

日本気象学会

沖縄支部だより

発行：日本気象学会沖縄支部事務局

〒900-8517 那覇市樋川 1-15-15

那覇第一地方合同庁舎

沖縄気象台業務課気候・調査室内

平成 18 年度（2006 年度）沖縄支部総会報告

1 支部長あいさつ

本日はお忙しい中、気象学会沖縄支部総会に多数の会員の皆様にご出席いただきありがとうございます。当支部の活動が、沖縄地域の気象科学の振興・発展にいくらかでも貢献できればと思っています。

さて本日は、昨年度の活動等を踏まえつつ、当沖縄支部の今年度の事業計画のご審議を頂くということが大きな目的のひとつです。

昨年度は、沖縄支部研究会を沖縄気象台との共催で、ここ那覇市において開催しましたが、気象台や琉球大学所属の会員のほか、気象友の会の会員、航空関係機関の方々、中学校・高等学校の先生方にもオブザーバーとして参加していただき、例年以上に活発な会となったと思っています。また、その成果のいくつかについては学会や各機関で発行するしかるべき技術誌等に印刷物としてまとめられていることは、当支部としても大変喜ばしいことと思います。

また、しばらく休刊していました「支部だより」につきましても、昨年度は 2 回発行され、読み物として興味深い記事が集められており、会員外の方々にもわかりやすく親しめるものとなっていることは、当支部の今後の活動の一つの方向を示しているかもしれません。

本年度においては、こういった取り組みや成果を踏まえ、会員の多くが支部活動へ参加しやすい環境を整えるとともに、具体的に目に見えるまとまった成果物を世に出していけるようにしたいと思います。

本日は、このような観点から、会員皆様の忌憚のないご意見やご提案を数多く出していただけたら、大変ありがたいと思います。本日の総会が、沖縄地域における気象学の更なる発展に向けて有意義なものとなることを期待し、また、会員皆様方の一層のご支援とご協力をお願いして私の挨拶といたします。



支部長 さいき まさろう 佐伯 理郎 氏

2 総会の概要報告

平成 18 年 6 月 20 日（火）、沖縄気象台会議室において平成 18 年度日本気象学会沖縄支部総会を開催しましたので、その概要を報告します。

総会は参加者 17 名及び委任状参加 48 名のもと開催され、第 5 号議案まで審議した結果、全会一致のもと承認されました。

特に、新しい取り組みとして、沖縄支部のホームページを平成 18 年 10 月を目処に開設します。また、引き続き沖縄支部だよりの内容を充実させ、県内の中学校・高等学校の理科担当教師および関係機関へ配布し、気象学及び防災知識の普及並びに会員の拡大に努めます。

その他にも、沖縄支部では沖縄気象台と共催で沖縄支部研究会を開催しておりますが、石垣島や宮古島で開催する場合には会員の参加が限られてくるため、沖縄本島でのサブ研究会（仮称）開催について、沖縄気象台と協議を行います。

（沖縄支部事務局 裁）

3 総会で協議された議案等

（1）1 号議案 2005 年度事業報告

内容については、既に会員には総会資料を配布しているので省略します。

（2）2 号議案 2005 年度決算

表 1 参照。

(3) 3号議案 2006年度事業計画案

既に実施した事業は省き、今後の事業計画を掲載します。

- ① 沖縄支部だより年2回発行（8月号、10月号）
- ② 防災気象講演会開催 9月頃開催予定（沖縄気象台と共催）
- ③ 沖縄支部研究会誌第35巻発行（簡易版：2006年11月、最終版：2007年3月）
- ④ 沖縄支部研究会開催 日時：2006年11月21日（火）・22日（水）。

開催場所：大濱 信泉記念館（石垣市）

(4) 4号議案 2006年度予算案

表2参照。

(5) 5号議案 提案事項

- ① 会員の底辺拡大の施策として、沖縄支部だよりを県内の全中学校・高校、その他の関係機関に引き続き配布する。
- ② 支部研究会の案内については、研究機関等も視野に入れ、更に広く広報を実施する。
- ③ 石垣島及び宮古島で支部研究会が開催される年は、気象台と共催で本島でもサブ研究会を開催することで、沖縄気象台と協議する。その際、気象台施設見学をセットで行う。
- ④ 沖縄支部ホームページの開設に向け2006年度は具体的に取り組む。
- ⑤ 沖縄支部だよりの内容について、気象学と防災気象の面から充実を図り、最低年2回の発行を行う。また、その集大成として、学校教育にも役立てることができる作品の製作を目指す。

表1 2005年度決算

2005年度決算 (2005年4月1日～2006年3月31日)

収 入				支 出			
項目	予算	決算	増 減	項目	予算	決算	増 減
前年度繰越金	75,393	75,393	0	会議費(理事会)	15,000	13,700	1,300
支部交付金※1	326,000	326,000	0	支部研究会誌印刷費※2	136,500	14,868	121,632
雑収入	0	0	0	支部研究会出席旅費補助※3	87,700	79,100	8,600
預金利息	4	3	1	親と子のお天気教室	10,000	10,000	0
				防災気象講演会費	10,000	10,000	0
				通信費(切手代等)※4	8,000	43,440	△ 35,440
				事務費	5,000	390	4,610
				予備費※5	129,197	86,445	42,752
				繰越金		143,453	△ 143,453
合計	401,397	401,396	1	合計	401,397	401,396	1

※1 (会員数割 1200円/人 × 105人) + (定額 200,000円) = 326,000円

※2 研究会誌簡易版コピー刷+最終原稿CD-Rと要旨集

※3 (平良-那覇) × 1名 + (石垣-那覇) × 1名 の往復旅費

※4 支部だより及び昨年度の研究会誌を高校などへも送付

※5 支部だよりの業者印刷及び封筒印刷(80,445円)と郵送作業のための非常勤雇用(6,000円)

表2 2006年度予算案

2006年度予算案 (2006年4月1日～2007年3月31日)

収 入				支 出			
項目	05年度決算	06年度予算	増 減	項目	05年度決算	06年度予算	増 減
前年度繰越金	75,393	143,453	△ 68,060	会議費(理事会及び総会)※2	13,700	40,000	△ 26,300
支部交付金※1	326,000	320,000	6,000	支部研究会誌印刷費※3	14,868	35,000	△ 20,132
雑収入	0	0	0	支部研究会出席旅費補助※4	79,100	95,400	△ 16,300
預金利息	3	3	0	親と子のお天気教室	10,000	10,000	0
				防災気象講演会費	10,000	10,000	0
				通信費(切手代等)	43,440	40,000	3,440
				事務費	390	5,000	△ 4,610
				支部だより印刷費※5	0	80,000	新規
				非常勤雇用費※6	0	12,000	新規
				支部活動費※7	0	20,000	新規
				予備費	86,445	116,056	△ 29,611
				繰越金	143,453		143,453
合計	401,396	463,456	△ 62,060	合計	401,396	463,456	△ 62,060

※1 (会員数割 1200円/人 × 100人) + (定額 200,000円) = 320,000円

※2 理事会3回分と総会の費用

※3 研究会誌簡易版コピー刷+最終原稿CD-Rと要旨集

※4 (那覇-石垣) × 2名 の往復旅費

※5 新規に支部だより印刷費の項目を設ける。

※6 新規に非常勤雇用費の項目を設ける。6,000円 × 2回分 = 12,000円

※7 数年計画で学校教育にも利用できる作品に取り組むための費用を新規に設ける。

4 沖縄支部第18期役員名簿

平成18年4月25日に第18期役員選挙の告示を行い、6月16日に投票ㄆ切を行いました。開票の結果、第18期役員が以下のとおり選出されましたのでお知らせします。

● 沖縄地区理事(氏名は順不同)

