

ウィンドプロファイラが捉えた台風第0416号の風の場の変化

山下 順也*・石原 正仁**

要 旨

2004年8月29日から31日にかけて各地に大きな被害をもたらした台風第0416号に伴う上空の風の場を、局地的気象監視システム(WINDAS)を構成する各地のウィンドプロファイラが観測した。各ウィンドプロファイラで観測されたデータによって、九州では直立していた台風の中心付近の回転軸が緯度の増加とともに進行方向前方に傾斜し、さらに北海道では中緯度トラフとの結びつきが強まるといった、温帯低気圧化にともなう中心付近の風の場の構造の変化を捉えることができた。

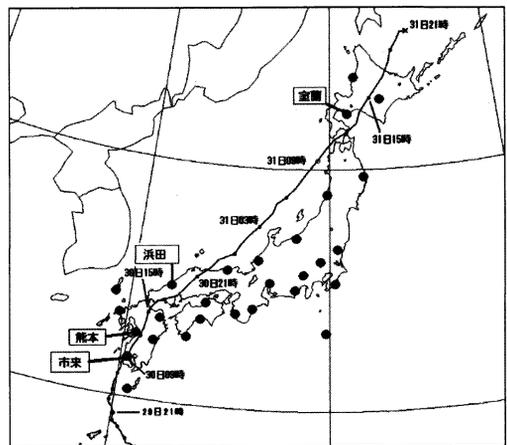
1. はじめに

台風が熱帯域から傾圧性の高い中緯度地域に進入すると、序々に温帯低気圧に変質していく。台風の進路や強度についての予報の精度を向上させる上で台風の温帯低気圧化は重要な課題のひとつであり、これまで数々の研究が行われてきた(村松, 1982; 上野, 2000; Jones *et al.*, 2003)。例えば、現行の気象庁の台風モデルでは台風ポーガスを作成するうえで台風の中心軸の傾斜については考慮されておらず、今後の検討課題である(上野, 2000)。気象庁が全国に展開しているウィンドプロファイラ観測網(局地気象監視システム: WINDAS)は時間的にも空間的にも高い密度の高層風観測を行っている。WINDASはわが国周辺で温帯低気圧へと変質する台風の構造を議論する上で、これまでになく有効な高層風データを提供することが期待される。

2004年8月19日に太平洋上の北緯13°東経160°に発生した台風第16号(台風第0416号)は、強い勢力を維持しながら、8月30日に鹿児島県に上陸した。その後、九州から中国地方を北東に進んで日本海に達し、さらに津軽海峡を通過して北海道を縦断し、各地に大きな

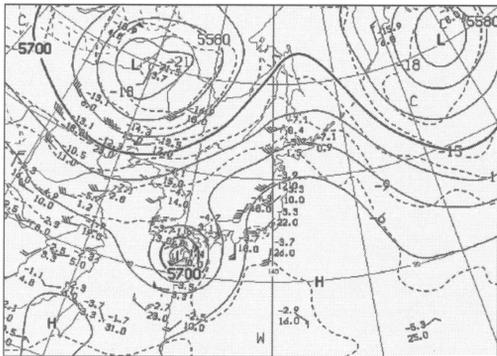
被害をもたらした(気象庁, 2004)。第1図は台風第0416号の経路図である。なお気象庁では、台風の中心を地上気圧がもっとも低い地点として解析している。

WINDASは31台のウィンドプロファイラで構成されており(加藤ほか, 2003; 石原ほか, 2004)、各ウィンドプロファイラは通年の平均では地上付近から高度5 kmまで、また条件の良いときには最高9 kmまでの風を、高度分解能300 mで10分ごとに測定している。台風第0416号の移動にとまない、その経路の近辺に位置

