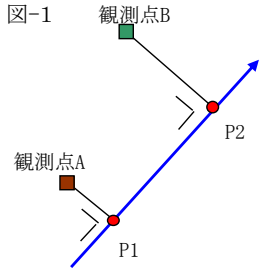


2 地点の最低気圧観測時刻と風向変化から割り出す台風的位置

神奈川県 梶原 和利

1) はじめに 台風を中心位置は衛星画像、レーダー画像他色々な手法で正確に求められているが、気象庁HPなどから容易に入手出来る気圧、風向のデータのみで簡易的に中心位置を割り出すことが出来ないか考えてみた。



2) 台風の進行方向と二つの観測点（气象台等）から分かること

台風が図-1のように観測点A、Bの近くを矢印のように通過したとし、その時

- ① 台風は速度(速さ、方向)は少なくとも観測点A、B付近を通過する間は一定である。
- ② 観測点で最低気圧を観測した時刻に台風は観測点に最も接近している。

とする条件を付けると、各観測点が最低気圧を観測した時刻の台風的位置は各観測点と進行方向とが直角に交わる P1、P2 となる。

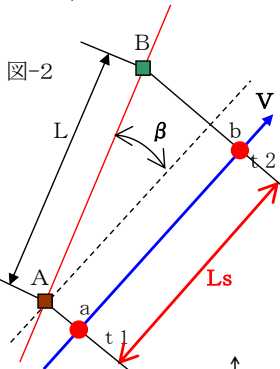


図-2に示すように台風の進行方位とA→B方向との方位差を β とすると

- ① A-B間の距離 L 及びA→B方向の真北に対する方位角は各々の緯度、経度からヒュベニの公式等を使い算出できる。
- ② A及びBの各点から台風の進行方向に直角に交わる点を a 及び b としその間の距離を L_s とすると L_s はA点で最低気圧を観測した時間 t_1 からB点で最低気圧を観測した時間 t_2 の間に台風が移動した距離となり以下のように算出できる。

$$L_s = L \times \cos(\beta) \quad \text{式1}$$

- ③ 台風は速度 V は移動距離 L_s とその間の時間 $(t_2 - t_1)$ から下記のように求めることができる。

$$V = L_s / (t_2 - t_1) \quad \text{式2}$$

3) 移動する物体と観測者間の距離

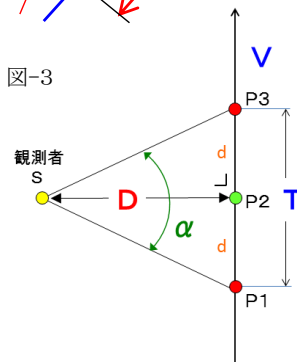


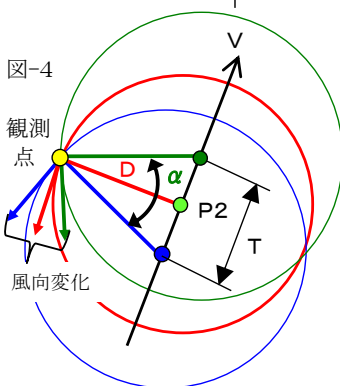
図-3のように観測者SからP2の方向に対して直角の方向にP1→P2→P3の方向に速さ V (km/h) で動く物体が T 時間かけてP1～P3を通過したとする。その時のP1、P2間、P2、P3間の距離は等しく d km とすると以下の関係が成り立つ

$$d = V \times T / 2$$

また観測者SとP2間の距離 D (km) は、Sから見たP1方向とP3方向間の角度を α とすると

$$\tan(\alpha/2) = d/D \quad D = d / \tan(\alpha/2)$$

$$D = V \times T / 2 \tan(\alpha/2) \quad \text{式3 となる}$$

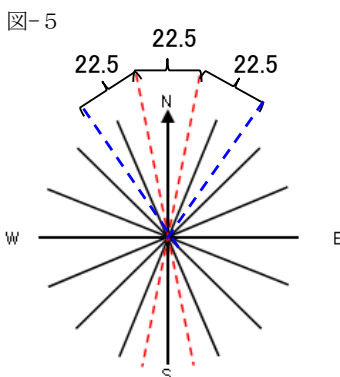


4) 台風の移動と風向変化

もし、台風中心も移動する物体のように中心の位置(P2等)、移動角(α)とその時間(T)を 観測点から目視等で観測出来、速さ(V)も算出できればP2までの距離Dは計算で求めることができる。

