# 等価黒体温度 (**T**<sub>BB</sub>) 分布パターンによる 台風の中心位置の推定

# Determination of Typhoon Center Using Equivalent Black Body Temperature $(T_{BB})$ Distribution Pattern

# 橋本昇三

## Syozo Hashimoto\*

#### Abstract

Determination of typhoon center using equivalent black body temperature  $(T_{BB})$  distribution pattern is practiced by understanding a special feature of central cloud pattern which is analyzed with  $T_{BB}$  contour.

The difference of typhoon center based on  $T_{BB}$  distribution pattern relative to Japan Meteorological Agency (JMA) observation in 1981 was 42 percent within 0.2 degree of 187 cases for latitude and longitude.

The large difference more than 0.5 degree was 12 percent and the cause, mainly, as follows.

(1) the disturbance of cloud system became weakening stage.

(2) the typhoon landed or approached to land.

(3) it couldn't accurately get typhoon location in the  $T_{BB}$  analysis area because typhoon moved increasing its speed.

(4) the low level circulation was not clear.

#### 1. はじめに

1978年以来,気象衛星センターでは、台風接近時に臨時観測を実施し、衛星データから推定した台風の中心位置を本庁へ通報している。中心位置の推定は、①可視(昼間)または赤外(夜間)の雲画像を解析する方法と、 ②等価黒体温度(以下 *T*<sub>BB</sub> という)の分布を解析する 方法の2つの方法で行なっている。

 $T_{BB}$ 分布による中心位置は、台風の中心から緯度・ 経度3度四方の領域内の $T_{BB}$ を0.1度の格子ごとに ラインプリンターに出力し、等値線を描くことによって 推定する。

多くの観測例によると、台風の強さの変化(発達・衰弱)に伴う雲の分布は多様だが、少なくとも発達期から 最盛期段階では共通した特徴が認められる(門脇, 1976)。 同様に T<sub>BB</sub> 分布上でも、台風の強さの変化の段階に応 じた特徴的な T<sub>BB</sub> パターンが表現されるので、各段階 ごとに分類し客観的に推定する。

*T<sub>BB</sub>*解析法による 1981年の観測結果について報告する。

#### 2. T<sub>BB</sub> 分布から推定する台風の中心

**T**BB 分布から推定する台風の中心は、下層循環を形成する雲システムの中心と定義する。

雲システムの中心は、雲システムを構成するすべての 湾曲した雲列または雲パンドの曲率の焦点である。雲列 または雲パンドは、 $T_{BB}$ 分布では等値線を描いて作ら れる 寒冷域の中心を 結んでできる 曲線によって 表現さ れ、台風の中心はそれらの曲線の内側に存在する。特別 な場合として、コールドパンドがリング状になって中心 の周囲をほとんどあるいは完全に包んで相対的な高温域 を切離すか、または独立した高温域がコールドパンドの

<sup>\*</sup> 気象衛星センター管制課, Meteorological Satellite Center

焦点付近にあれば,この高温域は眼であるからこの中心 が台風の中心である。以下に,各段階における台風の中 心付近の *T<sub>BB</sub> パターンを示す*。

#### (1) 発達前期

対流活動が活発なため、時には寒冷なオーバーキャス トが中心付近の雲パターンをほとんど不明にすることが あるが、おおむね写真1のように、まだ雲列や雲パンド が明瞭である。 $T_{BB}$ 分布図(第1図)では、コールドパ ンドがスパイラル線として表現され、中心の推定が容易 である。写真1の白枠内は $T_{BB}$ 解析領域である。(以 下同様)

#### (2) 発達後期

(1) よりも更に対流活動が活発となり、中心付近は広 く高輝度の濃密雲におおわれ、写真2の赤外画像では、 中心付近の 雲パターンの 認識は 困難である。しかし、 T<sub>BB</sub> 分布図 (第2図) では、寒冷域の中心はやや不明 瞭になったが、パターンからスパイラル状の曲線が推察 でき、中心の推定が可能である。

#### (3) 最盛期

この時期には写真3の赤外画像が示すように、高輝度 の円形の雲塊の中心部に、眼を示す黒い円形の領域がは っきりと認められることがある。 $T_{BB}$ 分布図(第3図) でも中心部に相対的な高温域があり、 $T_{BB}$ の寒冷域の 中心を連ねてできる馬てい形の曲線が周囲を囲んでい る。この中心の相対的な高温域が眼である。眼が存在し ない場合でも、コールドバンドははっきりしたスパイラ ル線となるので、中心である曲率の焦点は明瞭に求ま る。

