

# 対流性の雲塊の雲頂温度の変化と降雨に見られる特徴

—梅雨期の大雨の事例解析—

## Features of Satellite Observed Cloud-Top Temperature Contour Pattern of Convective Cloud Clusters with Heavy Rainfall in Baiu-Season—Case Study—

木 場 博 之\*

Hiroyuki Koba\*

### Abstract

Evolution of convective cloud clusters and accompanied heavy rainfall characteristics were studied using the contour map of satellite observed equivalent black-body cloud-top temperature ( $T_{BB}$ , averaged over  $0.1^\circ \text{ lat.} \times 0.1^\circ \text{ long.}$  area) observed every 30 minutes and rainfall data from dense AMeDAS automatically reporting station network, in the case of a heavy rainstorm in Kyushu on 27–28 June 1979.

1) Heavy rainfall (more than 10 mm/30 min.) was mostly found in correspondent to “minimum  $T_{BB}$  core ( $T_{BB}$  lower than  $-60^\circ\text{C}$ , its closed contour diameter 40 km)”.

2) Correspondence between the heavy rainfall and minimum  $T_{BB}$  core was mostly good during the core developing stage (the period when the core temperature was decreasing), but in the mature or decaying stage of the core the correspondence was poor. Also this correspondence was less obvious in the area where orographic enhancement of rain was expected.

3) An empirical relation was derived between the minimum temperature  $T_{BB} (^\circ\text{C})$  of the cores and expected 30 minutes rainfall amount  $R_{30}(\text{mm})$  associated with their passage:

$$R_{30} = 0.015 T_{BB}^2 + 0.753 T_{BB} + 11, \quad \text{whenever } T_{BB} \text{ is } -70^\circ\text{C} \leq T_{BB} < -20^\circ\text{C}.$$

### 1. はじめに

GMS で得られた  $T_{BB}$  (等価黒体温度) 分布の低温域と降雨現象には対応性があることは多くの報告に見られるが、定量的な関係については必ずしも良い相関は得られていない。加藤・他 (1980) は降雨量への寄与の大きい対流性の雲について、 $T_{BB}$  および  $T_{BB}$  の30分間変化量と1時間降雨量との比較を行ったが良い相関は得られなかったことを報告している。その原因としては加藤らも指摘しているように、 $T_{BB}$  分布と降雨量の時間的、空間的代表性の相異が考えられる。なかでも対流性の雲塊

に伴う  $T_{BB}$  分布の低温域の変化と、この雲塊の下における降雨現象の変化は  $T_{BB}$  と降雨量との関係をさらに悪くしていると考えられる。

ここでは、衛星画像に見られる活発な対流性の雲塊について、30分間隔の連続した衛星画像での低温域と降雨域との空間的対応関係について事例解析し、対流性の雲塊に伴う低温域の盛衰および移動と降雨域(量)との関係を梅雨期の2例について調べた。

### 2. 調査の方法と資料

GMS の画像データは通常3時間々隔で取得されているが、00Z 帯と12Z 帯には風ベクトル算出用に30分間

\* 気象衛星センター解析課, Meteorological Satellite Center

隔の連続した4回の画像データが取得されている。今回の調査ではこの時間帯の赤外画像データと AMeDAS 降雨調 データを使用した。調査対象域とした九州地方の AMeDAS 観測点図を Fig. 1 示す。

調査の方法は、8回の画像データから下記の方法で処

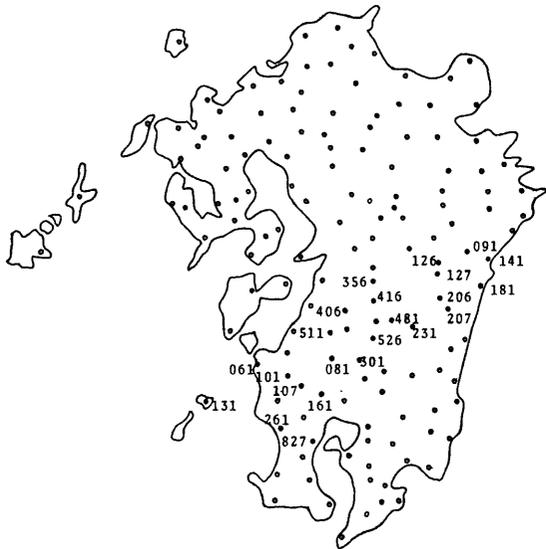


Fig. 1 Location of rainfall station (AMeDAS =Automated Meteorological Data Acquisition System) in Kyushu district. The symbol "●" shows the location of the station and the attached numeral denotes the station number shown in Fig. 3, Fig. 6 and Fig. 9.

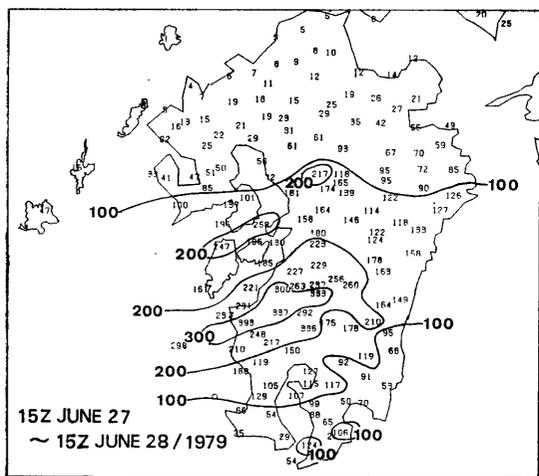


Fig. 2 The distribution of 24-hour rainfall amount (mm) from 15Z June 27 to 15Z June 28 in 1979.

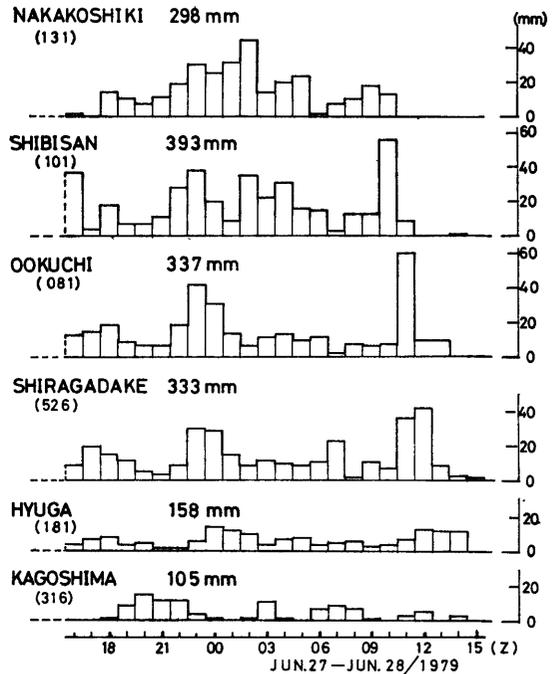


Fig. 3 The change of hourly rainfall amount (mm) from 16Z June 27 to 15Z June 28 in 1979.

