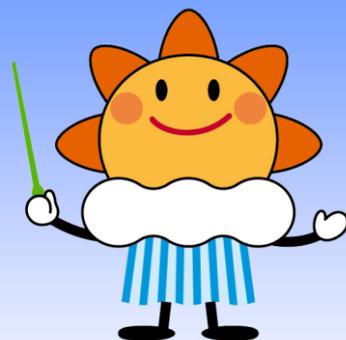


船と海上気象

THE SHIP AND MARITIME METEOROLOGY



Vol. 57

No. 1

March 2013



ブイ式海底津波計

Tsunami Monitoring Buoy System



気象庁

Japan Meteorological Agency

本誌は、船舶による精度の高い海上気象観測・通報を促進するとともに、船舶に対し気象知識や気象情報利用の普及を行うことを目的とした広報誌です。主として船舶乗組員の方々を対象に、海上気象観測・通報の方法や、気象庁の提供する気象情報、海洋情報の最新の状況などをお知らせしています。すべての記事は、和英併記となっています。発行は、3月と9月の年2回です。

読者の皆様のご意見を取り入れながら、さらに親しみやすい広報誌にしていきたいと思っておりますので、よろしく申し上げます。

なお、本誌は、気象庁ホームページからもご覧になることができます。

<http://marine.kishou.go.jp/jp/fune-jp.html>

.....

This bulletin aims to promote useful marine weather observations/reports from ships and familiarize readers with weather and marine information provided by JMA. The publication mainly covers the topics of mariners, marine weather observations, recent announcements on JMA's marine weather services, and more. All articles appear both in English and in Japanese. The bulletin is issued twice a year, once in March and once in September.

We make constant efforts to improve the bulletin in order to make it more accessible to all our readers. Thank you for your continued support.

This bulletin is also available at the following website:

<http://marine.kishou.go.jp/en/fune-en.html>

表紙の写真は、東北地方の太平洋側沖合に設置したブイ式海底津波計です。ブイ式海底津波計は津波による海底での水圧変化を観測することで津波を捕捉します。詳しくは本誌掲載記事「ブイ式海底津波計の導入」(8~9頁)をご覧ください。

.....

The cover photo shows the Tsunami Monitoring Buoy System deployed off the Pacific coast of Tohoku. This system detects tsunami by observing change in water pressure caused by a tsunami. For more information about this system, see the article "Tsunami Monitoring Buoy System" on pp.8-9 in this issue.

2012年の台風のまとめ

Summary of the 2012 Typhoon Season

気象庁 予報部 予報課 太平洋台風センター
National Typhoon Center, Forecast Division,
Forecast Department, Japan Meteorological Agency

北西太平洋や南シナ海で発生する台風は、この海域を航行する船舶にとって最も注意すべき自然現象です。台風についての理解を深め、災害や海難事故の防止に役立てていただくため、2012年の台風シーズンの概略を紹介します。

Understanding tropical cyclones (TCs) is vital for mariners and the pertinent knowledge provides the best first line of defense against related dangers. This article summarizes the 2012 typhoon season in the western North Pacific and the South China Sea.

▶ 2012年の台風シーズン

2012年は、3月に南シナ海で第1号が発生して台風シーズンが始まり、年間発生数は平年並の25個（平年値25.6個）でした（図1、表参照）。

▶ 2012 Typhoon Season

The 2012 typhoon season began in March with TC Pakhar (1201) which formed over the South China Sea. Twenty-five TCs formed in 2012, which is almost the same number as the 30-year average from 1981 to 2010 of 25.6 (Fig. 1, Table).

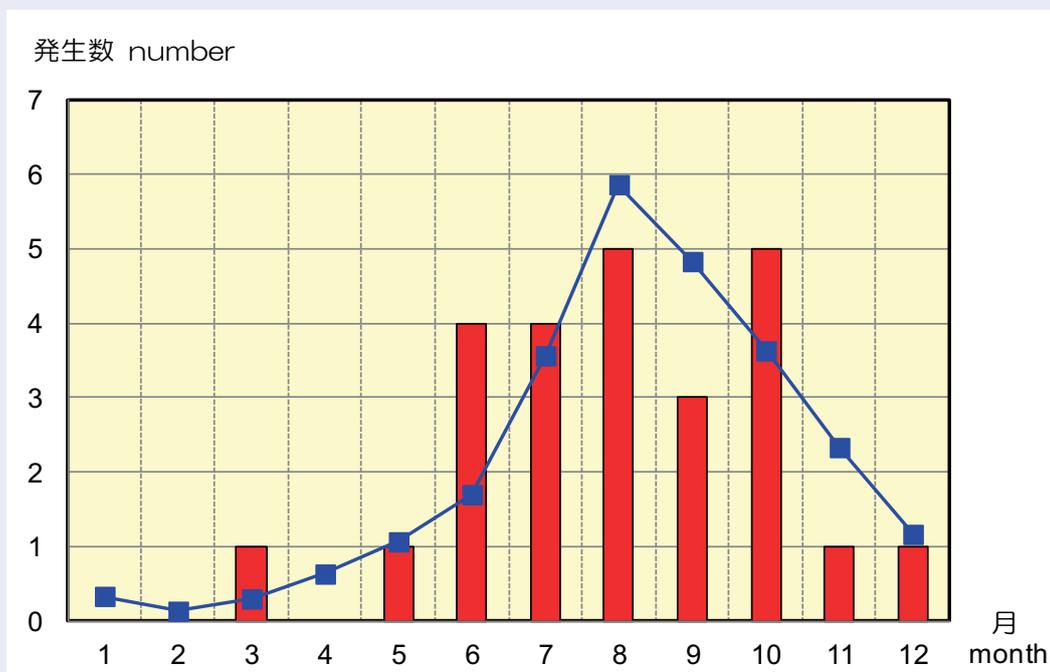


図 1: 2012年の台風の月別発生数

赤色の棒グラフは2012年の月別発生数、青色の折れ線グラフは月別発生数の平年値を示す。

Fig. 1: Monthly numbers of tropical cyclone formations in 2012

The red-bar chart and blue-line graph show monthly numbers in 2012 and their 30-year averages from 1981 to 2010, respectively.

日本への接近数は1951年以降で4番目に多い17個(平年値11.4個)でした。これは、本土以外の沖縄・奄美及び伊豆諸島・小笠原諸島への接近数がそれぞれ12個(平年値7.6個)及び9個(平年値5.4個)と多かったためです。このうち第15号から第17号まで連続3個の台風が非常に強い勢力を保ったまま沖縄本島周辺を通過しました(図2)。

11月に発生した第24号は、赤道に近い海域を3,000km以上西進した後、フィリピンのミンダナオ島に上陸し(図2)、大きな被害をもたらしました。

Seventeen TCs, the fourth largest number since 1951, approached Japan (30-year average: 11.4). This is because more than the average numbers of TCs, 12 and nine, approached Okinawa/Amami Area (30-year average: 7.6) and Izu/Ogasawara Area (30-year average: 5.4), respectively. Three consecutive TCs, Bolaven (1215), Sanba (1216) and Jelawat (1217), passed near Okinawa Island (Fig. 2) with very strong intensities.

Tropical Cyclone 台風	Duration 存在期間 (国際標準時)				Peak Intensity 最盛期	
	UTC Day Month	UTC Day Month	UTC Day Month	UTC Day Month	Central Pressure 中心気圧 (hPa)	Max Winds 最大風速 (kt)
TS Pakhar (1201)	12 29 Mar	-	00 02 Apr		998	40
STS Sanvu (1202)	06 22 May	-	18 27 May		975	60
TY Mawar (1203)	18 01 Jun	-	06 06 Jun		960	75
TY Guchol (1204)	12 13 Jun	-	00 20 Jun		930	100
STS Talim (1205)	06 17 Jun	-	18 20 Jun		985	50
TS Doksuri (1206)	18 26 Jun	-	00 30 Jun		992	40
STS Khanun (1207)	06 16 Jul	-	00 19 Jul		985	50
TY Vicente (1208)	12 21 Jul	-	18 24 Jul		950	80
TY Saola (1209)	00 28 Jul	-	06 03 Aug		960	70
TY Damrey (1210)	12 28 Jul	-	12 03 Aug		965	70
TY Haikui (1211)	00 03 Aug	-	12 09 Aug		965	65
STS Kirogi (1212)	12 06 Aug	-	06 10 Aug		990	50
TY Kai-tak (1213)	00 13 Aug	-	06 18 Aug		970	65
TY Tembin (1214)	06 19 Aug	-	12 30 Aug		950	80
TY Bolaven (1215)	06 20 Aug	-	06 29 Aug		910	100
TY Sanba (1216)	00 11 Sep	-	00 18 Sep		900	110
TY Jelawat (1217)	18 20 Sep	-	12 01 Oct		905	110
STS Ewiniar (1218)	12 24 Sep	-	00 30 Sep		985	50
STS Maliksi (1219)	06 01 Oct	-	06 04 Oct		985	50
STS Gaemi (1220)	12 01 Oct	-	12 06 Oct		990	50
TY Prapiroon (1221)	12 07 Oct	-	12 19 Oct		940	90
STS Maria (1222)	06 14 Oct	-	00 19 Oct		990	50
TY Son-tinh (1223)	12 23 Oct	-	06 29 Oct		945	85
TY Bopha (1224)	18 26 Nov	-	06 09 Dec		930	100
TS Wukong (1225)	00 25 Dec	-	06 28 Dec		1000	40

表: 2012年の台風一覧

TS、STS及びTYは、台風の最盛期の強さ(最大風速34ノット以上48ノット未満、48ノット以上64ノット未満及び64ノット以上)を示す。

Table: Named tropical cyclones in 2012

TS (tropical storm), STS (severe tropical storm) and TY (typhoon) indicate tropical cyclone peak intensities with maximum winds reaching 34 kt to 47 kt, 48 kt to 63 kt and 64 kt or more, respectively.

