

## 1. はじめに

気象庁の60年に及ぶ津波警報業務の歴史において、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震による未曾有の災害、特に津波による甚大な被害は、津波警報のあり方に対して極めて大きな課題を提起するものであった。

気象庁では、津波警報の初期段階において推定した地震の規模、予想した津波が実際と比較して大きく下回ることとなった要因や、発表した津波警報の内容・タイミング等を検証し、津波警報改善の方向性を定めるため、「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」（以下、「勉強会」）を平成23年6月から9月にかけて3回開催した。

一方、同時期に中央防災会議では「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」を設置し東北地方太平洋沖地震の被害を踏まえた地震・津波対策の総合的な検討を進めており、「勉強会」での検討状況は、随時同専門調査会に報告され、同専門調査会における検討にも反映された。気象庁では、こうした勉強会や専門調査会における有識者等からの指摘や提言、気象庁・関係機関による被災地等での聞き取り調査結果等を踏まえ、平成23年9月12日、「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」）をとりまとめた。

「津波警報改善の方向性」では、津波警報第1報の迅速性は確保しつつ過小評価としないことを基本としつつ、地震の規模の評価や沖合津波観測施設のデータの活用推進など技術面での改善に加えて、津波警報の内容や発表のタイミングについても改善の考え方を示しているが、その詳細は別途検討することとしていた。このため、平成23年10月から平成24年1月にかけて「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」（以下、「検討会」）を開催し、主に下記の内容について検討し、平成24年2月7日、「津波警報の発表基準等と情報文のあり方に関する提言」（以下、「警報・情報文のあり方の提言」）としてとりまとめられた。

- 津波警報の発表基準となる津波の高さ及び予想される津波の高さ区分の設定
- 津波警報における高さ予想の定性的表現
- 津波の第1波や、沖合での津波の観測結果の発表方法
- 津波警報の情報文における警戒の呼びかけ方等の見直し

本稿は、「津波警報改善の方向性」と「警報・情報文のあり方提言」を基本として、気象庁としてあらためて津波警報の検証と課題を整理するとともに、津波警報の改善の具体的な内容を示すものである。ここでとりまとめた津波警報の改善は、地震や津波の規模推定方法や警報の発表方法という技術部分と警報で発表する予想される津波の高さやその表現という伝え方に関する部分に及ぶものである。

年月日	気象庁	中央防災会議専門調査会	消防庁
平成23年		<b>東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会</b> (第1回:5月28日開催) ⇒ 東北地方太平洋沖地震の概要について気象庁から報告	
6月 8日	勉強会(第1回)開催 ※内閣府・消防庁も委員として参加	報告 → 専門調査会(第2回:6月13日開催)	
7月27日	勉強会(第2回)開催	報告 → 専門調査会(第6回:7月31日開催)	
8月 8日	勉強会「中間とりまとめ」公表	資料提出 → 専門調査会(第7回:8月16日開催)	
8月 8日～ 9月 2日	「中間とりまとめ」に対する国民への意見募集、自治体・報道機関等への直接意見聴取	報告 → 専門調査会(第8回:8月25日開催)	
9月12日	勉強会「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」最終とりまとめ公表	報告 → 専門調査会(第9回:9月10日開催)	
9月28日		↓ 「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会報告」公表	
10月26日	検討会(第1回)開催 ※内閣府・消防庁も委員として参加	報告 →	東日本大震災を踏まえた大規模災害時における消防団活動のあり方等に関する検討会(第1回:11月25日開催)
12月16日	検討会「提言」(案)公表		検討会及びその下のワーキンググループに気象庁からも参加
12月16日～ 1月18日	「提言」(案)に対する国民への意見募集、自治体・報道機関等への直接意見聴取		
平成24年 2月 7日	検討会「津波警報の発表基準等と情報文のあり方に関する提言」公表	報告 →	
2月 7日		<b>災害時の避難に関する専門調査会 津波ワーキンググループ</b> (第3回会合:2月29日開催) ＜検討事項＞ 1)情報と避難行動の関係 (津波警報等の改善、避難指示等の発令、ハザードマップで伝える事項や津波警報との融合等) 2)情報伝達手段とそのあり方 3)避難支援者の行動とあり方 4)自動車で安全かつ確実に避難できる方策 5)津波からできるだけ短時間で円滑に避難ができる方策	
2月13、14日	全国の気象台の担当官を招集し研修実施		
3月～	気象台の取り組みに関するガイドラインの策定、全国に行動指示 警報文・情報文の変更内容技術資料公開 運用開始に向けた関係機関と調整 周知広報		
平成24年中 目途	新しい津波警報・情報の運用開始		

※「勉強会」: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  
「検討会」: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

図1 検討経過と今後のスケジュール

## 2. 東北地方太平洋沖地震で明らかになった津波警報の課題

### 2. 1 津波警報発表の経緯と津波警報が過小な予測となった要因

#### (1) 今回の地震における津波警報発表経緯

- ① 緊急地震速報における地震波データの処理では、地震検知から約 105 秒後に地震の規模を最終的に M8.1 と推定した。ただし、推定された震源位置は、震源決定精度が十分に保証された領域よりやや沖合に外れた海域であったため、この震源と規模のデータについては津波警報の発表には採用せず、通常震源決定作業を行った。
- ② 気象庁では、各地の地震計（強震計）からリアルタイムで伝送された地震波の特性を踏まえて、地震発生後速やかに気象庁マグニチュード（Mj）を算出した後、約 15 分後に CMT 解を算出して地震の発震機構やモーメントマグニチュード（Mw）を推定し、前者により津波警報の速報性を確保するとともに、後者により津波警報の精度を高め必要に応じ更新するという運用を行っている<sup>\*1</sup>。今回の震源決定作業においても、通常作業手順に則って地震発生後 3 分を経過した時点で、震源を三陸沖、気象庁マグニチュード（Mj）を 7.9 と推定した。
- ③ 推定された震源や規模は、地震調査研究推進本部地震調査委員会（以下、「地震調査委員会」）の長期評価で想定されていた宮城県沖・三陸沖南部海溝寄り連動型（M8.0 前後）と良く一致しており、地震波形の記録を見ても、長周期成分の卓越や、振幅の成長などの様子は見られず、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という認識であった。

- ④ 以上のことから、想定されていた連動型の宮城県沖地震が発生したものと判断し、震源決定作業で推定した震源と規模（M7.9）に基づいて、地震発生後の3分後、津波警報第1報（高さ予想は宮城県6m、岩手県・福島県3m）を発表し、直ちに検潮所等による津波の監視を開始した。
- ⑤ 地震発生後の13分後、津波観測データに基づき、大船渡で第1波引き波0.2m、最大波0.2mと報じた。
- ⑥ 地震発生約15分後、地震波が国内の広帯域地震計の測定範囲を超えたため、国内観測データを用いたCMT解析によるモーメントマグニチュード（Mw）の計算ができないことが判明した。
- ⑦ 15時10分頃から岩手釜石沖などのGPS波浪計において潮位の急激な上昇が観測されたため、15時14分に津波警報の第2報を発表し、予想される津波の高さを宮城県10m以上、岩手県・福島県6mなどに引き上げるとともに津波観測情報を発表した。
- ⑧ その後も海岸付近の検潮所における津波の観測状況から、津波警報を更新し発表した。

---

\*<sup>1</sup>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る。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るが、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ない。

一方、モーメントマグニチュード（Mw）は、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周期の長い地震波も含めて解析し計算するため、巨大地震についても正確な規模推定が可能であり、なおかつ地震の発震機構（逆断層か横ずれ断層か等）も同時に推定可能という利点がある。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ことから、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分程度を要する。また、広帯域地震計は強震計と異なり、震源付近では強い揺れにより測定範囲を超える場合があるが、これまで経験した地震については、震源から離れた国内の観測点の波形データによりモーメントマグニチュード（Mw）を求めることが可能であった。

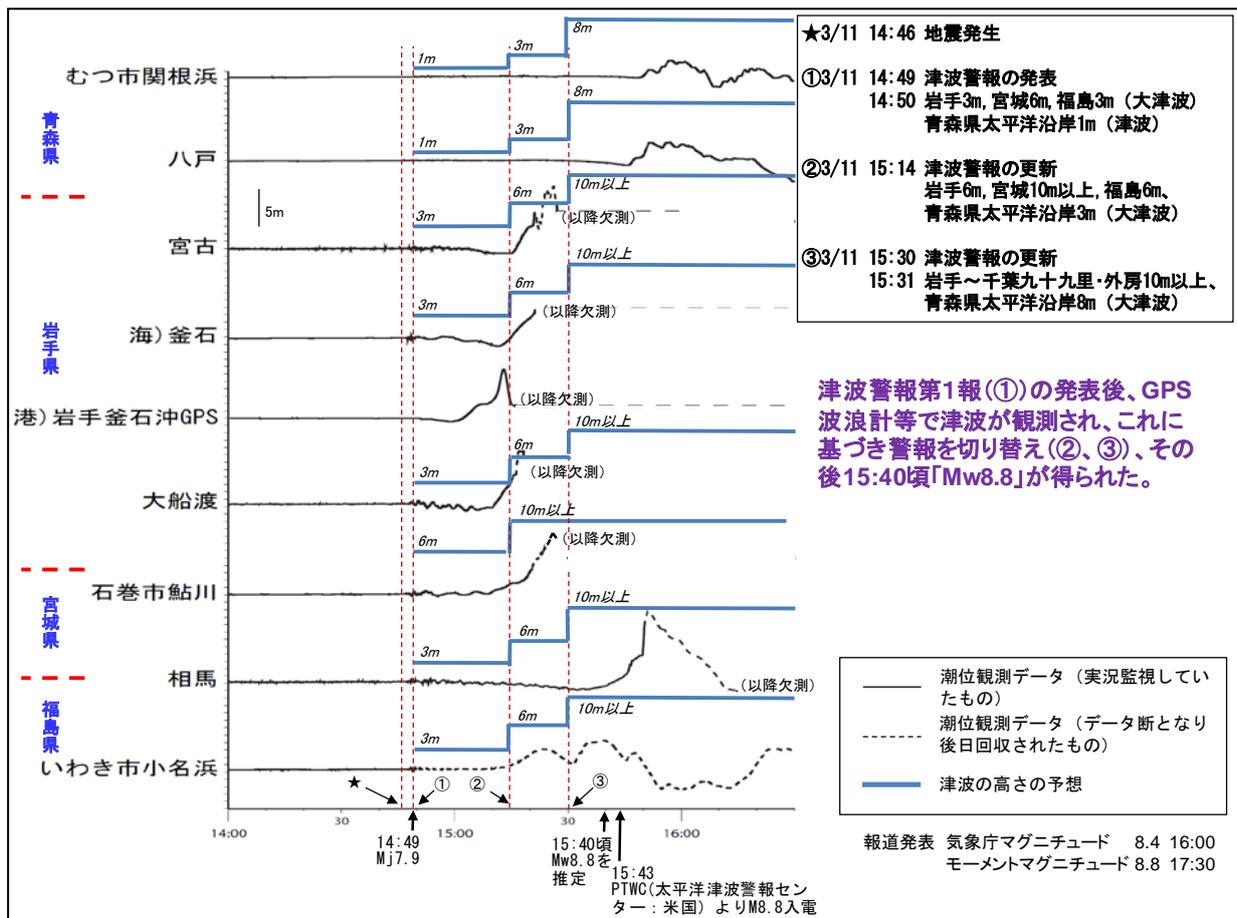


図2 津波警報発表の経緯(東北地方太平洋沿岸)

(2) 実際に観測された津波に比べて過小な予測となった要因及び警報の更新が迅速にできなかった要因

- ① 地震発生後3分間の緊急作業において、通常の手順で震源と規模(M7.9)が推定され、また、地震調査委員会で評価されていた宮城県沖地震(M7.5前後)や宮城県沖・三陸沖南部海溝寄り連動型(M8.0前後)と震源・規模ともほぼ同じであったこと、地震波形に長周期成分の卓越や、振幅の成長が見られなかったことから、地震の規模がM7.9よりはるかに大きいという認識を持つことはなく、推定された震源・規模に基づき、津波警報第1報を発表した。
- ② 近年、東海・東南海・南海地震の3連動の可能性が指摘されるようになってきたが、この3連動地震についても、震源に近い沿岸に対して迅速に気象庁マグニチュード(Mj)により津波警報を発表し、その後速やかにモーメントマグニチュード(Mw)により更新した警報を発表し、より適切な警報とすることで、警報としての効力を発揮すると認識していた。一方、発生した地震が単独発生か連動型かの判断のため、迅速に地震の規模や震源域の広がりや推定できる手法は必要との認識のもと技術開発を進めていたものの、東北地方太平洋沖地震の発生には間に合わなかった。
- ③ 今回の東北地方太平洋沖地震においては、地震波が国内のほとんどすべての広帯域地震計の測定範囲を超えたためCMT解を計算することができず、沖合の