理した  $T_{BB}$  値および同分布図と、30分間雨量および同分布図との相互の比較である。

調査した日時は、1979年6月28日の 00Z 帯と 12Z 帯である。この日、九州地方では 390 mm に達する大雨となった。この時の等雨量分布図を Fig. 2 に、日雨量の最大域における 東西方向の特定観測点の時間別雨量を Fig. 3 に示した。Fig. 3 において降雨状況の変化を見ると、調査対象とした 00Z 帯では 20~40 mm/h の比較的連続した強雨が出現し、12Z 帯では 60 mm/h の短時間に集中した強雨で、いずれも九州山地の西側に強くなっている。調査では 00Z 帯の降雨を事例 1、12Z 帯の降雨を事例 2 とした。

次に調査に用いた資料を列記しておく。

(1) 衛星資料

1979年6月27日の 2203Z, 2233Z, 2303Z, 2333Z および 28日の 1003Z, 1033Z, 1103Z, 1133Z の計 8 回の画像データから得られた赤外画像と、下記の処理をした特定地点における  $T_{BB}$  値および  $T_{BB}$  分布図を使用した。

特定地点における  $T_{BB}$  値の算出は、その点を中心とした緯経度方向 0.1 度の領域内に中心を持つすべての画素 (12~21画素) の  $T_{BB}$  値を平均して求めた。 $T_{BB}$  値

の最小の距離分解能は南北方向で約 20 km, 東西方向で約 15 km である。

$T_{BB}$  分布図は, 緯経度方向に 0.15 度できざんだ格子点を作り, 格子点上に上記の方法で求めた平均  $T_{BB}$  値を与えて作画した図 (Fig. 4, 8 で, レーダーエコーとの対比に用いたもの) と, 同じく, 緯経度方向に 0.1 度できざんだ格子点を作り, 各格子点にやはり上記の方法で求めた平均  $T_{BB}$  値を与えて作成した図 (Fig. 6, 10 で, 降雨域との対比に用いたもの) の 2 通り作成した。

なお先に示した画像データの時刻は撮像開始時刻であるが, 調査での画像時刻は調査対象域が撮像される時刻

(撮像開始後約 7~8 分) とし, 10 分単位で示した。

(2) 降雨量資料

九州地方の AMeDAS 降雨量で, 24 時間値および 1 時間値は配信データ (磁気テープ) を用い, 10 分間値および 30 分間値は同観測所の記録紙から読み取った。Fig. 1 に 1 時間値, 10 分間値, 30 分間値を用いた観測点の位置 (●印) と観測点番号を示した。

(3) レーダーエコー資料

福岡と種子島レーダーの 23Z および 12Z のエコースケッチ図を利用した。

ところで, 衛星画像データと地上での現象との比較を

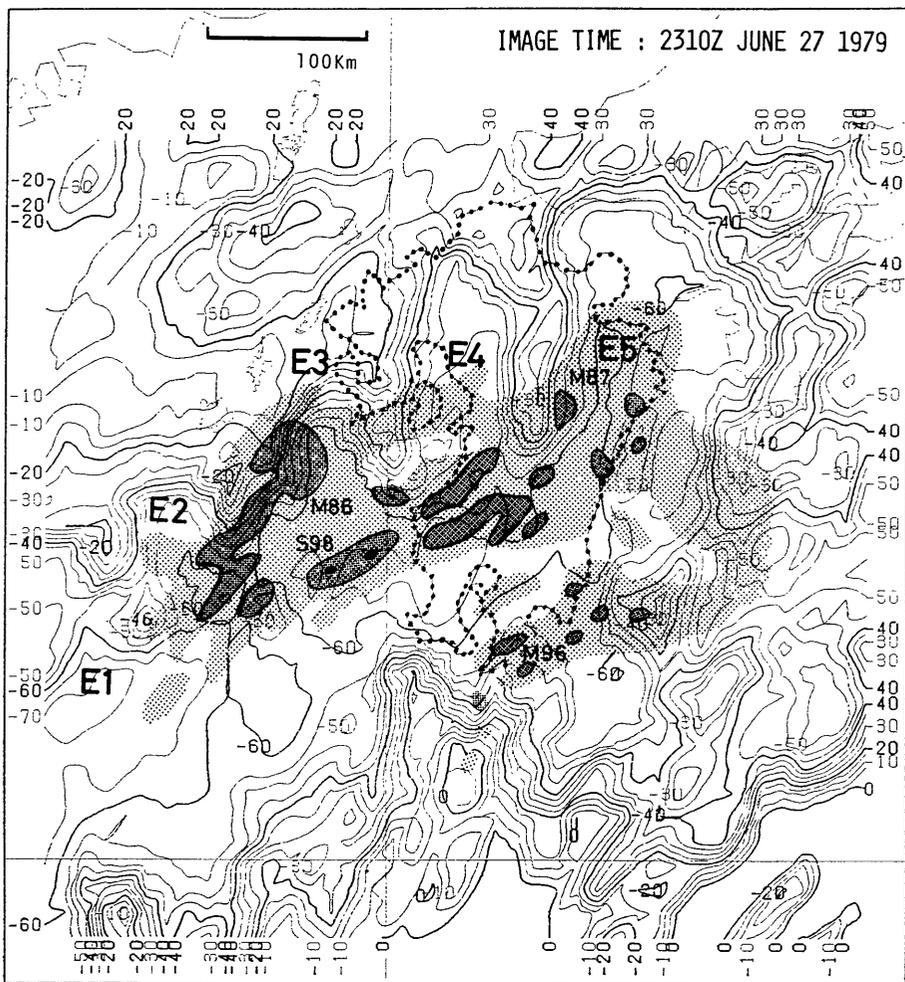


Fig. 4  $T_{BB}$  contour map with radar echoes for Case 1, 2310Z June 27 1979. Contour lines are drawn at intervals of 5°C. Echo intensities are shown in three classes, Weak (W) :  $\leq 4$  mm/h, Moderate (M) : 4 mm/h~16 mm/h, Strong (S) : 16 mm/h $\leq$ . They were expressed as “⊕ W”, “◐ M” and “● S”, respectively. Echo top heights are shown in 100 m. The symbols  $E_n$  ( $n=1, \dots, 5$ ) denote the convective cloud masses.

