

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

(案)

平成23年9月×日

気象庁

目次

概要

1. はじめに

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第1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
- (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
- (3) これまでの津波警報改善の経過とその技術的な評価

2. 2 勉強会における有識者等の意見、住民聞き取り調査及び中間とりまとめに対する意見

- (1) 勉強会における有識者等の意見
- (2) 住民聞き取り調査
- (3) 中間とりまとめに対する意見

2. 3 津波警報の課題

3. 抽出された課題の改善策

3. 1 基本方針

3. 2 津波警報の具体的な改善策

- (1) 津波警報の分類の考え方
- (2) 技術的な改善策
 - ①津波警報第1報で使用するマグニチュード設定の考え方
 - ②初期段階での地震規模の適切な推定、警報のより迅速な更新
- (3) 津波警報における高さ等の伝え方
 - ①津波の高さの予想の区分、数値の表現方法及び伝え方
 - ②津波到達予想時刻の発表
 - ③津波の観測データの発表
 - ④情報文における警戒の呼びかけ等の改善
- (4) 津波到達予想時刻に応じた発表のあり方

3. 3 遠地地震による津波への対応

4. 防災計画との連携等

- (1) 津波警報の分類や予想される津波の高さの設定と防災対応のリンク
- (2) 広報周知活動

(3) 津波警報の伝達

5. 今後の取り組み

5. 1 別途検討することとした事項への対応

5. 2 津波警報改善の運用開始時期及びそれまでの間の暫定的措置

5. 3 中長期的に取り組むべき課題

(1) 津波データベースの改善等

(2) 災害との関わりにおける津波の高さの考え方

(3) 津波地震への対策

別紙1 「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の方向性について」検討経過等

別紙2 「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」における有識者等の意見

別紙3 意見募集結果

別紙4 M8 を大きく超える想定地震の例

別紙5 周知・啓発を行う事項の例

別紙6 東海・東南海・南海地震における震度分布、津波の高さ及び到達時間の想定

用語集

参考資料1 東北地方太平洋沖地震の津波警報及び津波情報に関わる面談調査結果
(速報)

参考資料2 津波警報発表予報区の気象官署による住民・防災担当者の聞き取り調査

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 概要

気象庁では、平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震による津波被害の甚大さに鑑み、初期段階において推定・予測した地震・津波規模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、今後津波警報をどのように改善すべきかを検討するため、有識者や関係防災機関等からご意見をいただく「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」）」を開催した。

気象庁では、勉強会における指摘や提言等を踏まえ、8 月 8 日、それまでの検討を踏まえた今後の津波警報改善の方向性を「中間とりまとめ」として整理した。その後、約 1 ヶ月にわたって、「中間とりまとめ」のホームページによる一般への意見募集、自治体等への意見聴取、専門調査会への報告等を行った。これらの検討を経て、ここに今後の津波警報改善の方向性をとりまとめた（以下、【 】内は本編の該当箇所）。

1. 津波警報の課題【2. 3】

- (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となり、また、評価が過小である可能性を認識できなかった。
- (2) 過小評価の中で岩手県や福島県に発表した「予想される津波の高さ 3 m」が避難の遅れに繋がった例があったと考えられる。
- (3) 地震発生約 15 分後に計算されるモーメントマグニチュード (M_w) を使って精度の良い津波予測を行い、津波警報の続報を発表することとしていたが、今回の地震波は M_w を求めるための地震計の測定範囲を超えたため、 M_w を計算することができず、津波警報の続報を迅速に発表できなかった。また、沖合のケーブル式海底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。
- (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、中断に繋がった例があったと考えられる。

2. 津波警報改善の基本方針【3. 1】

○**早期警戒**：第 1 報の迅速性は確保し、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し、時間とともに得られるデータ・解析結果に基づき、より確度の高い警報に更新する。ただし、更新された警報が伝わらない可能性も考慮する。