▶ 気象庁が提供する台風情報

気象庁は、インマルサットセーフティネット、ナブテックス、漁業無線、漁業気象情報、気象庁気象無線模写通報（JMH）、テレビ・ラジオ及びインターネットを通じて台風に関する情報を提供しています。船舶の安全な航行や早期の避難のため常に最新の情報を利用するようお願いします。

TC Bopha (1224) formed in November and moved westward more than 3,000 km over the sea near the equator. It hit Mindanao Island in the Philippines (Fig. 2) and brought heavy damage.

▶ Typhoon Information Issued by JMA

The Japan Meteorological Agency (JMA) provides information regarding TCs in many forms including SafetyNET, NAVTEX, radio facsimile (JMH), radio, TV and the Internet. To support safe navigation and prompt evacuation or avoidance in the event of severe weather conditions, please be sure to obtain and use the most recent information from JMA.

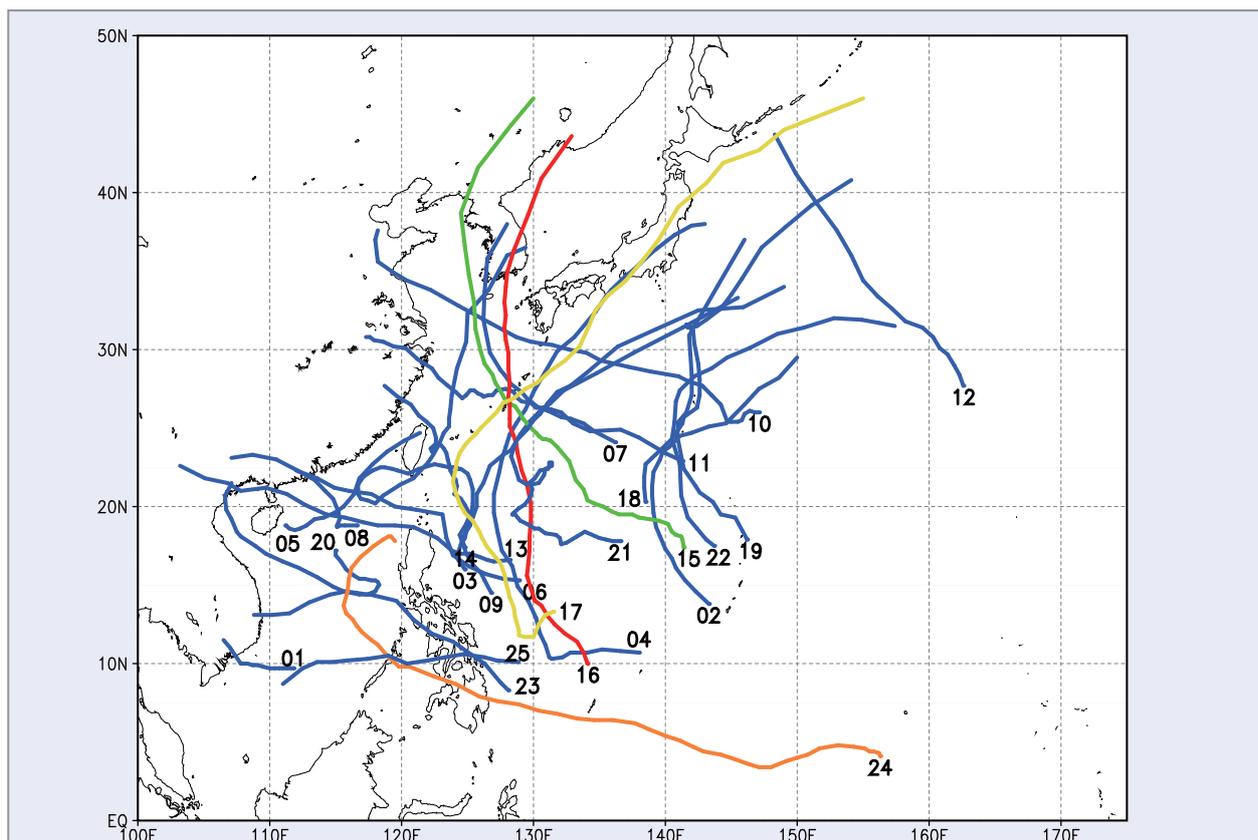


図 2: 2012 年の台風経路図

数字は台風番号を示す。緑、赤、黄及び橙の線は、台風第 15 号、第 16 号、第 17 号及び第 24 号の各経路を示す。

Fig. 2: Tracks of tropical cyclones forming in 2012

The figures represent the last two digits of tropical cyclone identification numbers. The green, red, yellow and orange lines show the tracks of Bolaven (1215), Sanba (1216), Jelawat (1217) and Bopha (1224), respectively.

波浪予測の精度向上について

Improvement of Wave Forecasting

気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象情報室
Office of Marine Prediction, Global Environment and Marine Department,
Japan Meteorological Agency

気象庁は、2012年10月から、波浪実況図の作成に加えて、数値波浪モデルの初期値作成にも、船舶等による波浪の観測データを用いるよう改善を行いました。その結果、特に近い将来における波浪の予測精度が向上しました。

The Japan Meteorological Agency (JMA) started operational use of wave observation data reported by ships for wave forecasts in October 2012, in addition to its current use for wave analysis. This has improved wave forecast accuracy, especially in short-range forecasts.

▶ はじめに

気象庁は、船舶の安全運航のため、気象無線模写通報（JMH）によって、沿岸波浪24時間予想図（FWJP）、外洋波浪24時間予想図（FWPN）、外洋波浪12・24・48・72時間予想図（FWPN07）などを放送しています（図1）。これらの資料は、数値波浪モデルから作成されています。数値波浪モデルとは、波浪の状態を物理法則を用いて表現し、海上風の予測を加味して、その発達や伝播の過程を予測するプログラムのことで、スーパーコンピュータを用いて計算します。気象庁は、数値波浪モデルの運用を1977年に開始し、改善を重ねてきました。現在、気象庁では、全世界を対象とした全球波浪モデルと、日本周辺を対象とした沿岸波浪モデルの2種類の数値波浪モデルを運用しています。

▶ 波浪予測の改善

数値波浪モデルにおいて、計算を開始する時刻の波浪の状態のことを初期値と呼びます。初期値が実際の波浪の状態からずれている場合は、それを出発点として予測する将来の状態も実際の状態からずれてしまうこととなります。そのため、波浪の予測精度を向上させるためには、正確に波浪モデルの初

▶ Introduction

JMA issues wave forecast charts "FWJP", "FWPN" and "FWPN07" by radio facsimile (JMH) for safe navigation of ships. Figure 1 is an example of "FWPN07" which includes 12-, 24-, 48- and 72-hour wave forecast charts. These charts are produced from numerical wave model outputs. A numerical wave model is a super-computer based program which simulates wave conditions using the laws of physics and predicts wave development and propagation processes in consideration of wind forces. JMA has been operating numerical wave models since 1977 while carrying out repeated improvements to them. JMA currently operates two numerical wave models: the Global Wave Model and the Coastal Wave Model. The latter is for the seas around Japan.

▶ Improvement of Wave Forecasts

Wave conditions at the start time of prediction are called initial conditions. Accurate initial conditions are critical for accurate predictions, because inaccurate initial wave conditions lead to inaccurate forecasts.

期値を作成することが不可欠です。

これまで初期値の作成には波浪の観測データを用いていませんでしたが、2012 年 10 月 24 日から、船舶、気象観測衛星、漂流型海洋気象ブイロボット、沿岸波浪計等による観測データを用いて数値波浪モデルの初期値を作成するよう改善を行いました。この改善によって、初期値に観測データを反映させることができ、実際の波浪の状態とのずれを小さくすることができます。

▶ 改善結果

図 2 は数値波浪モデルの予測結果について、予測された波高と実際の波高との誤差の大きさを改善前後で比較した結果です。改善後は改善前と比べて、特に近い将来における

In the past, wave observation data was not used for producing initial conditions. An improvement was made as of October 24, 2012, in which wave data observed by ships, satellites, drifting buoys and coastal wave recorders was incorporated in the production of initial wave conditions. As a result, observation data is integrated into initial wave conditions, thereby reducing the difference from actual wave conditions.

