

特集 1 平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震

1 地震・津波の概要

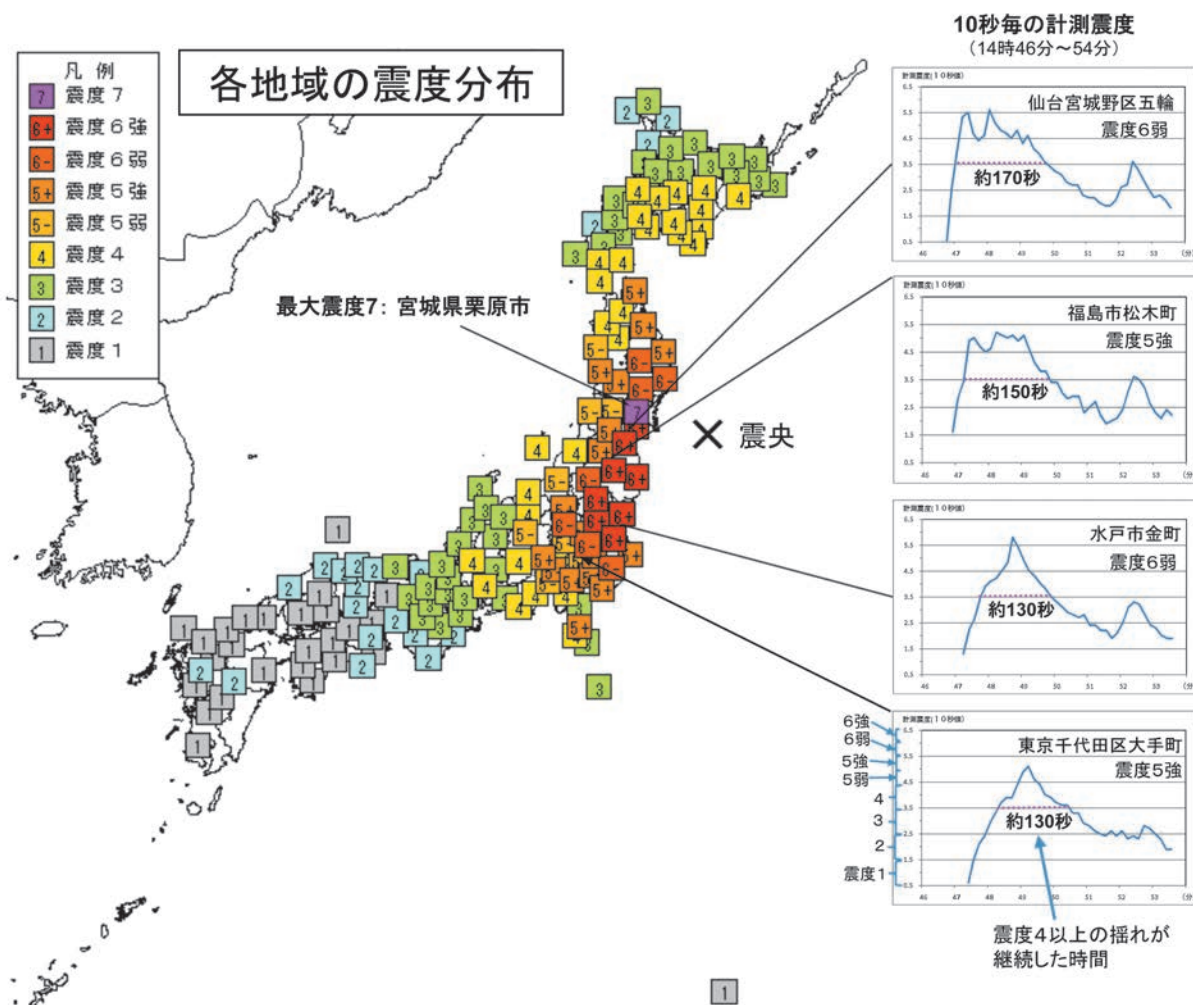
(1) 概要

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、三陸沖を震源とするマグニチュード 9.0 の地震が発生し、宮城県栗原市で震度 7、宮城県、福島県、茨城県、栃木県の 4 県 37 市町村で震度 6 強を観測したほか、東日本を中心に北海道から九州地方にかけての広い範囲で震度 6 弱～1 を観測しました。国内観測史上最大の地震であり、世界的に見ても 1900 年以降に発生した地震のなかで 4 番目に大きな地震となりました。

この地震(津波及び余震を含む)により、死者 16,019 人、行方不明 3,805 人、全壊家屋 118,621 棟などの甚大な被害を生じました(10 月 11 日現在、総務省消防庁による)。

気象庁はこの地震を「平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震」(英語名: The 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake) と命名しました。

「平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震」マグニチュード 9.0(国内観測史上最大)



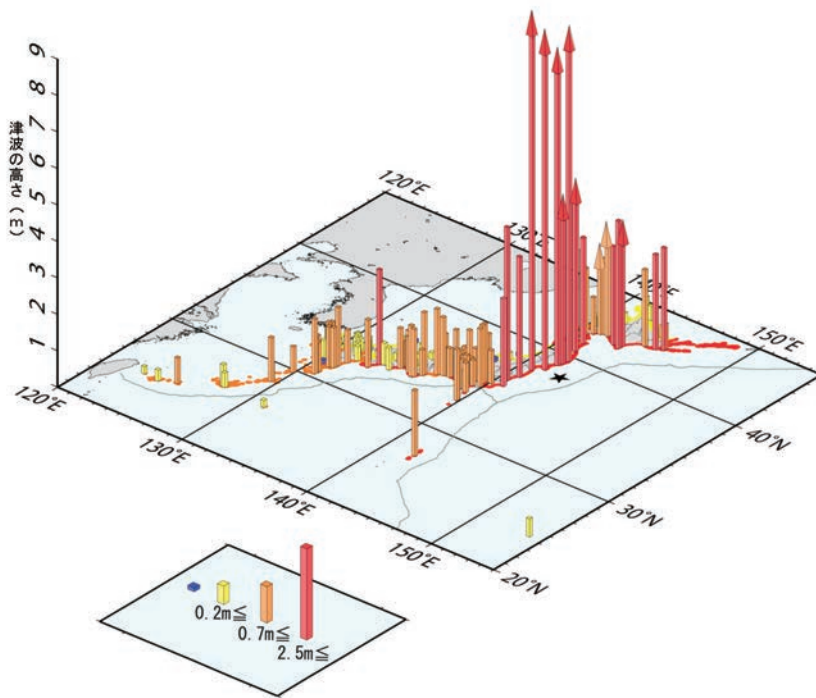
今回の地震は、マグニチュード 9.0 と規模が非常に大きかったため、断層も 3 分程度の長い時間をかけてずれ動いたと考えられます。このため、各地で地震の揺れは長く続きました。例えば、震度 4 以上に相当する揺れが仙台市では約 170 秒、福島市では約 150 秒、水戸市では約 130 秒、東京千代田区では約 130 秒継続しました。

特集1 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震

この地震に伴い、巨大な津波が発生しました。福島県相馬の津波観測施設で高さ9.3メートル以上、宮城県石巻市鮎川の津波観測施設で高さ8.6メートル以上など、東北地方から関東地方北部の太平洋側を中心に、非常に高い津波を観測しました。

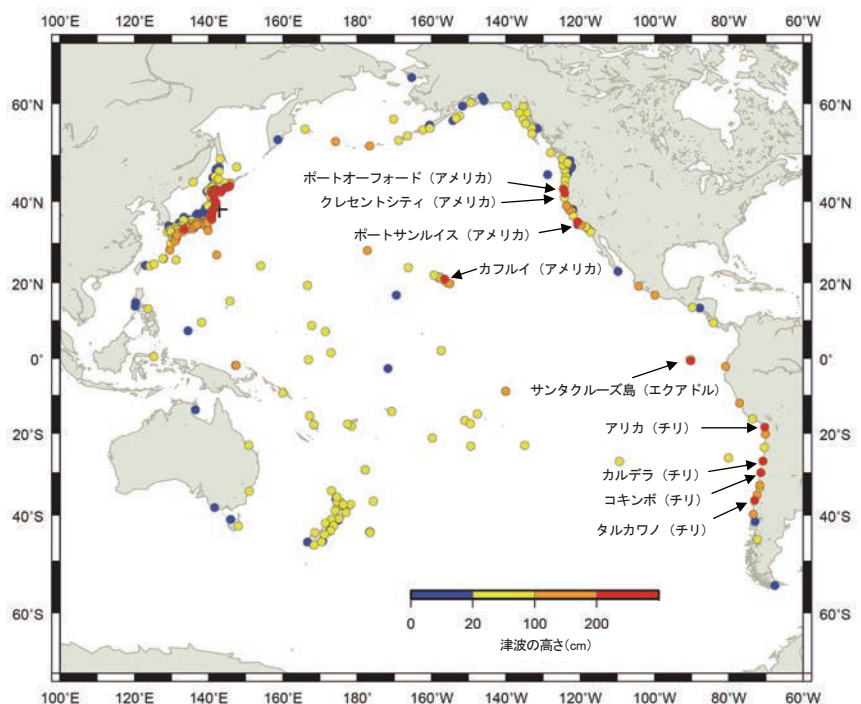
また、この津波は太平洋全体に伝わり、南米チリでも2メートルを超える津波を観測するなど、太平洋沿岸諸国に影響しました。

津波の観測状況(国内の観測所)



矢印は、津波観測施設が津波により被害を受けたためデータが入りできない期間があり、後続の波でさらに高くなった可能性があることを示す。観測施設には、内閣府、国土交通省港湾局、海上保安庁、国土地理院、愛知県、四日市港管理組合、兵庫県、日本コークス工業株式会社の検潮所を含む。

津波の観測状況(海外の観測所)