○**安全サイド**：津波波源の推定に不確定性が残っている間は、不確定性の中で安全サイドに立った警報発表を行う。

なお、東北地方太平洋沖地震では、津波警報等を見聞きしていないケースも多かったことなどから、「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、上記方針のもと、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。

一方、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。

3. 具体的な改善策

(1) 津波警報の分類

現行の津波警報（津波、大津波）、津波注意報、の分類は、国民の間に概ね受け入れられてきており、引き続き用いる。

(2) 技術的な改善策

①津波警報第1報で使用するマグニチュード【3. 2 (2) ①】

M8 程度以下の通常の地震に対しては、気象庁マグニチュード (M_j) を用いて津波警報第1報を発表する。

一方、M8 を超えるような巨大地震や、津波地震に対しては、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手法（強震域の広がり、長周期成分の卓越など）を用意し、より規模の大きな地震の可能性があると判定される場合は、当該海域で想定される最大マグニチュード、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適用して津波警報第1報を発表する。

②警報更新の迅速化・高精度化【3. 2 (2) ②】

モーメントマグニチュード (M_w) の迅速・確実な推定（地震発生後15分程度）と沖合津波観測データを活用した津波警報更新の迅速化・高精度化を図る。

(3) 津波警報における高さ等の伝え方

①津波の高さの予想の区分、数値の表現方法及び伝え方【3. 2 (3) ① a】

現在の予想高さ区分（0.5m, 1m, 2m, 3m, 4m, 6m, 8m, 10m 以上）は8段階としてきたが、必ずしも防災対応とリンクしていないことから、現実的にとりうる防災対応の段階等を踏まえ、区分を見直す。5段階程度（～1m、1～2m、2～4m、4～8m、8m～）が妥当と考えられる。

区分の境界値は、津波警報（津波、大津波）や津波注意報の基準と揃える必要があり、津波の高さと被害状況の調査結果も踏まえて決定する必要がある。

②津波警報における高さ予想の伝え方【3. 2 (3) ① b】

気象庁マグニチュード (M_j) で推定されるより規模の大きな地震の可能性を検知し当該海域で想定される最大マグニチュードを適用するなどして津波警報を発表する場合は、地震規模推定の不確定性が大きいことなどから、各予報区に発表する予想高さは、数値で発表せず、定性的な表現とする。約15分後に求まるモーメントマグニチュード (M_w) 等に基づき更新を行う第2報以降の津波の高さは、不確定性が少ないことから、予想される津波の高さの区分に従ってその数値を発表する。

③津波到達予想時刻の発表【3. 2 (3) ②】

津波到達予想時刻については、比較的精度がよいことから、従来どおり発表する。ただし、到達予想時刻は同じ予報区内でも、場所によっては1時間以上の違いがあることがある。このような津波の特徴について周知を図るとともに、伝え方についても検討する。

④津波観測結果の発表のあり方【3. 2 (3) ③】

観測された津波の第1波については、多くの場合後続の波の方が大きくなり、時には第1波の高さの10倍を超えることもあるため、避難行動を抑制しないよう発表の方法を改善する。

また、津波の実況や推移が正しく住民に伝わる情報内容となるよう見直す。

⑤情報文における警戒の呼びかけ等の改善【3. 2. (3) ④】

上記①～④を踏まえ、津波警報や津波情報の情報文における警戒の呼びかけ等について、より避難行動を促す表現に見直す。見直しにあたっては、簡潔かつ効果的に避難の必要性が伝わるよう、表現を工夫する。

⑥津波到達予想時刻に応じた発表のあり方【3. 2. (4)】

現在は、津波警報第1報で、津波注意報以上のすべての予報区に対して同時に警報等を発表しているが、巨大地震等により国内の広域に津波の影響が予想される場合は、まず、短時間で大きな津波の来襲するおそれがあるなど重要な予報区に絞って警報を集中的に発表すべきとの考え方もできる。このような発表のあり方について検討する。

