

トピックス

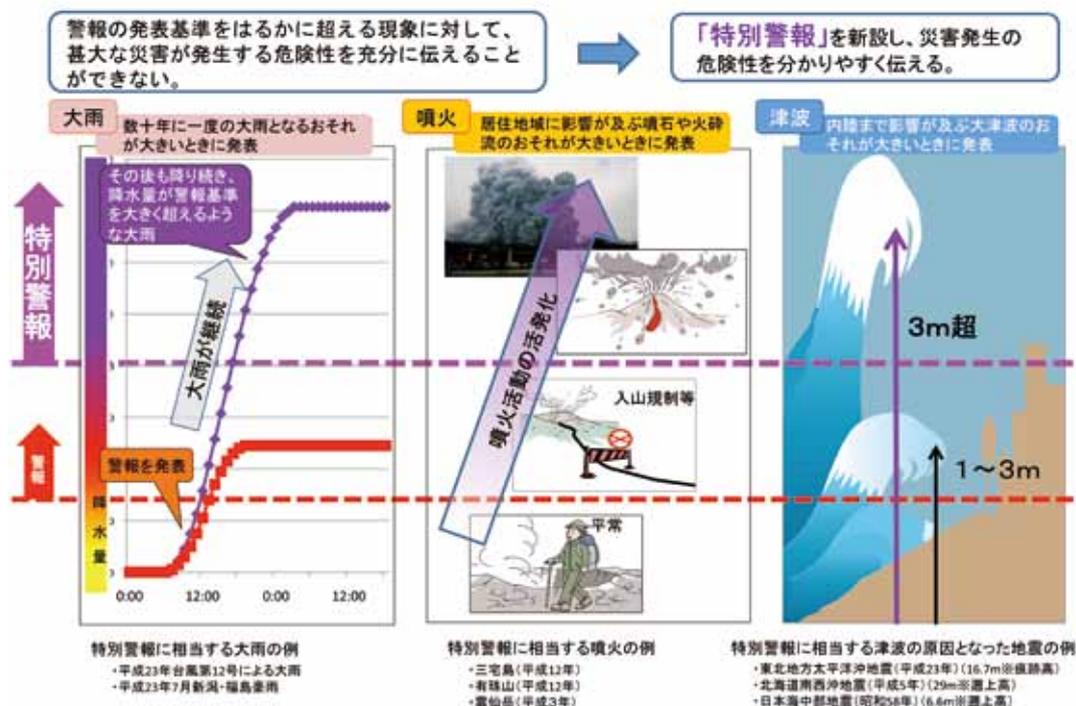
トピックス1 「特別警報」の創設

東日本大震災では、気象庁は大津波警報などを発表しましたが、必ずしも住民の迅速な避難に繋がらなかった例がありました。また、平成23年台風第12号による大雨災害等においては、気象庁は警報により重大な災害への警戒を呼びかけたものの、災害発生の危険性が著しく高いことを有効に伝える手段がなく、関係市町村長による適時的確な避難勧告・指示の発令や、住民自らの迅速な避難行動に必ずしも結びつきませんでした。そのため、地方公共団体及び住民等の皆様からは、直ちに防災対応をとるべき状況である旨のわかる、危険性を明確に示した情報の提供が望まれています。

中央防災会議の防災対策推進検討会議は平成24年7月に、東日本大震災等を踏まえた我が国の今後の防災対策の理念や具体的方策をとりまとめました。この中には、災害の危険性や避難の必要性を分かりやすく伝えるための情報提供方法の改善や、国及び地方公共団体の連携による警報等の情報の住民等への確実な伝達など、気象業務に関連する提言も盛り込まれています。そして、我が国における防災対策の一層の充実・強化のため、早急に必要な制度の改善・拡充を行い、具体的な対策の推進に取り組んでいくべきと結ばれています。

これらを踏まえ、広い範囲で多くの人命が危険にさらされる大災害は今後も発生し得るものであることから、東日本大震災を踏まえた防災対策全般の見直しに向け、国、地方公共団体等で多くの取り組みが行われています。気象庁としても、このような防災対策の動向及び近年における気象業務に関する技術の進展に対応し、災害から多くの生命を守るため、重大な災害の起こるおそれが著しく大きい旨を警告する「特別警報」の制度を創設することとしています。

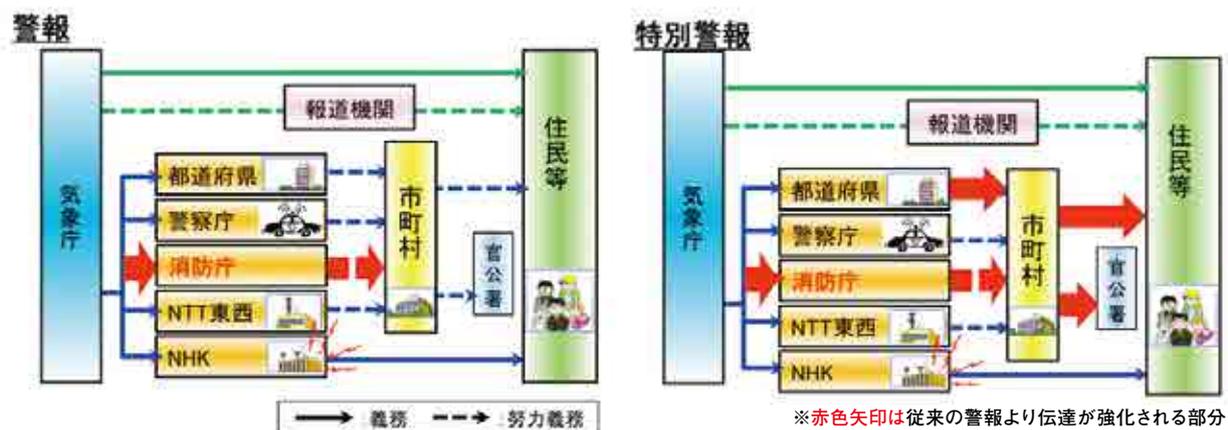
「特別警報」のイメージ



「特別警報」は、予想される大雨や火山の噴火、津波等の現象が特に異常であるため、重大な災害の起こるおそれが著しく大きく、避難などの防災対応を直ちにとるべき状況にあるという危険性を伝えるものです。

したがって「特別警報」は、市町村長が発令する避難勧告や避難指示、都道府県等の防災関係機関の防災対応を判断する際に重要な情報となるものであり、非常時においてこれを有効に活用していただくため、「特別警報」を発表する基準については、あらかじめ都道府県知事や市町村長の意見を聴いて定めることとしています。

また、「警報」や「特別警報」の通知先に消防庁を新たに加え、同庁が整備を進めているJアラート（全国瞬時警報システム）を活用した警報等の伝達ルートの多重化を図るとともに、「特別警報」については、都道府県から市町村への伝達、市町村から住民等への周知の措置をそれぞれ直ちに行うことを義務付けることとしています。



「特別警報」の創設により、気象庁が発表する情報や住民等の皆さんの対応はどのように変わのでしょうか。

大雨の場合を例にすると次のようになります。1日程度先に大雨が降る可能性が高くなった時点で、大雨等に関する気象情報を発表し、大雨の始まる数時間前には「大雨注意報」や「大雨警報」を発表します。その後、例えばこの大雨が数十年に一度の大雨になると予想した時点において、新たに「大雨特別警報」を発表することとなります。ただし、「大雨警報」が発表された後は、「大雨特別警報」が発表されなくても重大な災害のおそれがありますので、「特別警報がまだ発表されないから」といって決して安心するのではなく、大雨に備えた早めの避難行動を心がけることが重要です。「大雨特別警報」は、さらに著しい大雨を予想した場合に発表するものですので、情報を収集し一刻も早く安全確保のための行動をとるなど、一層厳重な警戒が必要となります。市町村の避難勧告等にしたがって直ちに避難所へ避難する、或いはすでに外出することが危険な状態のときは、無理をせず家の中で比較的安全な場所にとどまる、といった命を守る行動をとる必要があります。

また、津波や噴火等については、現行の「大津波警報」や「噴火警戒レベル4相当以上の噴火警報」などの危険性が高いレベルのものを「特別警報」と位置付ける予定としており、これまでと同様に、直ちに安全な場所に避難するなどの行動をとる必要があります。

トピックス2 平成24年の主な風水害

(1) 平成24年7月九州北部豪雨

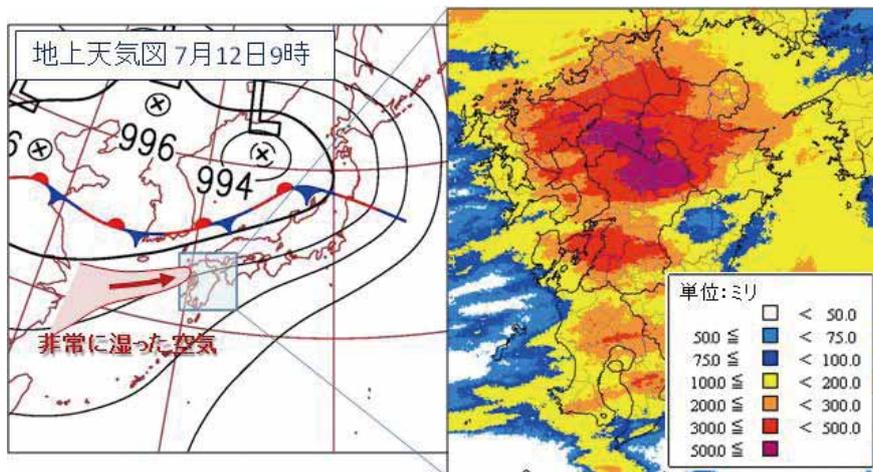
7月11日から14日にかけて、黄海から本州付近にのびる梅雨前線に沿って非常に湿った空気が流れ込み、九州北部地方を中心に記録的な大雨になりました。

特に、12日未明から明け方にかけて熊本県と大分県を中心に猛烈な雨が降り、熊本県阿蘇市阿蘇乙姫(アソトヒメ)では1時間に80ミリを超える猛烈な大雨が3時から6時にかけて降り続き、1時から7時までの6時間では、7月の月降水量平年値570.1ミリの8割を超える459.5ミリの雨を観測しました。また、13日は佐賀県、福岡県を中心に、14日は、福岡県、大分県を中心に大雨となり、11日から14日までの間に、3時間降水量で計7地点、24時間降水量で計8地点が観測史上1位の値を更新しました。

これらの大雨により、河川のはん濫や土石流、がけ崩れ等が発生し、熊本県、大分県、福岡県で死者30名、行方不明者2名となったほか、九州北部地方を中心に1万棟を超える住家の損壊・浸水等が発生しました。また、停電被害や交通障害等も発生しました。(被害状況は、平成24年8月10日18時00分現在の総務省消防庁の情報による)

この様な甚大な被害を踏まえて、気象庁は7月11日から14日にかけて九州北部地方を中心に降った大雨について、「平成24年7月九州北部豪雨」と命名しました。

7月12日9時の地上天気図及び、7月11日0時から7月14日24時までの総降水量(解析雨量による)



11日から降り始めた雨は、12日未明には熊本県と大分県を中心に猛烈な雨となり、降り続く大雨により重大な災害が一層差し迫っている状況と考えられました。

このため、気象庁として初めての「記録的な大雨に関する気象情報」を発表し、「これまでに経験したことの無いような大雨」という文言を用いて最大限の警戒を呼びかけました。

初めて発表した、記録的な大雨に関する気象情報

記録的な大雨に関する全般気象情報 第4号※
平成24年7月12日06時41分 気象庁予報部発表

(見出し)

