

TECHNICAL REPORTS OF THE METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE No. 49

Summary of Landfalling Typhoons in Japan, 2004

BY

Typhoon Research Department

気象研究所技術報告

第49号

平成16(2004)年日本上陸台風の概要

台風研究部



気象研究所

METEOROLOGICAL RESEARCH INSTITUTE, JAPAN

March 2006

Meteorological Research Institute

Established in 1946

Director-General: Dr. Tokunosuke Fujitani

Forecast Research Department	Director: Dr. Msato Sugi
Climate Research Department	Director: Dr. Akira Noda
Typhoon Research Department	Director: Mr. Hitoshi Sakakibara
Physical Meteorology Research Department	Director: Mr. Norio Hayashi
Atmospheric Environment and Applied Meteorology Research Department	Director: Mr. Tetsuji Sawai
Meteorological Satellite and Observation System Research Department	Director: Mr. Youzou Takayama
Seismology and Volcanology Research Department	Director: Mr. Hidemi Ito
Oceanographical Research Department	Director: Dr. Jun-ichi Ohyama
Geochemical Research Department	Director: Dr. Katsumi Hirose

1-1 Nagamine, Tsukuba, Ibaraki, 305-0052 Japan

Technical Reports of the Meteorological Research Institute

Editor-in-chief: Tetsuji Sawai

Editors:	Makoto Ohzeki	Yuhji Kuroda	Kenichi Kusunoki
	Shigenori Haginoya	Naoko Seino	Masahiro Sasaoka
	Takeyasu Yamamoto	Norihisa Usui	Masao Ishii
Managing Editors:	Yoshihisa Nakamoto, Seiichi Suzuki		

The *Technical Reports of the Meteorological Research Institute* has been issued at irregular intervals by the Meteorological Research Institute since 1978 as a medium for the publication of technical reports, data reports and comprehensive reports on meteorology, oceanography, seismology and related earth sciences (hereafter referred to as reports) contributed by the members of the MRI and the collaborating researchers.

The Editing Committee reserves the right of decision on acceptability of manuscripts and is responsible for the final editing.

©2006 by the Meteorological Research Institute.

The copyright of reports in this journal belongs to the Meteorological Research Institute (MRI). Permission is granted to use figures, tables and short quotes from reports in this journal, provided that the source is acknowledged. Republication, reproduction, translation, and other uses of any extent of reports in this journal require written permission from the MRI.

In exception of this requiament, personal uses for research, study or educational purposes do not require permission from the MRI, provided that the source is acknowledged.

Summary of Landfalling Typhoons in Japan, 2004

BY

Typhoon Research Department

平成 16(2004)年日本上陸台風の概要

台風研究部

気象研究所

序

平成 16 (2004) 年は、台風の発生数は 29 個とほぼ平年並みであったにもかかわらず、平年の約 4 倍に当たる 10 個の台風が日本に上陸した。台風による災害についても、台風第 16 号では強風害のほか、瀬戸内海沿岸で高潮により大きな被害が発生した。台風第 18 号では北日本を含めた広範囲で暴風被害が発生し、台風第 21 号では紀伊半島で大雨による被害が発生した。また、台風第 22 号は東海・関東に大雨・突風被害を、台風第 23 号は広範囲に大雨・高波被害をもたらした。このように、今回の一連の上陸台風によって、台風によって生じる各種の災害のほぼすべてが発生し、死者・行方不明者は 200 名を越え、損害保険の支払額も合計で 6000 億円以上と、平成 3 (1991) 年の台風 19 号による支払額 (5679 億円：史上第一位) を上回り、近年稀に見る大災害となった。

我が国においては、近年は集中豪雨等による気象災害が多発しており、国民の関心も集中豪雨による土砂災害等に向かいがちであるが、明治以降、死者・行方不明者 1000 人を超えるような気象災害はすべて台風によって生じており、特に戦後は、荒廃した国土に多くの台風が襲来し、昭和 34 年の伊勢湾台風では 5000 名以上の死者・行方不明者が生じている。しかし、その後の社会基盤の整備、防災情報の高度化等、災害対策の充実に伴って死者の数は激減し、昭和 54 年の台風 20 号以来、1 個の台風で死者が 100 名を超えるような災害は発生していない。このようなことから、平成 16 年の台風災害は、日本における気象防災の分野における台風災害の重要性を、関係者に改めて認識させたものと考えられる。

このような状況を受け、気象研究所では、台風研究部、予報研究部、気象衛星・観測システム研究部及び海洋研究部により、緊急研究「平成 16 年上陸台風に関するデータベース作成とそれらの台風に伴う強風、大雨、高潮に関する速報解析」を開始し、平成 16 年のすべての上陸台風に関するデータの収集・整理、データベースの作成、および基礎的調査をおこなった。この研究では、10 個の上陸台風すべてについて、発生から消滅までの台風の変化、およびその環境場を統一的に解析し、上陸台風の概要を明らかにした。

台風予報については、気象庁の長年の技術開発により、その進路予報精度は 72 時間予報で 356 km に達している (平成 16 年度)。気象庁では、今後も予報精度の一層の改善、風・雨情報の充実、さらには、台風のアンサンブル予報等を計画している。このためには多くの技術開発を行う必要があり、気象研究所においても、非静力学台風モデルの開発、台風と海洋の相互作用、高潮モデルの高度化等の研究を実施している。このような研究を推進するためには、台風の観測資料、特にいろいろな状況で得られた観測資料が重要である。

このため、気象研究所では、この緊急研究の解析結果をとりまとめ、技術報告「平成 16 (2004) 年日本上陸台風の概要」として報告することとした。本技術報告は、現在進められている平成 16 年の上陸台風を主な研究対象とする融合型経常研究「上陸台風の構造変化過程とそれに伴う暴風、豪雨、高潮の発生に関する研究」の基礎資料となるものであるとともに、関係機関等で実施されている台風に関する研究にも役立つものであると考える。この技術報告が多くの方々にご利用頂き、台風研究が一層進展することを期待している。

終わりにあたり、データ収集・整理・解析にご協力いただいた気象庁および関係機関の方々にお礼を申し上げます。

平成 18 年 3 月
気象研究所長 藤谷徳之助

Abstract

During 2004, there were 10 typhoons made landfall in Japan. The annual mean number of typhoon landfall over Japan is 2.6, whereas in 2004 about 4 times more typhoons hit Japan. On the other hand, the total occurrence of typhoons on western North Pacific Ocean in 2004 is 29, which is close to an annual mean number of 26.7. And there are also dreadful disasters such as destructive winds, torrential rains, and storm surges caused by the landfalling typhoons in 2004.

To record the landfalling typhoons in 2004, Meteorological Research Institute conducted a short-term research project "Construction of a database on the landfalling typhoons in Japan, 2004 and preliminary analyses on strong winds, heavy rains and storm surges associated with the typhoons". In this report, the results of the above research project are presented.

The section 1 provides an introduction of this report. In section 2, a brief summary of landfalling typhoons in 2004 can be found, with emphasis on the statistical aspects of the typhoons. The reason why so many typhoons hit Japan is expressed on the next section. From the analysis of sea surface winds and outgoing longwave radiations, it is found that intraseasonal oscillations on western North Pacific had an important role in not only genesis of the typhoons but also landfall in Japan. In section 4, each lifetime of the typhoons is described using the geostationary satellite images, global analysis data, hourly rainfall and wind data near Japan, and microwave sensor data from satellites. Till now the results from microwave sensors are operationally not used for typhoon analysis by Japan Meteorological Agency. This report will become a good example for the new generation of the analysis. Glossary and explanatory notes of the figures in section 4 are appended as supplements. References are found at the end of this report.

A CD-ROM including the tables and figures referred in section 4 is attached to this report. An index page for the tables and figures is also found as an html file in this CD-ROM. It is convenient to open this index page with PC for reading section 4.

目 次

序

Abstract

第 1 章	はじめに	1
第 2 章	2004 年上陸台風の概要	2
2.1	上陸台風的一生	2
2.2	上陸台風の接近・通過時の強風と強雨	3
2.3	上陸台風の接近・通過時の高潮	4
2.4	上陸台風のもたらした被害	4
2.5	今後の課題	5
第 3 章	2004 年上陸台風の発生および最多上陸に果たした季節内変動の役割	6
3.1	はじめに	6
3.2	使用データ	6
3.3	発生の特徴—季節内変動の役割	6
3.4	移動の特徴—指向流の状況	7
第 4 章	10 個の各上陸台風とその環境	10
4.1	台風第 4 号	10
4.2	台風第 6 号	12
4.3	台風第 10 号	14
4.4	台風第 11 号	16
4.5	台風第 15 号	18
4.6	台風第 16 号	20
4.7	台風第 18 号	22
4.8	台風第 21 号	24
4.9	台風第 22 号	26
4.10	台風第 23 号	28
付録 1	用語集	30
付録 2	各図の説明	33
(1)	台風経路および海面水温図	33
(2)	台風の強度変化図	33
(3)	静止衛星雲画像図	33
(4)	地上気圧・地上気温・東西風の鉛直シアーの図	33

(5)	850 hPa 面のジオポテンシャル高度・850 hPa 面の気温・850 hPa 面の相対渦度の図 …	33
(6)	500 hPa 面のジオポテンシャル高度・500 hPa 面の気温・500 hPa 面の湿数の図 ……	33
(7)	250 hPa 面のジオポテンシャル高度・250 hPa 面の気温・250 hPa 面の発散・ ジェットストリークの図 ……	34
(8)	解析雨量および毎時風解析図 ……	34
(9)	衛星搭載各種マイクロ波センサーの観測結果の図 ……	34
	参考文献 ……	36

第 1 章 はじめに*

本技術報告は、2004 年に日本に上陸した 10 個の台風すべてについて、その概要と、発生から消滅に至るまでの個々の台風およびその環境の変化について記したものである。また、そもそもなぜ 2004 年に日本への上陸台風が平年値（2.6 個）を大きく上回る 10 個に上ったのか、その理由として、熱帯における季節内変動が果たした役割を解析した結果についても合わせて報告する。

本技術報告では紙面の都合により、第 4 章で参照する図表は一部しか本文に掲載していない。第 4 章の図表は、本文中に掲載したものも含めてすべて CD-ROM に収録してあるので、本文を読まれる時は同時に図表のファイルをコンピュータで開いて見て頂きたい。

本文では、第 2 章で 2004 年の上陸台風の概要として、上陸台風の平均的な一生や各台風の特徴、台風に伴う強風や強雨、高潮の記録、台風のもたらした被害について、各種の統計結果から述べた。それを踏まえて、今後、気象研究所が取り組むべき課題についても

触れた。また第 3 章では、前述のようになぜ 2004 年に日本に上陸する台風が多かったのか、その原因を解析した結果を述べる。第 4 章は、各上陸台風の一生にわたって、台風とその環境の変化を解析した結果である。総観規模の台風とその環境を解析するにあたっては、静止気象衛星による雲画像、気象庁全球客観解析データを用いた。また、台風が日本へ接近・通過した際の詳しい状況を解析するために、気象庁作成の解析雨量、毎時風解析データも使用した。さらに、これまで台風の解析ではあまり使われていなかった、各種の衛星搭載マイクロ波センサーによる観測結果も、本解析では利用した。マイクロ波センサーを用いた台風解析の一例として、参考にしていただければ幸いである。付録 1 では、第 4 章の解析を理解するにあたって重要な用語を用語集としてまとめた。第 4 章で示した図の詳しい説明は付録 2 で行い、巻末には参考文献を付した。

なお、本報告では年表記に西暦を用い、時刻表記には世界標準時を使用している。

* 榊原 均

第 2 章 2004 年上陸台風の概要*

2.1 上陸台風の一生

第 2.1 表は台風のベストトラックに基づく 2004 年に日本に上陸した 10 個の台風の発生・発達・衰弱に関わる起時等である。上陸地点も列記した。上陸台風について、それぞれの特徴を示すこのようなパラメータをみてみることで、上陸台風の平均的な一生を描画し、あわせて各台風の特徴を抽出する。

まず、この表から熱帯低気圧として発生してから台風になるまでの時間を読みとり、平均してみると、36.6 時間であった。最短で第 10 号の 12 時間、最長で第 15 号の 54 時間であった。この表からは読みとれないが、第 4 号のみが南シナ海で発生した（第 4 章の第 4 号の経路および海面水温図参照）。それ以外の台風はフィリピン以東の北太平洋西部熱帯海域で発生した。第 4 号が熱低から台風になるまでにかかった時間は 48 時間であった。10 個の上陸台風についていえば、海域による熱帯低気圧から台風への移行時間の差はないと考えられる。

次に、台風となった時から、日本に上陸するまでの時間を平均してみると、148.2 時間すなわち、約 6 日間であった。北太平洋西部の熱帯域から日本へ上陸するまで、6 日間程度北大西洋西部海域を移動していたことがわかる。最短時間で上陸した台風は第 11 号で 13 時間、最長は第 16 号の 252 時間であった。第 11 号の上陸までの時間の短さが顕著であった。

10 個の上陸台風はいずれも上陸するまでに、その最大強度に達していた。ESCAP/WMO 台風委員会による熱帯低気圧の分類では、熱帯低気圧の最大風速が 34 kt 未満のものを TD (Tropical Depression), 34 kt 以上 48 kt 未満のものを TS (Tropical Storm), 48 kt 以上 64 kt 未満のものを STS (Severe Tropical Storm), 64 kt 以上のものを Typhoon としている。（ちなみに日本では TD を「熱帯低気圧」とし、TS 以上の強度のものを「台風」と呼んでいる。）10 個の上陸台風の最大風速をみると、第 11 号が 40 kt で、残りの台風はすべて 65 kt 以上であった。つまり第 11 号は台風委員会の分類では TS であり、それ以外の台風は Typhoon であったことがわかる。第 11 号は中心気圧も 996 hPa で下げ止まっており、上陸までの時間の短さと同様に、10 個の上陸台風の中で見ると異質であった。換言すれば、第 11 号以外の 9 個の上陸台風が Typhoon の強度であったことも、2004 年の上陸台風の特徴の一つであった。

上陸地点を見ると、6 個の台風が四国に上陸していることがわかる。鹿児島県に上陸した第 16 号と、長崎県に上陸した第 18 号を加えると、8 個の台風が西日本に上陸していた。一方、第 15 号は東シナ海から日本海に入るコースをたどって、青森県に上陸していた。また、第 22 号は静岡県に上陸後、南関東を通過していた。

第 2.1 表 ベストトラックに基づく上陸台風の熱帯低気圧としての発生日時、台風としての発生日時、最低中心気圧、最大風速、上陸日時、上陸地点、温帯低気圧化した日時。ただし、台風第 11 号のみ、熱帯低気圧が消滅した日時。気圧の単位は hPa、風速の単位は kt。

台風番号	熱低発生日時	台風発生日時	最低中心気圧	最大風速	上陸日時	上陸地点	温低化日時 (*消滅日時)
	月/日/時	月/日/時	hPa	月/日/時	kt	月/日/時	月/日/時
第 4 号	06/04/18	06/06/18	960	06/09/06	080	06/09/12	06/11/07
第 6 号	06/11/18	06/13/12	915	06/16/00	100	06/16/00	06/21/00
第 10 号	07/24/12	07/25/00	935	07/27/00	085	07/26/12	07/31/07
第 11 号	08/02/00	08/04/00	996	08/04/03	040	08/04/03	08/04/13
第 15 号	08/14/00	08/16/06	970	08/18/00	065	08/18/00	08/19/21
第 16 号	08/18/06	08/19/12	910	08/23/18	110	08/22/18	08/30/00
第 18 号	08/26/06	08/28/00	925	08/31/06	095	09/04/06	09/05/08
第 21 号	09/19/00	09/20/18	940	09/24/06	090	09/24/06	09/28/23
第 22 号	10/03/06	10/04/06	920	10/07/18	100	10/07/18	10/09/07
第 23 号	10/12/00	10/13/00	940	10/16/12	085	10/16/06	10/20/04

*別所康太郎

第 2.2 表 上陸台風が日本に接近・通過した際の地上気象観測所における最大風速、最大瞬間風速、および接近・通過期間中の総降水量の上位 3 位までの記録。風速の単位は ms^{-1} 、降水量の単位は mm。

台風番号	最大風速				最大瞬間風速				総降水量	
	地点	m/s	風向	月/日/時:分	地点	m/s	風向	月/日/時:分	地点	mm
第 4 号	室戸岬	30.1	ESE	06/11/04:50	宮古島	51.5	SW	06/09/18:53	屋久島	340.5
	宮古島	29.2	SSW	06/09/19:00	久米島	46.1	SE	06/10/01:55	石垣島	306.5
	久米島	27.0	SE	06/10/02:00	石垣島	42.3	N	06/09/15:20	那覇	302.0
第 6 号	室戸岬	43.7	SE	06/20/23:10	室戸岬	57.1	SE	06/20/22:40	尾鷲	346.0
	南大東島	28.6	SSE	06/19/21:30	南大東島	48.7	SSE	06/19/21:20	日光	158.0
	和歌山	26.2	S	06/21/03:30	和歌山	42.2	SSW	06/21/03:45	南大東島	150.5
第 10 号	室戸岬	47.7	E	07/31/01:20	室戸岬	60.9	ENE	07/31/02:00	高知	403.5
	潮岬	19.0	E	07/30/18:10	八丈島	44.6	ENE	07/29/07:03	室戸岬	370.0
	津	18.1	ESE	07/31/03:20	潮岬	37.8	ENE	07/30/08:12	尾鷲	342.0
第 11 号	室戸岬	20.3	ENE	08/04/05:00	姫路	30.3	SSE	08/04/16:09	尾鷲	312.0
	姫路	18.3	SE	08/04/16:10	潮岬	29.8	E	08/04/09:49	清水	175.0
	津	17.4	ESE	08/04/13:00	洲本	29.7	SSE	08/04/15:02	潮岬	123.0
第 15 号	蔵原	27.1	SSE	08/18/20:40	蔵原	48.7	SSE	08/18/20:36	洲本	261.0
	相川	27.1	WSW	08/19/16:40	福江	41.2	S	08/18/17:23	相川	211.0
	酒田	23.5	SW	08/19/20:00	秋田	41.1	SW	08/19/18:39	宮古島	165.5
第 16 号	室戸岬	46.8	S	08/30/10:30	室戸岬	58.3	S	08/30/10:28	都城	544.5
	油津	37.0	SE	08/29/23:00	枕崎	58.1	ESE	08/29/17:37	尾鷲	447.0
	屋久島	31.8	E	08/29/09:50	油津	55.8	S	08/30/01:47	屋久島	412.0
第 18 号	沖永良部	36.7	SE	09/05/13:30	広島	60.2	S	09/07/05:20	南大東島	334.5
	広島	33.3	S	09/07/05:40	阿蘇山	57.1	SSW	09/07/04:19	名護	325.0
	阿蘇山	29.9	SSW	09/07/02:10	西郷	55.8	SW	09/07/08:09	名瀬	317.0
第 21 号	鹿兒島	31.5	SE	09/28/22:20	鹿兒島	52.7	SE	09/28/22:13	尾鷲	876.0
	枕崎	31.4	SSE	09/28/21:50	枕崎	51.4	SSE	09/28/21:08	津	440.5
	油津	28.2	SSW	09/29/00:40	油津	43.1	SSW	09/29/00:38	高知	236.5
第 22 号	網代	39.4	NNE	10/09/07:20	石廊崎	67.6	ENE	10/09/06:07	御前崎	423.0
	石廊崎	30.2	SW	10/09/06:50	網代	63.3	N	10/09/07:13	静岡	361.0
	御前崎	27.5	NNE	10/09/05:50	大島	51.5	SW	10/09/07:25	勝浦	338.0
第 23 号	室戸岬	44.9	S	10/20/05:50	室戸岬	59.0	S	10/20/05:15	尾鷲	449.0
	沖永良部	29.0	ESE	10/19/08:50	舞鶴	51.9	N	10/20/11:27	延岡	439.0
	屋久島	26.7	E	10/19/18:40	津山	50.4	N	10/20/08:13	大分	400.5

さらに、上陸してから、温帯低気圧に変わるまで、もしくは消滅してしまうまでの時間を平均してみると、30.6 時間であった。上陸後は 1 日強の時間で温帯低気圧化が完了していたことがわかる。10 個の台風の中で唯一温帯化せず、台風から熱帯低気圧にまで勢力が衰えた後、消滅したのは、第 11 号であった。

2.2 上陸台風の接近・通過時の強風と強雨

10 個の上陸台風が日本に接近・通過した際に、地上気象観測所で記録した最大風速、最大瞬間風速、総降水量の上位 3 位までをまとめたのが第 2.2 表である。最初に最大風速、最大瞬間風速を見てみると、最大風速の上位 1 位を観測した観測所の内、室戸岬が 6 回を占めている。最大瞬間風速の上位 1 位も室戸岬は 4 回を占めている。概して、南西諸島や西日本の観測所で、上位の数値を記録している。最大瞬間風速で 60ms^{-1} 以上を記録したのは、台風第 10, 18, 22 号であった。

第 18 号は南西諸島から西日本そして北海道地方にかけて、各地で猛烈な風をもたらし、広島で最大瞬間風速 60.2ms^{-1} を記録した。表にはないが、札幌でも 50.2ms^{-1} を記録している。また、第 22 号は 2004 年の 10 個の上陸台風の中で、最大の 67.6ms^{-1} の最大瞬間風速を石廊崎で観測した。この台風は静岡県伊豆半島に上陸し、南関東を横断したため、最大風速、最大瞬間風速の上位も、その周辺の観測所で記録されている。一方、台風第 15 号は、東シナ海から日本海に入り、青森県の津軽半島に上陸したため、日本海側の各地で暴風が記録されている。

次に期間中の総降水量を見てみると、尾鷲が上位 3 位以内に 6 回も入っている。特に台風第 21 号では尾鷲で 876mm を記録し、2004 年の 10 個の上陸台風の中でも、最大値を記録している。第 21 号では、表にはないが、尾鷲の近くの三重県宮川村で 1 時間に 139mm の猛烈な雨を観測し、大規模な土砂災害が発生した。

第 2.3 表 上陸台風が日本に接近・通過した際の検潮所における最大潮位偏差および最高潮位の上位 3 位までの記録。単位はいずれも cm。ただし、台風第 4 号のみ、上位 1 位のみ、() がついている場合は、期間中に欠測あり。