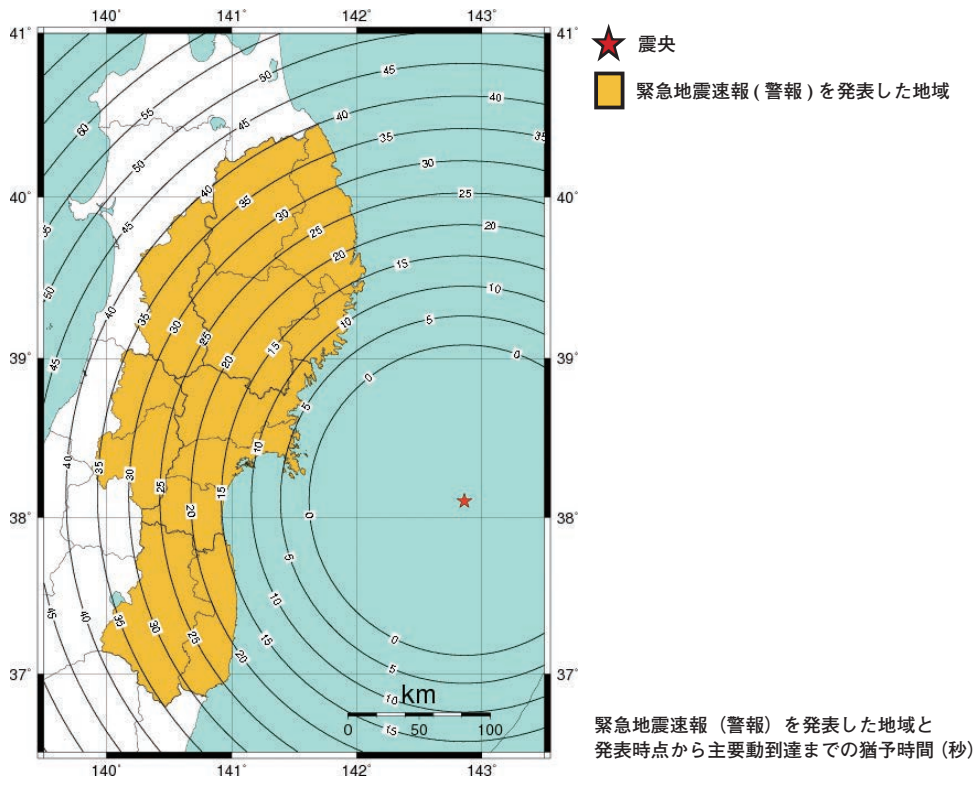


海外の観測値は米国地球物理学データセンター (NGDC) による読み取り値。高さ200cm以上を観測した海外の観測点については観測点名を表記。

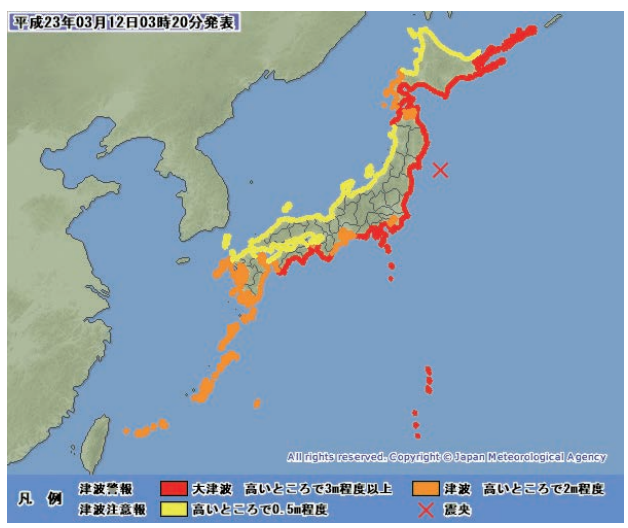
気象庁は、地震波を最初に検知してから 8.6 秒後、宮城県、岩手県、福島県、秋田県および山形県に緊急地震速報（警報）を発表しました。

さらに、地震発生から約3分後の 14 時 49 分に岩手県、宮城県、福島県の沿岸に津波警報（大津波）を、北海道から九州にかけての太平洋沿岸と小笠原諸島に津波警報（津波）、津波注意報を発表しました。その後、津波警報、津波注意報の範囲を拡大する続報を順次発表し、3月12日03時20分には日本の全ての沿岸に対して津波警報、津波注意報を発表しました。

緊急地震速報（警報）の発表状況



津波警報・注意報の発表状況

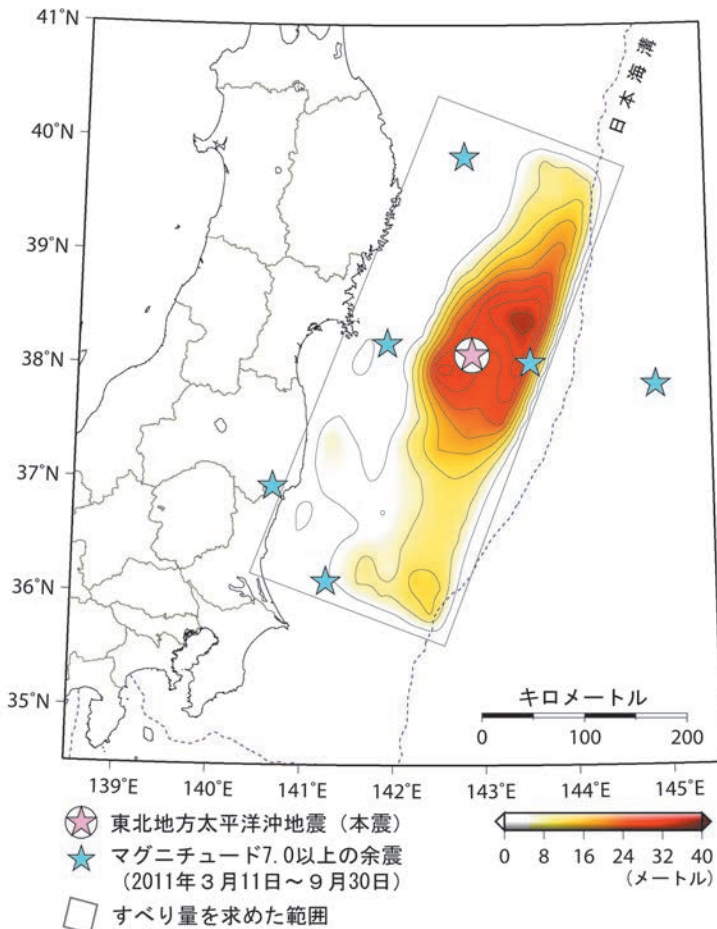


3月12日03時20分発表の津波警報・注意報
 すべての津波予報区に対して津波警報または津波注意報を発表した。

(2) 地震活動の状況

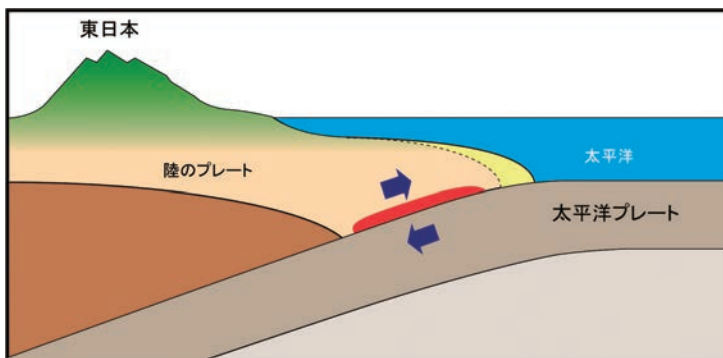
「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」(マグニチュード9.0)は、東北・関東地方をのせた陸のプレートとその下に沈み込む太平洋プレートとの境界で発生した地震です。岩手県沖から茨城県沖までの広い領域で陸のプレートと太平洋プレートの間のすべりが生じ、最大で30メートル以上すべった領域がありました。

プレート境界でのすべり量の分布



観測された地震波をもとに得られた本震によるすべり量の分布。日本海溝に近いところで、30メートル以上すべったところがある。

プレート境界の断面図

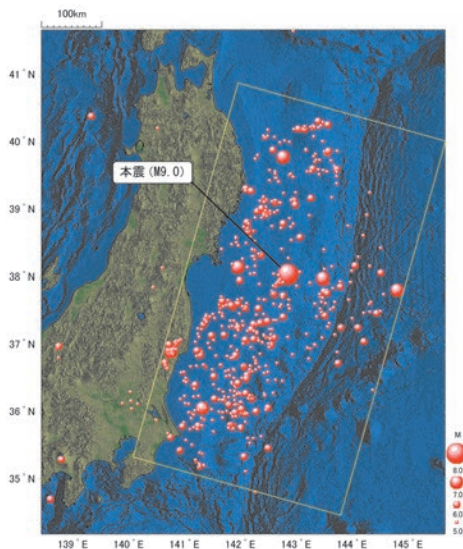


陸のプレートとその下に沈み込む太平洋プレートの境界ですべりが生じた。

この地震の余震は、岩手県沖から茨城県沖の北北東-南南西方向に延びる長さ約500キロメートル、幅約200キロメートルの領域で発生しています。9月30日現在、最大余震は3月11日15時15分に発生したマグニチュード7.6の茨城県沖の地震(最大震度6強)で、この地震を含めてマグニチュード7.0以上の余震は6回、マグニチュード6.0以上は95回、マグニチュード5.0以上は566回発生しています。この余震活動に加えて、3月12日3時59分に長野県北部(マグニチュード6.7)、3月15日22時31分に静岡県東部(マグニチュード6.4)で最大震度6強を観測する地震が発生するなど、余震域の外側でも地震活動が高まりました。

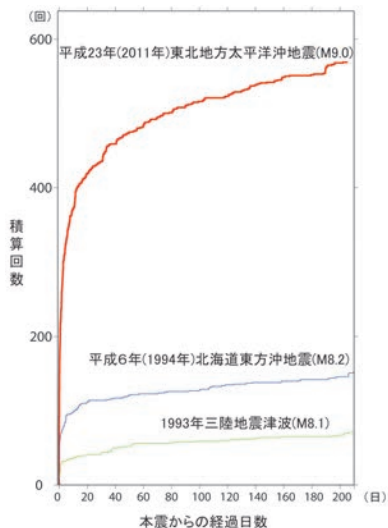
気象庁は、3月13日から、余震活動の見通しについて、余震発生確率として発表しました。最大震度5強以上の余震が計算当日からの3日間に発生する確率は、当初70%と高い確率でした。その後次第に低くなりつつも依然として強い揺れとなるような余震が発生しています。引き続き定期的に、余震活動の見通しや防災上の留意事項等を発表しています(9月30日現在)。

マグニチュード 5.0 以上の地震の分布



期間は2011年3月11日から9月30日、矩形は余震域、図中Mはマグニチュードを示す。

マグニチュード 5.0 以上の余震積算回数比較図



期間は2011年3月11日から9月30日、図中Mはそれぞれの地震のマグニチュードを示す。過去のマグニチュード8クラスの地震と比較して発生数は非常に多くなっている。

1900年以降に世界で発生した規模の大きな地震 (2011年3月15日現在、米国地質調査所資料による)