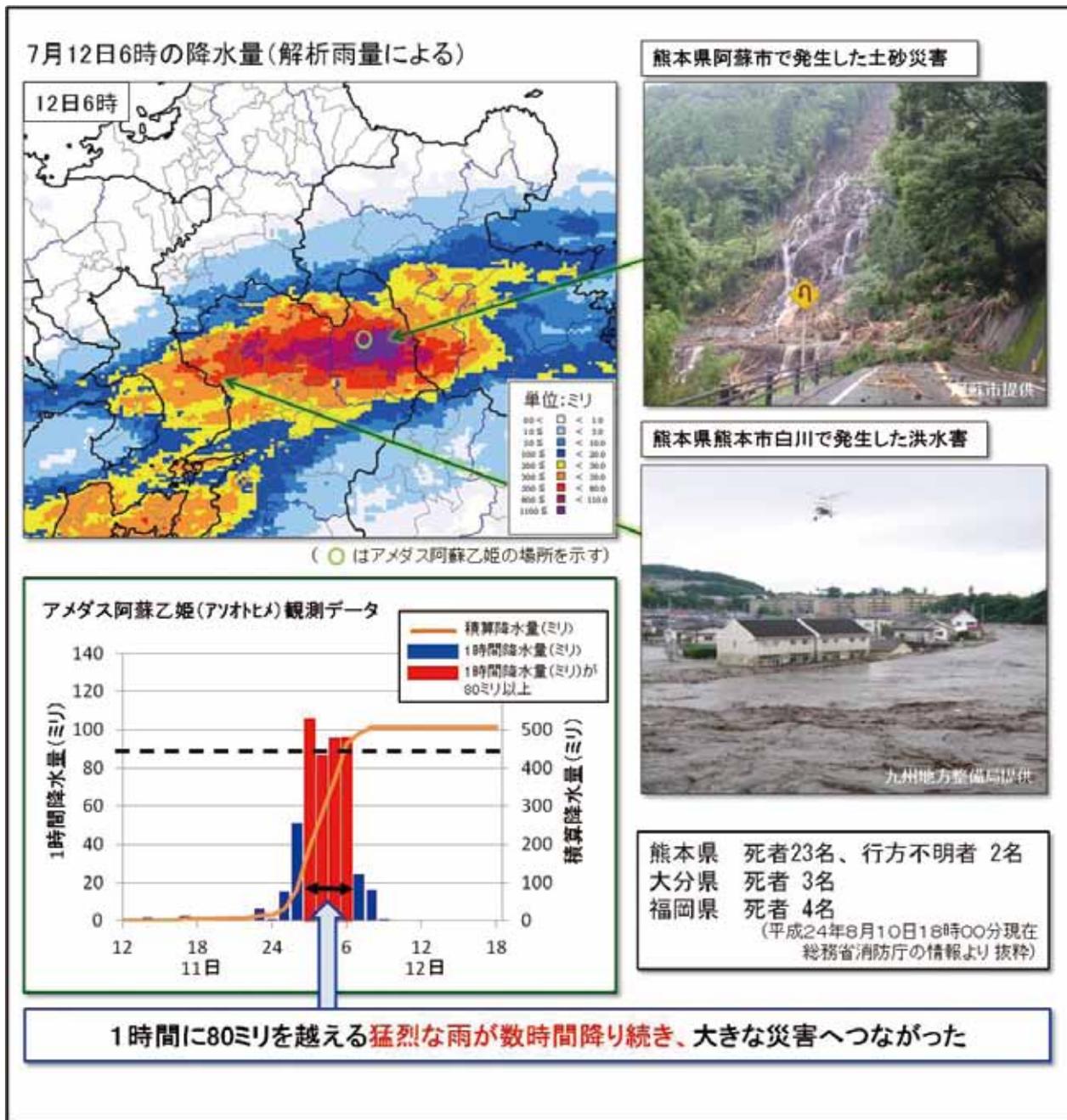
熊本県と大分県を中心に、これまでに経験したことの無いような大雨になっています。この地域の方は嚴重に警戒してください。

(本文)

なし。

※発表番号は全般気象情報全体を通じて割り振られるため、第4号となっている。

平成 24 年 7 月 12 日に数時間降り続いた猛烈な雨の様子



気象台では、普段から自治体の防災対応を支援する取り組みを進めており、今回の大雨では、自治体へ直接電話し、気象状況がかなり危険な状態になっていることを伝えたほか、報道機関を通じて気象解説を行うなど、危険な気象状況と今後の見通しについて説明を行いました。また、災害対策本部への職員派遣や、政府調査団による現地調査への随行、自治体の災害応急活動等を支援するために災害時気象支援資料の提供を行うなど、災害への対応と1日も早い復旧のための支援に努めました。

また、気象研究所では今回の豪雨の発生要因を調査し、その結果について7月23日に報道発表を行っています。

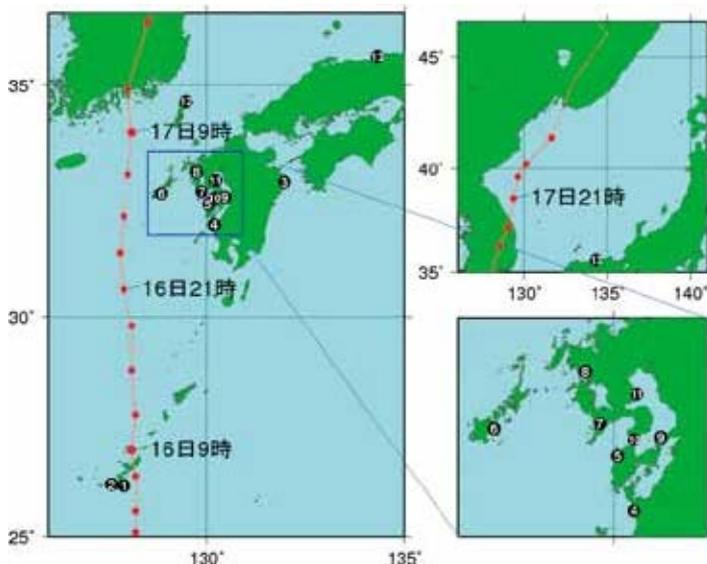
(2) 台風第16号・17号による潮位記録及び高潮災害

平成24年には、台風第16号が接近・通過した際に西日本の13地点、台風第17号の際に東海地方を中心とした8地点で、過去最高潮位を超えるもしくは過去最高潮位に並ぶ潮位を観測しました。その要因としては、以下の4つの条件が重なったことがあげられます。

- ① 台風による吸い上げ・吹き寄せ効果での潮位上昇があったこと
- ② 海水温が高いことなどにより一年の中で最も潮位が高くなる時期であったこと
- ③ 大潮（満月や新月の前後で満潮の潮位が高くなる時期）であったこと
- ④ 多くの地点で台風の接近・通過時間帯が満潮時間帯であったこと

平成24年台風第16号及び台風第17号の経路と最高潮位を更新した地点

台風第16号



台風第17号



赤色の線は台風の経路（点線部は温帯低気圧に変わった後の経路）、赤丸は3時間ごとの台風の位置。黒丸の数字は最高潮位を更新した地点（数字は次表の番号に対応）。

赤色の線は台風の経路、赤丸は3時間ごとの台風の位置。白丸の数字は最高潮位を更新した地点（数字は次表の番号に対応）。

平成24年台風第16号及び台風第17号による最高潮位

台風第16号

観測地点	所在地	所管機関	最高潮位		これまでの最高潮位			
			標高 (センチ)	発生時刻	標高(*) (センチ)	年月	要因	観測期間
① 沖縄	沖縄県南城市	国土地理院	174	9月16日 05時58分	150	2007年7月	台風第4号	1975年～
② 那覇	沖縄県那覇市	気象庁	174	9月16日 06時53分	148	1997年8月	台風第13号	1966年～
③ 佐伯	大分県佐伯市	気象庁	123	9月17日 07時31分	123	2011年7月	台風第6号	2010年～
④ 阿久根	鹿児島県阿久根市	国土地理院	212	9月17日 08時13分	203	2011年8月	台風第18号	1970年～
⑤ 石北	熊本県石北町	気象庁	225	9月17日 08時22分	202	2011年9月	大潮	2010年～
⑥ 湯江	長崎県五島市	気象庁	178	9月17日 08時27分	176	1975年9月	大潮	1964年～
⑦ 長崎	長崎県長崎市	気象庁	219	9月17日 08時29分	194	1975年9月	大潮	1961年～
⑧ 佐世保	長崎県佐世保市	海上保安庁	220	9月17日 08時55分	218	1859年9月	台風第14号	1850年～
⑨ 三角	熊本県宇城市	気象庁	290	9月17日 09時26分	258	2004年8月	台風第18号	1952年～
⑩ 口之津	長崎県南島原市	気象庁	250	9月17日 09時28分	201	2000年7月	台風第6号	1968年～
⑪ 大浦	佐賀県太良町	気象庁	346	9月17日 09時34分	322	1995年8月	台風第13号	1962年～
⑫ 対馬比田勝	長崎県対馬市	気象庁	99	9月17日 09時47分	97	2010年8月	台風第4号	2010年～
⑬ 田後	鳥取県岩美町	国土地理院	100	9月18日 15時51分	99	2004年8月	台風第15号	1866年～

台風第17号

観測地点	所在地	所管機関	最高潮位		これまでの最高潮位			
			標高 (センチ)	発生時刻	標高(+) (センチ)	年月	要因	観測期間
①小田原	神奈川県小田原市	気象庁	90	9月30日 16時58分	86	2010年11月 2011年9月	低気圧 低気圧	2010年～
②熊野	三重県熊野市	気象庁	134	9月30日 17時06分	115	2006年10月	台風第16号	2005年～
③内浦	静岡県沼津市	気象庁	132	9月30日 17時28分	128	1953年9月	台風第13号	1937年～
④田子	静岡県西伊豆町	国土地理院	133	9月30日 17時38分	129	1999年10月	低気圧	1977年～
⑤清水港	静岡県静岡市	気象庁	140	9月30日 17時42分	131	2004年9月	台風第21号	1951年～
⑥鬼崎	愛知県常滑市	国土地理院	182	9月30日 17時48分	183	1972年9月	台風第20号	1962年～
⑦鳥羽	三重県鳥羽市	気象庁	190	9月30日 18時02分	175	1953年9月	台風第13号	1951年～
⑧赤羽根	愛知県田原市	気象庁	185	9月30日 18時05分	137	2008年10月	台風第18号	2007年～

(*) 潮位観測地点は地盤変動により標高が変動します。これまでの最高潮位は当時の標高に基づいた値です。

なお、台風第16号の際には、鳥取県の田後では台風が離れてから最高潮位を観測しました。これは、台風第16号が日本海西部を通過した際に気圧低下による吸い上げや風の吹き寄せによって発生した海水の高まりが、その後「陸棚波」と呼ばれる非常にゆっくりした速度で進行する波として東へ伝播し、それが満潮に重なったために発生したものと考えられます。また、9月下旬には東海地方を中心として、黒潮から枝分かれした海流が沿岸域を流れることによって潮位が天文潮位より20～30センチ程度高い状態が継続するいわゆる「異常潮位」が発生していました。「異常潮位」の発生と台風第17号の接近・通過が重なったことも複数の地点で過去最高潮位を超える潮位となった要因となりました。

これら台風による高潮で、台風第16号の際には沖縄県、熊本県及び長崎県を中心に、台風第17号の際には愛知県と三重県で床上浸水の被害が発生しました。台風や低気圧の接近が予想される場合には高潮に十分注意・警戒することが必要です。各地の気象台が発表する高潮警報・注意報等を確認してください。

平成24年台風第16号による高潮の状況（左写真：長崎県島原市提供、右写真：長崎海洋気象台撮影）



平成24年9月17日朝の長崎県島原市における高潮の状況（左写真）と同じ場所の平常時の状況（右写真：平成25年2月撮影）。台風第16号では高潮により潮位が著しく上昇し、岸壁近くの標高の低いところにある住居では床上浸水の被害が発生しました。

(3) 5月6日に発生した茨城県つくば市・常総市の竜巻

平成24年(2012年)5月6日12時35分頃に発生したと推定される竜巻により、茨城県常総市からつくば市付近にかけて大きな被害が発生したため、気象庁は、6日から7日にかけて気象庁機動調査班(JMA-MOT)を現地に派遣して調査を実施しました。この現地調査の結果や複数の研究機関の局地的な風速の推定値等から、竜巻の強さは藤田スケールでF3(毎秒70～92メートルの風速)と推定しています。竜巻の強さについては、平成18年(2006年)の北海道佐呂間町で発生したF3の竜巻などと共に、国内では最大級となりました。

日本における主な竜巻災害 [1990年以降]