台風番号	最大潮位偏差			最高潮位		
	地点	cm	月/日/時:分	地点	cm	月/日/時:分
第 4 号	種子島	39	06/10/21:40	大浦	160	06/09/17:32
第 6 号	大阪	151	06/21/04:32	土佐清水	181	06/20/21:25
	神戸	137	06/21/04:28	松山	180	06/20/14:20
	潮岬	134	06/21/03:06	室戸岬	158	06/20/22:53
第 10 号	浦神	100	07/30/09:34	松山	226	07/31/12:30
	高知	93	07/31/07:44	宇野	200	07/31/14:44
	小松島	79	07/31/02:48	高松	192	07/31/14:50
第 11 号	小松島	62	08/04/13:55	宇野	171	08/04/17:28
	高松	46	08/04/17:19	高松	168	08/04/17:17
	宇野	45	08/04/17:31	室戸岬	128	08/04/12:09
第 15 号	能登	111	08/19/15:44	大浦	286	08/18/14:03
	対馬	86	08/18/20:47	三角	241	08/18/13:34
	浜田	74	08/19/09:51	長崎	178	08/18/12:55
第 16 号	種子島	178	08/29/19:16	種子島	263	08/29/20:23
	土佐清水	158	08/30/05:07	三角	260	08/30/12:31
	松山	140	08/30/08:49	松山	258	08/30/11:56
第 18 号	大浦	213	09/07/02:38	大浦	260	09/07/03:55
	三角	171	09/07/02:13	松山	229	09/07/05:48
	松山	143	09/07/05:48	三角	219	09/07/03:14
第 21 号	名古屋	129	09/29/13:42	枕崎 (241)		09/28/22:19
	大阪	102	09/29/11:09	鹿児島	240	09/28/22:37
	枕崎 (89)		09/28/22:19	大阪	183	09/29/11:08
第 22 号	御前崎	116	10/09/06:00	御前崎	169	10/09/06:00
	石廊崎 (95)		10/09/06:58	石廊崎 (152)		10/09/06:58
	清水港	68	10/09/06:34	清水港	126	10/09/06:35
第 23 号	室戸岬	253	10/20/06:12	室戸岬	289	10/20/06:12
	種子島	198	10/19/20:28	土佐清水 (256)		10/20/03:02
	土佐清水 (190)		10/20/03:02	潮岬	191	10/20/08:47

2.3 上陸台風の接近・通過時の高潮

10 個の上陸台風が日本に接近・通過した際に検潮所で記録した最大潮位偏差および最高潮位の上位 3 位までをまとめたのが第 2.3 表である。ただし、台風第 4 号の最大潮位偏差は、最大でも種子島で記録した 39 cm 止まりであったため、上位 1 位のみ記した。また、最高潮位は TP 上（東京湾平均海面からの高さ）である。一部の島嶼では平均海面を用いた。最大潮位偏差、最高潮位ともに気象庁でまとめた瞬間値（1 分間毎の値）の記録である。

10 個の上陸台風の内、最大潮位偏差の最大値を記録したのは台風第 23 号で、室戸岬の 253 cm であった。第 23 号は最高潮位でも最大値を記録し、同じく室戸岬の 289 cm であった。一方、10 個の上陸台風の内、高潮で顕著な被害をもたらしたのは第 16 号であった。第 16 号の通過の際、大潮期間の満潮時に高潮が重なったため、表にはないが高松の 246 cm や宇野の

254 cm など瀬戸内を中心に観測開始以来、最も高い潮位を記録した検潮所もあった。

2.4 上陸台風のもたらした被害

10 個の上陸台風が日本に接近・通過した際にもたらした被害についてまとめたのが、第 2.4 表である。消防庁（2005）にもとづいて作成した。台風第 4 号については、他の上陸台風と比較して被害が少なかったためか、消防庁（2005）中に記述がなく、不明である。また、第 2.1 表によれば、台風第 10 号は 7 月 31 日に高知県西部、第 11 号は 8 月 4 日に徳島県東部に相次いで上陸した。このため、第 2.2 表にもあるとおり、四国や紀伊半島を中心に大雨をもたらしたため、第 2.4 表では被害をまとめて記録している。

10 個の上陸台風の内、もっとも多数の死者・行方不明者を出したのは、台風第 23 号で、98 名であった。第 23 号は東海・近畿・中国・四国地方を中心に被害を

第 2.4 表 上陸台風が日本に接近・通過した際にもたらした被害. 消防庁 (2005) による.

台風番号	死者および 行方不明者	住宅被害		床上浸水	主な被災地
		全壊	半壊		
第 6 号	5		6	3	全国各地
第 10・11 号	3	11	21	254	近畿・中国・四国
第 15 号	10	19	86	410	東北・四国
第 16 号	17	51	205	14456	近畿・四国・九州
第 18 号	46	144	1506	1328	北海道・中国・九州
第 21 号	27	75	818	5385	近畿・四国
第 22 号	9	136	299	2121	東海・関東
第 23 号	98	907	7929	13341	東海・近畿・中国・四国

もたらし、住宅の全壊・半壊の戸数も、10 個の上陸台風の中では最も多く、それぞれ 907, 7929 戸であった。特に、兵庫県豊岡市や京都府福知山市、舞鶴市では河川が氾濫し、大規模な浸水被害が発生した。また、西日本を中心に土砂災害も多数発生した。高知県室戸市では高波により堤防が決壊し、死者が出た。一方、床上浸水した住宅の戸数は、瀬戸内海沿岸に高潮をもたらした台風 16 号で最も多く、14456 戸であった。

台風第 21 号は、主として大雨による土石流で近畿や四国地方に大きな被害をもたらした。第 10 号でも土石流被害が東北や四国地方で顕著であった。第 18 号は、北海道・中国・九州地方を中心に、強風による大きな被害が発生した。第 22 号は、東海・関東地方を中心に大雨や突風による被害が出た。

2.5 今後の課題

2004 年の上陸台風の概要をふまえて、気象研究所では中緯度における台風の構造変化過程への大気・海洋環境場の影響を調査する予定である。具体的には、2004 年の台風の事例を対象に、台風移動と一般風との関係を調査していく。熱帯の季節内変動と台風の移動に関わる指向流の関係についても、さらに詳しく調査

する。また、台風と海面水温との関係も、観測データの解析や数値実験から解明していく。中緯度における台風の強さに対する上層ジェットストリークや上層トラフの影響も調べていく。

その一方、上陸台風に伴う甚大な被害を受けて、暴風や豪雨、高潮の発生に対する、台風とその周辺の大気構造の影響も明らかにしていく。例えば、温帯低気圧化過程にある台風第 18 号の強風分布の非対称性を、衛星マイクロ波データ等から調べていく。第 22 号に伴う関東地方の強風の解析や数値実験も行う予定である。また、上陸台風に伴う地上・海上風速分布の気候学的な特徴も調査する。第 22 号に伴う横浜での突風など、局地的な現象についても取り上げる。

豪雨については、まず台風第 21 号に伴う、紀伊半島の豪雨をもたらした環境について観測データや数値実験により明らかにしていく。また、第 23 号に伴って生じた広範囲の大雨について客観解析データなどからその環境を調べる。

さらに台風第 16, 23 号に伴って発生した高潮についても、その特性と発生機構を観測データや数値実験から明らかにしていく。

第 3 章 2004 年上陸台風の発生および最多上陸に果たした季節内変動の役割*

3.1 はじめに

2004 年には、これまでの記録となる最大 10 個もの台風が日本に上陸した。なぜ 2004 年はこのように日本に上陸した台風が多かったのだろうか。気象庁 (2004) によれば、2004 年に多くの台風が日本に上陸した要因として、太平洋高気圧が平年より北に位置し、かつ日本付近に張り出し、台風が日本付近に接近しやすいような配置となったためとされている。また、フィリピン付近から日付変更線にかけて対流活動が平年より活発で北に位置していたことが太平洋高気圧をも北で強めたとする見解を示している。

本報告では、気象庁 (2004) で示されている熱帯域での対流活動をより詳しく調べ、その活動度が、熱帯域の季節内変動で記述できること、そして、季節内変動により、台風の発生ばかりか、日本に接近・上陸した台風が多かった台風の移動の傾向もある程度説明できることを示す。

3.2 使用データ

本研究で用いたデータは、以下のとおり。

- ・ QuikSCAT 海上風データ
 - Remote Sensing Systems 社の ftp サイトから入手
 - 緯経度 0.25 度格子, 3 日平均
 - 1997 年から現在まで
- ・ 外向長波放射 (Outgoing Longwave Radiation, OLR) データ
 - NOAA の ftp サイトから入手
 - 緯経度 2.5 度格子, 1 日 2 回
 - 1974 年から現在まで
- ・ 気象庁全球客観解析データ
 - 緯経度 2.5 度格子, 1 日 4 回

3.3 発生の特徴—季節内変動の役割

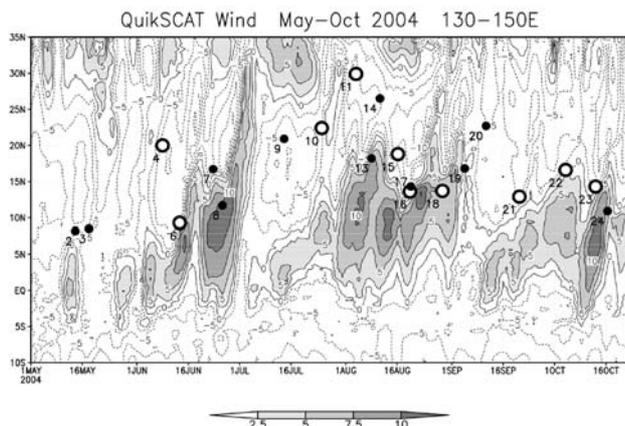
季節内変動が強まると、熱帯低気圧が発生しやすいことは、これまでも多くの論文で示されている (Nakazawa, 1986 ; Liebmann *et al.*, 1994 ; Hall *et al.*, 2001 ; Zhu *et al.*, 2003)。2004 年の台風発生も、熱帯域の季節内変動の活動と同期していた。この変動は周期

1, 2 ヶ月で東進し、大規模対流活動を伴っている。第 3.1 図は、2004 年の 5 月から 10 月まで、東経 130 度から 150 度で平均した QuikSCAT 海上風の緯度-時間断面図である。実線は西風領域を、破線は東風領域を示している。陰影域は、西風 2.5 ms^{-1} 以上の領域である。2004 年の場合、季節内変動は、6, 8, 10 月前半と、ほぼ 2 ヶ月おきに地球を周回していた。そのため、月平均図でも顕著にその様相を確認することができる。丸印は、台風の発生位置である (丸印のそばにある番号は台風番号。ただし、台風発生が東経 115 度から 165 度までの範囲で発生したときのみ記入)。季節内変動は、西風を伴っており、この西風が強化された時期に、台風は、全部で 13 個 (台風第 6, 7, 8, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23 号) 発生している。大きな丸印は日本に上陸した台風を示す。すなわち、4, 6, 10, 11, 15, 16, 18, 21, 22 そして 23 号である。これらのうち、4, 10 号は偏東風域で発生しているもので、季節内変動の直接の影響はないと考えられるが、ほかの 8 個の台風は、いずれも、季節内変動に伴う西風強化に対応して発生していることがわかる。季節内変動に伴う西風強化と関連して発生したものの、日本に上陸しなかった残り 5 個の台風について調べてみると、19 号をのぞき、7, 8, 13, 17 号の 4 つは、南西諸島ないし伊豆・小笠原諸島に接近していた。日本に接近した台風の個数 19 個も記録であることを付け加えておく。

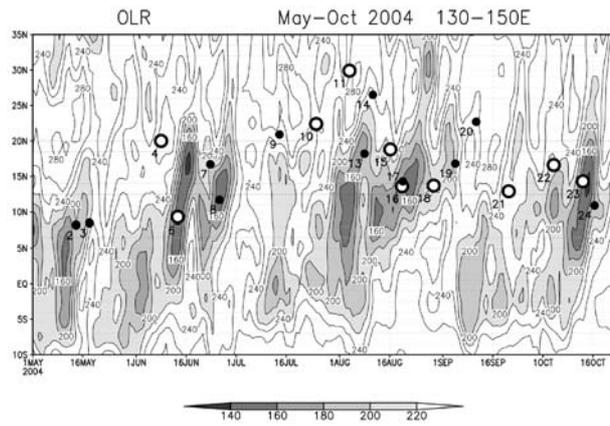
第 3.2 図は、OLR についてのものである。陰影域は、 220 W m^{-2} 以下の低 OLR 域 (すなわち、熱帯域では深い対流活動に対応) を示す。海上風 (第 3.1 図) でみたように、季節内変動に対応して、低 OLR 域が、6, 8, 10 月前半にみられる。海上風と比較すると、西風域で、低 OLR 域となっていることがわかる。この図から、季節内変動が、まず赤道付近で活発になり、時間の経過とともに北上している様子もみることができる。これらの特徴は、これまでの研究と一致している (Lau and Chan, 1986 ; Wang and Rui, 1990)。

次に、季節内変動が北西赤道太平洋で卓越した時期の平均場の状況を見てみる。第 3.3 図は、6 月から 10 月前半までの OLR のものである。右下の図を除くと、

* 中澤哲夫



第 3.1 図 東経 130 度から 150 度で平均した QuikSCAT 海上東西風の 2004 年 5 月から 10 月までの緯度-時間断面図。実線は西風領域、破線は東風領域を示す。等値線間隔は 2.5 ms^{-1} 。西風 2.5 ms^{-1} 以上を陰影。丸印は、台風発生位置。丸印の左下は台風番号。大きな丸印は日本に上陸した台風を示す。



第 3.2 図 第 3.1 図に同じ。ただし OLR。等値線間隔は 20 Wm^{-2} 。 220 Wm^{-2} 以下を陰影。

6 月から 8 月までの平均である。10 月後半は急激に OLR が高くなるため、右下の図のみ、9 月 25 日から 10 月 14 日までの平均としている。第 3.1, 3.2 図からわかるように、6 月（左上）、8 月（左下）、そして、9 月 25 日から 10 月 14 日（右下）は、北西赤道太平洋で季節内変動が活発な時期に対応し、7 月（右上）は、季節内変動が不活発だった時期に対応しているが、第 3.3 図からもその点を確認できる。すなわち、フィリピンの東方海上では、7 月（右上）を除くと、対流活動が活発であることがわかる。

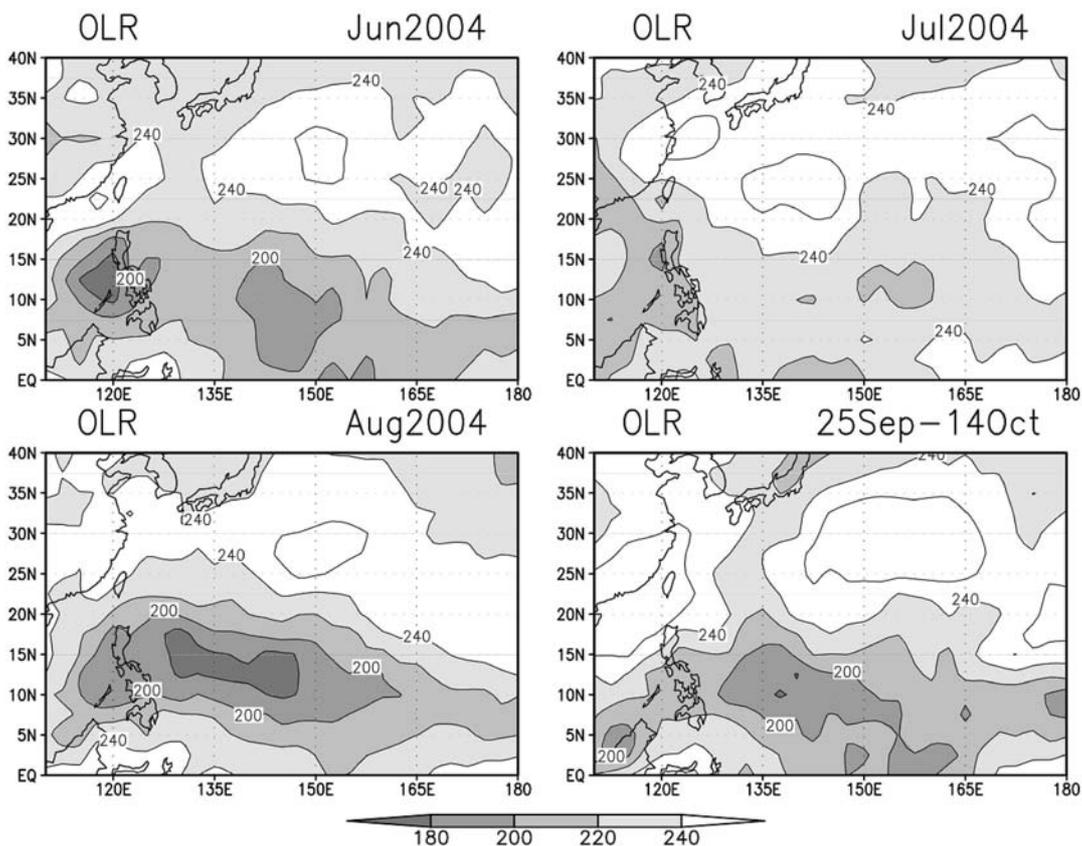
さらに第 3.3 図と同時期の QuikSCAT 海上風を第 3.4 図に示す。矢羽根の向きと長さで、風向と風速を表している。陰影域は、西風 2.5 ms^{-1} 以上の領域を示している。この図中、偏東風およびフィリピン東方海上の西風の変動が特徴的である。第 3.3 図と比較すると、季節内変動が活発であるときに、フィリピン東方海上の西風も強化されていることがわかる。この図ではやや不明瞭だが、北西太平洋では、季節内変動が活発だった 6, 8, 10 月前半には、西風のみならず、偏東風も強くなっている。すなわち、低気圧性渦度が強化されており、台風発生に好条件であったことを示している。

第 3.4 図では、フィリピン東方に見られる、モンスーントラフの位置も特徴的である。モンスーントラフは、例年、北半球の夏に、インドモンスーンの西風と太平洋の偏東風がぶつかり合うところに存在し、台

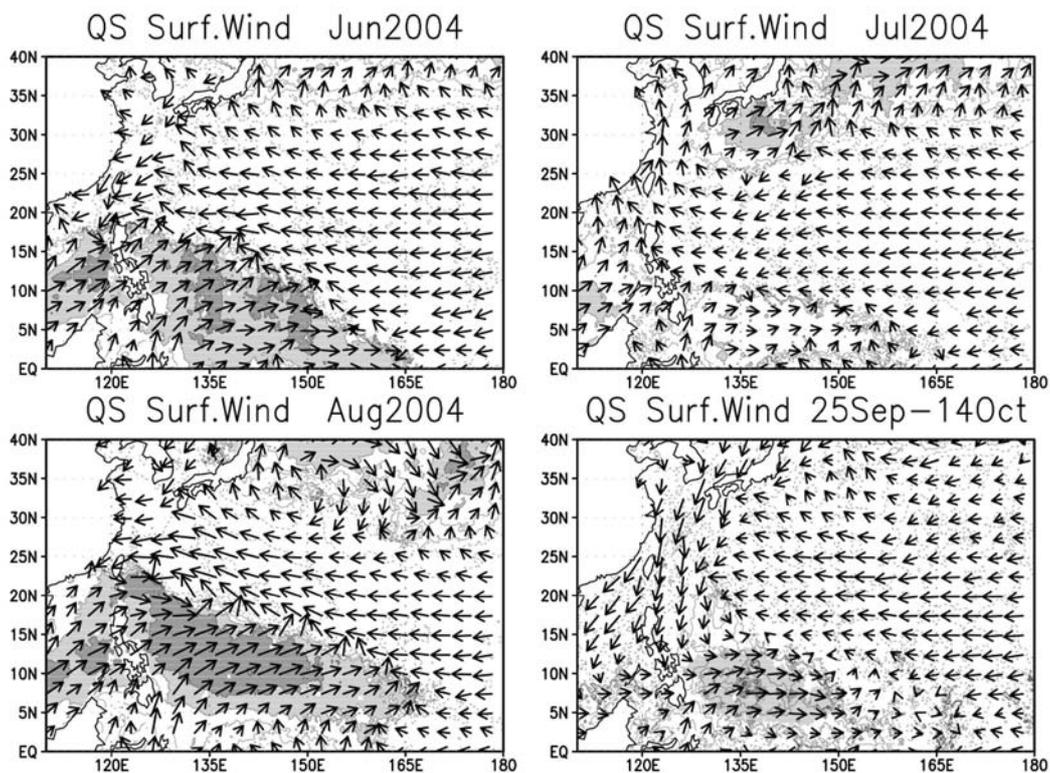
湾付近から東南東に伸び、フィリピンの東方海上まで数千キロに達する。だが、昨年は、季節内変動の不活発の時期（7 月、右上）には、東西に伸びているのに対して、季節内変動が西太平洋にきた 6, 8, 10 月には、このモンスーントラフがより強くなり、その西端は、フィリピンの北から台湾に近い、北緯 20-25 度、東経 120 度あたりまで達し、東端は東経 160 度あたりまで伸びていた。この点は、次に述べる台風の移動の特徴とも関連しており、次節で詳細に議論する。