▶ Results of Improvement

Figure 2 shows wave height prediction errors of the two numerical wave models, comparing errors before (green) and errors after (red) the improvement. The sizes of the

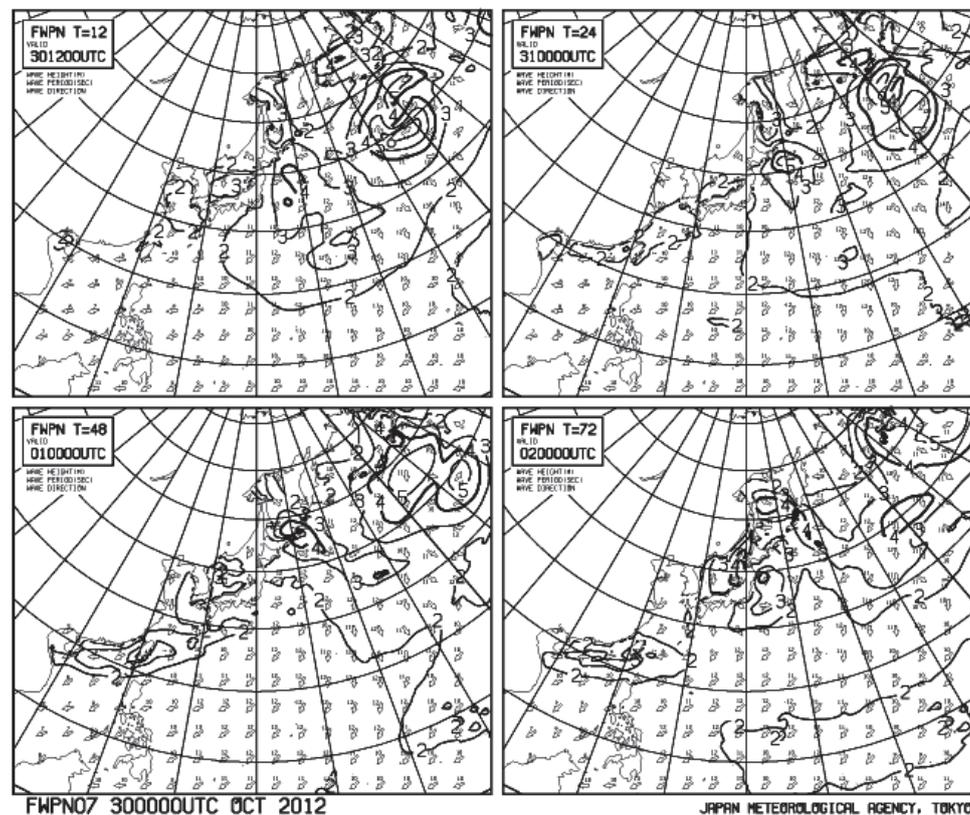


図 1: 波浪予想図の例 (FWPN07)

2012 年 10 月 30 日 00UTC を初期値とした 12 時間 (左上)、24 時間 (右上)、48 時間 (左下)、72 時間 (右下) 波浪予想図。

Fig. 1: An example of wave forecast charts (FWPN07)

The four charts are 12-hour (top left), 24-hour (top right), 48-hour (bottom left), and 72-hour (bottom right) forecast charts with the initial time of 00 UTC October 30, 2012.

予測精度の向上がみられます。

図3は、2010年1月8日12UTC(初期値)の波高分布と、その12時間後の1月9日00UTCの予測波高分布を改善前後で比較した結果です。初期値においては、改善後、日本海における観測データを反映した結果として、日本海中部における波高が3m以上に修正されています(右上図)。また12時間後の予測波高図でも、改善後は、日本海中部で3m以上の波高が予測されています(右下図)。1月9日00UTCには、日本海中部で実際に3m以上の波高が解析されていました。このように、観測データを数値波浪モデルの初期値に反映した結果、波浪予測の精度が向上しました。

errors have become smaller since the improvement, indicating that the prediction accuracy has been improved especially in short-range forecasts.

Figure 3 shows wave height distributions for the initial condition (12 UTC January 8, 2010) and the 12-hour forecast, compared with those with wave observation data incorporated. In the initial condition, the wave heights in the central part of the Sea of Japan are modified to be greater than 3 m when the data is incorporated, and the same area with these wave heights appears in the 12-hour forecast. According to the 00 UTC January 9, 2010, wave height analysis data, wave heights above 3 m were present in this area, which shows the wave forecast is improved by modifying the initial condition with observed data.

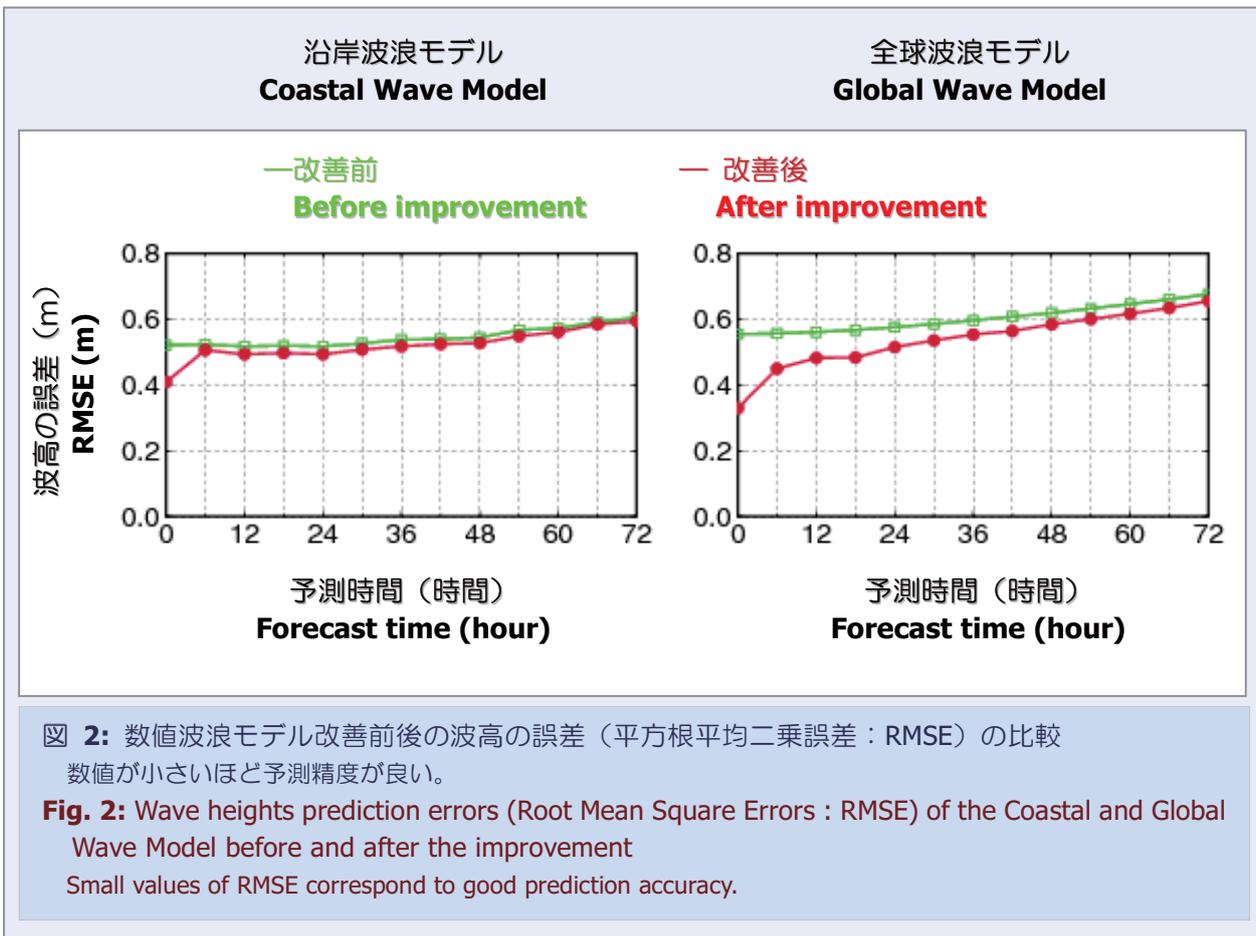


図 2: 数値波浪モデル改善前後の波高の誤差 (平方根平均二乗誤差 : RMSE) の比較
 数値が小さいほど予測精度が良い。

Fig. 2: Wave heights prediction errors (Root Mean Square Errors : RMSE) of the Coastal and Global Wave Model before and after the improvement