行なう時、雲の地表面上の位置の精度が問題となる。これは、1) 衛星画像データ（磁気テープ）に付加されている座標変換データは予測値であるため誤差が生ずる、2) 雲は斜め方向から撮像されるので、その地表面上の位置は雲頂高度によって異なる、ことなどのために地表面上における雲の実際の位置との「位置ずれ」が生ずる。

今回の調査では、1)については高橋（1981）の方法で修正した。2)については、調査対象域の北緯32度、東経130度にある雲の雲頂高度が15 km 場合北へ約0.1度、西へ約0.04度ずれて表現される（原田，1979）ことから、緯度についてのみ平均的に0.1度の位置補正をした。一方、 $T_{BB}$ については大気吸収による減衰、雲の射出率に対する補正が必要であるが、この調査での雲の雲頂高度は高く、その層も十分厚いことから影響は小さい

と考えられるので、射出率は1とし他は省略した。

なお、この報告での対流雲は平均  $T_{BB}$  値の距離分解能から、目視で認識される個々の対流雲（Cu, Cb）の集まりと考えられるので、「対流雲」と括弧付きで表現した。また「対流雲」に対応する低温域の中心部分を低温度核とし、その  $T_{BB}$  値が最低となった時を低温度核の最盛期とした。

### 3. 低温度核と降雨域との関係

#### 3-1. 事例 1

(a)  $T_{BB}$  分布とレーダーエコーの関係

Fig. 4 に27日 2310Z の  $T_{BB}$  分布と 2300Z のレーダーエコーの合成図を示す。 $T_{BB}$  分布の等値線は  $5^{\circ}\text{C}$

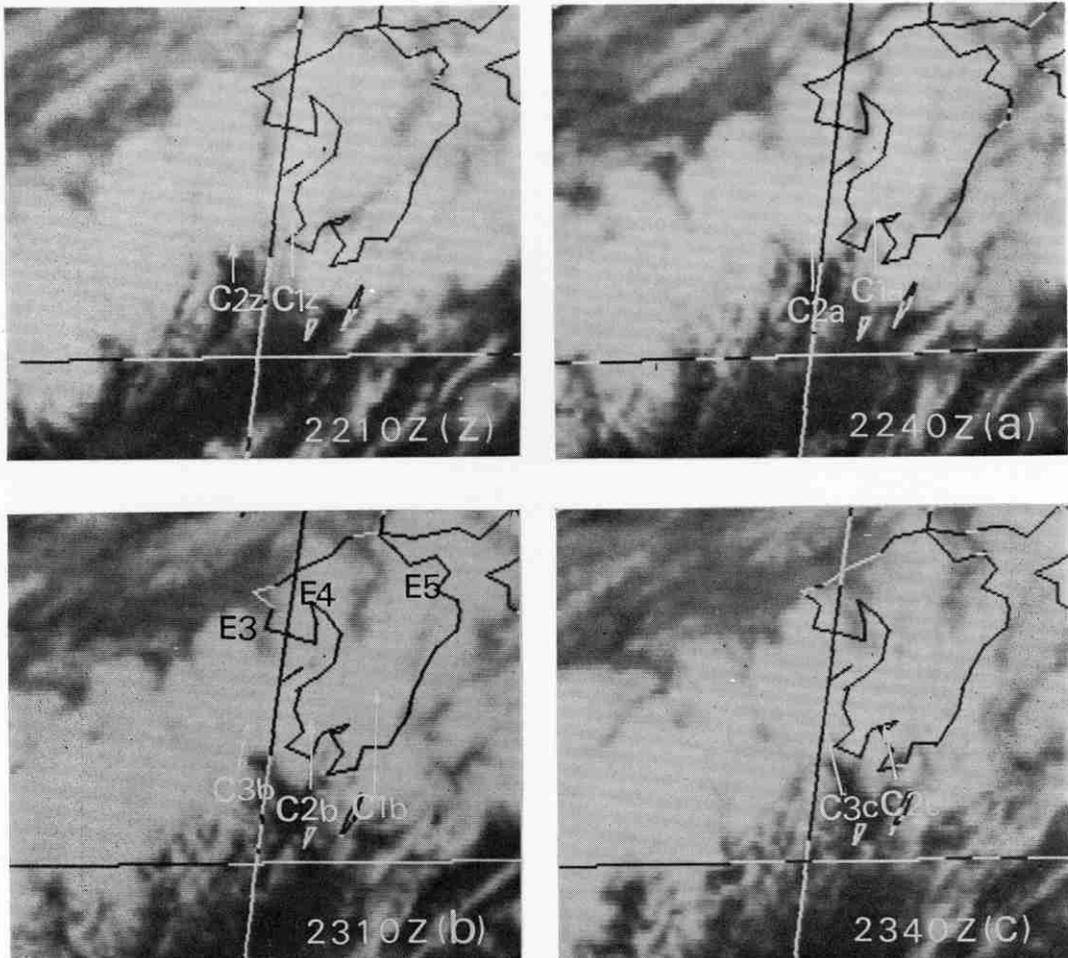


Fig. 5 A sequence of infrared imageries taken at intervals of 30 minutes for Case 1. The symbols E3, E4 and E5 in (b) are the same symbols shown in Fig. 4 and the others are the same symbols shown in Fig. 6.

間隔である。レーダーエコーは  $T_{BB}$  分布図へ置換したが、置換に際し、観測時刻の差を考慮した位置補正を行った。補正量は主に  $T_{BB}$  分布の移動量によったが、地形図は  $T_{BB}$  分布に合わせたので、エコー位置が補正された形で示されている。事例1の場合、エコー位置は東北東へ約10km補正されている。なおエコー強度は弱エコーを ⊕ で、並以上の強度のエコーを ⊗ で、強エコーを ● で表わし、エコー頂高度は100m単位で示した。

この  $T_{BB}$  分布図に対応する赤外画像を Fig. 5(b) に示す。同図の雲分布の地形図上の位置に対し、 $T_{BB}$  分布図での低温域が相対的に東に位置している。これは2節で述べた画像データの位置修正、1) によるもので、 $T_{BB}$  分布図での地形図は西へ約20km修正された。

$T_{BB}$  分布を見ると、大州中部から西方海上にかけては広い低温域となっている。低温域には  $-70^{\circ}\text{C}$  ないし  $-65^{\circ}\text{C}$  で示される  $T_{BB}$  の極値が見られる。この低温域の北側と南側では温度傾度が大きくなっているが、Fig. 5(b) に示した赤外画像で見ると、雲域の北側の縁は明瞭であるが、南側は羽毛状の絹雲で覆われている。また  $T_{BB}$  分布では低温の極値に対応するように低温域の北側への突出が見られる。以上のことから、Fig. 4 に示した E1~E5 の「対流雲」を識別した。なお E3~E5 については Fig. 5(b) 中にも表示した。

一方レーダーエコーの分布を見ると、

- ①エコーは、低温域の中心部を境にし、北側に分布している。
- ②並以上の強度のエコーは、低温域の中心部の走行に沿うように列状の配列が見られるが、その東西方向の分布は、E3~E5 で示した「対流雲」の位相に合った分布をしている。
- ③それぞれの「対流雲」には複数個の並以上の強度のエコーセルが存在し、その集りの大きさは直径で約80kmである。また約100kmの間隔で分布している。
- ④E3, E5 に対応する並以上の強度のエコーは北西側の温度傾度の大きい所に位置している。
- ⑤エコー頂高度の極値(9.8 km)は、ほぼ300mbの高度で、対応する「対流雲」の雲頂高度は圏界面(「対流雲」域で140mb)に達している。