順位	発生日(日本時間)	発生場所	モーメント マグニチュード※
1	1960年5月23日	チリ	9.5
2	1964年3月28日	アラスカ湾	9.2
3	2004年12月26日	インドネシア、スマトラ島北部西方沖	9.1
4	2011年3月11日	日本、三陸沖 (「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」)	9.0
	1952年11月5日	カムチャッカ半島	9.0
6	2010年2月27日	チリ、マウリ沖	8.8
	1906年2月1日	エクアドル沖	8.8
8	1965年2月4日	アラスカ、アリューシャン列島	8.7
9	2005年3月29日	インドネシア、スマトラ島北部	8.6
	1950年8月15日	チベット、アッサム	8.6
	1957年3月9日	アラスカ、アリューシャン列島	8.6

※) 断層のすべりの規模に基づくマグニチュード

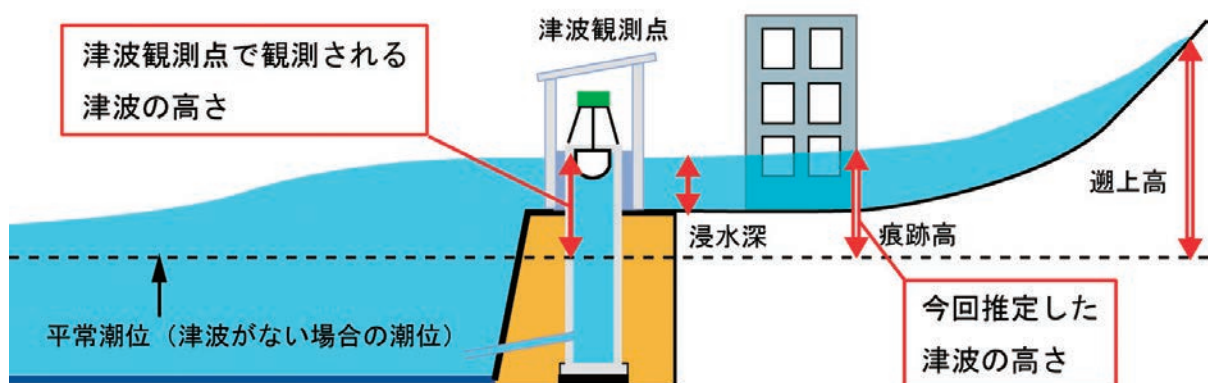
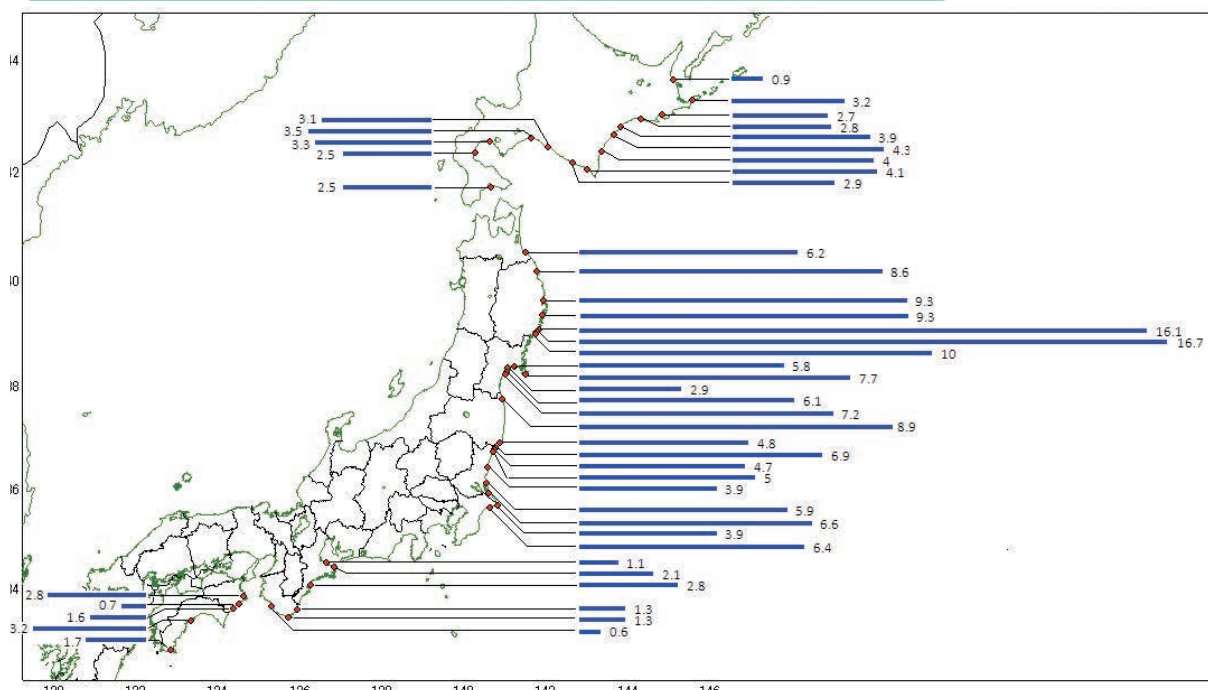
(3) 現地調査

気象庁では、全国各地で津波による被害や津波の到達状況および地震動による被害状況について現地調査を実施しました。

海岸付近での津波の痕跡調査では、岩手県沿岸で16メートル以上の津波があったことが確認されました。また、北海道から四国にいたる太平洋沿岸各地で数メートル以上の痕跡高が見られました。

なお、気象庁が実施した痕跡調査結果は、大学、研究機関等が行った痕跡調査結果とともに、土木学会が中心となって組織された「東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループ」によりとりまとめられ、公表されています。

主な調査地点における津波の痕跡から推定した津波の高さ(*数字は津波の高さ(m))



※現地調査における津波の高さとは、津波がない場合の潮位（平常潮位）から、津波によって海面が上昇した高さの差を言う。平常潮位の推定には、最寄りの検潮所における津波の最大波が観測された日時の潮位の予測値（天文潮位）を用いており、現地調査で確認した津波の痕跡までの高さの差を痕跡高としている。

津波の痕跡調査の様子



「平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震」により発生した巨大な津波は、東北地方の太平洋沿岸地区で多くの施設や家屋を流失するなど、各地で甚大な被害を及ぼしました。また、強い揺れが広範囲そして長時間にわたったことにより、地震動による被害が東日本の広い範囲で発生したほか、液状化による被害も発生しました。さらに、地震に伴い地盤沈下が生じた地域の沿岸部では、潮位が高くなる満潮の時間帯を中心に浸水被害も発生しています。

津波による被害



岩手県大船渡市



宮城県女川町

地震動による被害



ビル外壁の落下・破損（福島県福島市）



地盤沈下による浸水（宮城県石巻市）



液状化によるマンホールの被害（千葉県浦安市）

2 観測施設の被害と復旧・強化

(1) 潮位・津波観測施設の復旧・強化

流失し、後日引き揚げられた八戸検潮所



気象庁は、潮位・津波の観測のため、青森県から福島県にかけての東北地方の太平洋沿岸の八戸(青森県)、宮古、大船渡(岩手県)、鮎川(宮城県)、相馬、小名浜(福島県)に観測施設を設置しています。また、国土交通省港湾局、海上保安庁、国土地理院などの機関が、それぞれの行政目的のために設置した観測施設のデータも集め、津波や高潮などの監視を行っています。3月11日の東北地方太平洋沖地震に伴う津波により施設が流失あるいは損傷を受けたのをはじめ、電話回線が不通となったことで、多くの施設の観測データが入手できない状態となり、津波の監視が困難となりました。また、広い範囲で停電となり、多くのところで一時バッテリーによる稼働となりました。なお、一部の地域では停電が長期にわたりました。

（この段落は上記の文脈で読み継がれます）

岸壁ごと施設が流失した宮古検潮所



施設が損傷した鮎川検潮所の内部



気象庁は発災直後から緊急対応をとり、被災地域の施設について状況確認に努めるとともに、関係機関と連携して実況の監視が継続・復旧できるよう作業を進めました。停電でバッテリー稼働となった小名浜検潮所と茨城県の大洗津波観測施設については、数日おきに職員が現地へ赴いてバッテリー交換を実施し、給電が再開されるまで観測を継続させました。また、八戸港の海面の状態を監視するためカメラを設置するとともに、第二管区海上保安本部の巡視船に海面の状況に変化があれば知らせてもらう等の措置を取りました。

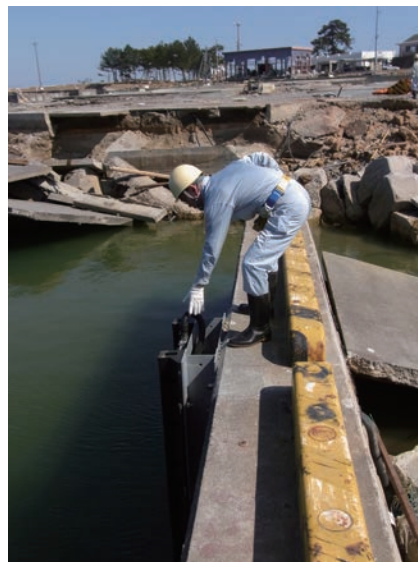
さらに、被害を受けたものの局舎自体には大きな損傷がなかった大船渡検潮所及び国土交通省港湾局所属の仙台新港検潮所(宮城県)において、電源に太陽電池パネル及びバッテリーを、データ伝送に衛星携帯回線を用いた臨時的施設を設置し、それぞれ3月下旬には津波の観測を再開しました。これにより、観測施設の被災によって観測の空白域となっていた岩手県及び宮城県における津波の監視が可能となりました。

また、現地の観測機器に残された津波の観測データの回収を行い、その記録を解析した津波の高さを発表しました。

仙台新港検潮所への
観測機器設置作業の様子



設置した岸壁が残った相馬津波
観測施設でのセンサー回収の様子



被災地各県での津波の監視はもとより、地盤沈下した地域の夏の潮位の高い時期や高潮に対する潮位の監視のためにも、従来の観測地点の近傍に臨時の観測施設を設けることとし、各県及び沿岸市町村等の協力を受けて設置地点の選定を行うなど臨時の観測施設の設置を進め、7月29日までに順次潮位及び津波の観測を再開しました。これにより当庁の潮位・津波観測体制は被災前と同じ体制に復旧しました。

