

沖ノ鳥島における海上気象観測*

中 埜 岩 男^{*1}・木 邑 純 一^{*2}・藤 森 英 俊^{*1}・山 本 浩 文^{*1}

1. はじめに

沖ノ鳥島は、紀伊半島の潮岬のほぼ真南の東経136°04'E, 北緯20°25'N に位置し、その北東は四国海盆, 南西はフィリピン海盆に面し、九州・パラオ海嶺中, 唯一, 山頂が海面に顔を出している日本の最南端の島であり、日本の気象観測網の空白域に位置している(第1図)。その地形は、東西の長さ約4.5 km, 南北の最大幅約1.7 km, 周囲約11 km のナス型の環礁であり、環礁内の水深は3-6 m 程度である(第2図)。沖ノ鳥島の地形から明らかなように、環礁内には殆ど陸地部分が無く、外洋の海上気象の観測点として理想的であると考えられる。

歴史的にみると、沖ノ鳥島は、1565年デ・レガスピに率いられたスペイン船隊によって発見され、その後オランダ船やイギリス船によって、再確認されている(進土, 1970)。沖ノ鳥島が日本の領土に編入されたのは1931年と比較的新しく、第一次世界大戦後、日本の南洋群島委任統治の開始と同時期である。この後、沖ノ鳥島に気象観測所並びに灯台を建設することになり、1939年から1941年にかけて環礁内で基台ブロック工事が行われた。しかし、その年の戦争の勃発により工事は中断され、その後は忘れ去られてしまった。1953年から米国の信託統治下に置かれたが、1968年小笠原返還時に沖ノ鳥島も日本に返還された。1977年から200海里時代に突入したが、日本は1983年の国連海洋法条約に署名し、本格的な200海里時代の幕開けを迎えた。このような情勢下、日本の200海里経済水域の南の要と

なる沖ノ鳥島が水没の危機に直面していることが判明し、1987年に建設省(現国土交通省)を中心とする調査隊が派遣された。その結果、日本最南端の島である沖ノ鳥島の重要性が認識され、暗礁となりかけている沖ノ鳥島の領土保全と経済活動の展開が開始された。環礁内の北露岩及び東露岩を保全対象とする保全工事が1989年から実施され、1993年に完了した(建設省関東地方整備局京浜工事事務所, 1994)。

沖ノ鳥島における気象・海象観測は、中央气象台(現気象庁)が灯台や測候所建設の基礎資料を得るため、1940年に実施した観測(北河, 1943)が最初である。沖ノ鳥島における本格的な観測は1987年から始まり、水路部は潮位観測(佐藤, 1994)を担当し、建設省は環礁内および作業基地(SEP: Self Elevation Platform)での総合的な気象・海象観測(建設省関東地方整備局京浜工事事務所, 1994)を担当し、海洋科学技術センターはエネルギー自給型観測システムの開発(宮崎ほか, 1989)のために必要な基礎資料を得るために気象海象観測を行い、今日に至っている。

ここでは、海洋科学技術センターが実施している海上気象観測について紹介する。

2. 観測機器

現在、海洋科学技術センターが運用している観測機器は、気象計2台、潮位計1台、クロロフィル計1台である。

気象計は、アンデラ社製ウエザーステーションAWS2700であり、センサの仕様は第1表に示す。気象計は1993年4月から1998年2月までは1台で運用し、1998年2月以降2台で運用している。

潮位計は、アンデラ社製精密潮位計WLR7を使用している。センサの仕様を第2表に示す。潮位計は1997年2月から現在まで1台で運用している。ただし、2000年2月から2001年2月までは2台で運用した。

* Marine Weather Observation at Oki-no-Tori Sima

*1 Iwao NAKANO, Hidetoshi FUJIMORI, Hirohumi YAMAMOTO, 海洋科学技術センター海洋観測研究部。

*2 Jun-ichi KIMURA, 国土環境株式会社。

© 2002 日本気象学会

第1表 気象計センサの仕様.