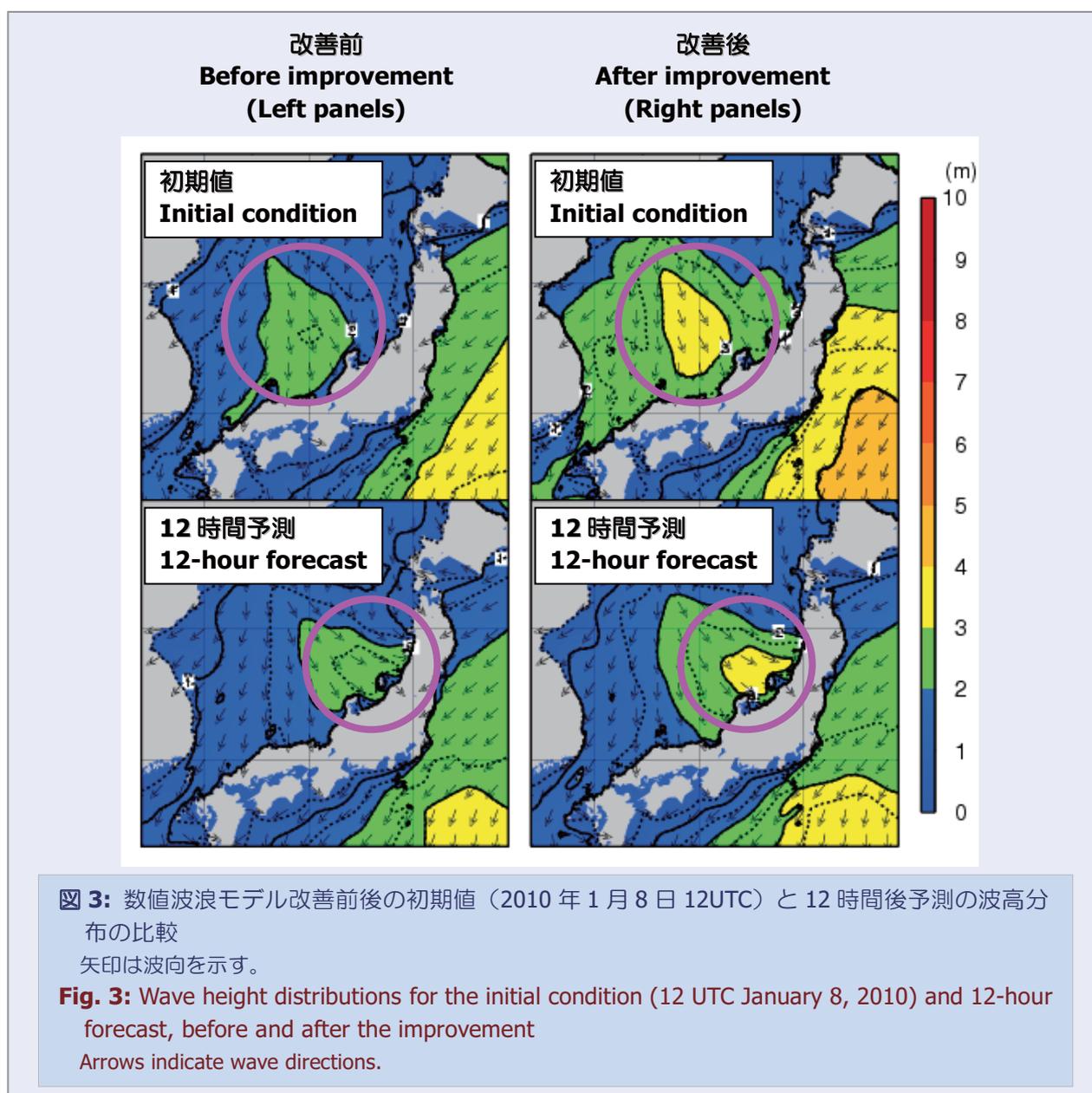
Small values of RMSE correspond to good prediction accuracy.

▶ 船舶観測データの重要性

船舶等で観測された波浪のデータは、これまでも波浪実況図（AWJP、AWPN）の作成等に利用されてきましたが、今回の改善によって、数値波浪モデルの初期値を作成する際にも活用されることとなりました。このように、船舶等による波浪観測は、波浪実況図の作成に加えて、波浪の予測精度を向上させる上でも重要な役割を果たしています。今後とも波浪を含む船舶気象観測・通報へのご協力をお願いします。

▶ Importance of Observation Data by Ships

Wave observation data by ships was used for wave analysis charts (AWJP, AWPN) in the past. With the recent improvement introduced here, the data is now also applied to initial conditions for numerical wave models and plays an important role in improving the accuracy of wave forecasts. We look forward to your continued support with weather observations and reports, including those of ocean waves.



ブイ式海底津波計の導入

Tsunami Monitoring Buoy System

気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象課

Marine Division, Global Environment and Marine Department, Japan Meteorological Agency

気象庁は沖合での津波監視を強化するため、東北地方の太平洋側の沖合にブイ式海底津波計を 3 基設置しています。海底津波計で沖合の津波をとらえることで、沿岸で観測されるより早く正確に津波の規模を把握することが可能となります。観測したデータは、より確度の高い津波警報の発表に活用します。

The Japan Meteorological Agency (JMA) deploys three tsunami monitoring buoy systems off the Pacific coast of Tohoku. The systems can detect tsunamis before they reach the coast of Japan. JMA uses this information to issue more accurate tsunami warnings.

▶ ブイ式海底津波計の概要

ブイ式海底津波計は、海底に沈めたアンカーで係留された海上のブイと、高精度の水圧計を搭載した海底津波計で構成されています（図 1 参照）。

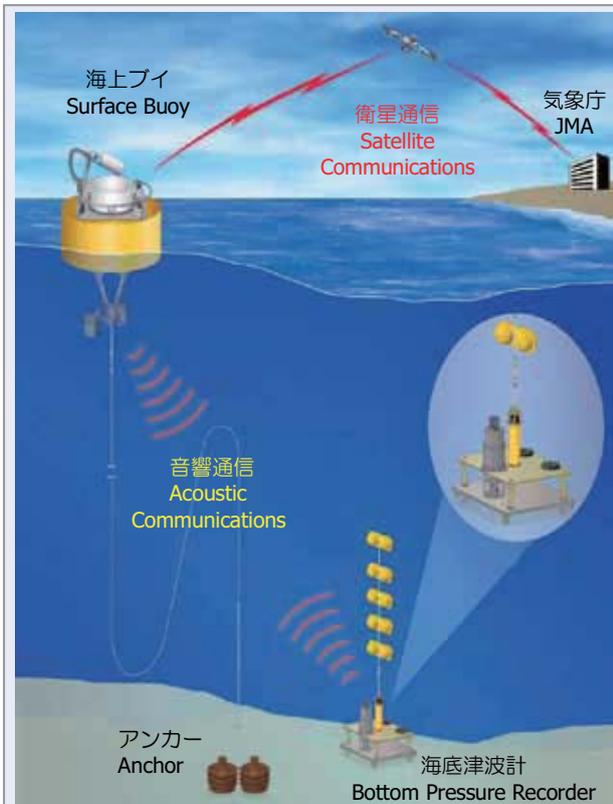


図 1: ブイ式海底津波計の模式図

Fig. 1: Schematic Diagram of Tsunami Monitoring Buoy System

▶ Overview of Tsunami Monitoring Buoy System

A tsunami monitoring buoy system comprises a surface buoy moored with an anchor, and a Bottom Pressure Recorder (BPR) equipped with a highly precise pressure sensor (Fig. 1).

If a tsunami is generated by an earthquake beneath the ocean floor, water pressure on the ocean bottom changes with the tsunami. The BPR can detect this change in water pressure.

The BPR measures water pressure on the ocean bottom every 15 seconds and converts its value into water depth. Usually the BPR sends the observed data every 6 hours. If a change in water pressure caused by a tsunami is detected, the BPR will start real-time transmission of detailed tsunami data immediately. The data observed with the BPR is sent to the surface buoy via acoustic communication, and then to JMA via satellite communication.

海底で大きな地震が発生すると、海底が隆起又は沈降することで海面変動が起こり、津波となって周囲に伝搬します。この津波による海底での水圧変化をとらえるのが海底津波計です。

海底津波計は 15 秒毎に海底で水圧の計測を行っており、得られた水圧値を水深に変換します。平常時は観測したデータを 6 時間毎に送信していますが、津波による水圧の変化を検知すると、詳細な津波データの即時送信を開始します。海底津波計が観測したデータは、音波を利用した通信で海上ブイに送られ、その後、海上ブイからは衛星通信で気象庁に送られます。

▶ ブイ式海底津波計の役割

ブイ式海底津波計は東北地方の太平洋沖約 320~400km、水深約 5,300m の 3 地点に設置されています (図 2 参照)。

ブイ式海底津波計の設置により、日本海溝付近で発生する津波を既存の観測網に比べて、場所によっては 10 分以上早く捕捉することが可能となります。また、チリ地震津波のように日本から離れた海域で発生し、日本に來襲する遠地津波の場合には 30 分以上早く捕捉することができます。

気象庁では観測データの監視を常時行い、東北地方太平洋沖地震の震源域周辺において地震が発生した時には、沖合における津波の観測値を速やかに発表するとともに、津波警報の更新に活用し、より確実な避難行動等を支援します。

▶ Roles of Tsunami Monitoring Buoy Systems

Three tsunami monitoring buoy systems are deployed about 320 to 400 km off the Pacific coast of Tohoku at about 5,300 m depth (Fig. 2).

If a tsunami occurs near the Japan Trench, the tsunami monitoring buoy systems can detect it 10 minutes earlier or more than the existing observation systems. Moreover, in the case of a distant tsunami occurring in the ocean far away from Japan, such as the Chilean Tsunami in 1960, the tsunami monitoring buoy systems can detect the tsunami 30 minutes earlier or more.

JMA always monitors the data, and if an earthquake occurs near the epicenter of the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake, it will release offshore observation data promptly and use it to update tsunami warnings for the support of evacuation activities.