GPS 波浪計のデータによって津波の規模が警報第 1 報で予想したものより大きいものであることを認識し、最初の警報更新を行った。

- ④ GPS 波浪計よりもさらに沖合の海底に設置されているケーブル式水圧計の津波観測データを入手し参考として利用していたものの、それらのデータを使って津波を評価し具体的に量的に警報に反映させるための手法が確立していなかったため、津波警報の更新にはつながらなかった。今回のケースについて、東京大学地震研究所が釜石沖に設置したケーブル式水圧計で 14 時 58 分頃から水圧の異常な変化を捉えていた。海底に設置する沖合水圧計は、地震波や海底と海面を往復する音波などによる擾乱との分離技術や沿岸での波高への換算技術など津波警報業務への活用手法が確立できていれば、津波警報の更新等をより迅速にできた可能性があった。

### (3) これまでの津波警報改善の経過とその技術的な評価

気象庁では、これまでも津波警報改善のための取り組みを行ってきた。平成 5 年の北海道南西沖地震で津波警報の発表が沿岸への津波来襲に間に合わなかった反省のもと、地震観測網及び地震データ処理システムの強化により発表の迅速化（3 分程度を目途）を図った。さらに、平成 11 年には、津波警報の高精度化・津波予報区の細分化のため、津波シミュレーション技術を導入した津波警報システム（量的津波予報システム）を導入し、現在に至っている。

これまでの量的津波予報の実績を評価すると、津波予報の対象となる地震のうち、概ね M6 クラスの後半から M8 に近い規模の通常地震による津波に対しては、過小評価はほとんどなく、安全サイドに立った津波警報として津波防災において一定の役割を果たしてきたと考えられる（図 3）。例えば、平成 15 年(2003 年)十勝沖地震（M8.0）では、地震発生 6 分後に津波警報を発表し、予測した津波の高さもほぼ適切であった。また、昭和 58 年(1983 年)日本海中部地震（M7.7）や平成 5 年(1993 年)北海道南西沖地震（M7.8）について、現在の量的津波予報を適用した場合、同様にほぼ適切な津波警報が発表できることを確認している。

ただし、気象庁の津波警報システムでは、津波波源（海底地殻変動）の不確実性が残っている間は安全サイドに立った津波の高さの推定を行っており、予測がやや過大となる傾向がある。このような安全サイドに立った津波の予測に加えて、津波の高さは予報区内においても、また同じ湾内など限られた地域内においても、予測値の 0.5～2 倍程度の幅を持つものであること等について、これまで必ずしも周知が十分でなかった。

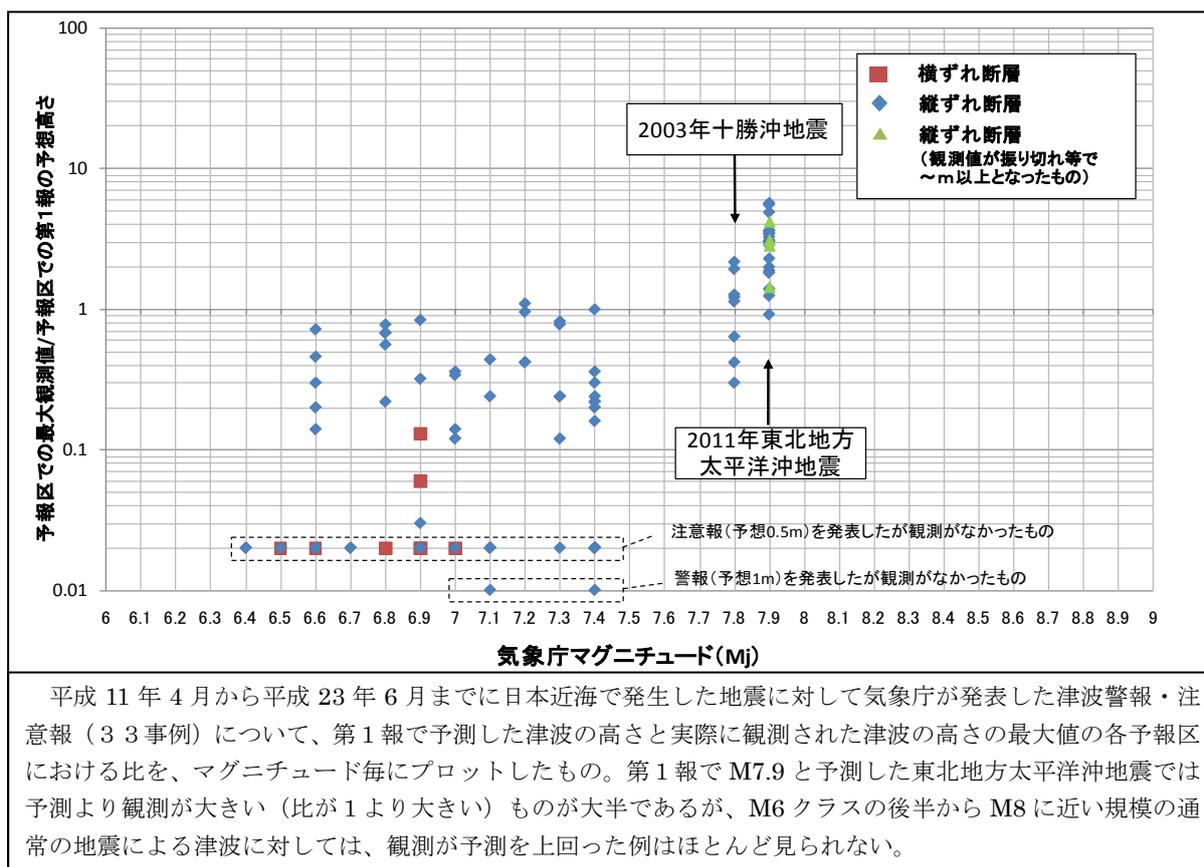


図3 気象庁がこれまでに発表した津波警報の評価

(平成 11 年 4 月以降、Mj 毎の予報区での観測された津波の高さの最大値と第1報の予想高さの比)

## 2. 2 聞き取り調査や勉強会での検討を踏まえた津波警報の課題

### (1) 聞き取り調査及び勉強会での検討

気象庁、内閣府及び消防庁による被災住民等(岩手県、宮城県、福島県の東北3県)への聞き取り共同調査(資料1参照)から、避難するまでの間に津波情報や避難の呼びかけを見聞きしていない人が半数近くにも達したこと、テレビから情報を得た人が少なかったこと、予想される津波の高さの更新を見聞きしていない人が6~7割にのぼったこと、などの傾向が見られた。

また、北海道及び東京都以西の19都道府県で、津波警報が発表された予報区の担当気象官署による住民・防災担当者の聞き取り調査を行った(資料2参照)。その結果からは、東北3県と比較して、津波警報は多くの人が見聞きしていること、主にテレビから情報を得たこと、津波警報や予想される津波の高さの更新を知らない人が少なくないこと、などの傾向が見られる。

### (2) 津波警報の課題

以上の住民への聞き取り調査に加え、国民からの意見、勉強会での検討より、東北地方太平洋沖地震における津波警報の発表において以下の4課題が導き出された。

- ① 地震発生3分後に発表した津波警報第1報で推定した地震規模が過小評価だった。

また、評価が過小である可能性を認識できなかった。このため、今般の地震も含め、気象庁マグニチュード ( $M_j$ ) が 8 を超える地震について、迅速にその規模を推定する手法を導入し第 1 報に活用することが課題。

- ② 地震規模が過小評価な中で発表した「予想される津波の高さ 3 m」が避難の遅れにつながった例があったと考えられる。前述の課題解決とともに、津波警報第 1 報における津波の高さの発表のあり方自体も課題。
- ③ 地震発生約 15 分後に計算されるべきモーメントマグニチュード ( $M_w$ ) が、地震波が国内の広帯域地震計の測定範囲を超えたため計算できず、津波警報を迅速に更新することができなかった。また、沖合のケーブル式水圧計のデータを反映させた津波警報更新手段が不十分であった。このため、津波警報の更新において、津波の高さをより確度をもって予想するため、 $M_w$  を国内観測網でも迅速に求められるよう強震動まで測定できる広帯域地震計の活用とともに、沖合津波観測の強化とその利用技術の開発が課題。
- ④ 津波情報で発表した津波の観測結果「第 1 波 0.2m」等が避難の遅れ、中断につながった例があったと考えられる。このため、津波観測情報の伝え方、情報文のあり方等が課題。

これらの課題に対処するためには、津波警報第 1 報で過小評価を回避することや、振り切れにくい広帯域地震計や沖合津波観測データを利用した津波警報の速やかな更新を行う等の技術面での改善とともに、住民の避難行動をよりの確に支援するために、津波警報や津波の観測結果の発表の内容やタイミングについての改善が必要である。

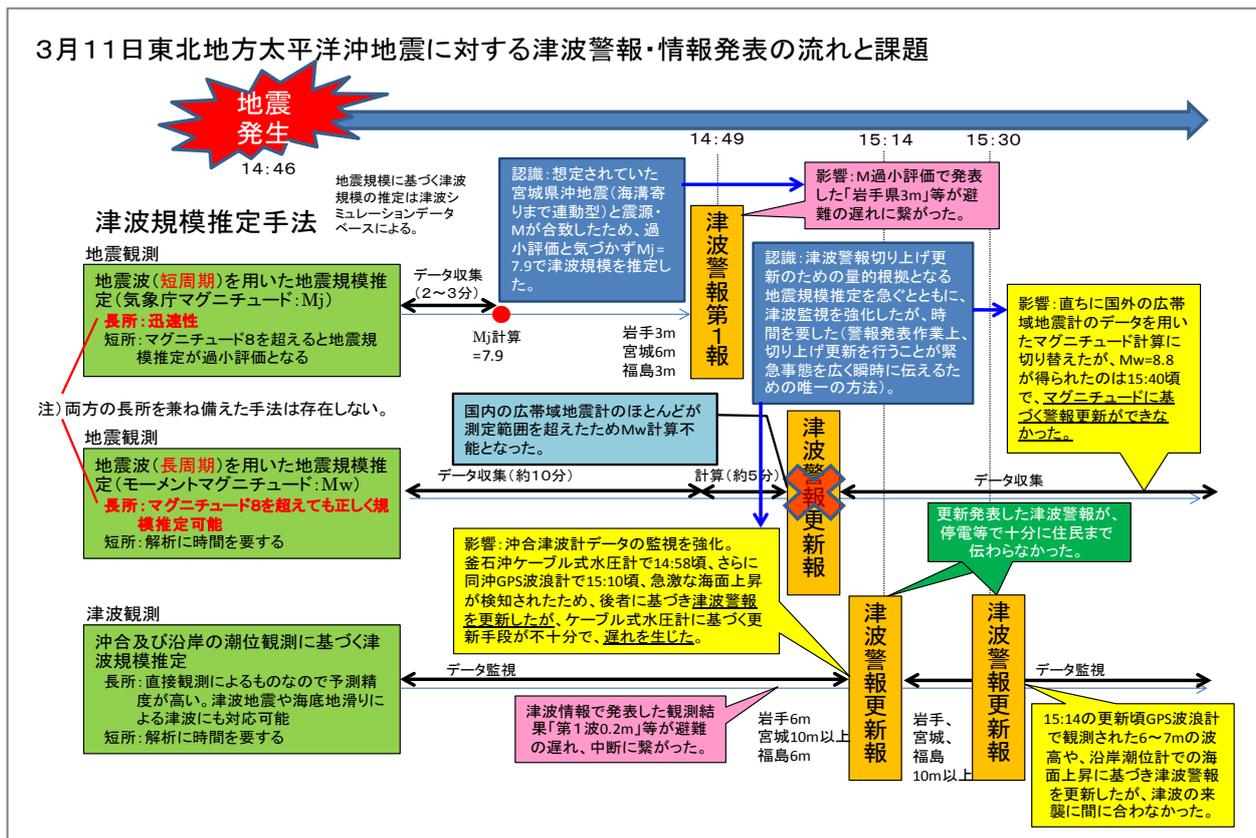


図4 津波警報・情報発表の流れと課題

また、津波警報も含めた津波防災対策を推進するためには、津波警報と防災対応とのリンク、広報周知活動、津波警報の伝達などその改善には関係機関との連携が必要な課題も含まれる。