臨時観測点（鮎川）への観測機器設置作業の様子



今回の震災による観測・監視の中断を教訓とし、長期停電に対応する非常用電源の長時間化、回線障害に対応する衛星回線を用いたバックアップ回線、観測装置を収納しているケース自体の強化など、施設の機能強化を含めた観測体制の強化を早急に行い、平成23年度末までに潮位・津波観測施設の完全復旧を実施することを進めています。

また、津波の実況をさらに早い段階で把握するため、東北地方の太平洋側沖合に海底津波計（ブイ式）を整備する計画です。この海底津波計（ブイ式）は、海底に設置する水圧計と衛星通信を行うための係留ブイで構成され、津波を検知すると直ちに観測データを気象庁本庁へ伝送する方式を検討しています。

(2) 地震観測施設の復旧・強化

東日本大震災により、4か所の震度計が水没や液状化により使用できなくなりました。また東北地方を中心に長時間の停電が発生し、観測機器の停止や通信回線(地上回線)の機能停止により、翌日12日には東北地方において地震計19か所・震度計48か所の地震観測・震度観測データが取得できない状態となりました。その結果、余震による震度を十分に把握できなかつたり、緊急地震速報の精度の低下が生じました。

このような状態は停電の回復とともに通信回線も含めて順次回復していきましたが、強い揺れを受けた震度計の設置環境で適切な震度観測を続けることができるかを確認するための現地観測点の設置環境調査や、長期間の停電でも観測が継続できるよう、緊急に地震計の予備電源(バッテリー)強化を実施しました。

また機器の障害等により情報発表が出来なくなった気象庁の震度計2か所・自治体の震度計4か所については、その代替として臨時の震度計を設置し(次表)、これらの市町村についての情報発表を再開しています。

気象庁が臨時に設置した震度計

都道府県	震度地域	震度観測点名	同一市町村内の他観測点	備考
岩手県	岩手県沿岸北部	山田町八幡町	無	4/14 設置
	岩手県沿岸南部	陸前高田市高田町	無	4/14 設置(自治体観測点の代替)
	岩手県沿岸南部	大槌町新町	無	4/15 設置(自治体観測点の代替)
宮城県	宮城県北部	南三陸町志津川	無	4/5 設置
	宮城県中部	女川町女川浜	無	4/5 設置(自治体観測点の代替)
福島県	福島県中通り	国見町藤田	無	4/6 設置(自治体観測点の代替)

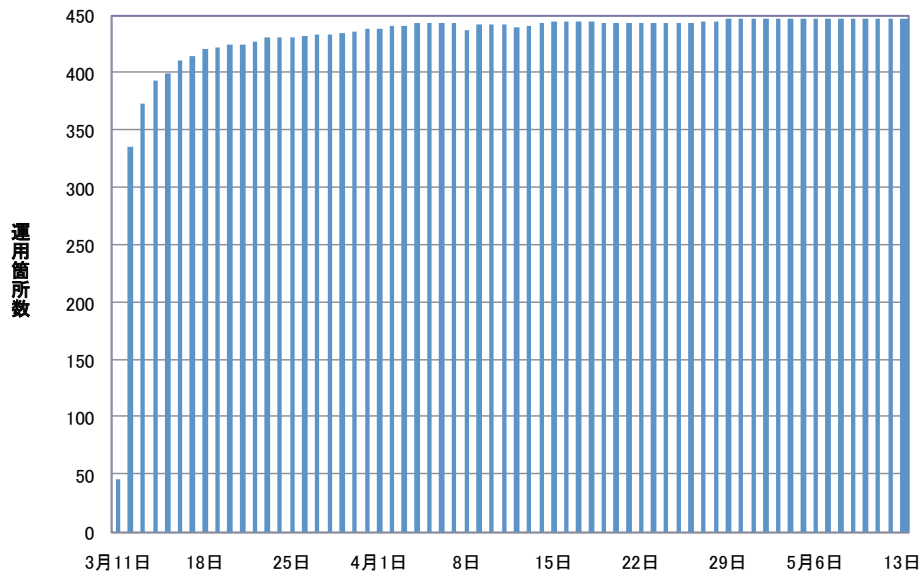
以上のように地震計・震度計データが長時間得られなかったことに鑑み、震度計・地震計ともにバックアップ用電源については72時間持続するように強化し、通信回線については気象衛星ひまわりや通信衛星を用いたバックアップ回線の整備を進めています。さらに地震計50か所を新設するなど、地震観測の災害対応能力強化を図っています。

(3) 気象観測施設の復旧・強化

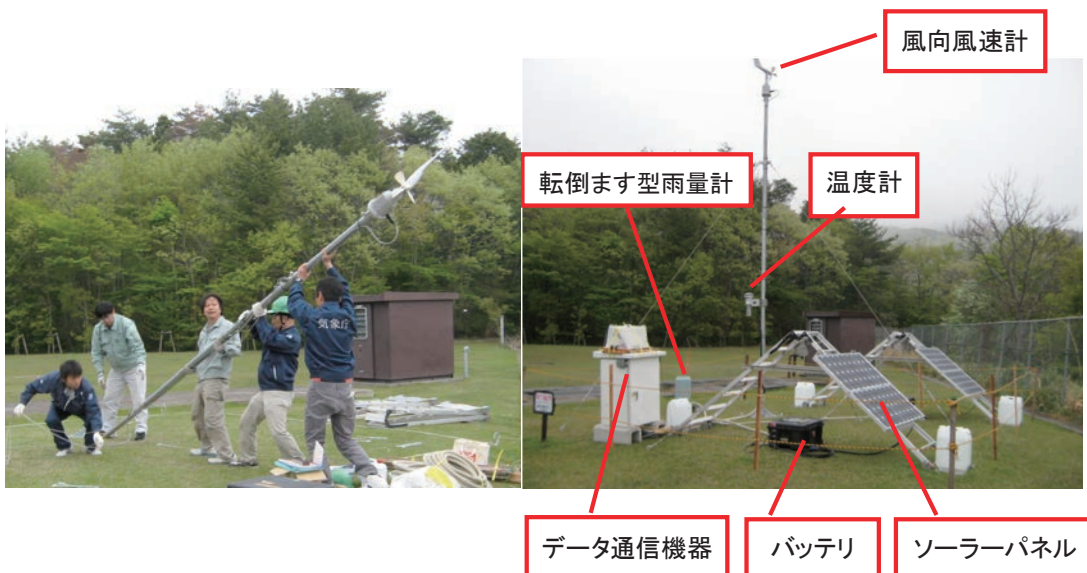
今回の地震では、特に東北地方の太平洋沿岸部において多数のアメダス観測所が障害となりましたが、電力や通信回線の復旧に伴い、地震発生から3日後には約8割の観測所が復旧しました。津波等により観測施設そのものが被災したり、電力又は通信回線の復旧が当面見込めない観測所については、ソーラーパネルや携帯電話、衛星回線を活用した可搬型の気象計を職員が設置し、5月までにほぼ全ての地点で観測を再開しました。

東北地方太平洋沖地震におけるアメダス観測地点（東日本）の復旧状況

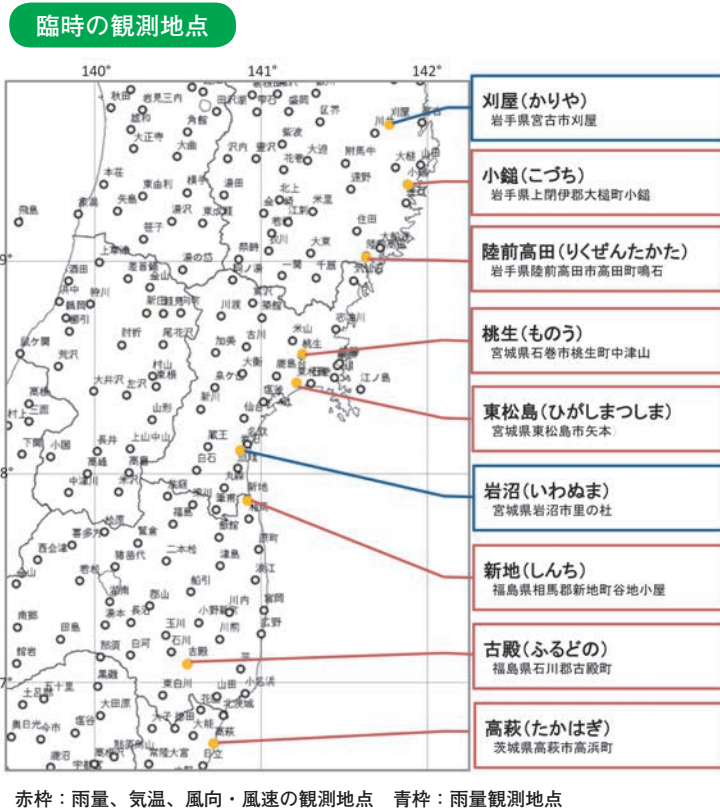
アメダス観測地点（東日本）の復旧箇所数推移



復旧作業の様子(写真左)と可搬型気象計の概要(女川アメダス観測所)(写真右)



また、地震により土砂災害や浸水の危険性が高まった地域の災害を防止し、復旧・復興活動の支援や住民へのきめ細かい気象情報の提供を行うため、臨時のアメダス観測所を設置して被災地の気象観測体制を強化しました。出水期前の6月には、岩手県、宮城県、福島県及び茨城県に合計9か所の雨量観測所を臨時に設置し、そのうち7地点については、9月に気温、風向・風速の観測要素を追加しました。



このように地上気象観測網の復旧・強化に努める一方、地震や津波等の影響で大きな被害を受けた観測網を補完するため、気象業務法第6条第3項に基づき気象観測施設の設置の届出がされている株式会社エヌ・ティ・ティ・ドコモの毎時観測データについて、今回初めて同条第4項の規定に基づき気象庁への報告を求めるとしました。

気象庁では、この震災での経験を踏まえてより災害に強い観測網を構築するため、広域停電に備えた離島のアメダス観測所の非常電源の強化、きめ細かい降水の監視・予測に非常に有効なドップラーレーダー(秋田、長野、静岡及び名瀬)や大雨等の原因となる「湿った風の流れ」を監視するため地上から上空の風を連続的に観測するウィンドプロファイラ(仙台及び若松)の整備を実施する計画です。