- 【支部長】佐伯 理郎(沖縄気象台) 【理事】久木幸治(第34期沖縄地区理事兼務)(琉球大学)
- 【理事】角村 悟(沖縄気象台) 【理事】新里 博美(「天気」沖縄地区編集委員)(沖縄気象台)
- 【理事】杉山 卓也(琉球大学) 【理事】喜納 宏之(沖縄気象台)
- 【理事】天久 建二(那覇航空測候所)

● 地方理事(氏名は順不同)

- 【南大東島地区理事】高嶺 武(南大東島地方気象台) 【宮古島地区理事】金城 勝重(宮古島地方気象台)
- 【八重山地区理事】宮里 彦一(石垣島地方気象台)

● 監事・幹事(氏名は順不同)

- 【監事】神谷 保(沖縄気象台) 【監事】比嘉 正則(沖縄気象台)
- 【幹事】上原 清(沖縄気象台) 【幹事】栽 吉信(沖縄気象台) 【幹事】宮里智裕(沖縄気象台)



地球温暖化と沖縄における気温の長期変化傾向

上原 清（沖縄気象台）

1 はじめに

2005 年（平成 17 年）の 2 月、京都議定書が発効した。日本の古都、京都の名を冠するこの議定書は、1997 年の 12 月、UNFCCC（気候変動に関する国連枠組条約）の COP3（第 3 回締約国会議：京都）において採択されたもので、地球温暖化の原因とされる二酸化炭素などの温室効果ガスの各締約国における排出削減達成目標が決められているものである。

京都議定書が発効した 2005 年 2 月以降、国内においてはテレビや新聞で地球温暖化問題が取り上げられることが多くなっており、ここ沖縄県内においても新聞紙上でこの問題に関する記事が多くなって県民の関心もここ数年になく高まっている。

本稿では世界における温暖化の実態や沖縄の気温の長期変化傾向を、気象庁が毎年公表している「気候変動監視レポート」及びその他の各種地球環境に関するレポート、さらに IPCC（気候変動に関する政府間パネル）から 2001 年に公表された TAR（第三次評価報告書）並びに沖縄気象台が独自に作成した資料を用いて紹介する。本稿が、地球温暖化に対する読者の理解の促進に少しでも役に立てば幸いである。

2 地球温暖化の仕組み・原因

まず、地球温暖化の仕組みを簡単に解説する。地球は、太陽からの短波放射を受けて温まると同時に、自身からも長波放射を宇宙に放出して冷えており、この両者のバランスで地球表面の温度も決まってくる。ところが、地球の表面を覆っている大気は、太陽からの短波放射に対しては透明性があるが、地球自身からの長波放射に対しては不透明な性質を持っている。図 1 は、地球表面の大気中における太陽放射と地球からの長波放射のエネルギーバランスを模式的に示したものである。図 1 から分かりますと、大気は、地表からの放射のかかなりの部分を吸収して温まると同時に長波放射を宇宙向けと地表向けに再放出し地表を温めている。

この熱を取り込む仕組みがビニールハウスなどの温室に似ていることからこの性質は温室効果と称せられ、この効果を持つ気体は温室効果ガス（気体）と呼ばれている。地球は、温室効果ガスのおかげで生物にとって快適な環境（地球の平均地上気温約 15℃）に保たれており、このガスがないと地球の平均気温は -18℃ という厳しい環境になると言われている。温室効果を持つガス（気体）には、水蒸気、二酸化炭素、メタンガス、一酸化二窒素などがある。大気中に含まれるこれらのガスの割合は、水蒸気を除いては二酸化炭素が最も大きいため、このガスを基準に語られることが多い。温室効果ガスが問題なのは、このガスの大気中濃度が近年、急激に増加していることにある。

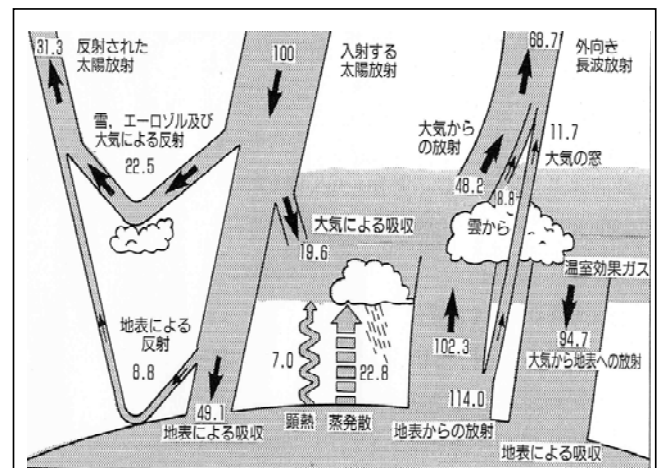


図1 全球年平均のエネルギーバランス

地球大気に入射する全球平均の太陽放射（342W/m²）を 100 としておいた場合のエネルギーバランスを表示してある。

（出典：IPCC の TRA）

3 大気中における二酸化炭素の増加及び世界の気温や海面水温の変化

さて、前述したレポート等によると、地球温暖化に及ぼす影響が温室効果ガス中で最も大きい二酸化炭素の 2004 年現在の世界の平均濃度は、377.1ppm となっており、前年より 1.8 ppm 増加している（図 2）。

二酸化炭素は、18 世紀後半の産業革命以降の人間活動に伴う化石燃料の消費と森林破壊などで増加しており、現在の濃度は、18 世紀以前の平均的な値である 280ppm に比べて 35 パーセントも増加している。世界の二酸化炭素の平均濃度の増加率は 1983～2004 年の平均で 1.6 ppm/年である。

2005 年の世界の年平均気温（陸域における地表付近の気温と海面水温の平均）の年差（1971～2000 年の平均値からの差）は +0.32℃ で、この値は、1891 年の統計開始以降 1998 年に次いで第 2 位の記録となっている。世界の年平均気温の長期変化傾向は、100 年あたりおよそ 0.66℃ の割合で上昇している（図 3）。このような世界の平均気温の長期的な上昇傾向の要因は、大気中の温室効果ガス濃度の増大などの人為的な影響によるものである可能性が高い、と同レポートでは報告している。

また、同レポートでは、世界全体の年平均海面水温の変化についても述べており、2005 年の世界全体の年平均海面水温平年差は+0.21℃で、これは 1891 年以降では 1998 年に次いで 2 番目に高く、長期的な変化は 100 年あたり 0.49℃の割りで上昇していると報告している（図 4）。

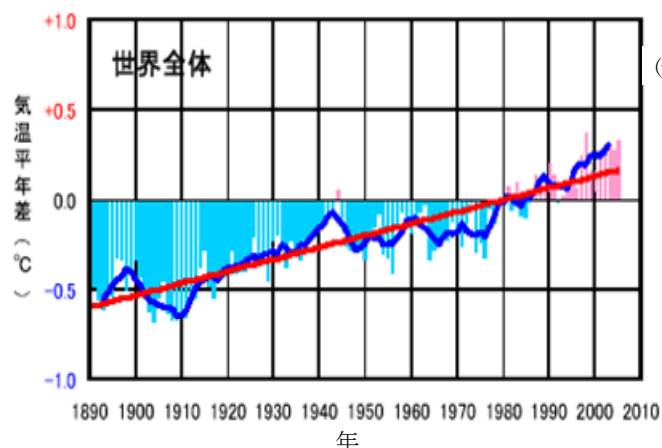


図3 世界の年平均気温の経年変化（1891～2005 年）
棒グラフは各年の平均気温の平年差、青い折れ線は平年差の 5 年移動平均、赤い直線は長期変化傾向を示す。
出典：気候変動監視レポート 2005（気象庁）