これら課題が津波警報等の発表において出現し影響した状況を図4にまとめた。

### 3. 津波警報の改善の基本方針

津波警報・情報のあり方は、以下を基本方針とし、それらの内容と伝え方は利用者側の視点に立ったものとする。

- **早期警戒**：避難に充てられる時間をできるだけ確保するため、津波警報第1報発表の迅速性は確保し、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。その後時間経過とともに得られる地震・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る。ただし、切り替えた警報が伝わらない可能性があることも踏まえたものとする。
- **安全サイドに立った情報**：津波波源（海底地殻変動）の推定に不確定要素が残っている間は、残された不確定性の中で安全サイドに立った津波推定に基づき津波警報を発表し、その後データが明らかになった場合に、高さについてより確度の高い津波警報に更新するものとする。

なお、東北地方太平洋沖地震の事例では、津波警報等を見聞きしていないケースもかなりの割合に上っていることや、住民が過度の情報依存に陥るのを避けるため、「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必要がある。

このような基本方針のもと、数十年に1回程度の大津波だけでなく、数百年に1回という今般のような巨大津波にも的確に対応できるようにする。

今回のようなM8を超える巨大地震や、気象庁マグニチュード(M<sub>j</sub>)から想定されるよりも大きい津波を伴う地震(津波地震)についても、短時間のうちに十分な警告を発することができる津波警報システムへ改善する。一方、発生頻度の高いM8程度以下の通常の地震に対しては、現行の手法は、予測がやや過大との評価はあるものの、安全サイドに立った警報という観点からは概ね良好に機能してきた現行の手法を維持する。さらに、通常の地震に対する津波警報・注意報の確度を高め、住民の避難を適切に支援するよう努めることが重要である。あわせて、強い揺れを感じたら自らの判断で避難することを基本とすることから、陸域等の地震については、引き続き、津波のおそれはないことを地震情報で速やかに発表する。

## 4. 津波警報の改善

### 4. 1 技術的な改善策

#### (1) 津波警報第1報における過小評価の防止

津波警報第1報発表の迅速性を確保するため、地震の規模推定は3分程度で計算可能な気象庁マグニチュード(M<sub>j</sub>)を用いることを基本とする。

M8 程度以下の通常の地震に対する津波警報第 1 報は、 $M_j$  を用い、これまでと同様、津波波源の推定に不確定性がある初期段階においては安全サイドに立って津波の高さを推定し、津波警報を発表し警戒を呼びかける。

しかしながら、M8 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可能な手法は現在及び当面存在しないことから、津波の規模を過小に評価する  $M_j$  を使わず、次の手法を導入し迅速性を確保しつつ津波警報を改善する。

具体的には、津波警報第 1 報を発表する前に地震の規模を過小評価している可能性を速やかに認識できる監視・判定手法を以下に対して用意する（強震域が  $M_j$  から想定されるものに比べて明らかに広い：巨大地震（図 5 - 1）、地震波形の長周期成分が明らかに卓越している：巨大地震、津波地震（図 5 - 2）、等）。

以上の監視・判定手法を用いて、より規模の大きな地震の可能性があると判定された場合は、当該海域で想定される最大マグニチュードを適用、ないしは同手法によって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第 1 報を発表する。

また、津波地震については、海溝軸の付近で発生すると考えられていることから、過去に津波地震が発生した海域で一定規模以上の地震が発生した場合は、当該海域で発生した津波地震の最大のマグニチュードを適用して津波警報第 1 報を発表する。

これら予め想定した最大マグニチュードを使った津波警報の発表は、想定すべき地震については中央防災会議専門調査会や地震調査研究推進本部地震調査委員会における検討を踏まえて設定し、さらに関係地域の自治体や住民の理解と適切な避難行動等とのリンクが重要であることから中央防災会議専門調査会での議論を踏まえ導入を進めることとする。

M8 を大きく超える地震の発生が懸念させる海域の例を図 6 に示す。

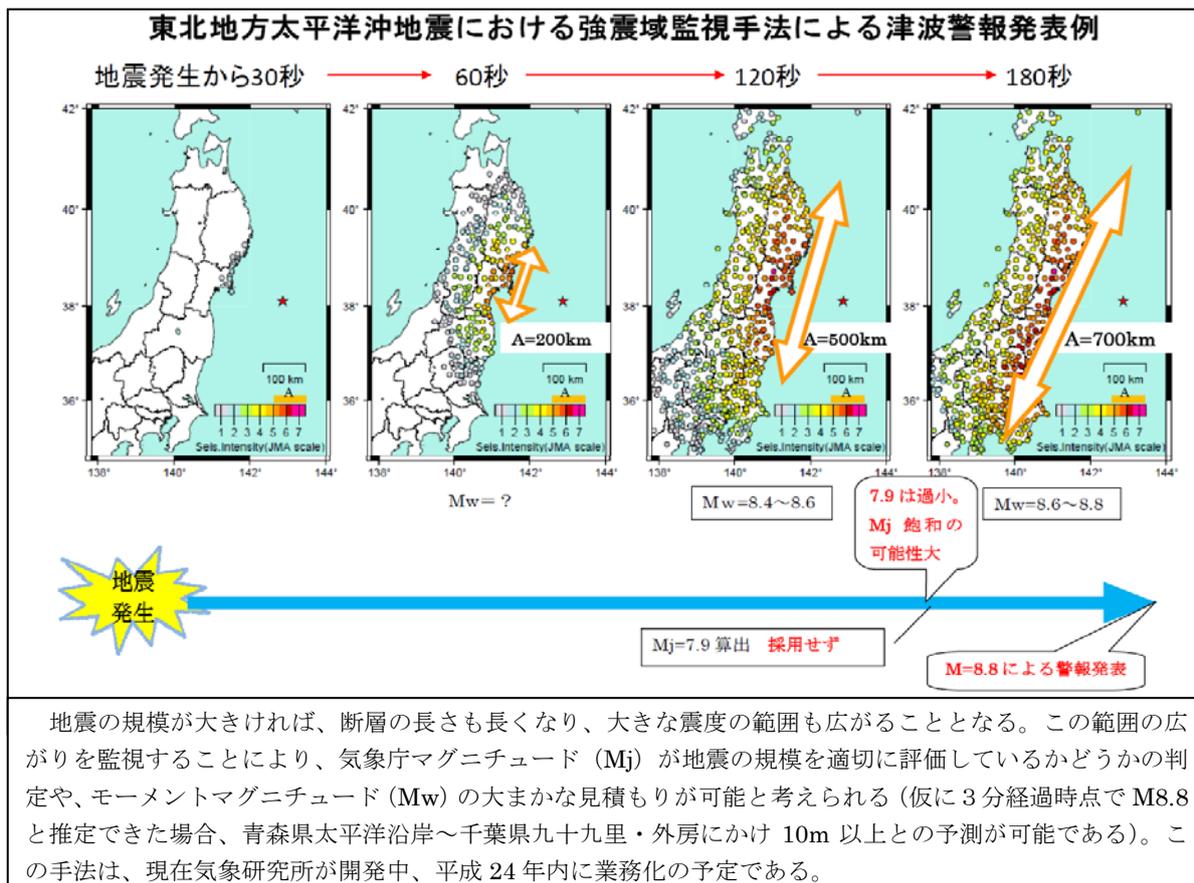


図5-1 過小評価の可能性を速やかに認識する手法の例(強震域の監視)

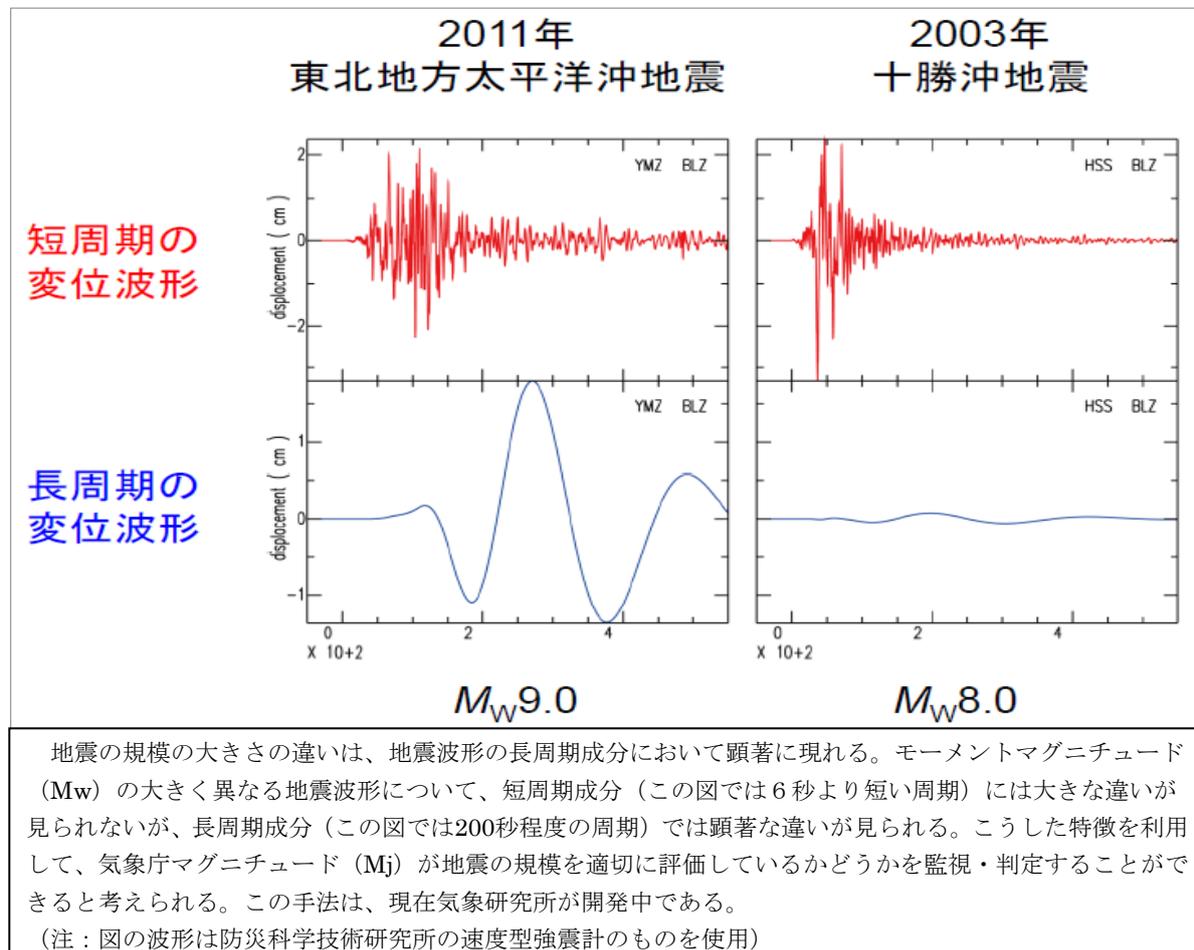


図5-2 過小評価の可能性を速やかに認識する手法の例(長周期の変位波形の監視)