3 被災地域、被災者向け気象情報の提供

(1) 気象警報の暫定基準による運用

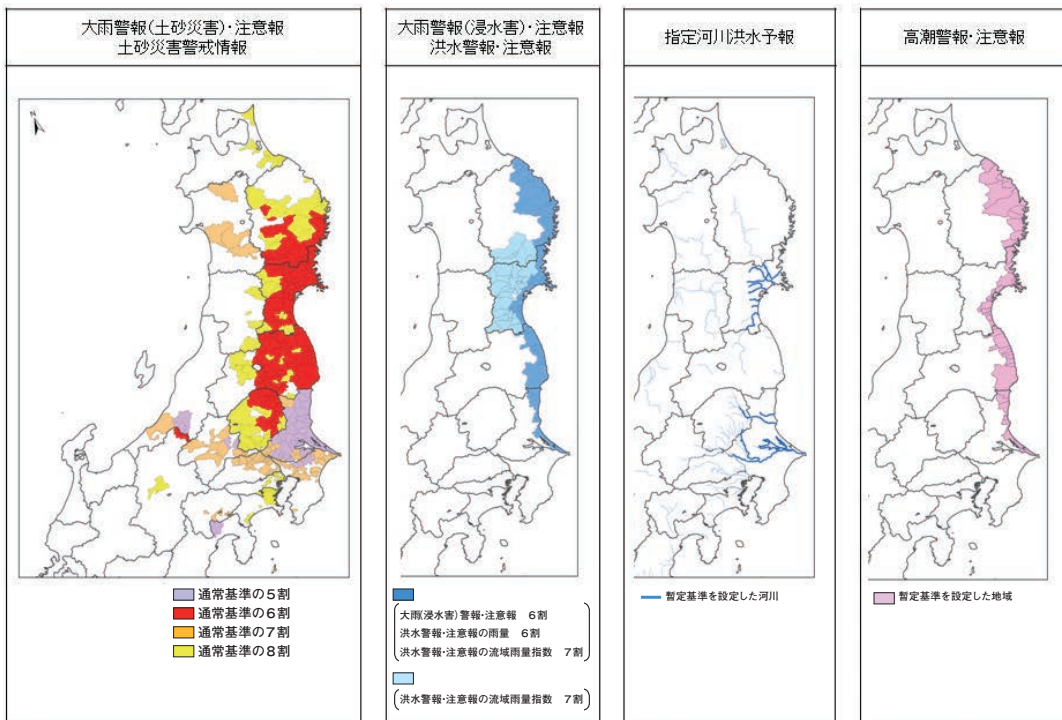
平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震とその後の余震の揺れの強かった地域では、地震による地盤の緩みによって、通常よりも土砂災害の起こりやすい状態となりました。また、河川堤防などの河川管理施設に地震や津波被害のあった地域では、通常よりも洪水による災害が起こりやすい状態に、防潮堤などの港湾管理施設の被害や地盤沈下のあった沿岸地域では、通常よりも高潮による災害が起こりやすい状態になりました。

このため、地震や津波によって以前より気象災害に弱くなった地域に対して、これまでの警報や注意報の基準を引き下げた暫定基準を設定し、当面の間 (災害復旧等が進むまでの間)、この基準により運用しています。

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震により暫定基準を設定した警報等の種類

- ・大雨警報及び大雨注意報の土壌雨量指数基準
 - ・都道府県と共同で発表する土砂災害警戒情報
 - ・大雨警報及び大雨注意報の雨量基準
 - ・洪水警報及び洪水注意報
 - ・国または都道府県と共同して行う指定河川洪水予報
 - ・高潮警報及び高潮注意報
- 地震による地盤の緩みを考慮し、地震の規模等から通常基準の 5 割から 8 割に引き下げ
 堤防や排水施設等の被害状況等を考慮し、通常基準の 6 割から 7 割に引き下げ
 河川管理施設の被害等を考慮し、河川毎に暫定基準を設定
 地盤沈下及び海岸堤防や排水施設等の被害を考慮し、地域毎に暫定基準を設定

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震により暫定基準を設定した地域・河川 (9 月 1 日現在)



特集1 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震

(2) 被災地支援

ア. ホームページによる情報提供

情報提供体制を強化するため、気象庁ホームページ内に特設ページ「東日本大震災～東北地方太平洋沖地震～ 関連ポータルサイト」を開設し、地震回数表や余震の見通し、地震・震度・津波観測点の障害状況などの地震・津波関連資料の他、被災者・復旧担当者支援のための気象情報、輸送支援のための道路・空路・港湾に関連する気象等の情報や、気象警報・注意報、天気予報、雨の状況などへのリンクを一元的に掲載しました。

また、被災地に近い管区・地方気象台では、関係機関の救助・捜索等災害応急活動及び復旧活動等を支援するために、被災地周辺の気象に対するコメントや気象予想等を内容とした「災害時気象支援資料」を作成し、関係機関へ提供するとともに、管区・地方気象台ホームページに掲載しました。

東日本大震災～東北地方太平洋沖地震～関連ポータルサイト(一部)

国土交通省
気象庁
Japan Meteorological Agency

検索 文字の大きさ 小 | 中 | 大
サイトマップ ご意見・ご感想 ENGLISH

ホーム 防災気象情報 気象統計情報 気象等の知識 気象庁について 案内・申請・リンク

ホーム > 東日本大震災～東北地方太平洋沖地震～ 関連ポータルサイト

東日本大震災～東北地方太平洋沖地震～ 関連ポータルサイト

※以下のボタンをクリックすると、ページ内該当箇所へ移動します。

[気象予測資料](#) [気象庁発表情報](#) [各県の気象台・関連機関](#)

地震の概要

3月11日14時46分頃に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。
この地震により宮城県栗原市で震度7、宮城県、福島県、茨城県、栃木県で震度6強など広い範囲で強い揺れを観測しました。
また、太平洋沿岸を中心に高い津波を観測し、特に東北地方から関東地方の太平洋沿岸では大きな被害がありました。
気象庁はこの地震を「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」と命名しました。
(東北地方太平洋沖地震及びこれに伴う原子力発電所事故による災害については、「東日本大震災」と呼称することとなりました。)

地震情報、天気情報などをご利用の上、十分な注意をお願いします

この地震に伴い余震が多数発生しています。
揺れの強かった地域では、余震による強い揺れによって土砂災害や家屋の倒壊などの危険がありますので、引き続き余震に警戒してください。
また、大きな余震が発生すると津波が発生する可能性があり、津波警報や津波注意報を発表する場合がありますので、十分注意※して下さい。
なお、余震活動地域の外側の長野県北部(3/12)、静岡県東部(3/15)、秋田県内陸北部(4/1)、茨城県南部(4/16)でも震度5強以上の地震が発生しています。このように、余震活動地域の外側でも地震活動が高まっていると考えられますので、常日頃から地震への備えをお願いします。

東北地方から関東地方北部にかけての太平洋沿岸では地盤が大きく沈下したため、特に満潮時の潮位が高くなる大潮の時期には、浸水や冠水に注意が必要です。地盤沈下の大きな地域に対しては高潮注意報で注意をよびかけますので潮位情報とあわせて十分留意して下さい。

被災地では、普段とは異なる生活を強いられることから、いつも以上に寒さなどへの対策が必要になります。
健康管理などに留意いただくために、気温や雨等に関する天気情報を利用してください。

電力供給がひっ迫している地域(被災地を除く)においては、気温等に関する天気情報を利用し、節電へのご協力をお願いします。

URL: <http://www.jma.go.jp/jma/menu/jishin-portal.htm>

イ. 政府及び関係機関との連携

〔緊急災害対策本部・原子力災害対策本部〕

著しく異常かつ激甚な非常災害が発生した場合で、当該災害に係る災害応急対策を推進するため特別の必要があると認めるときは、内閣総理大臣は災害対策基本法に基づき、自身を本部長とする緊急災害対策本部を設置することができます。本地震では、同法制定後初めて緊急災害対策本部が設置されました。気象庁では、緊急災害対策本部において地震や津波に関する情報及び気象情報の解説等を行い、関連する資料を提供しました。

また、東北地方太平洋沖地震に起因する東京電力福島第一・第二原子力発電所の事故発生を受けて、原子力災害対策特別措置法に基づいて設置された原子力災害対策本部に対して、地震・津波に関する情報、余震の見通し、福島第一・第二原子力発電所付近の気象情報等の資料提供を行いました。

〔政府現地調査団・現地対策本部・現地対策連絡室〕

地震発生直後に宮城県、岩手県及び福島県に派遣された政府現地調査団に、気象庁本庁から各1名の職員を派遣しました。また、宮城県庁に設置された政府現地対策本部、岩手県庁及び福島県庁に設置された政府現地対策連絡室に気象庁本庁や地元の気象台から職員を派遣し、地震活動・余震活動の状況及び気象情報の解説を行うとともに、関係機関との情報共有と連携強化を図っています。

福島第一原子力発電所事故に対処するために、福島県庁に設置された原子力災害現地対策本部に対しても、仙台管区気象台等から職員を派遣し、地震活動・余震の状況及び気象情報等の解説を行い、警戒区域への一時帰宅等を支援するとともに関係機関との情報共有・連携強化を図っています。

〔都道府県への職員派遣・情報提供〕

地震発生を受けて、被災地である東北地方を中心に多くの都道府県において災害対策本部が設置される等、災害応急対応のための体制がとられました。各管区・地方気象台では、都道府県の災害対策本部等に職員を派遣して被害状況の情報収集及び関係機関との情報共有、気象の予想や地震活動の解説を実施した他、気象に関する資料を提供して災害応急対応を支援しました。

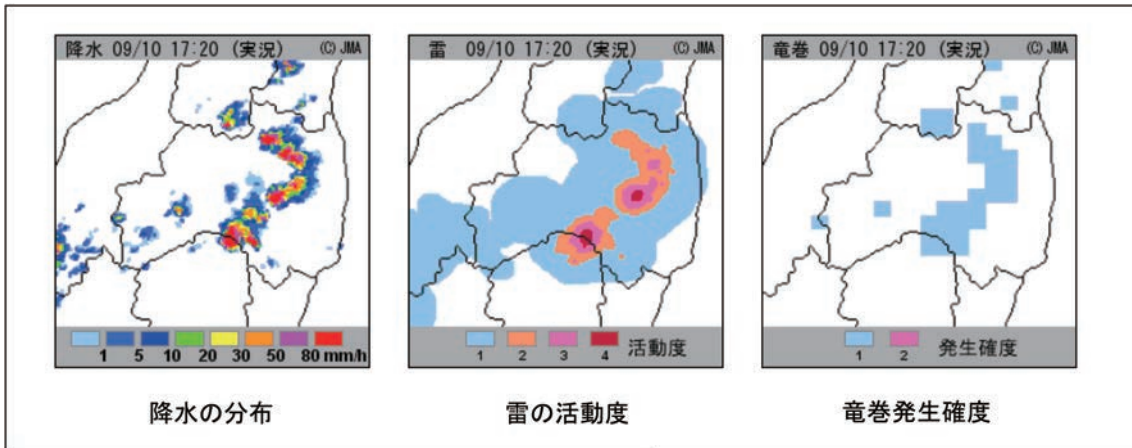
ウ. 被災地向けの携帯電話向けコンテンツの充実

被災地においては、地盤沈下や防災施設の破損など、通常よりも災害が発生しやすい状況となり、復旧・復興作業が行われる現場では、防災に関する気象情報について随時に確認する必要性が大きくなりました。このような状況から、屋外で復旧・復興作業に従事する方の安全性を高めるため、次のように、携帯電話向けのコンテンツを充実しました。