4 沖縄地方における気温の経年変化

地球温暖化の影響が現れている可能性が高いといわれる気温の上昇傾向は、沖縄ではどのように現れているだろうか。沖縄気象台が観測したデータでこれを確かめてみる。図 5 は、沖縄地方における年平均気温の平年差の長期変化傾向である。

図 5 の 5 年移動平均（赤線）を見ると、1960 年から 1970 年代にかけて一時的に気温が低い時期があるものの、1970 年代後半からの上昇傾向は顕著で、沖縄地方でも気温は上昇傾向にあることが分かる。過去 77 年間における変化割合は約 1℃の上昇である。

なお、棒グラフが突出している 1998 年は、沖縄地方では各地で月平均気温や年平均気温の高い順からの極値（歴代 1 位）を記録するなど過去 77 年間で最も暑かった年として記録されている。

1998 年は、世界においても地球上の平均気温が過去 1000 年間で最も高かった年であった可能性がかなり高いと言われている。（IPCC の TAR より）

図 6 は、沖縄地方における冬と夏の季節から見た平均気温の平年差の経年変化を示したものである。季節別に見ても年の値と同様に上昇傾向にあることが分かる。季節別には夏及び秋の昇温率が 77 年間で 1.3℃と最も高く、次いで春、冬が一番低くなっている。

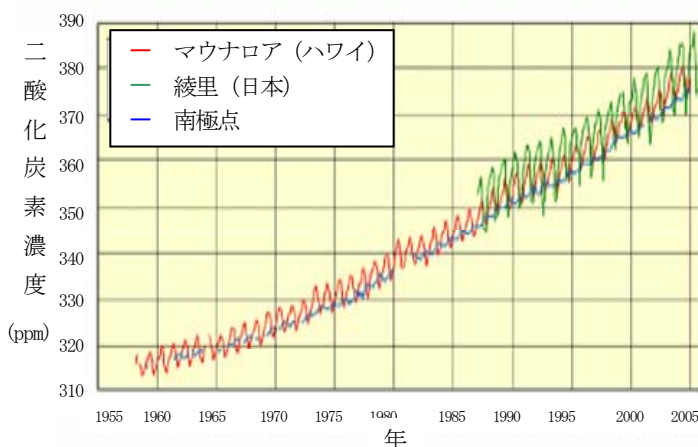


図2 大気中の二酸化炭素の濃度の経年変化(1958～2006 年)
マウナロア（ハワイ：赤線）、綾里（日本：緑）および南極点（青線）における経年変化を示す。出典：気候変動監視レポート 2005（気象庁）

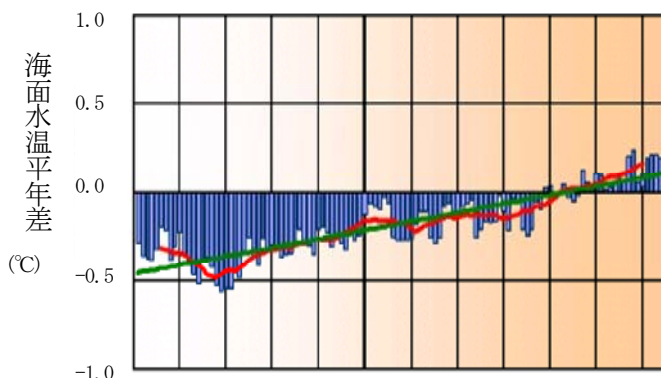


図4 世界の年平均海面水温の経年変化（1891～2005 年）
棒グラフは各年の平均海面水温の平年差、赤い折れ線は平年差の 11 年移動平均、緑の直線は長期変化傾向を示す。
出典：気候変動監視レポート 2005（気象庁）

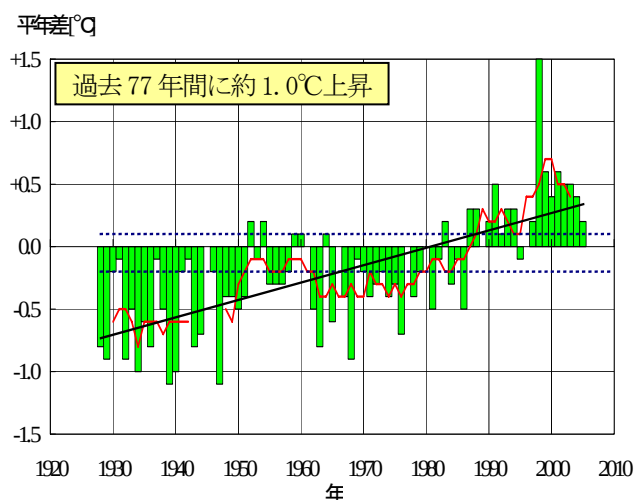


図5 沖縄地方の平均気温の経年変化（1928～2005 年）
沖縄県内の主要 5 地点（那覇、久米島、宮古島、石垣島、与那国島）における地上の年平均気温の変化を示したものである。緑色の棒グラフは各年の平均値、赤色の実線は 5 年移動平均、黒色の実線は長期変化傾向を示す。

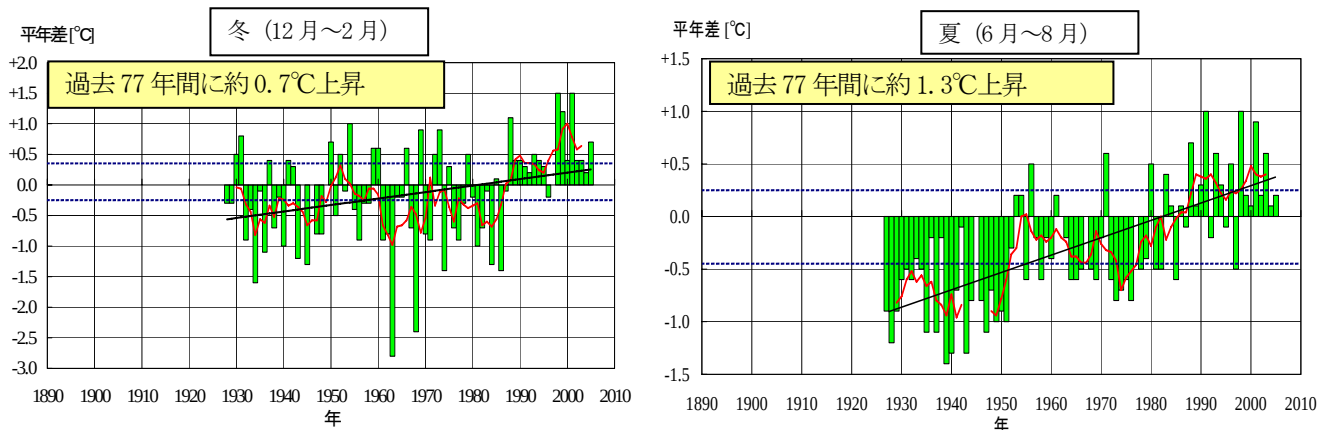


図6 沖縄地方の季節別平均気温の経年変化 (1928～2005 年)

沖縄県内の主要 5 地点における地上の季節別の平均気温の変化を示したものである。緑色の棒グラフは各年の平均値、赤色の実線は 5 年移動平均、黒色の実線は長期変化傾向を示す。