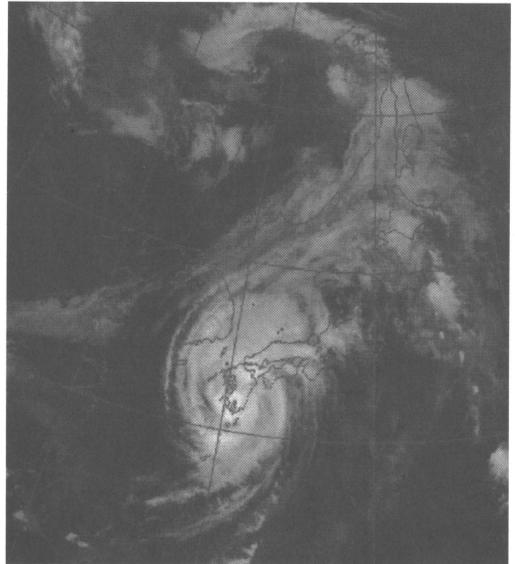


第1図 2004年の台風第0416号の8月29～31日の経路(速報値)。丸印はWINDASのウィンドプロファイラが設置されている地点。

* 気象庁観測部(現所属:横浜地方気象台)。
** 気象庁観測部(現所属:気象研究所)。
—2005年2月1日受領—
—2005年5月19日受理—



第2図 2004年8月30日9時の500 hPa 気象庁天気図。



第3図 2004年8月30日10時のGOES-9による赤外面像。

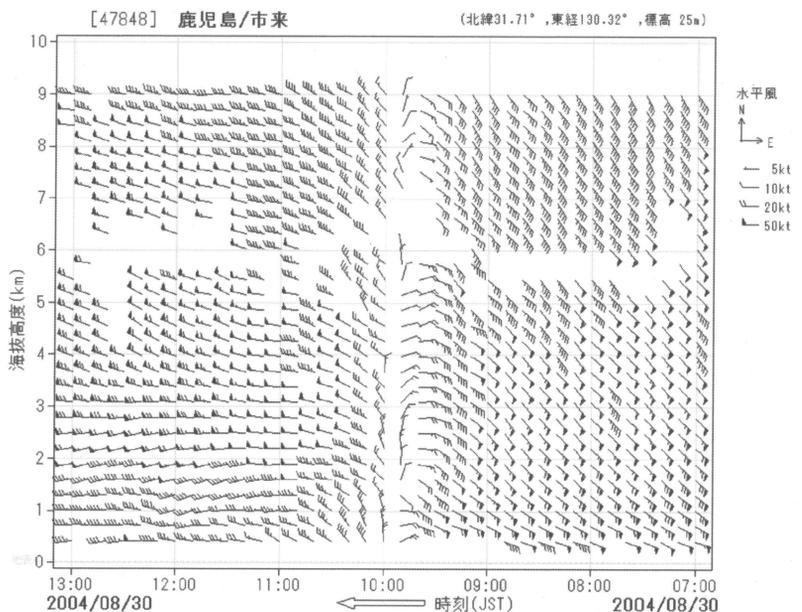
していたウィンドプロファイラが、この台風の中心付近の風を次々と測定した。これによって台風が九州から北海道へ移動する間に、台風の中心付近の風の場がどのように変化していったのかを見ることができたので報告する。

2. 鹿児島県市来町における観測

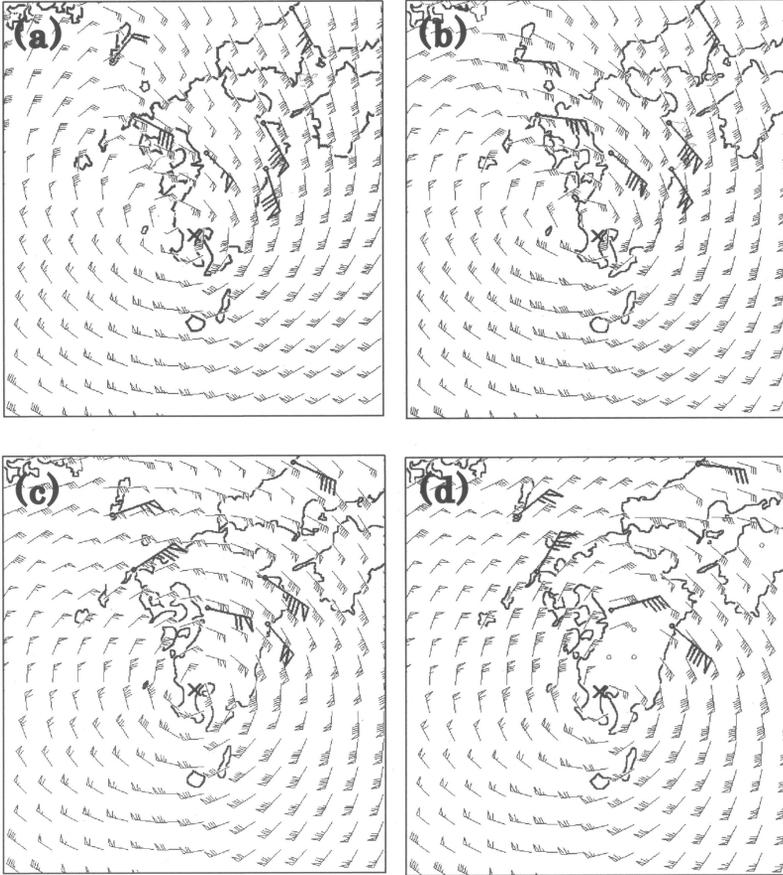
8月30日9時には、台風第0416号の中心位置は北緯31.5°、東経130.2°にあって、中心気圧は950 hPa、北に13 kt (時速24km) で進行していた。第2図は8月30日9時の500 hPa 天気図である。この図によると、台風は九州南部に解析されている。第3図は8月30日10時のGOES-9による赤外面像である。台風中心近傍には活発な積乱雲があり、台風はほぼ東西に線対称な形状をしている。