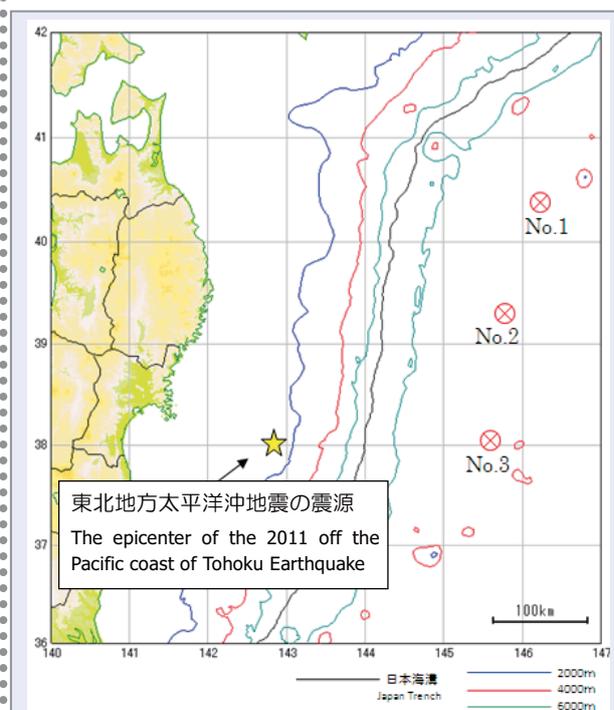


図 2: ブイ式海底津波計の設置位置

Fig. 2: Locations of Tsunami Monitoring Buoy Systems



雲の観測（中層雲の符号化）

Observation of Cloud（Coding of Middle-level Clouds）

前回は下層雲について紹介しました。今回は中層雲の符号化を取り上げます(詳しくは「船舶気象観測指針」をご参照ください)。

中層雲(C_M)は、高積雲(Ac)、高層雲(As)及び乱層雲(Ns)の3種類からなり、雲底はおおむね海面から2kmから8kmの高さに現れます。中層雲の通報では、これら3種類の雲を、外見上の特徴やそれらの時間的な変化及び組み合わせにより「 $C_M=0\sim 9$ 」の10通りの数字符号の中からひとつを選んで符号化します。

数字符号の選び方には優先順位がありません(次頁のフローチャートを参照)。中層雲の場合、はじめにAcがあるかないかを判断します。Acがない場合、Asが薄く、太陽や月の輪郭が分かる場合は「 $C_M=1$ 」を、Asが厚い、あるいはNsの場合は「 $C_M=2$ 」を選択します。

Acがある場合は、以下の優先順位で符号を選択します。ほとんどとした険悪な空模様で、種々の高さに種々の形のAcがある「 $C_M=9$ 」、塔状又は房状のAcがある「 $C_M=8$ 」、As又はNsを伴う「 $C_M=7$ 」、下層の積雲(Cu)や積乱雲(Cb)が広がってできたAcがある「 $C_M=6$ 」、波状、帯状又はロール状のAcで、空に広がる傾向若しくは全体として厚くなる傾向の「 $C_M=5$ 」、空に広がる傾向はないAcで、絶えず外観が変化している「 $C_M=4$ 」、2層以上のAcがある「 $C_M=3$ 」。1層のAcの場合は、太陽や月の輪郭が分かる程度に薄い「 $C_M=3$ 」と太陽や月の輪郭が分からないほど厚い「 $C_M=7$ 」から、卓越している方を選択します。

次回は上層雲(C_H)について、紹介します。

This article introduces the coding of middle-level clouds (please see "Guide to Weather Observations for Ships" for details).

Middle-level clouds (C_M) consist of three types, Altocumulus (Ac), Altostratus (As) and Nimbostratus (Ns). Coding of C_M is made by selecting one number among ten (0~9), based on appearance, temporal change and combinations.

You must follow a set order in selecting the code (see chart in Fig, on page 11). First, make a judgment about the presence or absence of Ac. In cases when Ac is absent, if thin As is present and the sun or moon can be seen through it, $C_M=1$, but if thick As or Ns is present, $C_M=2$.

In cases when Ac is present, coding is made in the following order. First, if the sky seems chaotic, $C_M=9$. Second, if turreted Ac or Ac in tufts is present, $C_M=8$. Third, if As or Ns is present, $C_M=7$. Fourth, if Ac is formed by spreading Cumulus (Cu) or Cumulonimbus (Cb), $C_M=6$. Fifth, if Ac forms a wave, belt or roll shape and is invading the sky, $C_M=5$. Sixth, if the appearance of Ac is continually changing but not invading the sky, $C_M=4$. Seventh, if Ac is present at two or more layers, $C_M=3$. In cases where Ac appears as a single layer, if thin and semi-transparent Ac is predominant, $C_M=3$, but if thick and opaque Ac is predominant, $C_M=7$.

In the next issue we will introduce the coding of high-level clouds (C_H).

* 「はれるん」は気象庁のマスコットキャラクターです。

Harerun is the mascot of the Japan Meteorological Agency (JMA).

$C_M=0$ は中層雲がない場合に用い、不明の場合は「/」（スラッシュ）を通報します。
 " $C_M=0$ " is used when there is no C_M . When C_M is unknown, " $C_M=/$ " is used.

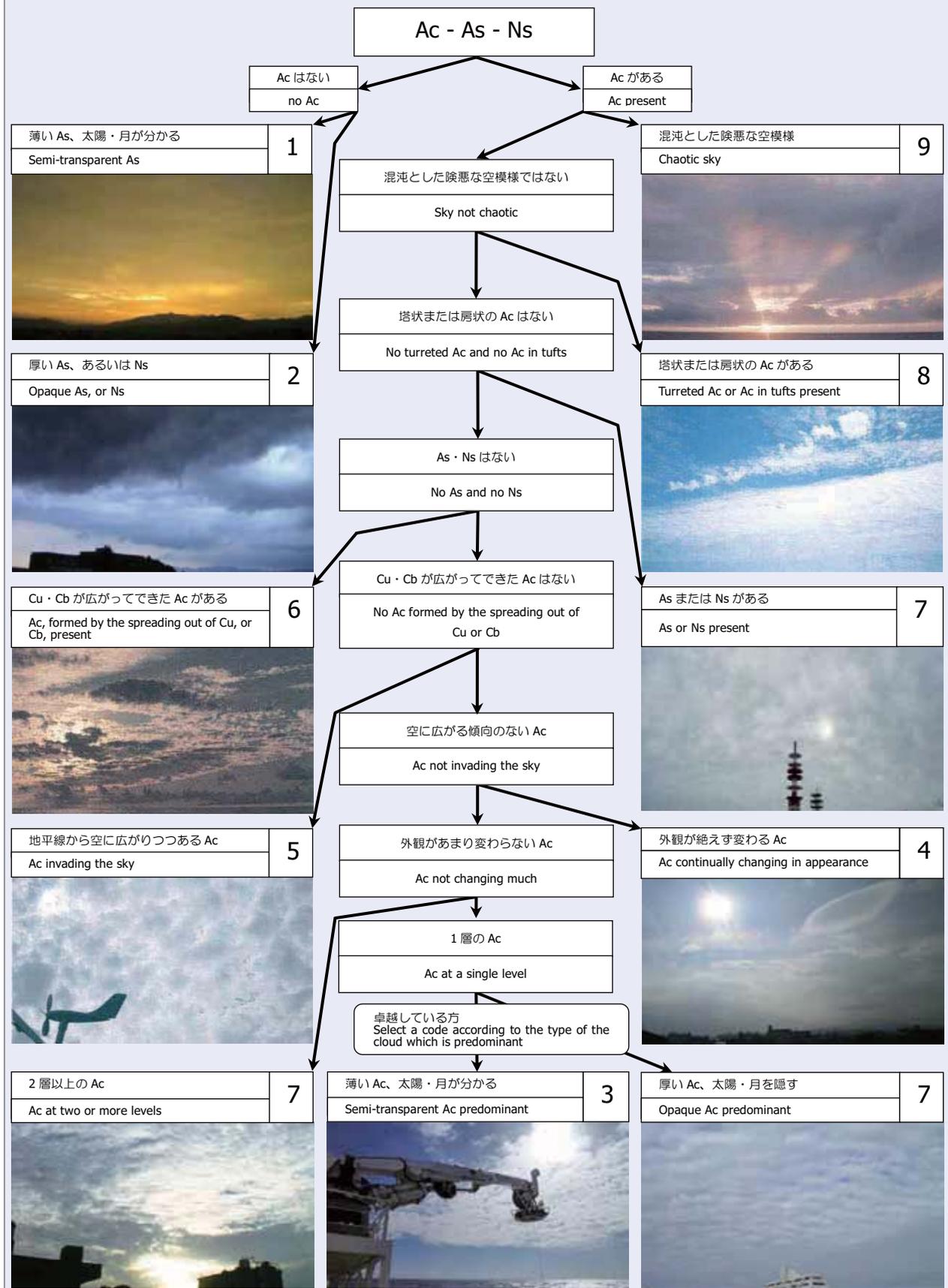


図 : C_M の数字符号の選択
 Fig. : Codes for middle-level clouds (C_M)

北西太平洋における海洋酸性化

Ocean Acidification in the western North Pacific

気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象課

Marine Division, Global Environment and Marine Department, Japan Meteorological Agency

“海洋酸性化”として知られている海水中の pH（水素イオン濃度指数）の低下は、地球温暖化や海洋生態系にとって懸念すべき問題となっています。ここでは、北西太平洋における海洋酸性化について解説します。

Ocean acidification, known as the decrease in seawater pH (potential of hydrogen), is an issue of concern for global warming and marine ecosystems. In this article, ocean acidification in the western North Pacific is reported.

▶ 海洋酸性化について

海洋は、人間活動により排出された二酸化炭素（CO₂）の最大の吸収源であり、海洋が CO₂ を吸収することで、海洋表面の海水の化学的性質に変化が生じています。特に、“海洋酸性化”として知られている海水中の pH（水素イオン濃度指数）の低下は、海洋による大気中の CO₂ の吸収能力を低下させて地球温暖化を加速させたり、プランクトンの成長を阻害して海洋の生態系に影響を与えたりするなど、懸念すべき問題となっています。

▶ 北西太平洋における海洋酸性化の状況

気象庁では、地球温暖化や海洋酸性化等の海洋の長期変動を把握するため、北西太平洋で長期にわたり継続して海洋観測を実施しています。その観測で取得された 1984 年以降の冬季の海水中の CO₂ 濃度等のデータを用いて pH を見積もり、東経 137 度線上（北緯 3-34 度）の表面海水中の海洋酸性化の解析を行いました（図）。この結果、北西太平洋における pH は、明らかに低下しており、低下率は、10 年あたり約 0.01～0.02 であることが分かりました。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）

▶ Ocean Acidification

The oceans are Earth's largest sinks for carbon dioxide (CO₂) emitted by human activities. The chemical properties of surface seawater have changed due to the uptake of the anthropogenic CO₂. Ocean acidification, known as the decrease in seawater pH (potential of hydrogen), is a particular issue of concern because it accelerates global warming by reducing marine capability of CO₂ uptake from the atmosphere and affects marine ecosystems by disturbing plankton growth.

