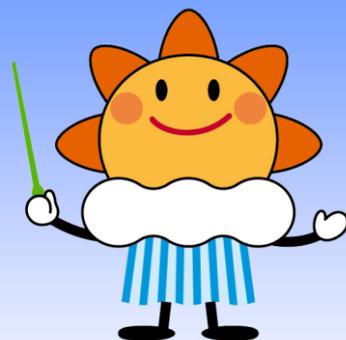


船と海上気象

THE SHIP AND MARITIME METEOROLOGY



Vol. 56

No. 1

March 2012



石廊崎に設置されたレーダー式沿岸波浪計

Coastal Wave Radar in Irozaki



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>

.....

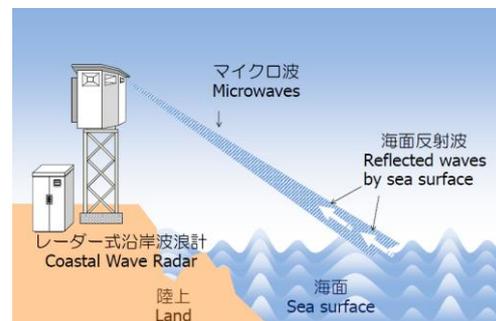
This bulletin aims to promote useful marine weather observations/reports from ships and familiarize readers with weather and marine information provided by JMA. The publication mainly covers the topics of mariners, marine weather observations, recent announcements on JMA's marine weather services, and 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、2010年に石廊崎に設置されたレーダー式沿岸波浪計です。レーダー式沿岸波浪計は方向別の波高と周期が観測できます。詳しくは本誌掲載記事「レーダー式沿岸波浪計の導入」(8~9頁)をご覧ください。



.....

The cover photo shows the coastal wave radar (CWR) installed in Irozaki in 2010. The CWR is able to measure ocean waves among different directions and periods. For more about CWR, see the article "Coastal Wave Radar" on pp.8-9 in this issue.

2011年の台風まとめ

Summary of the 2011 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、2011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 2011 typhoon season in the western North Pacific and the South China Sea.

▶ 2011年の台風シーズン

2011年の台風シーズンは、5月に第1号と第2号が連続で日本に接近して始まりました。9月まではほぼ平年並の19個（平年値18.4個）の台風が発生しましたが、10～

▶ 2011 Typhoon Season

The 2011 typhoon season in the western North Pacific and the South China Sea began in May with TC Aere (1101) and TC Songda (1102), approaching Japan in a row. While

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	Central Pressure 中心気圧 (hPa)	Max Winds 最大風速 (kt)
TS Aere (1101)	12 07 May	18 11 May	992	40
TY Songda (1102)	12 21 May	06 29 May	920	105
TS Sarika (1103)	12 09 Jun	06 11 Jun	996	40
TS Haima (1104)	12 21 Jun	18 24 Jun	985	40
STS Meari (1105)	00 22 Jun	06 27 Jun	975	60
TY Ma-on (1106)	00 12 Jul	12 24 Jul	935	95
TS Tokage (1107)	00 15 Jul	18 15 Jul	1000	35
STS Nock-ten (1108)	00 26 Jul	00 31 Jul	985	50
TY Muifa (1109)	06 28 Jul	00 09 Aug	930	95
STS Merbok (1110)	06 03 Aug	18 09 Aug	980	50
TY Nanmadol (1111)	12 23 Aug	00 31 Aug	925	100
STS Talas (1112)	00 25 Aug	06 05 Sep	970	50
TS Noru (1113)	12 03 Sep	12 06 Sep	990	40
TS Kulap (1114)	00 07 Sep	00 09 Sep	1000	35
TY Roke (1115)	06 13 Sep	06 22 Sep	940	85
TY Sonca (1116)	06 15 Sep	12 20 Sep	970	70
TY Nesat (1117)	00 24 Sep	18 30 Sep	950	80
TS Haitang (1118)	00 25 Sep	18 26 Sep	996	35
TY Nalgae (1119)	18 27 Sep	18 04 Oct	935	95
TS Banyan (1120)	18 10 Oct	06 11 Oct	1002	35
STS Washi (1121)	06 15 Dec	00 19 Dec	992	50

表: 2011年の台風一覧

TS、STS、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、64ノット以上）による分類。

Table: Named tropical cyclones in 2011

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.

12月はわずか2個(平年値7.1個)しか台風が発生しませんでした(図1)。これは、10月以降のフィリピン東方海上の対流活動が例年より不活発だったことが一因です。この結果、年間の発生数は平年より少ない21個(平年値25.6個)にとどまり(表)、統計を開始した1951年以降では2003年等と並んで4番目に少ない発生数となりました。

日本への接近数も平年を下回る9個(平年値11.4個)でしたが、上陸は平年並の3個(平年値2.7個)でした。このうち第6号と第12号は四国に、第15号は東海地方に上陸し(図2)、日本の広い範囲に大きな被害をもたらしました。

特に、第15号は最大風速40m/sの強い勢力を保ったまま上陸し、上陸時の中心気圧950hPaは、2007年7月の台風第4号上陸時の945hPa以来の低い気圧でした。

19 TCs formed by the end of September (30-year average: 18.4), only two formed from October (30-year average: 7.1) (see Fig. 1). One reason for this was suppressed convective activity over the sea east of the Philippines. Accordingly, 21 TCs formed in 2011 (see Table), the fourth fewest since 1951.

Nine TCs approached Japan (30-year average: 11.4). Three made landfall (30-year average: 2.7). TC Ma-on (1106) and TC Talas (1112) made landfall in Shikoku Island and TC Roke (1115) in Tokai region (see Fig. 2). They caused damage over a wide area of Japan.

In particular, TC Roke (1115) made landfall with maximum winds of 80 kt and a central pressure of 950 hPa. It was the lowest pressure since TC Man-yi (0704) made landfall with a central pressure of 945 hPa in July 2007.

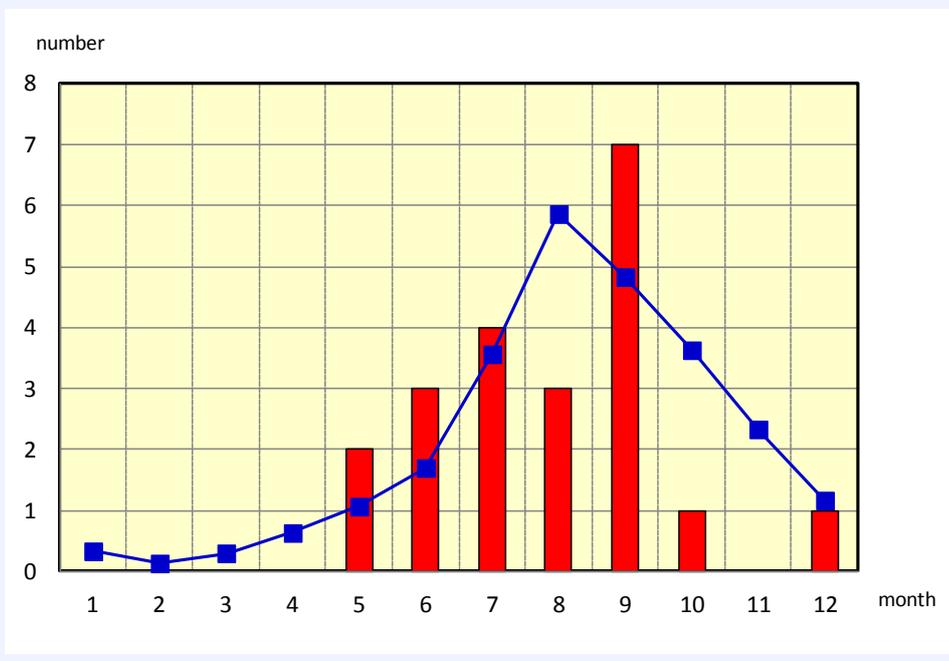


図 1: 2011年の台風の月別発生数

赤色の棒グラフは2011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 2011

The red-bar chart and blue-line graph show monthly numbers in 2011 and their 30-year averages from 1981 to 2010, 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、ナプテックス、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・ラジオおよ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。

▶ 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.