などの特徴が上げられる。以上のことから、広範囲に広がった低温域でも、低温域核およびその周辺に強い降雨域が存在していることがわかる。

(b) 低温度核の移動と降雨域の変化

低温度核と降雨域の30分間隔の変化を Fig. 6 に示す。

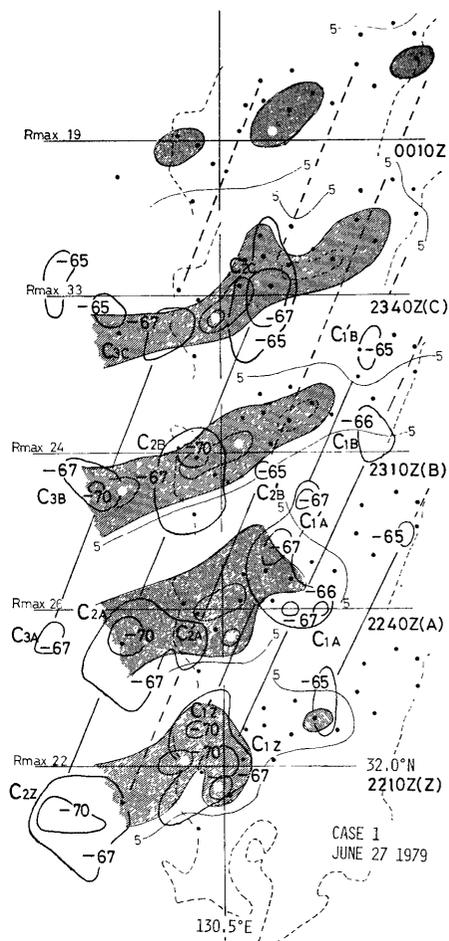


Fig. 6 Changes of the distribution of the cold areas and the rainfall areas at intervals of 30 minutes for Case 1. The areas where rainfall amount exceeded 10 mm/30 min are shaded and the symbol “○” indicates the AMeDAS station where observed the maximum value of 30 minute rainfall amount. The symbols  $C_{nT}$  ( $n=1, 2, 3$   $T=Z, A, B, C$ ) are the cold areas related to the each convective cloud top and are also shown in Fig. 5.

各  $T_{BB}$  分布の時刻を右側に示した。降雨域は  $T_{BB}$  分布の時刻における前30分間降雨量分布で、5mmの等雨量線を細実線で、10mm以上は強雨域として斜線域で表わし、強雨域内の等雨量線は10mm間隔で示した。また30分間降雨量の最大値(図中の  $R_{max}$  の値)を観測した観測点の位置を○で示す。

一方、低温度核は  $C_{nT}$  で示し、 $n$  は低温度核の識別番号、 $T$  は  $T_{BB}$  分布の時刻で図中の時刻に付した記号

(Z, A, B, C) で表わした。また右上方向に延びる太実線 (または破線) はそれぞれの低温度核を追跡した線である。赤外画像上での低温度核 (雲塊) の変化は Fig. 5 中に同様の記号で示した。なお、この時間帯の  $T_{BB}$  分布図の低温度核の位置は、赤外画像での位置に比べ、東へ最大約 20 km, 南へ最大約 10 km 修正されている。

Fig. 6 において低温度核の変化を見ると、2210Z (Z) には、 $-67^{\circ}\text{C}$  以下の  $T_{BB}$  域で示される低温度核  $C_1$ ,  $C_2$  が存在し、 $C_1$  は九州西岸に在り  $C_1$  内の北側にも低温の極値  $C_1'$  が見られる。 $C_2$  は  $C_1$  の西方約 90 km の海上に在る。低温度核の大きさは直径 40 km 程度である。最低  $T_{BB}$  値は  $-70^{\circ}\text{C}$  とすでに圏界面高度の温度に相当しており、最盛期の低温度核である。

2240Z (A) には、これらの低温度核は共に東北東進し、先行する  $C_1(C_1')$  は  $T_{BB}$  の最低値が上昇し、衰弱傾向となる。 $-67^{\circ}\text{C}$  域も 2 分割する。後続する  $C_2$  の最低  $T_{BB}$  値は  $-70^{\circ}\text{C}$  で、依然として最盛期となっている。この時刻には、 $C_1$  と  $C_2$  の中間に新たに低温度核  $C_2'$  が発生し、 $C_2$  の西方約 40 km の位置にも低温度核  $C_3$  が出現している。

2310Z (B) には、 $C_1(C_1')$  はさらに衰弱する。 $C_2$  は最盛期の状態で九州西岸に上陸する。一方  $C_3$  は最盛期と

なる。

2340Z (C) には、 $C_2$  は陸上に侵入し衰弱傾向となる。これらの低温度核の間隔は 40~45 km で比較的規則的に分布し、それぞれ約 90 km/h の速度で東北東進している。また海上から陸上に侵入した低温度核は陸上を移動する間に衰弱している。

一方、30分間雨量で強雨域の変化を見ると、強雨域の先端の移動速度は約 60 km/h と低温度核の移動にくらべて遅くなっている。強雨域は低温度核の通過に対応するように帯状に形成されている。しかし各時刻における降雨量の極大域は、沿岸部のほぼ同一地域と 2310Z (B) 以後の九州山地 (18mm の極大域を破線域で示す) に見られる。

2240Z (A) と 2340Z (C) での沿岸部の極大域は  $C_1, C_2$  の通過に対応するように出現しているが、他の時間の沿岸部の極大域および九州山地での極大域については低温度核の通過との関係は不明瞭である。30分間雨量では、次々と東北東進する低温度核との対応を識別するのはむづかしいと言える。

各観測点における10分間雨量 (Fig. 7) の時間変化では、低温度核の通過の周期 (30~40) に対応するように降雨強度のピークが見られるが、低温度核の通過との時