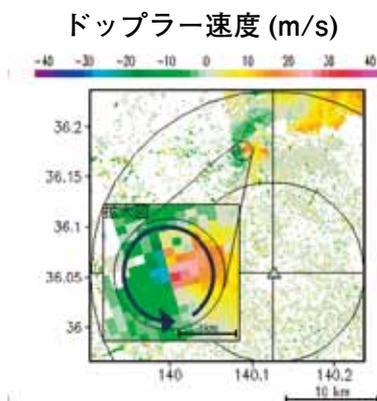
発生日	発生場所 被害場所	藤田スケール	被害
			死傷者/家屋被害
2012年5月6日	茨城県常総市 茨城県つくば市	F3	死者1名、負傷者37名、全壊76棟、半壊158棟
2011年11月18日	鹿児島県大島群徳之島町	F2	死者3名、全壊1棟
2006年11月7日	北海道常呂郡佐呂間町	F3	死者9名、負傷者31名、全壊7棟、半壊7棟
2006年9月17日	宮崎県延岡市	F2	死者3名、負傷者143名、全壊79棟、半壊348棟
1999年9月24日	愛知県豊橋市	F3	負傷者415名、全壊40棟、半壊309棟
1990年12月11日	千葉県茂原市	F3	死者1名、負傷者73名、全壊82棟、半壊161棟
1990年2月19日	鹿児島県枕崎市	F2～3	死者1名、負傷者18名、全壊29棟、半壊88棟

死傷者/家屋被害は防災機関等の資料を基に集計しました。竜巻以外の被害も含まれている場合があります。

この竜巻について、気象研究所で開発中の二重偏波固体素子ドップラーレーダーでは大気下層の反時計回りの渦を捉えており、この渦は現地調査による被害分布とよく対応していることから、竜巻に伴うものと考えています。また、気象研究所のスーパーコンピュータを用いた250m格子の水平分解能での数値シミュレーションによると、強い竜巻をもたらす積乱雲の特徴であるスーパーセルの構造が解析されました。

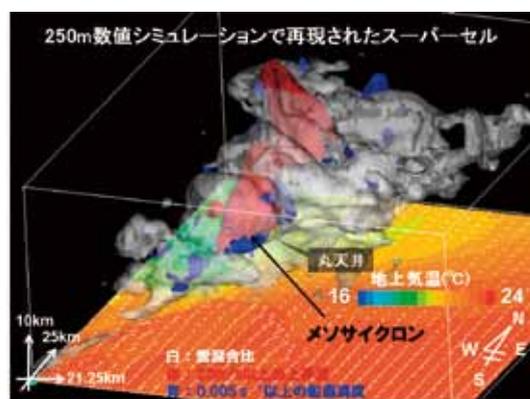
気象庁では引き続き、竜巻等の激しい突風をもたらす顕著現象の実態解明とその予測に向けて、研究と開発を着実に進めていきます。

気象研究所ドップラーレーダー(6日12時51分)



図中の三角△が気象研究所のレーダーの位置。寒色系はレーダーに近づく風の領域を、暖色系は遠ざかる風の領域を表す。反時計回りの渦がつくば市北条地区上空に捉えられた(拡大図)。

気象研究所250m格子数値シミュレーション



数値シミュレーションにより、スーパーセルに特徴的な構造である、丸天井といわれる雲の無い凸状の領域やメソサイクロン(直径数km～十数km程度の局地的な低気圧)を再現。

トピックス3 平成24年12月7日の三陸沖の地震～約1年8か月ぶりに津波警報を発表

平成24年12月7日17時18分、三陸沖を震源とするマグニチュード7.3の地震が発生し^(注)、青森県、岩手県、宮城県、茨城県、栃木県で震度5弱を観測しました。この地震により津波が発生し、石巻市鮎川で98センチメートルなど、東北地方の太平洋沿岸で津波を観測しました。

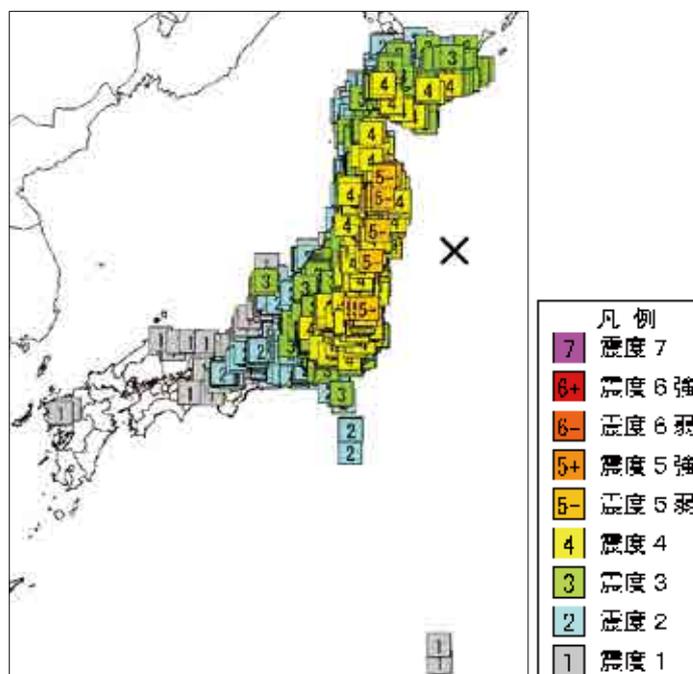
また、この地震により、死者1人、負傷者15人、住家一部破損1棟の被害がありました(総務省消防庁調べ)。

気象庁はこの地震に対して、最初の地震波の検知から6.6秒後に東北地方と関東地方の一部に対して緊急地震速報(警報)を発表しました。また、17時22分に宮城県の沿岸に津波警報(津波)、青森県太平洋沿岸、岩手県、福島県、茨城県の沿岸に津波注意報を発表(同日19時20分にすべて解除)しました。

この地震は、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域で発生した地震で、マグニチュード7.0以上の余震は平成23年7月10日の三陸沖を震源とするマグニチュード7.3の地震以来約1年5か月ぶり、また、津波警報を発表したのは平成23年4月7日の宮城県沖を震源とするマグニチュード7.2の地震、平成23年4月11日の福島県浜通りを震源とするマグニチュード7.0の地震以来約1年8か月ぶりでした。

東北地方太平洋沖地震の余震は全体的には次第に少なくなってきており、マグニチュード7.0以上の大きな余震が発生する可能性は低くなってきましたが、今後もまれに大きな余震が発生することがあり、最大震度5弱以上の強い揺れや、海域で発生した場合には津波が発生する可能性があります。また、これより規模の小さな地震でも沿岸域や陸域で発生すると震源付近では強い揺れになることがありますので、引き続き余震に対する注意が必要です。

観測点ごとの震度分布図



(注) この地震の約8秒前には約30キロメートル南東でマグニチュード7クラスと推定される地震が発生しましたが、直後に発生したマグニチュード7.3の地震の影響でマグニチュードを正確に決定することができませんでした。また、これらの2つの地震は近接した地域でほぼ同時に発生したため、震度の分離ができません。

トピックス4 防災気象情報の強化

(1) 防災気象情報に関する三つの検討会

①竜巻等突風予測情報改善検討会

平成 24 年 5 月 6 日に茨城県つくば市等で竜巻による被害が発生したことを踏まえ、気象庁では竜巻等の突風に関する情報の現状並びに住民への伝達と利活用における課題等を改めて整理し、今後の情報の改善に向けた検討を行うこととしました。これまで、気象庁では雷注意報、竜巻注意情報（平成 20 年 3 月から）、竜巻発生確度ナウキャスト（平成 22 年 5 月から）といった情報を発表していました。

検討会を通じて平成 24 年 7 月に、これらの予測情報の発表、伝達のあり方、竜巻の実態把握の強化などからなる提言がまとめられました。

②土砂災害への警戒の呼びかけに関する検討会

平成 23 年台風第 12 号による和歌山県や奈良県での土砂災害における課題等を踏まえ、土砂災害への警戒の呼びかけに関わるさらなる改善方策について検討を行うこととしました。

検討会では、都道府県砂防部局と地方気象台等が共同で発表する「土砂災害警戒情報」の全国運用開始から約 4 年が経過したことを踏まえ、これまでの利活用状況や運用実績、技術の進展などを評価し、平成 25 年 3 月に、土砂災害への警戒の呼びかけ方の改善の方向性などを示した提言がまとめられました。

③防災気象情報の改善に関する検討会

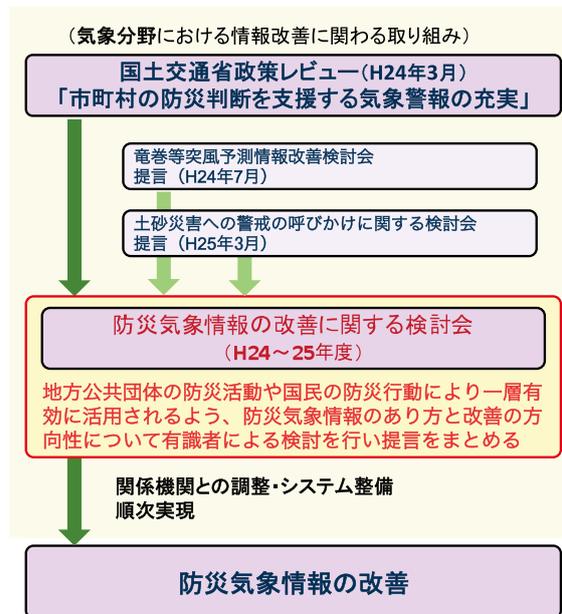
気象庁では、様々な風水害による被害を踏まえて、地方公共団体の防災活動や国民の防災行動に資するよう、警報・注意報を市町村毎に発表するなど防災気象情報の改善を進めてきました。

一方、市町村の合併による広域化、ICT 技術の進展等、防災気象情報を取り巻く環境は大きく変化してきています。このような中、最近の災害により新たな課題も明らかになっています。

これらのことから、①と②の検討会の提言も踏まえつつ、気象庁の防災気象情報が地方公共団体の防災活動や国民の防災行動により一層有効に活用されるよう、防災気象情報のあり方と改善の方向性について検討を行うため、学識経験者、地方自治体、報道機関等から構成される「防災気象情報の改善に関する検討会」を開催しており、平成 25 年 8 月を目途に検討結果をとりまとめる予定です。

なお、トピックス1で示したように、平成 25 年から重大な災害の発生のおそれが著しく大きくなった場合において、特別警報を実施することとしています。さらに本検討会の成果を反映させ、注意報・警報・特別警報等の一連の情報についてより効果的な発表を推進していくこととしています。

各検討会の関係



「防災気象情報の改善に関する検討会」で各分野における情報改善の方向性も踏まえつつ、防災気象情報全体の改善を進める。

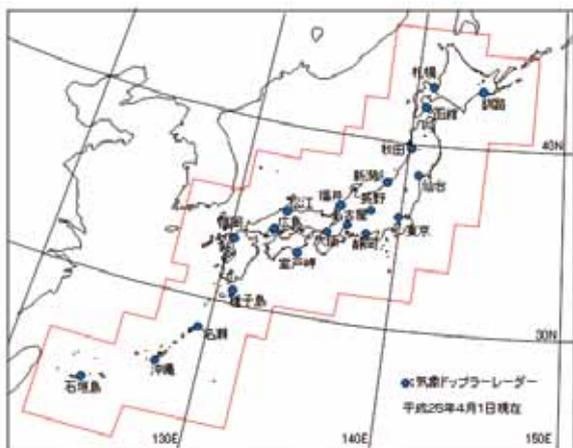
(2) 気象ドップラーレーダー観測網が完成

気象庁では、平成 18 年 3 月の東京レーダーを皮切りに、順次、全国 20 か所の気象レーダーを気象ドップラーレーダーに更新してきました。平成 24 年度には、長野、静岡及び名瀬に気象ドップラーレーダーを更新整備し、全国をカバーする気象ドップラーレーダー観測網が完成しました。

気象ドップラーレーダーは、従来の気象レーダーが持つ降水の強さや分布を観測する機能に加えて、電波のドップラー効果を利用して雨や雪の動きを捉えることによって、集中豪雨や竜巻などの突風をもたらす積乱雲内部の風の向きや強さを立体的に観測することができます。

気象ドップラーレーダーの風の観測データは数値予測モデルの基礎データとして利用しており、きめ細かな降水の監視・予測に役立っています。また、竜巻等突風の予測に有効なメソサイクロン（発達した積乱雲の中に発生する直径数キロメートルから十数キロメートルの局地的な低気圧）の検出にも活用しており、大雨や竜巻等突風に対する監視・予測機能が強化されました。気象庁では、引き続き、観測データ処理の高度化を図りつつ「降水ナウキャスト」などの気象情報のさらなる精緻化と精度向上を目指します。