| センサ | レンジ | 精度 | 備考 |
|-----|-----------------------------|----------------------|------------|
| 風速計 | 0.5-76 m/sec | ±2%または 0.2 m/sec | 三杯式 |
| 風向計 | 0-360度 | ±5度 | ベーン式 |
| 気温計 | -44-49°C | ±0.1°C | 500Ω白金抵抗 |
| 湿度計 | 0-100%RH | ±3%RH | 人工毛髪 |
| 気圧計 | 920-1080 hPa | ±0.2 hPa | 半導体センサー |
| 日射計 | 0-2000 W/m ² | ±20 W/m ² | 0.3-2.5 μm |
| 放射計 | -2000-2000 W/m ² | ±1% | 0.3-60 μm |

第2表 潮位計センサの仕様.

| センサ | レンジ | 精度 | 時定数 | 備考 |
|-----|----------------------|--------|---------|-------|
| 圧力計 | 0-100 psia (60 m) | ±0.01% | 積分時間40秒 | 水晶 |
| 水温計 | -3-35°C | ±0.1°C | 30秒 | サーミスタ |

クロロフィル計は、アレック電子製メモリーバック式クロロテック ACL-8M である。センサの仕様は第3表のとおりである。

観測機器の設置場所を第3図に示す。気象計1号機は、1993年4月から2000年6月まで、建設省作業基地

第3表 クロロフィル計の仕様.

| センサ | レンジ | 精度 | 時定数 | 備考 |
|---------|------------------|---------|----------|--------------------------------------|
| クロロフィル計 | 0.1- 200 μg/l | ±0.1% | 0.2 sec | 励起波長 420-510 nm 蛍光波長 677 nm |
| 水温計 | -5-40°C | ±0.03°C | 0.25 sec | 白金測温抵抗 体 |

SEP-II'の脚3上足場に設置された。2000年7月以降は、建設省作業基地のうち老朽化した SEP (I, II, II', III) 4基の撤去工事のため、SEP-IVの脚3上足場に移設された。一方、気象計2号機は、1998年2月に SEP-IVの脚1上足場に設置され、現在に至っている(第2図下図)。

潮位計は、1996年2月から2000年1月まで SEP-II'の脚4の周辺海面に設置され、2000年2月から2001年2月まで SEP-IVの脚1の周辺海域に設置され、2001年3月から SEP-IVの脚4の周辺海域に設置されている。クロロフィル計は、1997年3月から潮位計と併置されている。

