

楕円型気圧分布モデルに基づく海上風の推定

愛媛大学工学部 正員 山口正隆

愛媛大学工学部 正員 畑田佳男

愛媛大学大学院 学生員○前川浩章

1. はじめに：台風に伴う気圧分布はMyers式などの同心円分布によって比較的精度よく近似されるけれども、低気圧に伴う気圧分布は、発達した場合でも同心円分布で表現するには無理があるので、円を一般化した楕円で近似することが最低限必要であると考えられる。著者らはこうした考えのもとに、楕円型気圧分布を仮定した場合の低気圧属性の確率的発生モデルを構築したが、楕円型気圧分布およびこれから推定される表面風分布の妥当性については未検討の状態にある。そこで、本研究では楕円型気圧分布モデルの適用性を気圧および風観測結果との比較に基づいて考察する。

2. 楕円型気圧分布モデルおよび傾度風モデル：本研究で使用する楕円型気圧分布は次式で表される。

$$p = p_{\infty} - (p_{\infty} - p_c) \cdot \exp[-\{(x/a_1)^2 + (y/b_1)^2\}^{1/2}] \quad (1)$$

図-1に示すように、局所座標系 (x, y) と全体座標系 (X, Y) を導入すれば、低気圧属性は、中心位置 (x_c, y_c) 、中心気圧 p_c 、遠方場気圧（卓越高気圧） p_{∞} 、楕円長軸の全体座標系 (X, Y) に対する傾き θ 、正あるいは負側で異なる値をとりうる楕円長・短軸方向半径（低気圧半径） a_i 、 b_i ($i=1, 2$) の9つの量によって代表される。なお、式(1)は $a_1=b_1$ とした場合、 $\exp(-r_0/r)$ タイプのMyers式よりむしろ $\exp(-r/r_0)$ タイプの同心円分布に帰着する。気圧分布が与えられれば、傾度風速 G は

$$G = V_g / [(1/2) + \{(1/4 + V_g^2 / f^2 |R|)\}^{1/2}] \quad (2)$$

により表される。ここに、 V_g ：地衡風速、 $f (=2\omega \sin \phi)$ 、 $\omega = 7.29 \times 10^{-5} \text{ rad/s}$ 、 ϕ ：経度、 R ：等圧線の曲率半径、である。 R は楕円型気圧分布に対して解析的に与えられる。気圧場の移動に伴う風速は台風モデル法の場合にならって、

$$V = C \cdot \exp(-\pi F^{1/2}), \quad F = (x/a_1)^2 + (y/b_1)^2 \quad (3)$$

で表す。したがって、海上風速は変換係数を $C_1=C_2 (=0.6)$ として、

$$U = C_1 G + C_2 V \quad (4)$$

より得られる。また、等圧線に対する吹き込み角は台風モデル法で用いられる値 ($\alpha = 30^\circ$ もしくは緯度 ϕ により変化) とする。

3. 楕円型気圧分布の検討：図-2は5ケースの低気圧の等圧線分布から読みとった楕円長短軸方向無次元気圧値 $(p_{\infty} - p)/(p_{\infty} - p_c)$ と無次元距離 $(x/a_1, y/b_1)$ の関係を図示

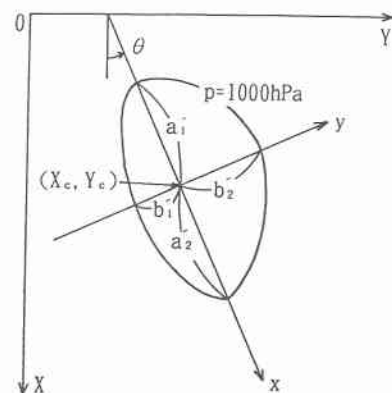


図-1

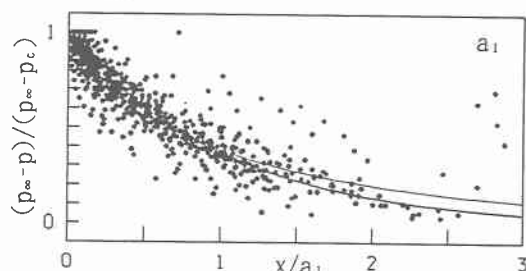


図-2

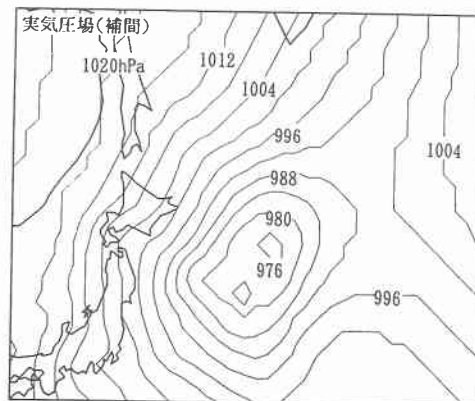
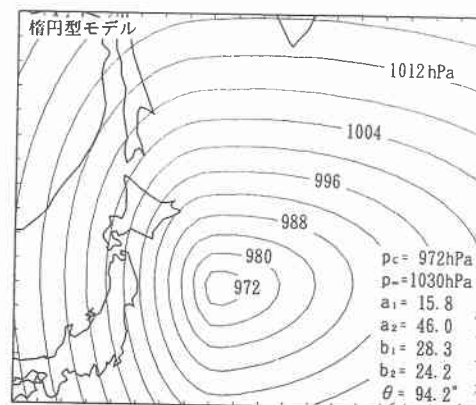