⑦遠地地震による津波への対応【3. 3】

遠地地震による津波の場合は、津波警報第1報を発表する段階で不確定性がかなり減じていることから、第1報から津波の高さ予想の数値を発表する。

4. 防災計画との連携等【4】

津波警報の発表基準となる津波の高さや予想される津波の高さ区分の境界値については、被害データの収集分析等を踏まえ、別途検討する。

津波警報も含めた地震・津波に関わる広報周知活動に、気象庁としてこれまで以上に組織的に取り組む。

津波警報の伝達について、住民に警報が確実に行き渡るようにするための取り組みを一層推進する。

5. 今後の取り組み【5】

別途検討することとした事項について検討するため、別途検討会を開催し、年内に結論を得る。

また、とりまとめた津波警報改善策の運用開始時期は、平成24年中を目途とするが、それまでの期間においても、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速やかに導入し、同手法を用いて、より規

模の大きな地震である可能性を検知・判定した場合は、現行の枠組みで津波警報を発表する。

中長期的には、津波データベースの改善等を通じた予測技術等の向上、津波発生時の潮位の予測技術に関する調査・検討、津波地震への対策の検討を進める。

1. はじめに

平成23年3月11日14時46分、牡鹿半島の東南東約130kmの三陸沖の海底下約24kmを震源として、わが国の地震観測史上最大規模（M9.0）の「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」が発生した。この地震により、死者・行方不明者約2万人という甚大な人的被害が発生し、そのほとんどは津波による犠牲であった。

気象庁は当初地震の規模をM7.9と推定し、地震発生3分後の14時49分、津波警報の第1報として、岩手県、宮城県、福島県へ津波警報（大津波）、北海道太平洋沿岸中部、青森県太平洋沿岸、茨城県、千葉県九十九里・外房、伊豆諸島へ津波警報（津波）を発表し、その後沖合のGPS波浪計や沿岸の検潮所における観測データを基に、津波警報の続報を発表し、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た。しかしながら、津波警報の第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あった。また、停電等により、津波警報の続報や津波の観測情報が津波の被災地の住民等に十分には伝わっていなかったことが明らかになっている。

今回の被害の甚大さに鑑み、気象庁では、初期段階において推定・予測した地震・津波規模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、今後津波警報をどのように改善すべきかを検討するため、有識者や関係防災機関等からご意見をいただく「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」）」を開催した。

一方、中央防災会議においては、「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（以下、「専門調査会」）」を設置し、東北地方太平洋沖地震による地震・津波の発生、被害の状況を分析し、今後の対策を検討している。

気象庁では、勉強会における指摘や提言、専門調査会での議論、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、8月8日、それまでの検討を踏まえた今後の津波警報改善の方向性を「中間とりまとめ」として整理した。その後、約1ヶ月にわたって、「中間とりまとめ」のホームページによる一般への意見募集、自治体等への意見聴取、専門調査会への報告等を行った。

これらの検討を経て、ここに今後の津波警報改善の方向性をとりまとめた。

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第1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（M_j）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*1。今回の震源決定作業においても、通常の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 3 分後、津波警報第 1 報 (高さ予想は宮城県 6 m、岩手県・福島県 3 m) 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 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地震発生後約 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。
- ⑦15 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 6 m 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、津波警報の続報を発表した。

*1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る。

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 分程度は要する。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。