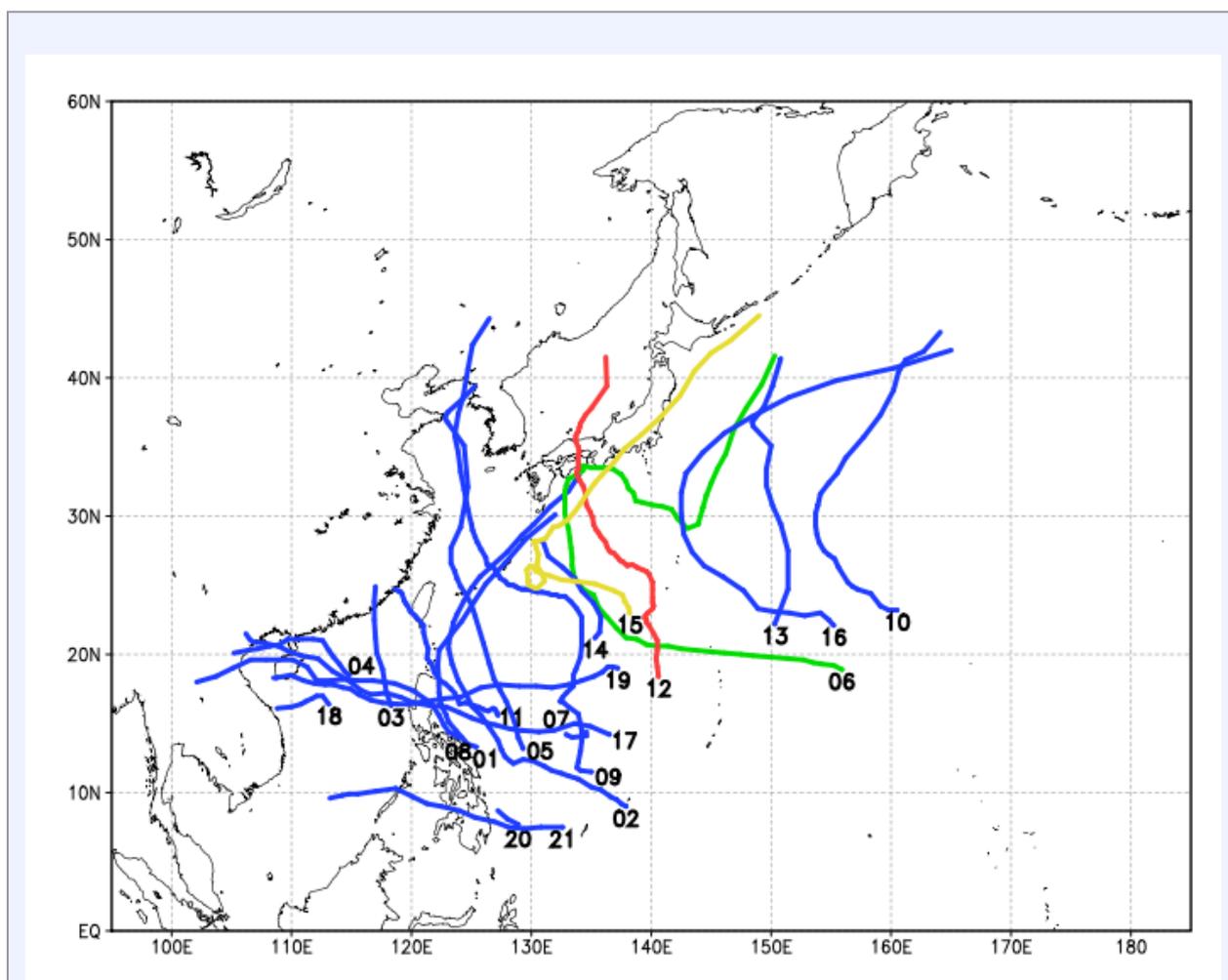


図 2: 2011 年の台風経路図

数字は台風番号を示す。緑、赤、黄の線は、日本に上陸した台風第 6 号、第 12 号、第 15 号の各経路を示す。

Fig. 2: Tracks of tropical cyclones forming in 2011

The figures represent the last two digits of tropical cyclone identification numbers. The green, red and yellow lines show the tracks of Ma-on (1106), Talas (1112) and Roke (1115), respectively, which made landfall in Japan.

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震による津波

Tsunami caused by the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake

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

2011年3月11日に我が国観測史上最大規模の東北地方太平洋沖地震が発生しました。この地震に伴い、全国の沿岸で津波が観測され、特に北海道から関東地方の太平洋沿岸では大きな津波が観測されました。

The 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake, which was the largest in recorded history in Japan, occurred on March 11, 2011. The tsunami caused by this earthquake hit the coast of Japan, and an especially massive tsunami was observed along the Pacific coast of Japan from Hokkaido to Kanto.

▶ 観測史上最大の地震と津波

2011年3月11日14時46分(以下、全ての時刻は日本時間)、三陸沖を震源とするマグニチュード9.0の巨大地震が発生しました。この地震に伴い、福島県相馬で9.3 m以上(※)、宮城県石巻市鮎川で8.6 m以上、岩手県宮古で8.5 m以上の非常に高い津波を観測したほか、東北地方から関東地方北部の太平洋側を中心に、北海道から沖縄にかけての広い範囲で津波を観測しました。

東北地方から関東地方にかけての太平洋沿岸ではこの津波により甚大な被害が発生し、岩手県、宮城県、福島県をはじめ東日本の太平洋側を中心に、多くの人命や財産が失われました。

▶ 津波の観測結果

この地震の規模は我が国における観測史上最大のものであり、世界的に見ても1900年以降で4番目に大きな地震でした。震源域は長さ約450 km、幅約200 kmに及び、津波を引き起こす海底のすべり量は最大で30m以上に達したと考えられています。これによって引き起こされた津波も、これまでに

▶ Largest Earthquake and Tsunami in Recorded History in Japan

At 14:46 JST Mar. 11, 2011, a massive earthquake of magnitude 9.0 occurred with its epicenter off Sanriku Coast. Due to the earthquake, very high tsunami of 9.3 m or higher (※) was observed at Soma in Fukushima Pref.; 8.6 m or higher at Ishinomaki-shi Ayukawa in Miyagi Pref. and 8.5 m or higher at Miyako in Iwate Pref. The tsunami was observed mainly along the Pacific coast of Japan from Tohoku to North Kanto but also spread widely from Hokkaido to Okinawa.

Areas along the Pacific coast of Japan from Tohoku to Kanto were severely damaged due to the tsunami and many lives and property were lost in Iwate, Miyagi, Fukushima Pref. and other areas mainly in eastern Japan along the Pacific Coast.