km で風速30 m/s に達する強風が観測されたが、9時50分頃にはすべての高度で風は弱まった。このとき台風中心付近の弱風域が市来観測局のごく近くを通過し

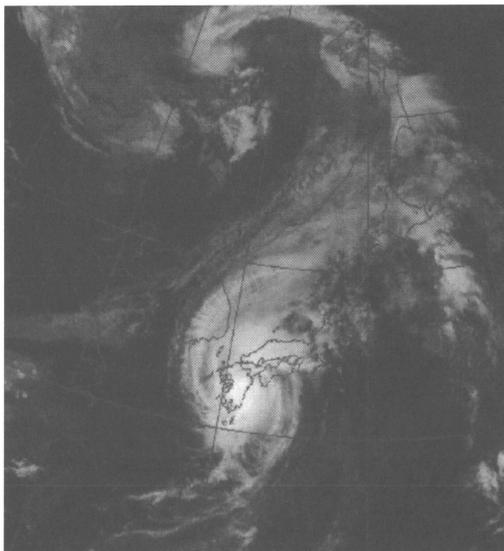
第4図は鹿児島県市来町のウィンドプロファイラで観測された高層風の時間高度断面図である。台風が中心がごく近くを通過した鹿児島県市来町では、8月30日9時から11時の間に、高度400 m から9 km までのすべての層で、風向がほぼ同時に南東から東、北、西へと反時計回りに変化した。9時20分には、高度1



第4図 台風第0416号の中心付近が通過した前後に、鹿児島県市来のウィンドプロファイラが観測した高層風の時間高度断面図 (2004年8月30日7時~13時)。1 kt は約0.5 m/s。



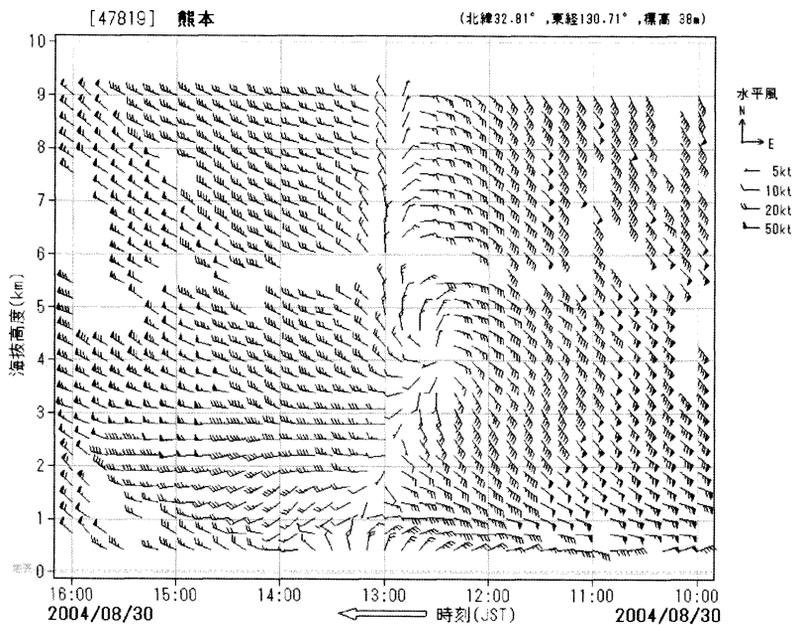
第5図 毎時風解析による2004年8月30日10時における風の等圧面解析図。大きい矢羽根は解析に使われたウィンドプロファイラによる観測値。単位はkt。(1ktは約0.5m/s)。気圧面が地形の海拔高度より低い部分は、矢羽根を描画せずに小さい○印で表示している。矢羽根と風速の対応は第4図と同じ。×印は925hPa面における台風の渦の中心位置を示す。(a) 500hPa面、(b) 700hPa面、(c) 850hPa面、(d) 925hPa面。