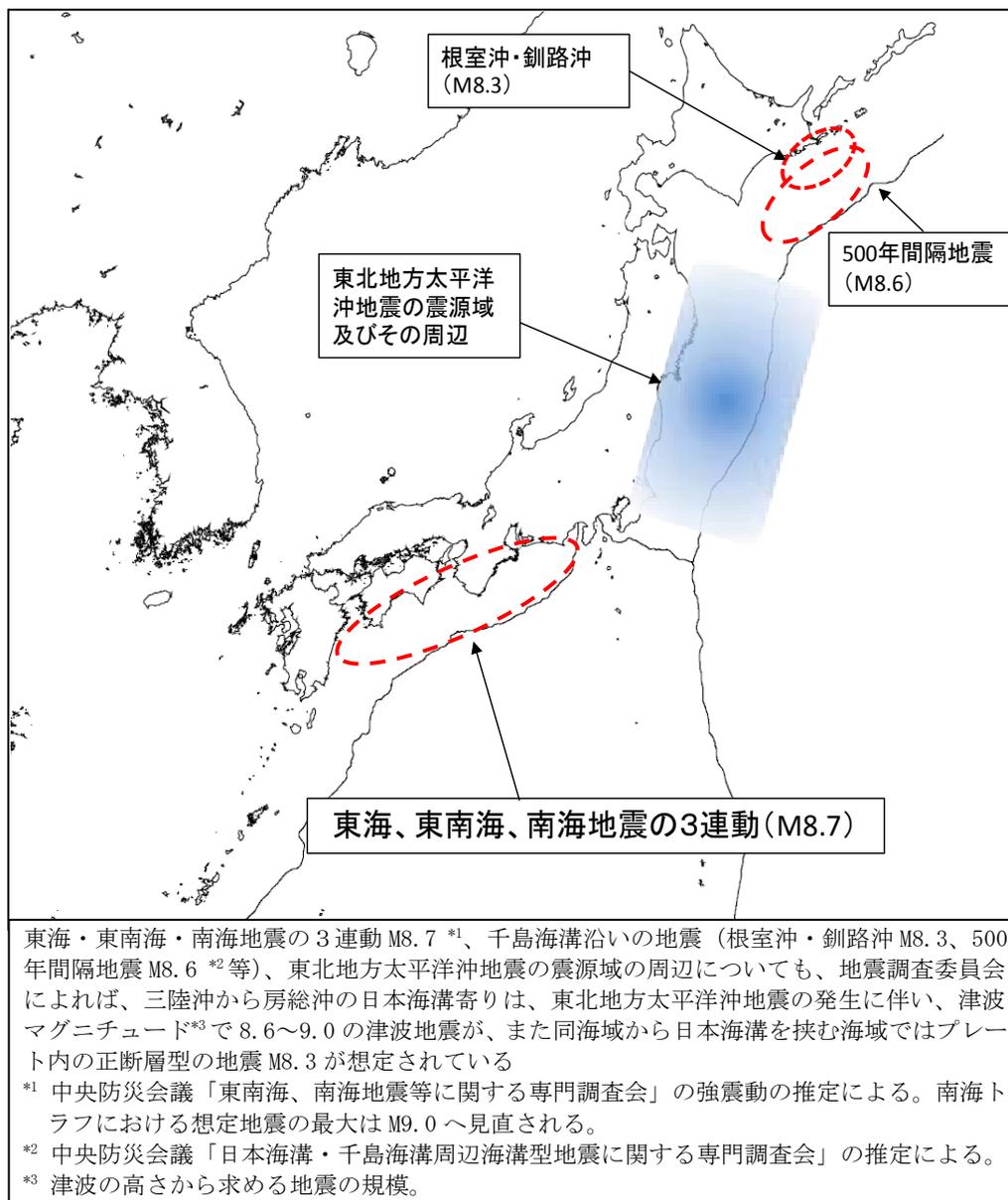


図6 M8を大きく超える想定地震の例

東北地方太平洋沖地震の発生を踏まえ、各海域の海溝型地震発生の評価については、見直しを含め検討が進められている。これら地震の評価については、最新のものが得られ次第、またこれらの以外海域についても、今後 M8 を大きく超える地震発生の検討や評価がされ次第、その海域で想定される地震の最大マグニチュードとして津波警報の運用に反映させることとする。

ただし、地震観測網を活用した監視・判定手法でとらえることの出来ない特徴を持って発生した大地震、過去に発生したことのない海域で発生する津波地震、海底地滑り等による津波については、その規模を適切に評価することは困難である。このような津波発生の可能性もゼロではないことに留意し、その場合には津波警報第1報の発表後に得られる地震・津波の観測データにより、できる限り速やかに適切な津波警報に更新することとする。

なお、気象庁では、日本沿岸の近くで発生した地震について、緊急地震速報による震源やマグニチュードを活用し、迅速に津波警報を発表する運用を行っているが、こ

の緊急地震速報のためのマグニチュードも M8 を超えるような巨大地震や津波地震の場合には地震の規模を適切に評価できないことから、緊急地震速報によるマグニチュードが 8 を超えた場合にはこれを用いず、上記の手法により津波警報を発表する。以上により地震規模を推定することにより、これまでと同様、地震発生後 3 分程度を目標に津波警報第 1 報を発表する。

## (2) 津波警報のより迅速な更新

津波警報第 1 報については、不確定性の中で安全サイドに立って津波を推定し、その後、以下の手法により最新の地震・津波の観測データが明らかになり次第、高さについてより確度が高い津波警報に更新する。津波警報の更新は、警報への理解と信頼感を高めるためにも、警報の解除に時間がかかり不要な避難行動が長引くことのないよう、最新の分析結果や新たな観測データの入手等により確度が高まり次第、速やかに実施することとする。

### ① 巨大地震のマグニチュードの迅速な推定

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を整備、活用する。

これにより、津波警報の第 1 報を発表した後、約 15 分後に求まる CMT 解析結果による  $M_w$  により津波警報を更新する。ただし、仮に CMT 解が求まらなかった場合は、他のいくつかの手法で即時的に得られる解析結果も参考にしつつ、津波警報を更新する。

なお、広帯域地震計による地震観測データの実体波の長周期成分を使う W-phase、P 波部分を使う  $M_{wp}$ 、地震波の継続時間や周期帯別のマグニチュード算出法など、CMT 解析による  $M_w$  の推定以外の解析手法についても研究を進め、マグニチュードの迅速な推定や  $M_j$  の過小判定手法に利用できるよう技術開発を進める。

### ② 沖合津波計の活用

沖合津波計の観測データを監視し、津波警報の更新に活用する。

沖合津波計については、気象庁では、現在、全国で 15 台の GPS 波浪計（国土交通省港湾局）と 12 台のケーブル式水圧計（気象庁、海洋研究開発機構、東大地震研究所）を津波監視に活用している。特に、GPS 波浪計については、東北地方太平洋沖地震の津波警報の更新に重要な役割を果たした。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る。

気象研究所は、沖合津波計の観測値から沿岸の津波の高さを推定する手法の開発を進めている。この手法によれば、海底の地盤の隆起や沈降に伴う水圧計の水深の変化も考慮したうえで、10~20 分程度で現れる水圧変化に基づき、沿岸の津波の高さの推定を行うことができる。この手法は、海底地滑りによる津波など、地震波の解析からは予測が困難な津波の予測も可能とするものである。加えて、津波の後続波の予測にも活用するための調査研究を進める。

上記手法が運用できるまでの間は、過去の観測記録や沿岸での津波の高さとの関係に関する調査結果等をもとに、沿岸の検潮所での津波観測データと同様に、沖合で観測された津波の高さから全体の津波の規模を修正する方法により沖合津波計データを活用する。

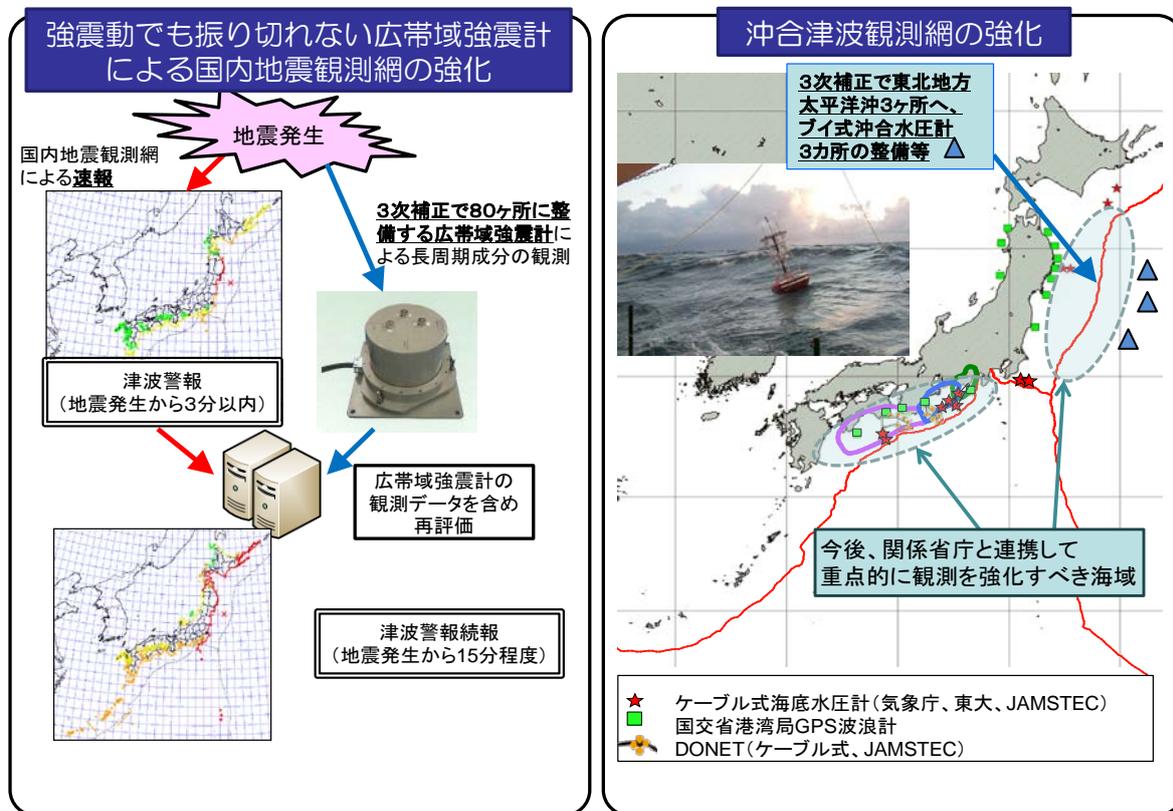


図7 広帯域強震計による巨大地震の規模の早期推定と沖合津波観測網の強化

以上による津波警報改善策による津波警報発表の流れを図8に、津波警報発表の流れと技術的改善の効果を図9に、想定されている東海・東南海・南海の3連動地震に対する津波警報発表イメージを図10に示した。