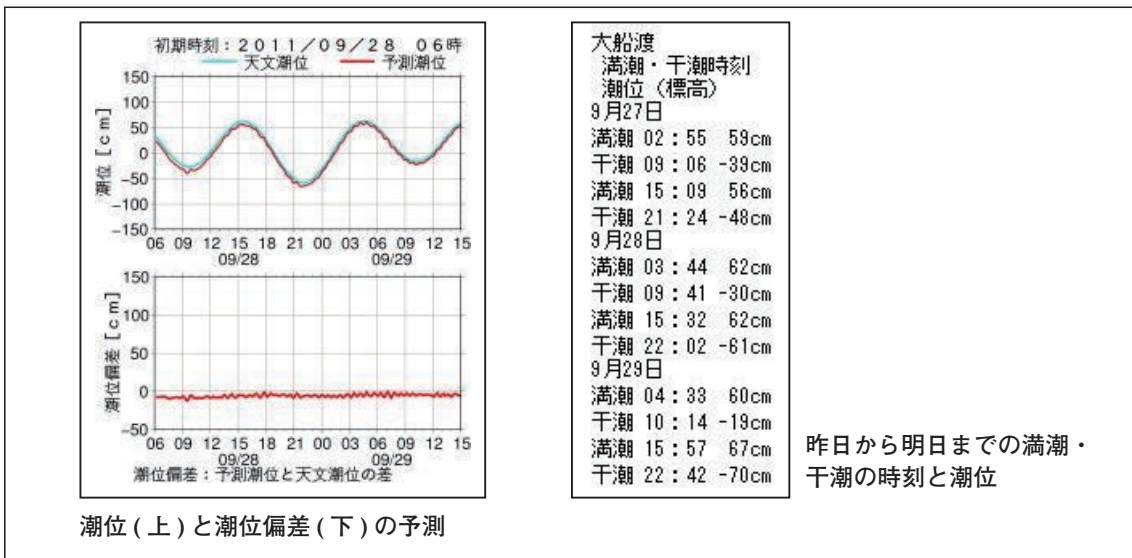
復旧担当者に対して、最新の警報・注意報や気象情報について携帯電話へメール配信する機能を整備するとともに、県内の気象状況が変化したり気象の見通しが変わったりした場合などに、その状況をきめ細かくプッシュ型で提供する情報を開始しました。

また、作業現場で気象実況の確認が可能となるよう、防災情報提供センターの携帯用コンテンツにおいて、気象ナウキャスト及び潮位関連情報のコンテンツを追加しました。気象ナウキャストでは、降水、雷の活動度及び竜巻発生確度の分布について、潮位関連情報では、潮位の予測グラフ及び満潮・干潮時刻等について、携帯電話から確認できるようになりました。(防災情報提供センターについては、52 ページコラム参照)

気象ナウキャストの表示例



潮位関連情報の表示例



エ. 被災者・復旧担当者向け気象支援資料の提供

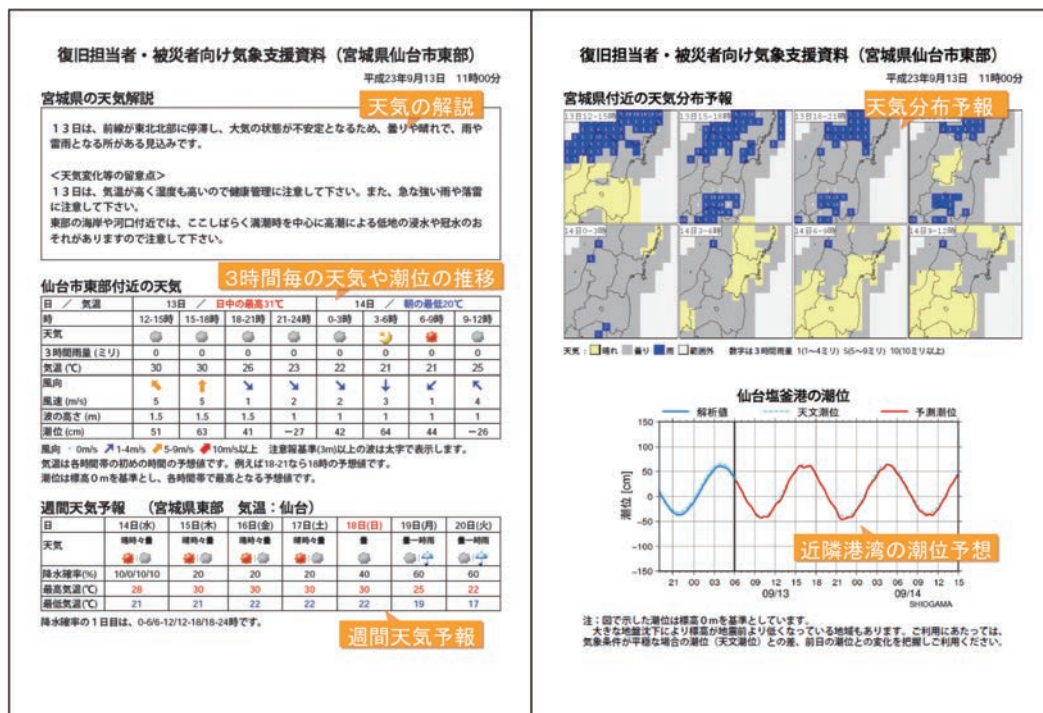
東北地方太平洋沖地震の被災者と被災地域の復興作業を支援するため、気象庁は、平成23年4月から被災地の市町村向けの気象資料の提供を始めました。

この資料は、天気予報などの内容を、対象となる市町村それぞれについてまとめたもので、1日3回(5時、11時、17時)提供しています。

資料1ページ(図の左側)中ほどの天気予報の内容は、20キロメートル格子・3時間毎の天気分布予報のデータから、各市町村に対応する格子の内容を抽出して表示したものです。夏場に向け、日中の最高気温予想値の表示を加えるなどの充実も図りました。資料2ページ(図の右側)の上半分には、分布予報について各県を含む広い地域で掲載しています。また地盤沈下の影響のある沿岸の市町村向けに、近隣港湾の潮位及び波浪の予想も示しています。

この資料は、気象庁ホームページの東北地方太平洋沖地震ポータルサイトからリンクしている、各県のページで見ることができます。福島県のページでは、福島第一・第二原子力発電所周辺の情報も掲載しています。この資料は、要点がわかりやすく伝わるよう、両面印刷すれば紙1枚となる形で提供し、コピーやFAXなどの利用も想定して白黒表示でも支障ない色使いとしています。

東北地方太平洋沖地震の被災者・復旧担当者向けに提供している気象支援資料の例



オ. 捜索救難や復旧活動を任務とする小型航空機への支援

東北地方の空港を中心として、地震発生直後から、捜索や救難、復旧等を行うため小型航空機やヘリコプター等の飛行が急増するとともに、空港の運用時間を24時間として、緊急物資の輸送機などが常に離着陸できるよう対応した空港もありました。

航空機による活動が的確にかつ安全に行われるためには、搜索や救難等を行う地域や離着陸する空港やその周辺における気象状況や今後の予想が重要です。このため、各空港の航空気象官署では、搜索救難等の任務にあたる航空機に対して気象情報を提供しその活動を支援しました。特に、花巻、山形、福島の各空港の航空気象官署では、気象の観測や解説業務を24時間実施できるよう、他の気象官署から要員の派遣を含む体制の強化を図り、随時、的確な気象情報の提供を行いました。

コラム

放射線物質拡散のシミュレーションについて

気象庁は、世界気象機関(WMO)環境緊急対応地区特別気象センターの一つに指定されています。センターは、原子力事故により放射性物質の放出の影響が国境を越えて及ぶような場合に、緊急事態対応活動を支援するため、国際原子力機関(IAEA)からの要請を受け、IAEAが指定する計算条件により地球全体の放射性物質の拡散のシミュレーションを実施して、その結果をIAEAに提供することとなっています。

福島第一原子力発電所の事故では、気象庁は3月11日から5月23日まで40回以上の要請を受け、IAEAが仮定する放出条件に基づいたシミュレーションを行いました。

放射能調査研究への貢献

気象研究所では、放射能調査研究費によって長年行ってきた環境放射能分析の経験や、黄砂などの移流拡散モデルに関する知見を活かし、つくば市における放射性核種の分析や大気拡散シミュレーションを行い、政府全体の環境放射能行政に貢献しています。

6月から始まった科学技術戦略推進費による放射性物質のモニタリング調査(筑波大学など)に分析機関として参加し、地下水や河川水などの100を超えるサンプルの放射性核種分析や、風による土壌粒子の巻き上げ効果などの知見の提供を行いました。

また、関係府省が連携して進めている総合モニタリング計画の分析機関として、福島県の緊急時避難準備区域内にある井戸水や太平洋の外洋海域における海水の放射性核種分析を行ない、分析結果をとりまとめ機関に報告しました。

放射性核種分析の様子



(3) 被災した気象官署における緊急的な措置（予報業務の代行や機動的な観測の実施）

ア. 仙台航空測候所の被災後の業務及び復旧

仙台航空測候所は、仙台空港における気象観測や、仙台、青森、秋田、福島各空港に対する飛行場予報や飛行場警報等の発表、大館能代空港における観測データの通報を行っています。

仙台空港は津波により甚大な被害を受け、仙台航空測候所で予報業務や観測業務等を実施することができなくなりました。このため、東京航空地方気象台では特別の体制を敷き、仙台航空測候所で行っていた予報業務を代行するとともに、気象庁本庁では、捜索救難や復旧の拠点となった空港に対する気象情報の提供を行いました。また、新千歳航空測候所では、大館能代空港の観測データの通報業務を代行しました。このように、仙台航空測候所の業務を他官署で分担することで、捜索救難や復旧活動を行う利用者に対する情報提供を確実に実施することができました。