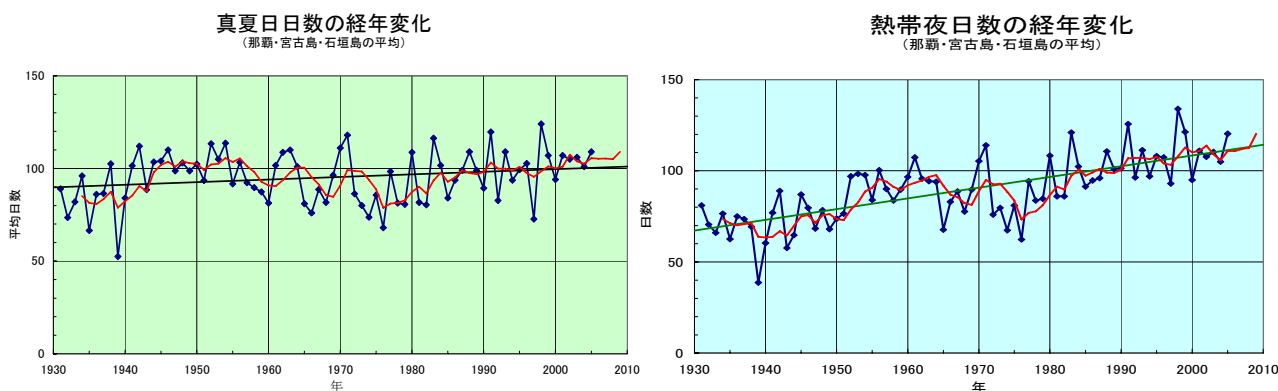


図7 那覇・宮古島・石垣島の真夏日及び熱帯夜の日数の経年変化 (1931～2005 年)

沖縄県内の主要 3 地点 (那覇、宮古島、石垣島) における地上の真夏日及び熱帯夜の平均日数の変化を示したものである。青色の折れ線グラフは各年の平均値、赤色の実線は 5 年移動平均、黒色の実線は長期変化傾向を示す。

図7は、主要 3 地点 (那覇、宮古島、石垣島) の真夏日 (日最高気温が 30℃以上) 及び熱帯夜 (日最低気温が 25℃以下) の平均日数の経年変化を示したものである。

真夏日については、1930 年代に年間約 90 日であったものが、2000 年代では約 100 日となって 10 日程度日数が増加している。また、熱帯夜については、1930 年代に年間約 70 日であったものが、2000 年代では約 110 日となって 40 日も増加しており、長期の傾向は確実に増加傾向にあることが分かる。このことから、沖縄地方でも地球温暖化の影響が現れている可能性が高いといえる。

なお、これらのデータを観測する観測所は、ほとんどが人口集中域に設置されているため、その観測値には少なからずヒートアイランド現象の影響が内包されていると推察されるが、その値は除去していない。

5 地球温暖化の影響、今後の可能性

IPCC の TRA は、過去の温室効果ガスの大気中濃度の変化及び平均気温の変化状況から 1900 年代に入ってから、特に 1900 年代後半以降の地球温暖化傾向は、人類による二酸化炭素などの排出、いわゆる人為起源の要因によって引き起こされている可能性が高いという結論を出している。また、数種の温室効果ガス排出シナリオ (SRES) に基づく気候モデルを用いた計算結果から、1990～2100 の間に世界の気温が 1.4～5.8℃上昇し、海面水位が 9～88cm 高くなると予測している。このため、世界中の低地、デルタや海岸地帯で大きな影響が出る恐れがあると言われている。インド洋に浮かぶモルジブでは、海拔が 1.5～1.8m しかないため、温暖化によって国土の大半が水没するといわれる。温暖化は、国家の存亡にも係わる重要な問題であると言える。

さらに IPCC では、温暖化した場合、中・高緯度の陸地で強い降水現象が増加し、大陸内部では旱魃の危険性が増加する可能性が高くなるなど極端な現象が増加する可能性が高いことを予測している。

今から 100 年後の地球は、我々人類のみならず多くの生き物にとって住みにくい環境になる可能性が高くなりそうである。その主たる原因が我々人類の生産活動によって生み出された温室効果ガスであることも明らかである以上、その責任は当然人類自身が負うべきである。

現在の地球の環境をそのままの形で未来に引き継ぐことは、現在に生きる我々の義務である。我々の子孫が未来においても我々と同じ環境で快適な生活できるか否かは、現在に生きている我々に懸かっている。



NICT 沖縄亜熱帯計測技術センターの紹介

佐藤 晋介 (NICT 沖縄)

1. はじめに

独立行政法人 情報通信研究機構 (NICT) 沖縄亜熱帯計測技術センターは、当初は沖縄電波観測所として北谷町(1972～1976 年)および中城庁舎(1976～2002 年)において、電離層観測や海洋レーダー・ウィンドプロファイラ等の研究開発を行ってきましたが、2002 年に万座毛のすぐ近くに位置する恩納村に移転しました。現在は職員数名の小所帯ですが、石垣・与那国海洋観測施設、名護降雨観測施設、大宜味大気観測施設という無人観測施設を有し、それぞれに設置した遠距離海洋レーダー、

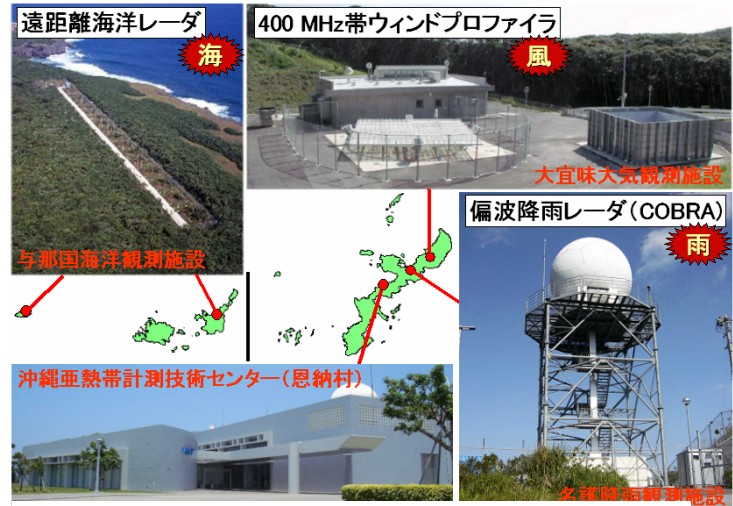


図1 NICT 沖縄センター開発した3種類のレーダー

偏波降雨レーダー(COBRA)、400MHz 帯ウィンドプロファイラ(WPR)という電波による最先端のリモートセンシング装置の研究開発を行っています(図1)。ご存じの通り、沖縄は海洋性の亜熱帯気候帯に属し、熱帯から大量の熱や水蒸気を運んでくる台風や黒潮の通り道にあたることから、このような次世代を目指した各種レーダーによる観測は、それぞれの測器の開発・検証目的だけでなく、気象庁観測部や第11管区海上保安本部を通して毎日の天気予報や海洋概況速報に役立てられたり、地球温暖化の影響や東アジアの水循環変動などの研究にも有効な観測データを提供できると期待されています。

2. 3種類のレーダーによる台風の観測

ここでは、3種類のレーダーによって観測された台風に関する研究成果を紹介します。図2は、2004年に沖縄本島を縦断した台風18号をCOBRAで観測した結果で、反射強度(雨の強度)分布は、直径500kmに達する台風の全体像を示しています。図を見ると気象庁のレーダー画像と見かけ上は変わりませんが、この観測結果は、通常レーダーの250kW程度の送信出力を使わずに、パルス圧縮機能を用いてわずか10kWの送信出力で得られたものです。また、本観測では+45°直線偏波の送信と水平・垂直偏波の同時受信により