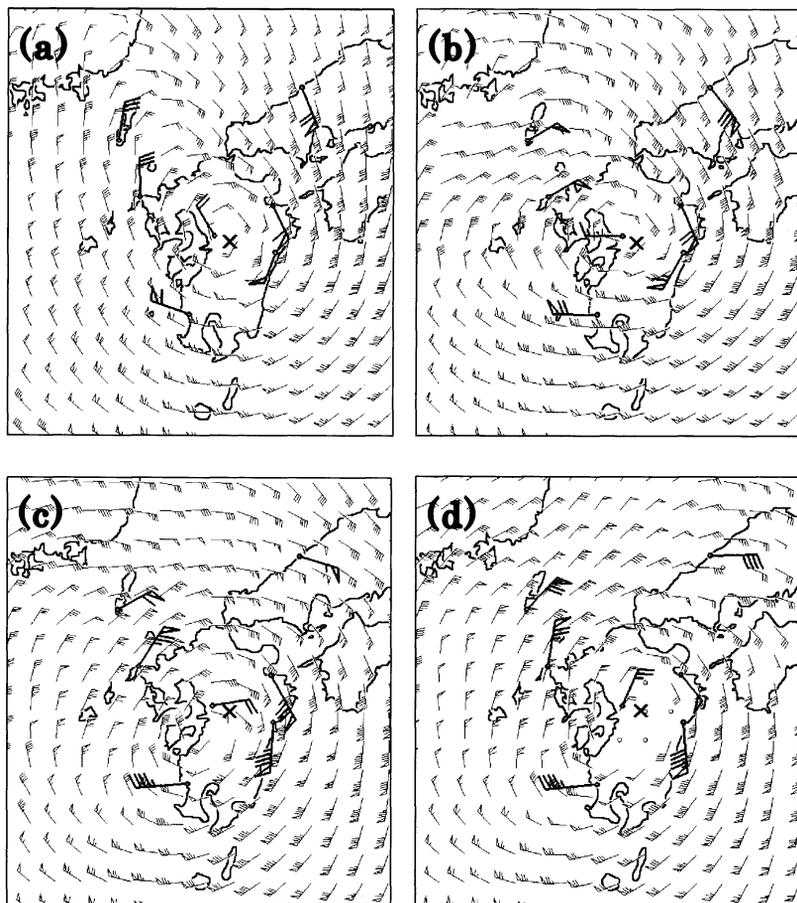
第6図 2004年8月30日13時のGOES-9による赤外面像。

ていたと考えられる。また、風向が反時計りに変化したことから、台風の渦の中心は市来の東側を通過したことがわかる。さらに、下層から上層までほぼ同時に風向が変化したことは、台風の渦の中心軸がほぼ直立していたことを示している。これは熱帯低気圧として台風が本来持っている性質である。

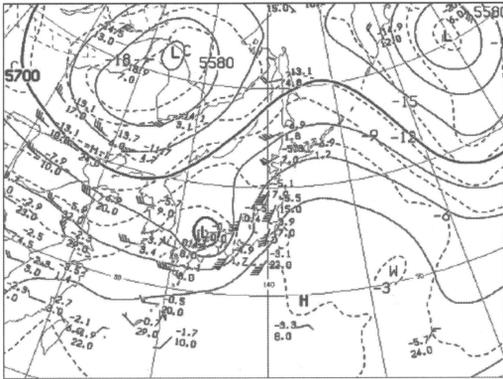
気象庁では、WINDASのウィンドプロファイラ、空港気象ドップラーレーダー、民間航空機などによる高層風データを実況値として取り込み、メソ数値予報モデルが出力する風の子報値を修正することにより、わが国周辺の高層風の面的分布をほぼリアルタイムで解析し、“毎時風解析”として各気象官署へ配信し、気象の実況監視に利用している(酒井, 2001)。第5図は8月30日10時の毎時風解析による風の等圧面解析図である。これによっても、台風の渦の中心位置は925 hPa面から500 hPaまでの各高度面においてほぼ同地点に位置していることがわかる。



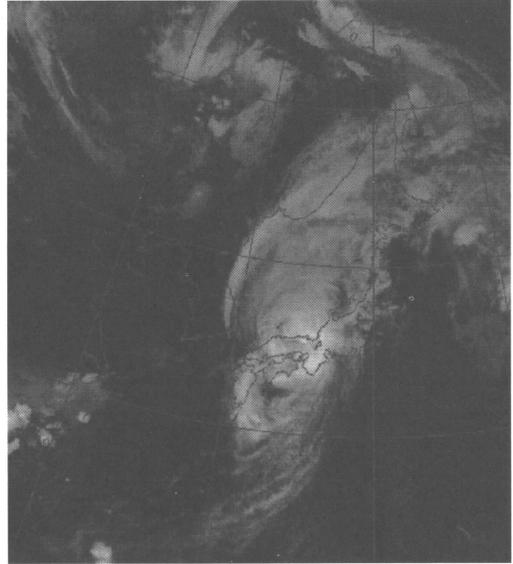
第7図 熊本における高層風の時間高度断面図 (2004年8月30日10時~16時).



第8図 毎時風解析による2004年8月30日13時における風の等圧面解析図. (a)500 hPa面, (b)700hPa面, (c)850hPa面, (d)925 hPa面.



第9図 2004年8月30日21時の500 hPa 気象庁天気図.



第10図 2004年8月30日21時のGOES-9による赤外画像.