3.4 移動の特徴—指向流の状況

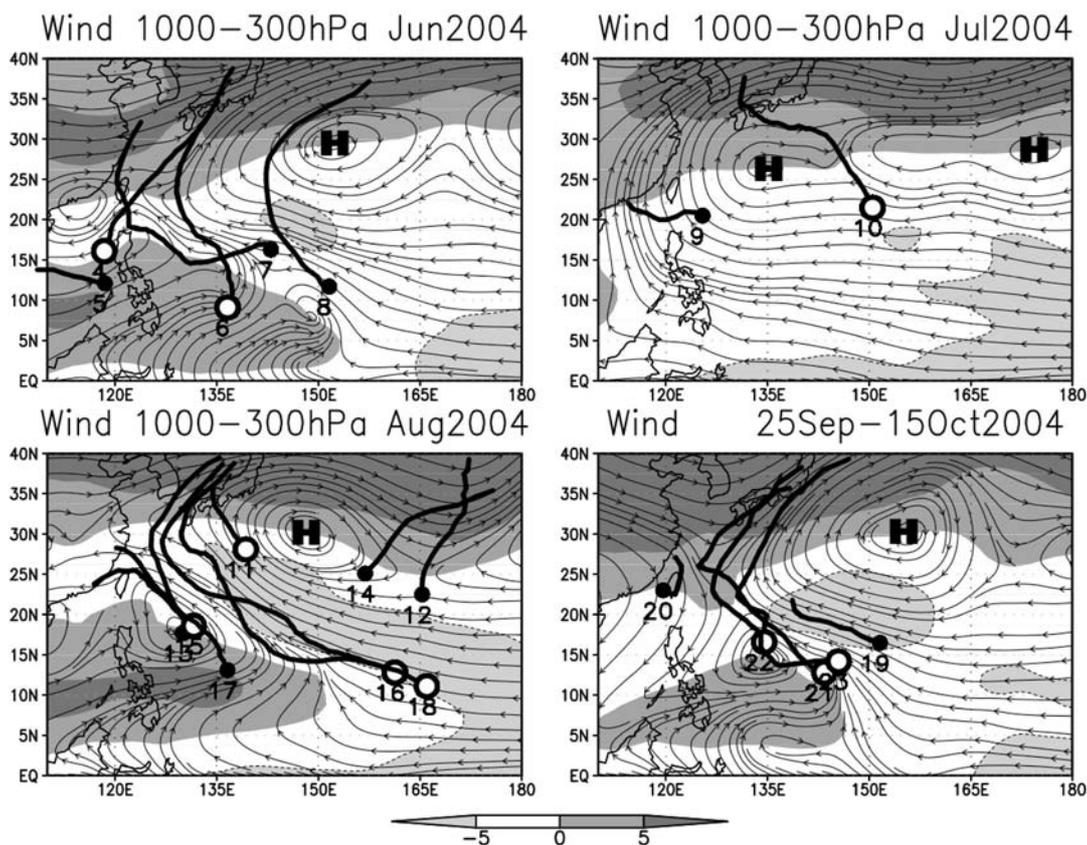
発生した台風が日本を含む東アジアに上陸・接近するかどうかを判断するため、大規模場の指向流を調べ、検討した。これまでの研究から、台風は、対流圏中下層の流れで移動することが知られているので、1000 hPa から 300 hPa までで積分した風を指向流と見なして計算した。第 3.5 図は、このように計算した指向流である。この図には流線とともに、東西風を陰影域で示している。もっとも淡い陰影域は東風 5 ms^{-1} 以上、やや濃い陰影域と濃い陰影域は、それぞれ西風 $0-5 \text{ ms}^{-1}$ と 5 ms^{-1} 以上の領域である。この図から、指向流は、6, 8, 10 月前半の場合には台湾・南西諸島を経て日本に接近するのに対して、7 月にはフィリピンと中国に上陸、9 月の場合（図省略）にもフィリピンに上陸し、南シナ海に移動し、日本には来ないことが示された。さらに詳しく見てみると、どの月も、北緯 25 度以北では、偏西風が卓越していることがわかる。季節内変動が不活発な月であっても、仮に台風が台湾あたりまで達することができれば、その台風が日本に上



第 3.3 図 北西太平洋の OLR. 左上: 2004 年 6 月, 右上: 2004 年 7 月, 左下: 2004 年 8 月, 右下: 2004 年 9 月 25 日から 10 月 14 日. 等値線間隔は $20 Wm^{-2}$. $240 Wm^{-2}$ 以下を陰影.



第 3.4 図 第 3.3 図に同じ. ただし, QuikSCAT 海上風. 等値線は東西風. 等値線間隔は $2.5 ms^{-1}$. 西風 $5 ms^{-1}$ 以上を陰影. 濃い陰影域は, 西風 $7.5 ms^{-1}$ 以上.



第 3.5 図 第 3.3 図に同じ。ただし、指向流（1000-300 hPa で積分した風）の流線。西風 5 ms^{-1} 以上（やや濃い陰影域、濃い陰影域）および東風 5 ms^{-1} 以上（淡い陰影域、破線で囲まれた領域）を陰影。太い実線は台風経路。丸印は台風発生位置。その下の番号は台風番号。H は太平洋高気圧の中心。

陸する確率が高い。しかし、実際には、北緯 25 度以南での指向流は季節内変動が活発な時と不活発な時とは大きく異なっている。すなわち、季節内変動が活発な時には、フィリピン東方に西風が入り込んでおり、指向流から見たモンスーントラフが、台湾付近から東南東に伸びて、北緯 5-10 度、東経 150 度付近にまで達している。例えば 8 月のフィリピン東方に注目してみると、北緯 10 度あたりで、東経 130 度から日付変更線まで、東西の広い経度で台風が発生したとすると、いずれの場合でも、台湾方面に進むことがわかる。

その理由は、季節内変動により強化されたモンスーントラフが存在するためである。この指向流から見た

モンスーントラフが、第 3.4 図の海上風から見たモンスーントラフとよい対応を示しているということは、このような風系が、海上だけでなく、対流圏の中層から下層にかけて卓越していることを示している。

第 3.5 図には、実際の台風の進路を太い黒い実線で示している（第 3.1, 3.2 図同様、日本に上陸した台風については、発生位置に大きな丸印で示した）。

以上のように、指向流は、実際の台風の進路とよく一致しており、季節内変動が活発な期間には、台風が台湾周辺に到達しやすい環境となっており、その後、転向して日本に接近・上陸しやすかったことがわかった。

第 4 章 10 個の各上陸台風とその環境

4.1 台風第 4 号 (0404 CONSON)*

ルソン島西側の南シナ海で活発な対流活動を伴ったクラウドクラスターは、2004 年 6 月 4 日頃から低気圧性の循環を持ち始め、4 日 18 時には熱帯低気圧となった。同海域では海面水温が 29°C 程度あり、かつ東西風の鉛直シアはほぼ 0 ms^{-1} であった。同時刻には沖縄本島の南東海上に低気圧があり、本州を指向していた。同日 22 時 17 分の QuikSCAT 画像からは、南シナ海で下層循環中心を確認できる。太平洋高気圧は日本のはるか東に存在しており、南シナ海の熱帯低気圧は 5 日にかけて 1000 hPa 前後の気圧を維持しながら、ほぼ停滞していた。

熱帯低気圧は勢力を徐々に強めながら北北東に進み、6 日 18 時にルソン島の西海上で台風第 4 号になった。2004 年に日本に上陸した 10 個の台風の中で、南シナ海で発生・発達したものはこの第 4 号のみである。同日 10 時 20 分の QuikSCAT 画像の風速分布では、下層循環中心と南に偏在する強風域を確認できる。また、同日 22 時 37 分の AMSU Ch. 7 画像では、周辺と 2 K 程度の輝度温度差をもつ温暖核が存在していることがわかる。6 日から 7 日にかけて上述の沖縄付近にあった低気圧は北東に進み、それに伴い、太平洋高気圧が大きく西に張り出してきた。静止衛星雲画像では CDO に隠されて、眼が確認できないが、7 日 18 時 12 分の AMSR-E PCT85 画像では、北緯 18.0 度、東経 119.3 度付近に直径 30 km 程度の台風の眼が確認できる。台風は 7 日から 8 日にかけても勢力を強めながら北北東に進み、8 日 15 時には最大風速が 65 kt (33 ms^{-1}) と推定された。これ以降、台風は太平洋高気圧の西縁を回りながら、加速しつつ北東に進み、9 日 12 時に勢力が最大となった。最大風速は 80 kt (41 ms^{-1})、中心気圧は 960 hPa と推定された。暴風域は 30 nm (57 km)、強風域は南東 70 nm (133 km) に達した。同日 22 時 2 分の TMI PCT85 画像では、北緯 25.5 度、東経 125.9 度付近に直径 10 km 程度の台風の眼と、それを取り囲む同心円状の壁雲、および北東象限にデルタ型レインシールド、南東象限にレインバンドが確認できる。

台風は、太平洋高気圧の北西縁辺部を南西諸島に沿

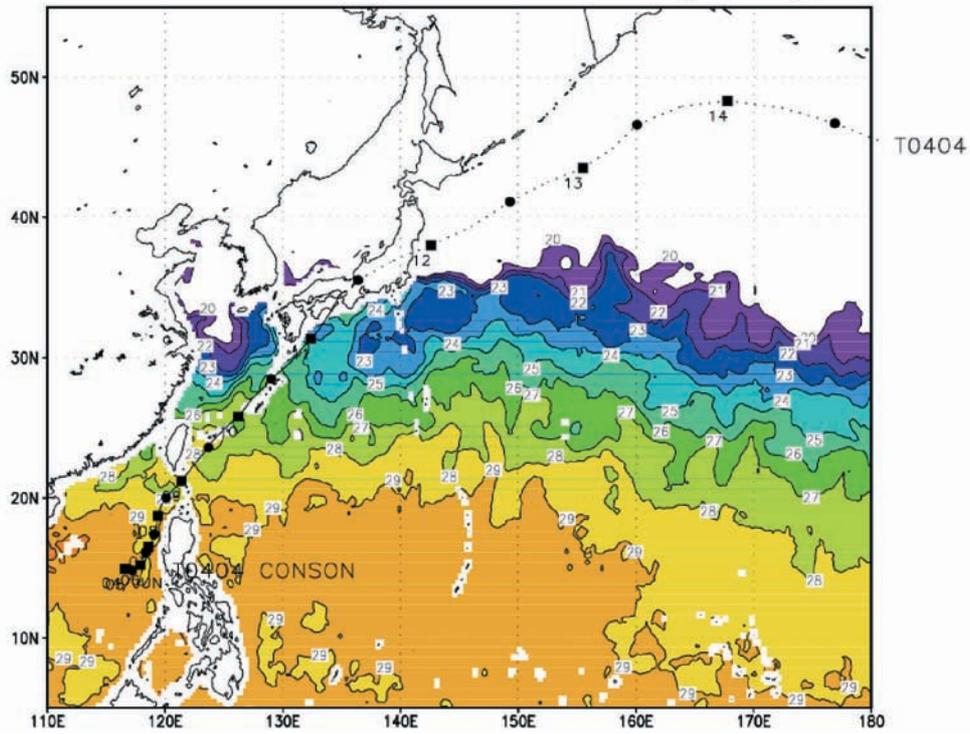
う形で 10 日、11 日と進み、日本に接近した。日本海から黄海にかけて停滞するトラフの前面の上層発散域に接近したため、台風はしばらくは強い勢力を維持していた。しかし、北上に伴い進路上の海面水温も 26°C 以下となり、また、中層で台風に向かって北側から乾燥空気が侵入したこともあって、勢力が急激に弱まった。台風に伴う同心円状の雲域は大きく崩れていった。10 日以降はマイクロ波放射計の画像では眼を確認できなくなっており、10 日 16 時 13 分の TMI PCT85 画像に見られるように、台風の北側のレインシールド、およびそこから南東象限に伸びる活発なレインバンドが特徴的であった。また、同日 10 時 12 分の QuikSCAT 画像では、沖縄本島の北に位置する下層循環中心の北側に風速 15 ms^{-1} 以上の領域が広がっていた。この領域は、上述の台風北側のレインシールドに対応する位置にある。台風は、11 日には日本列島周辺の傾圧性の強い領域にまで北上し、温帯低気圧化が始まった。

台風は種子島の東海上を通過後、11 日 7 時に中心気圧 994 hPa、最大風速 35 kt (18 ms^{-1})、強風域が 20 nm (38 km) で高知県室戸市付近に上陸した。同日 9 時に温帯低気圧となり、そのまま本州を縦断、12 日 0 時頃、福島県沖に到達した。その後、日本の東海上を 12 日から 13 日にかけて北東に進み、14 日には東経 170 度付近で進路を東南東に転じ、15 日には東経 180 度以東に進んだ。

台風が南西諸島を通過するのに伴い、8 日から 10 日にかけて、南西諸島では大雨、暴風となった。台風が温帯低気圧となった以後も、低気圧と梅雨前線の影響で、10 日から 11 日にかけて西日本から東日本の順に大雨となった。特に風上側の南東に開いた斜面で強い降雨があった。

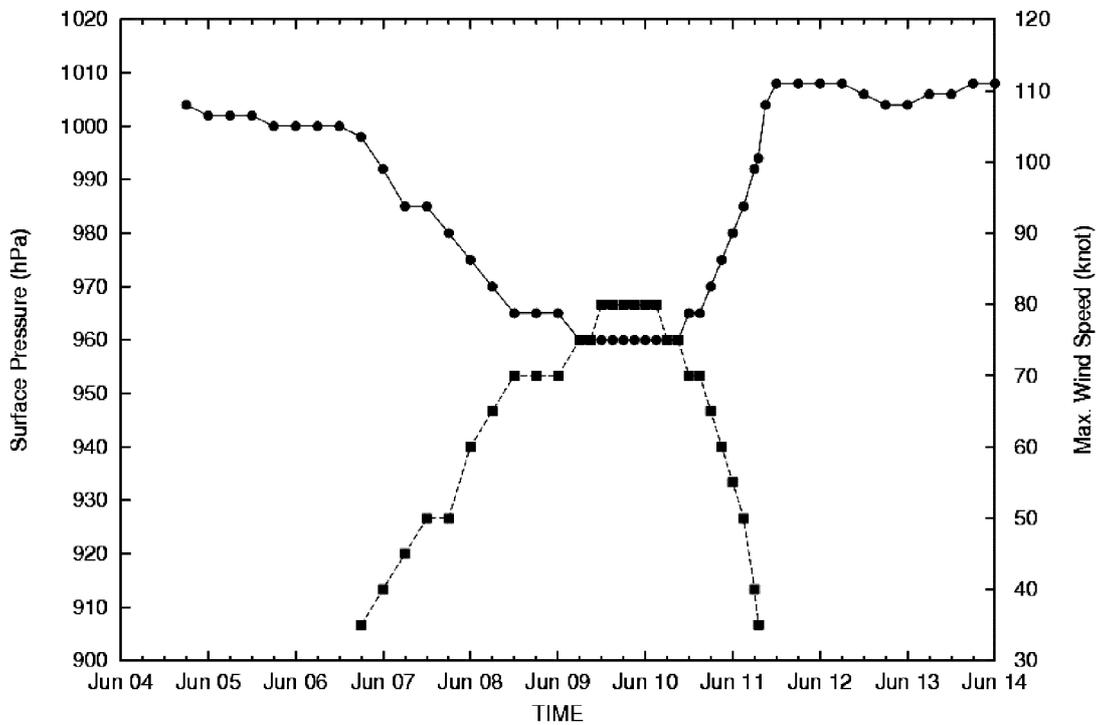
* 別所康太郎・上野 充

Best Track T0404 CONSON & SST 05jun-11jun



台風第 4 号の径路および海面水温図

T0404 CONSON



台風第 4 号の強度変化図

4.2 台風第 6 号 (0406 DIANMU)*

カロリン諸島周辺で活発な対流活動をしていたクラウドクラスタは、2004 年 6 月 11 日 18 時に熱帯低気圧となった。発生時、循環の中心は北緯 6 度というきわめて低緯度で、中心気圧が 1006 hPa と推定された。広い領域にわたって、東西風の鉛直シアがほぼ 0 ms^{-1} であり、同海域の海面水温も 28°C と、熱帯低気圧の発生・発達には好条件が揃っていた。12 日 20 時 28 分の QuikSCAT 画像からは、同海域に下層循環中心が確認できる。

熱帯低気圧は太平洋高気圧の南側をゆっくりと北西に進みつつ勢力を強め、13 日 12 時には同海域で台風第 6 号になった。台風はなおもゆっくりと北上を続け、16 日 00 時には大型で非常に強い勢力となり、中心気圧は 915 hPa、最大風速は 100 kt (51 ms^{-1})、暴風域は 150 nm (285 km)、強風域は南に 350 nm (665 km) と推定された。台風は 16 日以降、17 日まで北北西、17 日は北西、18 日以降は再び北北西に進んだ。静止衛星雲画像によると、この頃、台風を取り巻く雲域は、同心円状の構造を維持していた。17 日 17 時 10 分の AMSR-E PCT85 画像では、直径 50 km 程度の台風の眼とそれを取り巻く壁雲、さらに螺旋状に分布するレインバンドを確認できる。また、同日 21 時 36 分の AMSU Ch. 7 画像では、周辺からの輝度温度差が 6 K 程度の明瞭な温暖核が存在している。19 日 12 時頃、台風は太平洋高気圧の西縁を通過し、沖縄の南海上で転向した後、徐々に勢力を弱めながらも速度を上げて北北東へ進んだ。一方、進路付近の海面水温は 26°C 以上あり、台風の急激な勢力の低下はなかった。また、上層では、18 日頃中国大陸にあったトラフが 20 日にかけて東シナ海付近にまで東進していた。19 日 04 時 48 分の AMSR-E PCT85 画像では明瞭な二重眼が確認できる。同日 09 時 41 分の QuikSCAT 画像では台風の下層循環中心付近で風速が 50 ms^{-1} 近くに達していたと推定される。この二重眼はこの後徐々に収縮し、さらに 19 日 17 時 40 分の TMI PCT85 画像にあるように崩れていった。

台風は、20 日以降、北北東に進み、21 日 00 時頃、高知県室戸市付近に上陸した。この時の中心気圧は 965 hPa、最大風速は 70 kt (36 ms^{-1})、暴風域は南東に 80 nm (152 km)、強風域は南東に 300 nm (570 km)

と推定された。西から接近してきたトラフとそれに伴うジェットストリークが台風の北側に存在し、それらに関連する強い上層発散域に台風が接近した。また、台風が進んだ本州周辺では幅広い傾圧帯となっており、台風は温帯低気圧化を開始した。中層で乾燥空気が台風の北西側に入り込み、台風の雲域も急速に非対称性を強めていった。レーダーで見る雨域はさらに非対称化が進んでおり、この頃には進行方向の後面にあたる台風中心から南西側では、降水は観測されていない。

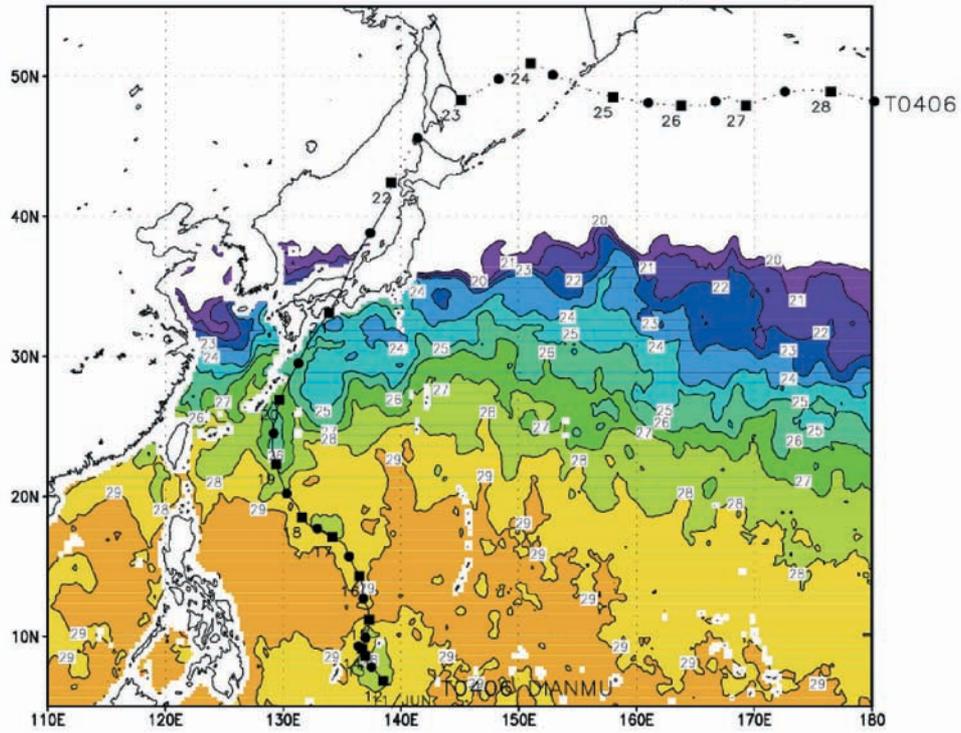
台風はさらに北上し、同日 04 時過ぎ、明石市付近に再上陸した。台風は勢力を弱めながらさらに北上し、日本海に抜けた後、21 日 18 時に、津軽海峡の西で温帯低気圧となった。同日 18 時 04 分の AMSU Ch. 7 画像でも、台風の特徴である温暖核はすでに確認されない。

低気圧はその後、オホーツク海を抜け、24 日から 25 日にかけて千島列島を通過し、それ以後東進、東経 180 度以東へ進んだのは 28 日であった。

台風の北上に伴い、日本海の梅雨前線の活動が活発化していたが、20 日以降、台風が日本列島に接近すると、台風に伴う雨、風が九州から四国で強まった。21 日は西日本から東日本、北海道にかけて、台風及び温帯低気圧化後の低気圧に伴う強雨・強風となった。