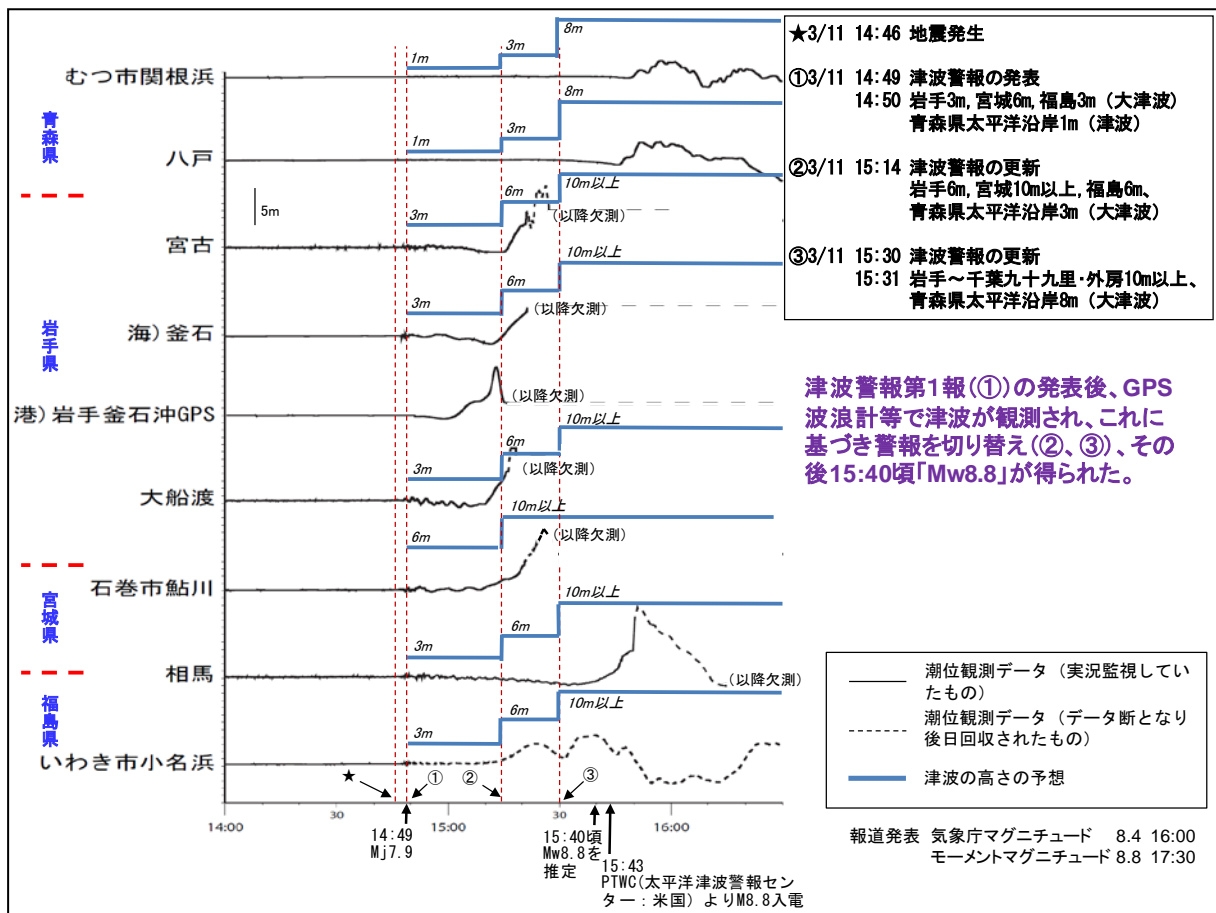


図1 津波警報発表の経緯（東北地方太平洋沿岸）

(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

- 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)により警報の続報を発表し、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、活用手法が確立できれば、10分程度早い時点でより適切な津波警報に更新できる可能性がある。

(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2)。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きており、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。