▶ Observed Data of Tsunami

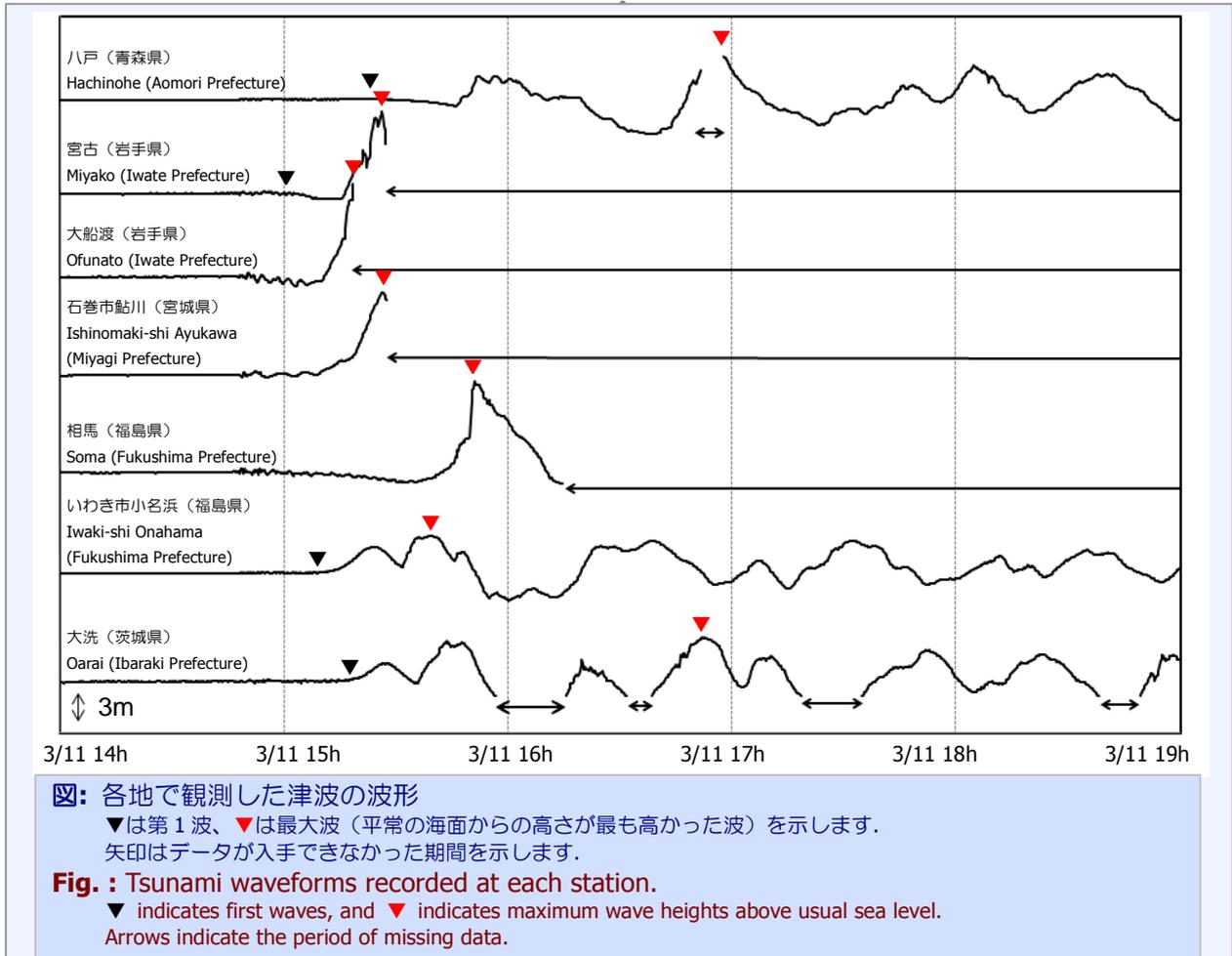
This earthquake was the largest in recorded history in Japan and fourth largest in the world since 1900. The seismic source region was about 450 km long and 200 km wide, and the ocean floor slip, which generated the tsunami, is es-

※津波の高さで「以上」とあるものは、記録された中で最も高い値であり、実際の津波はこれよりも高かった可能性があります。また、潮位観測施設が大きな被害を受けた影響で、適切に津波の高さを観測できていない可能性があります。

※Data shown on tsunami indicate maximum recorded values. Actual heights may have been even higher in some cases as facilities at several tide stations were severely damaged, which may have affected observations.

た、今回の津波は規模が大きかったことから広い範囲に伝播し、ほぼ全国の沿岸で津波を観測しました。なお、最大波が 2.0 m 以上となった観測点における津波の観測値を表に示し、また今回観測された津波の記録の例を図に示します。

Kamaishi in Iwate Pref., 4.0 m at Oarai in Ibaraki Pref., 3.5 m at Erimo-cho Shoya in Hokkaido and 3.3 m at Iwaki-shi Onahama in Fukushima Pref., in addition to the three tide stations mentioned above. The scale of the tsunami was so huge that it propagated exten-



これらの観測値は海岸に設置された検潮所で観測した値であり、実際に陸上に押し寄せた津波の高さ（遡上高）はこれ以上となった場合があります。現地調査の結果によると、三陸沿岸では遡上高が 40 m 以上に到達しているところもあり、岩手県から福島県の沿岸地域では壊滅的な被害が発生しました。人的被害も甚大で、総務省消防庁のまとめでは 2012 年 1 月現在、死者・行方不明者は合わせておよそ 19,400 人にのぼります。

sively and was observed along almost the entire coastline of Japan. The table on the previous page shows data of tsunami with height exceeding 2.0 m collected at tide stations. The figure above shows examples of the recorded tsunami waves.

The table shows values observed at tide stations along the coast, and the tsunami runup heights were larger in some areas. According to field surveys, tsunami height reached over 40 m in some areas along the Sanriku Coast, and the coastal areas from Iwate to Fukushima Pref. were utterly destroyed. The impact on human life was also catastrophic; the number of dead

▶ 船舶や港湾にも大きな被害

巨大な津波は船舶や港湾施設にも大きな被害をもたらしました。港湾空港技術研究所資料 No.1231 によると、津波によって、多くの船舶が漂流して港湾施設に衝突したほか、防波堤内で座礁したり、陸上に乗り上げたりしたものもありました。漁船等の小型船舶は 17,000 隻以上が内陸部まで流されたほか、2 万トンから 20 万トンクラスの大規模船舶も座礁等の被害を受けました。

港湾施設も東北地方の太平洋沿岸を中心に、防波堤や岸壁の損壊といった被害を受け、いかだや定置網などの水産養殖施設の多くも流失しました。また、地震による地盤沈下と津波によって、陸前高田海岸のように砂浜や海岸林が消失したところもあります。

▶ 津波の影響は長時間続く

気象庁が発表した津波に関する海上予報・警報は、船舶に対してナブテックスや無線電話によって放送しています。

今回、津波警報及び津波注意報は地震発生直後の 3 月 11 日 14 時 49 分に発表されましたが、それらが全て解除されたのは 2 日以上経過した 3 月 13 日 17 時 58 分でした。このように、津波の影響は長時間続きます。また、最大波は第 1 波の到達後、数時間から十数時間後に到達する場合があります。

津波警報や津波注意報が発表された場合には、それらが解除されるまで警戒を緩めず、最新の情報をもとに安全を確保してください。

or missing was as many as 19,400 as of January 2012, according to the Fire and Disaster Management Agency.

▶ Damage to Ships and Harbors

The massive tsunami severely damaged ships and harbors. According to technical report No. 1231 of the Port and Airport Research Institute, many ships drifted and collided with breakwaters, harbor walls, and so on. Some ran aground inside breakwaters or even on land. More than 17,000 small vessels such as fishing boats were carried inland and even large ships from 20,000 - 200,000 gross tonnage ran aground.

Harbor facilities such as breakwaters and/or harbor walls were also severely damaged, and many fish farming facilities such as rafts and fixed nets were washed away. Some coastal areas like the coast of Rikuzen-Takata lost sand beaches and/or coastal forests due to ground subsidence caused by the earthquake and tsunami.

▶ Long-Lasting Tsunami

Tsunami warnings and advisories issued by JMA are broadcast for vessels on NAVTEX, radio telephone, and so on.

Tsunami Warning and Tsunami Advisory for this event were issued at 14:49 JST Mar. 11, immediately following the earthquake occurrence, and only cancelled for all regions at 17:58 JST Mar.13, more than two days later. Thus, the effects of a tsunami last long and sometimes a maximum wave arrives several hours after the first wave arrives.