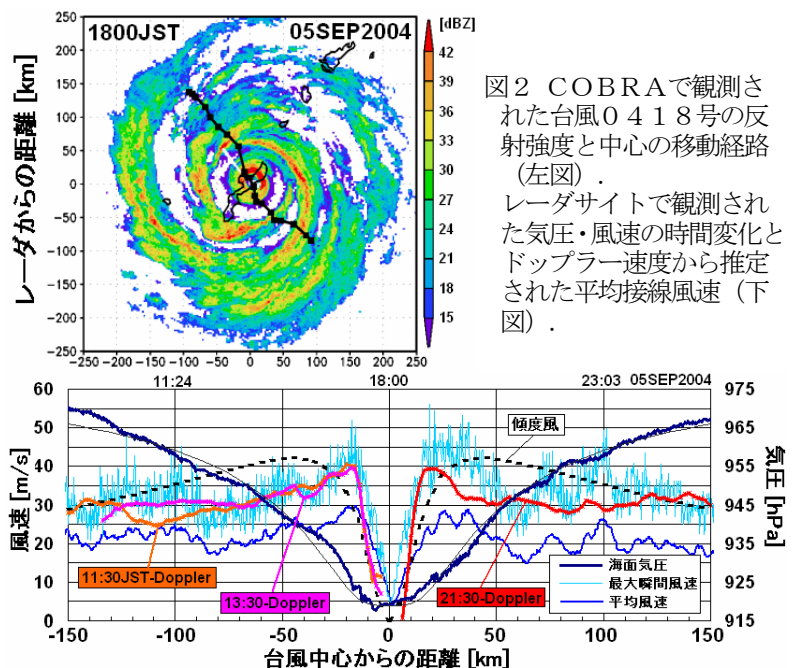


図2 COBRAで観測された台風0418号の反射強度と中心の移動経路(左図)．レーダサイトで観測された気圧・風速の時間変化とドップラー速度から推定された平均接線風速(下図)．

各種偏波パラメータを取得して、降水粒子の種類（雨・雪・霰など）の判別や降雨減衰の補正を行うことができます。さらに、二重 PRF（パルス繰返し周波数）機能により、250 km 以上の観測レンジでも台風のような強風によるドップラー速度も観測することができます。実際にドップラー速度から求めた平均接線風速は、地上で観測された風速の時間変化や気圧変化から求めた傾度風（台風の理論的な接線風速）と良く一致していることが分かります（図 2 下）。

図 3 は、同じ台風を 400 MHz 帯 WPR で観測した結果で、高度 16 km 以上までの風向・風速が観測されています。時間とともに風向が時計回りに変化していく様子や、台風接近時には下層の方が上空よりも風が強いことが分かります。

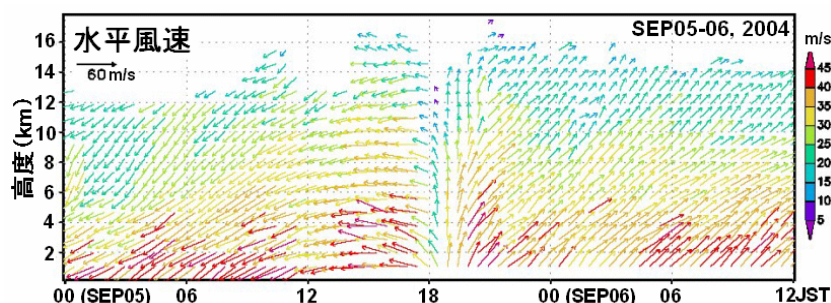


図 3 WPR で観測された水平風速の時間・高度断面図。

図 4 は、台風 0116 号の中心が石垣島の北西 160 km にある時の、遠距離海洋レーダで観測された海流（表層流速）分布を示しています。図中で流速が早い場所は黒潮を表していますが、台風の強風により表層に反時計回りの渦状の流れが生じている様子を見ることができます。

3. これからの NICT 沖縄センターの役割

最先端のリモートセンシング装置では、これまで測定が困難であった様々な物理量を観測することができますが、観測データには多くの要因による誤差や不確実性が含まれます。例えば、レーダーで観測

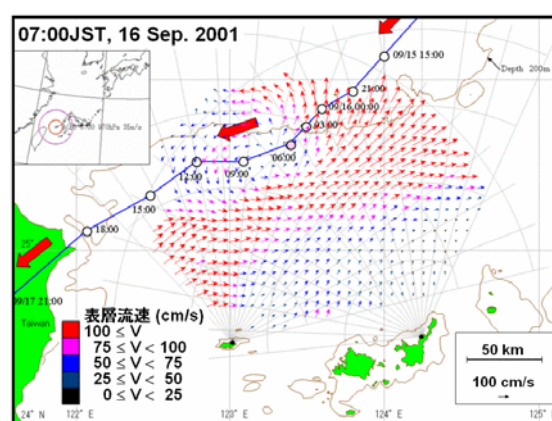


図 4 遠距離海洋レーダで観測された台風 0116 号通過時の表層流速場。

される降水量を検証・校正するためには、地上雨量計データとの単純比較だけでは不十分で、降水粒子種別や粒径分布を含む降水システムの時空間分布、3次元気流構造、環境場の情報などが必要であり、複数の観測装置や数値モデルを利用した完全な大気・降水状態の再現が必要と考えられています。高精度なアルゴリズム開発・改良には、このような物理的検証・校正手法が必要と言われており、さらに複数の観測装置をできる限り正確に校正するためには、同じ現象を様々な観測装置で同時に計測して、それらの結果を物理的に矛盾ないように校正するサイトキャリブレーションという手法も重要と言われています。NICT 沖縄センターは、熱帯降雨観測衛星 (TRMM) の後継ミッションである全球降水観測計画 (GPM) の統合的地上検証サイト (スーパーサイト) の候補地にもなっており、より一層の総合的な観測的研究が期待されています。NICT 沖縄センターに関するより詳しい情報は、<http://okinawa.nict.go.jp/> をご覧下さい。



波の基礎知識

裁 吉信（沖縄気象台）

1 はじめに

平成18年5月17日13時20分頃、神奈川県から修学旅行にきていた高校生3名が、波照間島で海水浴中に高波にさらわれ、1名は幸いにも救助されたが、1名死亡、1名行方不明となった。当時の気象状況は、台風第1号が台湾の南西約500kmの海上にあって北上中であり、波照間島では7m/s前後の東よりの風が吹いていた。また、波照間島の沿岸の海域は波高3mと波の高い状態であり、うねりを伴っていた。

石垣島地方気象台では波浪注意報を発表し、高波に対する注意を呼びかけていたが、被害にあった3名の高校生は岸から100m沖のリーフ付近へ進んだところ、高波にさらわれた（琉球新報 5/18 朝刊より）。この惨事は、高波に対する油断と知識不足が原因で発生したと考えている。

本稿では特に、高波による災害を考慮しながら、波の特性について記述した。本稿が高波による災害の防止に役立てば幸いである。

2 波の発達に大きく関わるパラメータ

波は風によって生ずるが、その発生、発達、伝播、減衰には非常に多くの物理的過程が関与している。

波の特性は波長 L (m)、波高 H (m)、周期 T (秒) で表され（図1）、波は風からエネルギーを受け取り波高と周期、波長を増加させ次第に大きな波へと発達していく。今、風速 U (m/s) のもとでの波の発達を考えると、風の吹き始めの頃には波長が短く速度も遅い波が形成され、波高も小さい。しかし、風速が大きいほど、風の吹き続ける時間（吹続時間）が長いほど、風の吹き渡る距離（吹走距離）が長いほど、大きな波になる。