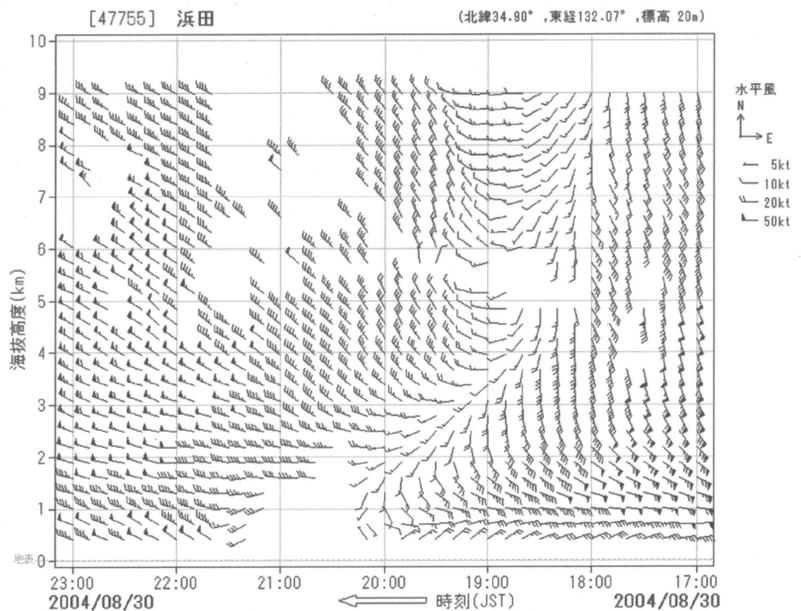
3. 熊本市における観測

8月30日12時には、台風第0416号の中心は北緯32.5°、東経130.5°にあつて、中心気圧は955 hPaで、北北東に17 kt (時速31 km) で進行していた。第6図は8月30日13時の衛星赤外画像であるが、10時の時点とくらべて大きな変化は見られない。

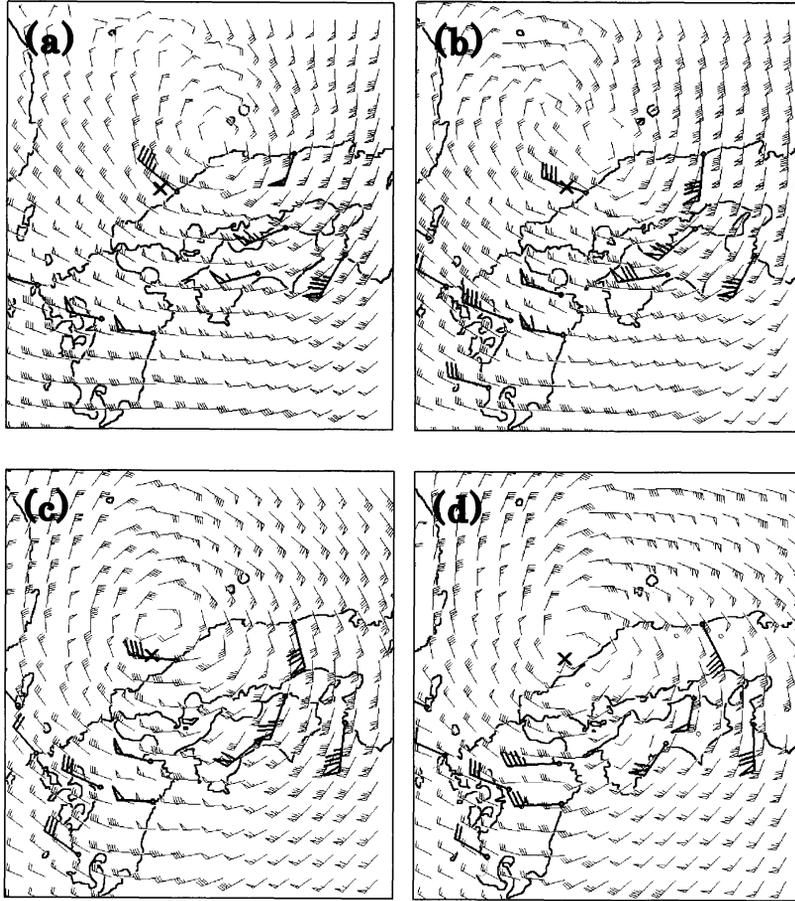
第1図の台風経路図によると、熊本市のウィンドプロファイラも、市来町のウィンドプロファイラと同様に台風の進行方向の西側に位置していたが、台風の通過に伴うここでの風の時間変化は市来の場合とは異なっている。

第7図は、熊本のウィンドプロファイラによる高層風の時間高度断面図である。台風通過に伴う風向の変化は、12時30分頃の高度4 km 付近に最も早く現れた。高度4 km から上空では、風向は反時計回りに変化しており、この層では台風の渦の中心が熊本の東側を通過したことを示している。これに対し、高度1~4 km の層では風向は逆に時計回りに変化しており、この層では台風の渦の中心が熊本の西側を通過したことを示している。ところが、さらに下層の高度1 km 以下では風向は反時計回りに

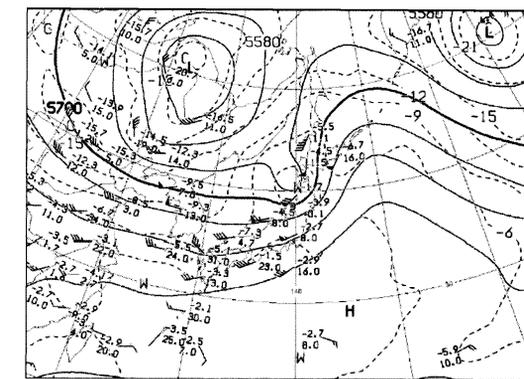
変化しており、この層では台風の渦の中心が熊本の東側を通過したように見える。以上のことから、市来では直立していた台風の渦の中心軸が、熊本では湾曲してきたと推測される。また、熊本では台風の中心近くの風速が市来のとときに比べ層全体で弱くなっており、