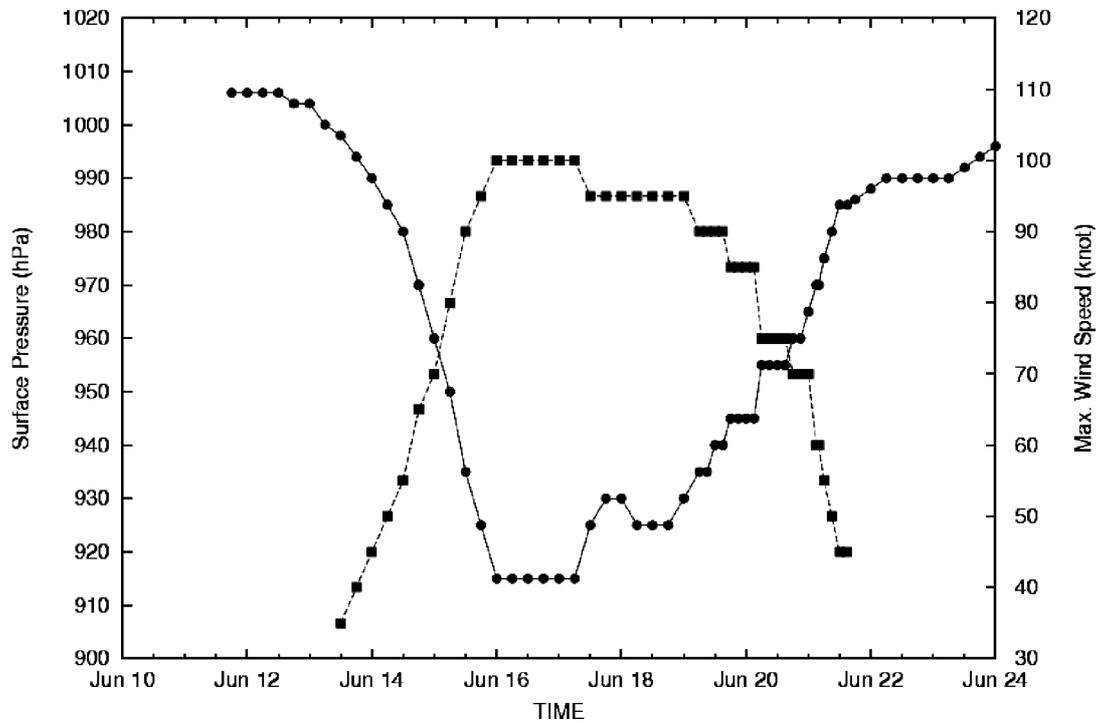
*別所康太郎・榊原 均

Best Track T0406 DIANMU & SST 15jun-21jun



台風第 6 号の径路および海面水温図

T0406 DIANMU



台風第 6 号の強度変化図

4.3 台風第 10 号 (0410 NAMTHEUN)*

太平洋高気圧の縁辺部南側、南鳥島の南西海上で 2004 年 7 月 24 日 12 時に発生した熱帯低気圧は北西に進み、25 日 00 時には台風第 10 号となった。台風になった時の中心気圧は 996 hPa と推定された。同海域の海面水温は 29°C 程度であったが、東西風の鉛直シアは発生域の南方海上で小さかったことから、熱帯低気圧の発生および台風への発達に好都合な環境であった。25 日 12 時の静止衛星雲画像では CDO に隠されて台風の眼は見えないが、25 日 21 時 56 分の TMI 37 GHz 画像では、北緯 24.8 度、東経 148.3 度付近に下層循環中心として台風の眼が確認できる。

太平洋高気圧は北緯 30 度付近で西への張り出しが顕著であり、台風は、太平洋高気圧の南西縁辺部を横切るように北西へ進んだ。25 日から 27 日にかけては、中心気圧が 1 日につき約 30 hPa 深まるほど台風は発達し、26 日 12 時には、最大風速は 85 kt (43 ms^{-1})、暴風域が 120 nm (228 km) に達し、27 日 00 時には中心気圧は 935 hPa と最盛期を迎えた。26 日 19 時 54 分の QuikSCAT 画像でも、下層循環中心付近に同程度の風速を持つ領域が存在することがわかる。この頃、台風は父島の東海上にまで北上していた。静止衛星雲画像では、この時期に台風の眼の存在と、中心付近の同心円状の雲域、中心から南西に広がる雲バンドを確認できる。26 日 20 時 59 分の TMI PCT85 画像では、眼の直径が 10 km で、その眼の周辺に活発な対流雲がリング状に存在し、さらにその南東にレインバンドが伸びていることがわかる。この期間中、台風の北上に伴い、進路上の海面水温は 29°C から 27°C に低下していた。

台風は 27 日以降、勢力を徐々に弱めつつ、進路が北西から西北西に変わり、四国に接近していった。静止衛星雲画像からは、台風に伴う南東部の幅の広い雲バンドが消滅する一方、同心円状の雲域が引き続き存在していることが確認できる。28 日 15 時 49 分の TMI PCT85 画像でも、直径 100 km 程度の大きな眼を中心にした同心円状の対流雲が確認できる。日本の沿岸では海面水温は 28°C 以上の高い状態で、台風は日本に近づくにつれて、相対的に海面水温の高い海域を進んだ。29 日 20 時 18 分の QuikSCAT 画像では、下層循環中心の周辺でほぼ同心円状に強風域、暴風域が分布

していることがわかる。

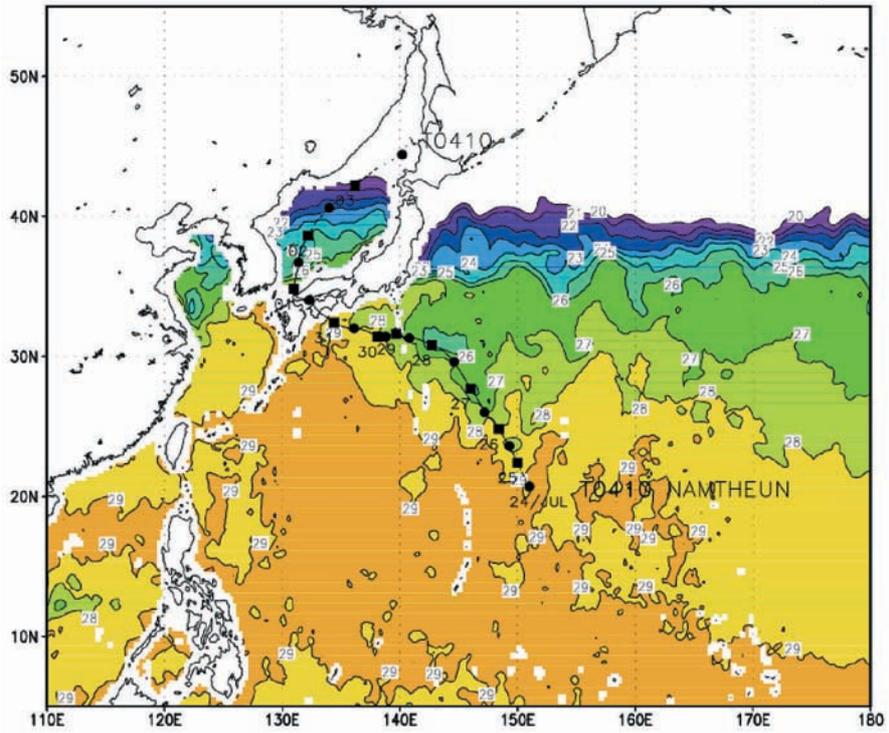
台風は 31 日 07 時に高知県西部に上陸した。上陸時の中心気圧は 980 hPa、最大風速は 65 kt (33 ms^{-1})、暴風域が 50 nm (95 km)、強風域が南東に 200 nm (380 km) と推定された。台風は、上陸後、急速に勢力が衰えていった。台風は同日、12 時頃山口県岩国市付近に再上陸し、8 月 1 日になって日本海に抜けた。最初の上陸直前の 31 日 4 時 46 分の AMSU Ch. 7 画像では、2 K 程度の弱い輝度温度差ではあるが温暖核構造を維持しており、勢力の衰えは上陸に伴うものと推測される。

この頃、傾圧帯と上層ジェット気流は北緯 40 度より北に位置しており、台風は日本海で温帯低気圧化を開始した。1 日 9 時 49 分の AMSU Ch. 7 画像では、温暖核がほとんどないのがわかる。台風は 2 日 00 時には勢力が衰えて、日本海北西部で熱帯低気圧となった。熱帯低気圧はその後北東に進み、3 日 06 時に北海道西方海上で温帯低気圧になった後、18 時に稚内の西海上で消滅した。

台風は最初は南東から、その後は進路を変えて東から日本列島に近づいたため、29 日に関東から雨が降り始めた。台風本体の雨は 30 日になって降り始め、31 日までに近畿南部・四国で大雨となった。奈良県、徳島県では期間中の総降水量が 1000 mm を超える地点もあった。台風が通過後も、台風後面を台風に向かって流れ込む風に運ばれて雨雲が流入し、九州北部、四国、中国地方では、1 日、2 日も大雨となった。

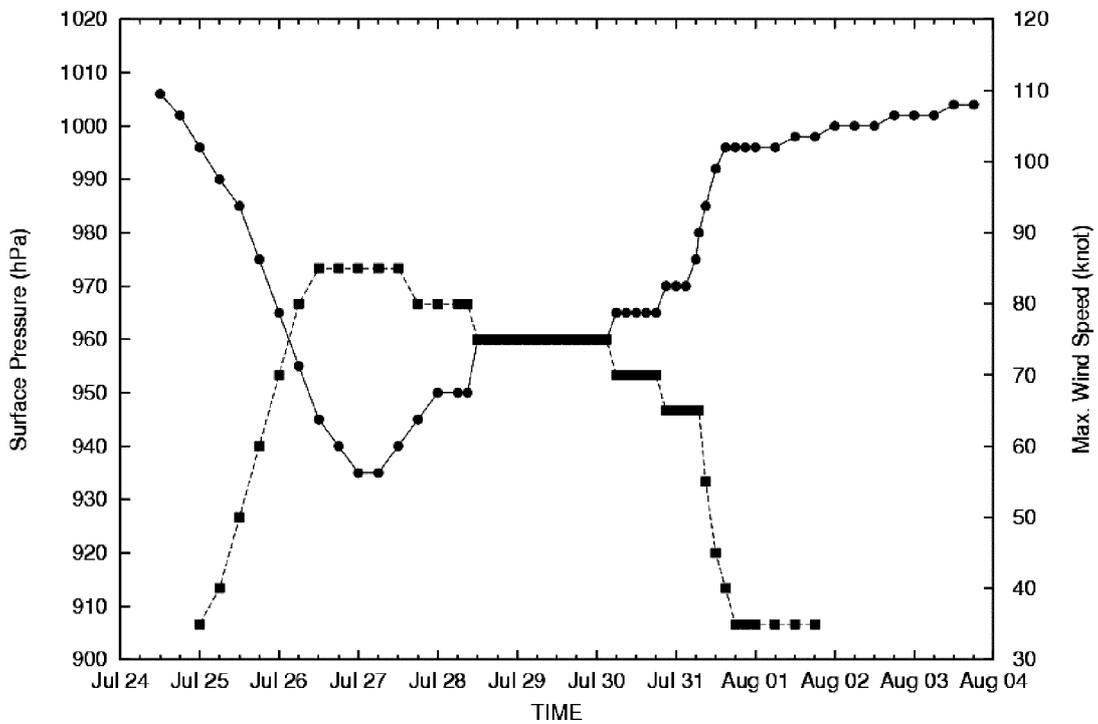
* 別所康太郎・和田章義

Best Track T0410 NAMTHEUN & SST 25jul-31jul



台風第 10 号の径路および海面水温図

T0410 NAMTHEUN



台風第 10 号の強度変化図

4.4 台風第 11 号 (0411 MALOU)*

モンスーントラフ内の低圧部が 2004 年 8 月 2 日 00 時に南鳥島の西海上で発達し、熱帯低気圧となった。発生時の熱帯低気圧の中心気圧は 1002 hPa と推定された。同海域の海面水温は 28°C、東西風の鉛直シアも 0 ms^{-1} 程度であった。下層の渦度も小さく、熱帯低気圧は弱い勢力のまま北西に進んだ。静止衛星雲画像や 3 日 16 時 42 分の TMI PCT85 画像からも、循環に伴う雲域が、あまりまとまっていないことが確認される。同日 21 時 22 分の AMSU Ch. 7 画像では、温暖核は確認されない。

熱帯低気圧は 4 日 00 時に日本の南海上で台風第 11 号になった。この時の中心気圧は 998 hPa、最大風速は 35 kt (18 ms^{-1})、暴風域は存在せず、強風域は北東に 80 nm (152 km) で、ほとんど発達していない。台

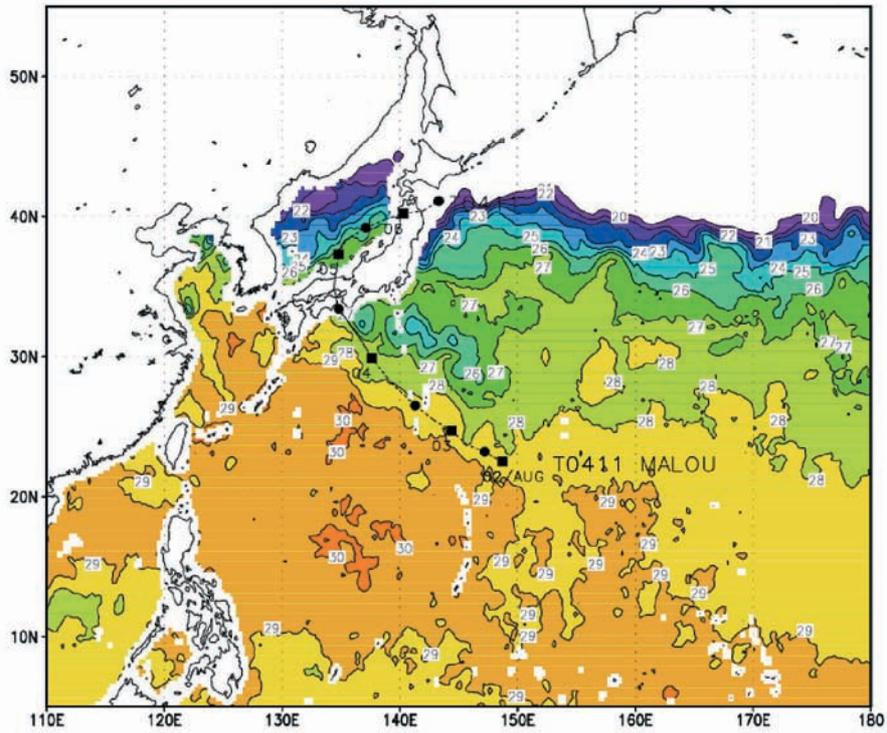
風はその後も北西に進み、同日 13 時頃、中心気圧 996 hPa、最大風速 40 kt (20 ms^{-1})、強風域が北東に 100 nm (190 km) で徳島県東部に上陸した。その後、さらに北上し 4 日 16 時頃、相生市付近に再上陸した。

台風はその後日本海に出て、4 日 21 時に山陰沖で熱帯低気圧となった。日本海の海面水温は 26°C 以下であった。熱帯低気圧は進路を東北東に変え、東北地方北部を通過後、6 日 18 時に北海道の南海上で消滅した。傾圧帯や上層ジェット気流が北緯 40 度以北に位置していたため、温帯低気圧化はしなかった。

台風としての勢力は強いものではなかったが、4 日の上陸に際しては、九州、四国、近畿、中国地方に大雨をもたらした。特に近畿南部や三重県では台風第 10 号による大雨の直後であったため、大きな被害が発生した。

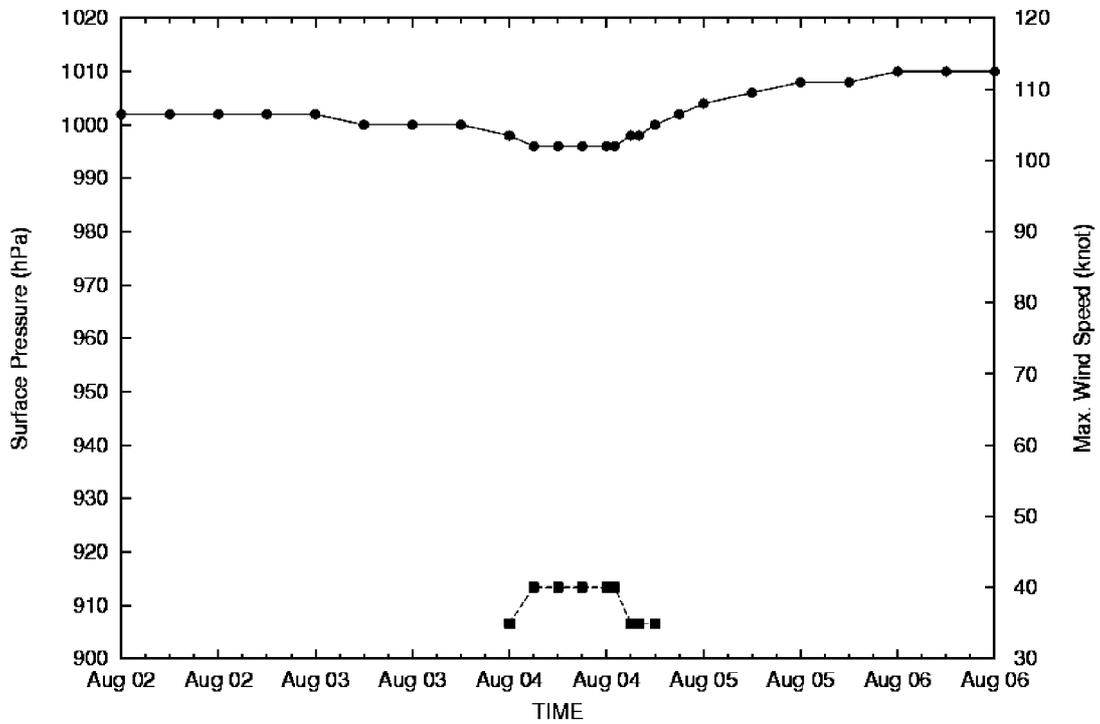
* 別所康太郎・星野俊介

Best Track T0411 MALOU & SST 02aug-04aug



台風第 11 号の径路および海面水温図

T0411 MALOU



台風第 11 号の強度変化図

4.5 台風第 15 号 (0415 MEGI)*

2004 年 8 月 13 日, トラック諸島付近にあったクラウドクラスターは低気圧性の循環を持ちながらゆっくりと西進し, 14 日 00 時にマリアナ諸島の西海上で熱帯低気圧となった。同海域はモンスーントラフ内に位置し, 海面水温も 29°C 程度, 東西風の鉛直シアも 0 ms^{-1} に近く, 熱帯低気圧が発生しやすい条件が整っていた。同日 8 時 54 分の QuikSCAT 画像では同海域で下層循環中心が確認できる。

熱帯低気圧は勢力を強めながらしばらく西に進み, 16 日 00 時頃からは太平洋高気圧の南西部を迂回する形で北西に進むようになった。熱帯低気圧は 16 日 06 時にはフィリピンの東海上で台風第 15 号になった。この時の中心気圧は 992 hPa, 最大風速は 35 kt (18 ms^{-1}), 強風域は東側に 300 nm (570 km) と推定されている。同日 20 時 51 分の QuikSCAT 画像でも, 下層循環中心の東側に最大風速が 40 ms^{-1} 近くの風速極大が見られる。

台風の進路は徐々に北西から北北西に変わり, 台風は 17 日 03 時以降, 急激に勢力を増していった。進路上の海面水温は 28°C 程度であり, かつ鉛直シアも小さかった。17 日 12 時頃には, 久米島の西海上を通過した。静止衛星雲画像では, 同時刻頃から台風の眼を確認できる。

台風は発達を続け, 18 日には東シナ海に達し, 勢力が最大となった。この頃, 台風は太平洋高気圧の西端を回り込み, 速度を上げながら進路を北向きに変えた。この時の中心気圧は 970 hPa, 最大風速は 65 kt (33 ms^{-1}), 強風域は 350 nm (665 km) と推定された。同日 5 時 52 分の TMI PCT85 画像では, 台風の眼の壁雲と, 南北に長く分布する活発なレインバンドが確認できる。また, 10 時 45 分の TMI 37 GHz 画像では, 北緯 30.9 度, 東経 126.5 度に明瞭な眼が確認できる。

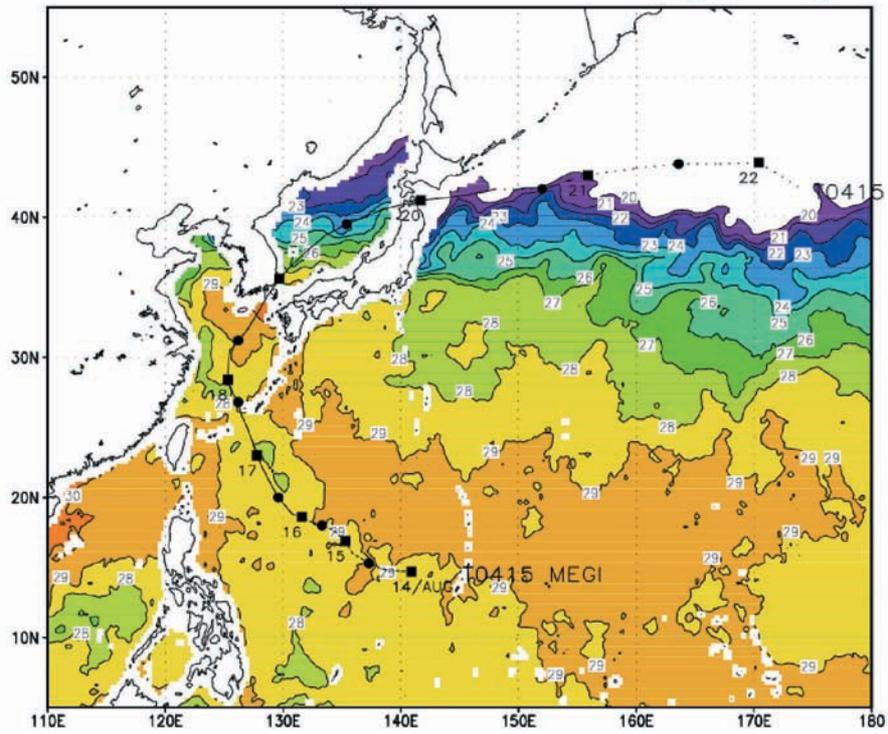
この頃, 傾圧帯や上層ジェット気流は東経 140 度付近では北緯 40 度より北に位置し, 台風は 18 日後半以降に温帯低気圧化を開始した。台風の進路は北北東から北東に変わり, 台風は九州の西海上を通過後, 19 日 00 時には韓国の釜山付近に達した。同日 4 時 21 分の AMSR-E PCT85 画像からは, 台風の明瞭な眼の壁雲と北に広がる対流雲域がわかる。また, 同日 9 時 25 分の AMSU Ch. 7 画像では, 周辺と 3 K 程度の輝度温度