▶ Ocean Acidification in the western North Pacific

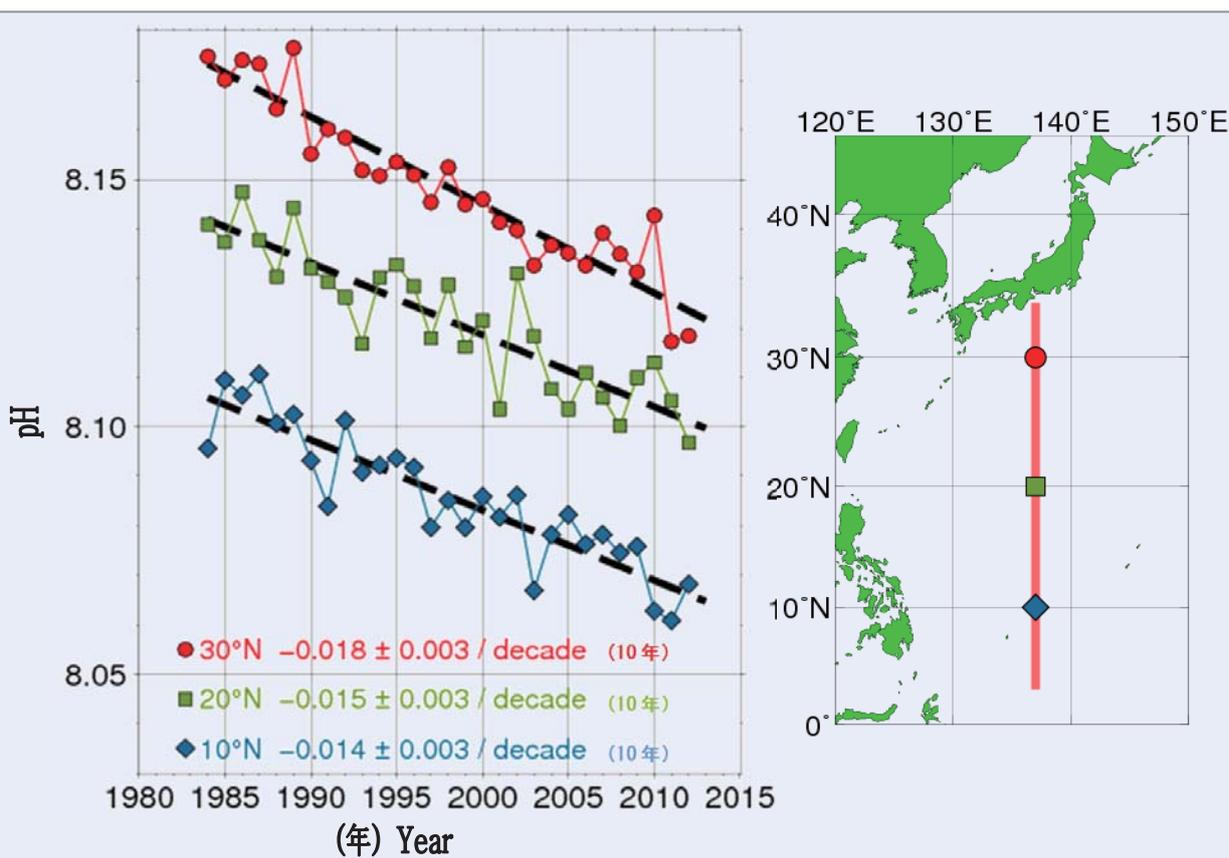
To monitor long-term variability of the ocean such as global warming and ocean acidification, the Japan Meteorological Agency (JMA) has been conducting oceanographic observations in the western North Pacific for a long time. We have been monitoring long-term trends of pH in surface seawater between 3°N and 34°N along 137°E, one of JMA's repeat hydrographic lines, in winter since 1984 using CO₂ concentration and related data in surface seawater. The result (Fig) clearly shows decreasing trends of pH

による第4次評価報告書では、工業化以降（1750年）の人間活動で排出された大気中のCO₂を海洋が吸収することにより、全球の海洋表面の平均でpHは0.1低下したと見積もられています。また将来のCO₂排出量の推定に基づくモデル計算によれば、21世紀中にpHは更に0.14-0.35低下すると予測されています。

気象庁では、地球温暖化や海洋酸性化など海洋における長期変動について、ホームページ「海洋の健康診断表」（<http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/shindan/index.html>）を通じて解析結果を公開しています。

at each station, with a rate of decline approximately 0.01 - 0.02 per decade.

The Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) estimates that the averaged global surface seawater pH has decreased by 0.1 due to marine uptake of atmospheric CO₂ emitted by human activities since the pre-industrial times (1750). Moreover, according to numerical model experiments based on future CO₂ emission estimates, surface seawater pH is predicted to further decrease by 0.14 - 0.35 over the 21st century.



図：東経137度線上の北緯10度、20度及び30度におけるpH（水素イオン濃度指数）の長期変化傾向

左図中の数字は10年あたりの変化率。

Fig: Long-term trends of pH (potential of hydrogen) at 10°N, 20°N and 30°N along 137°E in winter (left) and JMA's repeat hydrographic line (right)

Numbers in the left figure indicate rates of change at each station.

オホーツク海における海氷観測について

Sea Ice Observations in the Sea of Okhotsk

気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象情報室

Office of Marine Prediction, Global Environment and Marine Department,
Japan Meteorological Agency

海氷情報は、様々な手段で観測した海氷データに基づき発表します。中でも、航空機による海氷観測は、人工衛星ではとらえることのできない雲の下の海氷を詳細かつ広範囲にとらえることができ、重要な観測手段となっています。

Sea ice information is issued on the basis of various sea ice observations. Among them aircraft play an important role, because they can observe sea ice under cloud cover across a wide area, which is not possible for satellites.

▶ はじめに

海氷は、海水が凍結してできた氷です。毎年1月頃になると、オホーツク海北部でできた海氷が北海道沿岸まで流れて来て、4月頃には、北海道沿岸から去って行きます。

海氷は、漁業施設に被害を及ぼすことや、船舶の航行の妨げになることがあり、ときには船舶が海氷に閉じ込められて海難事故につながることもあります。一方で冬の北海道の観光資源にもなっています。

海氷は、気温や海水温の変化によって形成・消滅するほか、風や海流に流されてその分布が絶えず変化します。そのため、気象庁では船舶の安全確保、漁船の出漁計画、観光、港湾管理などに利用していただくためにオホーツク海における海氷情報を発表しています。

▶ 海氷の観測

海氷情報は、衛星、航空機、船舶、沿岸からの観測などにより得られた資料を毎日解析し、その結果に基づいて発表します（図1）。海氷の解析では、主に衛星により観測した可視及び赤外画像を使用します。しかし、冬のオホーツク海は季節風の吹き出しや低気圧の影響で雲に覆われることが多く、衛

▶ Introduction

Sea ice forms as sea water freezes. In the Sea of Okhotsk, sea ice created in the northern part drifts to coastal waters of Hokkaido in January and leaves Hokkaido coast in April.

Sea ice damages fishing facilities and obstructs shipping lanes, leading to accidents at sea. On the other hand, it is also a tourist attraction for Hokkaido in winter.

Areas covered by sea ice change constantly, because sea ice forms and disappears due to changes in air and water temperature, and drifts with wind and ocean currents. The Japan Meteorological Agency (JMA) issues sea ice information to support safe shipping, fishery activities, tourism, and port management.

▶ Sea Ice Observations

JMA issues sea ice information based on daily sea ice analyses made using observation data from satellites, aircraft, vessels and coastal stations (Fig. 1). Satellite visible and infrared images are mainly used for analyses. However, the Sea of Okhotsk is often covered by clouds in winter due to the winter

星画像では、雲の下の海氷をとらえることができないため、海氷の分布を正確に把握することができない場合があります。

この衛星の欠点を補うため、雲の下の海氷を詳細かつ広範囲に観測できる、航空機による観測が極めて重要な役割を果たします。

気象庁では、航空機による海氷観測を陸上自衛隊と海上自衛隊に依頼しています。また、海上保安庁も航空機による海氷観測を行っており、観測結果を提供していただいています。気象庁ではこれらのデータを衛星観測と併せて海氷情報（図 2、表参照）に利用しています。

monsoon and low pressure systems. Since satellites cannot observe sea ice under clouds, precise information on distribution of sea ice may not be available using only satellite observations.

In this regard aircraft play a critical role, because they can observe sea ice distribution in detail under cloud cover across a wide area.

Upon request from JMA, aircraft observations of sea ice are conducted in cooperation with the Japan Ground Self-Defense Force and the Japan Maritime Self-Defense Force. The Japan Coast Guard also carries out aircraft observations and provides data to JMA. JMA uses these data to produce sea ice information (Fig. 2, Table).