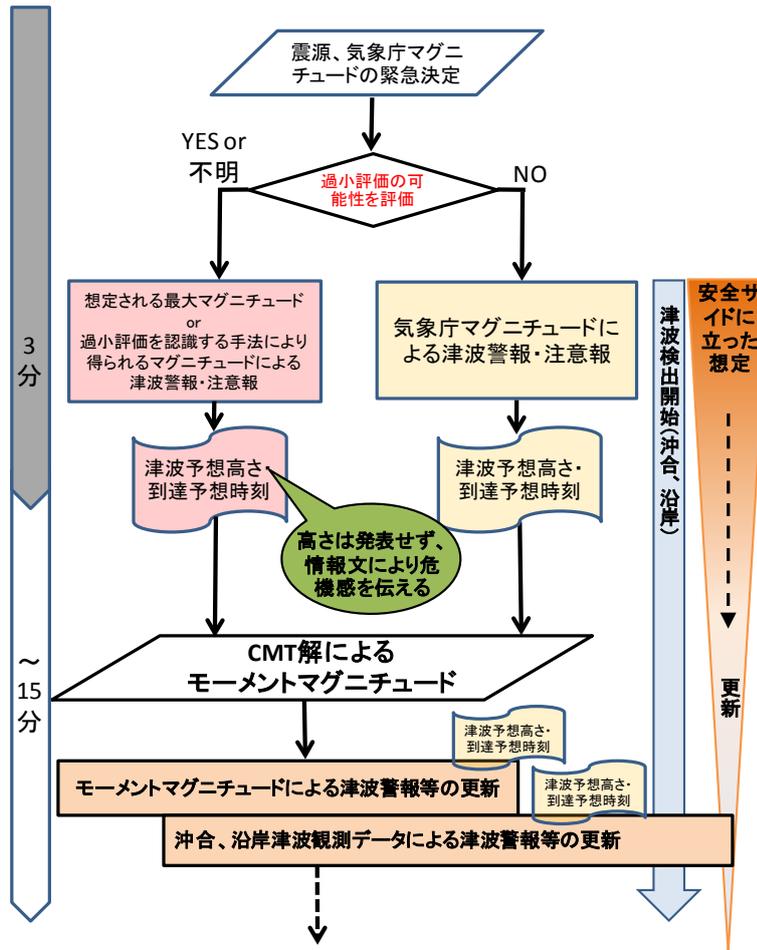


図8 津波警報改善策による警報発表の流れ

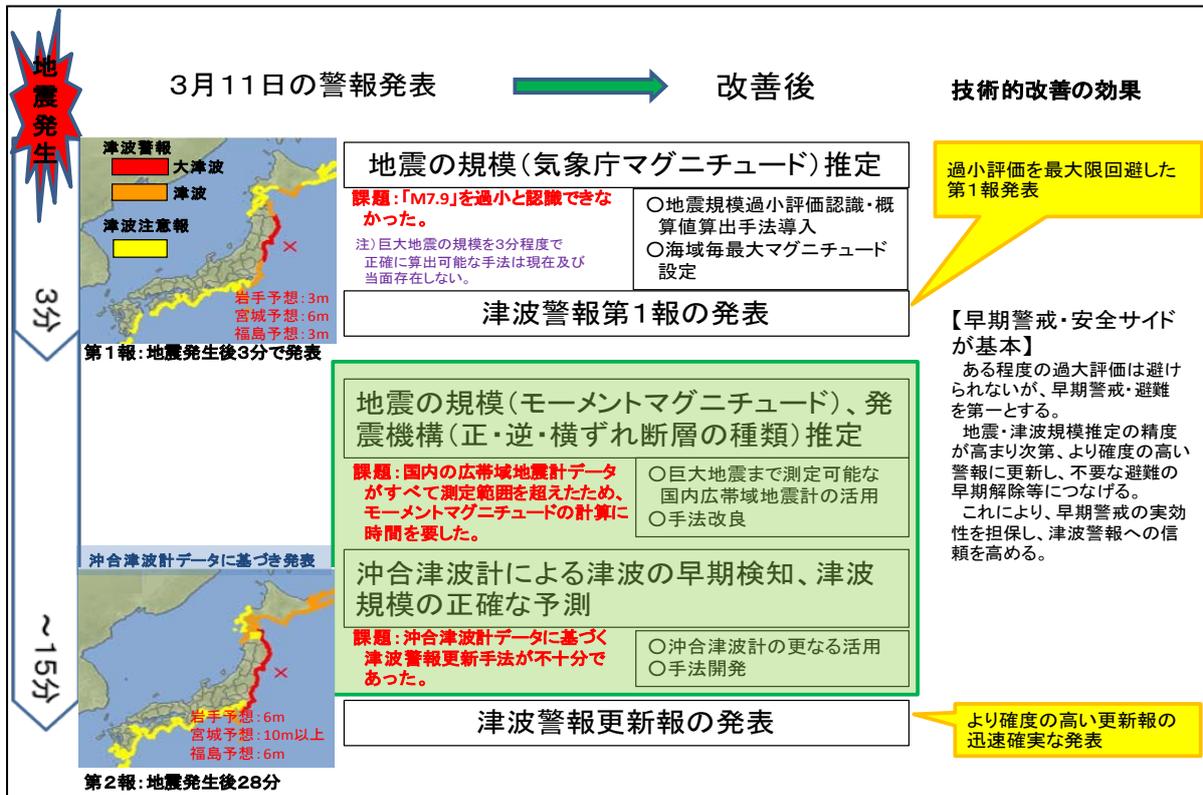


図9 津波警報発表の流れと技術的改善の効果

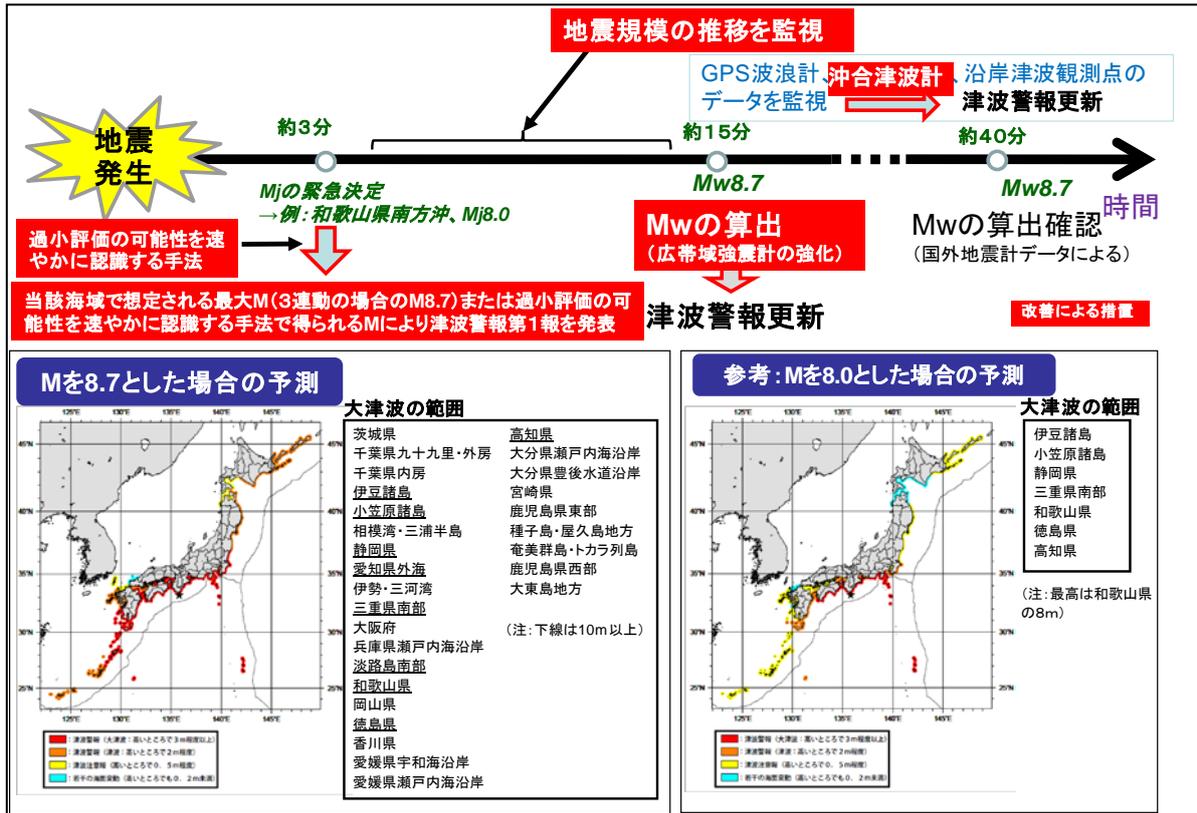


図 10 津波警報改善策による想定される東海・東南海・南海の3連動地震に対する津波警報発表イメージ

#### 4. 2 警報・情報の伝え方の改善策

津波警報や津波情報の伝え方の改善にあたり基本となる考え方を以下のとおり整理した。

##### ① 簡潔な表現

受け手の立場に立って、簡潔で分かりやすい内容や表現とする。

##### ② 行動に結びつく表現

予想される津波の高さだけでなく、その津波により起こりうる災害を容易にイメージできるようにし、とるべき避難等の防災行動を明示的に伝える。

##### ③ 情報精度と発表タイミングを考慮した表現

警報・情報で伝える内容は、情報の精度と発表のタイミングを考慮して、定性的表現と数値等（観測値や予想値等）を有効に組み合わせたものとする。

##### ④ 重要事項が分かる表現

警報や情報の重要事項を見出し部に示すとともに、警報や情報の更新にあたっては、フラグ（識別符）を付す等して、重要な変更部分が的確に伝わるような発表方法とする。

## 4. 2. 1 津波警報の発表基準と予想される津波の高さ区分

### (1) 津波警報の分類

#### ① 津波警報・注意報の分類

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、津波警報は陸域に対する警戒の呼びかけ、「大津波」の場合は陸域における嚴重な警戒の呼びかけとして定着してきた。

この警報等の分類については、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する。

#### ② 津波警報の呼称

現在、「津波警報」を「津波警報（大津波）」と「津波警報（津波）」に分類して発表しているが、一般には、「大津波警報」が「津波警報（大津波）」の意味として広く用いられていることから、「大津波警報」という名称も「津波警報（大津波）」と同義のものとして正式に位置づけ、警報や情報文中では基本的に「大津波警報」の呼称を用いる。また、同様に「津波警報（津波）」と同義のものとして「津波警報」の呼称を用いる。

なお、勉強会等において「巨大津波警報」という新たな分類を設けるべきという意見も一部あったものの、既存の津波警報（大津波、津波）に対して抱く危機感を低下されるおそれがあり、情報体系が複雑化することに見合った防災上の効果は必ずしも期待できないと考えられるため、設けない。

### (2) 津波の高さと被害との関係

警報の発表基準と予想される津波の高さ区分が津波被害の発生や程度に適合するよう決定するため、津波の高さと被害の関係を調査整理した。

浸水深と被害との関係については、過去の津波災害をもとに包括的に整理した首藤(1992, 1993)が広く知られている。さらに、東北地方太平洋沖地震を対象としたものとして、東北大学災害制御研究センター、東北工業大学、国土交通省都市局による調査等がある。

気象庁においても、沿岸での津波の高さと被害との関係について、東北地方太平洋沖地震における津波痕跡等に基づく津波の高さの推定値と、その周辺における被害状況（自治体への聞き取り調査に基づく）との関係の調査を行っている。

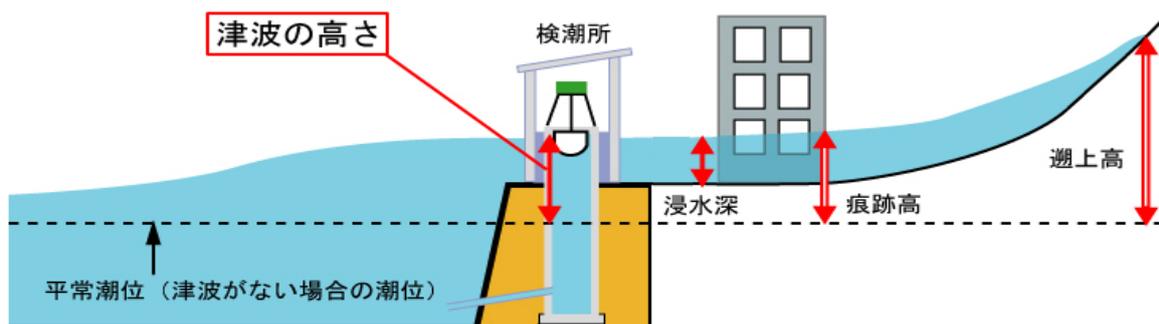


図 11 津波の高さについて

これらの調査結果から、津波の高さと被害との関係について、以下のとおり整理できる。

#### 浸水深と被害

- ① 浸水深については、2 m (木造建物の全壊等の増加)、4 m (木造建物はほぼ全滅)が、被害の様相が変化する境界となっている。

#### 沿岸での津波の高さと被害

- ② 住家の全壊は、沿岸での津波の高さ 3 m程度から見られ、5～6 m程度から全壊、流失の数は急増する。
- ③ 人的被害は、沿岸での津波の高さ 2 m程度から見られ、4～5 m程度からその数は急増する。
- ④ 居住区域への浸水は、沿岸での津波の高さでは 90cm 程度から、東京湾平均海面水位 (TP) 上の高さでは 1.3m 程度から見られる。
- ⑤ 家床下浸水は、沿岸での津波の高さ 1～2 m程度から見られる。
- ⑥ 舶被害及び漁業施設被害は、20cm 程度から見られる。

なお、今回の調査では、沿岸での津波の高さは TP 上の高さとはほぼ同等であった。

### **(3) 津波警報等の発表基準**

津波警報等の発表基準を検討するにあたり、まず、津波警報等の発表の考え方を以下のとおり整理し、次に、津波の高さ予想の区分を定めるにあたりその境界値を津波警報等の発表基準に揃える必要があることから、発表基準について検証した。

- 津波警報：警報は、重大な災害が起こるおそれのある場合に発表されるものである。津波が陸上に及んだ場合、たとえ浸水深が浅くとも、その流速によって屋外では人が巻き込まれ、住家まで浸水するおそれがあるなど、重大な災害が起こるおそれのあることから、津波警報は、おおむね陸上に遡上する津波が予想された場合に発表する。

さらに住家の全壊が見られるようになるなど災害の様相が変わったり、より甚大な災害となったりするおそれを警告する場合には、津波警報 (大津波) を発表する。

- 津波注意報：沿岸部の海上、海の中及び海岸付近へ注意を呼びかける場合に発表する。

津波による被害、特に陸上への浸水被害は、浸水深 (地面からの水位) との関係が深い。沿岸の津波の高さと浸水深とは、後者には標高という独立した要素が入ってくるため明確には関係づけることはできないが、(2) ④及び⑤から沿岸部の標高を概

ね1 m程度と見なすことができる\*1。このことを踏まえると、沿岸での津波の高さ3 m（浸水深2 mに対応）が住家の全壊が見られる境界となると考えられる。この値は、沿岸での津波の高さと被害の関係の②の結果とも整合する。

上記及び①～⑥から、警報等の発表基準を以下のとおり整理する。

津波警報（大津波） / 「大津波警報」	3 m～	（①②③より）
津波警報（津波） / 「津波警報」	1 m～	（③④⑤より）
津波注意報	20cm～	（⑥より）