第11図 浜田における高層風の時間高度断面図 (2004年8月30日17時~23時)。



第12図 毎時風解析による2004年8月30日21時における風の等圧面解析図。(a)500 hPa面, (b)700hPa面, (c)850hPa面, (d)925hPa面。



第13図 2004年8月31日9時の500 hPa 気象庁天気図。

台風を中心付近の渦はそれまで持っていたシャープな構造を失いつつあるように見える。

台風の中心軸の湾曲は、風の等圧面解析図にもあらわれている。第8図によると、8月30日13時には、台風の渦の中心は、850 hPa面では熊本の南西方向、700 hPa面では熊本の北方向、500 hPa面では熊本の北東方向にあると推定される。

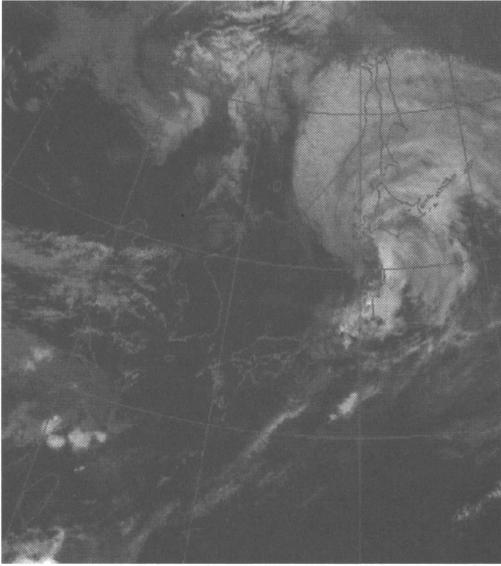
4. 島根県浜田市における観測

8月30日21時には、台風第0416号の中心は、北緯35.2°、東経133.2°にあって、中心気圧は970 hPaで、北東に25 kt (時速46 km) で進行していた。第9図は8月30日21時の500 hPa天気図である。台風に伴う渦は依然として独立した低気圧のように解析されているものの、次第に偏西風帯に取り込まれつつあるように見える。第10図は8月30日21時の衛星赤外画像であるが、台風を中心付近には濃密な積乱雲群は集中して形成されてはおらず、東西対称な形状は崩れている。

第11図は、島根県浜田市のウィンドプロファイラで観測された高層風の時間高度断面図である。台風の通過にともない、高度400 mから4 kmでは上層に向かうほど時間的に早く風向が時計回りに変化しており、高度4 kmから9 kmではほぼ同じタイミングで風向が時計回りに変化している。このことから、少なくとも高度400 mから上では、台風の渦の中心軸は浜田の西側を通過し、また高度4 kmまでは台風の渦の中心軸は進行方向前方に傾いていたと考えられる。

第12図は8月30日21時の風の等圧面解析図である。これらからも台風の渦の中心軸は850 hPa面から500 hPa面にかけて上層ほど北東方向へ傾いていたことを示している。

第9図の500 hPa 気象庁天気図では、輪島上空で南



第14図 2004年8月31日13時のGOES-9による赤外面像。

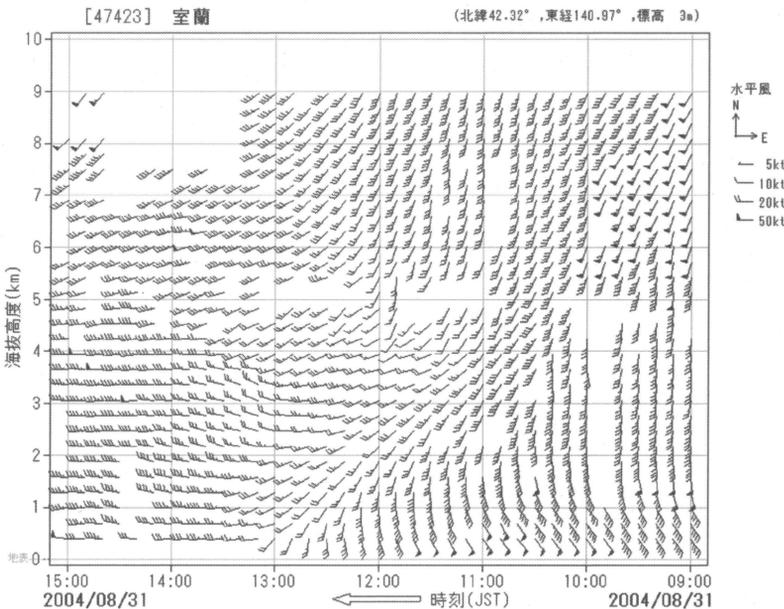
5. 北海道室蘭市における観測

中国地方を抜けて日本海に進んだ台風第0416号の中心は、その後津軽海峡を通過して、8月31日13時には北海道に上陸した。8月31日12時には、台風第0416号の中心位置は、北緯41.4°、東経140.5°にあって、中心気圧は975 hPaで、北東に38 kt (時速70 km) で進行していた。第13図は8月31日9時の500 hPa 天気図である。500 hPa 面では台風に伴う上層の渦は、中緯度の偏西風トラフとほぼ一体化したように見える。第14図は、8月31日13時の衛星赤外面像である。30日21時の画像にくらべ、中心付近の雲頂高度は下がり、活発な積乱雲の領域も少なくなっている。