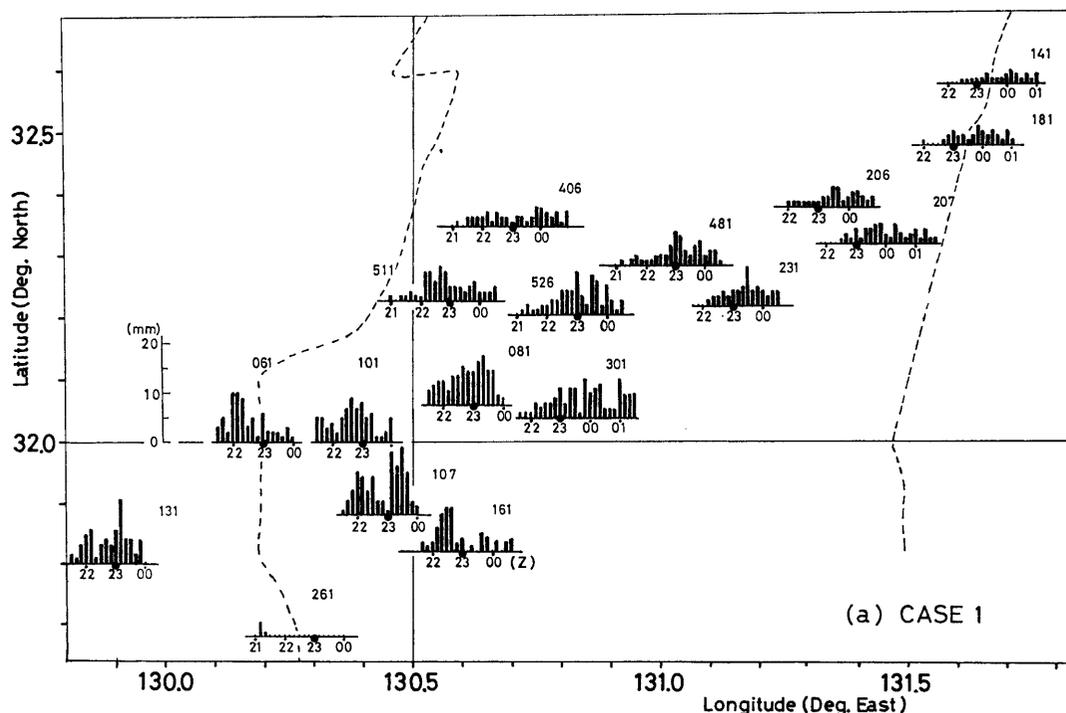


Fig. 7 Change of 10 minute rainfall amount (mm) of AMeDAS stations shown in Fig. 6.

間的対応は必ずしも良くない。また降雨強度は、相対的に九州山地の西側で強く、かつ最盛期の低温度核が通過した海上の観測点(131)よりも相対的に強い降雨が観測されている。このことはこの雨量分布には地形による効果が大きく関与していることが考えられる。

### 3-2. 事例 2

#### (a) $T_{BB}$ 分布とレーダーエコーの関係

28日 1140Z の  $T_{BB}$  分布と 1200Z のレーダーエコー図を、事例1と同一の方法で合成した (Fig. 8)。エコー位置は観測時より西南西へ約 10~20km 補正されている。 $T_{BB}$  分布図に対応する赤外画像を Fig. 9(c) に示す。同図の雲分布の位置に比べ、 $T_{BB}$  分布図での低温

域は相対的に東に位置している。 $T_{BB}$  分布図での地形図が西へ約 30 km, 北へ約 5 km 修正されている。

$T_{BB}$  分布で見ると、九州中部から屋久島付近にかけては G1~G4 で示した「対流雲」が存在し、それぞれ明瞭な低温度核を伴っている。九州西岸からその西海上にかけての低温域には、 $-65^{\circ}\text{C}$  で示される 2 個の  $T_{BB}$  の極値が見られるが、事例1と同様の方法で図中に示した 5 個の「対流雲」F1~F5 が識別される。なお F3~F5, G1~G4 については Fig. 9(c) の赤外画像にも表示した。

レーダーエコーの分布には事例1と同様の特徴が見られるが、列記すると

① F2~F4 に対応する並以上の強度のエコーは低温域の

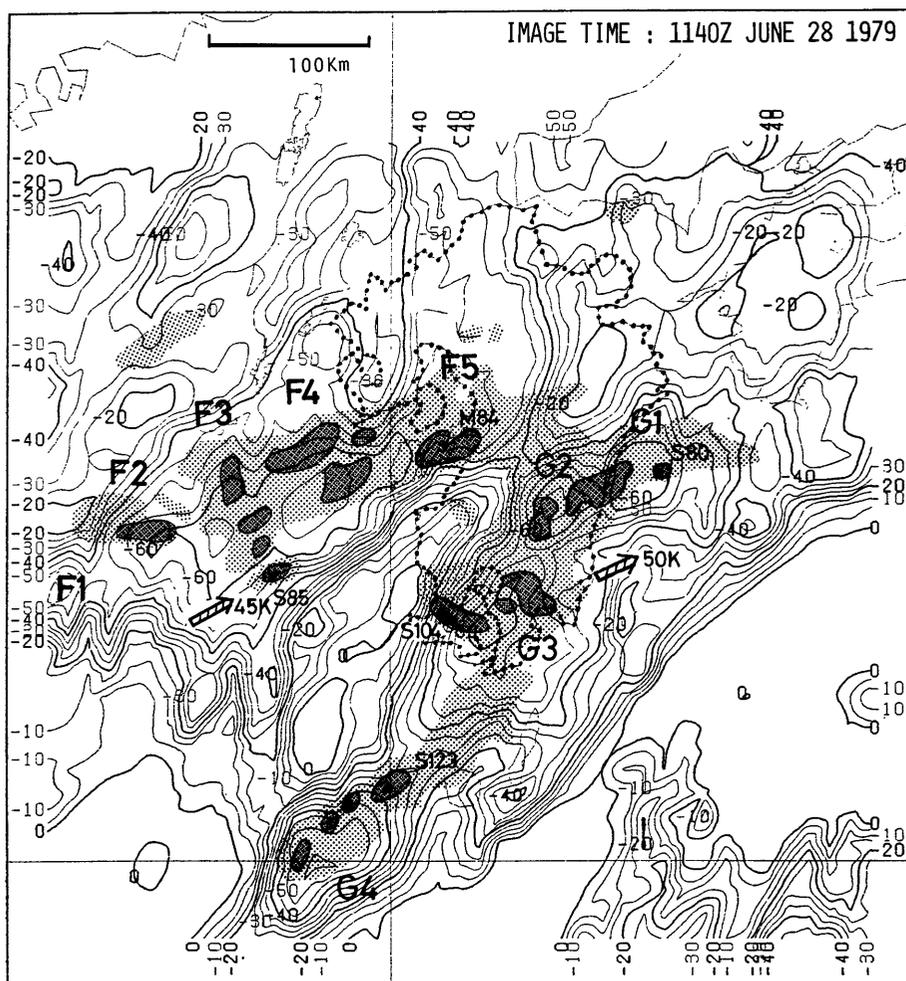
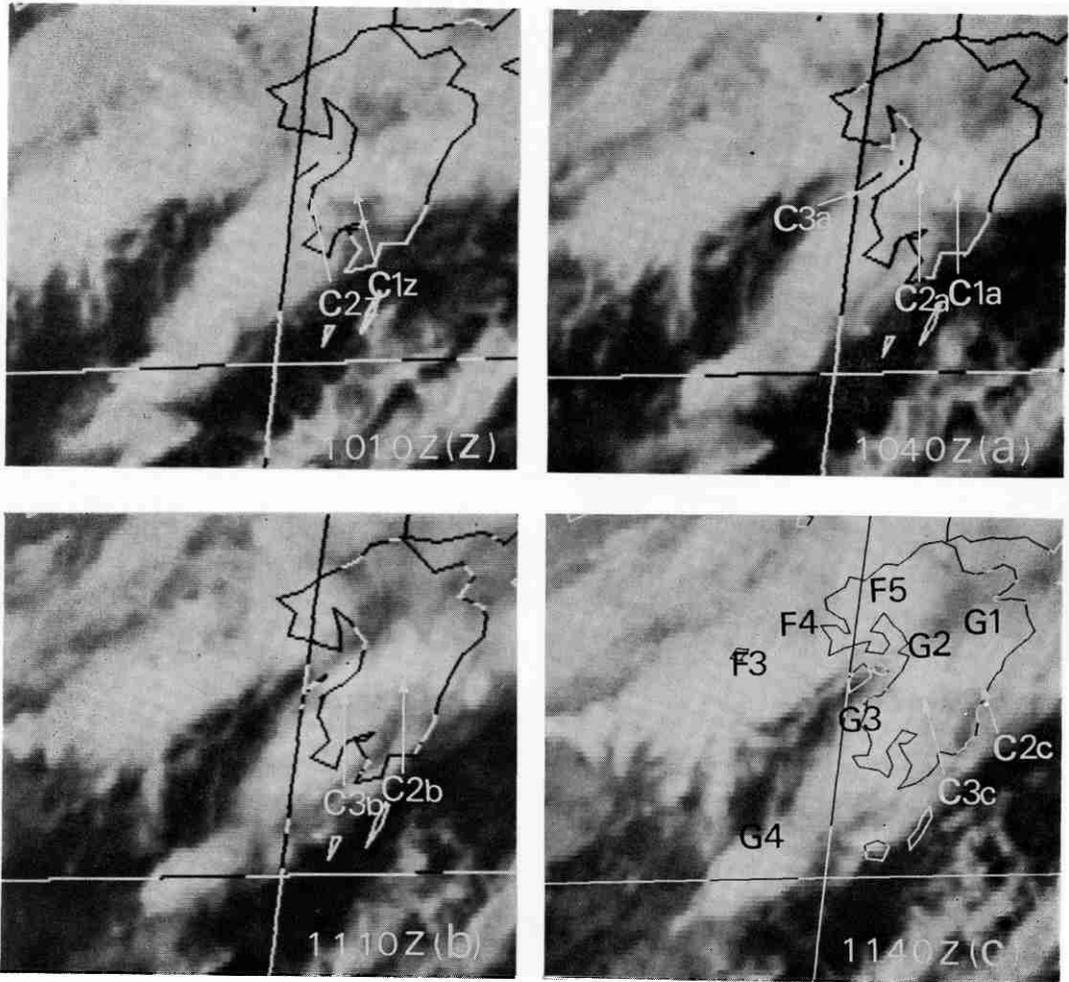