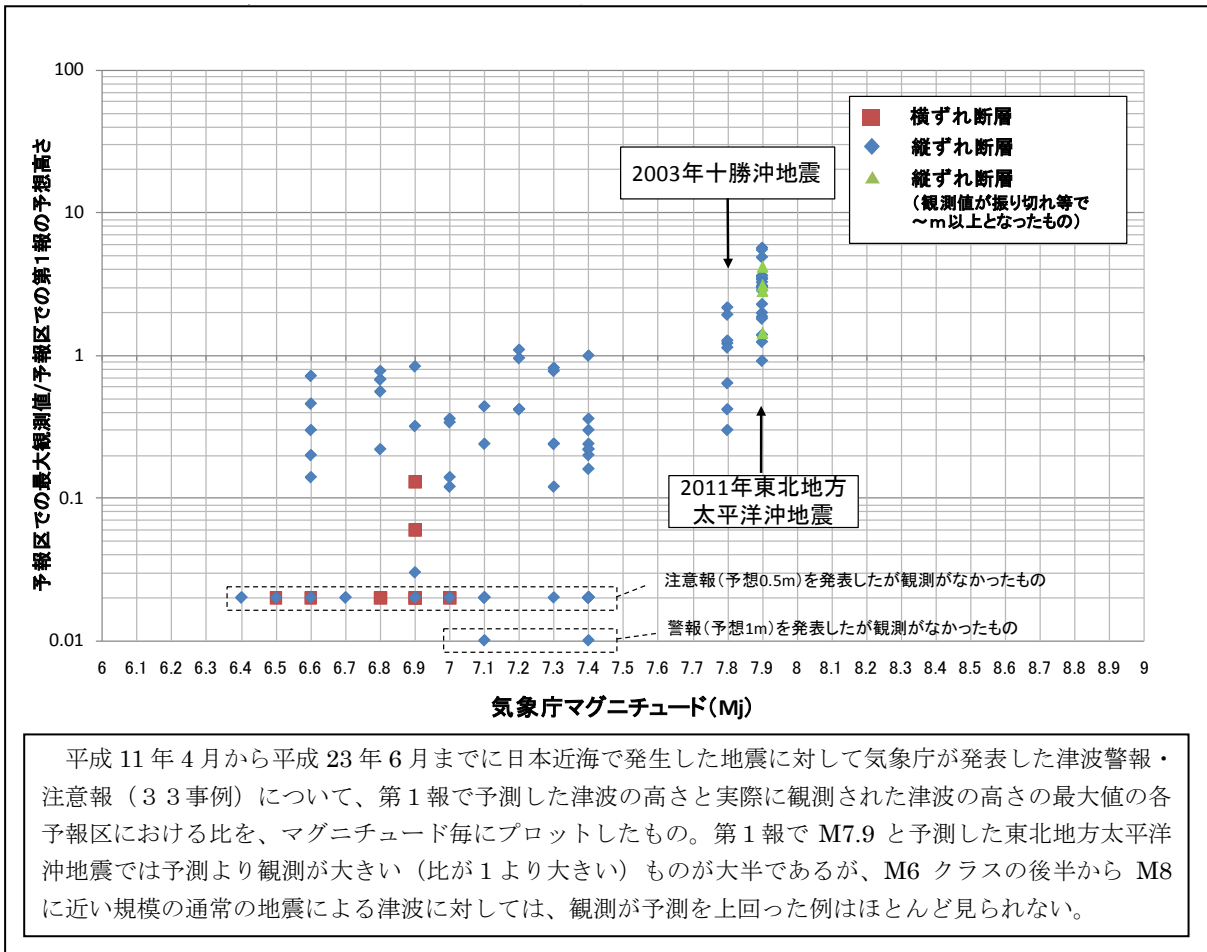


図 2 気象庁がこれまでに発表した津波警報の評価

(平成 11 年 4 月以降、Mj 毎の、予報区での最大観測値と第 1 報の予想高さの比)

2. 2 勉強会における有識者等の意見、住民聞き取り調査及び中間とりまとめに対する意見

(1) 勉強会における有識者等の意見

第 1 回～第 3 回勉強会における有識者等の意見は、別紙 2のとおりである。

(2) 住民聞き取り調査

気象庁は、内閣府及び消防庁と共同で、被災住民等（岩手県、宮城県、福島県の東北 3 県）への聞き取り調査を行った。その共同調査のうち津波警報に関係する主な結果は、参考資料 1のとおりである。調査結果からは、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る。

また、北海道及び東京都以西で、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（19 都道県）。その主な結果は、参考資

料2のとおりである。調査結果からは、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。

なお、これらの調査は短期間で実施したもので、調査数が必ずしも十分ではないことに注意を要する。

(3) 中間とりまとめに対する意見

中間とりまとめに対する一般や自治体の意見の概要は別紙3のとおりである。個々には様々なご意見があるが、全体として、改善の方向性への理解が得られているほか、津波警報の精度向上、広報周知活動等を気象庁に期待するなどの意見をいただいた。

