

15 台風中心部の強風メカニズムに関する基礎研究 (2004 年台風第 17 号 その 2)

新垣英世・神谷吉隆・新垣和則・久保直紀 (石垣島地方気象台)

1 はじめに

台風中心部の構造の調査から、地上へ突風をもたらす要因について、新たな知見が得られた。

事例は、昨年度と同様、2004 年台風第 17 号 (T0417) のアイウォール付近の詳細な調査から、インナーコアにおける眼の多角形構造とメソ渦の存在を確認することができた。また、地上における瞬間風速の周期変動を解析することで、眼の多角形構造の変化に見られる特徴が、地上の風速変動に現れることがわかった。

大気境界層におけるロール循環についても、瞬間風速の変動として解析することができた。

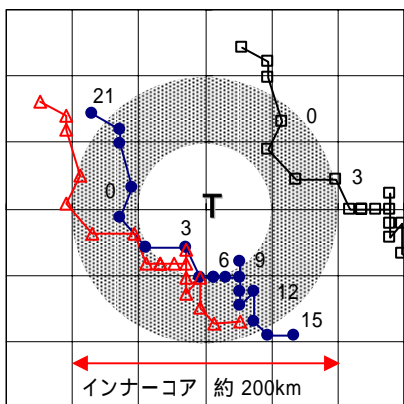
これらの調査から、地上へ突風をもたらす要因として、眼の多角形構造に現れるメソ渦の存在や、大気境界層におけるロール循環の存在を挙げることができる。なお、本調査は昨年度に引き続き、地方共同研究の一環として行ったものである。

2 調査資料

調査は、主に衛星雲画像、石垣島レーダー画像 (エコー強度) 石垣島地方気象台・石垣空港出張所・西表島特別地域気象観測所・宮古島地方気象台の地上気象観測データ (風向風速・気温・海面気圧) 等の資料を用いた。

3 台風進路による観測地点の位置

第 1 図は、8 月 23 日 21 時から 24 日 15 時までの観測地点 (石垣島・西表島・宮古島) の位置を、台風を中心を固定して時系列に図示したものであ



第 1 図 23 日 21 時から 24 日 15 時までの台風中心 (T) に相対な石垣島 (), 西表島 (), 宮古島 () の位置。陰影はレーダーエコーを重ねて模式的に描いた EW 周辺の強雨域。数字は時刻。1 格子 50km。

る。また、この期間のアイウォール (以後 EW と記す) 付近のおおよその強雨域を重ねて、陰影で図示した。この領域は、おおむね眼の壁雲に対応する。

眼の直径は、約 100 ~ 130km、EW の幅は約 50km で、眼と壁雲の領域にあたるインナーコアは、直径約 200km であった。

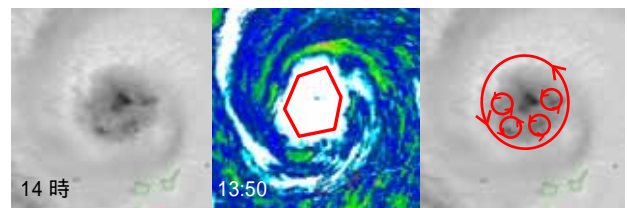
石垣島と西表島の観測地点は、インナーコアの北西象限から南西象限を通り、南東象限を通過した。宮古島は、北東象限を通過した。

最接近時の台風は、石垣島と多良間島の間をゆっくり西北西に進み、石垣島は、24 日 1 時頃に台風の眼に入った。石垣島は、その後約 8 時間、台風の眼と EW 付近にあった。

4 衛星雲画像及びレーダー画像による解析

台風が石垣島の北西海上にある 24 日 13 時 50 分のレーダー画像では、EW はほぼ六角形をしていた。14 時の可視画像では、台風中心以外にも六角形の頂点にあたる 4 個の暗部 (小さな暗い部分、雲のない部分) が確認できる (第 2 図)。

海上では、地形の影響を受けないので、これら暗部の成因は、眼の大きな渦回転よりさらに小さな渦の存在が原因として考えられる。また、この暗部は、EW の多角形構造と対応が良いことから、台風中心部におけるメソスケールの渦 (以後メソ渦と略す) の存在を示唆している。第 2 図の右側には、そのメソ渦の回転を模式的に示した。



第 2 図 T0417 で観測されたメソ渦と眼の多角形構造の比較図。左から 24 日 14 時の可視画像、13 時 50 分のレーダー画像 (形状を示す 6 角形を付加)、メソ渦の模式図。

