

「ひまわり」画像、レーダー及びアメダス雨量の重ね合せ

里見 穂*

1. はじめに

気象衛星の画像とレーダーエコーや降水量分布等とを比較する調査研究はこれまでもいくつかなされている (Reynolds, 1979 等) が、ここでは、「ひまわり」の画像とデジタルレーダーデータ及びアメダスデータを用いて観測時間のほぼ同一のデータを選んで各画像の重ね合せ等を行った。

2. 資料

ここで使用した資料は「ひまわり」画像 (赤外及び可視データ)、東京レーダーによる地形エコーを消去したデジタルデータ及びアメダス雨量 (時間雨量) データで、すべて磁気テープに納められている。

3. データ処理

全体の処理フローチャートを第1図に示す。

3.1. 「ひまわり」画像の処理

ルーチン観測で取得した全球画像の磁気テープから東京レーダーの範囲内 (東京を中心に 500 km × 500 km) の画像データを切り出し、DISK PACK に累積する。このとき、高橋 (1981) の方法によって衛星の姿勢変動によるグリッドズレの補正を行い、次に、DISK PACK に累積された切り出し画像 (部分画像) を東京レーダーの格子点 (200 × 200) の各画素の位置 (緯経度) に合致するように、Thomasell (1979) の方法によって座標変換を行う。

今、東京レーダー格子点座標を (i, j) とし、これに対応する緯度 (φ) 、経度 (λ) は、第2図に示すように、

$$\varphi(i) = \varphi_s - (i-1)\Delta\varphi$$

$$\lambda(j) = \lambda_s - (j-1)\Delta\lambda$$

の関係にある。

ただし、

φ_s, λ_s は座標変換開始緯経度、 $\Delta x, \Delta y$ は東京レーダーの格子点間隔、 R は地球の半径で、 $\Delta x, \Delta y$ と $\Delta\varphi, \Delta\lambda$ の間には、

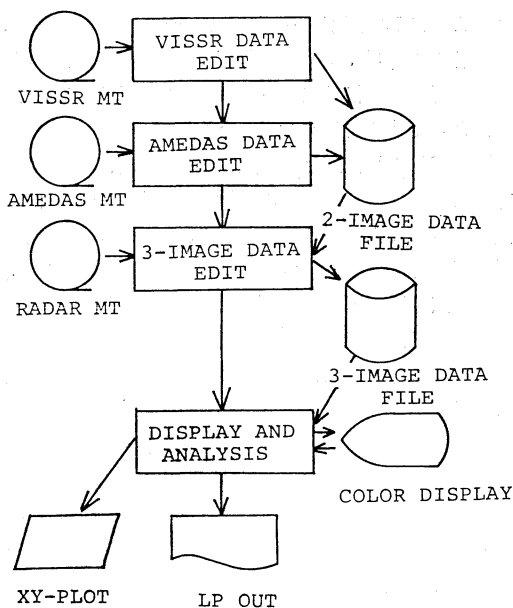
$$\Delta x(\varphi) = \frac{R \cdot \pi}{180} \Delta\lambda \cos \varphi$$

$$\Delta y = \frac{R \cdot \pi}{180} \Delta\varphi$$

の関係にある。

ここでは、

$$\varphi_s = 37.9^\circ$$

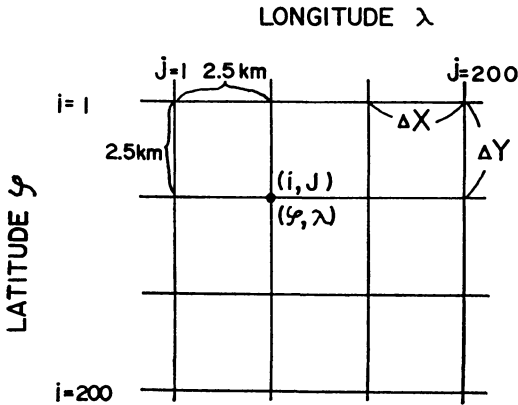


第1図 データ処理のフローチャート。

*Minoru Satomi, 気象庁企画課気象衛星室 (前 気象衛星センター管制課)

第1表 エコー強度レベルと相当降水強度の関係。

エコー強度レベル	0	1	2	3	4	5	6
相当降水強度(mm/hr)	0~0.5	0.5~1.0	1.0~4.0	4.0~16.0	16.0~32.0	32.0~64.0	64.0~128.0