When a Tsunami Warning or Tsunami Advisory is issued, caution should be exercised until the warning/advisory is cleared, and secure the safety of yourself based on the latest information.

レーダー式沿岸波浪計の導入

Coastal Wave Radar

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 2010 年にレーダー式沿岸波浪計を導入しました。レーダー式沿岸波浪計は、波浪エネルギーを方向別と周期別に観測可能なため、実況監視の高度化と、波浪予報精度の向上が期待されます。

The Japan Meteorological Agency (JMA) started operational use of coastal wave radar in 2010. Since the system is able to observe ocean wave energy among different directions and periods, more advanced monitoring and more precise forecasts are expected to be made.

▶ レーダー式沿岸波浪計の概要

気象庁は、1976 年に沿岸波浪観測を開始しました。従来は、海底に設置したセンサーから海面に向けて超音波を発射し、それが反射して戻るまでの時間により海面の動きを計測する超音波式沿岸波浪計（以下「超音波式」）を用いていましたが、2010 年からレーダー式沿岸波浪計（以下「レーダー式」）への更新を順次進めています。

レーダー式は、海岸に設置された波浪センサーから海面に向けてマイクロ波を発射し、海面の小さな波による反射波を観測することにより海面の動きを測定します（図 1 参照）。

▶ Overview of Coastal Wave Radar

In 1976, JMA started the observation of coastal ocean waves around Japan using the Ultra-Sonic type Wave gauge (USW) system. The USW emits ultrasonic pulses upward from a sensor located on the ocean floor and measures the time intervals of signals reflected back from the sea surface, thus estimating wave height. However, JMA has been replacing the USW system with Coastal Wave Radar (CWR) since 2010.

CWR measures sea surface motion by transmitting microwaves from an ocean wave sensor located on land to the sea surface and receiving the radar echoes reflected by capillary waves at the sea surface (Fig. 1).

Sea surface motion is described as a sum of waves with different periods and directions (i.e., elementary waves). When a microwave is reflected by the sea surface, its frequency is shifted by the movement of the sea surface. Analyzing the amount of the frequency shift, heights of various elementary waves can be calculated. Significant wave heights and wave periods are computed as the synthesis of these elementary waves.

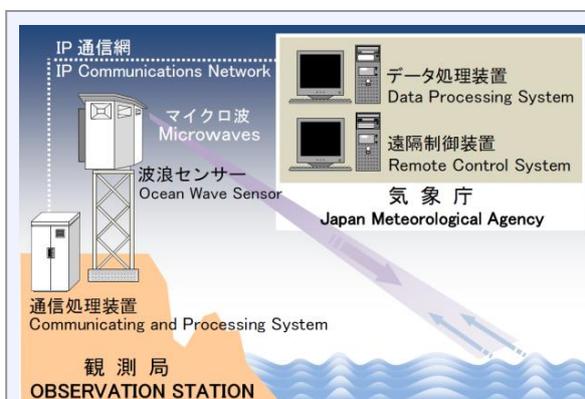


図 1: レーダー式沿岸波浪計の模式図

Fig. 1: Schematic Diagram of Coastal Wave Radar System

海面の状態は、様々な周期や向きを持つ波（成分波）の重ね合わせで表現できます。マイクロ波が海面で反射するとき、海面の動きによって周波数が変化するため、その変化量を解析処理することにより様々な成分波の波高を算出することができます。これらの成分波を重ね合わせることで、有義波高や有義波周期などが得られます。

▶ レーダー式沿岸波浪計の特長

レーダー式は、超音波式と比較して次のような特長があり、超音波式よりも高度で安定した実況監視が可能です。

1. 超音波式では測定できない風浪やうねりの方向を測定できる。
2. 超音波式では波浪計直上の波浪しか計測できないが、観測局付近の海域を平均した波浪観測値が得られる。
3. 海中に機器を設置しないため、障害時の対応が容易になり、欠測が少なくなる。

▶ 波浪予報精度の向上

波浪予報では、レーダー式で観測した成分波の重ね合わせである波浪スペクトル（図2）を予報の初期値として利用することにより予報精度の改善が期待されます。

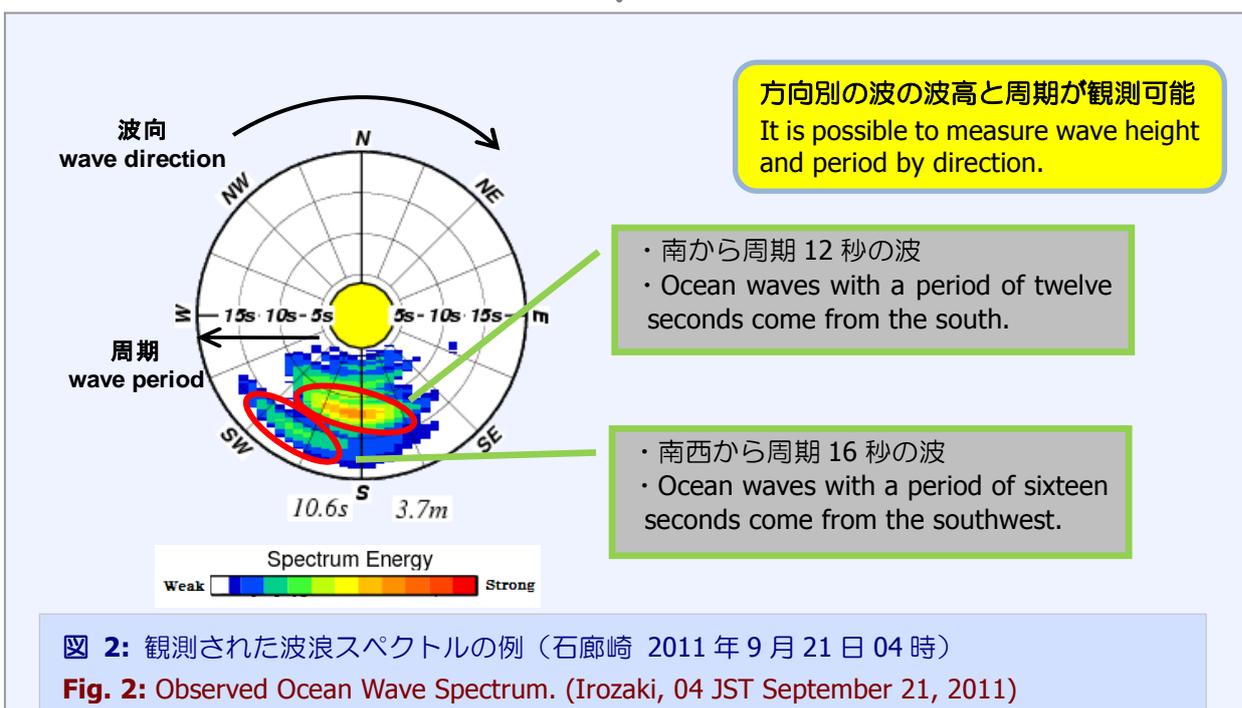
▶ Advantages of Coastal Wave Radars

Compared to the USW system, CWR has the following advantages.

1. CWR is able to measure directions of wind waves and swells, unlike USW.
2. CWR obtains ocean wave data averaged over a large area around the station, whereas USW only observes waves above the device.
3. As CWR is land based, equipment failure response is easier, reducing down-time.

▶ Contribution to Wave Forecasts

The wave spectrum, which is the synthesis of elementary waves observed by CWR (Fig. 2), can be used as initial values of wave forecasts and is expected to facilitate more precise forecasts.



歴史的海上気象観測データを ”活用する”ための国際研究集会

International Workshop for Utilizing Historical Marine Observation Data

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

海上気象観測データは、200年以上の長期にわたって蓄積されており、気候変動を監視・予測するための重要な資料です。ここでは、2011年5月に行われた国際研究集会での新たな過去データの報告や、その利用技術の改善に向けた研究に係る最近の取り組みについて紹介します。

Marine observation data have been accumulated for over 200 years and are important for climate change monitoring and prediction. An international meeting was held in Italy in May of 2011, focusing on activities to utilize historical marine observation data.