気象ドップラーレーダー観測網



赤枠は、気象ドップラーレーダーの観測範囲を示しています。

長野レーダー更新整備時の様子



長野レーダーは標高 2000m 近い山の上であり、工事資材をヘリコプターで輸送するなど、難しい条件下での更新整備となりました。

長野レーダーは 2012 年 11 月 15 日、静岡レーダーは 2012 年 12 月 20 日、名瀬レーダーは 2013 年 3 月 14 日に、気象ドップラーレーダーの整備が完了し、観測を開始しています。

トピックス5 アジア域の観測測器の校正及び保守管理の充実に 向けて ～国際ワークショップを開催～

世界各国の気象機関では、リアルタイムで相互に観測データを交換していますが、途上国から観測データが安定的に通報されないことや、通報された観測データの品質にもしばしば問題があり、その改善が国際的な課題となっています。

毎日の天気予報や気候変動の監視などを支える高品質の気象観測データを得るためには、精度の確かな気象測器で統一された方法で観測を行うとともに、観測機器の維持管理を行う高い専門知識を有する技術者の養成が欠かせません。このため、世界気象機関（WMO）は、アジア地区の気象観測データの品質管理能力強化のためのパイロットプロジェクトを推進しています。気象庁は、そのコーディネータとして、地区内の気象データの品質改善に不可欠な気象測器の校正と保守技術の向上に貢献してきました。

今回、この取り組みに対するフォローアップとして、気象庁は、WMOとの共催で、平成25年（2013年）2月19日から22日にかけて、「気象測器の校正及び保守に関するワークショップ」を気象庁（東京）及び気象測器検定試験センター（つくば）*において開催しました。WMOでは、気象機関以外の観測データも含めた様々な観測システムを統合し、より効率的・効果的な観測網の実現を目指し、WMO統合全球観測システム（WMO Integrated Global Observing System：WIGOS）を推進しており、この活動は、アジア地区の実施計画にも貢献するものです。

ワークショップには、アジア域の14カ国から気象測器の維持管理業務に従事している実務者が参加し、気象測器の保守と校正に係る講義と実習を行いました。気象庁では、本ワークショップを通じて得られた各国における校正や保守の現状と問題点を踏まえ、引き続き、アジア域の気象測器の保守・校正技術のさらなる改善に取り組み、WMOのアジア域での観測データの品質向上に係る活動の一層の推進を図っていきます。

ワークショップ参加者による実習



ワークショップ講義



*気象測器検定試験センター（つくば）は、WMO第II地区の地区測器センター（Regional Instruments Centre: RIC）の役割を担っています。RICつくばでは、同地区内各国の所有する気象観測基準器の校正、気象測器の保守校正に関する技術的指導等を行っています。

トピックス6 地震・津波情報の高度化に向けた動き

(1) 津波警報の改善

気象庁は、「平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震」による甚大な津波被害を踏まえ、有識者や防災関係機関等からなる「東北地方太平洋沖地震による津波被害を踏まえた津波警報改善に向けた勉強会」を開催し、同年 9 月、「東北地方太平洋沖地震による津波被害を踏まえた津波警報の改善の方向性について」をとりまとめました。さらに、「津波警報の発表基準等と情報文のあり方に関する検討会」を開催して津波警報等の内容の具体的な改善策を検討し、平成 24 年 2 月、「津波警報の発表基準等と情報文のあり方に関する提言」をとりまとめました。これらの結果に基づき、平成 25 年 3 月 7 日正午から、新しい津波警報の運用を開始しています。

① 津波警報等の発表と予想される津波の高さの区分

津波警報・注意報は、地震の規模をもとに地震発生後 3 分程度で発表しますが、マグニチュード 8 を超えるような巨大地震では、正確な地震の規模を即時に推定できず、過小に評価してしまう可能性があります。そのため、気象庁は、地震の規模が過小評価されている可能性を速やかに判定し、その可能性が確認された場合は、地震が発生した海域で想定される最大級の津波予想を用い、安全サイドに立った津波警報の第一報を発表します。その後、正確な地震の規模を算出し、より確度の高い津波警報に更新します。

予想される津波の高さは、その高さが大きいほど誤差が大きくなることや、被害との関係を踏まえて、改善前の 8 段階から 5 段階に集約し、各区分の高い方の値で発表します (例: 高さ予想が 3~5 m の場合は「5 m」と発表)。想定される最大級の津波予想を用いる場合は、最初に発表する大津波警報や津波警報では、「巨大」や「高い」という言葉で発表して非常事態であることを伝えます。その後、正確な地震の規模が分かった時点で津波警報を更新し、予想される津波の高さも数値で発表します。

② 津波観測に関する情報

津波観測に関する情報では、第 1 波の到達時刻と初動に加え、観測された最大波を「これまでの最大波」の表現で発表しますが、観測値が予想される津波の高さより大幅に低い間は、安心情報と受け取られないよう「観測中」と発表します。また、新たに「沖合の津波観測に関する情報」を設け、沖合で津波が観測された事実をいち早く伝えるとともに、沖合の津波観測値に基づいて沿岸での津波の高さ等を推定し、津波警報を迅速に更新します。これらの観測値・推定値についても、沿岸での観測と同じように、一定の基準を満たすまでは沖合の観測値を「観測中」、沿岸の推定値を「推定中」という言葉で発表します。

新しい津波警報・注意報の分類と、観測情報の発表内容

種類	予想される津波の高さ		津波の観測情報	
	数値での発表	巨大地震が場合の表現	沿岸の津波観測	沖合の津波観測
大津波警報	10 m 超 (10 m < 高さ)	巨大	1 m < 観測値: 数値で発表 観測値 ≤ 1 m: 「観測中」と発表	3 m < 推定値: 数値で発表 推定値 ≤ 3 m: 「観測中」「推定中」と発表
	10 m (5 m < 高さ ≤ 10 m)			
	5 m (3 m < 高さ ≤ 5 m)			
津波警報	3 m (1 m < 高さ ≤ 3 m)	高い	0.2 m ≤ 観測値: 数値で発表 観測値 < 0.2 m: 「観測中」と発表	1 m < 推定値: 数値で発表 推定値 ≤ 1 m: 「観測中」「推定中」と発表
津波注意報	1 m (0.2 m ≤ 高さ ≤ 1 m)	(表記しない)	数値で発表	数値で発表

新しい津波警報・注意報の分類と、それらの発表時に予想される津波の高さや観測値をどのように表現するかを示す。

質問箱

津波警報で「巨大」と発表されるのはどんなとき？

津波警報や注意報を発表した際、津波の到達予想時刻や予想される津波の高さも併せて発表します。新しい津波警報では、この予想される津波の高さを数値ではなく、「巨大」「高い」という言葉で発表する場合があります。

マグニチュード8を超えるような巨大地震が発生した場合は、3分程度で地震の規模を正確に求めることができないため、その海域における最大級の津波を想定して津波警報の第一報を発表します。このとき、非常事態であることを簡潔に伝えるため、予想される津波の高さを「巨大」(大津波警報の場合)、「高い」(津波警報の場合)という言葉で発表します。

このように「巨大」という言葉を使って大津波警報が発表された時は、東日本大震災クラスの津波が襲うような非常事態ですので、ただちにできる限り高い場所へ避難してください。

巨大地震が発生した場合でも、地震発生から15分ほどで正確な地震の規模を把握し、予想される津波の高さを数値で発表しなおします。また、巨大地震ではなく、地震発生直後から正確な地震の規模が分かった場合には、初めから数値で発表します。このように津波の高さが数値で発表された場合でも、津波は非常に強い力で人や物を押し流しますので、津波警報が発表された時には、必ず避難してください。

到達予想時刻・予想高さ		
大津波警報		(予想高さ)
〇〇 県	津波到達中と推測	巨大
×× 県	10時30分	巨大
津波警報		
△△ 県	11時00分	高い
□□ 県	12時00分	高い

(巨大地震時の津波警報発表イメージ)



津波警報が発表されたら、
高い場所にすぐ避難！

 質問箱

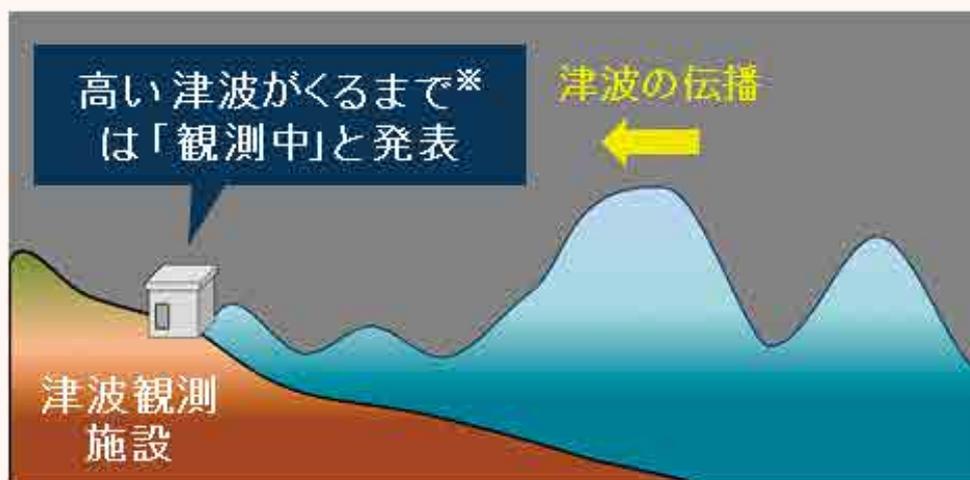
 津波の観測情報の「観測中」とは？

沖合や沿岸の津波観測施設で津波が観測された時には、その高さや時刻を観測情報として発表します。津波の観測情報は、津波が到達したという事実を伝える大切なものです。しかし、大きな津波が予想されているなかで、到達した津波の第1波の高さが「0.1m」であることを伝えることは、今回の津波が小さいという誤った安心感を与えてしまうおそれがあります。

こうしたことから、観測された津波が予想よりも十分に小さい場合は、数値を発表せず「観測中」と発表します。津波は繰り返し襲ってきて、あとから来る波の方が高い場合も多くあります。「観測中」と発表された時は、すでに津波が観測されているものの、これから高い津波がくる可能性があることを示しています。決して油断せず、安全な場所を離れないでください。



津波警報が発表されている
間は、避難を継続！

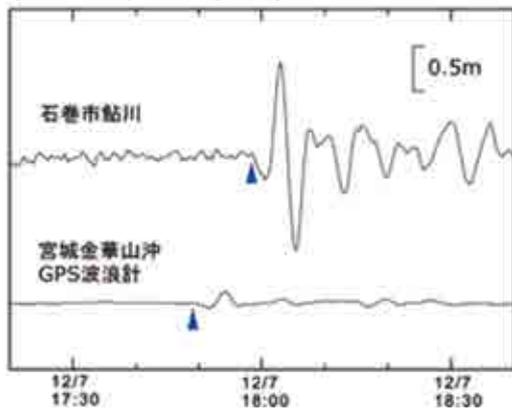


※基準を超える津波が観測された場合には、その観測値を数値で発表します。

質問箱

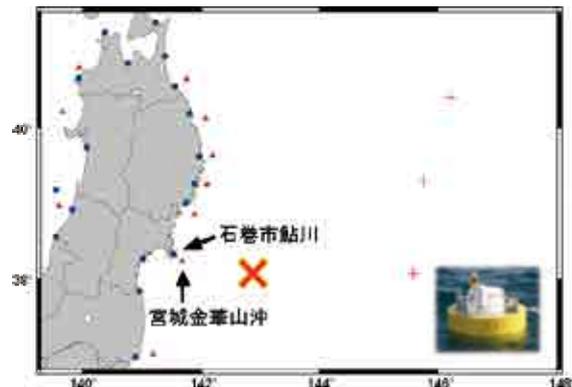
☉ 沖合で観測される津波はどんな特徴があるの？

沖合と沿岸で観測された津波波形
(2012年12月7日)



2012年12月7日に、宮城金華山沖GPS波浪計、及び石巻市鮎川津波観測計で観測された津波波形。▲は到達時刻を示す。沖合に設置されたGPS波浪計で、より早く観測されたことが分かる。