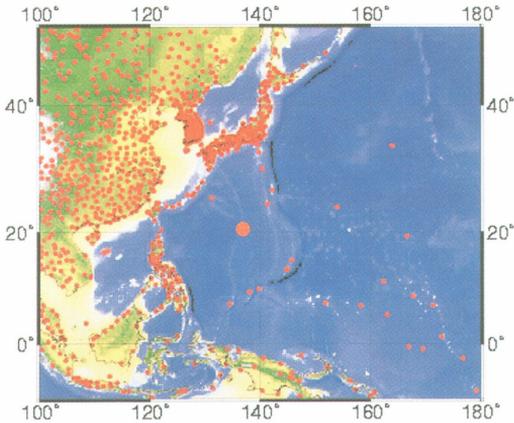
現在の沖ノ鳥島観測システムの観測所情報(観測所

第4表 沖ノ鳥島の月別平均値(海洋科学技術センター)。

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|--------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 平均風速 m/s | 6.8 | 6.5 | 5.4 | 5.9 | 4.9 | 4.3 | 6.3 | 5.8 | 5.3 | 5.2 | 7.8 | 7.9 |
| 南北成分 | -2.7 | -2.2 | -1.0 | -0.2 | 1.6 | 1.7 | 1.7 | 1.3 | 0.7 | -0.1 | -1.8 | -2.8 |
| 東西成分 | -5.0 | -4.2 | -4.1 | -4.0 | -1.7 | -2.6 | -2.6 | -2.7 | -2.1 | -4.6 | -6.0 | -6.3 |
| 気温°C | 23.5 | 23.2 | 24.3 | 25.7 | 27.2 | 28.5 | 28.5 | 28.3 | 28.3 | 27.9 | 27.0 | 25.4 |
| 湿度% | 70.7 | 71.1 | 72.9 | 76.8 | 78.1 | 76.1 | 76.8 | 78.9 | 77.7 | 76.9 | 76.9 | 75.5 |
| 気圧 hPa | 1013 | 1012.6 | 1012.7 | 1011.0 | 1009.3 | 1009.3 | 1006.2 | 1006.5 | 1005.9 | 1008.8 | 1010.0 | 1011.9 |
| 日射量 MJ/m ² /日 | 14.7 | 17.5 | 21.0 | 23.7 | 24.1 | 25.2 | 22.2 | 21.5 | 20.7 | 19.1 | 15.1 | 12.6 |
| 水温°C | 25.5 | 24.7 | 25.4 | 26.7 | 27.8 | 29.2 | 29.5 | 29.2 | 29.2 | 28.9 | 27.9 | 26.9 |
| 気温-水温°C | -2.0 | -1.5 | -1.1 | -1.1 | -0.6 | -0.6 | -1.0 | -0.9 | -0.9 | -0.9 | -1.0 | -1.4 |

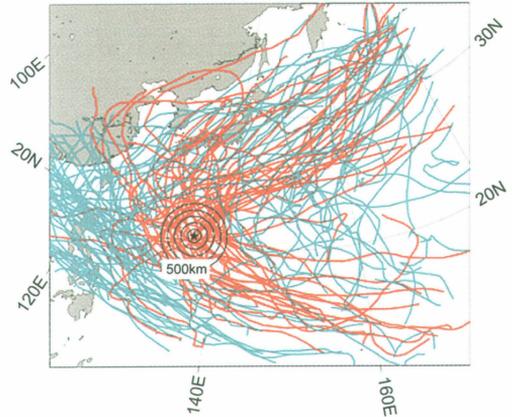
第5表 沖ノ鳥島海域の平年値(気象庁平年値 CD-ROM)。

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 平均風速 m/s | 8.3 | 7.4 | 6.7 | 6.1 | 5.6 | 5.8 | 6.4 | 7.2 | 6.5 | 7.5 | 8.3 | 9.1 |
| 南北成分 | -4.5 | -3.2 | -2.3 | -1.0 | 1.4 | 2.5 | 1.9 | 2.7 | 0.7 | -0.9 | -2.8 | -4.6 |
| 東西成分 | -4.6 | -4.1 | -4.0 | -4.2 | -2.4 | -2.3 | -2.0 | -1.3 | -2.4 | -3.8 | -5.7 | -5.8 |
| 気温°C | 23.6 | 23.5 | 24.4 | 26.2 | 27.8 | 28.8 | 28.9 | 28.6 | 28.6 | 28.1 | 27.1 | 25.1 |
| 相対湿度 | 76.4 | 77.3 | 78.4 | 80.1 | 81.3 | 80.9 | 81.4 | 82.4 | 81.9 | 80.8 | 81.7 | 79.5 |
| 気圧 hPa | 1016.1 | 1016.3 | 1015.6 | 1014.1 | 1011.9 | 1011.1 | 1009.1 | 1008.0 | 1008.8 | 1010.9 | 1013.1 | 1014.8 |
| 水温°C | 25.3 | 24.9 | 25.2 | 26.5 | 27.9 | 29.0 | 29.3 | 28.9 | 28.9 | 28.5 | 27.7 | 26.5 |
| 気温-水温°C | -1.7 | -1.3 | -0.8 | -0.3 | -0.1 | -0.1 | -0.4 | -0.4 | -0.3 | -0.4 | -0.6 | -1.4 |