▶ 歴史的海上気象観測データの 発掘

水銀温度計による温度測定は18世紀に実用化されました。船舶による海面水温の測定は既にこの頃から始まっており、記録としても残されています。こうした貴重な歴史的な海上気象観測データを気候変動の監視と予測等に活用するための研究集会が2011年5月にイタリアで開催されました。

この研究集会では、歴史的データを活用するために、紙として残っている航海日誌などに記載されているデータをコンピュータ処理できる形式へ変換する作業（デジタル化）に多大な労力を要するため、どのように作業を進めるべきかを主要テーマとして意見交換されました。また、地上気象観測データのデジタル化についても同じような取り組みが進展しており、その成果についても紹介がありました。

▶ 観測手法の変遷

研究集会のもう一つの大きなテーマは、「観測環境や測器が時代とともに移り変わることによる影響をいかに低減するか？」と

▶ Unearthing Historical Marine Observation Data

Sea surface temperatures (SST) have been measured and recorded since the 18th century, when mercurial thermometers were put to practical use. To utilize these valuable data for climate change monitoring and prediction, researchers held a meeting in Italy in May 2011.

One main theme of the meeting concerned how to proceed with “digitization” namely, conversion of paper-based records such as logbooks into electronic formats that can be processed by computers, because digitization requires a huge workload. Outcomes of activities to digitize land surface meteorological observation records were also discussed.

▶ Changes in Observation Methods and Instruments

Another main theme concerned minimizing the impact of change in observation methods and instruments. For example, SST observations have long been performed by bucket

ということでした。古くから、海面水温の測定はバケツ採水により行われてきました。ところが、採水に用いるバケツの材質（木製、布製あるいはゴム製）や大きさ、船の速度等によって観測値に微妙な違いが生じることが分かってきています。海面からバケツでくみ上げた海水の温度が、船上で測定するまでに、大気との温度差や風の影響で水温が変化する程度に違いがあるためです。

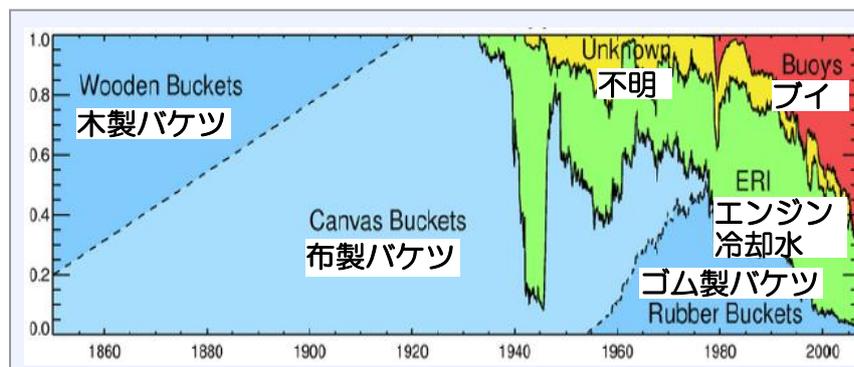
図に、研究集会に出席した John Kennedy 氏（英国気象局）らの調査により推定された、過去の観測手法の変遷を示します。長い歴史の中で、海面水温の観測方法の主流は、バケツ採水法から、エンジン冷却用に採取した海水を測る方法、ブイによる自動観測へと移り変わってきました。また近年では、こうした現場観測と併せて、人工衛星による観測が大きな比重を占めるようになりました。

こうしたさまざまな種類のデータを活用するには、観測値をそのまま使うのではなく、適切に値を補正して均一化する作業が欠かせません。ここで鍵を握るのは、当時の観測手法やコールサインや甲板までの高さなど観測した船舶の情報（メタデータ）です。先に述べたデジタル化においても、観測値だけでなく、メタデータまでデジタル化することで歴史的観測データの利用価値がさらに高まります。現代においても、篤志観測船をはじめとして、メタデータまで公開されている船舶の存在は貴重であり、ブイや衛星観測などとの比較などに大きく活用されています。

sampling. However, it has been clarified that small differences are found in observed SSTs, depending on the material and size of the buckets used as well as the ship's speed. These differences are caused by heat exchange between the sampled water and air, while the water is bucketed from the sea surface and raised to the deck to measure water temperature.

The figure shows the historical change in instruments used for SST measurements, reported by Dr. John Kennedy (UK Met Office). The most widely used instrument has changed from buckets through engine room intakes (ERI) to automated buoys. Recently remote sensing observations from satellites has become important along with in-situ observations.

To make use of these different data, it is essential to correct for differences caused by the observation environments. One of the keys in this process is the "metadata" information about observation environments such as observation methods, ship's call signs and instrument heights. Metadata should also be digitized in addition to observation data, to make historical data more reliable and valuable. Even today, observation data from voluntary observing ships along with metadata are valuable and widely used for comparison with other observation platforms such as automated buoys and satellites.



ERI: Engine Room Intake

図: 観測手法の変遷

Fig. : Change of observation method, adopted from Kennedy et al. (2011)

気候変動に伴う海洋内部の水温変化

Seawater Temperature Changes due to Climate Change

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

海洋は、気候変動に伴う地球上のエネルギー変化の大部分を水温の変化の形で蓄えており、地球温暖化などの気候変動において重要な役割を果たしています。ここでは、気候変動に伴う海洋内部の長期的な水温変化について紹介します。

The ocean plays an important role in climate change because it stores large amounts of energy in the earth's climate system. In this article long-term seawater temperature changes due to climate change are introduced.

▶ 気候変動と海洋

海洋は、わずかな水温の上昇で大量の熱を蓄えることができます。このため、海洋は地球温暖化などの気候変動に伴う地球上のエネルギー変化の多くを熱として蓄えることができます。IPCC 第4次評価報告書は、気候変動によって自然界の様々な要素のエネルギーがどの程度変化したかを報告しています(図1)。それによれば、エネルギー変化全体の約90%を海洋の熱の変化が占めており、海洋は気候変動の主要な部分を担っていることが分かります。

▶ Climate Change and the Ocean

Since oceans are capable of storing vast amounts of heat energy by very small rises in seawater temperature, the ocean is a major energy store in the earth's climate system. Figure 1 shows estimated energy content changes in each component of the system, adopted from the IPCC 4th assessment report. According to the report, about 90% of the total energy change in the system is attributed to change in the ocean, and obviously the ocean is a key component of climate change.

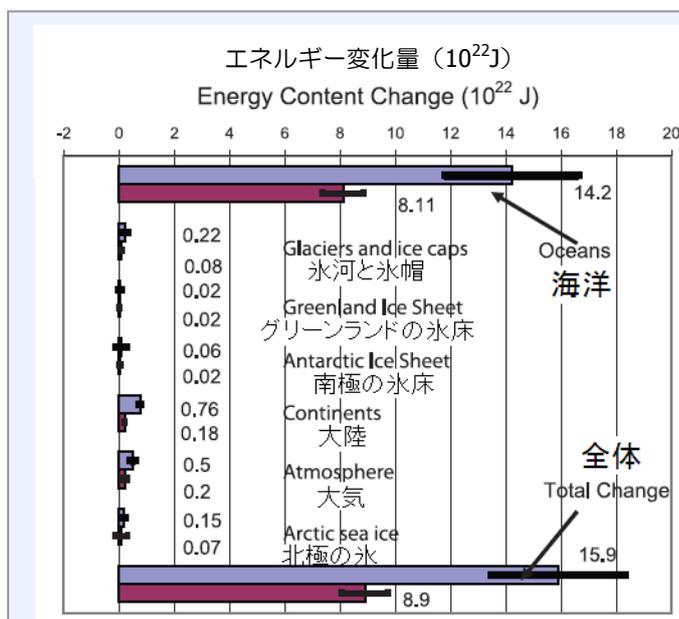


図 1: 気候変動(地球温暖化を含む)による地球上のエネルギー変化量。青は1961年から2003年までの変化量、赤紫色が1993年から2003年までの変化量を示す。(出典) IPCC 第4次評価報告書

Fig. 1: Energy content changes in the earth's system due to climate change including global warming from 1961 to 2003 (blue) and from 1993 to 2003 (burgundy), adopted from IPCC 4th assessment report.