次に、EW の多角形構造の変化の特徴を、台風の接近時・通過時・離反時の 3 つのステージに分けて示す。

(1) ステージ : 接近時

台風は、石垣島の南東約 150km の海上を北西に進む (第 3 図-ア)。台風の移動速度は遅く、

EWの形状は五角形であった。五角形構造は、反時計回りに回転しており、一周にかかった時間は、約200分であった。眼の直径は、約130kmで3ステージ中最も大きい。

(2) ステージ：通過時

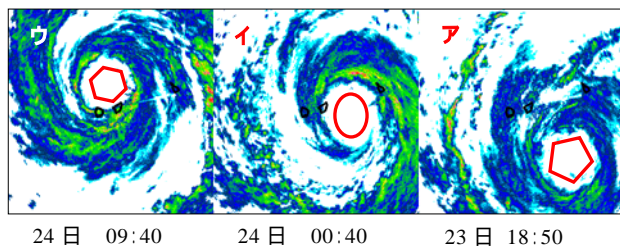
台風を中心は、石垣島の東南東約60km(第3図-イ)を西北西に進み、伊原間付近を通過した。台風の移動速度は、かなりゆっくりで、EWの形状は楕円形に変わった。眼の直径はやや小さくなり(短径で約110km)、楕円構造の回転速度は、一周約260分であった。また、EWが陸地(宮古島及び石垣島)にかかると同時に、EW付近のエコー強度が急激に強まるなどの特徴が見られた。

(3) ステージ：離反時

台風を中心は、石垣島の北西約60kmを北西に進み、石垣島から遠ざかりつつある(第3図-ウ)。

台風の移動速度は次第に速くなり、EWの形状は六角形に変わった。眼の直径は約100kmで、六角形構造の回転速度は一周約190分と速くなった。

石垣島では、南側のEWが接した24日9時36分に最大瞬間風速を観測した。この最大瞬間風速の観測は、六角形の頂点の通過時に一致している。



第3図 レーダー画像で見るステージごとのEWの構造(多角形状を付加)。←記号は、時間軸方向。

5 インナーコアの解析

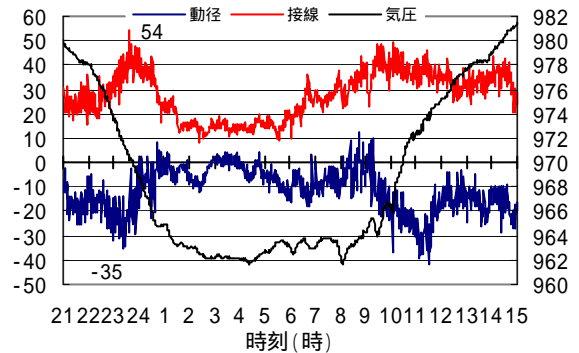
石垣島・西表島・宮古島が、インナーコアを通過した期間の地上気象観測データについて、その特徴を調べた。風速は、台風の移動速度を除いて台風中心を軸に接線成分・動径成分に分けた接線風速・動径風速を求めた。この場合、負の動径風速は、台風中心に向かう風、正の動径風速は、中心から外向きに向かう風を表す。また、正の接線風速は、反時計回りの風を表す。

(1) 接線風速と動径風速

石垣島の風速は、23日23時頃から急速に強まり、接線風速は、23時38分に極大(54m/s)となった。この時、石垣島は台風中心から約65kmの距離に位置する。動径風速は、その16分前に極大(-35m/s)となっている(第4図)。接線風速が極大となる外側近傍に、動径風速の極大があり、距離にして約6kmのずれがみられた。EW付近から次第

に遠ざかる、24日9時以降にも同じ傾向が見られるが、明瞭ではない。

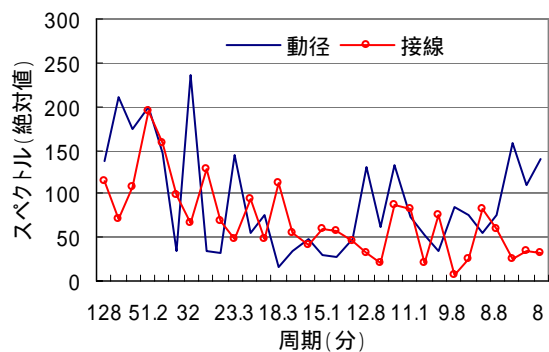
また、石垣島が眼に入った24日1時頃から、動径風速は内向きから外向きに転じる。その後、9時頃までEW付近を通り、眼の中では弱い外向きの風、EWの外側では内向きの風が吹いている。



第4図 台風の移動速度を除いた、石垣島の動径及び接線風速と海面気圧の時系列(23日21時から24日15時)。左軸は風速(m/s)、右軸は気圧(hPa)。

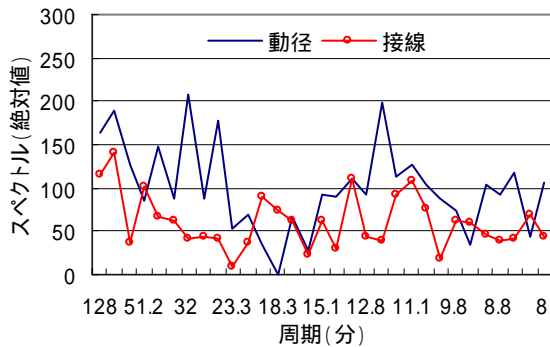
(2) 接近時のスペクトル解析

それぞれの成分の風速偏差(1分毎の瞬間風速と前1時間の平均風速の差)を求め、FFTを用いてスペクトル解析を行った。第5図は、石垣島がインナーコア北西象限を通る23日22時00分から24日2時15分にかけての接線及び動径風速偏差の周期スペクトルである。この間のEWの形状は、五角形であった。接線成分は、51分に顕著なピークが現れた。一方、動径成分は、32分の周期が最も卓越しているが、近傍の51分と23分にもピークが現れている。