第1図 東アジアにおける気象観測点の分布(中央付近の大きい赤丸が沖ノ鳥島(20°25'N, 136°04'E)を表す)。

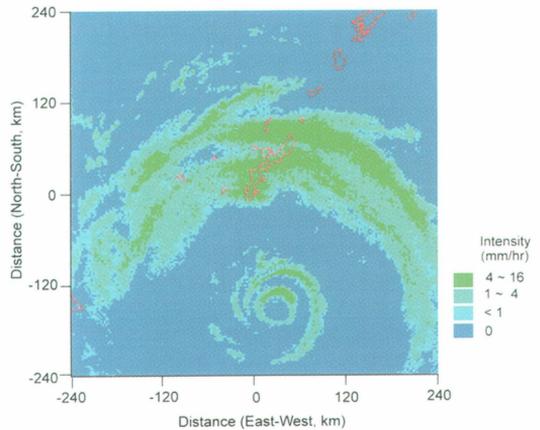
Trajectory of typhoons 1993-1998



第6図 台風の軌跡(1993年~1998年までの6年間)。



第2図 沖ノ鳥島の全景(国土交通省関東地方整備局提供)。



第9図 沖縄気象台の気象レーダが捉えた台風9713号の二重眼(1997年8月17日10:30, 気象庁沖縄気象台提供)。

位置 沖ノ鳥島環礁内にある国土交通省作業基地のSEPの脚上足場及び周辺海面

時刻 日本標準時

3. 観測データ

沖ノ鳥島で観測している各種観測データのうち、風速データは平均風速は30分間(ただし、1993年は、60分間)の風速の平均値であり、最大瞬間風速は4秒平均値の30分間(ただし、1993年は、60分間)の最大値を示している。この風速センサは、測定周期内の平均風速を記録するため、内蔵メモリの容量制限から、10分周期ではなく30分周期を選択している。気圧につ