吹走距離が長い外洋であっても、吹続時間が短ければ波は十分に発達できない。また、広い外洋で長時間強風が吹き続いても、波は無限に大きくなるわけではない。波が発達すると T と L が増大し、深海では波速 C (m/s) $=1.56T$ が大きくなるが、波速が風速より大きい場合、波が風から得るエネルギーが減少し、波の成長が止まるからである。従って、風速 U に対する波速 C の比 (C/U) が波の発達の程度を示すパラメータとなる。これはいわば波の成長の年齢に相当するものとして波齢と呼ばれている。

水面に浮かぶ木の葉などを注意深く観察すると、波の峰が通過するとき木の葉は高く持ち上げられると同時に波の移動方向に少し前進し、一方、谷が通過する時に水面と一緒に下降すると共に後方に移動することがわかる。これは、波面上の水粒子が円運動を行っているからであり、波の峰では水粒子の前進速度、谷では水粒子の後進速度が生まれる。従って、波の峰において現れる水粒子の前進速度が波速を超えると波頭が前方に砕け波は弱まる。この現象を砕波（さいは）と呼んでいる（図2）。波の勾配が大きい急峻な波ほど砕波が起りやすい。波の勾配は H/L で現され、理論では $H/L=1/7$ が砕波を起こさない極限の勾配となる。従って、 H/L も波の発達程度を示すパラメータとなる。ただし、実際の海では風や水粒子の運動の乱れなどの影響が重なって、波形勾配が $1/25$ 程度でも部分的に砕波が起り、波形勾配 $1/10$ 程度でほとんどの波が砕波してしまい、勾配が $1/7$ まで急峻になることは稀である。

水面の単位面積 (1cm^2) あたりの波のエネルギー (E) は波高の2乗に比例し、 $E = (1/8) \rho g H^2$ で与えられる (ρ は水の密度、 g は重力加速度を示す)。つまり、波高10mの波は単位面積あたり約1.3tの圧力を持つことになる。台風時に沿岸に高波が押し寄せると、護岸や岩場の破壊、海中ではさんご礁が破壊されることがあるが、波のエネルギーを考慮すると容易に理解できる。

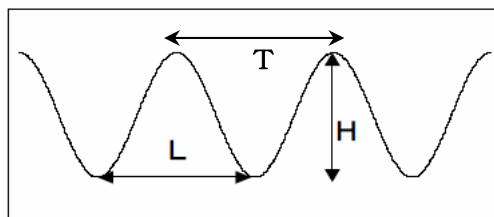


図1 波高 (H) と波長 (L)

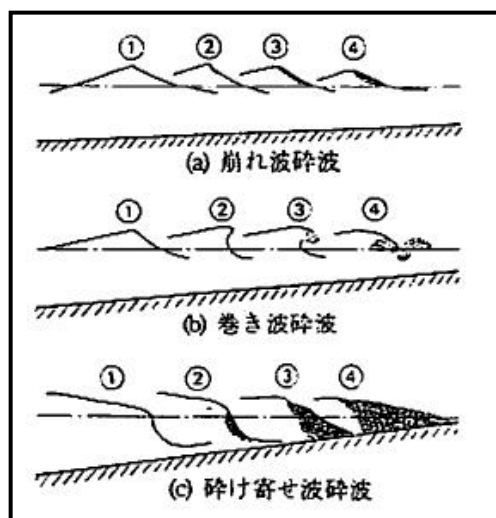


図2 傾斜海岸における砕波の模式的分類：砕波の3形態、佐藤・合田（1972）による。

3 災害をもたらす危険な波

風速 U に対する波速 C の比 (C/U) や波形勾配 (H/L) により波の発達には限界があることを前項で述べたが、風速 U による波の最大発達波高 (H) は概ね $H=0.03 \times U^2$ の式で表される。つまり、十分な吹走時間と吹続時間のもと、10m/sの風が吹いたとすれば、最大波高は3m程度まで高くなる。では、外洋で発達した波はどのよう

にして沿岸まで伝播してくるのであろうか。例として、台風による波の伝播について紹介する。

まず、基本的な知識について確認する。波は様々な風浪とうねりの重ねあわせである。風浪はその海域で吹いている風により発達した波である。一方、うねりは、ある海域で発生した風浪が別の海域に伝わった波、あるいは風浪発生域の風が静まった後に残された波など、風からのエネルギーの供給がなくなり、水の粘性や砕波で減衰しながら伝播する波であり、周期の短いうねりほど減衰しやすい。

台風域内の波高分布は非常に特徴的である。台風の進行方向に対して右側では台風の進行速度も加わって風が強くなり、台風と波が同方向に進むことから波は台風の風を長く受け続けることができ、発達しやすい。一方、左側では、波は台風と逆の方向に進むため、波は直ぐに強い風の海域を通り抜け、その後はうねりとして伝播するのみである。従って、台風域内の波高分布は、進行方向に向かって右側が高波高となっているのが一般的である。

台風域内で発達した周期の長い波は、うねりとなり四方八方に広がっていき、他の海域の波や風、海流、海底地形などの影響を受け変化しながら伝播し、最終的には海岸に打ち上げられてその一生を終える。

波向きに逆行する流れがあると、波速 C が減少し、周期は変化しないため波長が短くなり、波高が増大する。また、海流が蛇行していると複雑に屈折し、三角波（波の峰が三角にとがった高波）の発生しやすい状態となる。河口付近も川の流れと波がぶつかりあうので、三角波を起し易い。

周期の長いうねりは浅瀬にいくと、海底の影響を受け時には波高が沖合よりもかなり高くなることもある。これを浅海効果と呼ぶ。波が海岸付近やリーフ付近で砕波する現象を日頃よく目にするが、これも浅海効果の一つである。

波が海岸で砕波する時の波高は、沖合での波高、周期、海底勾配によって異なる。周期が長いほど、海底勾配が大きいほど、砕波高は高くなる。また、周期の長い波ほど砕波するときに最も破壊力の大きい巻き波となることが多い。特に、沖合のリーフ付近や海岸の岩場付近は海底勾配が急になるため、急激に波が高まるのでより危険である。

水深が浅くなるにつれて、波速が小さくなることから、海岸に対して斜めに進入してきた波の進行方向が変化する。これを波の屈折と呼ぶ。図3のように、海岸線が曲がっている所では、波が岬の先端付近に集中して波が高くなり、三角波なども発生し易くなる。反対に、入り江では発散し波が低くなる。なお、直線的な海岸であっても、海底地形が岬のようになっていれば、波の集中が起こる。

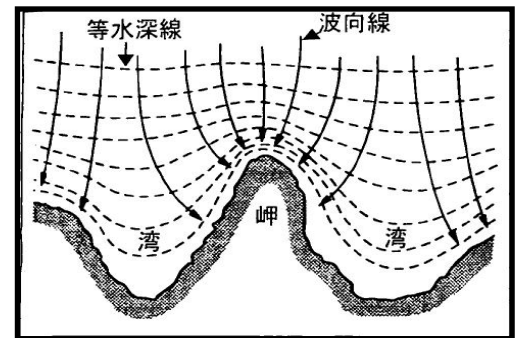


図3 海底地形による波の屈折

4 離岸流の恐ろしさ

海岸付近で砕けた波はその後どのように振舞うのであろうか。海水浴をしていた人がいきなり沖合に流され遭難する事例がたびたび報告されている。この海岸から沖合に向かう流れは離岸流（リップカレント）と呼ばれる（図4）。この離岸流は、波が砕波し、波のエネルギーの一部が流れのエネルギーに転化したことにより生じる。波の砕波帯では、砕波に伴って水面が高まる。平衡状態では、岸近くに堆積した海水は、何らかの形で沖に戻らなければならない。この時、波高分布や地形が岸沿いに一様でなければ、沖向きの流れが局所的に生じる。これが離岸流である。ここでは流れが集中し、流れの幅は狭く流速は大きい。流速は1kt（約0.5m/s）、時には2kt（約1m/s）にも達することもあり、海水浴中にこの流れに巻き込まれて溺死する者もいる。沖に向かった離岸流はやがて勢いを失い、周辺に広がる（この部分は離岸流頭と言われる）。離岸流の場所を見分ける方法もある。離岸流は海底の砂等で濁り、周囲の海水と色が異なると判別しやすい。波の砕波帯付近でそのような現象が見られたら注意が必要である。