#### (4) 衰弱期

全体に暖化して雲システムの組織性がらすれ,赤外画 像(写真4)では雲列や雲バンドが切れ,わずかに湾曲 している様子が見えるが高温域が拡がって中心の推定を 難かしくしている。 *T<sub>BB</sub>*分布図(第4図)でも寒冷域 と高温域が交錯して曲線が切れ,コールドバンドの形成 ができず中心の推定が困難となる。

#### 3.精度

**T**<sub>BB</sub> 分布から推定する台風の 中心位置の誤差は, ① 解析技術, ②位置ずれ, ③台風の中心付近の高い雲によ る視差, ④台風の構造(気圧中心と雲中心の不一致) な どに起因すると考えられる。

#### (1) 解析技術

すでに述べたように、 $T_{BB}$ 分布から推定する台風の 中心は雲システムの中心であるから,発達期や最盛期に おけるように循環が強く、コールドバンドやスパイラル バンドあるいは眼が明瞭に存在する場合は、雲システム が $T_{BB}$ 分布に明確に反映するので中心位置は客観的に 容易に推定できるため、精度は高い。しかし、陸地への 接近・上陸による雲パターンの乱れや、衰弱期で $T_{BB}$ 分布に表現されるコールドバンドの把握が困難となると きには、誤差を生じやすい。また、速度を増して移動す る台風を適確に $T_{BB}$ 解析の領域内に把握できない場合 や、下層と上層の循環の中心が一致しなくなった後に、  $T_{BB}$ 分布で下層循環が明瞭でないため、上層循環の中 心を追跡した場合には誤差は大きくなる。

(2) 位置ずれ

地球画像を撮像するために必要な軌道・姿勢情報の予 測値と実測値との間に差があると画像に位置ずれが起こ る。*T<sub>BB</sub>*分布では、この位置ずれを修正して緯経度1 画素(赤外要素)以内にとどめているので、特別な場合 を除き影響はない。

## (3) 台風の中心付近の高い雲による視差

 $T_{BB}$  分布は、衛星が雲あるいは地表面から受けた放 射をそのまま地表面に投影して作られる。したがって、 高い雲を示す低温域の位置は地球上の正しい位置を示し ていない。台風の雲の高さが  $15 \text{ km} \sim 17 \text{ km}$  の場合、 中緯度帯では 10 km 前後の位置ずれを生じる。(原 田, 1979)

(4) 気圧の中心は,飛行機観測によると, wall cloud の内壁の縁にあることが多い。この場合,眼の半径程度 の差が生じる。

#### 4. 1981年の観測結果

1981年の臨時観測は、4、5、8、10、13、15、18、22、 24、26号の10台風について実施した。

第5図は, T<sub>BB</sub> による中心位置と,本庁決定の中心 位置との比較で, ずれの大きさを示している。ずれの大 きさは,本庁の決定位置からの距離(度)で示してい る。比較に使用した本庁の決定位置は,公式の台風経路 図の位置ではなく観測時の位置である。また,枠内の数 字は観測数である。なお,26号については位置ずれ補正

- 12 -



**Photo 1** IR image at 00Z 12 OCT 1978. The area of  $T_{BB}$  printout shown by white square and so forth.



Fig. 1  $T_{BB}$  chart corresponding to Photo 1

METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER TECHNICAL NOTE No. 6. SEPTEMBER 1982



Photo 2 IR image at 09Z 12 OCT 1978.

531 - 36 - 36 --47 60 -51 -50 -49 -48 -48 -47 -45 44 -42 -37 -39 -52 -50 -44 34 -28 • 35 -51 -37 -37 37 -27 -52 -.... 38 - 37 71 -42 -47 73 -70 62 -55 80 547 -37 -39 - 35 .8 -59 -64 80 73 - 70 555 -71 -70 .... 73 -74 .50 70 559 -37 70 10 371 .... -53 -52 -12 -80 -80 13 .71 -71 +73 -73 -71 -71 -71 64 575 -41 82 -82 -71 -71 -71 64 10 66 -71 579 5 71 -71 •63 .70 -67 -62 -58 -67 -55 -55 -56 -57 -58 -57 -62 -64 -66 -67 -67 -67 -66 -68 -67 -70 -68 -67 -73 -73 -68 -67 -66 -62 -57 -55 •∙

Fig. 2  $T_{BB}$  chart corresponding to Photo 2.



Photo 3 IR image at 03Z 13 OCT 1978.