差をもつ温暖核の存在が確認でき, 温帯低気圧化が進みつつも, 台風としての構造を依然として維持しているのがわかる。AMSU 観測とほぼ同時刻の 9 時 59 分の QuikSCAT 画像では, 循環中心の南西と南東にそれぞれ風速の極大値をもつ, 馬蹄形の風速分布が特徴的である。中層では西側から乾燥空気が台風に入り始め, 19 日 12 時頃からは急激に勢力を弱めていった。台風は東進してきた中緯度のトラフに接近し, 台風の前面で上層の発散が非常に大きくなった。台風はそのまま北東進しつつ日本海を進み, 同海域の海面水温は 24°C 程度であった。台風は 19 日 21 時過ぎに津軽半島に上陸した。この時の中心気圧は 980 hPa, 最大風速は 60 kt (31 ms^{-1}), 暴風域は 50 nm (95 km), 強風域は東に 300 nm (570 km) と推定された。台風はそのまま青森県を横切った後, 20 日 09 時に北海道の南東海上で温帯低気圧になった。この温帯低気圧はそのままアリューシャンの南海上まで東進し, 22 日 06 時に消滅した。

台風が東シナ海を通過するに際し, 東北地方にかかっていた停滞前線の影響もあって, 17 日から 18 日にかけて, 西日本および東北地方を中心に大雨となった。19 日に台風が日本海を通過する際も, 台風本体に伴う雨よりも, 上述の南風に伴う大雨が西日本では見られた。上陸の前後では, 台風に伴う雲域による大雨が東北および北海道で発生した。また, 富山県, 石川県では高潮が発生した。

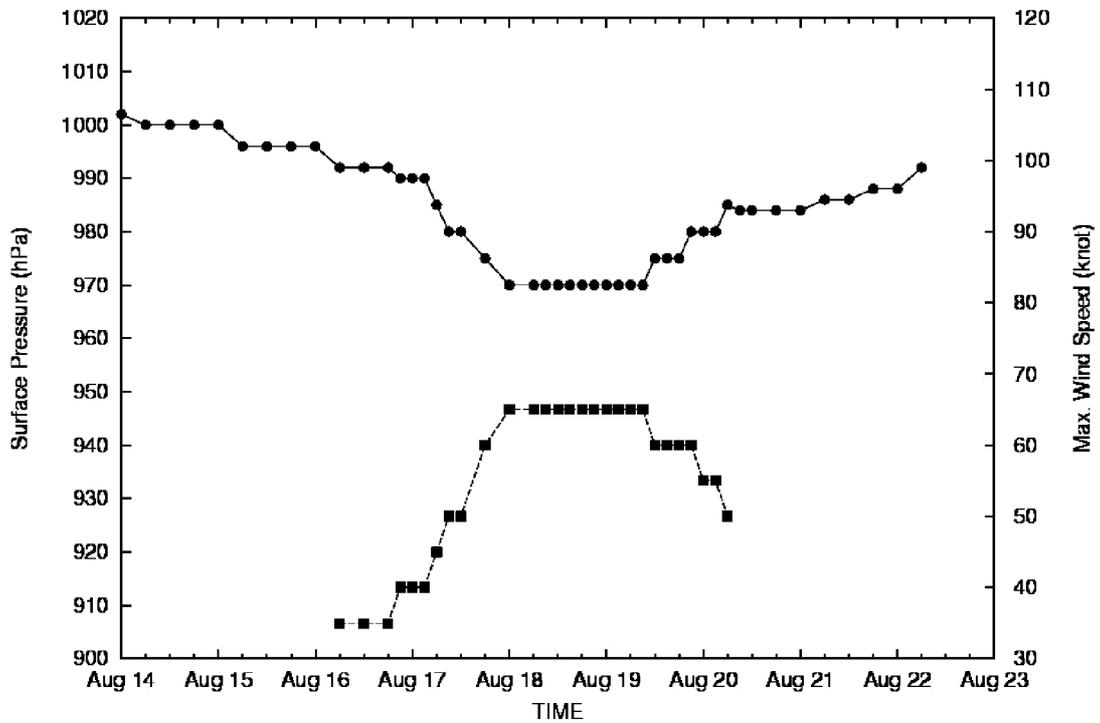
* 別所康太郎・中澤哲夫

Best Track T0415 MEGI & SST 14aug-19aug



台風第 15 号の径路および海面水温図

T0415 MEGI



台風第 15 号の強度変化図

4.6 台風第 16 号 (0416 CHABA)*

2004 年 8 月 18 日 06 時に、北緯 10 度線に沿った非常に活発なモンスーントラフ内に位置するカロリン諸島近海で、熱帯低気圧が発生した。この時の中心気圧は 1004 hPa と推定された。同海域の海面水温は 28°C 程度で、東西風の鉛直シアーがほぼ 0 ms^{-1} の領域が東西に長く広がっていた。同日 7 時 11 分の QuikSCAT 画像からは、同海域で下層循環中心が存在することがわかる。なお、この熱帯低気圧の発生に 6 時間先立つ 00 時には 200 km 西のフィリピン東海上で同じく熱帯低気圧（後の台風第 17 号 AERE）が発生しており、しばらくは対になった動きをしていた。

熱帯低気圧は先に発生した熱帯低気圧を追うようにゆっくりと西に進み、19 日 12 時には台風第 16 号になった。台風になった時の中心気圧は 996 hPa と推定された。同日 14 時 50 分の AMSR-E PCT85 画像では、活発な対流雲域は確認できるものの、眼やその壁雲は認められない。この頃、台風は CDO に覆われ、静止衛星雲画像では眼を確認できないが、21 日 9 時 44 分の TMI 37 GHz 画像からは、北緯 13.9 度、東経 150.9 度付近に明瞭な眼を認めることができる。そして 22 日 00 時頃からは、静止衛星画像でも台風の眼を確認できるようになった。台風は 23 日まで太平洋高気圧の南側を西に進んだ後、高気圧の南西縁辺部を回るように北西に進むようになった。21 日から 22 日にかけて、台風の勢力は中心気圧が一日で 45 hPa 低下するなど急発達し、22 日 18 時には最大風速は 110 kt (56 ms^{-1}) となり、23 日 18 時には中心気圧は 910 hPa に達した。台風は 25 日 18 時までその勢力を維持しつつ北西に進み、以後、ゆっくりと勢力を落としていった。その間、暴風域は 160 nm (304 km) にまで達した。25 日 20 時 18 分の QuikSCAT 画像を見ると、暴風域が下層循環中心から半径 300 km 程度の同心円状に分布していることがわかる。その一方、風速の極大域は非対称的に、中心から北側に分布している。QuikSCAT の観測に先立つ 17 時 32 分の AMSU Ch. 7 画像では、温暖核の周辺との輝度温度差が 6 K 程度あり、台風がよく発達していることがわかる。また、27 日 5 時 44 分の TMI PCT85 画像では、明瞭な二重眼が確認できる。台風の通過に伴い 23 日から 29 日にかけて、マリアナ諸島から南西諸島までの進行方向右

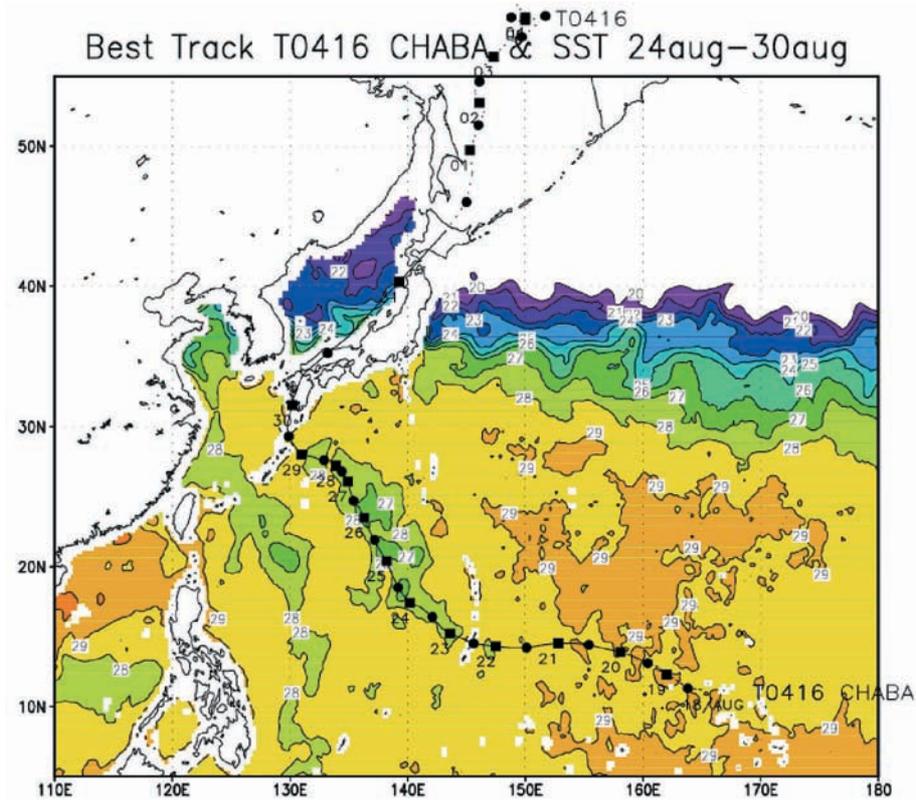
側を中心に、湧昇により海面水温が低下していた。

台風は、29 日頃まで北西進を続けた。その後、台風は太平洋高気圧の西縁を回り込み、九州の南海上で北北東進にするようになった。台風は 30 日 00 時頃、串木野市付近に上陸し九州を縦断した。上陸時の中心気圧は 950 hPa、最大風速 80 kt (41 ms^{-1})、暴風域が東に 120 nm (228 km)、強風域が東に 300 nm (570 km) であった。台風は、その後は速度を上げて北東進し、同日 08 時半頃防府市付近に再上陸、なお北東に進んだ。日本付近では北緯 40 度付近で上層ジェット気流の蛇行が大きく、台風は速い速度で北上した。また、それに伴う傾圧帯の影響を受けて、台風は温帯低気圧化を開始した。台風の前面ではトラフに伴う上層発散が大きく、また、中層で北からの乾燥空気が、台風の西から南へ回り込むようにして侵入した。これに伴い、静止衛星雲画像でも見られるように、台風の雲分布が非対称になった。同日 4 時 1 分の AMSR-E PCT 85 画像では、台風の眼が消滅し、非対称な対流雲域が確認できる。

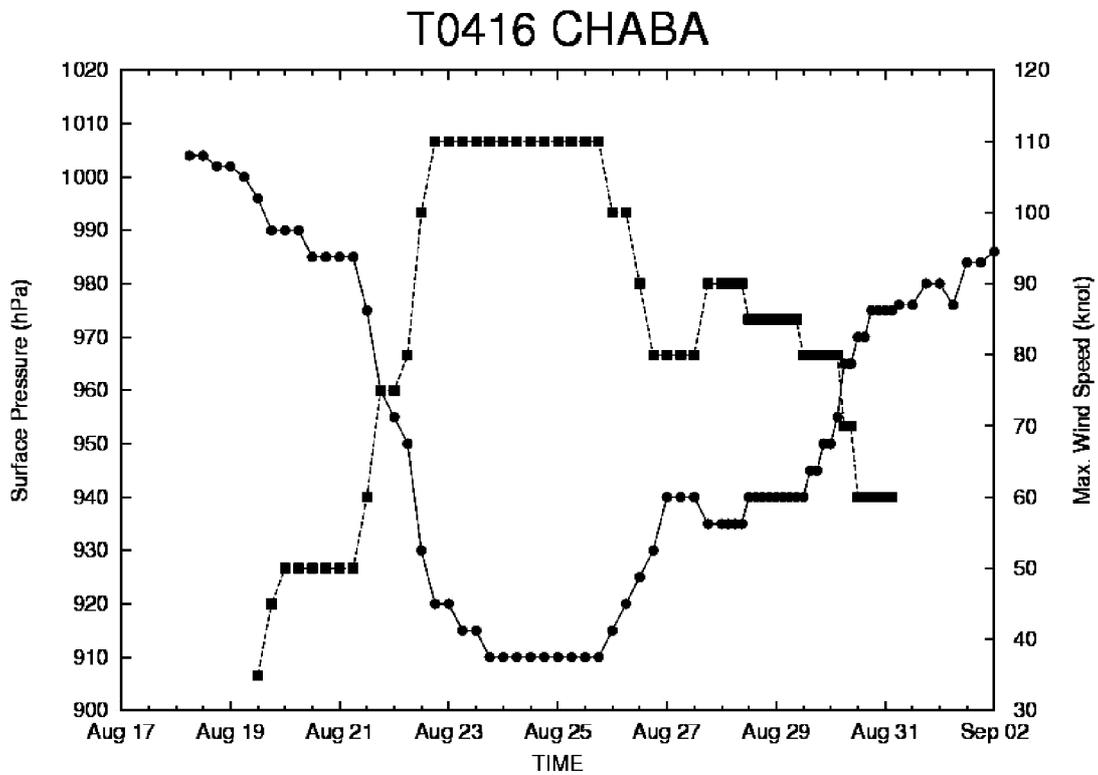
台風は 30 日 12 時頃日本海に抜け、北東に進んだ。日本海の海面水温は 24°C 以下で、台風の勢力は上陸と相まって、急激に衰えた。同日 19 時 53 分の QuikSCAT 画像では、日本海上に下層循環中心が確認できる。なお、その西北西約 100 km の位置に別の風速極小が見られるのは、上層のじょう乱の影響である可能性がある。さらに台風中心から北東には弱風帯が伸び、また台風中心の北 200 km 以上の領域で風が強まっていて、馬蹄形の風速分布が形成され始めているように見える。台風は 31 日 03 時には函館市付近に再上陸した。同日 06 時に北海道東部で温帯低気圧になった台風は、その後もオホーツク海を北上し、5 日 12 時に消滅した。

台風が日本列島に接近した 28 日頃から、暖かく湿った東寄りの風が太平洋沿岸に吹き込み、雨となった。台風が九州に上陸する前日の 29 日からは、西日本を中心に台風本体に伴う雲域に覆われ、大雨、暴風となった。台風が 30 日 12 時頃に、一旦日本海に抜けた後も、台風の後面で南風に伴う激しい降雨と強風が観測された。同日 14 時には瀬戸内海東部を中心に潮位偏差 120 cm を超える高潮が発生した。日本海北上中は、東北地方と北海道を中心に大雨となった。

* 別所康太郎・高野洋雄・榊原 均・國井 勝



台風第 16 号の径路および海面水温図



台風第 16 号の強度変化図

4.7 台風第 18 号 (0418 SONGDA)*

台風第 16 号を発生させた東西に長いモンスーントラフ内のマーシャル諸島近海で、2004 年 8 月 26 日 06 時に熱帯低気圧が発生した。熱帯低気圧発生時の中心気圧は 1008 hPa と推定された。同海域の海面水温は 28°C 程度、東西風の鉛直シアは 0 ms^{-1} 程度であった。同日 18 時 7 分の QuikSCAT 画像では、同海域に海上風の弱い循環と下層循環中心が確認できる。

熱帯低気圧は太平洋高気圧の南縁を西北西にゆっくりと進み、28 日 00 時に同海域で台風第 18 号になった。発生時の台風の中心気圧は 998 hPa、最大風速は 35 kt (18 ms^{-1}) と推定された。静止衛星雲画像では CDO に隠されて、台風の眼は確認できないが、同日 2 時 29 分の AMSR-E 37 GHz 画像からは、北緯 11.7 度、東経 164.5 度付近に明瞭な眼が存在していることがわかる。台風はさらに発達しながら西北西に進み、8 月 31 日 06 時にはマリアナ諸島の東海上で中心気圧が 925 hPa、最大風速が 90 kt (46 ms^{-1}) と推定される非常に強い勢力になった。9 月 1 日 15 時 56 分の AMSR-E PCT85 画像からは、台風の眼と活発な対流活動を伴う壁雲、そしてそれらを取り囲むレインバンドが明瞭に確認できる。また、同日 20 時 36 分の QuikSCAT 画像では、台風の進行方向左側にあたる台風中心の北側に、風速の極大域が存在していることがわかる。

台風はさらに西北西に進んだが、9 月 2 日に海面水温が 26°C から 27°C の海域に進むと、中心気圧はやや浅まり 930 hPa となったが、最大風速には大きな変化はなく、85 kt (43 ms^{-1}) であった。この低海面水温域は、先行した台風第 16 号の経路にあたる。16 号の進行に伴う湧昇流が、この低海面水温域を作り出したと考えられる。この領域を通過して以降、4 日 06 時には再び台風はやや強まり、中心気圧は 925 hPa、最大風速が 95 kt (48 ms^{-1}) と推定された。同日 4 日 4 時の AMSR-E PCT85 画像では台風の中心付近に二重眼が形成されており、台風の強さとの関連をうかがわせる。同日 22 時 7 分の AMSU Ch. 7 画像では、6 K 程度の輝度温度差を持つ温暖核が存在していることがわかる。

台風は 4 日以後も北西進し、5 日 00 時には暴風域が東に 200 nm (380 km) に達し、08 時頃には沖縄本島

北部を横断した。台風は太平洋高気圧の西縁を回り込ながら、6 日頃に東シナ海で速度を速めつつ進行方向を北東に転じた。また、勢力も徐々に弱まりだした。

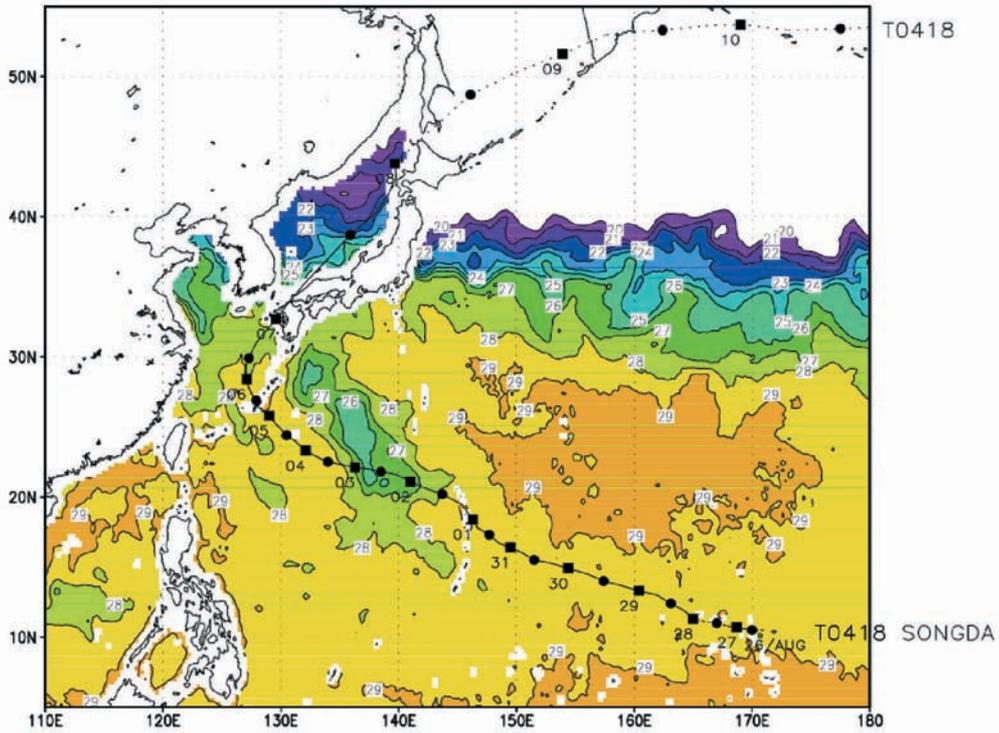
台風は、7 日 00 時頃、中心気圧 945 hPa、最大風速 75 kt (38 ms^{-1})、暴風域が南東に 90 nm (171 km)、強風域が南東に 325 nm (618 km) で長崎市付近に上陸した。この時期、北緯 35 度から 40 度付近で上層ジェット気流が大きく蛇行し、そのため台風は速い速度で北上した。また、台風の前面にあたる西日本では上層の発散が大きくなる傾向にあり、このため、台風は熱帯低気圧としての構造を変化させつつも、ある程度の勢力を維持していたと推測される。一方、本州および日本海周辺では傾圧性が強く、台風は西日本通過前後から温帯低気圧化を開始したと考えられる。

台風は九州北部を横断した後、日本海を北東に進んだ。日本海の海面水温は 25°C 以下で、台風は構造を変化させながら衰弱したと考えられる。7 日 19 時 47 分の QuikSCAT 画像では、循環中心の南西と南東にそれぞれ風速の極大値をもつ、非対称な馬蹄形の風速分布が特徴的である。一方、同日 18 時 19 分の AMSU Ch. 7 画像では、周辺と 3 K 程度の輝度温度差を持つ温暖核構造を依然として維持しているが、温度傾度は緩やかになっているように見える。台風は 8 日 00 時に北海道西海上で温帯低気圧になったが、06 時頃、その温帯低気圧は一旦再発達し、中心気圧 960 hPa で北海道の北を通過した。しかし、オホーツク海で再び勢力が衰え、9 日にカムチャッカ半島を通過後は東進を続けた。そして 10 日 18 時までには東経 180 度以東へ進んだ。

台風がまだ南西諸島の南東海域を進んでいた 9 月 4 日には、日本付近に停滞していた前線の影響で関東から近畿にかけて激しい雨が所々で降った。5 日以降も台風本体によるものではない、前線による降水が観測された。7 日に入ると台風本体の雲域に伴う大雨が九州、四国、中国地方で発生した。また、台風が強い勢力で西日本に上陸、通過したため、西日本では暴風が吹き、従来の最大瞬間風速の記録を更新する地点が多数にのぼった。瀬戸内海沿岸や西日本から北日本にかけての日本海側沿岸などでは、高潮も発生した。さらに台風が北海道に近づくと、南西の強風が観測された。北海道でも最大瞬間風速の極値更新が相次いだ。