仙台航空測候所は、被災後6日目に観測機器の仮設置を行い、緊急輸送機の運航に向けた気象観測データの提供を再開しました。その後も業務が早期に再開できるよう、被災した機器の復旧作業を進め、観測、予報業務とも通常通り行えるまでに復旧し、4月13日には民間機の就航が一部で再開しました。

仙台空港への津波の襲来（3月11日16時頃）



空港東側（写真の奥）から津波が襲来。

観測測器の復旧の様子



津波で観測機器が流出したため、庁舎屋上に観測機器を仮設しているところ(3月17日)



民間機就航に向け、観測機器を本格的に復旧しているところ。

震災後初めて仙台空港に到着した民間旅客機(4月13日)

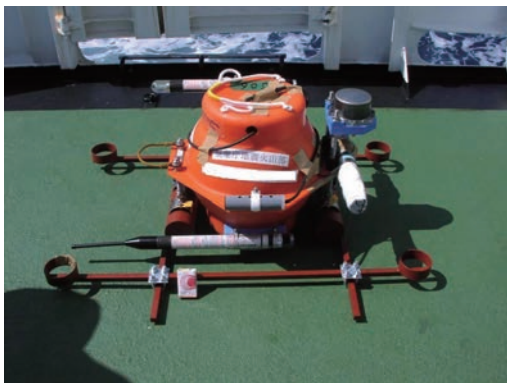


イ. 海洋気象観測船を活用した機動的な余震調査

気象庁本庁及び気象研究所では、東北地方太平洋沖地震の本震後も非常に活発な余震活動が継続していたことから、この地震の全体像を解明するため、広範囲で発生している余震活動を詳細に調査し、震源断層の位置・形状を把握するため、海底地震計による余震観測を実施しました。

気象庁の2隻の海洋気象観測船（凌風丸、啓風丸）は、当初予定していた東シナ海などでの海洋観測の計画を変更し、当庁の海底地震観測に加えて、東北大学を始めとする大学関係機関等の自己浮上式観測装置の設置・回収についても、他関係機関の船舶と協力して実施しました。

海底地震計



海底地震計を回収する乗組員



ウ. 海洋気象観測船による漂流型海洋気象ブイロボットの投入

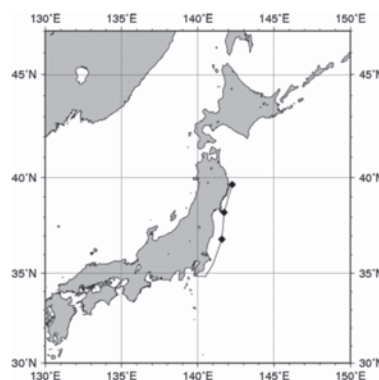
気象庁は、救難活動を行う船舶等への支援のために、3月22日に海洋気象観測船「凌風丸」を三陸沖に緊急出動させ、自動的に波浪・気圧・水温を観測し、通信衛星経由で観測データを送信する「漂流型海洋気象ブイロボット」（漂流ブイ:下写真）を東北地方太平洋岸の小名浜沖、牡鹿半島沖、宮古沖（下図）に投入しました。この航海は、津波の影響による木材等の多量の漂流物を回避する必要があり、夜間は航行を見合わせるなど厳しい状況の中で行われました。

漂流ブイ



直径 46cm、円板径 64cm

漂流ブイの投入点（◆）



(4) 高温注意情報の発表開始

気象庁では、日々の気温の観測や予報、気象情報の発表を通じて、熱中症対策を行っています。この夏、広く節電の取り組みがなされる中で、よりきめ細やかに、また、熱中症への注意を呼びかけるため「高温注意情報」の発表を開始しました。高温注意情報は、各予報区内で翌日または当日に最高気温がおおむね35℃以上になることが予想される場合に、情報文の中に各地の最高気温や気温が高くなる時間帯を示しながら、具体的な対策を含めて注意を呼びかけるものです。また、主な地点の気温予測グラフを新たに気象庁ホームページに掲載し、気温の推移や30℃以上になる期間を分かりやすく示しています。さらに、異常天候早期警戒情報(第1部参照)の中でも、平均気温が高くなることが予想される場合に熱中症への注意を呼びかけたり、日最高気温が35℃以上又は30℃以上を観測した全国のアメダスの地点数を気象庁ホームページに掲載するなど、気温に関する予測・観測情報の内容の充実を図りました。

高温注意情報の発表例

埼玉県高温注意情報 第1号
平成23年8月17日05時08分 熊谷地方気象台発表
埼玉県では、17日の日中は気温が35度以上となるところがあるでしょう。
熱中症など健康管理に注意してください。
予想最高気温(前日の最高気温)

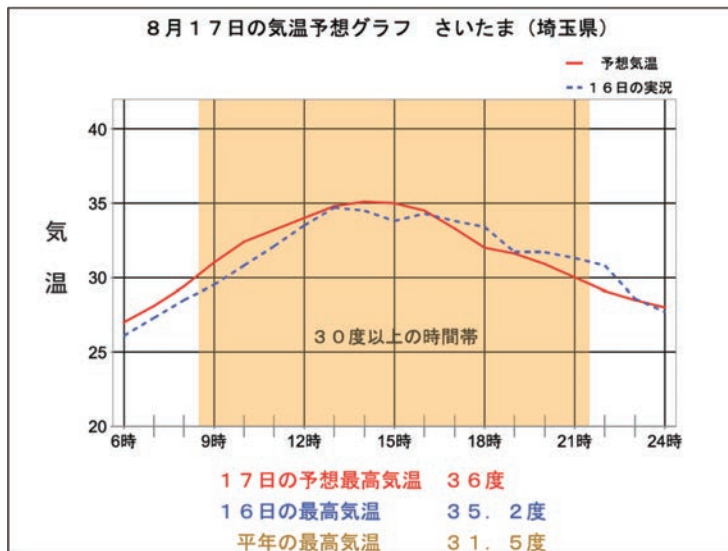
さいたま	36度(35.2度)
熊谷	37度(36.7度)
秩父	35度(33.6度)

さいたまで30度以上の時間帯は、9時頃から21時頃まで。
熊谷で30度以上の時間帯は、9時頃から21時頃まで。
秩父で30度以上の時間帯は、9時頃から18時頃まで。

熱中症の危険が特に高くなります。特に、外出時や、高齢者、乳幼児、体調のすぐれない方がおられるご家庭などにおいては、水分・塩分をこまめに補給する、カーテンで日射を遮る、冷房を適切に利用し室温に留意するなど、熱中症に対して十分な対策をとってください。

予報区内の気温予想地点における予想最高気温と前日の最高気温、30℃以上の時間帯、熱中症予防のための対策を記述しています。

気温予想グラフの発表例



予報区内の主な地点の予想気温と前日の気温のグラフ、予想最高気温、前日の最高気温、平年の最高気温を表示します。橙色は30℃以上が予想される期間を示しています。

コラム

🌐得られた知見の国際的な共有

第16回世界気象会議（平成23年5月16日（月）から6月3日（金）にかけてスイス・ジュネーブで開催）の会期中に、東日本大震災への気象庁としての対応や、そこから得られた経験を各国気象機関に紹介し、各国の防災対応に活かすことを目的としたサイドイベントを開催しました。可搬型のアメダスや衛星通信回線の活用により観測システムを早期復旧したことや、空路への依存が支援物資の輸送等により増大し、関連する気象情報の提供を全国の気象官署が一丸となって対応したことなど、気象庁の様々な業務を継続させるために行った対応を紹介しました。また、地震の揺れの大きかった市町村に対する大雨警報・注意報の発表基準の引き下げ等、

被災地の状況を考慮したきめ細やかな気象情報の提供に努めたことや、これらの情報が国際機関、外国の報道機関や被災地で活動する外国の緊急援助隊等にも活用されるよう英語版ポータルサイトを気象庁ホームページに設置したことなど、二次災害防止のために行った取り組みを紹介しました。このような震災に対する我が国の取り組みは、マルチハザード（脚注）対応の模範事例として、世界気象機関（WMO）事務局長及び各国から高く評価されました。一方、更なる防災・減災のために気象機関が果たす役割は依然として大きいことから、関連するWMOの計画を一層推進していくこととされました。

世界気象会議のサイドイベントの様子



（脚注）風水害、地震災害、津波災害等の多様な自然災害が複合的に発生すること。

4 津波警報の改善に向けて

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による被害の甚大さを踏まえ、気象庁では、津波警報の改善に向けた取り組みを進めています。

(1) 津波警報の改善に係る検討の経緯

気象庁は、当初地震の規模をマグニチュード7.9と推定し、地震発生3分後に津波警報の第1報として、岩手県、宮城県、福島県の予報区に対し「津波警報(大津波)」を発表し、その後、沖合のGPS波浪計や沿岸の検潮所での観測結果を基に津波警報の切り替えを行い、津波警報の対象地域を拡大するとともに予想される津波の高さを引き上げましたが、第1報で発表した地震の規模や津波の高さの予想は、実際の地震の規模や津波の高さを大きく下回るものでした。また、津波警報の第1報で発表した「予想される津波の高さ3m」、その後発表した津波の観測結果「第1波0.2m」等の情報が避難の遅れや中断につながった例があったと考えられること、停電等により津波警報切り替えの続報や津波の観測情報が住民等へ十分に伝わっていなかったこと等が明らかとなりました。

このような状況及び今回の津波による被害の甚大さを踏まえ、津波警報をどのように改善すべきかについて、有識者や防災関係機関等からご意見をいただくことを目的として、平成23年6月から9月にかけて「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」を開催しました。勉強会における指摘や提案等を踏まえ、9月には、気象庁において「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」(以下「津波警報改善の方向性について」)をとりまとめました。また、津波警報改善策のうち、その後検討するとした事項について、「津波警報の発表基準と情報文のあり方に関する検討会」を開催し、検討を進めています。

津波警報改善に向けた勉強会の模様



(2) 津波警報改善の方向性及び今後の検討事項

「津波警報改善の方向性について」において提示した津波警報改善の方向性、及び「津波警報の発表基準と情報文のあり方に関する検討会」での検討事項の概要は以下のとおりです。