第2図 レーダー座標 (i, j) の緯経度変換。

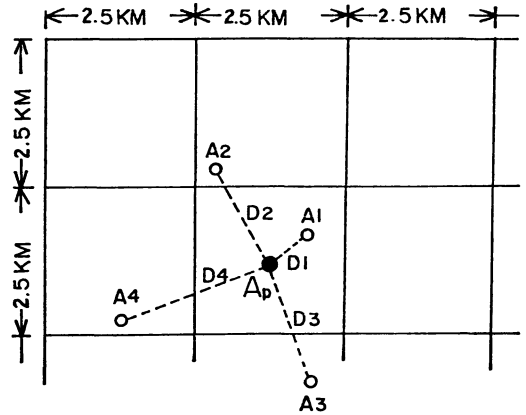
$\lambda_S = 136.9^\circ$
 $R = 6378 \text{ km}$
 $\Delta x = 2.5 \text{ km}$
 $\Delta y = 2.5 \text{ km}$ の値を用いた。

このようにして東京レーダーの格子点 (200×200) について各々の $\phi(i)$, $\lambda(j)$ を計算して、座標変換された赤外、可視画像の格子点データ (200×200) を作成した。これによって「ひまわり」画像とレーダー画像の位置の対応関係が得られた。なお、座標変換では原田 (1980) の方法により雲の高さによる座標補正を行ったが、個々の雲の高さによる補正は複雑なので、レーダーで観測した平均高度を 8 km と仮定して計算した。この方法の補正では東京付近 (35°N) で南北方向に約 0.1° の補正が必要であった。

さらに、赤外画像は相当黒体温度 (T_{BV}) に、可視画像は中村等 (1980) の方法により太陽高度による輝度補正をしてアルベド値にそれぞれ変換した。

3.2. デジタルレーダーデータの処理

デジタルレーダーデータは上述のように 200×200 (2.5 km 間隔) の画素から成り、各画素は 0~6 レベルのデータとなっている。各レベルはエコー強度と対応しており、相当降水強度との関係は第1表のとおりである。な



第3図 アメダスデータの格子点データへの変換。

お、地形エコーの除去等については立平 (1980) が詳しく述べている。

3.3. アメダスデータの処理

アメダスデータをレーダーデータの格子点に合わせるため、長野 (1976) の方法によって、2.5 km ごとの格子点 (200×200) データを作成した。第3図のように格子点データを A_p とすると

$$A_p = \frac{\sum (A_n \cdot W_n)}{\sum W_n}$$

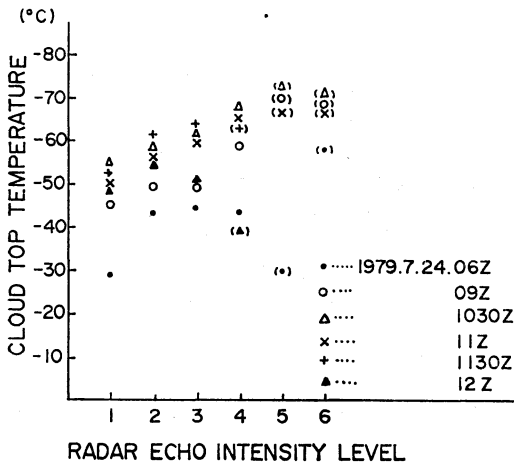
ここで

$$W_n = \frac{1}{1 + C \cdot D_n^2}$$

A_n は A_p を中心として周囲のアメダス観測点の実測データ、 D_n は A_p から A_n までの距離、 C は定数である。

4. カラーディスプレイ表示

上記によって作成された赤外 (雲頂温度)、可視 (アルベド)、レーダー、及びアメダスの各画像データをカラーディスプレイ上に表示して各々の強度分布を比較した。(口絵写真 1~4)



第4図 レーダーエコー強度レベルと雲頂温度との関係。()はデータ数が少ないもの。

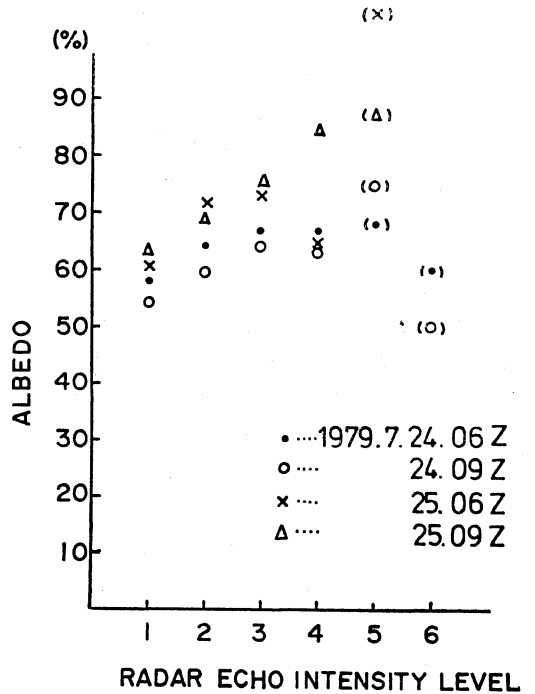
赤外画像データ（雲頂温度分布）を赤色，レーダー画像データを緑色，そしてアルベドまたはアメダス雨量画像データを青色で表示することによって，三者が同時に現われるところは白色となる。