東北地方の津波観測網



12月7日時点の東北地方の津波観測網（●：沿岸の津波観測計、▲：GPS波浪計）と、その後運用を開始したブイ式海底津波計（+）。震源を×で示す。

平成24年12月7日17時18分頃、三陸沖でマグニチュード7.3の地震が発生し、津波が観測されました。左上の図はそのときの潮位波形です。当時、気象庁では、沿岸の津波観測計、20キロメートル程度までの沖合に設置されたGPS波浪計及びそれよりやや沖合に展開された水圧計を用いて津波を監視しており、このときは、沖合約10キロメートルにある宮城金華山沖GPS波浪計で17時49分に津波の到達を検知した後、17時53分に0.1メートルの高さの津波を観測しました。一方、沿岸の石巻市鮎川の津波観測点では、宮城金華山沖GPS波浪計より9分遅い17時58分に津波の到達を検知し、18時03分に98センチメートルの高さの津波を観測しました。

このように、沖合の津波観測地点では、いち早く津波の来襲をとらえることができます。気象庁は、沖合の観測点で津波を観測した場合、沖合での観測値や、推定される沿岸での津波の到達時刻・高さを発表するだけでなく、予想より高い津波が推定される場合の津波警報の更新に活用しています。

しかし、迅速な津波検知に有効な一方、注意しなければいけないこともあります。一般に、沖合での津波の高さの観測値は、沿岸における観測値より小さくなります。これは、津波には、沿岸に近づくにつれてその波高が増していく性質があるためです。そのため、沖合で観測された津波が小さいからといって安心してはいけません。もっと大きな津波が到達すると思って行動することが大切です。また、いち早く津波をとらえるとはいえ、沖合の津波観測地点から沿岸まで、津波はすぐにやってきます。沖合で津波が観測されるのを待たず、強い揺れや弱くても長い揺れを感じたり、津波警報等を見聞きしたりしたらすぐに避難を開始する必要があります。

なお、気象庁は、東北地方のさらに沖合に3基のブイ式海底津波計を設置し、運用を開始しました。右上にその配置図を示します。これにより、日本海溝付近で発生した津波をより迅速に検知できることが期待されます。

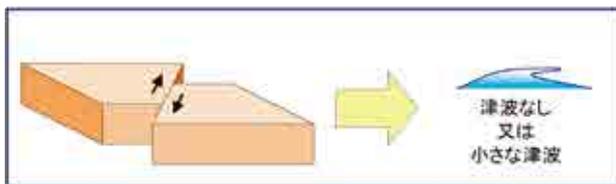
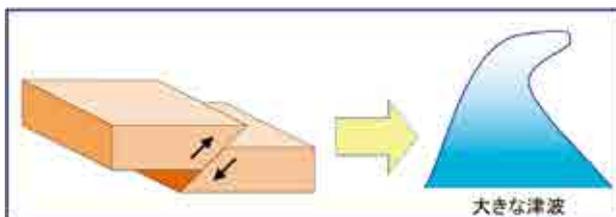

質問箱
津波警報が発表されても津波がこないことがあるのはなぜ？

気象庁では、地震が発生した時は地震の発生場所（震源）や地震の規模（マグニチュード）を即座に推定し、津波による災害の発生が予想される場合には、地震発生から約3分で津波警報や津波注意報を発表します。しかし、津波の高さを正確に予想するには、震源やマグニチュードだけでなく、地震による断層のずれの向きや断層の動いた領域などを解析する必要があり、地震発生後約3分ではこれらを解析することはできません。

例えば、震源とマグニチュードが同じ地震でも、海底の断層のずれの向きによって、発生する津波の大きさは異なってきます（右上図）。また、断層の動いた領域により津波の発生する場所が異なるため、各地に到達する津波の高さが異なってきます（右下図）。

このため、津波警報や津波注意報は、地震発生直後の限られたデータをもとに科学的にあり得る最大の危険度を伝える内容で発表します。その結果として、実際の津波より大きめの予測となる場合や津波が観測されない場合があります。

津波の来襲時には、津波を見てから避難を判断したのでは命を守れません。津波警報が発表された場合は、津波が来襲する可能性が高いこと、津波は目に見えてからでは避難が間に合わないことを十分理解して確実に避難行動をとることが重要です。津波警報が発表されたら必ず高台などへ避難し、津波注意報が発表されたら必ず海から上がって海岸から離れてください。

地震による断層のずれの向きと発生する津波の大きさ

津波の発生場所と各地に到達する津波の高さ


震源やマグニチュード（M）が同じでも、断層の動いた領域により津波の発生場所が異なるため、各地に到達する津波の高さが異なってくる。

コラム

📺 津波防災啓発ビデオ「津波からにげる」、「津波に備える」

東日本大震災では津波防災教育や津波からの一人ひとりの自主的な避難の重要性等が明らかになったことから、気象庁では、学校や自主防災組織等で津波警報や津波防災に関わる知識等を効果的に学べるよう、2種類の津波防災啓発ビデオ、「津波からにげる」（小学生向け）と「津波に備える」（中学生以上向け）を製作し、全国の小中学校及び高等学校やその他防災関係機関等へ配布しました。各地の気象台からの貸出も行っており、気象庁ホームページ（<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/public.html>）でも公開していますので、ぜひ学校や地域でご活用ください。

○「津波からにげる」（小学生向け、本編約17分）

本編は①東日本大震災における津波避難のアニメーション、②避難した先生と生徒のインタビュー、③津波の知識のクイズ、④地域の防災マップの作成、の4つのパートに分かれており、津波から自ら判断して避難すること、日頃から備えておくことの大切さを子供でも飽きずに分かりやすく学べると同時に、津波避難に大切な知識もしっかり学ぶことができます。さらに、授業等で活用しやすいよう、ビデオ視聴後に内容を振り返ったり知識を補うハンドブックや、クイズの内容などを詳しく説明した先生方向けの解説ビデオも作成しました。資料集（約43分）には、津波の実験映像、避難訓練の映像、津波に関する石碑や過去の被害映像等が収められており、必要に応じてさらに知識等を補うことが出来ます。小学校だけでなく中学校、高等学校等でも活用いただいています。

○「津波に備える」（中学生以上向け、本編約19分）

本編は前半で津波発生のしくみや特徴を理解することで津波に備え、後半は津波からどのように避難するかを知って備えるという構成です。津波の特徴を知るパートでは、津波はなぜ恐ろしい破壊力を持つのか、なぜ後から高い波が襲って来ることがあるのかなどをCGやシミュレーション映像等によりわかりやすく理解することで、命を守るためには津波から迅速に避難する必要があることを学びます。避難の方法を知るパートでは、強い揺れでは津波警報をまたずに避難が必要なこと、弱くても長くゆっくり揺れた場合は大きな津波が襲う可能性があることなどを、体験者のインタビューなどでより身近に感じながら理解できます。資料集（約30分）に収められた、新しい津波警報の内容解説、地域での津波防災の取り組み、避難の際におちいりやすい心理の解説などは、防災に関する取り組みの助けとなります。学校だけでなく、地域で防災活動に取り組む方々にも有効に活用していただける資料です。

津波防災啓発ビデオ「津波からにげる」の1シーン



○学校でのビデオの活用

配布されたビデオを活用した防災授業や防災訓練等の取り組みも全国で行われています。

三重県では平成24年度に教育委員会と気象台が連携した学校防災教育への支援の一環として、気象台職員や県の担当者による防災に関する授業が行われました。海の近くの小学校では、ビデオ鑑賞後の問いかけにも積極的に手を挙げ、津波の実験映像に驚きの声を上げるなど、活発な授業が行われました。

三重県多気郡明和町立大淀小学校での津波防災授業



(2) 長周期地震動に関する情報の発表に向けて

巨大地震に伴って発生する長周期地震動により、周期数秒から十数秒の固有周期を有する高層ビルや、石油タンク、長大橋梁等の長大構造物等において大きな揺れが生じると懸念されています。「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」では、大都市圏に立地する高層ビル内で、什器等が転倒・移動するといった被害が発生しました。

気象庁は、地震発生後直ちに震度に関する情報を発表していますが、震度は周期数秒以下の地震動を処理して用いているため、長大構造物内の揺れの大きさや被害の程度を表現出来ない、という課題があります。長大構造物を有する地域における人的・物的被害の早期把握や、迅速かつ的確な災害応急体制の確立等を支援するためには、観測された地震動から長大構造物における揺れの状況を迅速に分析し、被害発生の可能性等について評価し、一般の方や防災関係機関に揺れの大きさや特徴等を分かりやすい情報として発表することが有効であると考えられます。

このため気象庁は、平成23年度、有識者や防災関係機関等からなる「長周期地震動に関する情報のあり方検討会」を開催し、長周期地震動に関する情報の役割や内容の基本的な考え方等についての検討を行い、平成24年4月報告書を取りまとめました。

さらに平成24年度には、「長周期地震動に関する情報検討会」を開催して情報の内容について具体的な検討を行い、平成25年3月より長周期地震動に関する観測情報を気象庁HP上で試行的に発表しています。この情報では、長周期地震動が観測された地域や、観測点毎の長周期地震動の揺れの大きさ、波形データ等の詳細な情報をお知らせしています。

長周期地震動に関する情報 (気象庁HP)

地震情報(震源に関する情報) 2012年11月24日 18時03分 気象庁発表
24日 17時59分ごろ地震がありました。
震源地は、千葉県北西部(北緯35.6度、東経140.1度)で、震源の深さは約80.0km、地震の規模(マグニチュード)は4.9と推定されます。

【長周期地震動が観測された地域】
東京都23区 東京都多摩西部 神奈川県東部 埼玉県北部 埼玉県南部 大阪府北部 渡島地方西部
岩手県沿岸南部 宮城県中部 福島県中通り 島根県東部

【観測地点】 地点名:酒田市亀ヶ崎 地域名:山形県庄内 観測時間 2012.12.07 17:19:10~17:24:10	【最大震度】 1	【長周期地震動に関する情報】							
		周期	1秒台	2秒台	3秒台	4秒台	5秒台	6秒台	7秒台
		レベル	2	2	2	1	1	1	1

長周期地震動の観測された地域(上図)と観測点毎の揺れの大きさ(下図)

 質問箱

 長周期地震動はどんな場合に観測されるの？

東京都内の高層ビル内の状況(2011年3月11日)



「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」で、東京都内の高層ビルで長周期地震動による大きな揺れを観測

苫小牧市内の石油タンク火災(2003年9月26日)



「平成15年(2003年)十勝沖地震」で、苫小牧市内で長周期地震動による石油タンクの火災が発生

地震が発生すると様々な周期を持つ揺れ(地震動)が発生します。長周期地震動は、数秒から十数秒でゆっくり繰り返す長い周期の地震動のことで、マグニチュードが大きい地震ほど長周期の波を強く出します。長周期地震動は、短い周期の波に比べて減衰しにくいいため、遠くまで伝わる性質があり、大都市の平野を厚く覆っている柔らかい堆積層において、長周期地震動は増幅され、大きくて長時間続く揺れを作り出します。

東京、大阪、名古屋等の大都市には、長周期地震動の影響を受ける高層ビルや石油タンク、長大橋梁等の長大構造物が多く立地しています。特に近年、大都市圏を中心に住居の高層化が進み、高層ビルに関係する人は年々増加しています。高層ビルは、長周期の揺れに共振しやすい固有周期(揺れやすい周期)を持つため、ビルが大きく長時間揺れます。

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」では、長周期地震動により首都圏の高層ビルで、大きく長時間揺れ続け、家具や什器が転倒・移動したり、エレベータの障害が発生しました。また、震源から遠く離れた大阪市内の高層ビルでも長周期地震動による大きな揺れが発生し、エレベータの停止や閉じ込め、内装材等の破損が生じました。また、「平成15年(2003年)十勝沖地震」では、震央から約250キロメートル離れた苫小牧市内で長周期地震動による石油タンクの火災が発生する等、長周期地震動特有の被害が発生しています。