- 26 - 26 - 20 -57 -58 -55 -50 -62 55 -51 -53 -57 58 -59 -15 ... -41 -41 (37 -3 - 6 2 22 -21 -27 41 -48 -51 -49 -53 -• 39 -62 -53 45 --67 - 57 -32 -32 -4 527 -60 45 . 57 - 5 5 531 .48 48 ... -62 -59 -60 -60 -62 56 45 -50 -60 -63 56 - 55 -51 -44 -49 -60 -60 -59 -51 -57 -59 -51 -35 -56 -51 -44 -52 543 -60 -62 -62 -58 -58 -57 -56 -58 -58 -55 -55 -51 -51 -53 -59 -5 -63 -62 -60 -60 -63 -60 -60 -56 -56 -57 -58 -37 -36 -36 -53 -52 -56 -60 -63 -63 547 -56 -60 -62 -63 ·62 -62 -63 -64 -63 -63 -62 -62 -62 -66 59 -55 -57 -57 -55 -55 -56 -53 -52 -57 -57 -50 -50 -50 ..... -37 -56 -59 -60 551 -51 -58 -57 -66 -66 -64 -64 -62 -60 -62 -63 -63 -63 -62 -63 -62 -63 -62 -60 -50 -59 -53 -48 -48 -46 -46 -50 -52 -47 -39

Fig. 3  $T_{BB}$  chart corresponding to Photo 3.

METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER TECHNICAL NOTE No. 6. SEPTEMBER 1982



Photo 4 IR image at 03Z 14 OCT 1978



Fig. 4  $T_{BB}$  chart corresponding to Photo 4.



Fig. 5 Distribution of Typhoon center based on T<sub>BB</sub> data relative to JMA observation. The following symbols indicates the caces of each Typhoon.
#: T8104 ●: T8105 ※: T8108 ©: T8115 ○: T8122 △: T8124

を施さなかったので比較から除いた。

9個の台風の 187 観測例のうち,22%は両者の緯経度 差が0.1度であり,42%は0.2度以内であった。

0.5 度以上の大きなずれが 12%あったが、その原因は 次の場合であった。

(1) 4, 5, 8, 10, 13号の各台風は, 臨時観測時には 既に衰弱過程にあり, そのうえ陸地に接近または上陸し て雲パターンが乱れ,  $T_{BB}$ 分布ではコールドバンドが 存在しないか, あるいは存在しても明瞭でなく,客観 的な中心推定が困難な場合が多かった。ずれは, 4号 ( $\sharp$ ),5号( $\oplus$ ),8号( $\bigotimes$ )で大きく,不明の場合が 13%あった。

(2) 15号は 南海上から 伊豆諸島を 通過する 頃には既 に 雲バターンの 乱れが見られ, さらに 房総半島に上陸 後,移動速度が増加したため,  $T_{BB}$  解析領域の出力が 適確でなく,台風の中心付近でなかった。このための誤 差は南側のずれ( $\odot$ ) となった。なお,北東象限の大き なずれは( $\odot$ ) 北海道へ再上陸後のものである。

(3) 22号が奄美大島の東海上を北東進した時に, *T<sub>BB</sub>* 分布では中心を南と北に2個所解析したが,それまでの 連続性から南側の中心を推定位置とした。しかし,本庁 の決定位置は北側であったため南東へずれた(〇)。

このパターンは10月1日00Zから05Zまだ続いたが、代 表例として03Zの  $T_{BB}$ 分布図を 6図に示す。×は太 い実線の 矢で示した コールドバンドから 推定される中 心、■は太い破線の矢で示したコールドバンドから推定 される中心である。写真5はこの時の赤外画像である。 参考として解析した可視画像のアルベド分布から推定さ れる中心は、第7図の×で示すように本庁の決定位置に 近い。図中の、●、■は  $T_{BB}$ 解析、〓は画像(可視) 解析、△は本庁の、それぞれの中心位置である。この時 の可視画像を写真6に示す。

(4) 南西象限のずれ ( $\Delta$ ) は下層循環が不明のため生 じた。すなわち、24号が四国の南海上にあった時、下層 と上層の循環の中心が一致しなくなり、 $T_{BB}$ 分布でも 下層循環の中心は不明であった。このため、ひき続き上 層の循環を中心位置としたが、後に下層循環の中心に位 置を修正したため、結果として南西へずれた( $\Delta$ )。 可視画像(写真7)では、高輝度濃密雲の西側の大きな すき間に見られる細い雲列が下層循環を示唆するが、赤 外画像(写真8)、 $T_{BB}$ 分布図(第8図)では共に確認 できない。図中の靏印は修正位置である。 METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER TECHNICAL NOTE No. 6. SEPTEMBER 1982