Fig. 8 Same as Fig. 4, but for Case 2, 1140Z June 28 1979. The symbols  $F_n$  ( $n=1, \dots, 5$ )  $G_n$  ( $n=1, \dots, 4$ ) denote the convective cloud masses.



**Fig. 9** Same as Fig. 5, but for Case 2. The symbols F3, F4, F5 and Gn ( $n=1, \dots, 4$ ) in (c) are the same symbols shown in Fig. 8 and the others are the same symbols shown in Fig. 10.

北側に偏って位置し、G1~G4に対応する並以上の強度のエコーは低温域の西側に偏っている。

②強エコーは、低温域核の中心より外側の温度傾度の大きい所に位置している (G3, G4)。また F3, F4 を一つの「対流雲」とすると、対応した並以上の強度のエコーにも同様の傾向が見られる。

③「対流雲」に対応する並以上の強度のエコーセルは1個ないし4個である。

④エコー頂高度の極値 ( $12 \cdot 3 \text{ km}$ ) は約 200 mb に相当するが、エコー頂高度と「対流雲」の雲頂高度には比例関係は見られない。

などの特徴があげられる。

(b) 低温域核の移動と降雨域の変化

低温域核と降雨域の変化を Fig. 10 に示す。図の表示法は事例 1 と同じで、赤外画像での低温域核 (雲塊) の変化は Fig. 9 に同様の記号で示した。なお、この時間帯の  $T_{BB}$  分布図での低温域核の位置は、赤外画像での雲塊の位置に比べ、東へ最大約 30 km、南へ最大約 10 km 修正されている。

Fig. 10 において低温域核の変化を見ると、1010Z (Z) では  $-60^\circ\text{C}$  以下の  $T_{BB}$  域で示される低温域核  $C_1, C_2$  が存在している。 $C_2$  の最低  $T_{BB}$  値は  $-65^\circ\text{C}$  である。

1040Z (A) には、低温域核はそれぞれ東北東進し、先行する  $C_1$  は衰弱している。一方  $C_2$  の最低  $T_{BB}$  値は  $-66^\circ\text{C}$  となり、 $-60^\circ\text{C}$  以下の  $T_{BB}$  域も拡大し、発達している。また  $C_2$  の西側約 45 km の、30 分前の  $C_2$  の

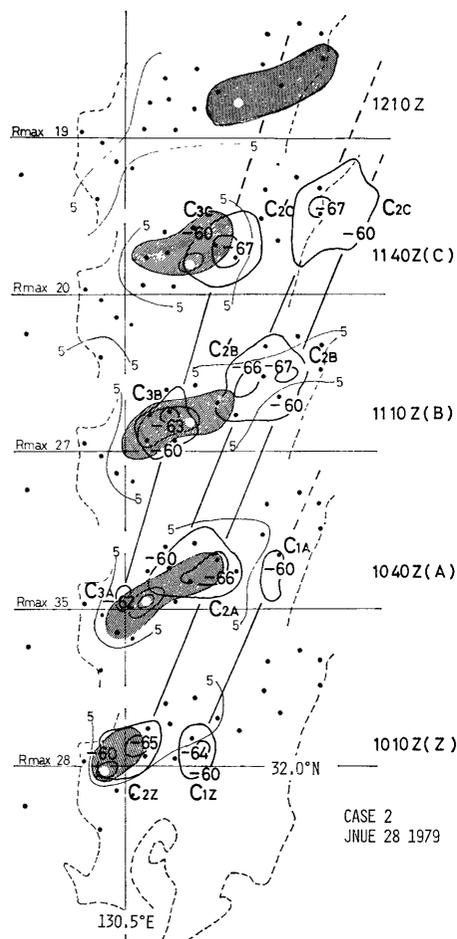


Fig. 10 Same as Fig. 6, but for Case 2 and that the symbols  $C_{nT}$  ( $n=1,2,3$   $T=Z, A, B, C$ ) are shown in Fig. 9.