トピックス7 火山に関する情報の高度化と防災対応

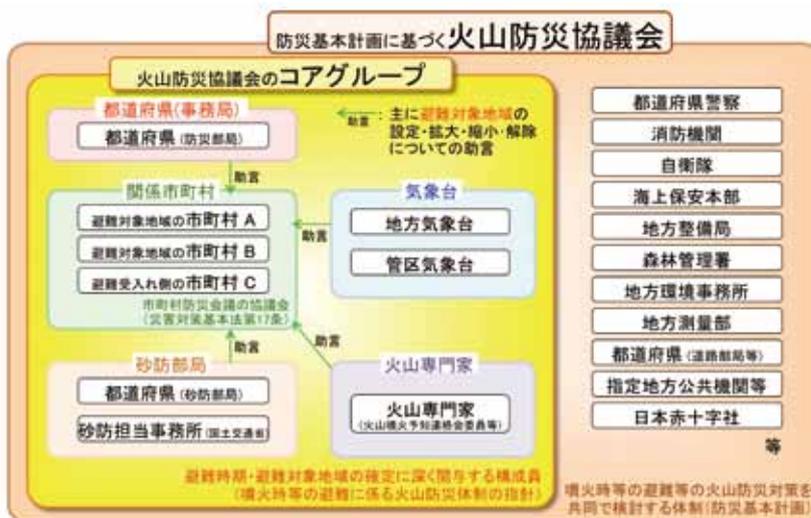
(1) 火山災害の軽減のため

平成 23 年～ 24 年にかけて、中央防災会議（会長：内閣総理大臣）において、防災基本計画（火山災害対策編）が大幅に改定され、噴火時や噴火の前兆現象が現れた場合の噴火警報（噴火警戒レベル）に応じた避難勧告や入山規制等の防災対応は、「火山防災協議会」（都道府県、市町村、気象台、砂防部局、火山専門家等で構成）において共同で策定する避難計画に基づき実施することと明確に定められました。

これを受けて気象庁では、各火山の地元の気象台から関係機関に働きかけて火山防災協議会の設置や開催を推進し、火山災害から登山者や住民の生命を守るための取組み（噴火シナリオ、火山ハザードマップ、噴火警戒レベル、避難計画、防災マップ、防災訓練等の作成や実施）を火山防災協議会の場で地元関係機関と共同で進めています。

具体的な動きとして、富士山では、平常時から噴火時の避難計画等を策定することを目的として、山梨県、静岡県、神奈川県 の 3 県と周辺市町村、国の機関、火山専門家等の 58 機関（気象庁本庁、東京管区気象台、甲府・静岡・横浜地方気象台を含む。）が参加し、平成 24 年（2012 年）6 月 8 日に「富士山火山防災対策協議会」を設立しました。設立に当たっては、同協議会が防災基本計画に基づく避難の共同検討体制として十分に機能するように、桜島の火山防災協議会の特徴である、以下の 4 つの条件を満たした規約が合意されています。

火山防災協議会とコアグループ



桜島の火山防災協議会（桜島爆発災害対策連絡会議）の4つの特徴

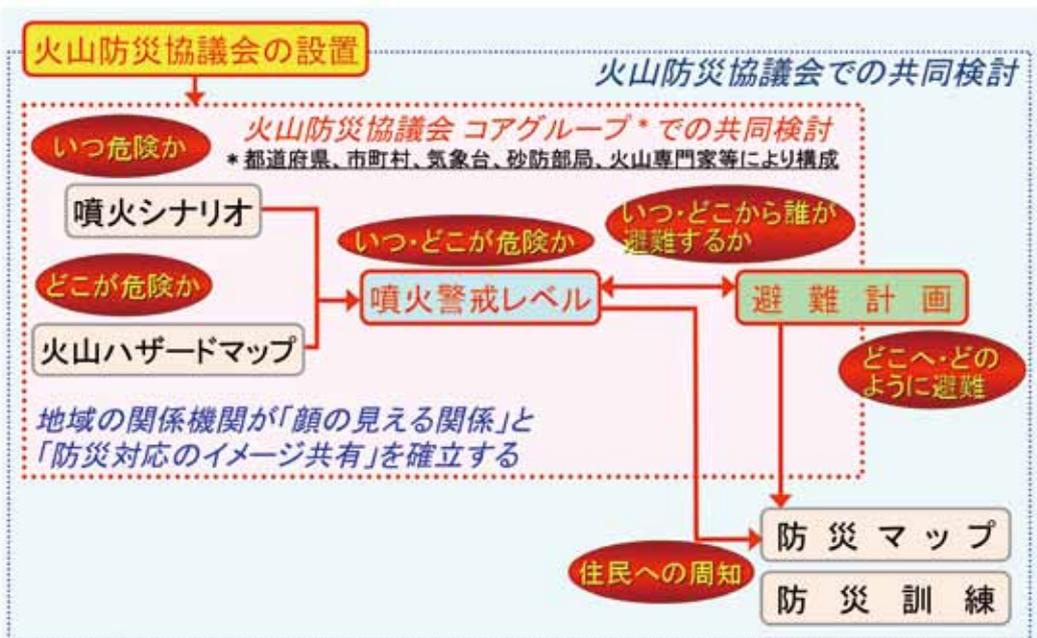
- 火山防災協議会が「県の地域防災計画」（災害対策基本法第 40 条）に基づき、設置されている。
- 火山防災協議会が、市町村長に対して「避難対象地域を助言」する役割を担っている。
- 避難時期・避難対象地域の技術的な検討を行う「コアグループ会議」が設置されている。
- コアグループ会議に「火山専門家」が正式な構成員として参画している。

富士山の噴火時に想定される火山現象の及ぶ範囲は複数の市町村にまたがっており、段階的な避難計画を、共同で検討しています。避難計画策定後、3 県合同の避難訓練が実施される予定です。

さらに、平成 25 年（2013 年）1 月 16 日には、新潟焼山（新潟県の糸魚川市と妙高市にまたがり、長野県の小谷村にも危険を及ぼす火山）の噴火時の避難計画を検討する「新潟焼山火山防災協議会」が、新潟・長野両県のもとで設置されました。富士山と同じく、桜島の火山防災協議会の 4 つの特徴も取り入れられています。さらには同協議会の下部組織としてコアグループ会議のほか「避難計画検討ワーキンググループ会議」と「緊急調査・緊急対応ワーキンググループ会議」の 2 つの会議が設置され、防

災・砂防関係機関の緊密な連携のもと、ソフトとハードのバランスのとれた火山防災対策を共同で推進する体制がとられています。

火山防災協議会でのこうした共同検討は、地域の関係者の間



で「顔の見える関係」（相手が決めることについてもお互いに意見を言い合える信頼関係）と「防災対応のイメージ共有」（噴火警戒レベルに応じた具体的な防災対応についての認識の共有）を確立することにつながり、噴火時等には関係機関が、組織を越えたチームワークを発揮して防災対応をとることが可能となります。

コラム

📌 新潟焼山火山防災協議会のこれから



新潟県防災局防災企画課
長尾政策企画員

新潟焼山では、平成23年（2011年）3月から噴火警戒レベルの運用が開始され、噴火時の入山規制や避難等の防災対策の骨格が整いました。また、防災基本計画の改定を受けた県地域防災計画に基づく火山防災協議会についても、市町村、国の機関、専門家及び関係機関等の協力を得て平成25年1月に発足し、総合的な火山防災対策検討のための器ができたところ です。

引き続き、火山防災協議会として専門家の先生方も含めた構成員が「顔の見える関係」を構築し、火砕流や泥流などの火山災害から住民の生命を守るための実践的な避難計画等の策定や合同訓練の実施に向け、共同で取り組んでいきたいと考えています。

(2) 桜島大正噴火から 100 年

○はじめに

桜島は南九州の始良（あいら）カルデラ（南北 17km、東西 23km）の南縁部に位置する安山岩～デイサイトの成層火山で、北岳、中岳、南岳の3峰と側火山からなり、人口が密集する鹿児島市の市街地に近接しています。歴史時代に、「天平宝字」、「文明」、「安永」、「大正」の4大噴火が発生しています。これらの大噴火はすべて山腹噴火で、火山灰の噴出から噴火が始まり、火砕流の発生、多量の溶岩の流出と推移しました。このうち、大正3年（1914年）の大正噴火は、我が国が20世紀に経験した最大の火山噴火で、来年（平成26年）1月には100周年を迎えます。

○大正大噴火

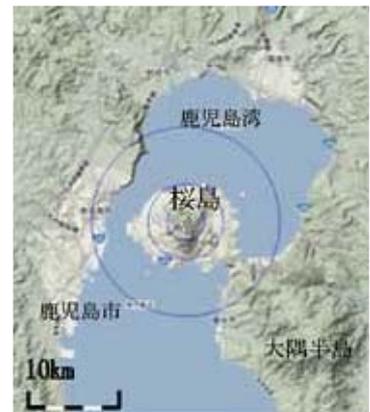
大正3年（1914年）1月12日10時5分西山腹で、同15分には東山腹で激しい噴火が始まり、13日20時14分には西山腹で火砕流が発生して西桜島の集落は焼失しました。その後、西山腹と東山腹から溶岩流出が始まり、東山腹からの溶岩流は瀬戸海峡を埋め、1月末頃大隅半島に達し、当時鹿児島湾に浮かぶ火山島であった桜島は大隅半島と陸続きになりました。噴火開始から約8時間後の12日18時29分にはマグニチュード7.1の大きな地震が発生し、鹿児島市街地では家屋の倒壊等の大きな被害がありました。噴火による降灰は東北地方の仙台まで達しました。この噴火による犠牲者は58名（うち地震による犠牲者は29名）でした。

この噴火の前年には、周辺の地震活動の活発化が見られ、また、噴火の1～2ヶ月前から桜島島内でも井戸水の水位低下や噴火の数日前からは体に感じる地震が多発しました。村役場は鹿児島測候所（現・鹿児島地方气象台）に噴火の有無を問い合わせました。しかし、当時の測候所には旧式の機械式地震計が1台しかなく、地震活動の詳細を把握することができず、井戸水等の異常現象は伝わっていませんでしたので、「噴火なし」という返答がなされました。大部分の住民は自らの判断で避難しましたが、測候所の言を信用した一部の人たちが逃げ遅れる事態を招き、その経緯は、東桜島小学校の「桜島爆発記念碑」に残されています。

○火山観測・噴火予知研究の進歩

大正噴火以降桜島は20年間沈黙を保っていましたが、昭和10年（1935年）頃から南岳山頂で小規模な噴火が間欠的に発生するようになり、昭和14年南岳東南東中腹（昭和火口生成）から噴火が始まり、昭和21年に昭和火口から溶岩を流出する噴火が発生しました（昭和噴火）。鹿児島測候所は、昭和3年に当時最新式の地震計（ウィーヘルト地震計）を設置、昭和14年の噴火において、直ちに現地調査を行っています。昭和30年には南岳山頂で噴火が発生し、鹿児島地方气象台では高感度地震計による監視体制が強化され、昭和35年には京都大学が桜島火山観測所（現防災研究所附属火山活動研究センタ

桜島周辺の地図



鹿児島市城山から見た噴火開始25分後の噴煙（鹿児島県立博物館所蔵）

一) を設置、我が国をリードする火山監視・観測研究が行われるようになりました。

昭和 47 年 (1972 年) 10 月 2 日に発生した規模の大きな噴火を契機として火山活動が激化し、1974 年～1992 年まで毎年 500 万～2,000 万トンの多量の火山灰が放出されるようになり、農作物等への被害、交通障害、土石流による被害が頻発するようになりました。昭和 48 年「活動火山対策特別措置法」が制定され、国としての火山災害対策の取組みが始まりました。翌年には、「火山噴火予知計画」(文部省測地学審議会建議) も始まり、大学関係の観測体制も強化され、1970 年代末には桜島で発生する爆発地震や火山性地震・微動の発生メカニズムや噴火予知の研究が進展しました。1980 年代半ばからは、観測坑道や観測井による地殻変動の観測から、山頂噴火の直前に微小な地盤の隆起・膨張を捕捉することに成功しました。水準測量など始良カルデラの広域の地殻変動、噴火直前の微小な地殻変動などの研究が継続的に実施され、また、火山体地下の構造探査により、桜島・始良カルデラのマグマ溜まりやマグマの移動経路など地下構造とマグマ供給系と噴火に至る火山活動のプロセスが次第に明らかになりました。