▶ 海洋内部の水温変化

図2に1950年から2011年までの世界全体の海洋内部(海面から700m深まで)の平均水温の変化を示します。過去60年にわたって、海洋内部の平均水温が上昇してきたことがわかります。近年では1990年代半ばから2000年代初めにかけて特に大きな昇温が見られ、その後も平均水温の高い状態が続いています。この海洋内部の水温上昇は、二酸化炭素などの温室効果ガスの増加に伴う地球温暖化や、様々な大気及び海洋の自然変動によって加えられた熱が海洋内部に伝わったために起きたと考えられます。

また、温暖化によって水温が上昇すると、熱膨張により海水の体積は増加し、海面水位が上昇するといった影響が懸念されています。

気象庁では、このような海洋の気候変動について、ホームページ「海洋の健康診断表」などで解析結果を公開しています。

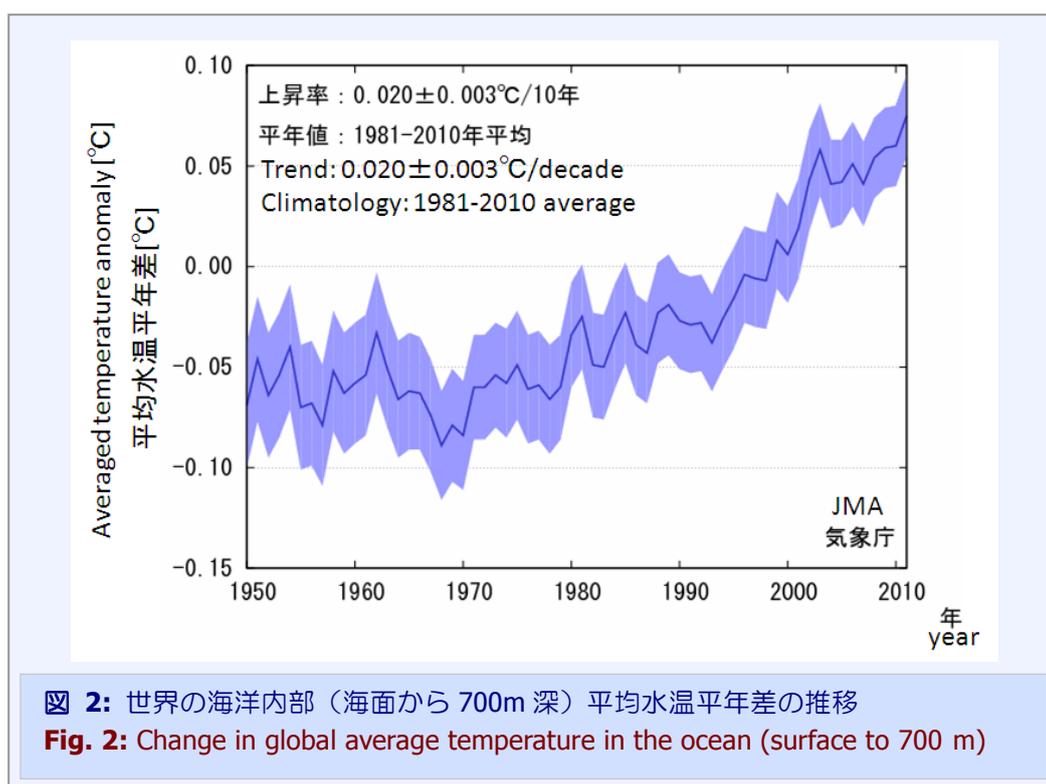
▶ Seawater Temperature Changes

Figure 2 shows changes in the global average temperature anomaly in the oceans (0-700 m depth) from 1950 to 2011. In the last 60 years, the global average seawater temperature has risen at the rate of 0.02°C per decade. From the mid-1990s to the early 2000s the oceans warmed markedly, since then the warmer-than-average condition has been maintained. These variations are presumably caused by natural variability in the atmosphere and oceans as well as global warming due to increased concentration of greenhouse gases such as CO₂.

As seawater temperature rises, its volume increases due to thermal expansion. Rising sea level resulting from ocean warming is a global concern.

JMA provides various kinds of information about climatic changes in the oceans on their website:

<http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/shindan/index.html> (in Japanese)





雲の観測（雲の形）

Observation of Cloud（Cloud Types）

前回は雲の高さの観測について紹介しました。今回は「雲の形」について紹介します(詳しくは「船舶気象観測指針」を参照ください)。

雲の形は 10 種類に大別され、それぞれの雲は現れる高さがおおむね決まっています。

下層(C_L)では、層積雲(Sc)、層雲(St)、積雲(Cu)及び積乱雲(Cb)の 4 種類の雲形が見られます。Sc は、薄い板、丸みのある塊、ロール状などの形の雲塊が集まった白または灰色の雲の層で、弱い雨、雪または雪あられを伴うことがあります。St は、雲底の高さがほぼ一様な灰色の雲層で、ほつれたちぎれ雲となることもあります。また、濃霧、霧雨、霧雪または雪を伴うことがあります。Cu は、厚ぼったく輪郭がくっきりしており、塔やドームまたは丸い丘のような形をしています。また、しゅう雨性の降水を伴うことがあります。Cb は、山か巨大な塔のような形をしており、雲頂はしばしば、かなとこ状または羽毛状になっています。Cu と同様、しゅう雨性の降水を伴うほか、雷電やひょうを伴うこともあります。

中層(C_M)では、高積雲(Ac)、高層雲(As)及び乱層雲(Ns)の 3 種類の雲形が見られます。Ac は、薄い板、丸みのある塊、ロール状などの形の雲塊が集まった白か灰色の雲で、ふつうは雲に陰が見られます。As は、灰色で筋や縞が見られることもあり、むらがなく一様な外観をしています。水平方向には数十~数百キロ、鉛直方向には数百~数千メートルとかなり大きな規模を持ち、連続した雨、雪または凍雨を伴います。Ns は、暗灰色で厚く、As と同じように空間規模が大きく、連続した雨、雪または凍雨を伴います。

This article introduces cloud types observation (please see "Guide to Weather Observations for Ships" for details).

Clouds are classified into ten principal types that appear at particular heights.

Stratocumulus (Sc), Stratus (St), Cumulus (Cu) and Cumulonimbus (Cb) are low-level clouds (C_L). Sc is composed of thin boards, rounded masses or rolls, soft and grey, and sometimes with weak precipitation (rain, snow or snow pellets); St is generally a grey cloud layer with a fairly uniform base, sometimes in the form of ragged patches, and sometimes accompanied with fog, drizzle, snow or snow grains; Cu are dense with sharp outlines, in the form of rising mounds, domes or towers, and sometimes release showers; and Cb resembles a mountain or huge tower, upper parts having a fibrous texture and often spreading out in the shape of an anvil, sometimes accompanied with showers, lightning, thunder or hail.

Alto cumulus (Ac), Altostratus (As) and Nimbostratus (Ns) are middle-level clouds (C_M). Ac is composed of thin boards, rounded masses or rolls, soft and grey, and usually appears with shade; As is striated or fibrous veil, more or less grey or bluish in color, with a horizontal scale of hundreds to thousands of kilometers and a vertical scale of hundreds to thousands of meters, and accompanying rain, snow or ice pellets; and Ns is thick, dark grey with rain, snow or ice pellets, with scale similar to that of As.