位置付近に新たに低温度核  $C_3$  が発生している。

1110Z(B)には、先行する  $C_2$  の最低  $T_{BB}$  値は  $-67^\circ\text{C}$  となり最盛期となる。同時に  $C_2$  内の西側で  $-66^\circ\text{C}$  の極値 ( $C_2'$ ) が出現し、新たな対流現象の発生が見られる。 $C_3$  は発達している。

1140Z(Z)には、先行する  $C_2(C_2')$  は依然として最盛期の状態にある。 $C_3$  はさらに発達し最盛期となる。

このように  $T_{BB}$  の変化で見ると、低温度核  $C_2, C_3$  は発達期から最盛期までの変化で、それぞれ約  $80\text{ km/h}$  で東北東進している。移動速度は  $C_3$  が幾分遅いが、これは低温度核の発達段階の若干の違いによるものと考えられる。

強雨域の変化を見ると、1010Z(Z)では強雨域は  $C_2$  と一致している。1040Z(A)には、 $C_2$  の移動に伴って下流

に延びるが、1110Z(B)では  $C_2$  との空間的対応は無くなり、強雨域は  $C_3$  と対応している。強雨域の後面はこの期間中はほぼ一定の速度で東進しているが、先端部分の移動速度を見ると、1010Z から 1040Z にかけてと、それ以後の 1140Z にかけての速度に違いがある。その変化は九州山地を越す段階で起っている。強雨域の移動が九州山地を越えていないのは、この降雨にも地形による増巾効果が加味されていると考えられる。

一方、30分間雨量の最大値の出現状況を見ると、この強雨域は2個の降雨セルによって構成されていることが分かる。1110Z(B)までは  $C_2$  に、それ以後は  $C_3$  に対応しているが、いずれも低温度核が最盛期となると同時に、相互の空間的な対応関係が崩れてくる。この事例でも低温度核と30分間雨量との対応付けは困難である。それぞれの降雨セルの移動速度は約  $60\text{ km/h}$  であり、算出方法の違いや誤差を考慮すると、Fig. 8 に示した、強雨域に対応したエコーセルの移動速度 ( $50\text{ km/h}$ ) とほぼ等しいと考えられる。

10分間降雨量の時間変化 (Fig. 11) でも、低温度核の発達域においては、低温度核の通過に対応して降雨強度のピークが見られ、九州山地の東側のピークにも同様の傾向が見る。観測点 101 の降雨量は  $C_2$  東北東進に伴って 1020Z 以降急速に減少している。

### 3-3. 2つの事例のまとめ

(a) レーダーエコーの分布に見られる特徴

広範囲に拡がった低温度域でも、その低温度核およびその周辺に沿って並以上の強度のエコーが1個ないし複数個出現している。 $T_{BB}$  分布上では、 $500\sim 300\text{ mb}$  の層の平均的な風上側の温度傾度の大きい所に対応し易く、 $300\text{ mb}$  以上の層の風向のシアが大きい場合は、 $300\text{ mb}$  から圏界面にかけての平均的シアベクトル (温度風) の風上側に対応する傾向にある。事例1の場合での赤外画像 (Fig. 5) に見られる羽毛状網雲の方向は、この傾向を示唆している。対流雲域の近傍の福岡 (807)、鹿児島 (827) におけるシアホドグラフを Fig. 12 に示した。

(b) 低温度核の特徴

- ①強雨域に対応した最盛期の低温度核の大きさは直径  $40\text{ km}$  程度で、 $T_{BB}$  では  $-60^\circ\text{C}$  以下の領域である。
- ②低温度核の発生、分布には  $40\sim 45\text{ km}$  の規則性が見られる。

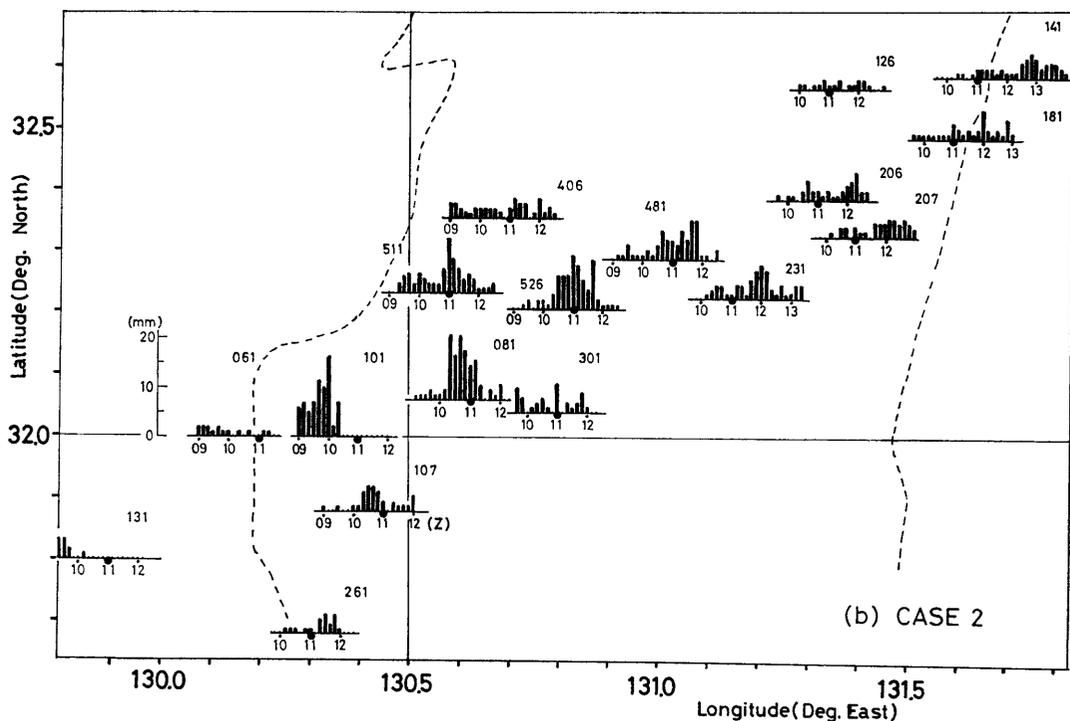


Fig. 11 Same as Fig. 7, but for Case 2 and that the AMeDAS stations are shown in Fig. 10.

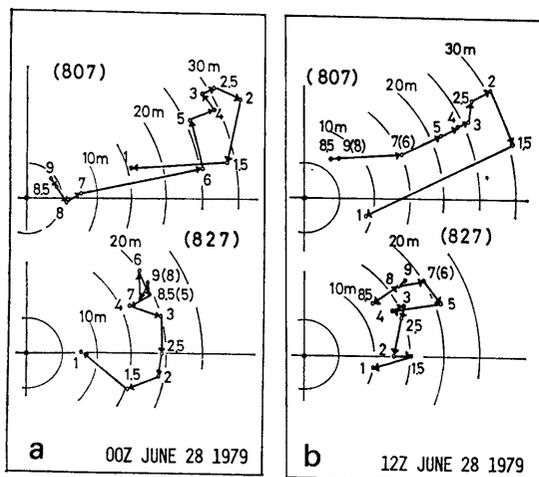


Fig. 12 The hodograph near the active convective clouds shown in Fig. 4 and Fig. 8; (a) Case 1, (b) Case 2. The altitude is expressed in pressure and in 100 mb. The station 807 and 827 is located just north of active convective cloud area and just south of them, respectively. The hodograph shows that the vertical wind shear in north (807) of active convective cloud area is larger than the one in south (827).