#### （４）津波の高さ予想の区分

津波警報等の発表基準を区分の境界とするほか、（２）の調査結果の②③から、5 m（浸水深4 mに対応）程度を境に被害状況に違いが見られることから、予想される津波の高さの区分にこの境界を加える。さらに、とりうる防災対応の段階や、予想される高さが大きいほど誤差が大きくなること等を踏まえ、津波の高さ10 mを境界に加える。

以上を踏まえ、現行8段階の津波の高さ予想の区分は誤差を考慮した幅のある5段階へ簡略化し、津波警報の分類との関係は以下のとおりとする。

表1 津波の高さ予想の区分と津波警報の分類との関係

警報・注意報の分類	津波の高さ予想の区分	
	改善	現行
津波警報（大津波） / 「大津波警報」	10m～	10m～
	5m～10m	8m
		6m
3m～5m	4m	
津波警報（津波） / 「津波警報」	1m～3m	3m
		2m
津波注意報	20cm～1m	1m
		0.5m

なお、20cm未満の場合は、若干の海面変動があるが被害の心配はない旨を「津波予報」として発表する（現行と同じ）。

#### 4. 2. 2 津波警報の情報文のあり方

警報等の伝え方の基本的考え方の下、4. 2. 1の津波の高さ予想の区分と津波警

\*1（２）④及び⑤は、TP上の津波の高さ1 m程度から居住区域への浸水が発生していることを示している。このことから、ある浸水深に対応する被害は、TP上では、その浸水深+1 mの場合の被害と同等と見なす。現在、津波警報等で発表している津波の高さは、図11に示した平常潮位からの津波の高さであるが、今後、津波被害とより密接に関連づけるため、TP上の津波の予想高さを警報基準に取り入れられるよう、技術的検討を進めることとする。

報の分類との関係を踏まえ、津波警報の情報文のあり方について、以下のとおり整理した。

## (1) 津波警報の内容と表現

### ① 津波の高さ予想の表現

津波の高さ予想の区分は幅を持ったものであるが、「津波警報改善の方向性」を踏まえ、簡潔で分かりやすいものとするため単一の数値とし、また、危機感の喚起のため、予想区分の幅の高い方の数値とする。最も高い区分については、「10m超」とする。

また、過小評価対策を適用して津波警報を発表する場合の津波の高さ予想については、地震規模の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に敢えて表現方法を変える意味で、津波警報（大津波、津波）、津波注意報いずれも数値なしの定性的な表現とする。

以上を踏まえ、津波の高さ予想の表現は以下のとおりとする。

表2 津波の高さ予想の表現

警報・注意報の分類	津波の高さ予想の区分	数値による表現	定性的表現
津波警報（大津波） / 「大津波警報」	10m～ 5m～10m 3m～5m	10m超 10m 5m	巨大
津波警報（津波） / 「津波警報」	1m～3m	3m	高い
津波注意報	20cm～1m	1m	なし <sup>※)</sup>

※) 情報文中では表記しない。

また、過小評価対策を適用して津波警報を発表する場合、「東日本大震災クラス」等の過去の顕著な事例の引用や、津波地震のおそれありと認識できた場合は、「揺れの割に大きな津波を発生させる地震のおそれがあります」という記述を警報の見出しなどで津波災害の全体像を表現する場合に用いたり、警報や地震情報で地震の規模を「M8を超える巨大地震と推定」と表現することなどにより、津波警報発表地域の住民に、普段と異なる異常事態であることを具体的にイメージできるようにする。

なお、従来は予想される津波の高さが「1m」の場合は津波警報（津波）、「3m」の場合は津波警報（大津波）であったが、予想区分の幅の高い方の数値を用いることとしたことなどにより、「1m」の場合は津波注意報、「3m」の場合は津波警報（津波）となる。

### ② 避難を呼びかける表現

到達予想時刻までに残された時間によらず、「ただちに避難」とする。

津波到達までに残された時間は、同じ予報区内でも差があり、予報区が異なればさらにその差が大きくなるが、わが国沿岸で発生した津波に対しては長くても数時間程度の差である。それぞれの状況において防災対応を完了させるために要する時間には違いがあるため、警報が発表されれば、ただちに避難する等のそれぞれの防災行動を起こすことが必要である。また、津波到達までに残された時間に応じて表現を変える場合、その逆効果として、「まだ少し余裕がある」との油断を生じさせるおそれがある。

この表現は、わが国沿岸で発生する津波だけでなく、津波の到達までに相当な時間が見込まれるいわゆる遠地津波での警報発表においても適用する。遠地津波に対しては、おおむね2時間前までには警報等を発表することとしているが、警報発表とともに適切な行動をただちにとることができるよう、それまでの間、海外での津波観測の分析やリアルタイムでの津波シミュレーション等を実施し、警報の発表タイミング等について、随時情報発表等を行う。

### ③ 警戒すべき地理的な範囲への言及

津波警報・注意報では、警戒や避難を呼びかける対象者を地理的にある程度特定した表現とする。具体的には、津波警報（大津波、津波）については「沿岸部や川沿い」、津波注意報については「海の中、海岸付近」とする。

一方、津波によって被災しうる範囲は、標高、広がりとも、地形や土地利用形態、堤防等護岸施設の高さ・強度などにより大きく異なる。津波警報において、被災範囲を予報区単位で一律に規定することは、個々の防災行動の規範と受け取られるおそれがあることから、たとえ概数的な規定であっても、被災範囲（標高、浸水範囲等）に言及することは適切ではない。ハザードマップを参考に、津波発生時には状況に応じ最善を尽くした避難行動をとっていただくことを基本とすることが適切である。

### ④ 津波到達予想時刻の表現

表3-1、3-2に示すように、同一予報区内でも津波の到達時刻は数十分程度から1時間以上違うことがあるため、このような違いを明示的に伝えるとともに、予報区毎に、その予報区での最短の到達予想時刻、予報区内の検潮所等の個々の到達予想時刻を分かりやすく並べた形式とする（別紙1 p38-42 参照）。

表3-1 同一予報区内の津波到達時刻の差の例

(東北地方太平洋沖地震の第1報における「宮城県」予報区内の到達予想時刻)

地点名	気象庁の津波情報による 到達予想時刻
石巻市鮎川	15:10
仙台港	15:40

注) 上記は各地点に対する到達予想時刻。予報区「宮城県」に対しては15:00に到達と予測した。

表3-2 同一予報区内の津波到達時刻の差の例

(東北地方太平洋沖地震の第1報における「和歌山県」予報区内の到達予想時刻)

地点名	気象庁の津波情報による 到達予想時刻
那智勝浦町浦神	16:10
和歌山	17:20

注) 上記は各地点に対する到達予想時刻。予報区「和歌山県」に対しては16:10に到達と予測した。

#### ⑤ 広域に警報を伝える場合の優先事項の表現

警報・注意報を問わず、すべての予報区に対して、予想される津波の高さや到達予想時刻等を第1報から発表することを基本とするが、高い津波がただちに襲ってくるおそれがあるなどの切迫度が分かるよう、フラグ（識別符）を付加することなどにより、全国的に警報を伝える場合に優先すべき内容が分かるようにする。また、このフラグ（識別符）は、警報等の更新の際に重要な変更事項を伝える場合にも活用する。

## (2) 津波観測情報の内容と表現

### ① 高い津波が予想されている場合の小さな津波観測結果の発表

津波は何度も繰り返し来襲し、また、第1波が最大とは限らず、第2波、第3波がより大きくなることが多くある（表4参照）。特に、今般の東北地方太平洋沖地震に代表されるように、第1波が小さく第2波以降が第1波の10倍を超えるなど著しく大きくなる場合には、津波観測の情報の内容が避難行動にも大きく影響することから、観測データの発表のあり方を見直す。

観測事実を伝えることは重要である一方、東北地方太平洋沖地震では、非常に高い津波が予想された予報区での「第1波0.2m」の観測情報が、避難の足を鈍らせた可能性が指摘されている。観測値の発表は今回の教訓を踏まえて、避難行動を妨げることがないようにすることに十分配慮して行う必要がある。

津波が到達したという事実は避難を逡巡している方に対して避難を促す有効な情報であるが、観測された津波の高さが、高さ予想の区分よりも十分小さな値の間は、観測値をそのまま伝えることは津波に対して安心感を抱かせるおそれがある。

表4 第1波到達時刻と最大波の時刻の差の例(東北地方太平洋沖地震の例)

地点名	第1波到達時刻 (第1波の高さ)	最大波の時刻 (最大波の高さ)	第1波到達～最大波の時間差
根室市花咲	15:43 (+2.9m)	15:57 (2.9m)	14分
釧路	15:35 (+2.1m)	23:39 (2.1m)	8時間4分
八戸	15:21 (-0.7m)	16:57 (4.2m、翌3時頃よりデータ断)	1時間36分
宮古	15:01 (-1.2m)	15:26以降 (8.5mで振り切れ)	25分以上
いわき市小名浜	15:08 (+2.6m)	15:39 (3.3m)	31分
大洗	15:17 (+1.7m)	16:52 (4.0m)	1時間35分
銚子	15:13 (+2.3m)	17:22 (2.5m)	2時間9分

注1) 第1波の高さの数字に+を付したものは第1波が押し波であることを、-を付したものは第1波が引き波であることを示す。

注2) 根室市花咲は、第1波が最大波(2.9m)であった(「第1波の高さ」が観測された時刻は、「第1波到達時刻」(第1波の潮位変化が現れ始めた時刻)より若干遅れたものとなる。根室市花咲の場合、15:43に第1波が到達した14分後の15:57に、高さ2.9mが観測され、結局、これが最大波の高さとなった)。

注3) 釧路の津波の高さは、厳密には、第1波206cm、最大波の高さ208cm

このことから、

- 第1波については、到達した時刻と押し引きのみ発表する。
- 最大波については、津波到達後に観測される津波の高さを、「これまでの最大波」として順次発表する。その値が予想される高さに比べ十分に小さい場合は、以下のように発表する。
  - ・「これまでの最大波」では、警報・注意報の分類における1段階下の高さ基準に達するまでは、定性的な表現とする。

表5 観測した津波の高さを数値で発表する基準

発表中の警報等	数値で発表する基準
津波警報(大津波) /「大津波警報」	観測値 > 1 m (それ以下は「観測中」等、定性的表現)
津波警報(津波) /「津波警報」	観測値 ≥ 0.2 m (それ未満は「観測中」等、定性的表現)
津波注意報	すべて数値で発表(ごく小さい場合は「微弱」)

- ・上記の基準を超えた場合、観測値を速やかに発表する。なお、水位が上昇中の場合は、その旨を明記する。
- ・観測値が予想される高さに比べ十分に小さい状態が継続し、沖合の津波観測値や地震発生メカニズム等も勘案の上、その状態が続くまたはさらに減衰すると判断された場合は、すみやかに警報・注意報の切り下げまた

は解除を行うとともに、観測された最大値を発表する。

- 上記の基準については、予め公開するとともに、「観測中」等の発表が続く間は防災上どのような留意が必要かの周知啓発を進める。また、津波の高さが低い段階では、目視による津波の確認は困難であるが、その状況でも決して油断してはならない旨の周知啓発を行う。

## ② 沖合で津波を観測した場合の情報

東北地方太平洋沖地震では、非常に高い津波が沿岸に到達する前に GPS 波浪計により津波の到達を検知し、その結果が津波警報の更新に活用されるなど、沖合での津波観測の有効性が実証された。また、沖合における津波観測は、今後飛躍的に充実する見込みである。

沖合で津波をいち早く検知して沿岸に顕著な津波が押し寄せるおそれが認められた場合は、ただちに情報を発表するため、沖合での津波観測情報を従来の観測情報とは別に新設する（別紙1 p46-48 参照）。

沖合での津波観測の情報については、これまでも、GPS 波浪計による沖合での観測値及びその値から推定された沿岸での津波の高さ等を発表してきた。一方、より沖合にあるケーブル式水圧計については、そのデータを使って津波を評価し具体的に量的に警報に反映させるための手法が確立しておらず、観測値を発表していなかった。今後、GPS 波浪計に加え、これらケーブル式水圧計のデータも、今回得られた観測データ等から沿岸における津波の高さを経験的に推定するなどにより活用し、沖合の津波観測情報において発表する。

沖合で第1波が到達したことはただちに伝えることが重要であるが、この沖合での津波の高さから推定された沿岸での津波の高さが、高さ予想の区分よりも十分小さい値の場合には、沿岸の津波観測情報と同様、小さい第1波の情報が避難の足を鈍らせることのないような配慮が必要である。