の緯度、経度及び高度並びに測器の位置)は下記の通りである。

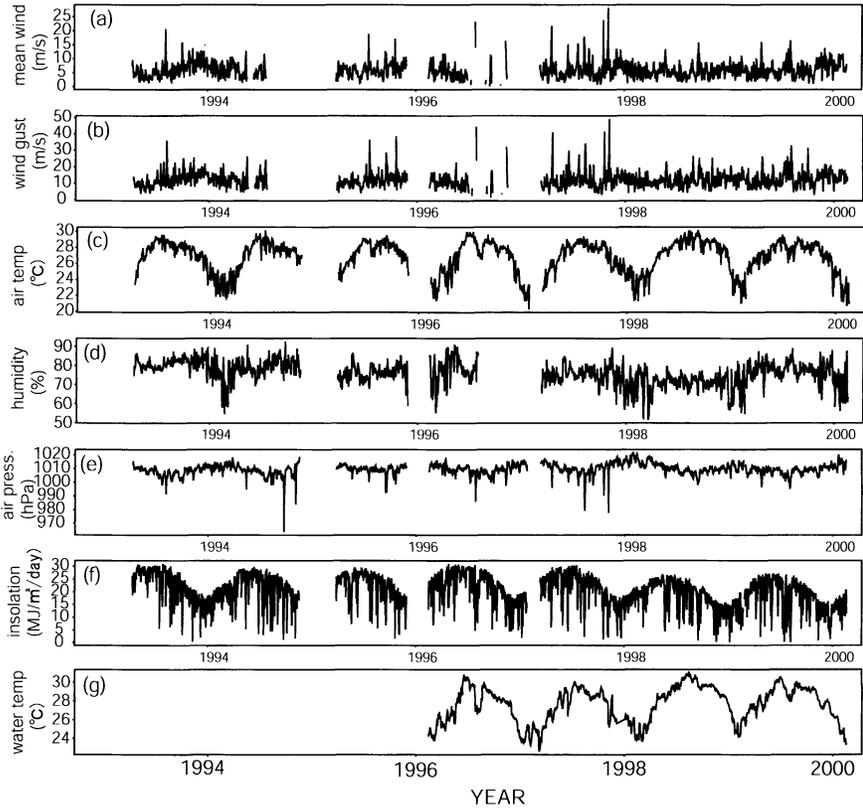
緯度 20°25'N

経度 136°04'E

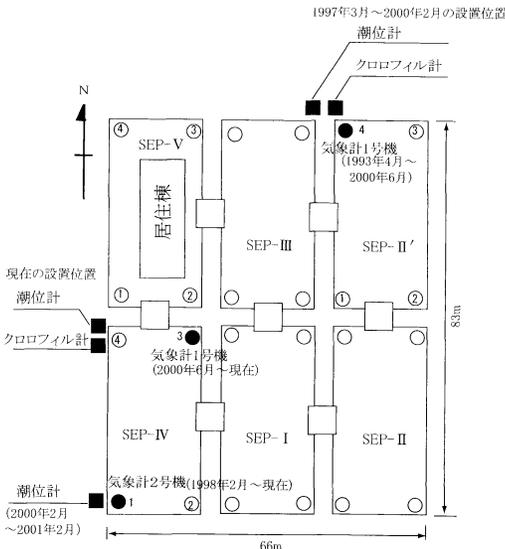
高度 26 m (気象計1号機)

23 m (気象計2号機)

-4 m (潮位計及びクロロフィル計)



第4図 気象要素の日平均値の時系列変化 (1993年4月～2000年2月)。上から、平均風速、最大瞬間風速、気温、湿度、気圧、日射量、水温、気温-水温を示す。横軸の年号は、1月1日の位置を示す。



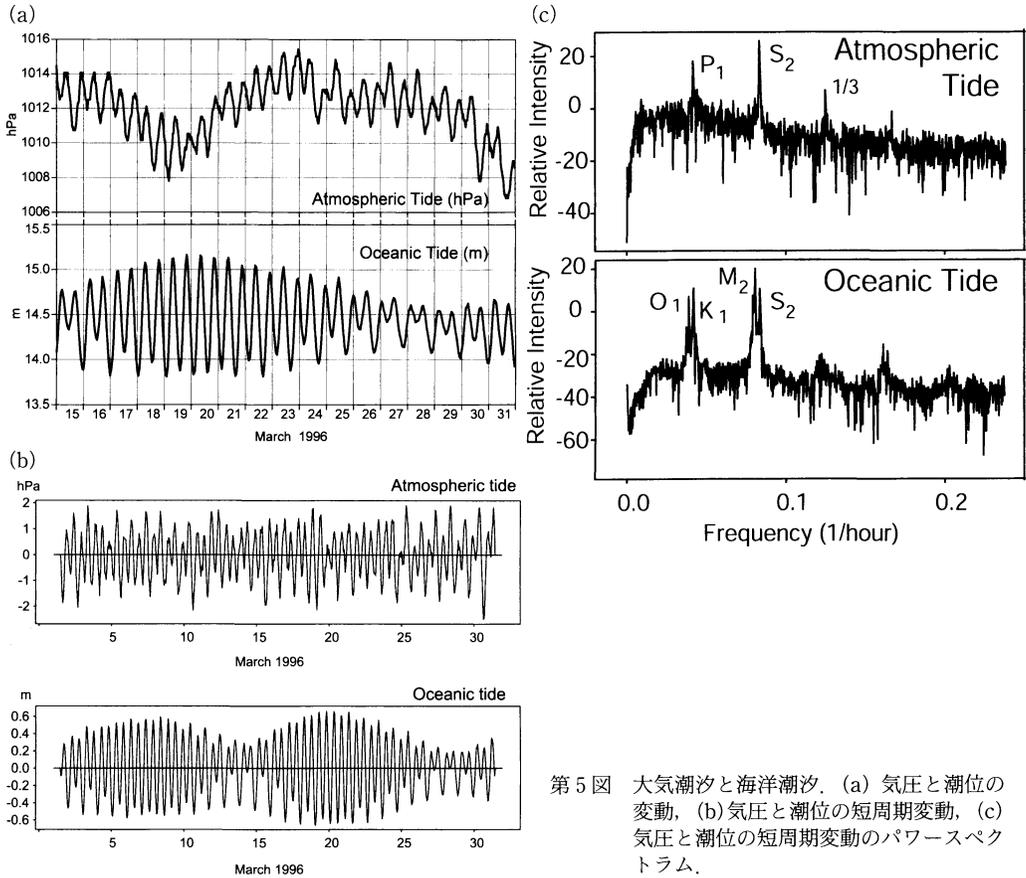
第3図 観測機器の設置場所 (国土交通省作業基地及びその周辺海域)。各架台の四角の数字は脚の番号を示す。