しかし残念ながら台風中心の観測点からの目視確認はできない。

そこで、目視以外で移動角(α)とその時間(T)を確認できる方法はないかと考えた場合、風向の変化とその時間帯が有力な候補としてあがる。

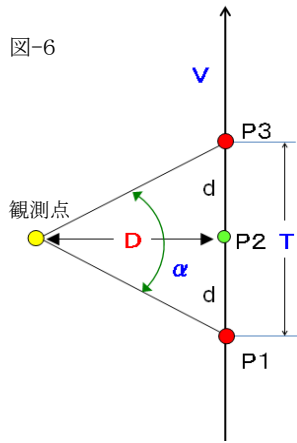


5) 風向の角度範囲

16方位風向で表される風向の1方位の角度範囲は $360/16 = 22.5$ (度) となる。

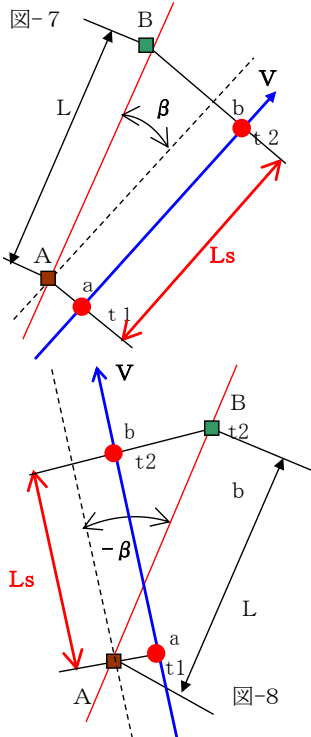
仮に風向が北北東から北、北北西と変わっていったとすると北北西の風と言っても風向は 22.5度 動いていることになる。

6) 観測点からみた台風の移動角度とその時間及び台風中心までの距離 2 / 2



風向の変化角度から風向の変化を表-1の各々について考察すると台風は以下のT時間にα度移動したと考えることができる。

| T:1時間 α:22.5度 | | | T:9時間 α:45度 | | | T:1.33時間 α:67.5度 | | |
|---------------|-------|-----|-------------|--------|-----|------------------|-------|-----|
| 時刻 | 気圧 | 風向 | 時刻 | 気圧 | 風向 | 時刻 | 気圧 | 風向 |
| 8:30 | 986.7 | 北東 | 9 | 1010.1 | 南東 | 11:00 | 988.3 | 北東 |
| 8:40 | 986.4 | 北東 | 10 | 1009.3 | 南東 | 11:10 | 987.8 | 北東 |
| 8:50 | 986.5 | 北東 | 11 | 1008.9 | 南南東 | 11:20 | 987.4 | 北北東 |
| 9:00 | 986 | 北北東 | 12 | 1008.1 | 南南東 | 11:30 | 987.2 | 北北東 |
| 9:10 | 985.9 | 北北東 | 13 | 1007.3 | 南南東 | 11:40 | 986.6 | 北北東 |
| 9:20 | 985.8 | 北北東 | 14 | 1006.5 | 南南東 | 11:50 | 986.5 | 北 |
| 9:30 | 985.9 | 北北東 | 15 | 1006.8 | 南 | 12:00 | 986.3 | 北 |
| 9:40 | 986.2 | 北北東 | 16 | 1006.7 | 南 | 12:10 | 986 | 北北西 |
| 9:50 | 986.2 | 北北東 | 17 | 1006.9 | 南 | 12:20 | 986 | 北北西 |
| 10:00 | 986 | 北北東 | 18 | 1007.5 | 南 | 12:30 | 986.1 | 北北西 |
| 10:10 | 986.5 | 北 | 19 | 1008.2 | 南 | 12:40 | 986 | 北北西 |
| 10:20 | 987.2 | 北 | 20 | 1009 | 南南西 | 12:50 | 986.3 | 北西 |
| 10:30 | 987.6 | 北 | 21 | 1009.7 | 南南西 | 13:00 | 986.4 | 北西 |