上層(C_H)では、巻雲(Ci)、巻積雲(Cc)及び巻層雲(Cs)の3種類の雲形が見られます。Ciは、毛状で絹のような光沢のある離れ離れの雲で、繊細な線または細い帯、あるいは塊状になっています。Ccは、非常に小さな雲塊が小石を並べたように集まった白い雲で、通常空の一部にまとまって見られます。Csは、ボール状で白みがかった薄い雲で、太陽や月のかさが現れることが多くあります。

実際の海上気象通報では、雲の形は、各層について、雲の量や組み合わせを10種類に数字符号化したものを通報します。符号化については、次回以降に紹介します。

Cirrus (Ci), Cirrocumulus (Cc) and Cirrostratus (Cs) are high-level clouds (C_H). Ci are detached delicate and fibrous, often have a silky appearance and sometimes show as white particles or narrow bands; Cc are small white flakes of very small globular masses and usually gather around one part of the sky; and Cs shows as thin whitish veils and often gives rise to haloes.

In weather reports, cloud type is reported in terms of ten codes, defined by cloud type, amount and other factors. The codes will be introduced in the next issue.



*) 「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).

港湾気象サービスの紹介 — 造船所における訪船点検 —

Port Meteorological Services in Nagasaki

— Checking of Shipboard Instruments in a Shipyard —

長崎海洋気象台 海上気象課

Maritime Meteorological Division, Nagasaki Marine Observatory

港湾気象サービスの一つに訪船による気圧計等の点検があります。ここでは、長崎海洋気象台による造船所における大型船での点検の様子を紹介します。

Nagasaki Marine Observatory provides checking of shipboard meteorological instruments such as barometers by visits of a Port Meteorological Officer (PMO). This article describes a PMO visit to a large ship in a shipyard.

▶ 長崎港における港湾気象サービス

長崎港では、船舶による気象観測・通報を支援するための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長崎海洋気象台が担当しています。

本港は、横浜・名古屋・神戸港等とは異なり、入港する外航商船は多くありませんが、世界最大級のドックを有する造船所をはじめ多くの造船所があり、新造船や点検整備のためにドックに入っている船舶から訪船点検を依頼されることが多くあります。今回は、造船所における訪船点検について紹介します。

▶ 造船所における訪船点検

造船所内は大型の重機が稼働する一種の大型機械製造工場であるため、ドック中の船舶

▶ Port Meteorological Services at Port of Nagasaki

At the port of Nagasaki, Nagasaki Marine Observatory provides port meteorological services, including checking of shipboard barometers and other meteorological instruments and giving advice on marine weather observations and reports.

Although Nagasaki does not see as many ocean-going vessels as Yokohama, Nagoya, Kobe and other Japanese ports, it has many shipyards including some with the world's largest docks, and the Observatory receives many requests for PMO visits to ships that are newly built or docked for maintenance. This article describes meteorological instrument checks by visits to a shipyard.

▶ Meteorological Instrument Check in a Shipyard

Since a shipyard is a large manufacturing site where large heavy machinery operates, it is important for a visiting PMO to ensure his own safety and not interrupt shipyard work. To this end, the PMO asks shipyard staff to accompany him when visiting a docked ship and also receives safety lectures in some cases before boarding.



図 1: 訪船点検サービスを実施している港

Fig. 1: Location of ports where meteorological services are available

を部外者である気象庁職員が訪船する場合は所内での安全確保が第一であり、また作業の妨げにならないようにすることが重要です。このため、訪船する際には造船所の担当の方に同伴をお願いし、場合によっては乗船前に安全確保に係る講習を受けることもあります。

今回訪れたのは、三菱重工業株式会社長崎造船所で建造中の株式会社商船三井へ引き渡し前の大型原油タンカー「HAKUSAN」(総トン数 160,059 トン) です。

まず、造船所担当者に所内での注意事項について説明を受けた後、ヘルメットを着用し、ドックに設置された作業用エレベータにより乗り込みました(図2)。船内では様々な機器の取付・調整、塗装などのため、多くの造船所の方が行き来し、工具類や部品が点在している中、それらの作業の邪魔をしないように注意しながら気圧計の設置してある船橋まで行き点検を行いました(図3)。その後、もうひとつの気圧計が設置してある船長室では、作業中の船内の汚れを新品の調度品に付着させないように気をつけながら無事に点検を終えました。

このように、船舶の乗組員の方以外に造船所関係者の皆様にも港湾気象業務の重要性を理解いただき、船舶による気象観測・通報の促進に協力いただいています。

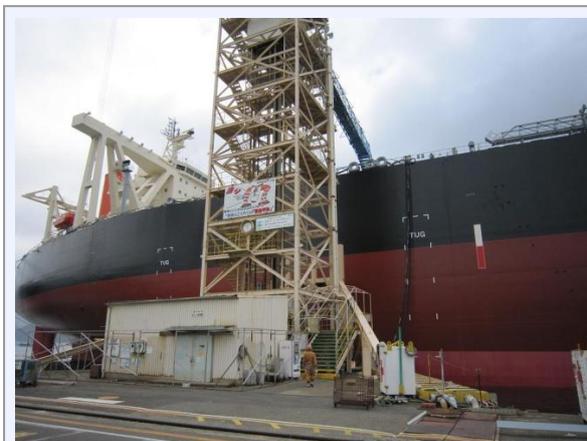


図 2: 乗船のためのエレベータ
Fig. 2: Elevator to board ship

A PMO based at Nagasaki visited the VLCC HAKUSAN (gross tonnage: 160,059) that was under construction in the Nagasaki Shipyard of Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., for delivery to Mitsui O.S.K. Lines, Ltd.

After receiving instructions from shipyard staff, the PMO donned a safety helmet and boarded the ship using an elevator in the dock (Fig. 2). Many shipyard workers were toiling inside the ship installing and adjusting various items, painting, and so on. The PMO, paying careful attention to these, went to the bridge and conducted a barometer comparison check (Fig. 3). Another barometer check was made in the captain's cabin, where the PMO was careful to keep the new furnishings clean while completing the barometer check procedure.

As in this example, not only ship crew but also shipyard workers appreciate the importance of port meteorological services and cooperate with us in promoting ship's weather observations and reports.



図 3: 気圧計の点検
Fig. 3: Barometer check

FAX/電子メールによる気圧計点検依頼用紙の改訂

Revised Request Form for Barometer Comparison Check via Facsimile or Email

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

気象庁は船舶による気象観測の精度を維持するため、港湾気象官の訪船による気象測器の点検ができない我が国の港湾に停泊中の船舶に対して、その代替として FAX/電子メールによる気圧計点検サービスを提供しており、多数の船舶にご利用いただいています。

▶ 点検依頼用紙の改訂

気象庁は、FAX/電子メールによる気圧計点検サービスの利便性向上のため、今般、依頼用紙の改訂を行いました（改訂版は巻末参照）。主な改訂点は以下の通りです。

（１）電子メールによる点検依頼の提出を促進するため、気象庁の受付電子メールアドレスを記載しました。

（２）FAX の通信事情にかかわらず港湾気象官から確実に回答するため、船舶及び代理店の電子メールアドレス等の記載欄を設けました。

（３）記載項目を必要最低限のものに減らすとともに、記入欄を大きくして記入しやすいものとなりました。

▶ 気圧計点検の注意事項

（１）FAX/電子メールによる気圧計の点検は、一般に訪船による点検に比べて精度が劣ります。このため、港湾気象官による定期的な訪船点検を推奨します。

（２）港湾気象官による点検は、気象業務法に定める気圧計の検定とは異なります。港湾気象官による点検とは別に、業者による定期的な調整や検定を受けてくださるようお願いいたします（アネロイド型は 5 年毎、電気式は 10 年毎の検定が義務付けられています）。

JMA Port Meteorological Officers (PMOs) provide barometer check services via facsimile or email to vessels anchored in Japanese ports, as an alternative to meteorological instrument checks by PMO visits, to maintain the accuracy of ship's weather observations.