第15図は、室蘭市のウィンドプロファイラによる高層風の時間高度断面図である。第1図によると、室蘭は台風の経路の西側に位置するので、反時計回りの風向変化が現れると推測されるが、第15図に見られるとおり実際の風向変化は全層で時計回りであった。

第16図は8月31日12時の風の等圧面解析図である。

500 hPa 面では、北海道周辺・日本海北部周辺には閉じた低気圧性循環は見られず、中緯度トラフに対応した風の水平シヤーが見られる程度になっている。950 hPa 面から700 hPa 面の解析図を見ると、上層の渦の中心は室蘭や留萌の西方に位置している。一方、950 hPa 面では積丹半島付近にあった渦の中心は、700 hPa 面にかけて、北西方向に傾いている。これらのことは、北海道を通過中には、この台風が“渦の中心軸が上空ほど西に傾く”という温帯低気圧としての特徴的な性質を備えるようになったと推測される。

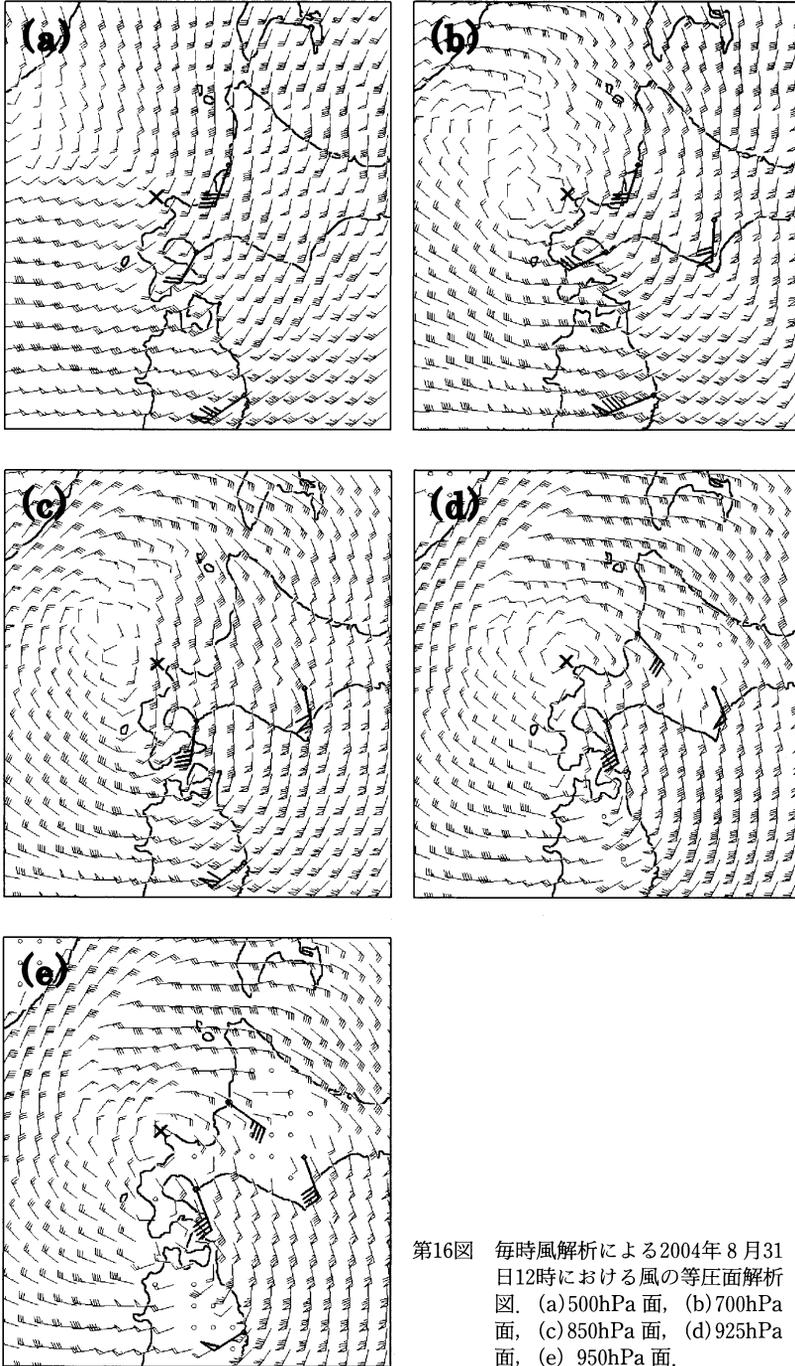


第15図 室蘭における高層風の時間高度断面図 (2004年8月31日9時~15時)。

南西65 kt (33 m/s) の風を観測しており (図は省略するが300 hPa では南南西50 kt (25 m/s))、高度4 km までの台風の中心軸の進行方向への前方傾斜は、偏西風によって上空ほど速く流されたため、と推測される。