5. 解析結果

1979年7月24日，太平洋高気圧の縁辺で発生した雷雲について調査した。北関東で局地的に60~70mmの降水量があった。口絵写真1~4に上記で処理した重ね合せ画像を示す。比較的孤立した雷雲で各要素（雲頂温度，アルベド，レーダーエコー強度，降水量）の対応がとりやすい例である。第6図（口絵）に雲頂温度分布（ T_{BB} ）とレーダーエコー分布を示す。図中Aは発達期の雷雲であり，風上側の温度勾配の大きいところに強いエコー域がある。その後方に盛熟期の雲域B，Cが存在している。

口絵写真5からもわかるように雲域Dは積乱雲からできたかなと云であり，雲域Fは終末期のもので，3時間前には，この付近に発達した雷雲が観測されていた。

次に，各レーダーエコー強度レベル(0~6)に対応する雲頂温度（ T_{BB} ）とアルベドとの関係を求めた（第4，5図）。これによると雲域をエコーとして探知できる（レベル1以上）雲頂温度は約 -50°C 以下であり，雷雲の発生期や終末期以外はエコー強度と雲頂温度（ T_{BB} ）との相関はよく，相関係数は，24日11Zの場合で0.87となった。また，アルベドとの関係ではアルベド値が50~60%以上あればエコーとして探知される確率が高い。



第5図 レーダーエコー強度レベルとアルベドとの関係。()はデータ数が少ないもの。

「ひまわり」で観測された雲域とレーダーで観測されたエコー域の量的比較を行うために，東京レーダーのビームカット等を考慮して，次の解析を行った。

エコー強度レベル I_L の個数（強度 I_L の面積）と， I_L のときの雲頂温度 $T(I_L)$ 以下及びアルベド $A(I_L)$ 以上の個数（ $T(I_L)$ 以下及び $A(I_L)$ 以上の面積）の比を，それぞれ

$$\rho_{T_L} = \frac{\sum(I_L)_n}{\sum(T(I_L))_n} \times 100, \rho_{A_L} = \frac{\sum(I_L)_n}{\sum(A(I_L))_n} \times 100$$

と定義し ρ_{T_L} , ρ_{A_L} を各レベルについて計算すると第2表のようになった。

第2表からわかるように， T_{BB} についてはエコー強度レベル1以上に相当する雲頂温度域のエコー出現率は51

第2表 ρ_{T_L} , ρ_{A_L} の値。

	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4
ρ_{T_L} (T_{BB})	51%	23%	7%	2%
ρ_{A_L} (アルベド)	41%	24%	15%	4%

%である。すなわち，例えばエコー強度レベル1の雲頂温度が -50°C とすると，その雲域の -50°C 以下の領域では約50%がエコーとして出現する。同様にアルベドについては41%となった。エコー強度レベル4以上ではそれに相当する雲頂温度の低い領域があってもほとんど現われない。即ち全体の画素数からみて，エコー強度レベル4以上となるのは少ないことになる。

6. あとがき

今回は比較的孤立した雷雲について調べたが，例えば，梅雨前線などのように一様に広がった例についても調べる必要がある。今後，衛星の実利用の効果を高めるためにも，レーダー，アメダス等の情報を「ひまわり」画像の中へ組み込む必要がある。

文 献

- 原田知幸，1980：衛星画像を用いた雲位置の補正，気象衛星センター技術報告，第1号，53-57。
 長野美文，1979：客観解析，電子計算室報告，別冊第22号，24-41。
 中村健次・杉本清秋，1980：VISSR 輝度分布の出力プログラムとその利用について，測候時報，47，第1～2号，7-17。
 高橋大知，1981：アース・エッジ検出法による VISSR 画像の位置合わせについて，気象衛星センター技術報告，第3号，55-68。
 立平良三，1980：レーダーエコーの位相の利用（地形エコーの除去など），天気，27，837-842。
 Thomasell, A., 1979: Wind Analysis by Conditional Relaxation, NOAA Technical Report, NESS 77.