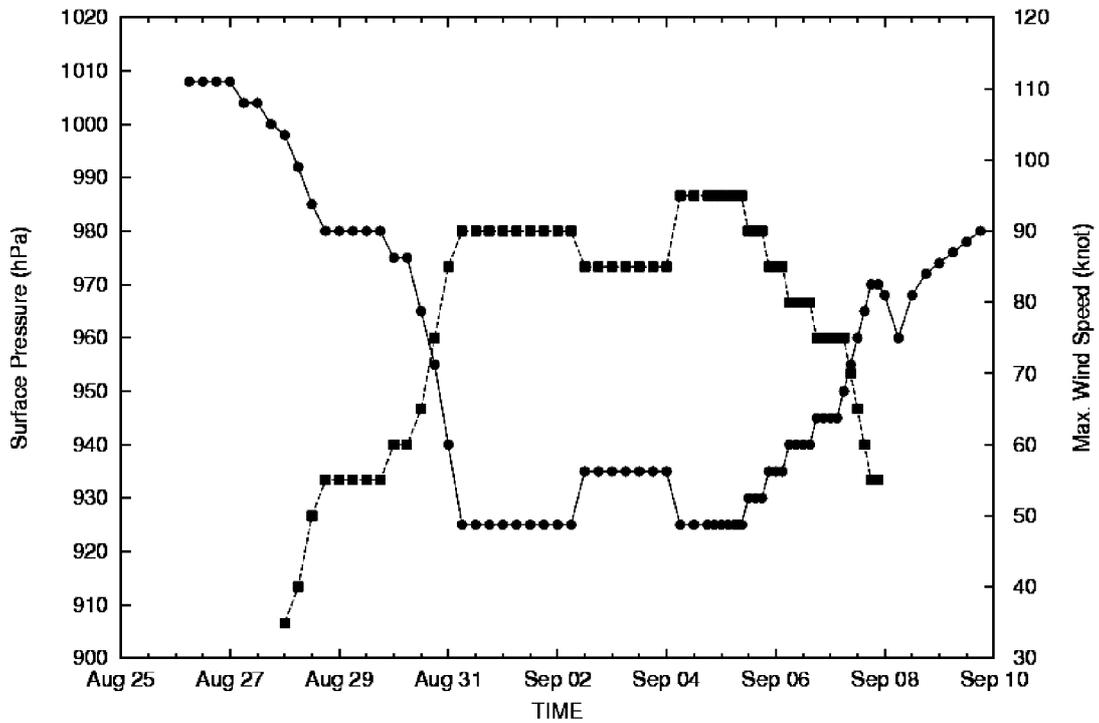
* 別所康太郎・北島尚子

Best Track T0418 SONGDA & SST 30aug-05sep



台風第 18 号の径路および海面水温図

T0418 SONGDA



台風第 18 号の強度変化図

4.8 台風第 21 号 (0421 MEARI)*

北緯 12 度、東経 160 度付近の海域から西進してきたクラウドクラスターは、2004 年 9 月 19 日 00 時にマリアナ諸島の東で弱いながらも低気圧性の循環を持つようになり、熱帯低気圧となった。発生時の中心気圧は 1008 hPa と推定された。同海域の海面水温は 29°C あり、東西風の鉛直シアが 0 ms^{-1} の領域も、東西の広い範囲にわたっていた。静止衛星雲画像からは、熱帯低気圧としてはあまりまとまった雲域は確認できない。同日 3 時 31 分の AMSR-E PCT85 画像でも、同海域に弱い対流雲が散在しているのがわかる。また、同日 8 時 24 分の QuikSCAT 画像では下層循環中心が見られる。太平洋高気圧の軸はるか北にあり、熱帯低気圧に対する指向流は強くなかった。

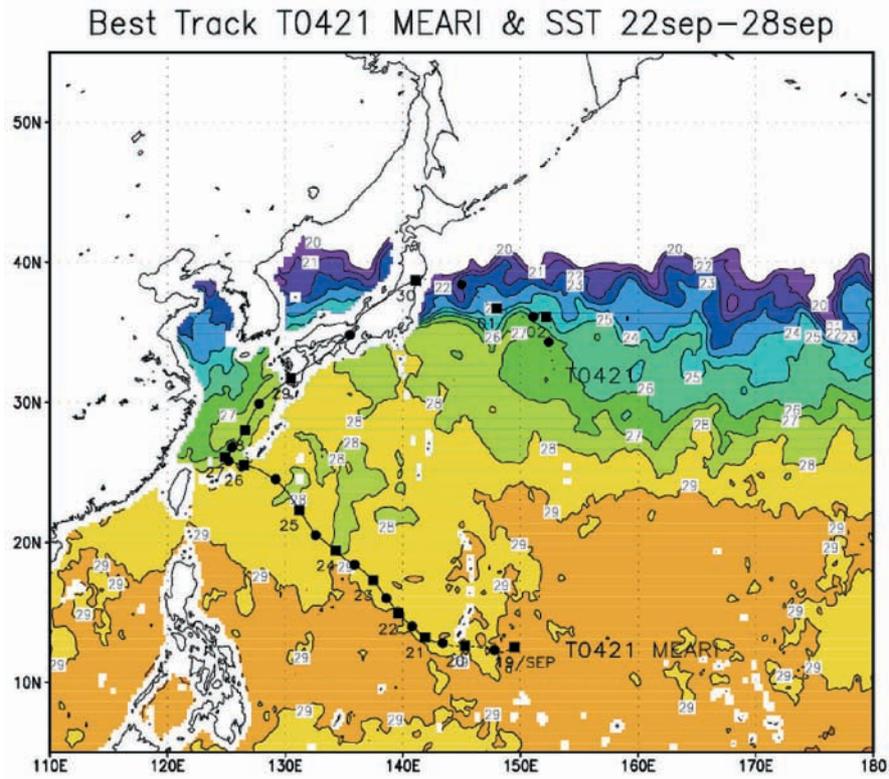
熱帯低気圧はゆっくりと発達しながら、なお西に進み、しだいにまとまった雲域を持つようになった。熱帯低気圧は 20 日 18 時にマリアナ諸島の南で台風第 21 号になり、その後、北西に進むようになった。台風となったときの中心気圧は 998 hPa と推定された。22 日頃、静止衛星雲画像からは CDO に隠されたため、台風の眼はわからない。一方、同日 4 時 3 分の AMSR-E PCT85 画像では、北緯 15.7 度、東経 139.1 度付近に下層循環中心が確認できる。

台風は発達を続けながら、太平洋高気圧の南西周縁部をゆっくりと北西に進んだ。24 日 06 時には、沖ノ島島の西海上で中心気圧 940 hPa、最大風速 90 kt (46 ms^{-1}) の非常に強い勢力となった。この時の暴風域は 90 nm (171 km)、強風域は北東に 160 nm (304 km) と推定された。同日 9 時 19 分の TMI 37 GHz 画像では、北緯 20.5 度、東経 133.1 度付近に台風の眼を確認できる。同日 9 時 33 分の QuikSCAT 画像では、下層循環中心とほぼ同心円状の強風域が確認できる。25 日にかけて、台風は勢力をほぼ維持しながら進行速度を上げつつ、なおも北西に進んだ。台風は 26 日 00 時頃に沖縄本島と宮古島の間の海域を通過後は東シナ海に入り、27 日には進行方向を北東に変えた。進路上の海面水温は 27°C 以上あったが、台風の西側から中層の乾燥空気が侵入し、台風の勢力は次第に弱まりだした。同日 17 時 56 分の AMSU Ch. 7 画像では、周辺との輝度温度差が 3 K 程度の温暖核が確認できる。この後、温暖核の輝度温度差は小さくなっていった。

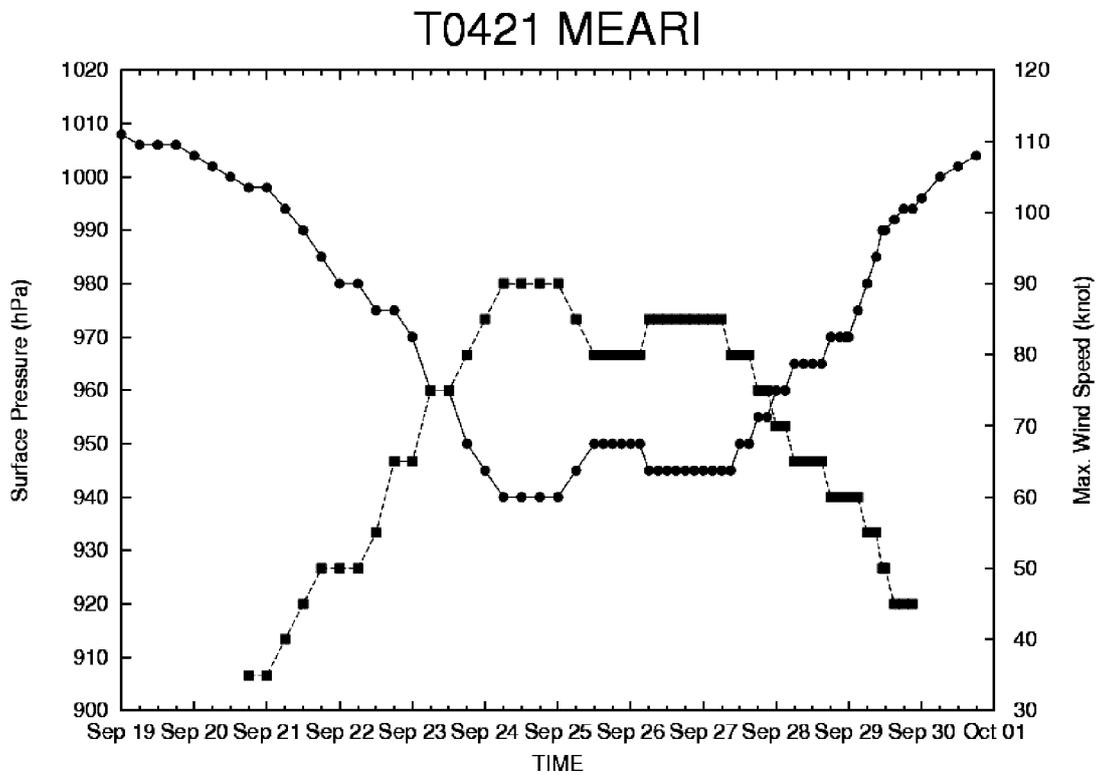
台風は、28 日頃、東シナ海から本州に存在していた傾圧帯に進み、温帯低気圧化が始まった。同日 5 時 8 分の AMSR-E PCT85 画像では直径 100 km 程度の大きな眼と、幅 100 km 程度の壁雲が確認できる。また、壁雲の北側にはデルタ型レインシールドが形成されている。同日 9 時 27 分の QuikSCAT 画像からは、風速の極大域が南に偏って存在していることがわかる。これ以降、台風は北東進でやや速度を増しつつ、28 日 23 時頃、串木野市付近に上陸した。上陸時の中心気圧は 970 hPa、最大風速は 60 kt (31 ms^{-1})、暴風域は 75 nm (143 km)、強風域は南東に 240 nm (456 km) と推定された。ただし、北緯 35 度から 40 度付近の上層ジェット気流の蛇行があまり大きくなかったため、北上成分は大きくなかった。台風は九州を横断後、同日 06 時には宿毛市付近に再上陸し、さらに四国も横断して、同日 11 時頃、大阪市付近に再上陸した。台風はその後、北陸地方を通り、30 日 00 時に仙台市付近で温帯低気圧となった。温帯低気圧は、太平洋を東進後、10 月 2 日 18 時に消滅した。

25 日頃は、台風はまだ日本のはるか南にあったが、日本列島では停滞していた前線が活発化し、紀伊半島東岸などで豪雨となっていた。この前線は台風が上陸し、列島を縦断した 29 日まで停滞し、大雨をもたらした。29 日に三重県尾鷲市では、740 mm を超える降水量を記録し、時間雨量でも 100 mm を超える地点が多数あった。さらに 29 日には愛知県豊橋市付近で竜巻も発生した。

* 別所康太郎・村田昭彦



台風第 21 号の径路および海面水温図



台風第 21 号の強度変化図

4.9 台風第 22 号 (0422 MA-ON)*

フィリピンの東海上で活発な動きを見せていたクラウドクラスタは、2004 年 10 月 3 日頃から弱い低気圧性の循環を持ち始め、同日 06 時に熱帯低気圧となった。発生時の中心気圧は 1002 hPa と推定された。同日 9 時 1 分の QuikSCAT 画像でも、同海域に弱い低気圧性循環と下層循環中心が確認できる。同海域の海面水温は 29°C、東西風の鉛直シアも 0 ms^{-1} であった。台風周辺では環境場の風が弱く、熱帯低気圧は発生後、ゆっくりと北上を始めた。

熱帯低気圧は、4 日 06 時には同海域で台風第 22 号になった。この時の中心気圧は 996 hPa と推定された。同日 4 時 27 分の AMSR-E PCT85 画像では、活発な対流雲が確認できる。台風はその後ゆっくりと勢力を強めていった。5 日 12 時以降は北西に進み、さらに 7 日に北北東に進むようになった。この間、台風の勢力は中心気圧が一日で 45 hPa 低下するなど急発達し、同日 18 時には沖縄の南東海上で中心気圧 920 hPa、最大風速 100 kt (51 ms^{-1}) に達したと推定された。また、暴風域は 80 nm (152 km)、強風域は 180 nm (342 km) と推定された。同日 17 時 9 分の AMSR-E PCT85 画像では、北緯 23.0 度、東経 130.7 度付近に直径 40 km 程度の眼と、幅 60 km 程度の同心円状の活発な対流を伴う壁雲が確認できる。ほぼ同時刻に観測された 17 時 43 分の AMSU Ch. 7 画像では、温暖核の周辺との輝度温度差は 4 K 程度であった。

台風はその後北北東進したが、中層で台風の西側に広く乾燥空気が広がり、時間の経過と共に台風に侵入していった。また、日本付近で北緯 30 度から 40 度付近に位置していた上層ジェット気流と、そのジェット気流上で 8 日頃から東シナ海に進んだトラフに伴って、台風の前面で上層の発散が大きくなる傾向があった。

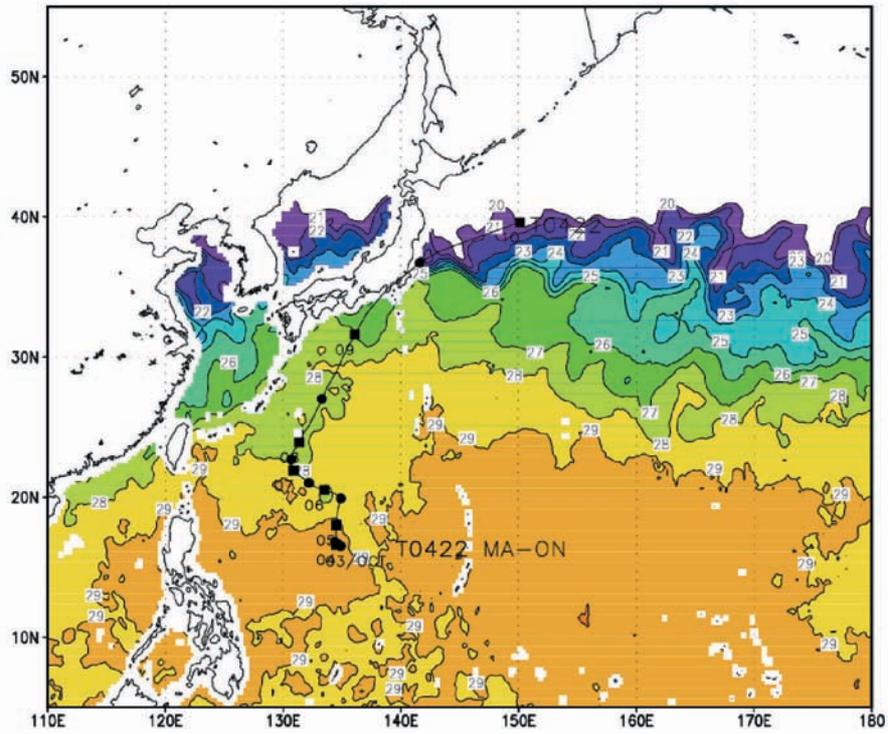
台風は 8 日から 9 日にかけて進行速度を上げながら、本州南岸の傾圧帯に進み、温帯低気圧化が始まった。下層の寒気が強かったため、台風の勢力は 8 日後半以降、急激に衰えていった。台風は本州南岸に南南西方向から接近し、9 日 07 時頃、静岡県伊豆半島に上陸した。上陸時の中心気圧は 950 hPa、最大風速は 80 kt (41 ms^{-1})、暴風域は東に 60 nm (114 km)、強風域は南東に 220 nm (418 km) と推定された。台風は非対

称性を強め、同日 5 時 16 分の TMI PCT85 画像では、中心付近の同心円状の眼の壁雲だけでなく、その北側に広がる対流雲域、そこから南に伸びるレインバンドが確認できる。台風はその後、関東地方を横断して、鹿島灘から太平洋に抜けた。台風は 10 日 00 時に日本の東海上で温帯低気圧となった。9 日 17 時 15 分の AMSU Ch. 7 画像では温暖核がほぼ消滅しているのがわかる。また、9 日 19 時 18 分の QuikSCAT 画像では、下層の循環中心の北東象限に風速の極大域が存在していることがわかる。

日本列島では、本州南岸に前線が停滞していたため、8 日は北日本を除く広い範囲で大雨となった。また、台風が接近・上陸した 9 日には東日本を中心に大雨・暴風となった。特に静岡県伊東市では強風により住宅の屋根が飛ばされるなどした。また、神奈川県横浜市では、駐車していたトラックが強風にあおられて 40 台近くが横転するなど、各地で強風による被害が多数発生した。

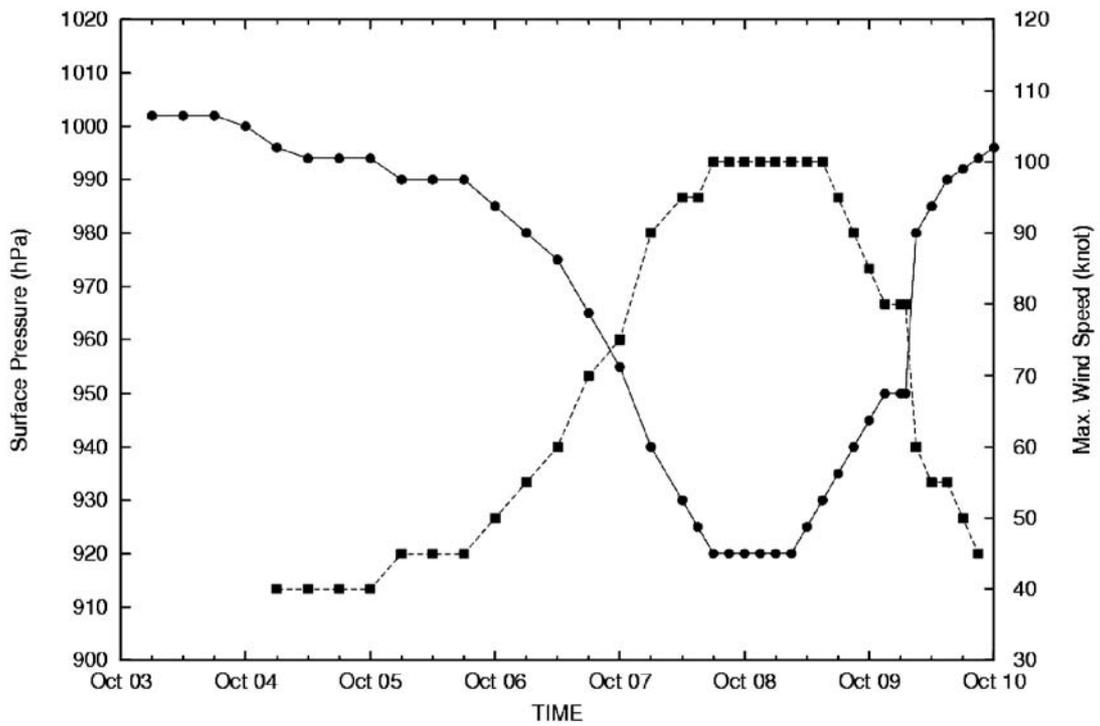
* 別所康太郎・益子 渉

Best Track T0422 MA-ON & SST 03oct-09oct



台風第 22 号の径路および海面水温図

T0422 MA-ON



台風第 22 号の強度変化図

4.10 台風第 23 号 (0423 TOKAGE)*

モンスーントラフ内に位置するマリアナ諸島東海上にあったクラウドクラスターは、活発な対流活動を伴っており、2004 年 10 月 12 日 00 時には熱帯低気圧となった。発生時の中心気圧は 1004 hPa と推定された。同海域の海面水温は 29°C 程度、東西風の鉛直シアも 0 ms^{-1} であり、太平洋高気圧の南西縁にあたっていた。同日 3 時 37 分の AMSR-E PCT85 画像では、低気圧性の曲率を持った活発なレインバンドを確認できる。また、同日 8 時 29 分の QuikSCAT 画像では、同海域に下層循環中心が存在していることがわかる。

熱帯低気圧は速い速度で西に進み、13 日 00 時にはグアム島の北西海上で台風第 23 号になった。この時の中心気圧は 994 hPa と推定された。この頃、静止衛星雲画像では CDO に隠されて台風の眼を確認できないが、13 日 16 時 34 分の AMSR-E 37 GHz 画像では、北緯 13.7 度、東経 139.4 度付近に明瞭な眼が存在することがわかる。台風は 14 日 12 時までには西に進み、その後、ヤップ島の北で進路を北西に変えて発達を続けた。台風は 16 日 06 時に最大風速が 85 kt (43 ms^{-1}) に達し、同日 12 時には中心気圧が 940 hPa となり、しばらくこの非常に強い勢力を維持した。また、暴風域が 150 nm (285 km)、強風域が南に 600 nm (1140 km) と、水平スケールも非常に大きかった。同日 17 時 4 分の AMSR-E PCT85 画像では、直径 30 km 程度の眼を壁雲が三重に取り囲み、そのさらに外側を活発な対流を伴ったレインバンドが螺旋状に分布しているのがわかる。同日 21 時 12 分の QuikSCAT 画像からは、風速 25 ms^{-1} 以上の領域が、下層の循環中心から半径 200~300 km の範囲に及んでいることが確認できる。また、最大風速も 40 ms^{-1} 程度ということがわかる。台風は 16 日までは進行速度は遅かったが、17 日以降は、徐々に速度を上げていった。