○近年の桜島の火山防災体制

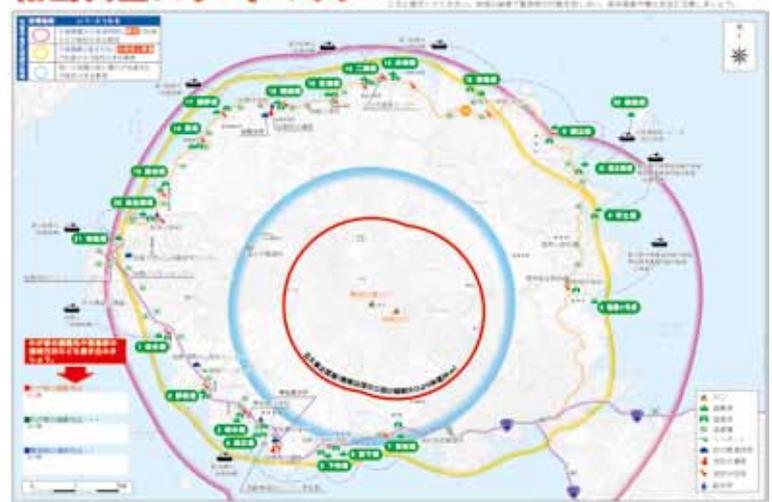
桜島南岳の噴火活動は 1980 年代にピークを迎え、噴出物(大きな噴石、火山れき、火山灰、火山ガス)や爆発時の空振、二次災害としての土石流により各方面に被害を及ぼしました。21 世紀に入ってから火山活動はやや低調になってきていましたが、平成 18 年(2006 年)6 月に昭和火口からの噴火が始まり、2008 年からは爆発的噴火を頻繁に繰り返すようになりました。2008 年～2012 年の爆発回数は約 4,300 回に達しています。

平成 9 年(1997 年)、鹿児島県は、地域防災計画を見直し、警戒区域の設定や住民への避難勧告等について関係自治体に対して助言を行うことを目的として、県、関係市町村、鹿児島地方气象台、大隅河川国道事務所、京都大学等の関係機関で構成される火山防災協議会「桜島爆発災害対策連絡会議」を設置しました。平成 18 年(2006 年)6 月の昭和火口の噴火では、火山防災協議会の助言に基づき、南岳山頂火口及び昭和火口から 2km 以内の範囲についても立入禁止とする措置がなされました。平成 19 年(2007 年)12 月から気象庁の噴火警戒レベルの運用開始(噴火警報の発表開始)に際しても、火山防災協議会における共同検討を通じて、噴火警戒レベルに応じた段階的な「警戒が必要な範囲」と「とるべき防災対応」が県・市町村の「地域防災計画」に定められています。また、火山防災マップが整備・配付され、大正噴火が発生した 1 月 12 日には毎年避難計画に基づく総合防災訓練が行われています。こうした火山防災協議会の活動は、全国の火山防災協議会のお手本となるものとされています。

来年、大正噴火から 100 年を迎える桜島は、火山観測・監視、調査研究の推進と火山防災体制の充実の両面で、世界をリードする存在と言えます。

桜島の火山防災マップ

桜島火山ハザードマップ



トピックス8 異常気象・地球温暖化と気象庁の対応

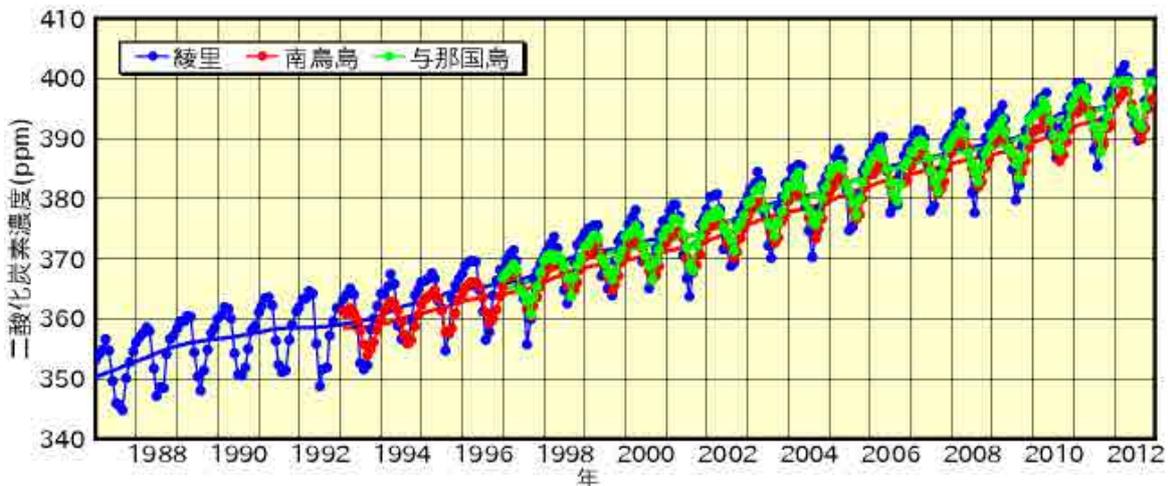
(1) 地球温暖化の進行

①国内で400ppmを超える二酸化炭素濃度を記録

気象庁の二酸化炭素観測地点(岩手県大船渡市綾里、東京都小笠原村南鳥島、沖縄県八重山郡与那国島)のうち、綾里では平成24年(2012年)3月の月平均値(速報値)が、401.2ppmとなり、昭和62年(1987年)の観測開始以降初めて400ppmを超える値を記録しました。

二酸化炭素は地球温暖化に及ぼす影響がもっとも大きな温室効果ガスです。人間活動に伴う化石燃料の消費、セメント生産、森林破壊など土地利用の変化により、大気中の二酸化炭素濃度は増加し続けています。

綾里、南鳥島、与那国島における大気中二酸化炭素月平均濃度の経年変化 (ppm: 100万分之一)

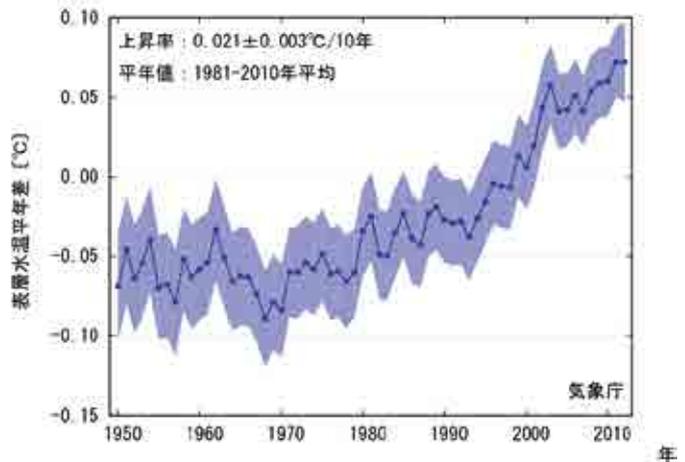


(青) 綾里の経年変化、(赤) 南鳥島の経年変化、(緑) 与那国島の経年変化

②海洋内部の水温の長期変化傾向

気候変動に伴って増加した熱の多くは海洋に蓄積されています。このため、地球温暖化の実態を把握するためには海洋内部の水温の変化を知ることが必要です。過去50年以上の世界中の観測データをもとに解析したところ、海面から深さ700メートルまでの平均水温は過去50年以上にわたって上昇していることが分かりました。海洋内部の水温上昇に伴って、海面水位の上昇も懸念されます。この地球温暖化に伴う海洋内部の水温の長期変化傾向について、詳しくは1部1章3節(3)のコラムを参照ください。

海洋内部の水温の長期変化傾向



海面から深さ700メートルまで平均した表層水温年差。年平均年差を実線、解析値の95%信頼区間を陰影で示します。平年値は1981年から2010年の30年平均値です。上昇率の±は95%の信頼区間を表します。

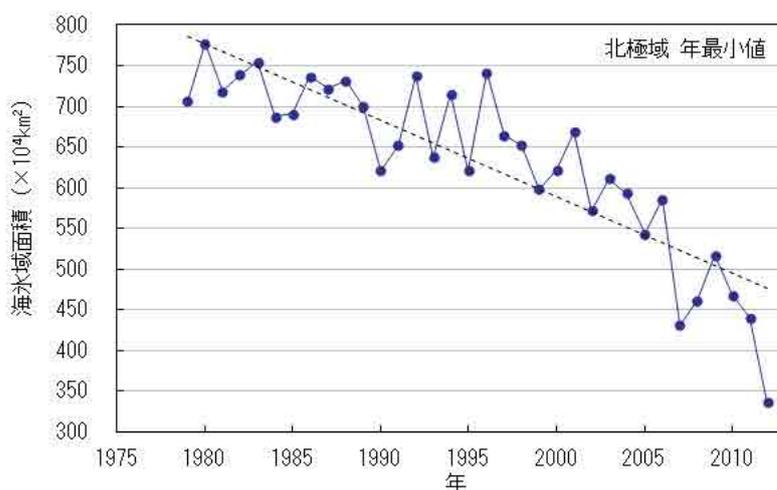
③北極域の2012年夏季の海氷域面積が観測史上最小を記録

気象庁では、気候を監視するために、1978年から人工衛星のデータを利用して、北極域や南極域の海氷の監視を続けています。

2012年夏季は、北極域の海氷域面積が観測史上最も小さくなりました。北極域の海氷域面積は、例年9月頃極小となります。春から夏にかけて海氷が解けて海氷域面積が減ってゆき、例年8月に入ると海氷域面積の減少速度が鈍りますが、2012年8月は月を通じて海氷域面積の急速な減少が続きました。8月19日に、これまでの最小だった2007年の記録(431万平方キロメートル)を下回り、9月15日には海氷域面積は観測史上最小の336万平方キロメートルとなりました。

北極域の海氷域面積は長期的に減少しています。特に夏季の海氷域面積の減少が顕著で、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)は、第4次評価報告書で地球温暖化との関連を指摘しています。2012年夏季の顕著な海氷減少は、こうした長期的な海氷域面積の減少に加え、海氷域面積を減少させる気象条件が重なった結果と考えられます。

北極域の海氷域面積の年最小値の経年変化



青色の折れ線は、北極域の海氷域面積の年最小値の経年変化、破線は変化傾向を示す。

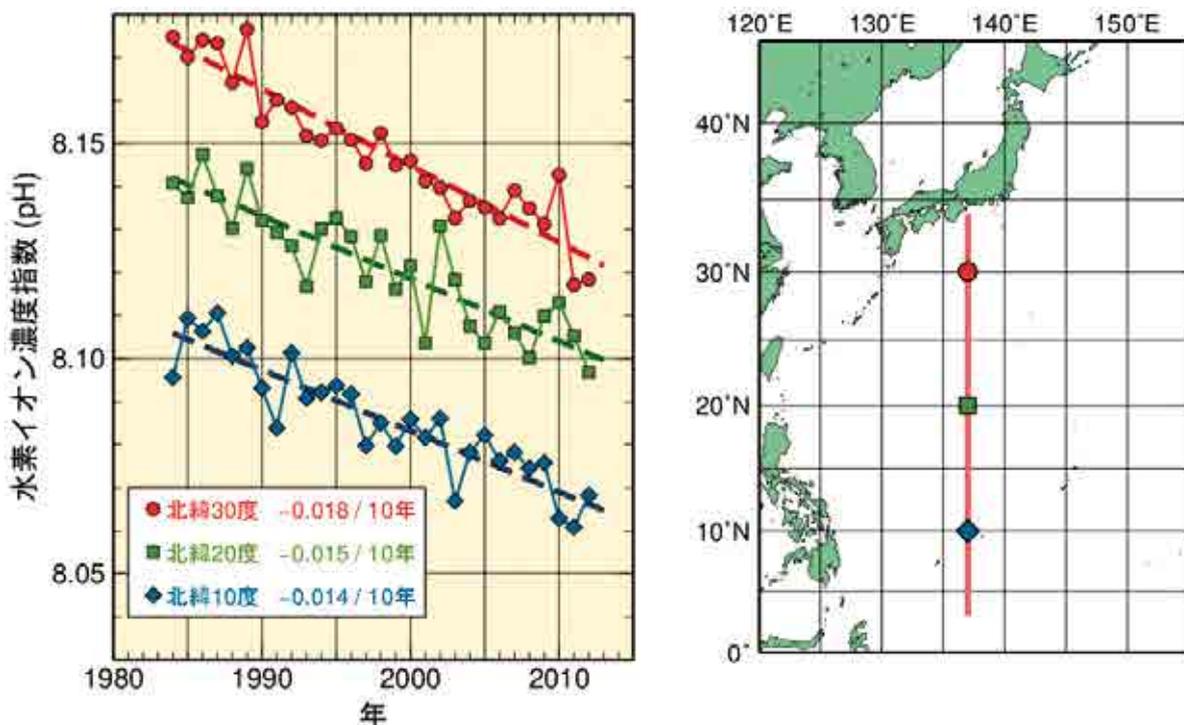
(2) 北西太平洋における海洋酸性化

海洋は、人間活動により排出された二酸化炭素の約3分の1を吸収することにより、大気中の二酸化炭素濃度の増加を抑制し、地球温暖化の進行を緩和しています。しかしながら、海洋に蓄積された二酸化炭素が増えつづけることにより、海洋が酸性化（水素イオン濃度指数（pH）が低下）している可能性が指摘され、近年注目されています。海洋酸性化が進行すると、海洋の二酸化炭素吸収能力が低下し、大気中に残る二酸化炭素の割合が増えるため、地球温暖化を加速する可能性があります。また海洋酸性化の進行は、プランクトンやサンゴ等の成長を阻害して海洋の生態系に大きな影響を与える可能性があり、水産業や、サンゴ礁等に依存する観光産業に打撃を与えるなど、経済活動への影響も懸念されます。