6. まとめ

台風が低緯度域から高緯度域に向かって進むと、熱帯低気圧として持っていた本来の構造や性質が温帯低気圧のそれへと変化していく。これは熱帯域では温度や気圧が水平方向にほぼ一様な状況であるのに対し



第16図 毎時風解析による2004年8月31日12時における風の等圧面解析図。(a)500hPa面, (b)700hPa面, (c)850hPa面, (d)925hPa面, (e)950hPa面。

達すると、地表摩擦の増加や山岳による流れの阻止などの地形効果により、特に地上付近の風の変化が複雑に変化することが多い。今回 WINDAS のウィンドプロファイラが捉えた台風第0416号の中心付近の風の変化は、台風の温帯低気圧化と台風への地形の影響を反映したものと推測される。

2004年は観測史上最多の数の台風が日本列島付近を通過した。台風の温帯低気圧化のメカニズムや地形の影響を知ることは、台風の移動や発達・衰弱の予測精度を向上させる上で重要な課題である。今回の事例解析によって、全国に展開されたウィンドプロファイラから得られる高層風のデータはこれらを調査し議論する上で有効であり、毎時風解析など近年、気象業務で開発された資料とあわせて利用することで、台風の立体的構造の把握に役立つことが分かった。

謝辞

本報告を作成するにあたっては、気象衛星センターの村松照男所長、気象庁予報部太平洋台風センターの萬納寺信崇所長、気象研究所の上野 充室長・北畠尚子主任研究官から有益な助言をいただきました。感謝いたします。

参考文献

石原正仁, 加藤美雄, 阿保敏広, 小林健二, 泉川安志,
2004: 気象庁におけるウィンドプロファイラ観測業

で、温帯域ではそれらが南北ばかりでなく東西にも大きく変化しており、これに伴い台風を取り巻く風も鉛直方向に大きく変化することが影響していると考えられる。また、それまで海上を進んでいた台風が陸上に

務, 気象研究ノート, (205), 169-202.
 Jones, S. C., P. H. Harr, J. Abraham, L. F. Bosart, J. Bowyer, J. L. Evans, D. E. Hanley, B. N. Hanstrum, R. E. Hart, F. Lalarette, M. R. Sinclair, R. K. Smith and C. Thorncroft, 2003: The extratropical transition of tropical cyclones: forecast challenges, current understanding, and future directions, *Wea. Forecasting*, **18**, 1052-1092.
 加藤美雄, 阿保敏広, 小林健二, 泉川安志, 石原正仁, 2003: 気象庁におけるウィンドプロファイラ観測業務, *天気*, **50**, 891-907.

気象庁, 2004: 平成16年夏から秋にかけての集中豪雨・台風等について, (気象庁ホームページ. <http://www.kishou.go.jp/books/index.html>).
 村松照男, 1982: 成熟した台風の温帯低気圧化の過程について—台風7916号(OWEN)—, *天気*, **29**, 1191-1212.
 酒井喜敏, 2001: 毎時下層風解析, 平成13年度数値予報研修テキスト数値予報解説資料(34), 気象庁予報部, 59-63.
 上野 充, 2000: 台風—解析と予報—, 気象研究ノート, (197), 131-264.

Transition of Wind Fields of Typhoon 0416 (Chaba) Detected with the JMA Wind Profiler Network

Junya YAMASHITA* and Masahito ISHIHARA**

* (Corresponding author) Yokohama Local Meteorological Observatory, Yokohama 231-0862, Japan

** Office of Planning, Meteorological Research Institute

(Received 1 February 2005; Accepted 19 May 2005)

2006年度女性科学者に明るい未来をの会「猿橋賞」受賞候補者の募集

標記の会から、下記のお知らせがありました。「猿橋賞」についての気象学会からの推薦者は、7月末～8月初めの「学会外各賞推薦委員会」で決定する予定ですが、学会以外からの推薦も可能です。詳しい募集要領・応募様式は <http://www.saruhashi.net/> または気象学会事務局にあります。

記

1. 本賞は自然科学の分野で、顕著な研究業績を収めた女性科学者（ただし、下記の推薦締切日で50歳未満）に贈呈します。
2. 本賞は賞状とし、副賞として賞金（30万円）を添えます。

3. 本賞の贈呈は、1年1件（1名）です。

応募方法: 所定の用紙に受賞候補者の推薦対象となる研究題目、推薦理由(800字程度)、略歴、推薦者(個人・団体)、及び主な業績リストを記入して、主な論文別刷10編程度(2部ずつ)を添えて下記までお送り下さい。

推薦書類送付先:

〒100-0005 千代田区丸の内1-4-3

UFJ 信託銀行リテール総括部

女性自然科学者研究支援基金 江川康治

(封筒には、「猿橋賞推薦書類」と明記して下さい)

締切: 2005年11月30日(必着)