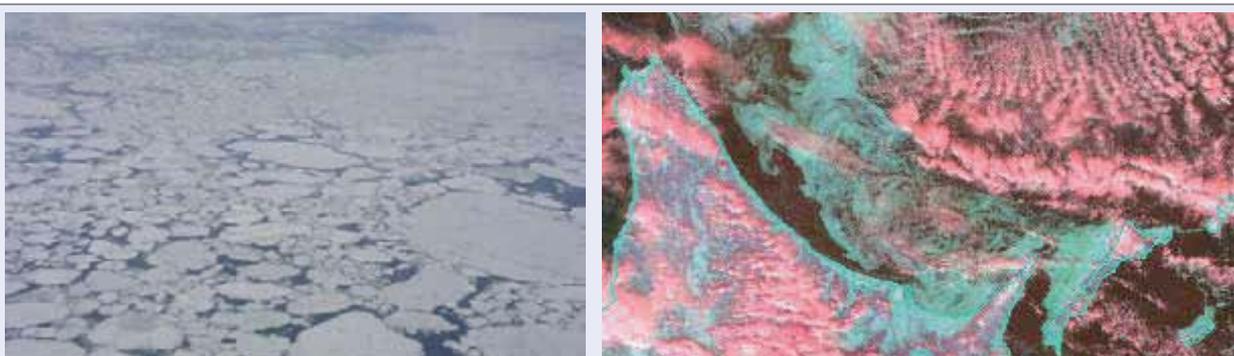


図 1: 航空機から見たオホーツク海の海氷（左）及び極軌道気象衛星 NOAA の画像例（右、海上の緑色は海氷を表す）

Fig. 1: Sea ice in the Sea of Okhotsk observed from an aircraft (left) and an image from NOAA, a polar orbiting meteorological satellite (right, sea ice shows as green)

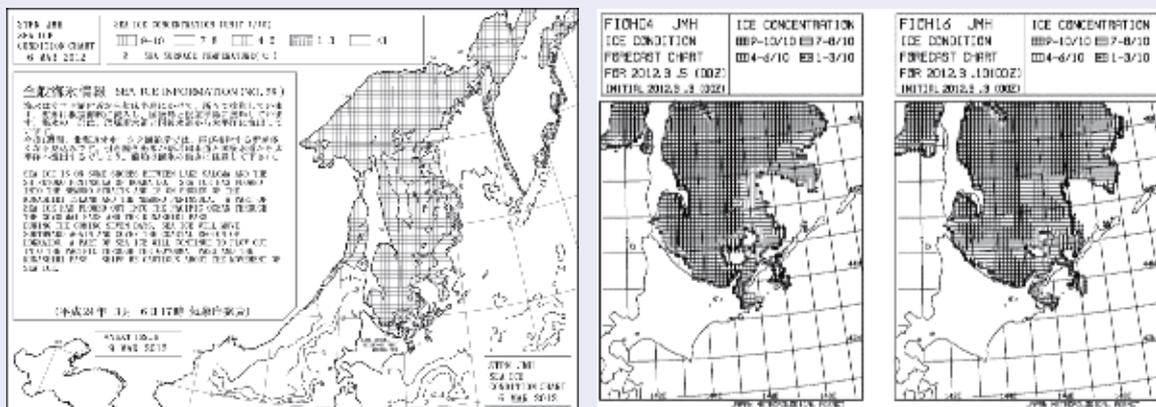


図 2: 気象無線模写通報（JMH）で発表する全般海氷情報（左）及び海氷予想図（右）の例

Fig. 2: Sea ice chart (left) and sea ice forecast charts (right) for Sea of Okhotsk issued via JMH

発表官署 Meteorological observatory	海水情報の 種類 Sea ice information	内容 Details	発表日 Issuance time	発表方法 Distribution channel
気象庁 JMA Headquarters	全般海水情報 Sea ice chart (STPN)	オホーツク海及び その周辺海域の 海水及び水温の分布図、 1週間先までの予想 Analysis chart of sea ice and sea surface temperatures in the Sea of Okhotsk and surrounding ocean area	火曜、金曜 Tuesday and Friday	気象無線模写通報/ 気象庁ホームページ JMH/JMA website
	海水予想図 Sea ice forecast charts (FIOH04/16)	オホーツク海南部の 2日後と7日後の 海水予想図 Sea ice forecast chart for two and seven days ahead in the southern part of the Sea of Okhotsk	水曜、土曜 Wednesday and Saturday	気象無線模写通報/ 気象庁ホームページ JMH/JMA website
札幌管区気象台 Sapporo District Meteorological Observatory	地方海水情報 Local sea ice information	北海道周辺の海水の状態と 1週間先までの予想 Sea ice information and forecasts for one week ahead for the sea around Hokkaido	火曜、金曜 (状況により随時発表) Tuesday and Friday (issued as necessary)	札幌管区気象台 ホームページ Sapporo District Me- teorological Observa- tory website
稚内地方気象台 Wakkanai Local Meteorological Observatory	府県海水情報 Sea ice information for coastal waters ----- 府県海水予報 Sea ice forecasts for coastal waters	沿岸の海水の状態と 1週間先までの予想 Sea ice information and forecasts for one week ahead for coastal waters ----- 翌日までの 沿岸の海水の予想 Sea ice forecasts until the fol- lowing day for coastal waters	随時 Occasionally	稚内・網走・釧路 地方気象台 ホームページ Wakkanai, Abashiri and Kushiro Local Meteorological Ob- servatory websites -----
網走地方気象台 Abashiri Local Meteorological Observatory			-----	-----
釧路地方気象台 Kushiro Local Meteorological Observatory			毎日 Everyday	札幌管区気象台 ホームページ Sapporo District Me- teorological Observa- tory website

表: 気象庁が発表する海水情報

Table: Information on sea ice released by JMA

海水情報掲載ページ(URLs for sea ice information websites in Japanese):

気象庁 (Japan Meteorological Agency)

<http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/db/seaice/dbindex.html>

札幌管区気象台 (Sapporo District Meteorological Observatory)

<http://www.jma-net.go.jp/sapporo/seaice/seaice.html>

稚内地方気象台 (Wakkanai Local Meteorological Observatory)

<http://www.jma-net.go.jp/wakkanai/hokkaido/wakkanai/web/ryuhyo.htm>

網走地方気象台 (Abashiri Local Meteorological Observatory)

<http://www.jma-net.go.jp/abashiri/kaihyou/kaihyou-top.htm>

釧路地方気象台 (Kushiro Local Meteorological Observatory)

<http://www.jma-net.go.jp/kushiro/data/topix/kaihyo/new.pdf>

気象無線模写通報 (JMH) 放送スケジュール(URLs for JMH broadcast schedule website)

日本語版: <http://www.jma-net.go.jp/common/177jmh/JMH-JPN.pdf>

English : <http://www.jma-net.go.jp/common/177jmh/JMH-ENG.pdf>

港湾気象サービスの紹介

— 海上気象観測・通報に関する実習 —

Port Meteorological Services — Training on Marine Weather Observations and Reports —

気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象課
Marine Division, Global Environment and Marine Department, Japan Meteorological Agency

気象庁では、港湾気象サービスのひとつとして海上気象観測・通報に関する助言を行っています。ここでは学生を対象にした講義・実習の様子を紹介します。

The Japan Meteorological Agency provides port meteorological services including instructions on how to conduct marine weather observations and reports. This article describes lectures and hands-on training given to high school students.

▶ 港湾気象サービス

気象庁では、船舶による気象観測・通報を支援するために気圧計等の測器の点検や観測・通報に関する助言などの港湾気象サービス業務を行っています。その一環として、高校の実習船などからの要望により海上気象の観測や通報に関する講義や実習を行っています。

▶ 大島丸での講義と実習

2012年10月9日と11月16日の2回、東京港停泊中の東京都立大島海洋国際高等学校所属の大島丸において、同校の2年生を対象に海上気象観測・通報に関する講義と実



図 1: 講義を聴く東京都立大島海洋国際高等学校の生徒

Fig. 1: Lecture for students of Tokyo Metropolitan Oshima Kaiyo-kokusai High School

▶ Port Meteorological Services

The Japan Meteorological Agency (JMA) provides port meteorological services, including checks for shipboard barometers and other meteorological instruments and instructions on conducting marine weather observations and making reports. As part of the services, we provide lectures and hands-on training upon request from high schools which operate training ships.

▶ Lectures and Training on OSHIMA MARU

We visited OSHIMA MARU, which is the training ship of Tokyo Metropolitan Oshima Kaiyo-kokusai High School, on 9 October and 19 November 2012 at the Port of Tokyo and provided lectures and training on conducting marine weather observations and making reports for the second graders of the high school.

Since the students had no previous experience, the lectures and training focused on visual observations of wave, cloud and visibility, and on the coding of weather reports, which are difficult to conduct without skills.

習を行いました。

生徒はこれまで観測・通報を行ったことがないため、慣れないと難しい波、雲、視程等の目視観測や船舶気象報の作成方法に関する実習を主に行いました。

波の目視観測では、舷側の喫水線上の高さを基準とした波高観測の方法を実習しました。また雲の観測では、雲の状態種類表を見ながら当日の雲の観測を行いました。

船舶気象報の作成実習は、気象庁が配布している船舶気象報作成ソフトウェア（OBSJMA）を使用しました。このソフトウェアを利用すると観測値を入力するだけで、船舶気象報と船舶気象観測表を容易に作成することができます。生徒はやや苦労しながらも、船舶気象報を完成させました。

大島丸からは、講義・実習後の航海で多数の通報をほぼ正確に行っていただきました。

このように、気象庁では一般船舶の観測・通報を支援するため、講義や実習等も行っています。希望される場合は、最寄りの港湾気象サービス実施官署（19～20 頁参照）にお問い合わせください。

In the training on visual observation of waves, students learned the method of measuring wave height by height above the waterline on the side of the ship as a reference. For cloud observations, they observed actual cloud conditions at the site, with reference to the "JMA Cloud Plate".