Photo 5 IR image at 03Z 1 OCT 1981

-51 -52 -58 -62 -57 -50 -58 -64 -67 -68 -70 -73 -66 - 3 3 43 . 6 7 21.90N 51 -50 -55 -60 -66 -66 41 -45 - 51 -66 -50 -56 -51 -48 -52 -63 51 51 -55 -54 - 59 47 -46 -45 - 5 9 28.40N -11 ..... -57 -11 -54 52 -50 -57 50 - 4 2 . 5 5 - 54 27 90N -52 -54 -58 -52 -52 -57 -54 -58 -54 -52 55 -57 -52 -52 57 - 56 6.2 -62 ... . 5 4 27.40 -62 -63 -62 -66 -66 -63 755 -63 -63 -63 -62 -63 -60 - 56 - 56 ..... -55 - 55 6.2 62 -62 -4 - 55 -51 62 36 -36 -55 -54 -58 -52 -56 -59 -51 26.90N -59 -57 -54 -52 -50 -59 -58 -58 -58 -60 -62 -62 -62 -52 -62 - 57 -58 -55 -56 -58 -60 -58 -55 8 -58 - 56 -57 -58 -57 -58 -57 -55 -56 -63 -64 •62 -58 -60 -58 -52 -55 -58 -58 -56 -55 -55 -54 -57 -54 -62 -60 -59 -55 -55 -58 -60 -60 -55 -55 -56 -55 -67 -64 -62 63 -62 -62 -54 -55 -57 -60 -57 -54 -54 -55 -56 -55 NAKAMUBA. • GMS OBSERVATION TBE VALUE T8122 ELSIE 1981 10 1 2142(2) PAGE 2-

**Fig. 6**  $T_{BB}$  chart corresponding to Photo 5  $\times$ : center position by cold band showed with full arrow line **\blacksquare**: center position by cold band showed with broken arrow line 気象衛星センター 技術報告 第6号 1982年9月



Photo 6 The same as Photo 5 but for Vis image.

64 74 66 64 72 50 50 62 64 66 66 (70 70 70 70) 64 64 66 66 5. 61 64 66 64 28.90N 66 61 66 61 61 61 61 51 51 72 61 55 55 61 61 64 61 61 61 61 55 61 61 58 61 63 66 61 61 61 61 61 63 28,40N 51 55 61 57 61 46 50 46 53 57) 53 53 61 (57 57, 61 61 61 / 27.90N 50 .... - 51 57 51 57 50 61 63 57 57 57 61 63 63 63 61 63 63 41 45 50 55 55 57 55 63 63 63 63 65 6 52 55 55 \$2 37 57 65 63 63 63 27 40N 57 57 63 63 37 37 34 54 57 57 57 54 57 50 54 52 52 54 26.90N 60 62 65 62 65 65 60 65 65 62 65 65 65 68 64 68 64 75 65 68 64 64 64 64 64 66 68 68 64 64 68 URAN CONSTRUCTION ALBEDO VALUE TA122 64 68 64 60 60 26,40N 62 64 60 60 54 NACAMURASSANTION ALBEDO VALUE TB122 ELSIE 1981 10 1 2142(Z) PAGE 2- 2 -

Fig. 7 Albedo chart corresponding to Photo 6. The following symbols are Typhoon center by each analysis.

× : Albedo,  $\bullet \bullet \blacksquare$  :  $T_{BB}$ ,  $\blacksquare$  : Image,  $\triangle$  : JMA



Photo 7 Vis image at 03Z 22 OCT 1981.



Photo 8 The same as Photo 7 but for IR image.





#### 5. むすび

推定中心位置の精度を向上させるためには、①雲バタ ーンの乱れ、②台風の速い移動、③下層循環の解明に対 処しなければならない。このためには既に画像処理コン ソールを利用した画像処理技術の開発(中村、杉本: 1981)が行なわれているので、今後に期待している。

#### References

- 門脇俊一郎,1976:北太平洋西部における台風観測,気 象研究ノート,129号,137-187.
- 中村健次,杉本清秋,1981:静止気象衛星の赤外・可視 データを編集・表示するシステムの開発,気象衛星セ ンター技術報告,第4号,141-154.
- 原田知幸,1979: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.