いては、現地気圧 (海面26 m) そのままであり、高度補正はしていない。各センサについては、自前のキャリブレーションは特に実施せず、メーカーのセンサ校正値をそのまま使用している。気象測器としての検定は実施の方向で検討したが実現に至らず、今後の課題として残っている。次善の策として、保守管理の行き届いた観測機器との比較観測を検討している。

全観測データの概要を把握するために、観測項目毎の日平均値を第4図に示す。1994年から1996年にかけては、冬季に欠測が見られるものの、1997年以降は観測が安定し、欠測することが無くなった。通年の変化には、明らかな季節変動が認められる。

4. 季節変動 (月別平均値)

沖ノ鳥島の季節変動の特徴を把握するため、1993年4月から2000年2月までのデータを統計処理し、沖ノ鳥島の各気象要素の月別平均値を求めた。この結果は、第4表に示す。また、比較のため、気象庁が航行船舶



第5図 大気潮汐と海洋潮汐。(a) 気圧と潮位の変動, (b) 気圧と潮位の短周期変動, (c) 気圧と潮位の短周期変動のパワースペクトラム。

のデータを統計処理して求めた平年値(1961~1990年の30年平均値)を第5表に示す。第4表から沖ノ鳥島における代表的な季節変化の特徴がうかがえる。

沖ノ鳥島では、11~2月の冬季は冷たくて乾燥している強い北東季節風が吹き、5~8月の夏季は南東貿易風が吹いている。7~9月は、台風の影響を受ける。しかし、年間を通して、気温は23°C以上であり、夏季でも29°Cを超えることはない。年較差は5.4°Cである。湿度も年間を通して大きな変動はなく、70~80%の範囲内で変動している。一方、水温は24°C以上で夏季でも30°Cを超えることはなく、年較差は4.9°Cである。冬季明けの4~6月までは、日射が強く、沖ノ鳥島海域の海水が効果的に加熱される時期に当たっている。気温は1年を通して水温よりも低く、冬季にはその差が大きく、夏季にはその差が小さくなる傾向を示している。

月別平均値の値と気象庁の平年値(第5表)と比較した。気圧は海洋科学技術センターの値に気圧の高度補

正(+3 hPa)を行えば、気象庁の値に一致する。風速データは気象庁の方が約2 m/s強めに出ている。相対湿度は、気象庁の方が全体的に約5%高めである。気温は、気象庁の平年値の方が高く、12月のみ海洋科学技術センターの値の方が高い。水温は、海洋科学技術センターの方が通年にわたって約0.2°C高めである。気温と水温の差は、海洋科学技術センターの方が大きめに出ている。

5. 沖ノ鳥島で観測された特異な現象

5.1 大気潮汐と海洋潮汐

沖ノ鳥島で観測された気圧の変動には、大気潮汐が明瞭に現れている。第5図aに気圧と潮位(水圧変動)のデータを並べて示す。気圧と潮位のデータ共に潮汐成分以外の長周期成分が乗っているため、長周期成分を25時間平均で求め、これを元のデータから差し引いて潮汐成分のみを抽出した。この結果を第5図bに示す。第5図bでは、気圧データには半日および1日周期の変動がみられるが、長周期成分は取り除かれてい