さらに、沖合で観測された津波から推定される沿岸の津波の高さは不確定性を多く含んでおり、こうした高さについては、幅を持った数値であることを考慮して発表する。

以上を踏まえ、沖合で観測された津波の情報については、前項の沿岸での津波観測での考え方に準じ、

- 第1波については、沖合に津波が到達した時刻と押し引きのみ発表する。
- 最大波については、津波到達後に観測される沖合での津波の高さを「これまでの最大波」として順次発表するとともに、沖合での津波の高さから推定される沿岸での津波の高さの推定値を発表する。
- 沖合での津波の高さから推定される沿岸の津波の高さが、予想される高さに比べ十分に小さい場合は、以下のように発表する。
  - ・「これまでの最大波」では、沖合での観測値を「観測中」等、推定される沿岸での津波の高さは「推定中」等の表現とする。
  - ・表の基準を超えた場合、観測値を速やかに発表する。なお、水位が上昇中の場合は、その旨を明記する。

- 沿岸での津波の高さの推定値が津波警報相当以上の場合は、その旨を見出し等で分かりやすく表現する。

表6 沖合で観測した津波の高さの伝え方及び基準

発表中の警報等	推定される沿岸の高さを数値で発表する基準	沖合の観測値、及び推定される沿岸での津波の高さの表現	
		沿岸の推定値が基準の高さを超えた場合	沿岸の推定値が基準に満たない場合
津波警報（大津波） /「大津波警報」	沿岸の推定値 > 3 m	沖合、沿岸とも数値で発表	沖合：「観測中」等 沿岸：「推定中」等
津波警報（津波） /「津波警報」	沿岸の推定値 > 1 m	沖合、沿岸とも数値で発表	
津波注意報	すべて数値で発表	沖合、沿岸とも数値で発表	

### （3）その他の事項

津波警報等において用いる用語等について、以下のとおり整理した。

表7 津波警報等で用いる用語等について

論点	対処	理由
津波警報、津波到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報		
【現時刻が到達予想時刻以降の場合の到達予想時刻の表現】 「既に津波到達と推測」という表現について	「津波到達中と推測」とする。	「既に津波到達と推測」で津波の危険が去ったと誤解されないこと、予報区内で到達時刻に幅があることを踏まえた表現とする。
【第1波の到達が観測された場合の到達予想時刻の表現】 「津波到達を確認」という表現について	「第1波の到達を確認」とする。	津波の全体が分かったとの誤解を招かない表現とする。
【到達予測時刻等の表題】 「津波到達予想時刻」「予想される津波の高さ」という表題について	表題を「第1波の到達予想時刻」「予想される津波の最大波の高さ」とする。	予想しているのは第1波の到達時刻や津波の最大波であることから、誤解を招かない表現とする。
津波観測に関する情報		
【観測された到達時刻の表題】 第1波が到達した時刻を指す言葉をどうするか（第1回検討会の案では「津波検知時刻」）。	表題を「第1波到達時刻」とする。	「津波検知時刻」では、「検知」という言葉に馴染みがない。「津波観測時刻」では津波の最大波が既に過ぎてしまったとの誤解されるおそれがある。「第1波」という用語を含んだ表現が適切。

<p>【観測された波高の表題と表現】      現行の「最大波」という表題と、「これまでの最大波」の数字で発表しない段階での表現をどうするか。</p>	<p>表題を「これまでの最大波」とする。      表現を、「観測中」とする。</p>	<p>全体を通じての最大波との誤解を招かない表現とする。      津波観測値が予想される高さに比べ十分小さい場合、一定の規模以上のものが測定されるまで数字は発表しない。この状況を、津波は既に到達していることの危機感をあわせて伝える表現としては、「観測中」が適切。</p>
---	---	--

#### (4) 遠地津波に対する津波警報

わが国から離れた太平洋及びその周辺海域で発生した地震による遠地津波の場合、日本の沿岸に到達する以前に、十分な時間的余裕をもってモーメントマグニチュード (Mw) や発震機構 (逆断層か横ずれ断層か等) が判明していること、海外の潮位観測施設で津波が観測されることが多いことから、地震や津波の規模の評価を決定的に過小に見誤ることはなく津波警報や津波注意報を発表できる。

従って、これまで通り、日本への津波の影響が不明の段階では「調査中」である旨を発表し今後の情報発表への注意喚起を行うとともに、津波警報・注意報を発表することとなる場合は、津波来襲までの時間的猶予が長い特に遠方の地震のケースでは警報等の発表タイミングを予告しつつ、避難等に十分な時間をとったうえで (例えば、2010年チリ中部沿岸の地震による津波では、日本への到達予想時刻の約3時間半前に津波警報を発表)、津波の高さ予想を区分等に従い、第1報から津波の高さ予想の数値を発表する。

### 4. 2. 3 津波警報の高さ区分の基準と警報・情報文中の表現の対応

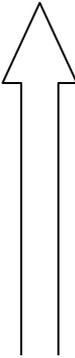
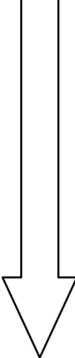
4. 2. 1～4. 2. 2を踏まえた、想定される津波のリスクととるべき行動、津波警報の高さ区分の基準と警報・情報文中の表現の対応を表8に示す。

なお、中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」報告では、津波警報と避難指示等とハザードマップとの関係の明確化に係る検討の必要性について言及されており、中央防災会議「災害時の避難に関する専門調査会・津波防災に関するワーキンググループ」でも関連の議論が進められる予定である。こうした観点も踏まえ、津波警報と避難指示等やハザードマップなどの津波防災対策が連携したものであるべきとの観点から、表8のとおり、これらの関係についてもあわせて記載した。

表8に記載の、警報・情報文中の表現は、現時点において整理し、記載したものであり、「災害時の避難に関する専門調査会・津波防災に関するワーキンググループ」における議論を踏まえ、適宜、より有効な表現を取り入れることとする。

4. 2. 1～4. 2. 3を踏まえた情報文案を別紙1に示す。

表8 津波警報の高さ区分の基準と警報・情報文中の表現の対応表

法規上の区分	分類	津波の高さ表現（丸括弧内は予想される範囲）	警報等とハザードマップ等との関係	想定される津波のリスクととるべき行動	警報・情報文中の表現 注)	
					<呼びかけ、指示を主体に> ○避難の呼びかけ ○とるべき行動	<解説を主体に> ○高さに応じたリスク
警報	大津波警報	10m超 (10m~)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 巨大な津波が襲い壊滅的な被害が生じる。</li> <li>・ 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。</li> <li>・ ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難。</li> </ul>	大きな津波が襲い大きな被害が発生します。 沿岸部や川沿いにいる人はただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。	巨大な津波が襲い壊滅的な被害が生じる。 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。
		10m (5~10m)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 巨大な津波が襲い大きな被害が生じる。</li> <li>・ 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。</li> <li>・ ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難。</li> </ul>	津波は繰り返し襲ってきます。警報が解除されるまで安全な場所から離れないでください。	巨大な津波が襲い大きな被害が生じる。 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。
		5m (3~5m)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 津波が襲い大きな被害が生じる。</li> <li>・ 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。</li> <li>・ ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難。</li> </ul>	津波による被害が発生します。 沿岸部や川沿いにいる人はただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。	津波が襲い大きな被害が生じる。 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。
注意報	津波注意報	3m (1~3m)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 標高の低いところでは津波が襲い被害が生じる。</li> <li>・ 浸水被害が発生し、人は津波による流れに巻き込まれる。</li> <li>・ ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難。</li> </ul>	津波による被害が発生します。 沿岸部や川沿いにいる人はただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。	標高の低いところでは津波が襲い被害が生じる。 木造家屋で浸水被害が発生し、人は津波による流れに巻き込まれる。
		1m (0.2~1m)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 海の中や海岸付近では津波による被害が生じる。</li> <li>・ 海の中にいると速い流れに巻き込まれる。</li> <li>・ 養殖筏の流失や小型船舶の転覆などが生じる。</li> <li>・ ただちに海から離れること。</li> </ul>	海の中や海岸付近は危険です。 海の中にいる人はただちに海から上がって、海岸から離れてください。 潮の流れが速い状態が続きますので、注意報が解除されるまで海に入ったり海岸に近づいたりしないようにしてください。	海の中では人は速い流れに巻き込まれる。 養殖筏が流失し小型船舶が転覆する。

津波到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報では、到達予想時刻と高さの情報の注意点について、「到達予想時刻は、予報区のなかで最も早く津波が到達する時刻です。場所によっては、この時刻よりもかなり遅れて津波が襲ってくる場合があります。到達予想時刻から津波が最も高くなるまでに数時間以上かかることがありますので、観測された津波の高さにかかわらず、津波警報が解除されるまで安全な場所から離れないでください。」  
 「場所によっては津波の高さが『予想される津波の高さ』より高くなる可能性があります。」（高さを定性的に表現する場合は削除）を言及。

注) この表現は、現時点において整理・記載したもので、今後、より有効な表現を取り入れる必要がある。

#### 4. 2. 4 その他の改善

##### (1) 津波の実況・推移の情報

津波の実況・推移を分かりやすく伝え、津波来襲中での避難の徹底、津波の解除に向けた準備的な情報としての利用等に資するため、新たに図情報の活用を進める。図情報の例を別紙2に示す。

##### (2) 震度速報における津波への警戒の呼びかけ

震度速報において津波への警戒を呼びかけることとし、その電文の例を別紙2に示す。

本章の最後に、表9に4. 2で示した津波警報の発表基準等と情報文の主要な改善策の表を、図3で示した課題に応じて、新たな改善策をとり入れた津波警報・情報の流れを図12に示す。

**○津波警報等の発表基準と津波の高さ予想の区分**

警報・注意報の分類		現行 発表される 津波の高さ	改善案		
			表現 数値	定性的表現	津波高さ予想の 区分
警報	大津波	10 m 以上、8 m、 6 m、4 m、3 m	10 m 超 10 m 5 m	巨大	10 m 超 5 m ~ 10 m 3 m ~ 5 m
	津波	2 m、1 m	3 m	高い	1 m ~ 3 m
津波注意報		0.5 m	1 m	(なし)	20 cm ~ 1 m

地震規模推定の不確定性が大きい場合の津波の高さは、数値なしの定性的表現で発表

予想する津波の高さは、予想区分の高い方の値を用いる

津波警報等の高さ予想の区分を8段階から5段階にする

「最大波」は「これまでの最大波」として発表

**○津波観測情報の内容と表現方法**

警報・注意報の分類		現行		改善案	
		第1波	最大波	第1波	最大波
警報	大津波	<ul style="list-style-type: none"> <li>第1波の到達時刻</li> <li>押し 引き</li> <li>第1波の高さ</li> </ul>	すべて数値で発表（ごく小さい場合は「微弱」）	<ul style="list-style-type: none"> <li>第1波の到達時刻</li> <li>押し 引き</li> </ul>	観測値 > 1m（それ以下は「観測中」等、定性的表現）
	津波				観測値 ≥ 0.2m（それ未満は「観測中」等、定性的表現）
津波注意報				すべて数値で発表（ごく小さい場合は「微弱」）	