気象庁では地球温暖化や海洋酸性化の状況を把握すべく、北西太平洋を対象に長期にわたり継続して海洋気象観測船による海洋観測を実施しています。その観測データをもとに、北西太平洋海域（東経137度線上の北緯3度～34度）の表面海水中における海洋酸性化の状況について解析を行いました（下図）。その結果、東経137度線に沿った海域では、観測を行っているすべての緯度帯においてpHが10年あたり約0.02低下し、海洋酸性化が進行していることが分かりました。

今回の解析結果をもとに、気象庁は、平成24年（2012年）11月に国内で初めて海洋酸性化に関する定期的な情報の提供を開始しました。この情報は、水温や海流などの海況情報や、地球温暖化に関わる海洋の長期変動についての情報などとともに、ホームページ「海洋の健康診断表」（<http://www.data.kishou.go.jp/kaiyou/shindan/index.html>）を通じて公開しています。

北西太平洋における表面海水中の海洋酸性化の状況



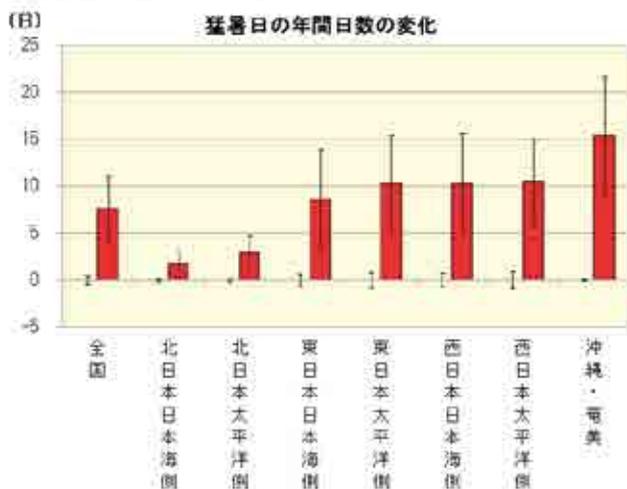
東経137度線の北緯10,20,30度における表面海水中の水素イオン濃度指数（pH）の長期変化（左図）と、解析対象海域（右図）。図中の数字は10年あたりのpHの変化率。pHの数値が低くなるほど、「海洋酸性化」が進行していることを示す。

(3) 日本付近の詳細な地球温暖化予測を公表

大気中の温室効果ガス濃度の増加に伴って、世界規模での気温や海水温の上昇、降水量の変化が予測されています。地球温暖化による影響の評価や対策について検討するための基礎となる資料として、国や地域規模で見た詳細な気候変化予測が必要です。気象庁は、地球温暖化が進行した将来における我が国の気候変化について、日本列島の複雑な地形の影響等を考慮した気候モデルで新たに予測し、その結果をとりまとめて「地球温暖化予測情報第8巻」として公表しました。

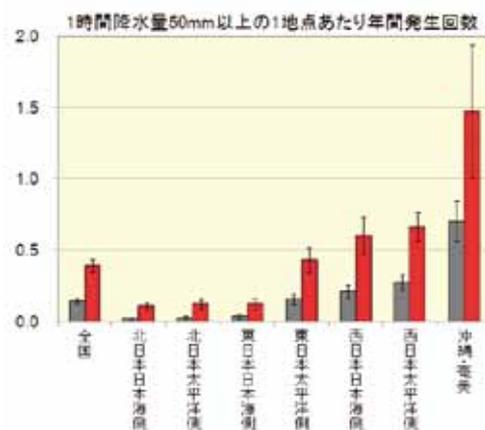
今回実施した予測では、平均気温や年降水量等の変化だけでなく、極端な高温や大雨の変化についても分析しています。例えば、21世紀の末頃には、猛暑日(日最高気温が35℃以上の日)の日数は、東日本から西日本にかけての地域平均で年間10日程度増加すると予測されています。また、1時間降水量が50ミリ以上の短時間強雨の発生回数は、全国的に増加すると予測されています。

猛暑日の日数の変化予測



赤い棒グラフは地域別に平均した年間の猛暑日数の変化予測、黒い縦棒は年々の変動幅の目安を示しています。気候モデルによる21世紀末頃の気候予測実験と20世紀末の気候再現実験の結果を比較したものです。なお、猛暑日数は、地点ごとの値の違いが大きいため、この図では20世紀末と21世紀末の猛暑日数そのものではなく、「差」の地域平均を表示しています。

1時間降水量50ミリ以上の発生回数の変化予測



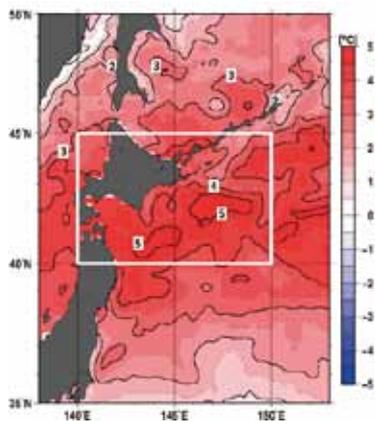
棒グラフは地域別に積算した1時間降水量50ミリ以上の年間の発生回数を1地点あたりに換算したもので、灰色が20世紀末の気候再現実験、赤色が21世紀末頃の気候予測実験の結果、黒い縦棒は年々の変動幅の目安を示しています。

(4) 平成 24 年 9 月における北日本の気温・海面水温について

平成 24 年 (2012 年) は、8 月後半から 9 月にかけて北・東日本を中心に気温の高い状態が続き、厳しい残暑となりました。特に北日本では、9 月の月平均気温が 1946 年以降のこれまでの記録を大幅に上回る記録的な高温となりました (平年差 +3.7℃、これまでの記録は 1961 年の +1.8℃)。この厳しい残暑は、日本の東海上で太平洋高気圧の勢力が非常に強かったことが原因と考えられます。

北海道周辺海域の海面水温も、9 月に、昭和 60 年 (1985 年) 以降の統計で過去最高を記録しました。平年では北海道周辺海域の海面水温は 8 月に最も高くなり、これまでの最高記録も平成 11 年 (1999 年) の 8 月でした。平成 24 年は、海面水温が平年では下がり始める 9 月になっても上昇を続けました。

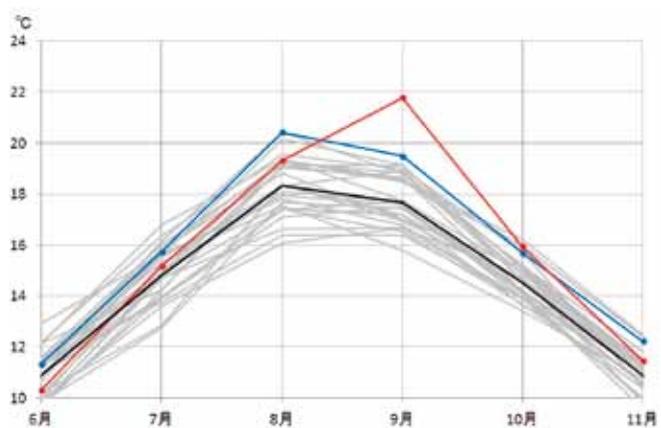
平成 24 年 9 月の海面水温平年差の分布



北海道周辺海域 (白枠) では、ほぼ全域で海面水温が平年より 3℃以上高くなっていました。

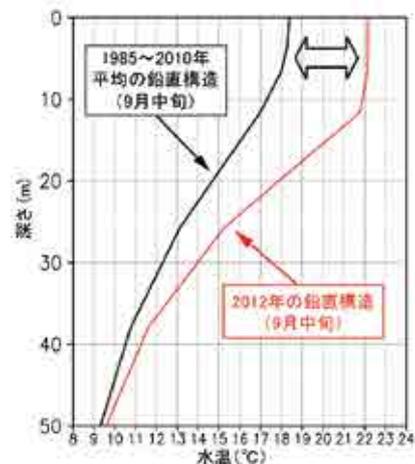
この高い海面水温にも太平洋高気圧が影響しました。海面水温の上昇の原因としては、日本の東海上で太平洋高気圧の勢力が強くなり、平年より海上で風が弱く下層の冷たい海水との混合が少なくなり、日照による熱が海面から深さ十数メートル付近までの海水に蓄積されたことが考えられます。

北海道周辺海域の 6 月から 11 月の海面水温の推移



昭和 60 年から平成 24 年の年毎の時系列。赤線が平成 24 年、青線が平成 11 年、灰線がそれ以外の年、黒線が平年の値をそれぞれ示しています。

北海道周辺海域における海水温の鉛直構造



北海道周辺海域における 9 月中旬の海水温の鉛直構造です。赤線は平成 24 年 (2012 年)、黒線は長期平均 (昭和 60 年～平成 22 年 (1985～2010 年) の平均値) の鉛直構造をそれぞれ示しています。海水温が平均より特に高い範囲 (図中の⇔) は海面から十数メートルに限られており、深さ 50 メートルでは平均との違いは小さくなっています。この範囲に熱が蓄積されていたことを示しています。

トピックス9 地磁気観測所100周年

柿岡において地磁気観測が開始されてから平成25年(2013年)1月でちょうど100周年を迎えました。地磁気観測所は磁気嵐(地磁気の乱れ)の観測情報を公式に発表する機関です。

第1回国際極年観測を契機に明治16年(1883年)日本における地磁気の定常観測が東京市赤坂(当時)で始められ、その後、気象庁の前身である中央気象台(旧本丸北桔橋門)に引き継がれました。明治末期になると東京で市内電車の拡張が次第に進み、地磁気の観測に影響を受けるようになりました。そのため移転計画が持ち上がり、いくつかの候補地の中から現在の茨城県石岡市柿岡が移転地として選ばれました。大正元年(1912年)12月に観測施設が完成し、大正2年(1913年)1月に観測が始められました。このころは東京から係官が柿岡に出張して観測し、結果を東京に持ち帰っていました。

柿岡が地磁気観測の本拠地となったのは、大正12年(1923年)の関東大震災での被災を契機に、大正13年～14年(1924年～1925年)に庁舎・観測室などを新設・拡充してからです。その後、国際地球観測年(昭和32年～33年(1957年～1958年))などの国際協力事業にも参加、観測内容も地磁気の他に、地電流、空中電気、地震・火山噴火予知研究のための観測を加えて拡充してきました。昭和38年(1963年)に国際科学会議の活動として、磁気嵐の強さを表す国際的な指標であるDst指数(Storm-time Disturbance)の発表が始まりました。柿岡は、Dst指数の算出に必要な観測を行う世界4か所の観測点の一つとして、重要な役割を担うようになりました。その後も観測測器や処理装置の進展に伴いデータのデジタル化、高精度・高分解能化が進められ、平成4年(1992年)には準リアルタイムで国際的な地磁気データ交換をおこなうインターマグネットの認定観測所となりました。

地磁気の観測は社会生活に付随する電磁ノイズに弱く、世界の多くの観測所が中断や移転してきた中で、100年間にわたり高精度で安定した観測を継続してきたことは国際的に高い評価を得ています。また、得られた観測データは太陽惑星空間から地球内部まで様々な分野において数秒から数十万年に及ぶ地磁気変動に関わる諸現象の研究に役立てられてきました。今後も地磁気観測所は地球電磁気学的手法により地球環境の変動監視を継続し防災情報として磁気嵐速報を発信するとともに、高精度で安定した地磁気観測データにより地磁気変動の解明に寄与していきます。

大正14年(1925年)に建てられた本館



大正14年(1925年)に建てられた本館(第一庁舎)で現在も使用しています。

1930年代に使用されていた絶対観測用測器



左:シュミット型磁気儀、右:アスカニヤ・シュミット型アースインダクタンス