図-3

したものであり、図中の実線は指数関数 $\exp(-x/a_1)$ 、細線は最小2乗法により係数を決定した関数 $\exp\{-a(x/a_1)^n\}$ を表す。各資料は当然大きなばらつきを伴うけれども、その平均的挙動は指数関数で近似されており、その適合性は $\exp\{-a(x/a_1)^n\}$ と遜色ない($n \approx 1$)。したがって、低気圧内軸方向気圧分布は第一次近似的には指数関数で表され、低気圧半径によるscalingが可能であると考えられる。図-3は1987年2月2日～2月4日にかけての低気圧に伴う気圧分布(格子間隔80km)を気圧場解析と楕円型気圧分布モデルに基づいて示したものであり、前者は不規則に分布する気圧値に対する加重1次補間法の適用から得られている。この領域における気圧入力点の数が少ないため、気圧場解析による等圧線形状は天気図の等圧線場に比べてかなりひずんでおり、その結果、等圧線の傾きがやや急になっているけれど、低気圧周辺領域(日本付近)では両者は比較的良好に符合している。図-4はこの時点における海上風分布の推定結果を示したものである。左図はECMWF(中規模範囲気象予報ヨーロッパセンター)による表面風の解析結果、右図は楕円型気圧分布に対する傾度風モデルの適用から得られた結果を表す。ECMWF風分布パターンは低気圧中心より離れた遠方場では上記の理由により、また、中心気圧では2つの低気圧中心が存在するため、傾度風分布パターンと異なるけれども、中心付近より少し離れた領域では類似した風分布パターンが得られていることから、低気圧の影響が卓越する領域での海上風はある程度本研究のモデルで再現可能と推測される。図-5は対象期間中に日本海ブイ(B21002)で得られた海上風時系列の観測結果をECMWF風および本研究のモデルによる結果と比較したものである。本研究で対象とする低気圧の場合、仙台沖ブイ(B21001)で得られた観測結果と比較する方が、その移動経路からみてより適切であると考えられるけれども、この時点では欠測となっていた。図によると、本モデルは観測風の経時変化を定性的に再現するけれども、モデル風速の前提は観測風速の最大値よりかなり低い。これは本来高い推定精度をもつはずのECMWF風についても同様であり、モデル風はむしろECMWF風に近い。一方、風向に対する対応は十分でなく、系統的なへだたりがみられる。以上の結果は低気圧中心からかなり離れた地点(楕円型気圧分布の仮定からずれる地点)における観測結果との比較より得られたものであることに留意する必要がある。

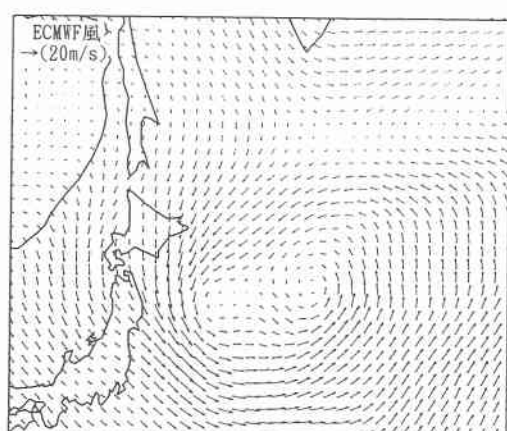
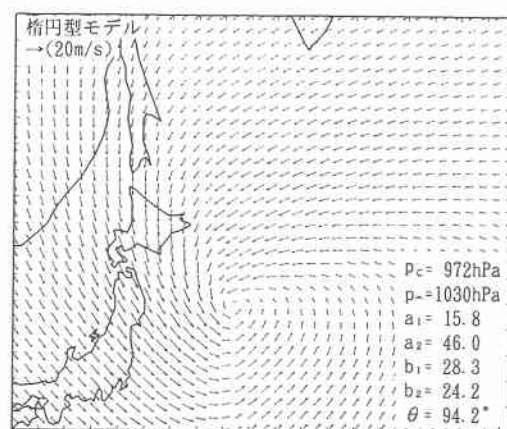


図-4

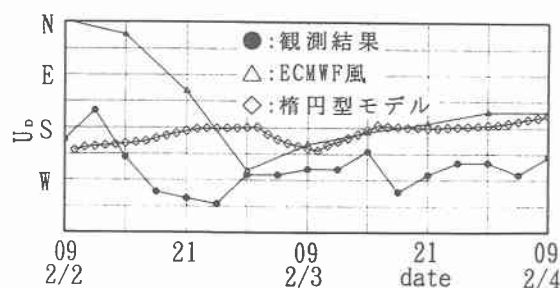
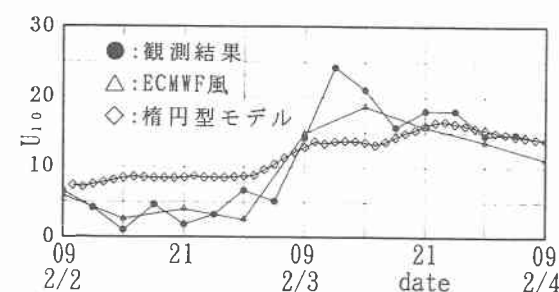


図-5

4. まとめ: 本研究では、低気圧に対する楕円型気圧分布モデルおよび傾度風モデルの適用可能性を検討したが、解析ケースが少ないために、モデルの妥当性を検証するに至らなかった。今後、多様な条件下での多数の比較例に基づいて、検討を進める予定である。