▶ Revised Request Form

JMA has revised the request form for barometer checks via facsimile or email, to make the services more convenient (see last page). Major changes are:

(1) The PMO's email address where request forms should be sent is now provided, to facilitate submission via email.

(2) Email addresses of the ship and agent are now required, to ensure that PMOs may still return results in event that facsimile transmissions fail.

(3) The number of entries required has been reduced to the minimum, and the entry boxes have been enlarged to make filling-in easier.

▶ Important Notice

(1) The accuracy of a barometer check via facsimile or email is generally less than that by a PMO's visit. Therefore regular checks by visits are recommended.

(2) Barometer checks by PMOs are different from the verification test that is required by the Japanese Meteorological Services Act. In addition to checks by PMOs, please arrange for regular verification tests by certified manufacturers (Aneroid Type: every 5 years, Electric Type: every 10 years).

気圧計点検依頼用紙

貴船の気圧計を点検するため、必要事項を記入し、下記官署へ FAX または E メールで送信して下さい。気圧の読み取り時には、以下の点に留意してください。

- 日本の港湾に停泊していること。
- 正確な気圧計の読み取りに支障をきたす強風ではないこと。
- 外気と同圧になるように窓（扉）を開けること。
- 気圧計の読み取りは正時（00 分）に行うこと。

【依頼船舶】

船名				コールサイン	
担当者				総トン数	
電話番号	インマル(), 携帯, その他()				
FAX 番号	010-870-	インマルB,M,F, その他()			
船舶 FAX	090-302-	船舶電話	090-302-		
E メール					
緯度, 経度	N,		E	停泊地	港

【代理店】

代理店名	
電話番号	
FAX 番号	
E メール	

【気圧計】

気圧計読み取り値 <small>注意：海面更正／測器補正を行わない。</small>	. hPa [0.1hPa 単位]		
気圧計設置場所			
外気温	. °C [0.1°C 単位]		
読み取り時刻	20 年	月	日 時 00 分 (UTC)
気圧計設置高（海拔）	空船時	.	m
	現在	.	m
	満載時	.	m
製造会社			製造番号
製造年月			検定年月日

送付先（最寄りの気象台 1 か所のみ FAX または E メールで送付）

- | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|--------------|----------------------------------|--------------|--------------|
| | FAX | TEL | | FAX | TEL |
| <input type="checkbox"/> 神戸海洋気象台 | 078-222-8946 | 078-222-8918 | <input type="checkbox"/> 函館海洋気象台 | 0138-47-7682 | 0138-46-2213 |
| <input type="checkbox"/> 名古屋地方気象台 | 052-762-1242 | 052-752-6364 | <input type="checkbox"/> 長崎海洋気象台 | 095-823-8220 | 095-811-4867 |
| <input type="checkbox"/> 横浜地方気象台 | 045-622-3520 | 045-621-1991 | <input type="checkbox"/> 舞鶴海洋気象台 | 0773-76-4114 | 0773-76-4114 |

Eメール(6官署共通) : pmo@climar.kishou.go.jp

※ 点検の回答は平日の 9 時から 17 時です。

Barometer Comparison Check Request Form

After completing this form send it by facsimile/E-mail to your nearest observatory. Ensure you follow the instructions below before reading the barometer.

- Be anchored in a Japanese port.**
- Make sure that the wind is not strong. Strong wind may disturb the barometer reading.**
- Open the window or door of the house to measure outboard air pressure.**
- Read the barometer JUST ON THE HOUR.**

【Your ship】

Name of ship		Callsign	
Name of person in charge		Gross tonnage	
T E L	INMARSAT-(), Mobile, other()		
F A X	010-870- INMARSAT-B,M,F, other()		
Marine FAX	090-302-	Marine TEL	090-302-
E-mail			
Latitude	N	Current port of call	in JAPAN
Longitude	E		

【Shipping agent at port】

Name of agent			
T E L		F A X	
E-mail			

【Barometer】

Barometer reading <small>(without correction to sea level or for instrumental error)</small>	. hPa [0.1hPa unit]		
Location of barometer in your ship			
Outboard air temperature	. °C [0.1°C unit]		
Time of reading	Year 20	Month	Day , just h 00 min (UTC)
Height of barometer above sea level <small>(The present height is usually between "in ballast" & "at full load.")</small>	in ballast	.	m
	at present	.	m
	at full load	.	m
Manufacturer		Serial No.	
Date of manufacture		Date of official calibration	

Send the form to:

(Tick nearest observatory only)

- Kobe Marine Observatory
- Nagoya Local Meteorological Observatory
- Yokohama Local Meteorological Observatory
- Hakodate Marine Observatory
- Nagasaki Marine Observatory
- Maizuru Marine Observatory
- E-mail (common to all offices)

FAX

078-222-8946
052-762-1242
045-622-3520
0138-47-7682
095-823-8220
0773-76-4114
pmo@climar.kishou.go.jp

TEL

078-222-8918
052-752-6364
045-621-1991
0138-46-2213
095-811-4867
0773-76-4114

※ Results of barometer checks will be returned between 09-17 JST from Mon to Fri except on Japanese public holidays.

平成 23 年(2011 年)3 月 11 日に起こった東北地方太平洋沖地震では、船舶や港湾施設にも大きな被害が出ました。被害に遭われた皆様には、心よりお見舞い申し上げます。本誌掲載記事にありますように、津波の影響は長時間続きます。津波警報や津波注意報が発表された場合には、最新の情報をもとに安全を確保してください。

気象庁に通報していただく船舶による気象観測の精度を維持するため、気象庁では、訪船による測器点検が受けられない船舶に対して、FAX/電子メールによる気圧計の簡易点検を実施しています。このたび依頼用紙の改訂を行いましたので、本誌掲載の用紙をご利用いただくか、「船舶気象観測・通報のページ」から入手のうえ、ご利用ください。

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

.....

“The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake” occurred on March 11, 2011 severely damaged ships and harbors. We would like to extend our deepest condolences to all the friends and families of the victims. As explained in an article in this issue, the effects of a tsunami last for a long time. When a Tsunami Warning or Tsunami Advisory is issued, secure the safety of yourself based on the latest information.

JMA's PMOs provide barometer check services via facsimile or email to vessels anchored in Japanese ports, as an alternative to onboard visits by PMOs to check meteorological instruments, to maintain accuracy of ship's weather observations. The revised request form is available in this bulletin or on the JMA's website “Ship's Weather Observations/Reports”:

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

■ 2011 年の台風のまとめ	1
■ 平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震による津波	4
■ レーダー式沿岸波浪計の導入	8
■ 歴史的海上気象観測データを”活用する”ための国際研究集会	10
■ 気候変動に伴う海洋内部の水温変化	12
■ はれるんからの一言：雲の観測（雲の形）	14
■ 港湾気象サービスの紹介 —造船所における訪船点検—	16
■ FAX/電子メールによる気圧計点検依頼用紙の改訂	18
.....	
■ Summary of the 2011 Typhoon Season	1
■ Tsunami caused by the 2011 off the Pacific Coast of Tohoku Earthquake	4
■ Coastal Wave Radar	8
■ International Workshop for Utilizing Historical Marine Observation Data	10
■ Seawater Temperature Changes due to Climate Change	12
■ Comments from Harerun: Observation of Cloud (Cloud Types)	14
■ Port Meteorological Services in Nagasaki	
— Checking of Shipboard Instruments in a Shipyard —	16
■ Revised Request Form for	
Barometer Comparison Check via Facsimile or Email	18