第1波としては、高さを発表せず、到達した時刻と押し引きのみを発表

最大波は、観測した値が予想される高さに比べて十分小さい場合は、定性的表現で発表

**○沖合で津波を観測した場合の情報の新設**

沖合での津波観測情報を従来の観測情報とは別に新設

表9 津波警報の発表基準等と情報文の改善

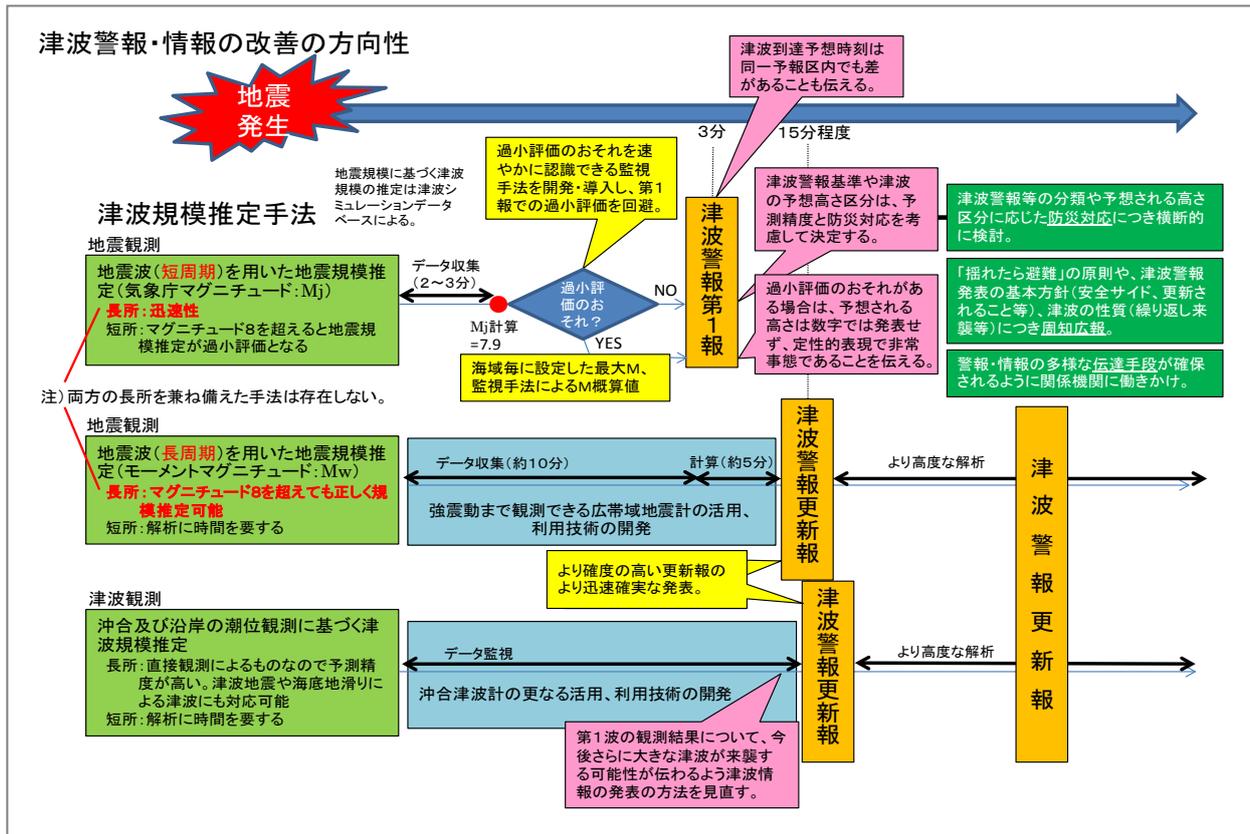


図 12 津波警報・情報の改善

## 5. 津波防災対策

津波避難においては、津波警報と避難指示等の防災対応、避難行動との関係を整理するとともに、情報伝達手段、ハザードマップや防災教育等の津波防災対策との連携が極めて重要である。津波防災対策については、中央防災会議「災害時の避難に関する専門調査会・津波防災に関するワーキンググループ」において検討が進められるおり、気象庁はこの議論を十分に踏まえつつ、より一層の津波警報の改善に取り組むこととしている。

### (1) 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むこととする。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、地域の特性を活かして学校関係者や自主防災組織等と連携して重点的かつ長期的な取り組みを行うこととする。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、気象庁本庁の示す方針のもと、地震・津波に対する減災に向けて積極的に関わって行くこととする。

今後周知・啓発を行う事項の例を別紙3に整理した。強い揺れを感じたら自らの判断で逃げるなどの自主避難意識や、津波警報等への理解の浸透を図るうえで、これら

の事項等について周知・啓発を図ることとする。

また、自らの判断で避難することが基本であること、津波は繰り返し来襲し第2波、第3波のほうが大きくなることが多いこと、津波の高さは地形により複雑に変化すること、長時間の警戒が必要であることなど、単に言葉では理解が難しい津波警戒に関する基本的な事項の周知啓発については、過去に観測された津波の時系列やシミュレーション動画、想定された巨大地震に対するシミュレーション結果等を活用した視覚的な手法が効果的であることから、これを推進するとともに、記録映像や被災体験等の収集を行い、その公開を促進する。

## (2) 津波警報の伝達

津波警報の伝達については、住民聞き取り調査にも見られるように、東北地方太平洋沖地震においては、避難するまでの間に津波情報や避難の呼びかけを見聞きしていない人が多く、テレビから情報を得た人が少なかった。中央防災会議「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会においても、警報等の伝達状況などが被害の拡大に影響があったと考えられる旨指摘されており、地域に応じた避難に役立つ情報提供のあり方や情報伝達のあり方について早急な検討が必要とされることを踏まえ、気象庁は、引き続き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、関係機関と連携しつつ、以下の点について積極的に推進することとする。

- 電力、通信などのインフラ施設や、防災行政無線、Jアラートなどの防災施設の耐震化等、非常時の業務継続能力の維持向上
- 個人に広く普及している携帯電話での伝達（津波警報を「エリアメール」に代表される一斉同報メールの対象とする）
- 海岸や海上など、防災行政無線等による津波警報の音声放送が聞こえづらく、警報の入手手段を携行しづらい場所にいる人たちへの効果的な伝達手段の確保

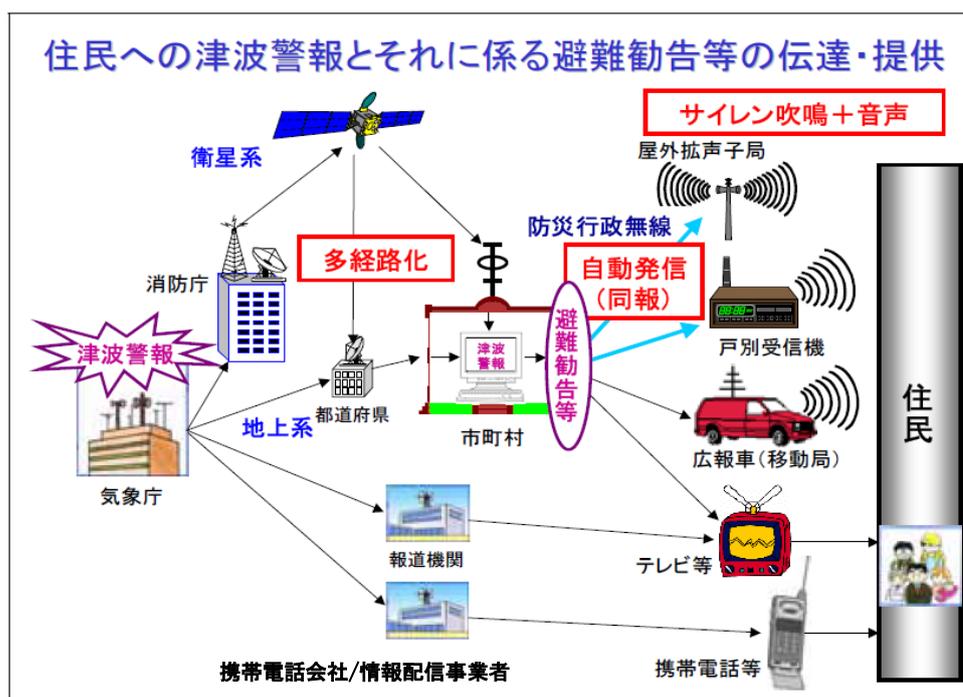


図 13 津波警報の伝達イメージ

## 6. 中長期的な津波監視・予測技術の開発

気象庁は、大学、研究機関等と連携して、津波監視・予測技術の開発に、今後より一層積極的に取り組む必要がある。特に、ケーブル式水圧計は今後飛躍的に増加する見込みである。これらを活用した津波監視・予測技術開発は、発生しやすい海域に関する知見が現時点では必ずしも十分ではなく、また、海底地滑りを原因とするような場合は、 $M_j$  や震度がより小さく、長周期成分の卓越も見られないおそれがある津波地震に対する規模の評価を的確にできる可能性がある。

また、津波警報は、現在は平常潮位からの津波の高さ（津波のない場合の潮位から津波によって海面が上昇する量、図 14 参照）を基準としているが、津波警報の発表基準等にハザードマップとも関連が高いと考えられる基準面からの潮位（東京湾平均海面水位上の高さなど）を利用することを検討し、潮位に基づく津波警報の発表技術の実用化に取り組む。

さらに、今般のような巨大津波だけでなく、より頻繁に発表される M8 程度以下の通常の地震に対する津波警報・注意報の確度や信頼性を高めるため、近地用津波データベースの改善をはじめ、予測技術等の向上に継続的に取り組む。

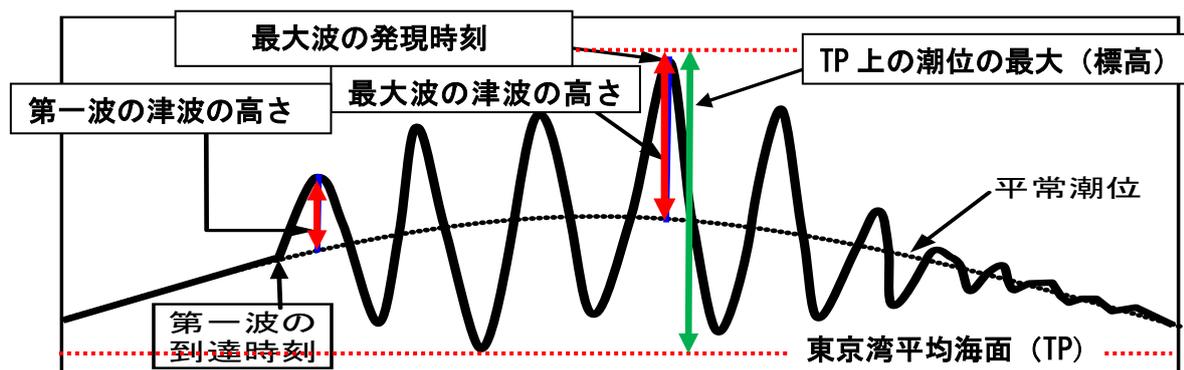


図 14 津波と潮位の関係

## 7. おわりに

津波警報は、行政や住民等にとって、避難行動等の津波防災対応の根幹となる情報であり、津波警報の改善にあたっては、津波警報として伝達すべき内容について、受け手の立場に立って様々な角度から検討することが必要不可欠である。また、津波警報が住民等に確実に伝達されることが非常に重要であることも踏まえ、学識経験者のほか、住民等へ避難を呼びかける地方自治体や放送事業者、伝達手段を提供する通信事業者にも参加いただき、総合的かつ多面的な検討を行い、さらに関係防災機関や国民一般から意見を募集し、これら改善策をとりまとめた。

しかしながら、津波警報が改善されたとしても、それだけでは十分に機能させることはできない。引き続き津波警報を関係機関に確実に伝達するとともに、関係機関と連携しつつ、住民への警報の伝達が多様な手段で確実に実施されるような施策を推進していかなければならない。また、津波警報では個々の地点の津波のリスクを伝えることができないことに鑑み、中央防災会議「災害時の避難に関する専門調査会・津波防災に関するワーキンググループ」等での議論を踏まえて、津波警報の表現に反映させるとともに、今後策定されるであろうハザードマップや避難計画が津波警報と密接に関連したものとなるよう働きかけていくこととしている。

さらに、津波に対する正しい知識をもとに的確な避難行動がとられるよう、地方自治体や放送機関、学校関係者等との緊密な連携のもと、これらの機関が実施する避難訓練等の津波防災に係る取り組みに積極的に関わるとともに、津波警報や津波避難に係る周知啓発の着実な進捗を図っていくこととしている。

地震や津波という現象は複雑で未解明な部分も多いが、東北地方太平洋沖地震やそれに伴う巨大な津波の発生メカニズムについて、様々な機関で調査研究が進められており、さらに、沖合での地震・津波観測については今後大幅に強化されることが期待される。それらの成果の活用を図りつつ、津波予測技術の高度化を進める必要がある。

気象庁は、このような津波警報の精度向上と同時に、津波警報が安全サイドに立ち発表されること、予測精度には限界があることなどについても周知を図りつつ、東北地方太平洋沖地震の教訓を踏まえた避難行動に結びつく警報を発表でき、それが津波から命を守ることに必ず役立つよう、住民と地方自治体等関係機関と協力し、津波警報の改善に取り組んでいく所存である。

なお、津波警報改善策の運用開始時期については、関係機関における検討状況やシステムの改修状況等を踏まえつつ、平成 24 年中を目途とする。

それまでの期間についても、地震の規模を過小評価している可能性を速やかに認識・判定する監視手法で利用可能なものは直ちに導入するとともに、同手法を用いて、M8 を超えるような巨大地震等の可能性を検知・判定した場合は、同手法で推定されたマグニチュード、あるいは現時点で当該海域において想定される最大規模の津波を推定できる最大マグニチュードを適用し、現在の枠組みにおいて津波警報を発表することとする。