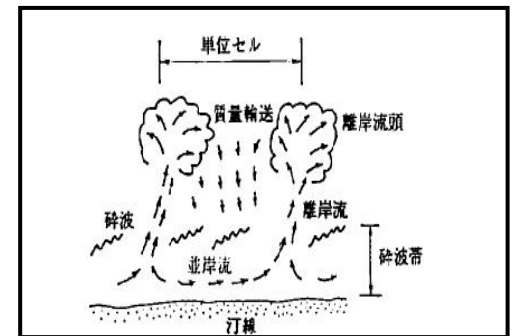


図4 毎浜流系模式図, Shepard-Inman (1950) による。

5 おわりに

高波による災害を防止するためには、気象台の発表する波浪注意報や波浪警報に留意し、海岸での作業や海洋レジャー等を休止する等の対策をとることが基本である。しかし、それだけでは不十分であり、波の特性及び海岸地形に関する知識をもつことが、災害防止には必須であると考えられる。

【参考文献】

- 宇野木早苗 (1993) : 沿岸の海洋物理学、東海大学出版会 178-232
- 磯崎一郎 (1990) : 波浪概論、(財) 日本気象協会 1-18
- 気象庁 (2003) : 平成14年度量的予報研修テキスト 39-47



南大東島に生息する光るキノコ

宮城 邦昌 (南大東島地方气象台)

「南大東島では、梅雨期から秋雨期の頃にかけて光るコケ？光るキノコ？が発生する」という噂をヤシガニ捕りの経験者から聞き、その噂の真否を実証すべく調査を実施したところ、2005年11月24日と2006年6月12日に発光物体を確認したので紹介します。

目撃した時の気象状況は、いずれも雨が止んだ後で、確認場所は大東神社境内とフロンティアロード（サトウキビ運搬用線路跡、現在は遊歩道として整備）でした。

文献によれば、光る物体の正体はエナシラッシタケという光るキノコ的一种で、国内では南大東島、八丈島、宮崎のビロー樹林に分布しています。

真暗闇のビロー樹林に踏み込み物色していると、突然、目の前に黄緑色の発光体が現れ、懐中電灯の明かりで照らして見ると、最大直径5mm程度の大小様々の大きさをもつ白い泡状の物が浮き上がってきました。

キノコにしては柄もヒラもなく、真上から見ると傘を逆さにしたような形状を持ち、10数個の小さな穴が空いた奇妙な形をしていましたが間違いなくキノコの仲間でした。

懐中電灯を消すと、暗闇の中で無数の黄緑の光が輝き、まさに夜空にちりばめられた星のように見えました。

八丈島には、光るキノコが7種（エナシラッシタケ、ヤコウタケ、シイノトモシビタケ、スズメタケ、アミヒカリタケ、フリノトモシビタケ（仮称）、ギンガタケ（仮称））が生育し、4月上旬から11月上旬まで「光るキノコ観察の森」として島の観光産業を潤わせていると聞いています。

南大東島の光るキノコはエナシラッシタケ1種のみで、発生時期は梅雨期と秋雨期の頃と思われます。

そこで、八丈島と南大東島の気象の特徴をみるため、気温と湿度および降水量を比較してみました。それぞれについて、図1から図3に示します。

図1から、月平均気温は、年間を通して南大東島が高く、八丈島との気温差はほぼ一定です。図2より、湿度も1月から5月までは南大東島が高く、湿度差は一定の幅で推移していますが、6月に同値、7月から9月までは南大東島が低くなっています。また、年降水量は八丈島が3126.9mm、南大東島が1649.8mmであり、八丈島は南大東島の約2倍の雨が降っていますが、図3の月平均降水量をみると、7月から8月は他の月と比べ八丈島も南大東島と同様に雨が少なくなっています。

このことから、八丈島では4月上旬から11月上旬の長い期間、光るキノコが観察できるのに対し、南大東島では梅雨期と秋雨期に限られてくるのは、湿度の違いが要因の一つであると考えています。

つまり、エナシラッシタケは多湿を好むキノコ的一种であり、南大東島では梅雨期と秋雨期の多湿の頃に発生しますが、日差しが強く乾燥する日が多い真夏には枯れてしまうのではないのでしょうか。

残念ながら、南大東島の年間を通じた観光資源としての光るキノコの活用は困難と考えています。

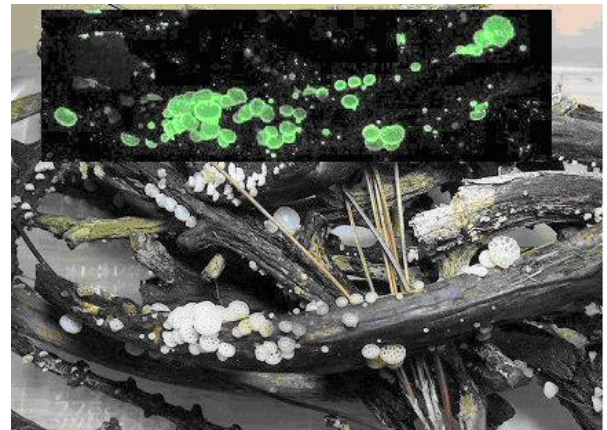


写真1 エナシラッシタケ（上=発光、下=無光）

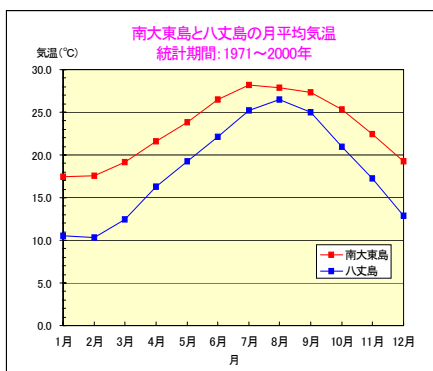


図1 南大東島と八丈島の月平均気温

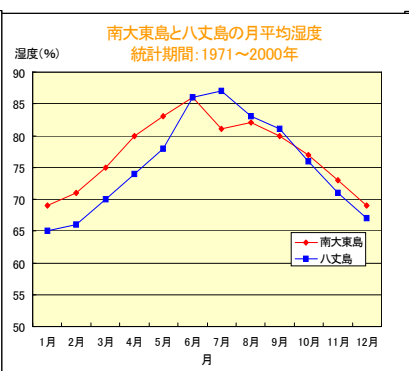


図2 南大東島と八丈島の月平均湿度

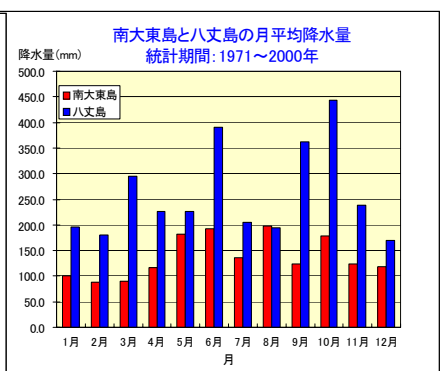


図3 南大東島と八丈島の月平均降水量

平成 19 年の台風シーズンから台風情報が見やすくなります

沖縄気象台

1. はじめに

気象庁では、台風の進路や暴風域への警戒の見通しを、分かりやすく誤解なく示すため、台風予報の図表示の仕方を平成 19 年の台風シーズンから変更します。以下に具体的な変更内容を紹介しますので、参考にご覧ください。