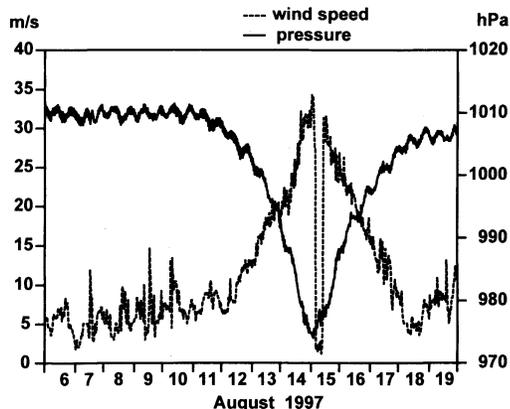
る。潮位計データには、短周期の潮汐成分の他に、長周期の変動もみられる。このことを確認するために、周波数分解を行った。この結果を第5図cに示す。この図から、大気潮汐では、主太陽半日周期 (S_2 分潮, 周期12.0時間)が振幅0.943 hPaで最も大きく、主太陽日周期 (P_1 分潮, 周期24.07時間)が振幅0.326 hPaで次に大きい。1/3日周期(周期8時間)もピークを持つことが分かる。一方、海洋潮汐では、振幅27.0 hPa (0.270 dB)の主太陰半日周期 (M_2 分潮, 周期12.4時間)が卓越し、振幅16.5 hPa (0.165 dB)の S_2 分潮, 振幅15.3 hPa (0.153 dB)の日月合成周期 (K_1 分潮, 周期23.8時間), 及び振幅6.1 hPa (0.061 dB)の主太陰日周期 (O_1 分潮, 周期25.8時間)が続いている。周波数解析の結果は、気圧変化は太陽同期の成分が支配的であることを再確認することとなった。

5.2 台風

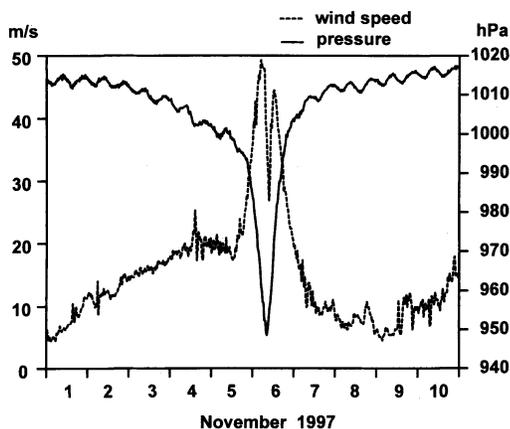
沖ノ鳥島は日本や日本近海に接近する台風の通り道に当たっている。第6図は1993年から1998年の6年間に発生した台風の移動経路を気象庁のデータに基づいて作成したものである。この間に157個の台風が記録されているが、その内46個の台風は沖ノ鳥島から500 km以内の距離を通過している。第6図の赤い線で示された経路がこれに相当する。一般に北緯10度付近の太平洋で発生した台風は北西方向に移動し、一部は途中で進路を北東方向に変えて日本付近を通過することが多いので、沖ノ鳥島は多くの場合で日本付近に接近する台風の通り道に位置している。

しかしながら、台風の通り道にある沖ノ鳥島でも、台風の眼を観測することは稀である。台風9713号(1997年8月)や台風9725号(1997年11月)の沖ノ鳥島接近時には、明らかな風速低下が観測されている。台風9725号では49.2 m/秒の最大瞬間風速が観測され、1993年以降の記録となっている(第7図)。非公式記録では、台風9434号接近時にそれまで動作不良を起こしていた風速センサが作動し、最大瞬間風速65 m/s、最低気圧は920 hPaを記録した。

また非常に大型の9713号の場合、最接近時でも沖ノ鳥島と台風中心までの距離が200 km以上あるにも拘らず、沖ノ鳥島の気象計は、弱風状態を観測した(第8図)。この観測事例は、通常の台風の構造からは容易には理解できなかった。しかし、沖縄気象台の気象レーダによる映像は(第9図)、この台風が直径約400 kmの巨大な二重眼を有する特異な台風であることを示している(Lander, 1998)。この巨大な二重眼の南端が沖ノ



