSPNLO**PHDA9BCCGLS*****
****UTU*WUSPMKHFEO*****
*****QS****RHEE1U*****
*****VW**SKD89GQ*****
    
```

第11図 1978年6月20日02時00分、沖縄付近のDCCE (D)を示す温度分布のラインプリンタ出力図。1英数字が赤外1画素の温度情報に対応(本文説明参照)。破線は -81°C 、実線は -76°C の等温線。



第12図 三つのDCCE (A, B, C)の低温度画素数(縦軸)の時間変化。横軸はグリニッチ時。

ることが知られている(Adler・Fenn, 1977; Shimamura, 1978)。巻雲域の拡大は、DCCE 中心における mass と水蒸気の上方輸送が活発であることを示している。また巻雲域の縮小は、DCCE による mass と水蒸気の上方輸送が減少・停止し、巻雲の緩慢な四方への拡散や沈降などにより希薄化し、射出率の低下が起こることなどが原因と考えられる。一般に、最低温度域の面積変化のピークが一番先に現われてすぐ縮小・消滅するが、比較的高温な雲域はかなり長い間広い領域にわたって残っていることからこの機構が考えられる。

このような考察と多数例の解析から、この濃密で低温の巻雲域が拡大・縮小する1サイクルの期間は3~6時間の範囲内に限定されることがわかった(Shimamura, 1978)。この期間に、前述した発達初期の雲頂が下層から圏界面まで上昇する期間を加えたものが、DCCE のライフ・タイムと考えられる。

GMS で観測される対流活動は上記の特徴を持ったもののみではないが、主要な部分の一つであることは間違いない。この特徴、特にライフ・サイクルについて考慮して、衛星画像を見ることが大切であると考えられる。

(付記) 口絵(i)(ii)に示した画像処理コンソールによる表示は、デジタル表示のため各画素ごとの色調がディスプレイに表示されている。もともと赤外1画素の情報は縦横とも約5~6km四方の平均温度情報となっている。しかし、横(ほぼ東西)方向には1画素分ではなくその1/3ずつずらしながらデータを取得していくため、横方向には縦方向に比べて3倍のデータ数となる。これをオリジナル表示したため、よく見ると色調1単位が縦約6km、横約2kmに相当する縦長(短冊状)の表示となっている。この1単位を参照すると、DCCE の水平スケールを把握することができる。

文 献

- Adler, R.F. and D.D. Fenn, 1977: Satellite-based thunderstorm intensity parameters, Preprints of 10th conference on severe local storms, 8-15.
- Shimamura, M., 1978: Some aspects of deep convection complex observed by GMS satellite, Proceedings of the symposium on the use of satellite data in meteorological research, 72-77.