2. 図表示方法

【実況部分】

台風の中心、暴風域、強風域は現状に同じです。

【暴風警戒域】

暴風警戒域の通過する範囲を線で表示します。

【予報円】

72 時間予報までを表示する場合は 12、24、48、72 時間予報を表示し（現状に同じ）、24 時間予報までを表示する場合は 6、12、18、24 時間予報を表示します。

【予報円の中心点・線の表示】

気象庁ホームページでは、利用者の必要に応じて表示できるようにします。

また、ファックス図では、船舶・航空関係者のニーズを踏まえ、表示します。

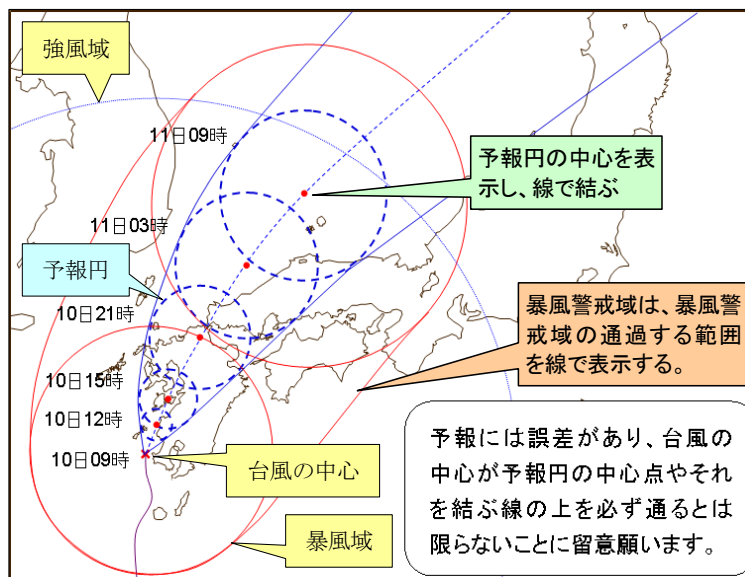


図 1 台風進路図の表示例

3. その他の情報

気象庁ホームページでは、気象庁の発表するすべての台風情報を利用できるようにします。また、3 時間毎の予報円及び暴風警戒域をコマ送り（動画）する表示や（図 2 参照）、暴風域に入る確率の分布図の表示も行います（図 3 参照）。

詳しくは、気象庁ホームページを参照してください。アドレス <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

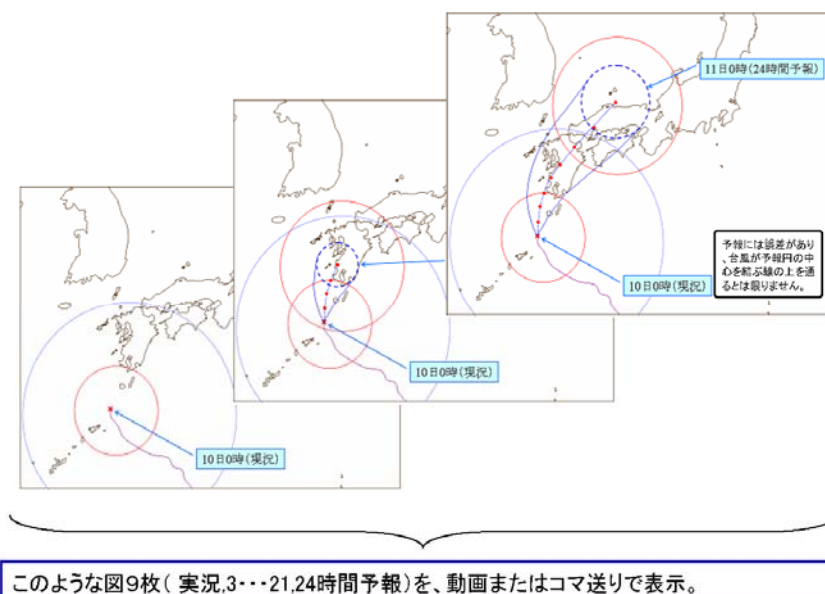


図 2 予報円及び暴風警戒域のコマ送り

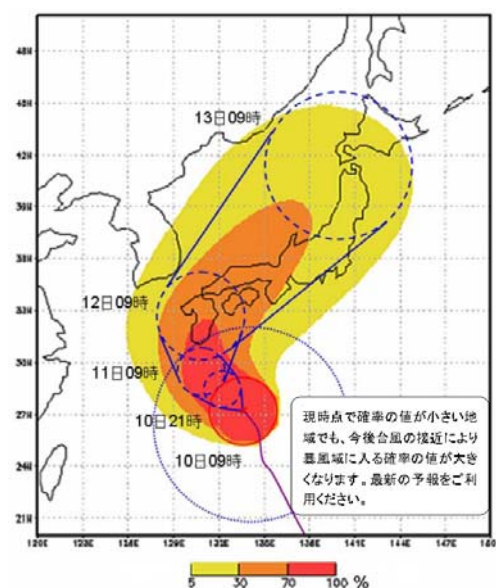


図 3 暴風域に入る確率分布図

お 知 ら せ

1 平成 18 年度沖縄支部研究会開催

日本気象学会沖縄支部は沖縄気象台と共催で、11 月 21 日（火）・22 日（水）に支部研究会を石垣島で開催する予定です。

本研究会で日頃の研究成果を発表したいと考えている会員の皆様は、事務局まで連絡をお願いします。研究課題の報告期限及び原稿投稿の締め切り期限は以下のとおりですので、よろしくお願いします。

沖縄支部研究会

開催日時：平成 18 年 11 月 21 日（火）13 時から 17 時

22 日（水）09 時から 12 時

開催場所：大濱信泉記念館（〒907-0004 沖縄県石垣市登野城 2-70）

① 研究課題の報告期限：平成 18 年 8 月末まで

② 原稿締め切り期限：平成 18 年 10 月 25 日まで



問い合わせ先：沖縄支部事務局 裁

TEL 098-833-2186 FAX 098-836-8081

2 （社）日本気象学会入会案内

日本気象学会は、気象学の研究を盛んにし、その進歩をはかり、国内及び国外の関係学会と協力して、学術文化の発達に寄与することを目的としています。具体的な活動としては、次のとおりです。

- ① 気象に関する研究会及び講演会の開催
- ② 機関誌、図書等の刊行
- ③ 研究の奨励および研究事業の表彰
- ④ その他、上記の目的を達成するための必要な事業。

沖縄支部でも、沖縄気象台と共催で、沖縄支部研究会をはじめ「親と子のお天気教室」及び「防災気象講演会」を積極的に開催しており、会員の皆さんへも案内を行っております。

また、年 2 回「沖縄支部だより」を発行しています。

平成 18 年 4 月現在の会員数は 100 名で、その約 8 割が沖縄気象台職員であり、その他に琉球大学職員や一般の会員で構成されています。

入会を希望される方はどなたでも入会できます。個人用又は団体用の申し込み用紙に必要な事項を記入したうえ、学会事務局本部に郵送、FAX、メールのどちらかで送付してください。申し込み用紙は、下記のサイトから入手可能です。

会費の納入など詳しいことは学会事務局か沖縄支部事務局までお尋ねください。

日本気象学会事務局 〒100 東京都千代田区大手町 1-3-4 気象庁内

TEL : 03-3212-8341 FAX : 03-3216-4401

アドレス : <http://www.soc.nii.ac.jp/msj/>