以上を纏めると図-7のように台風が移動している場合の各々の観測点から台風までの距離A-a、B-bは各々の最低気圧を観測した時間 t1、t2 観測点間の距離L及び各点の風向変化量と時間からβに対応した値として以下の式を使い求めることができる。

$$Ls = L \times \cos(\beta) \quad \text{式1}$$

$$V = Ls / (t2 - t1) \quad \text{式2}$$

$$A-a = V \times Ta / 2 \tan(\alpha a / 2) \quad \text{式3-1}$$

$$B-b = V \times Tb / 2 \tan(\alpha b / 2) \quad \text{式3-2}$$

さらに

$$(B-b) - (A-a) = Ls \times \tan(\beta) \quad \text{式4}$$

の関係があることが分かる

注：(A-a)、(B-b)はA→Bの方向に対して右方向の距離の時を正、左方向の距離の時を負の値として計算している。

7) 観測点からみた台風位置の割り出し

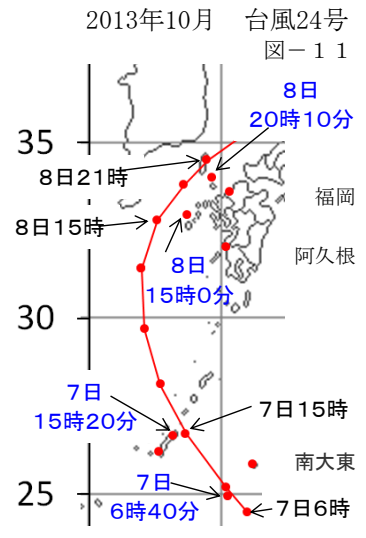
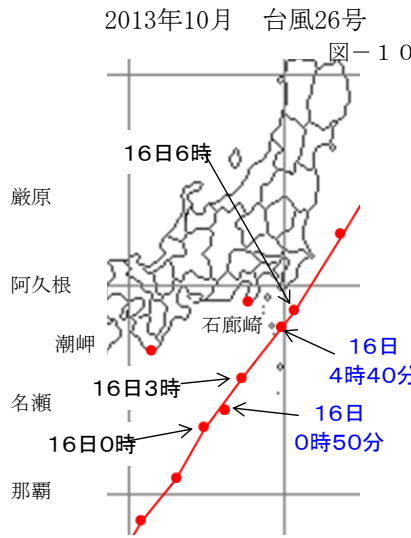
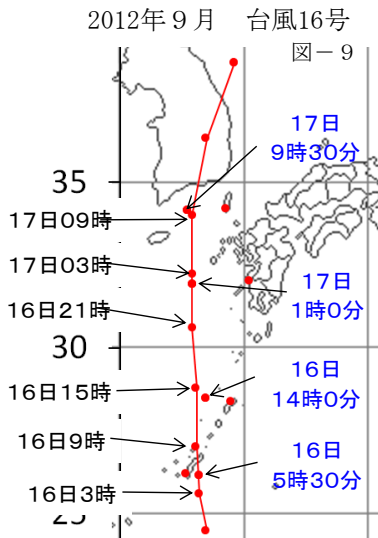
① 最低気圧観測時の観測点から台風中心までの距離

各々の観測点から台風までの距離をβの値を変化させて計算したとき、式4が成り立つときのβ値から式3で計算される値が求める距離となる。βはA→Bに対して右方向を正、左方向を負とする

② 最低気圧観測時の観測点から台風中心への方位

- ・図-7のようにAからBの方向にβを加えさらに90(度)を加えた値
- ・図-8のbのようにA→Bの方向に対して左側を通過する場合はさらに180(度)を加えた値となる。

以上の式、考えに基づき計算表(EXCEL)を作成し求めた結果と気象庁発表の位置例を図-9～11に示す。



8) まとめ

- ・直線的に進んでいる台風では気象庁の位置データと近い位置を計算できている。 図-9、10
- ・曲ったコースをとった台風や風向の変化に規則性が少ない場合は誤差が大きくなる。 図-11
- ・台風が通過していても風向変化が地形の影響等で台風位置に対応していないと思える場合もある。ウインドプロファイラによる上空の風観測値を使った位置割り出しを今後行ってみたいと考えています。