ア. 基本方針

津波警報の第1報は、避難に要する時間をできるだけ確保できるよう、地震発生後3分程度以内の発表を目指す従来の方針は堅持するとともに、津波の波源(海底の地殻変動)の推定に不確定要素がある場合は、安全サイドに立った津波の推定に基づいて津波警報を発表し、その後、得られる地震・津波データや解析結果に基づき、より確度の高い警報に切り替えます。また、東北地方太平洋沖地震に関する聞き取り調査において、津波警報等を見聞きしていないケースが多かったことや、情報を待って避難が遅れることなど情報依存を避けるため、「強い揺れを感じたら自らの判断で避難する」ことが基本であることを周知徹底したうえで、警報を効果的に機能させることとします。

イ. 具体的な改善策

① 津波警報の分類

現在の津波警報・注意報は、「津波警報(大津波)」、「津波警報(津波)」、「津波注意報」に分類し、津波注意報は海中や海岸付近にいる人等への注意の呼びかけ、津波警報(津波)は陸域に対する警戒の呼びかけ、津波警報(大津波)の場合は陸域における厳重な警戒の呼びかけとして定着しており、国民の間に概ね受け入れられていることから引き続き用いることとします。なお、「津波警報(大津波)」については、「大津波警報」という名称が広く使われていることから、同名称の使用も可能とするよう検討するとともに、防災対応等を踏まえた分類の見直しについて検討します。

② 技術的な改善策

津波警報第1報発表の迅速性を確保するため、地震のマグニチュードの推定は3分程度で計算可能な気象庁マグニチュード(M_j)を用いることを基本としますが、マグニチュード8を超えるような巨大地震や津波地震の場合には、その規模を3分程度で正確に算出することは技術的に困難です。このため、推定した気象庁マグニチュード(M_j)の過小評価の可能性を速やかに認識できる監視・判定手法を導入し、地震が発生した海域で想定される最大マグニチュードを適用、ないしは同手法で得られるマグニチュードの概算値を用いて、安全サイドに立った津波警報の第1報を発表します。

その後、最新の地震・津波の観測データが明らかになり次第、高さの予測についてより確度の高い津波警報に更新します。具体的には、津波警報の迅速かつ適切な更新に必要なモーメントマグニチュード(M_w)を15分程度で迅速かつ安定的に求めるため、強震動まで測定できる広帯域地震計の活用を進めるとともに、モーメントマグニチュード(M_w)の迅速な推定以外の解析手法について技術開発を進めます。

また、気象庁では、平成23年10月現在、全国で15台のGPS波浪計(国土交通省港湾局)と12台のケーブル式海底水圧計(気象庁、(独)海洋研究開発機構、東京大学地震研究所)を津波監視に活用しており、GPS波浪計については、東北地方太平洋沖地震において津波警報の更新に重要な役割を果たしました。今後、気象庁としても関係機関と連携し、沖合津波観測の強化とデータ利用等、関連技術の開発を図ります。

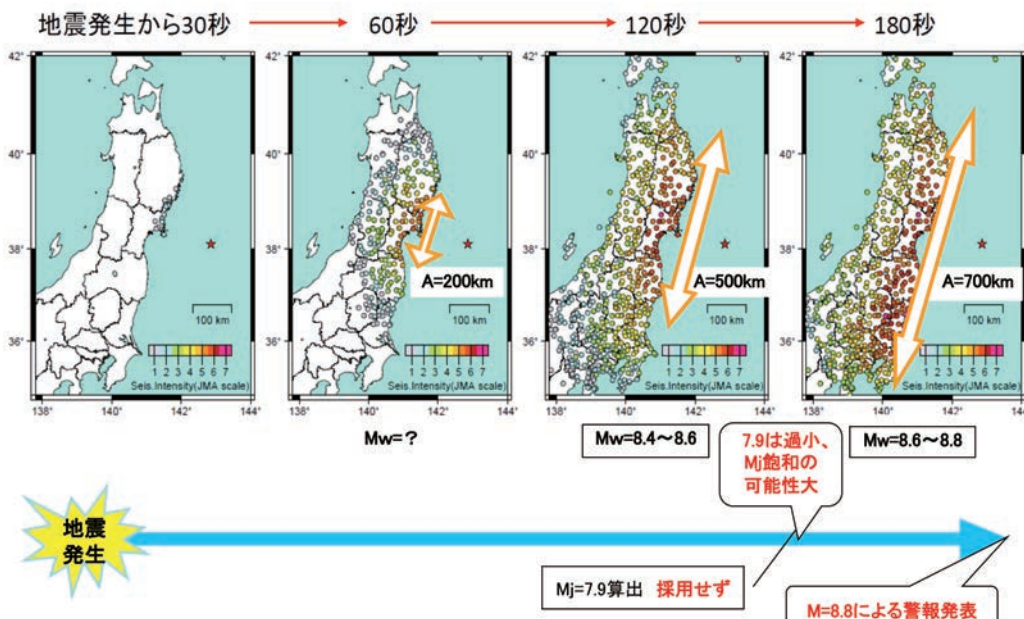
気象庁では、地震の規模を示すマグニチュードの計算方式として、気象庁マグニチュード(Mj)と、モーメントマグニチュード(Mw)のふたつの方式を使用しています。

気象庁マグニチュード(Mj)は、周期5秒程度までの強い揺れを観測する強震計で記録された地震波形の最大振幅の値を用いて計算する方式で、地震発生から3分程度で計算可能という点から速報性に優れています。しかし、マグニチュード8を超える巨大地震の場合、より長い周期の地震波は大きくなりますが、周期5秒程度までの地震波の大きさはほとんど変わらないため、気象庁マグニチュード(Mj)では地震本来の規模に比べて小さく見積もられ、正確に規模を推定できません。

一方、モーメントマグニチュード(Mw)は、地震による断層運動の大きさを的確に表すもので、広帯域地震計(より長周期の地震波も観測可能)により記録された周期数十秒以上の非常に長い周期の地震波も含めて解析し計算することから、巨大地震についても正確な規模の推定が可能であり、なおかつ地震の発震機構(逆断層か横ずれ断層かなど)も同時に推定可能という利点があります。しかし、10分程度の地震波形データを処理する必要があるため、モーメントマグニチュード(Mw)の推定には地震発生から15分程度を要します。

地震規模の過小評価の可能性を速やかに認識する手法の例(強震域の監視)

東北地方太平洋沖地震における強震域監視手法による津波警報発表例



地震の規模が大きいほど断層の長さも長くなり、大きな震度の範囲も広がります。この範囲の広がりを監視することにより、気象庁マグニチュード(Mj)が地震の規模を適切に評価しているかどうかの判定や、モーメントマグニチュード(Mw)の大きき見積もりが可能と考えられます(仮に3分経過時点でM8.8と推定できた場合、青森県太平洋沿岸~千葉県九十九里・外房にかけ10m以上との予測が可能です)。

③ 津波警報における高さ等の伝え方

○ 津波の高さ予想の区分及び迅速な更新

津波の高さ予想区分は、きめ細かな防災対応を可能とするよう「0.5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10m 以上」の8段階としていますが、津波の予測精度に0.5～2倍程度の誤差があり、高さが高くなるほど誤差の幅も大きくなることや、現実的にとりうる防災対応の段階等を踏まえると、「～1m, 1～2m, 2～4m, 4～8m, 8m～」の5段階程度が妥当と考えられます。具体的には、津波の高さと被害状況等も踏まえて決定します。

地震規模の過小評価の可能性を検知し、当該海域で想定される最大のマグニチュードを適用するなどして津波警報の第1報を発表する場合は、地震規模推定の不確定性が大きいと考えられることや、通常の地震とは異なる非常事態であることを伝えるため、予想される高さの数値は発表せず、例えば「巨大な津波の恐れ」など定性的な表現とします。

なお、約15分後に求まるモーメントマグニチュード(M_w)や津波の観測結果に基づき更新を行う第2報以降の津波の高さ予想については、地震や津波の規模推定の不確定性は少ないことから、津波の高さ予想の区分に従って数値で発表します。

○ 津波到達予想時刻の発表

津波到達予想時刻については、予報区の中で最も早く津波が到達する地点への到達予想時刻及び予報区内のいくつかの代表的な地点(検潮所等)への到達予想時刻を発表しており、比較的精度がよいことから従来通り発表します。ただし、津波の到達時刻は同じ予報区内でも数十分程度以上、場所によっては1時間以上の違いがあることがあり、このような津波の特徴について周知を図るとともに、伝え方について検討します。

○ 津波観測データの発表

津波は何度も繰り返し来襲しますが、第1波が最大とは限らず、第2波、第3波など後続波がより大きくなることが多く、津波の第1波の観測値が小さいとき、今回の津波は小さいものとの誤解を与える恐れがあります。一方、津波が観測されたという事実を伝えることも重要です。第1波については、今後さらに大きな津波が来る可能性が高く、極めて危険な状態が続いていることが伝わるよう発表の方法を見直します。

(3) 広報周知活動

津波警報も含め地震・津波に関わる広報周知活動について、国の防災関係機関、地方自治体、報道機関等と連携して、地震・津波による減災に向け、これまで以上に組織的に取り組みます。特に、気象庁本庁に加えて、全国の気象台が普及啓発活動を行うにあたっては、国の地方支分部局、地方自治体、報道機関に加えて、学校関係者や自主防災組織等と連携し、重点的かつ長期的な取り組みを行うこととします。特に、小中学校への津波防災教育の継続、地方自治体・自主防災組織等による津波防災行事の励行等に、各地の気象台等が地域的な利点を活かし、地震・津波に対する減災に向けて積極的に関わっていくこととします。

(4) 津波警報等の伝達

津波警報を関係機関に確実に伝達するとともに、住民に警報が確実に行き渡るよう関係機関と連携し、電力、通信等インフラ施設や防災行政無線、全国瞬時警報システム(Jアラート)などの防災施設の耐震化及び非常時の業務継続能力の維持向上、携帯電話の一齐同報機能の活用等について、積極的に推進します。

(5) 今後の取り組み

津波警報の改善策のうち、情報の伝え方、発表のあり方、防災対応とのリンクについて、報道機関や防災情報の専門家等、防災関係者より成る「津波警報の発表基準と情報文のあり方に関する検討会」において検討を進め、平成23年度内に結論を得ることとします。

また、中長期的には、近地用津波データベースの改善をはじめ、予測技術の向上に継続的に取り組むとともに、津波情報に潮位の高さを利用することに向けた調整・検討、津波地震への対策の検討を進めます。

津波警報・情報改善の方向性