第7図 台風9725号の沖ノ鳥島通過時の観測記録(気圧および瞬間最大風速)。



第8図 台風9713号の沖ノ鳥島通過時の観測記録(気圧および瞬間最大風速)。

鳥島の直上を通過したことが、弱風状態を含む風の変化と関係していると思われる。

6. データ公開

沖ノ鳥島の観測データは、外部機関に提供することを目的として開発した、NTTドコモが提供する衛星携帯移動通信システムを利用したリアルタイム気象データ伝送装置の完成を機に、2001年6月から、ウェブページによるリアルタイムのデータ公開 (<http://w3.jamstec.go.jp/okitori/>)を実施している。さらに、これまでの国土交通省(旧建設省)水路部、及び海洋科学技術センターの観測データを取りまとめて、総合的な沖ノ鳥島観測データベースを作成する予定である。

参 考 文 献

進土 晃, 1970: 沖ノ鳥島, 海洋科学, 3, 65-69.
 建設省関東地方建設局京浜工事事務所, 1994: 沖ノ鳥島
 災害復旧工事誌, 425pp.
 北河政明, 1943: 沖ノ鳥島に関する調書, 中央気象台秘
 密気象報告, 1(4), 303-375.
 佐藤 敏, 1994: 沖ノ鳥島における潮汐観測, 水路部研

究報告, 30, 49-60.
 宮崎武晃, 掘田 平, 鷺尾幸久, 中川賢一郎, 1989: 沖
 ノ鳥島における海洋自動観測機器の設置について,
 JAMSTECTR, 21, 317-337.
 Lander, M. A., 1998: A tropical cyclone with a very
 large eye, Mon. Wea. Rev., 127, 137-142.



教員（北海道大学低温科学研究所）公募

当研究所では下記の要領で教員を公募いたします。

記

1. 公募人数：寒冷海洋圏科学部門・助教授 1名
2. 研究内容：理論、観測、データ解析などの手法による寒冷圏の大気・海洋の物理学的相互作用の研究。

当研究所は、寒冷圏および低温条件下における科学現象の基礎と応用の研究を目的とする全国共同利用の研究所であり、その中で当該部門は、地球規模の気候システムに対する寒冷海洋圏の役割について地球科学的側面および環境科学的側面から総合的に研究することを目指しています。

なお、教育は北海道大学大学院地球環境科学研究科・大気海洋圏環境科学専攻を担当して頂く予定です。

3. 着任時期：平成15年4月1日
4. 提出書類：① 履歴書（連絡先、大学入学以降の学歴、研究・教育歴、学位、受賞歴など）、② 研究業績目録（査読制度のある学術誌に発表した原著論文、総説、著書、その他などに分ける）、③ 主要論文別刷りあるいはコピー10編以内（研究業績目録に印を付ける）、④ 国内外の学会等での活動状況（役職や編集委員などの担当歴、会議やシンポジウ

ムの企画など参考になる事項）、これまでの研究概要と成果（2,000字程度）、着任後の研究計画、研究展望、抱負など（2,000字程度）。

5. 公募締切：平成14年10月31日（木）必着
6. 情報入手、問い合わせ先：研究所の概要、関連する研究分野のスタッフについては、当研究所のホームページ

(<http://www.lowtem.hokudai.ac.jp/>)

をご覧ください。

② 問い合わせ先

北海道大学低温科学研究所

教授 藤吉康志

E-mail: fujiyo@lowtem.hokudai.ac.jp

TEL: 011-706-5491

教授 江淵直人

E-mail: ebuchi@lowtem.hokudai.ac.jp

TEL: 011-706-5470

7. 書類提出先：

〒060-0819 札幌市北区北19条西8丁目

北海道大学低温科学研究所長 若土正曉 宛
 封筒の表に「寒冷海洋圏科学部門助教授応募書類」と朱書し、書留でお送り願います。