(c) 降雨の特徴

- ①低温度核の発達期において強雨強度が強い(事例1)。
- ②低温度核の変化には見られないが、地形効果による降雨量の増巾が見られる(事例1, 2)。

(d) 低温度核と強雨域の対応

- ①強雨域を形成した、先行する低温度核については、その最盛期以前では両者の対応が見られるが、その後は空間的対応関係は見られない。
- ②低温度核が継続して通過することで強雨域が形成されるので、後続する低温度核は結果的に対応関係にある。
- ③先行する低温度核は、事例1は衰弱過程であり、事例2は発達過程であったが、強雨域の形成には相異が見られる。いずれの場合も九州山地における強雨量の増加が認められたが、衰弱過程とした事例1の場合は、強雨域が九州山地を越えている。このことは低温度核の盛衰によらず、最盛期の低温度核を構成する  $T_{BB}$  値の差に見られる、「対流雲」の規模の相異によるものであろう。

以上のことから、 $T_{BB}$  分布での低温度核の通過と降雨域の形成には対応関係が見られるが、個々の低温度核および低温度核の盛衰と強雨との直接的な関連づけは困

難であることが分かる。

### 3-4. $T_{BB}$ と 30 分間雨量

事例1, 2における AMeDAS 観測点の30分間雨量と  $T_{BB}$  との関係を図. 13 に示した。事例1の場合を○印で、事例2の場合を●印で表わした。AMeDAS 観測点の延べ数は272である。

両者の比較には次のデータを使った。 $T_{BB}$  は AMeDAS 観測点を中心とした東西・南北方向各0.1度の領域内に中心をもつ全ての画素の平均値である。それぞれの平均  $T_{BB}$  値の標準偏差の平均は3.2°Cである。30分間雨量は、低温度核の通過に伴う降雨量、との考えから  $T_{BB}$  観測時刻を含む毎30分間値を用いた。たとえば1010Zの  $T_{BB}$  に対しては、1000Z~1030Zの降雨量を対応させた。

図によると、 $T_{BB}$  が  $-30^{\circ}\text{C}$  以下になると5mm以上の降雨量が出現しやすく、 $-50^{\circ}\text{C}$  以下となると10mm以上の降雨量が出現しやすくなっている。降雨量は  $T_{BB}$  が低くなるにつれて幾何級数的に増加する傾向にあるが、同時に降雨量のバラツキも大きくなり必ずしも  $T_{BB}$  の値によるとは言えない。このことは、 $T_{BB}$  分布の低温度核の温度や大きさは対流活動の指標とはなるが、一地点の降雨量とは直接的には関係づけられないことを示している。

しかし、低温度核の通過域に強雨が出現していることは事実である。図に示した曲線は  $T_{BB}$  と最大30分間雨

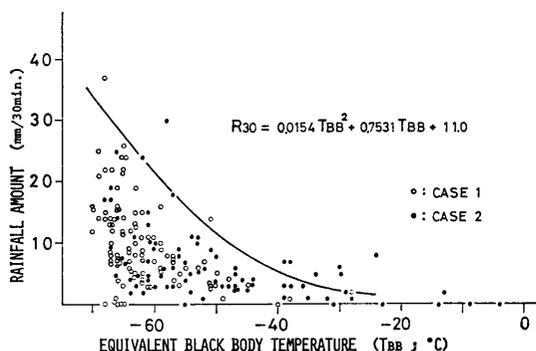


Fig. 13 A relation between the 30 minute rainfall amount (mm) of AMeDAS stations and  $T_{BB}$  (the averaged value in a  $0.1^{\circ} \times 0.1^{\circ}$  square centered at the AMeDAS station) for Case 1 and Case 2. For example, the  $T_{BB}$  at 1010Z corresponds to the rainfall amount from 1000Z to 1030Z. The curve in the figure indicates the relationship of upper limit of the 30 minute rainfall amount to the  $T_{BB}$  ( $-70^{\circ}\text{C} \leq T_{BB} < -20^{\circ}\text{C}$ ).

量との関係を示すもので、 $-70^{\circ}\text{C} \leq T_{BB} < -20^{\circ}\text{C}$  の範囲における関係式は

$$R_{30} = 0.0154 T_{BB}^2 + 0.7531 T_{BB} + 11.0$$

の二次式で表わされる。

### 4. まとめ

強雨域 ( $\geq 10 \text{ mm}/30 \text{ 分}$ ) は広範囲に拡がった低温度域でも、その中心部の低温度核 (直径で40km程度) に対応して出現し、その空間的対応関係は低温度核の  $T_{BB}$  が最低となる以前において対応が良いことが分った。一方強雨域は、継続的に通過する低温度核に対応して帯状に形成されるので、後続する個々の低温度核と強雨域は結果的に対応関係にある。

しかし、降雨には地形効果による降雨量の増加が認められ、観測点雨量と  $T_{BB}$  との関係を悪くしていた。低温度核の盛衰と強雨との関係については、上述した特徴および低温度核の強さの差異による効果が大きく、30分間の時間々隔では明かにはできなかった。これらのことは、通常用いられる1時間雨量と1画像データの  $T_{BB}$  との比較をさらに困難としていると言える。

一方では、「対流雲」に伴う低温度核の近傍において強雨が出現していることも事実であり、3-4節で求めた最大降雨量は、「対流雲」の通過域における最大降雨量の期待値を示すものである。このためには衛星画像での「対流雲」の識別の重要性が上げられる。衛星画像データを利用した降雨量調査には、それぞれのもつデータの質的な差異によって生ずる困難な問題も多いが、種々の規模での事例解析は今後も必要な課題と言える。この報告はその一例としたい。

### 謝 辞

この報告を作成するにあたり、計算機処理について指導して頂いた気象衛星室の里見穂調査官 (前気象衛星センター)、快く資料を提供して下さいた鹿児島地方気象台の草宮一郎予報官、大西五郎技官 (現下関地方気象台)、厳原測候所の泉幸治予報官 (前宮崎地方気象台)、ならびに延岡測候所、人吉測候所の皆さんに感謝します。

また門脇俊一郎気象衛星センターデータ処理部長、システム管理管の市沢成介調査官ならびに解析課の加藤政勝、島田健司両主任技術専門官には原稿作成に際し多くの助言を頂いた。厚く感謝します。

参考文献

加藤一靖, 中島 忍, 猪川元興 (1980): GMS による  
画像データと AMeDAS 降雨量データの比較, 気象衛  
星センター技術報告, 第 2 号, 43-59

高橋大知 (1981): アース・エッジ検出法による VISSR  
画像の位置合せについて, 気象衛星センター技術報  
告, 第 3 号, 55-68

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