They experienced the coding of weather reports using the PC software "OBSJMA" distributed by JMA. With this software, weather reports and marine meteorological logbooks are easily created by simply inputting observed values. The students worked hard to complete weather reports.

JMA received many reports from OSHIMARU during cruises taken after the lectures and training, and almost all of them in the correct format.

As described above, JMA provides lectures and training to support you in conducting ship marine weather observations and reports. Please contact the nearest point of port meteorological services (see pp.19-20) if you are interested.



図 2: 雲の観測実習（左）、船舶気象報作成実習（右）

Fig. 2: Training on cloud observation (left) and coding of weather reports (right)

港湾気象サービス実施官署の変更について

Changes in Offices Providing Port Meteorological Services

気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象課
Marine Division, Global Environment and Marine Department, Japan Meteorological Agency

気象庁が船舶による気象観測・通報を支援するため行っている港湾気象サービスについて、2013年4月から実施官署を変更しますのでお知らせします。

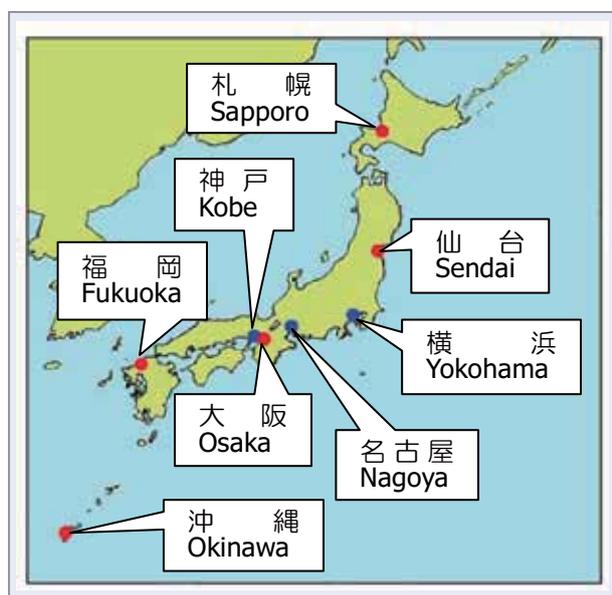
The Japan Meteorological Agency changes offices which provide port meteorological services as of April 2013.

▶ 港湾気象サービス

気象庁は、一般船舶による気象観測・通報を支援するため、気圧計等の気象測器の点検や、観測・通報に関する助言などの港湾気象サービスを行っています。

▶ サービス実施官署の変更

2013年4月から、札幌、仙台、大阪、福岡及び沖縄の5官署で新たにサービスを開始するとともに、函館、舞鶴及び長崎ではサービスを終了します。横浜、名古屋及び神戸では、2013年4月以降もこれまでと同様にサービスを提供します。



▶ Port Meteorological Services

In order to support ships' marine weather observations and reports, the Japan Meteorological Agency (JMA) provides port meteorological services, which include checks for shipboard barometers and other meteorological instruments and instructions on observations and reports.

▶ Changes in Offices Providing Services

From April 2013, five offices (Sapporo, Sendai, Osaka, Fukuoka District Meteorological Observatories, and Okinawa Meteorological Observatory) start providing the services, while Hakodate, Maizuru, and Nagasaki discontinue provision. Services of Yokohama, Nagoya, and Kobe offices will not change.

図: 2013年4月以降の港湾気象サービス実施官署

●は港湾気象官配置官署、●は新たにサービスを開始する官署。

Fig. : Observatories where port meteorological services are available as of April 2013

● indicates offices with Port Meteorological Officers, and ● offices newly providing the services.

訪船による気象測器の点検や FAX 等による気圧計点検の依頼先が変わりますので、ご注意ください。2013 年 4 月以降の港湾気象サービス実施官署の連絡先は下表のとおりです。

Please be aware of new contact changes when asking JMA offices to check on-board meteorological instruments by visit or via facsimile or e-mail. The table below shows a list of contacts for the port meteorological services valid as of April 2013.

横浜地方気象台 港湾気象官 〒231-0862 横浜市中区山手町 99 FAX : 045-622-3520	PMO Yokohama, Yokohama Local Meteorological Observatory 99 Yamatecho, Naka-ku, Yokohama 231-0862
名古屋地方気象台 港湾気象官 〒464-0039 名古屋市千種区日和町 2-18 FAX : 052-762-1242	PMO Nagoya, Nagoya Local Meteorological Observatory 2-18 Hiyoricho, Chikusa-ku, Nagoya 464-0039
神戸海洋気象台 港湾気象官 〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通 1-4-3 神戸防災合同庁舎 FAX : 078-222-8946	PMO Kobe, Kobe Marine Observatory 1-4-3 Wakinohamakaigan-dori, Chuo-ku, Kobe 651-0073
札幌管区気象台 港湾気象業務担当 〒060-0002 札幌市中央区北 2 条西 18-2 FAX : 011-611-3206	Officer in charge of port meteorological services, Sapporo District Meteorological Observatory 18-2 Kita2jo-nishi, Chuo-ku, Sapporo 060-0002
仙台管区気象台 港湾気象業務担当 〒983-0842 仙台市宮城野区五輪 1-3-15 仙台第 3 合同庁舎 FAX : 022-291-8110	Officer in charge of port meteorological services, Sendai District Meteorological Observatory 1-3-15 Gorin, Miyagino-ku, Sendai 983-0842
大阪管区気象台 港湾気象業務担当 〒540-0008 大阪市中央区大手前 4-1-76 大阪合同庁舎第 4 号館 FAX : 06-6949-6160	Officer in charge of port meteorological services, Osaka District Meteorological Observatory 4-1-76 Otemae, Chuo-ku, Osaka 540-0008
福岡管区気象台 港湾気象業務担当 〒810-0052 福岡市中央区大濠 1-2-36 FAX : 092-761-1726	Officer in charge of port meteorological services, Fukuoka District Meteorological Observatory 1-2-36 Ohori, Chuo-ku, Fukuoka 810-0052
沖縄気象台 港湾気象業務担当 〒900-8517 那覇市樋川 1-15-15 那覇第一地方合同庁舎 FAX : 098-833-4292	Officer in charge of port meteorological services, Okinawa Meteorological Observatory 1-15-15 Higawa, Naha 900-8517

E-mail (common to all offices): pmo@climar.kishou.go.jp

表: 2013 年 4 月以降の港湾気象サービス実施官署の連絡先

Table: List of Contacts for Port Meteorological Services as of April 2013

本誌掲載記事「波浪予測の精度向上」で紹介したように、船舶からの波浪観測データは、波浪実況図の作成に加えて、数値波浪モデルの初期値作成にも用いられるようになり、波浪の予測精度向上に重要な役割を果たしています。今後とも、海上気象観測・通報へのご協力をお願いします。

船舶による海上気象観測・通報を支援するために、気象庁では、港湾気象サービスとして、船舶に備え付けられている測器の点検や観測・通報に関する助言等を行っています。2013年4月に港湾気象サービス実施官署が変更となりますので、サービスご利用の際には注意してください。実施官署の連絡先については「船舶気象観測・通報のページ」もご参照ください。

<http://marine.kishou.go.jp/jp/pms-jp.html>

As introduced in the article "Improvement of Wave Forecasting," wave observation data reported by ships is used for wave forecasts in addition to wave analysis, and the data plays a more important role. We look forward to your continued cooperation on marine weather observations and reports.

In order to support ships' marine weather observations and reports, JMA provides port meteorological services, which includes checks for shipboard barometers and other meteorological instruments, and instructions on marine weather observations and reports. JMA changes offices which provide port meteorological services as of April 2013. Please be aware of the changes when you contact JMA offices. New contacts are also available from the website "Ships' Weather Observations/Reports."

<http://marine.kishou.go.jp/en/pms-en.html>

〒100-8122 東京都千代田区大手町 1-3-4
気象庁 地球環境・海洋部 海洋気象課
「船と海上気象」担当

Marine Division, Global Environment and Marine Department,
Japan Meteorological Agency
1-3-4 Otemachi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8122

Phone: +81 3 3212 8341 Ext. 5144 Telefax: +81 3 3211 6908
Email : VOS@climar.kishou.go.jp URL : <http://marine.kishou.go.jp/>

■ 2012 年の台風のまとめ	1
■ 波浪予測の精度向上について	4
■ ブイ式海底津波計の導入	8
■ はれるんからの一言：雲の観測（中層雲の符号化）	10
■ 北西太平洋における海洋酸性化	12
■ オホーツク海における海氷観測について	14
■ 港湾気象サービスの紹介 —海上気象観測・通報に関する実習—	17
■ 港湾気象サービス実施官署の変更について	19
.....	
■ Summary of the 2012 Typhoon Season	1
■ Improvement of Wave Forecasting	4
■ Tsunami Monitoring Buoy System	8
■ Comments from Harerun: Observation of Cloud (Coding of Middle-level Clouds)	10
■ Ocean Acidification in the western North Pacific	12
■ Sea Ice Observations in the Sea of Okhotsk	14
■ Port Meteorological Services — Training on Marine Weather Observations and Reports —	17
■ Changes in Offices Providing Port Meteorological Services	19