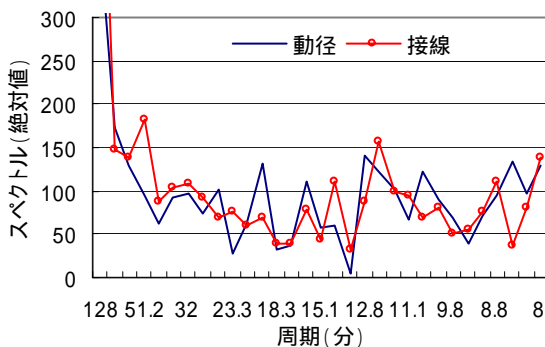
第5図 石垣島の台風の移動速度を除いた接線・動径風速偏差の周期スペクトル(23日22時00分から2時15分)

西表島では、南西象限を通った24日0時30分から3時00分にかけての動径及び接線風速偏差の周期スペクトルを求めた(第6図)。EWは、楕円形状であった。動径成分は、石垣島と同様に32分にピークが顕著に現れている。接線成分の顕著なピークは見られない。



第 6 図 西表島の台風の移動速度を除いた接線・動径風速偏差の周期スペクトル(24日0時00分から4時15分)

宮古島では、北東象限を通った24日0時00分から3時00分にかけての風速偏差の周期スペクトルを求めた(第7図)。ここでも、接線成分の51分周期にピークが現れている。動径成分では、20分にピークがあるが、顕著ではない。



第 7 図 宮古島の台風の移動速度を除いた、接線・動径風速偏差の周期スペクトル(24日0時00分から3時00分)

EWの多角形構造の回転による風速変動の卓越周期が、主に接線成分に現れると考えるなら、石垣島では、頂点の通過時間に対応する一周200分の5分の1の約40分である。EWが石垣島を通過する時間帯は、楕円形に変わり回転速度が遅くなったため、卓越周期は40分よりさらに長くなると考えられる。仮に、通過時の一周260分の5分の1とするなら、約52分となり、石垣島で顕著な周期51分にほぼ一致する。また、宮古島でも51分の周期が卓越している。

動径成分では、石垣島・西表島共に32分の卓越周期が現れている。大気境界層におけるロール循環は、動径方向の循環であり、ほぼ、この周期を捉えたものと考えられる。

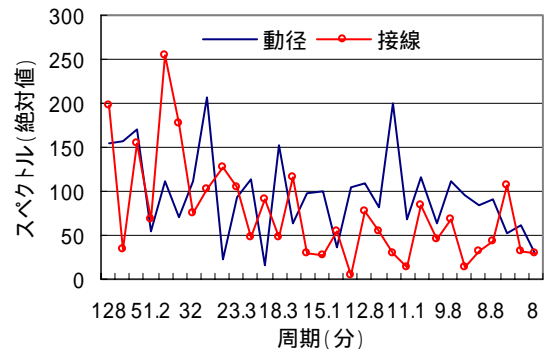
(3) 離反時のスペクトル解析

石垣島が台風の南東象限を通過した、24日8時00分から11時00分までの風速偏差の周期スペクトルを求めた(第8図)。EWの形状は六角形であ

った。接線成分は、42分にピークが顕著に現れている。EWの多角形構造が原因となる周期変動は、一周190分の6分の1の約32分に相当する。

観測された卓越周期は、EWの楕円形状が六角形に変化する期間にあっており、回転速度も速まっている事から、32分より長い周期となったと考えられる。

動径成分は、28分のピークが顕著に現れており、接近時の32分に比べて、やや速くなっている。



第 8 図 石垣島の台風の移動速度を除いた接線・動径風速偏差の周期スペクトル(24日8時00分から11時00分)

6 まとめ

この事例では、レーダー画像でEWの多角形構造を比較的容易に解析することができた。また、約200分の長い間、その形状が維持されることを確認できた。衛星可視画像では、多角形の頂点に、暗部が対応している。これらのことは、眼の多角形形状が偶然に発生したものではなく、眼の中の小さな渦が多角形の頂点を形成していることを示しており、構造的にも台風中心部のメソ渦の存在を示唆している。

また、EWの形状は、台風の移動速度が遅いほど多角形構造がはっきりと現れる。特に、台風中心が海上にある時に顕著である。

風速偏差のスペクトル解析においては、接線成分で、約40から50分の卓越周期が現れており、多角形構造を要因とする風速変動が捉えられた。動径成分では、接近時には32分周期が卓越していたが、通過後は、眼の直径が小さくなり、多角形構造の回転が速くなると同時に、卓越周期が小さくなる特徴があらわれた。このことは、ロール循環の規模が、眼の大きさや回転の速さに関係している可能性があることを示している。

他にも、島などの粗度が大きくなる陸地にEWが接すると、回転速度が遅くなり、眼の壁雲が発達する傾向が見られた。