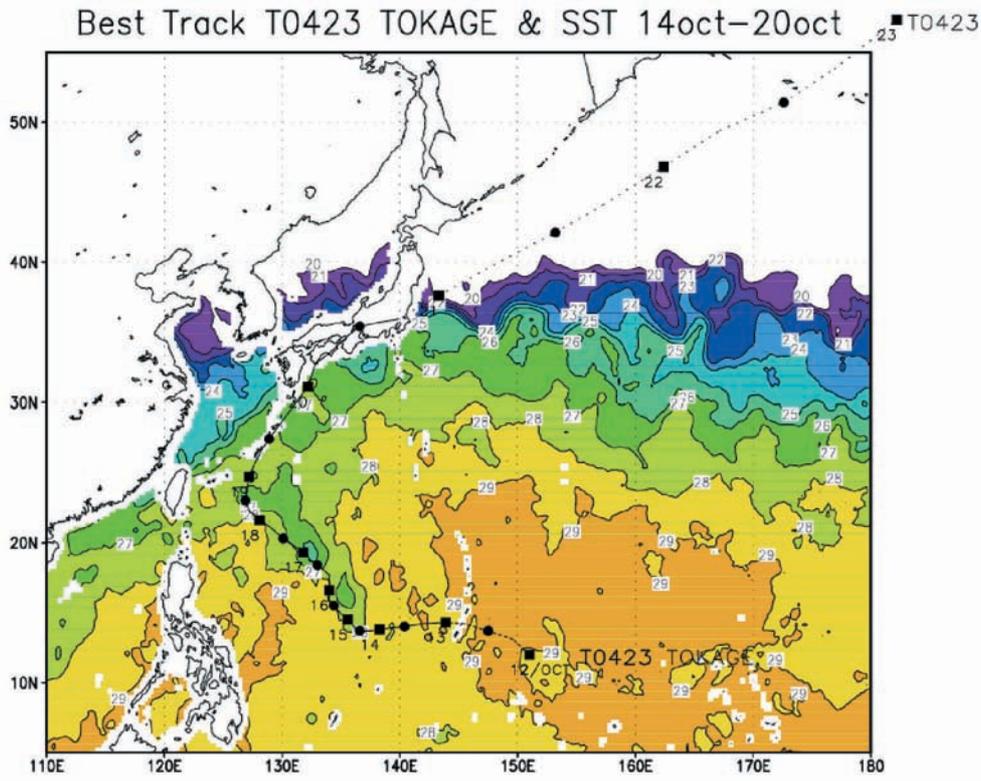
台風は 18 日以降、徐々にその勢力を弱めながら沖縄の南海上で進行方向を北西から北東に変え、進行速度を上げながら 19 日にかけて沖縄本島から奄美諸島沿いに進んだ。18 日 21 時 36 分の TMI PCT85 画像では、台風の内側の壁雲は崩壊して、16 日に見られた多重眼はなくなっていた。またこれ以降、19 日 17 時 32 分の AMSR-E PCT85 画像にあるように外側の壁雲

も消失し、活発な対流雲が非対称的な分布を取るようになった。ほぼ同時刻に観測した 18 時 45 分の AMSU Ch. 7 画像では、温暖核の周辺との輝度温度差は 4 K 程度であった。

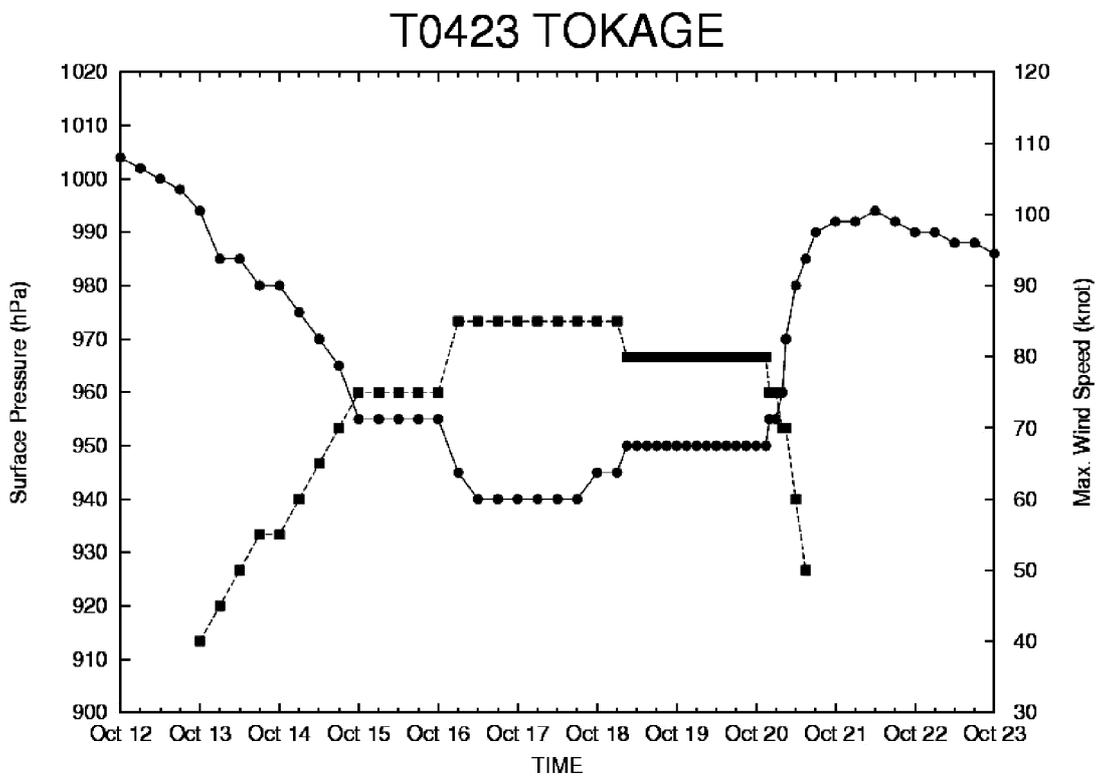
この時期、日本付近は南西諸島から本州周辺まで広く明瞭な傾圧帯となっており、台風は、九州に接近した 19 日から 20 日にかけて温帯低気圧化を開始した。また、上層ジェット気流の蛇行は比較的小さかったが、ジェットストリーク入り口右側の上層発散域が西日本から日本海に広がっていた。台風は 20 日 04 時頃、土佐清水市付近に中心気圧 955 hPa、最大風速 75 kt (38 ms^{-1})、暴風域が東に 180 nm (342 km)、強風域が東に 425 nm (808 km) で上陸した後、同日 06 時には室戸市付近に再上陸した。台風は、さらに北東に進みながら 08 時に中心気圧 960 hPa、最大風速 70 kt (36 ms^{-1}) で大阪府南部に再上陸した。台風は衰弱しながら近畿地方、東海地方に進み、20 日 18 時に関東地方で中心気圧 990 hPa の温帯低気圧となった。鹿島灘から太平洋に出た温帯低気圧は東北東に進み、やや再発達して 23 日に東経 180 度以東へ進んだ。

台風が接近するに先立ち、日本列島周辺は顕著な傾圧帯となっていたので、台風が接近、上陸した 19 日、20 日には、北海道を除き広い範囲で大雨となった。特に、通常は台風に伴う大雨の生じにくい瀬戸内海側や日本海側の地方でも降水が多くなったのが特徴であった。また、この台風は水平スケールの大きなまま日本列島に接近・上陸したので、暴風も広い範囲で吹き、特に台風の進行方向右側だけでなく、左側でも強風が観測されたことが特徴的であった。さらに、室戸岬では 13 m を超える高波が発生し、被害をもたらした。

* 別所康太郎・北島尚子



台風第 23 号の径路および海面水温図



台風第 23 号の強度変化図

付録 1 用語集*

【CDO】

“Central Dense Overcast” の略。台風が最盛期に達する前には、台風の中心付近で発達した対流雲がリング状の構造をとっていたとしても（すなわち台風の眼とその壁雲が存在していたとしても）、その発達した対流雲から吹き出た巻雲が台風中心を覆い、静止気象衛星で上から見た画像（可視画像・赤外画像）では台風の眼が見えない時がある。この眼を覆った巻雲を CDO と呼ぶ。すなわち、CDO がある場合は、可視・赤外画像を用いた台風中心位置決定の精度には限界がある。ただし、可視・赤外画像では眼が見えなくても、レーダーやマイクロ波センサーでは CDO の巻雲を透過して観測するため、眼の壁雲が見え、精度の良い中心位置決定が可能な場合がある。台風が「強い台風」の強度に達すると、台風中心で強い下降流が生じるため、中心付近で CDO が消失して雲画像でも「台風の眼」が見られることになる。

なお、この CDO は、Dvorak 法による「CDO」と「湾曲した雲バンド」という二つの雲パターンの両方を含んだものである。

【温帯低気圧化（温低化）】

熱帯低気圧が温帯低気圧に変化すること。本稿では、気象庁ベストトラックデータで熱帯低気圧（台風）が最初に温帯低気圧と見なされた時刻をもって「温帯低気圧化した」としている。一方、熱帯低気圧（台風）が傾圧帯付近に進み構造変化を始めたと考えられる時点について、本稿独自の判断で「温帯低気圧化を開始した」としている。ただし定量的な基準に基づいたものではない。

【温暖核（または暖気核）】

低気圧中心付近に見られる暖かい空気の領域。熱帯低気圧の場合は、ごく下層を除き、対流圏ほぼ全層にわたって直径数百 km の温暖核が見られる。これは潜熱解放に伴って生成されるものであり、最盛期の台風では一般に上部対流圏（300～200 hPa）に極大を持つとされる。

熱帯低気圧の衰弱時には温暖核も弱まるが、温帯低

気圧化が特に顕著な場合は、圏界面付近を起源とする強い沈降の寄与のため、1000 km スケールの温暖核として見られることがある。

【下層循環中心】

下層大気における低気圧性循環の中心。“low-level circulation center” から“LLCC”と略記されることがある。熱帯低気圧や台風が十分組織化されている場合は、低気圧中心にほぼ一致する。本来の意味は風の循環中心だが、衛星観測による下層雲のらせん状の分布から推定される中心を指す場合も多い。

下層循環中心が特に問題になるのは、熱帯低気圧の組織化前や発達過程において、眼がまだ不明瞭な時期に、低気圧中心を決定する場合である。クラウドクラスターが熱帯低気圧であると認知される前には、一般に、下層循環中心を示唆する下層雲列と、発達した積乱雲がやや離れており、これらが重なると下層渦の収束と積乱雲の中層の上昇流の結合により熱帯低気圧として発達を開始すると考えられている。しかしその後の熱帯低気圧の発達初期には、CDO が低気圧中心を覆い、下層雲列が見えなくなるので、低気圧中心決定は難しいとされる。

【クラウドクラスター】

活発な対流雲が数百 km スケールに組織化されたもの。特に熱帯～亜熱帯域で比較的緩やかに組織化されたシステムを指すことが多い。本稿では熱帯低気圧・台風組織化される前段階の雲システムに特に着目している。

【傾圧帯】

南北の気温差が大きい領域。本稿では原則として、対流圏下層（850 hPa）及び中層（500 hPa）の等温線分布で判断している。傾圧帯の分布は、温度風の関係から、上層のジェット気流と関係が深い。熱帯低気圧（台風）がこの領域に進むと、熱帯低気圧自身の循環と既存の傾圧性のために水平温度移流が生じるため、じょう乱の構造と発達メカニズムが変化する。

* 北畠尚子

【ジェットストリーク】

上部対流圏のジェット気流 (jet stream) の中で特に風速の大きい領域をジェットストリーク (jet streak) という。風速の値に一般的な基準値はないが、本稿では 250 hPa 面の 40 ms^{-1} 等風速線でジェットストリークを示している。ジェットストリークの入り口右側と出口左側では発散域となり、その下では上昇流が励起されるので、仮にジェット気流の蛇行(トラフ)が全くなくても中緯度偏西風帯における熱帯低気圧(台風)の構造・勢力変化に寄与しうる。

【対称性・非対称性】

発達期・成熟期によく組織化された熱帯低気圧は、メソ α スケールで見た構造(地上気圧・風などの分布)としては基本的には軸対称性を持った構造を取る。一方、温帯低気圧は、傾圧性を持つので、水平面での構造は非対称性が強い。このため、特に中緯度での熱帯低気圧の構造変化として非対称性の増大に着目する。

一方、台風が陸地に近づいた場合の降水分布は、基本的には台風に伴う風の吹きつける斜面で雨量が多くなるが、温帯低気圧化が進むと、前線に伴い寒気側で雨量が多くなることもある。このため、例えば台風が南岸に接近する際の降水分布は、成熟期の構造を比較的保っている場合には台風中心の東側で雨量が多くなる傾向があるが、温帯低気圧化が進んでいると台風中心の北～北西側で雨量が多くなることもある。

【太平洋高気圧】

北太平洋高気圧 気候学的には、北太平洋東部に中心を持ち、広く北太平洋を覆い、暖候期にはその西端が日本列島にかかる。本稿では、日本列島の南東海上から日本列島に張り出す高気圧を、太平洋高気圧と呼ぶ。

【デルタ型レインシールド】

台風が中緯度に北上し前線帯に接近すると、雲域が非対称化し、特に台風中心の北側にデルタ型(Δ)の降水システムが現れることが多い。Shimazu (1998) はこれをデルタ型レインシールド (delta rain shield) と呼んだ。台風に伴う他の雲域が対流雲に多く占められるのに対し、この雲域は層状性の特徴を持つ領域が

多い。温帯低気圧化の過程に現れ、温帯低気圧における温暖コンベヤーベルトと同様の性質を持つと考えられる。

【トラフ】

気圧の谷。本稿では「モンスーントラフ」以外の「トラフ」は、特に断りのない限り対流圏中上層のトラフを指す。すなわち、250 hPa または 500 hPa においてジオポテンシャル等高線の低気圧曲率極大域をトラフと呼んでいる。トラフの下流側では発散域となり、その下では上昇流が励起される。中緯度で上層のジェット気流が蛇行するとそのトラフの下流側(前面)で温帯低気圧の発生・発達が生じることがよく知られている。

トラフの中でも特に顕著なものは、成層圏起源の乾燥した空気が対流圏上層から中層まで下降する。乾燥空気は一般に下層起源の湿潤なじょう乱の変形・衰弱に寄与するが、さらに、圏界面が下降することで圏界面と下層のじょう乱が結合し傾圧性発達しやすくなる側面も持つ。熱帯低気圧(台風)が温帯低気圧化の前後に再発達することがあるのはこのためと考えられている。

【二重眼(多重眼)】

台風の眼の壁雲(eyewall)が二重(多重)になっているもの。既存の眼の壁雲の外側に別の壁雲が生じて一時的に二重眼となり、その後は内側の壁雲は下層収束が小さくなり、水蒸気の補給が減少するので衰弱するとされる。しかし二重眼の成因やライフサイクルには不明な点が多い。台風の勢力が強い場合に見られることがある。

【馬蹄形の風速分布】

台風中心から東～北北東方向に弱風域が伸び、それ以外の方角では台風中心を強風域が取り囲むような風速分布で、等風速線を引くと強風域が馬蹄形に見える。台風が温帯低気圧化するときの海上風分布に見られることがある。一般に、温帯低気圧化期には台風の移動速度が速くなるために台風中心の進行方向右側のみに風速極大が見られることが多いが、風速分布が馬蹄形になるときは進行方向左側及び後面にも風速の大きな領域が生じている。2004年には台風第15号と第

18 号の海上風で特に顕著に見られた.

【眼の壁雲】

eyewall. 台風を中心付近で最も活発な対流雲がリング状に組織化されているもの. そこでは強い上昇流が生じており, そこには外から下層風が収束しているため, 一般には, 角運動量保存により, 眼の壁雲付近の下層でその台風の最大風速が生じる. 一方, 眼の壁雲の内側では下降流となっており, 水平風速も小さい.

【モンスーントラフ】

モンスーン領域に現れる地上気圧極小の領域. 本稿ではアジアモンスーンの西寄りの下層風と偏東風との収束帯を指す. 夏季の北西太平洋にはしばしば, 台湾付近からフィリピン東方海上にかけて現れる. 熱帯収束帯 (Intertropical Convergence Zone ; ITCZ) が, 北半球と南半球それぞれの極方向から吹く偏東風による収束帯, すなわち北東風と南東風の収束帯であるのに対し, モンスーントラフは西寄りの風が寄与することに特徴がある. 熱帯域の中でも特に対流活動が活発になりやすい.

付録 2 各図の説明*

各図はすべて本報告に添付されている CD-ROM に、図の種類毎に各台風別に収録されている。また、気象庁作成のベストトラックの表も収録した。CD-ROM には、読者の便宜のために各図にリンクを貼った html ファイルが収録されている。パソコン上でブラウザを使ってこのファイルを読み込むなどして、目次として利用していただきたい。

図には、台風経路および海面水温図、台風の強度変化図、静止衛星雲画像図、地上気圧・地上気温・東西風の鉛直シア－図、850 hPa 面のジオポテンシャル高度・850 hPa 面の気温・850 hPa 面の相対湿度の図、500 hPa 面のジオポテンシャル高度・500 hPa 面の気温・500 hPa 面の湿数の図、250 hPa 面のジオポテンシャル高度・250 hPa 面の気温・250 hPa 面の発散・ジェットストリークの図、解析雨量および毎時風解析図、各種衛星搭載マイクロ波センサーの観測結果の図が含まれている。台風経路および海面水温図、台風の強度変化図については本文にも記載した。

各種衛星搭載マイクロ波センサーの観測結果の図は、TMI もしくは AMSR-E PCT85 画像、AMSR-E もしくは TMI 37 GHz 画像、QuikSCAT 画像、AMSU Ch. 7 画像から成る。以下、各図の説明である。

(1) 台風経路および海面水温図

図中の台風の位置、強度や低気圧の種類等の情報は、気象庁ベストトラックデータに基づく。実線は台風の階級が「台風」、破線は「熱帯低気圧」、点線は「温帯低気圧」であることを表す。経路上の黒四角は 00 時（世界標準時、以下同様）、黒丸は 12 時の位置を表す。

海面水温は米国 Remote Sensing Systems 社 (RSS, <http://www.ssmi.com/>) 作成の日別海面水温データを使用した。このデータセットは、熱帯降雨観測衛星 (TRMM) に搭載された TRMM マイクロ波イメージャー (TMI) および地球観測システム衛星 Aqua に搭載された改良型高性能マイクロ波放射計 (AMSR-E) により観測された海面水温を最適内挿して得られたものである。水平解像度は緯度、経度ともに 0.25 度である。ここで描画した海面水温は台風の上陸日から 1 週間前（台風発生が上陸から 1 週間以内な

ら発生日）までの平均である。海面水温が 20°C 以下の場合は描画しなかった。一般に台風（熱帯低気圧）の発生・発達には海面水温が 26.5°C 以上あることが必要とされている。

(2) 台風の強度変化図

気象庁ベストトラックデータ中の中心気圧および最大風速について、その時間変化を描画した。中心気圧を黒丸で、最大風速を黒四角で表した。

(3) 静止衛星雲画像図

静止気象衛星 (GOES-9) の赤外 1 チャンネルによる観測結果を台風の発生から衰退・消滅まで、12 時間毎に描画した。

(4) 地上気圧・地上気温・東西風の鉛直シア－の図

気象庁作成の全球客観解析 (GANAL) を用いて、台風の発生から衰退・消滅まで、12 時間毎に描画した。GANAL の水平解像度は緯度、経度ともに 1.25 度である。等値線の間隔は、気圧は 4 hPa、気温は 2°C、鉛直シア－は 10 ms^{-1} である。鉛直シア－は 200 hPa 面の風の東西成分から 850 hPa の風の東西成分を差し引いたものである。鉛直シア－は台風の発生に関わる重要なパラメータであり、鉛直シア－が弱い（ほぼ 0 ms^{-1} ）領域で台風が発生しやすいと考えられている (Gray, 1968)。

(5) 850 hPa 面のジオポテンシャル高度・850 hPa 面の気温・850 hPa 面の相対湿度の図

全球客観解析 (GANAL) を用いて、台風の発生から衰退・消滅まで、12 時間毎に描画した。GANAL の水平解像度は緯度、経度ともに 1.25 度である。等値線の間隔は、高度は 30 m、気温は 4°C、相対湿度は $20 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ である。大規模場における下層の相対湿度の大きな領域では、熱帯低気圧が発生しやすいと考えられている。

(6) 500 hPa 面のジオポテンシャル高度・500 hPa 面の気温・500 hPa 面の湿数の図

* 別所康太郎・北畠尚子・星野俊介・上野 充

全球客観解析 (GANAL) を用いて、台風の発生から衰退・消滅まで、12 時間毎に描画した。GANAL の水平解像度は緯度、経度ともに 1.25 度である。等値線の間隔は、高度は 60 m、気温は 4°C である。湿数はカラーバーを参照。中層の高い湿度は、強い対流雲ができるための条件であり、台風の発生期には特に重要である。また、中緯度の乾燥空気を追うことで、台風の温帯低気圧化に伴い、その構造が変化しているかどうか分かる。

(7) 250 hPa 面のジオポテンシャル高度・250 hPa 面の気温・250 hPa 面の発散・ジェットストリークの図

全球客観解析 (GANAL) を用いて、台風の発生から衰退・消滅まで、12 時間毎に描画した。GANAL の水平解像度は緯度、経度ともに 1.25 度である。等値線の間隔は、高度は 120 m、気温は 4°C、発散は $5 \times 10^{-6} \text{ s}^{-1}$ である。ジェットストリークは 40 ms^{-1} の等風速線を点線で表すことで図示した。上層の大きな発散領域を追うことで、熱帯低気圧が発生しやすい環境にあるのか、あるいは台風が発達しやすい環境にあるのかが分かる。

(8) 解析雨量および毎時風解析図

気象庁作成の解析雨量および毎時風解析データを用いて、台風接近時における日本周辺の 3 時間毎の 1 時間積算雨量および地上の風向・風速を描画した。台風のもたらした強雨、強風等を確認できる。

(9) 衛星搭載各種マイクロ波センサーの観測結果の図

(9.1) TMI もしくは AMSR-E PCT85 画像

TMI および AMSR-E には、それぞれ水平・垂直の 85 GHz もしくは 89 GHz の周波数を持つチャンネルがある。マイクロ波は一般に雲を透過する性質があり、雲を通して、その中にある氷晶や雨粒、あるいは地表面の情報を抽出することが可能である。これら 85 GHz もしくは 89 GHz の周波数帯は、よく発達した対流雲に含まれる氷晶に対して鋭敏な感度を持ち、氷晶の量が多いほど輝度温度が低くなる傾向を示す。一方、この周波数帯では、地表面からの放射も同じように低い輝度温度となることが知られている。そこで、

水平・垂直偏波間の輝度温度の差を利用して、氷晶と地表面からの寄与をより分け、氷晶のみが低い輝度温度を示すようにしたものが偏光修正温度 (Polarized Corrected Temperature : PCT) である。PCT は以下のように求められる。

$$\text{PCT} = 1.818 \times \text{TBv} - 0.818 \times \text{TBh}$$

ここで、TBv は垂直偏波の輝度温度、TBh は水平偏波の輝度温度である。PCT を用いることにより、台風をよく発達した対流雲や、眼を識別することが可能となる。詳しくは、Spencer *et al.* (1989) を参照のこと。

なお、85 GHz と 89 GHz の輝度温度を用いた PCT の間には系統的な差がある。本解析では、TMI と AMSR-E の PCT 画像を比較する場合を考慮し、以下の式にしたがって AMSR-E の PCT89 を相当する TMI の PCT85 に変換して用いた。

$$\text{PCT85} = 2.2 + 0.996 \times \text{PCT89}$$

PCT85 を用いることで台風に伴う対流雲を抽出し、CDO に隠されて見えない台風の眼や壁雲を確認したり、台風周辺のレインバンドの形状を知ることができる。

(9.2) AMSR-E もしくは TMI 37 GHz 画像

AMSR-E および TMI には、水平・垂直の 37 GHz の周波数を持つチャンネルがある。これらの周波数帯は、下層の雨粒に対して鋭敏な感度を持ち、雨粒の量が多いほど輝度温度が高くなる傾向を示す。一方、陸地からの放射も高い輝度温度を示すため、陸地付近では注意が必要である。PCT85 画像が対流雲のみ抽出するのに対して、37 GHz 画像は下層の雨を捉えることが可能であるため、眼の壁雲が十分に組織化されていない場合でも螺旋状のレインバンドを PCT85 よりも検出しやすい。このため、PCT85 よりも、より正確に台風の眼の位置を同定することが可能な場合がある。本解析では垂直偏波のみを用いたため、「TB37V」と表示している。

(9.3) QuikSCAT 画像

地球観測衛星 QuikSCAT に搭載されたマイクロ波散乱計 SeaWinds から求めた海上風の図である。SeaWinds については、Katsaros *et al.* (2001) を参照のこと。本解析では、RSS 作成の海上風データを使用した。高度 10 m で 8 分から 10 分で平均した風に相当

する。詳しいアルゴリズムについては、Wentz *et al.* (2001) を参照のこと。本解析では、RSS 社のアルゴリズムのうち version 3 を用いて計算された海上風を使用したため、図中、「Qsv3」と表示している。

QuikSCAT の海上風から、台風に伴う下層の低気圧性循環や、その中心が確認できる。また、海上風速の対称・非対称分布や、収束・発散領域などもわかる。

(9.4) AMSU Ch. 7 画像

極軌道気象観測衛星 NOAA シリーズの 15 号以降に搭載されているマイクロ波探査計 AMSU は、二つ

の構成要素 AMSU-A および AMSU-B に分けられる。このうち、AMSU-A には 200 hPa 付近の気温に対して荷重関数のピークを持つ Ch. 7 (54.9 GHz) が存在する。このチャンネルで観測された、周縁補正を加えられた台風中心付近の輝度温度と周辺からの温度偏差は、台風の温暖核をよく捉えており、台風の強度と非常によい正の相関を持つことが知られている (Kidder *et al.* 2000)。Brueske and Velden (2003) によれば、AMSU の Ch. 7 輝度温度の周辺からの偏差は、大きくても 6 K 程度である。本解析では、図中、「AMSU Limb corrected CH07」と表示している。

参 考 文 献

- Brueske, K.F. and C.S. Velden, 2003 : Satellite-based tropical cyclone intensity estimation using the NOAA-KLM series Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU). *Mon. Wea. Rev.*, **131**, 687-697.
- Gray, W.M., 1968 : A global view of the origin of tropical disturbances and storms. *Mon. Wea. Rev.*, **96**, 669-700.
- Hall, J.D., A.J. Matthews and D.J. Kalory, 2001 : The modulation of tropical cyclone activity in the Australian region by the Madden-Julian Oscillation. *Mon. Wea. Rev.*, **129**, 2970-2982.
- Katsaros, K. B., E. B. Forde, P. Chang and W. T. Liu, 2001 : QuikSCAT's SeaWinds facilitates early identification of tropical depressions in 1999 hurricane season. *Geophys. Res. Lett.*, **28**, 1043-1046.
- Kidder, S.Q., M.D. Goldberg, R.M. Zehr, M. DeMaria, J.F.W. Purdom, C.S. Velden, N.C. Grody and S.J. Kusselson, 2000 : Satellite analysis of tropical cyclones using the Advanced Microwave Sounding Unit (AMSU). *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **81**, 1241-1259.
- 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. http://www.kishou.go.jp/books/ijyoukishou/gouu_taifuu0411.pdf
- Lau, K.M. and P.H. Chan, 1986 : Aspects of the 40-50 day oscillation during the northern summer as inferred from outgoing longwave radiation. *Mon. Wea. Rev.*, **114**, 1354-1367.
- Liebmann, B., H.H. Hendon and J.D. Glick, 1994 : The relationship between tropical cyclones of the western Pacific and Indian Oceans and the Madden-Julian Oscillation. *J. Meteor. Soc. Japan*, **72**, 401-411.
- Nakazawa, T., 1986 : Intraseasonal variation of OLR in the tropics during the FGGE year. *J. Meteor. Soc. Japan*, **64**, 17-34.
- Shimazu, Y., 1998 : Classification of precipitation systems in mature and early weakening stages of typhoons around Japan, *J. Meteor. Soc. Japan*, **76**, 437-445.
- 消防庁, 2005 : 消防白書. <http://www.fdma.go.jp/html/hakusho/h17/index.html>
- Spencer, R. W., H.M. Goodman and R.E. Hood, 1989 : Precipitation retrieval over land and ocean with SSM/I : Identification and characteristics of the scattering signal. *J. Atmos. Ocean. Technol.*, **6**, 254-273.
- Wang, B. and H. Rui, 1990 : Synoptic climatology of transient tropical intraseasonal convection anomalies : 1975-1985. *Meteor. Atmos. Phys.*, **44**, 43-61.
- Wentz, F.J., D.K. Smith, C.A. Mears and C.L. Gentemann, 2001 : Advanced algorithms for QuikScat and SeaWinds/AMSR. *Proceedings, Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2001. IGARSS'01*, **3**, 1079-1081.
- Zhu, Congwen, T. Nakazawa and Jianping Li, 2003 : Modulation of twin tropical cyclogenesis by the MJO westerly wind burst during the onset period of 1997/1998 ENSO. *Advances in Atmos. Sci.*, **20**, 882-898.

気象研究所技術報告一覧表

- 第1号 バックグラウンド大気汚染の測定法の開発 (地球規模大気汚染特別研究班, 1978)
Development of Monitoring Techniques for Global Background Air Pollution. (MRI Special Research Group on Global Atmospheric Pollution, 1978)
- 第2号 主要活火山の地殻変動並びに地熱状態の調査研究 (地震火山研究部, 1979)
Investigation of Ground Movement and Geothermal State of Main Active Volcanoes in Japan. (Seismology and Volcanology Research Division, 1979)
- 第3号 筑波研究学園都市に新設された気象観測用鉄塔施設 (花房龍男・藤谷徳之助・伴野 登・魚津 博, 1979)
On the Meteorological Tower and Its Observational System at Tsukuba Science City. (T. Hanafusa, T. Fujitani, N. Banno and H. Uozu, 1979)
- 第4号 海底地震常時観測システムの開発 (地震火山研究部, 1980)
Permanent Ocean-Bottom Seismograph Observation System. (Seismology and Volcanology Research Division, 1980)
- 第5号 本州南方海域水温図—400 m (又は 500 m) 深と 1,000 m 深—(1934-1943 年及び 1954-1980 年) (海洋研究部, 1981)
Horizontal Distribution of Temperature in 400 m (or 500 m) and 1,000 m Depth in Sea South of Honshu, Japan and Western-North Pacific Ocean from 1934 to 1943 and from 1954 to 1980. (Oceanographical Research Division, 1981)
- 第6号 成層圏オゾンの破壊につながる大気成分及び紫外日射の観測 (高層物理研究部, 1982)
Observations of the Atmospheric Constituents Related to the Stratospheric ozone Depletion and the Ultraviolet Radiation. (Upper Atmosphere Physics Research Division, 1982)
- 第7号 83 型強震計の開発 (地震火山研究部, 1983)
Strong-Motion Seismograph Model 83 for the Japan Meteorological Agency Network. (Seismology and Volcanology Research Division, 1983)
- 第8号 大気における雪片の融解現象に関する研究 (物理気象研究部, 1984)
The Study of Melting of Snowflakes in the Atmosphere. (Physical Meteorology Research Division, 1984)
- 第9号 御前崎南方沖における海底水圧観測 (地震火山研究部・海洋研究部, 1984)
Bottom Pressure Observation South off Omaezaki, Central Honsyu. (Seismology and Volcanology Research Division and Oceanographical Research Division, 1984)
- 第10号 日本付近の低気圧の統計 (予報研究部, 1984)
Statistics on Cyclones around Japan. (Forecast Research Division, 1984)
- 第11号 局地風と大気汚染質の輸送に関する研究 (応用気象研究部, 1984)
Observations and Numerical Experiments on Local Circulation and Medium-Range Transport of Air Pollutions. (Applied Meteorology Research Division, 1984)
- 第12号 火山活動監視手法に関する研究 (地震火山研究部, 1984)
Investigation on the Techniques for Volcanic Activity Surveillance. (Seismology and Volcanology Research Division, 1984)
- 第13号 気象研究所大気大循環モデル-I (MRI・GCM-I) (予報研究部, 1984)
A Description of the MRI Atmospheric General Circulation Model (The MRI-GCM-I). (Forecast Research Division, 1984)
- 第14号 台風の構造の変化と移動に関する研究—台風 7916 の一生— (台風研究部, 1985)
A Study on the Changes of the Three — Dimensional Structure and the Movement Speed of the Typhoon through its Life Time. (Typhoon Research Division, 1985)
- 第15号 波浪推算モデル MRI と MRI-II の相互比較研究—計算結果図集— (海洋気象研究部, 1985)
An Intercomparison Study between the Wave Models MRI and MRI-II —A Compilation of Results— (Oceanographical Research Division, 1985)
- 第16号 地震予知に関する実験的及び理論的研究 (地震火山研究部, 1985)
Study on Earthquake Prediction by Geophysical Method. (Seismology and Volcanology Research Division, 1985)
- 第17号 北半球地上月平均気温偏差図 (予報研究部, 1986)
Maps of Monthly Mean Surface Temperature Anomalies over the Northern Hemisphere for 1891-1981. (Forecast Research Division, 1986)
- 第18号 中層大気の研究 (高層物理研究部・気象衛星研究部・予報研究部・地磁気観測所, 1986)
Studies of the Middle Atmosphere. (Upper Atmosphere Physics Research Division, Meteorological Satellite Research Division, Forecast Research Division, MRI and the Magnetic Observatory, 1986)

- 第19号 **ドップラーレーダによる気象・海象の研究** (気象衛星研究部・台風研究部・予報研究部・応用気象研究部・海洋研究部, 1986)
Studies on Meteorological and Sea Surface Phenomena by Doppler Radar. (Meteorological Satellite Research Division, Typhoon Research Division, Forecast Research Division, Applied Meteorology Research Division, and Oceanographical Research Division, 1986)
- 第20号 **気象研究所対流圏大気大循環モデル (MRI・GCM-I) による12年間分の積分** (予報研究部, 1986)
Mean Statistics of the Tropospheric MRI・GCM-I based on 12-year Integration. (Forecast Research Division, 1986)
- 第21号 **宇宙線中間子強度 1983-1986** (高層物理研究部, 1987)
Multi-Directional Cosmic Ray Meson Intensity 1983-1986. (Upper Atmosphere Physics Research Division, 1987)
- 第22号 **静止気象衛星「ひまわり」画像の噴火噴煙データに基づく噴火活動の解析に関する研究** (地震火山研究部, 1987)
Study on Analysis of Volcanic Eruptions based on Eruption Cloud Image Data obtained by the Geostationary Meteorological satellite (GMS). (Seismology and Volcanology Research Division, 1987)
- 第23号 **オホーツク海海洋気候図** (篠原吉雄・四竈信行, 1988)
Marine Climatological Atlas of the sea of Okhotsk. (Y. Shinohara and N. Shikama, 1988)
- 第24号 **海洋大循環モデルを用いた風の応力異常に対する太平洋の応答実験** (海洋研究部, 1989)
Response Experiment of Pacific Ocean to Anomalous Wind Stress with Ocean General Circulation Model. (Oceanographical Research Division, 1989)
- 第25号 **太平洋における海洋諸要素の季節平均分布** (海洋研究部, 1989)
Seasonal Mean Distribution of Sea Properties in the Pacific. (Oceanographical Research Division, 1989)
- 第26号 **地震前兆現象のデータベース** (地震火山研究部, 1990)
Database of Earthquake Precursors. (Seismology and Volcanology Research Division, 1990)
- 第27号 **沖縄地方における梅雨期の降水システムの特徴** (台風研究部, 1991)
Characteristics of Precipitation Systems During the Baiu Season in the Okinawa Area. (Typhoon Research Division, 1991)
- 第28号 **気象研究所・予報研究部で開発された非静水圧モデル** (猪川元興・斉藤和雄, 1991)
Description of a Nonhydrostatic Model Developed at the Forecast Research Department of the MRI. (M. Ikawa and K. Saito, 1991)
- 第29号 **雲の放射過程に関する総合的研究** (気候研究部・物理気象研究部・応用気象研究部・気象衛星・観測システム研究部・台風研究部, 1992)
A Synthetic Study on Cloud-Radiation Processes. (Climate Research Department, Physical Meteorology Research Department, Applied Meteorology Research Department, Meteorological Satellite and Observation System Research Department, and Typhoon Research Department, 1992)
- 第30号 **大気と海洋・地表とのエネルギー交換過程に関する研究** (三上正男・遠藤昌宏・新野 宏・山崎孝治, 1992)
Studies of Energy Exchange Processes between the Ocean-Ground Surface and Atmosphere. (M. Mikami, M. Endoh, H. Niino and K. Yamazaki, 1992)
- 第31号 **降水日の出現頻度からみた日本の季節推移—30年間の日降水量資料に基づく統計—** (秋山孝子, 1993)
Seasonal Transition in Japan, as Revealed by Appearance Frequency of Precipitating-Days. —Statistics of Daily Precipitation Data During 30 Years— (T. Akiyama, 1993)
- 第32号 **直下型地震予知に関する観測的研究** (地震火山研究部, 1994)
Observational Study on the Prediction of Disastrous Intraplate Earthquakes. (Seismology and Volcanology Research Department, 1994)
- 第33号 **各種気象観測機器による比較観測** (気象衛星・観測システム研究部, 1994)
Intercomparisons of Meteorological Observation Instruments. (Meteorological Satellite and Observation System Research Department, 1994)
- 第34号 **硫黄酸化物の長距離輸送モデルと東アジア地域への適用** (応用気象研究部, 1995)
The Long-Range Transport Model of Sulfur Oxides and Its Application to the East Asian Region. (Applied Meteorology Research Department, 1995)
- 第35号 **ウインドプロファイラーによる気象の観測法の研究** (気象衛星・観測システム研究部, 1995)
Studies on Wind Profiler Techniques for the Measurements of Winds. (Meteorological Satellite and Observation System Research Department, 1995)
- 第36号 **降水・落下塵中の人工放射性核種の分析法及びその地球化学的研究** (地球化学研究部, 1996)
Geochemical Studies and Analytical Methods of Anthropogenic Radionuclides in Fallout Samples. (Geochemical Research Department, 1996)
- 第37号 **大気と海洋の地球化学的研究 (1995年及び1996年)** (地球化学研究部, 1998)
Geochemical Study of the Atmosphere and Ocean in 1995 and 1996. (Geochemical Research Department,

- 1998)
- 第38号 鉛直 2 次元非線形問題 (金久博忠, 1999)
Vertically 2-dimensional Nonlinear Problem. (H. Kanehisa, 1999)
- 第39号 客観的予報技術の研究 (予報研究部, 2000)
Study on the Objective Forecasting Techniques. (Forecast Research Department, 2000)
- 第40号 南関東地域における応力場と地震活動予測に関する研究 (地震火山研究部, 2000)
Study on Stress Field and Forecast of Seismic Activity in the Kanto Region. (Seismology and Volcanology Research Department, 2000)
- 第41号 電量滴定法による海水中の全炭酸濃度の高精度分析および大気中の二酸化炭素と海水中の全炭酸の放射性炭素同位体比の測定 (石井雅男・吉川久幸・松枝秀和, 2000)
Coulometric Precise Analysis of Total Inorganic Carbon in Seawater and Measurements of Radiocarbon for the Carbon Dioxide in the Atmosphere and for the Total Inorganic Carbon in Seawater. (I.Masao, H. Y.Inoue and H.Matsueda, 2000)
- 第42号 気象研究所/数値予報課統一非静力学モデル (斉藤和雄・加藤輝之・永戸久喜・室井ちあし, 2001)
Documentation of the Meteorological Research Institute/Numerical Prediction Division Unified Nonhydrostatic Model. (Kazuo Saito, Teruyuki Kato, Hisaki Eito and Chiashi Muroi, 2001)
- 第43号 大気および海水中のクロロフルオロカーボン類の精密測定と気象研究所クロロフルオロカーボン類標準ガスの確立 (時枝隆之・井上 (吉川) 久幸, 2004)
Precise measurements of atmospheric and oceanic chlorofluorocarbons and MRI chlorofluorocarbons calibration scale. (Takayuki Tokieda and Hisayuki Y. Inoue, 2004)
- 第44号 PostScript コードを生成する描画ツール “PLOTPS” マニュアル (加藤輝之, 2004)
Documentation of “PLOTPS”: Outputting Tools for PostScript Code. (Teruyuki Kato, 2004)
- 第45号 気象庁及び気象研究所における二酸化炭素の長期観測に使用された標準ガスのスケールとその安定性の再評価に関する調査・研究 (松枝秀和・須田一人・西岡佐喜子・平野礼朗・澤 庸介・坪井一寛・堤 之智・神谷ひとみ・根本和宏・長井秀樹・吉田雅司・岩野園城・山本 治・森下秀昭・鎌田匡俊・和田 晃, 2004)
Re-evaluation for scale and stability of CO₂ standard gases used as long-term observations at the Japan Meteorological Agency and the Meteorological Research Institute. (Hidekazu Matsueda, Kazuto Suda, Sakiko Nishioka, Toshirou Hirano, Yousuke, Sawa, Kazuhiro Tuboi, Tsutumi, Hitomi Kamiya, Kazuhiro Nemoto, Hideki Nagai, Masashi Yoshida, Sonoki Iwano, Osamu Yamamoto, Hideaki Morishita, Masatoshi Kamata and Akira Wada, 2004)
- 第46号 地震発生過程の詳細なモデリングによる東海地震発生の推定精度向上に関する研究 (地震火山研究部, 2005)
A Study to Improve Accuracy of Forecasting the Tokai Earthquake by Modeling the Generation Processes. (Seismology and Volcanology Research Department, 2005)
- 第47号 気象研究所共用海洋モデル (MRI.COM) 解説 (海洋研究部, 2005)
Meteorological Research Institute Community Ocean Model (MRI.COM) Manual. (Oceanographical Research Department, 2005)
- 第48号 日本海降雪雲の降水機構と人工調節の可能性に関する研究 (物理気象研究部・予報研究部, 2005)
Study of Precipitation Mechanisms in Snow Clouds over the Sea of Japan and Feasibility of Their Modification by Seeding. (Physical Meteorology Research Department, Forecast Research Department, 2005)

気 象 研 究 所

1946年（昭和21）年 設 立

所 長：理 博 藤谷 徳之助

予 報 研 究 部	部 長：理 博 杉 正 人
気 候 研 究 部	部 長：理 博 野 田 彰
台 風 研 究 部	部 長： 榊 原 均
物 理 気 象 研 究 部	部 長： 林 則 雄
環 境・応 用 気 象 研 究 部	部 長： 澤 井 哲 滋
気 象 衛 星・観 測	
シ ス テ ム 研 究 部	部 長： 高 山 陽 三
地 震 火 山 研 究 部	部 長： 伊 藤 秀 美
海 洋 研 究 部	部 長：農 博 大 山 準 一
地 球 化 学 研 究 部	部 長：理 博 廣 瀬 勝 己

気 象 研 究 所 技 術 報 告

編 集 委 員 長：澤 井 哲 滋

編 集 委 員：大 関 誠 黒 田 友 二 楠 研 一
萩 野 谷 成 徳 清 野 直 子 笹 岡 雅 宏
山 本 剛 靖 確 氷 典 久 石 井 雅 男
事 務 局：中 本 能 久 鈴 木 誠 一

気象研究所技術報告は、1978年（昭和53）年の初刊以来、気象研究所が必要の都度発行する刊行物であり、原則として気象研究所職員及びその共同研究者による気象学、海洋学、地震学その他関連の地球科学に関する技術報告、資料報告および総合報告（以下報告という）を掲載する。

気象研究所技術報告の編集は、編集委員会が行う。

本紙に掲載された報告の著作権は気象研究所に帰属する。本紙に掲載された報告を引用する場合は、出所を明示すれば気象研究所の許諾を必要としない。本紙に掲載された報告の全部又は一部を複製、転載、翻訳、あるいはその他に利用する場合は気象研究所の許諾を得なければならない。個人が研究、学習、教育に使用する場合は、出所を明示すれば気象研究所の許諾を必要としない。

気 象 研 究 所 技 術 報 告 ISSN 0386-4049
第 49 号

平成18年 3月 発行

編 集 兼
発 行 者

気 象 研 究 所

〒305-0052 茨城県つくば市長峰1-1

TEL.(029)853-8535

印 刷 者

創文印刷工業株式会社

〒116-0011 東京都荒川区西尾久7-12-16