2. 3 津波警報の課題

以上をもとに、今回の地震における津波警報の課題を抽出した。このうち、津波警報の発表に係る課題は、以下のとおりである（図3）。

- 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3m」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、津波警報の続報が迅速に発表できなかった。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、津波警報の続報において、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。

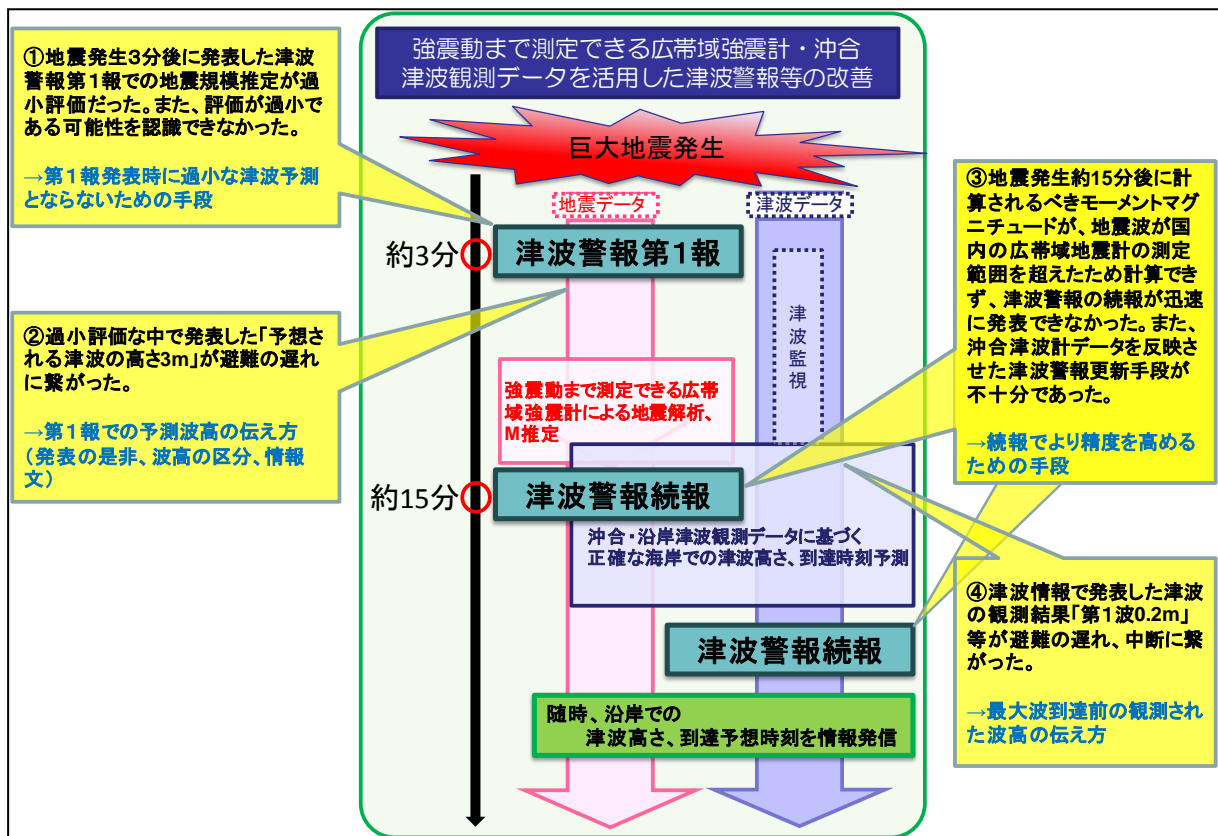


図3 津波警報発表の課題

これらの課題への改善策を、3章にとりまとめた。

また、このほか、津波警報と防災対応とのリンク、広報周知活動、津波警報の伝達についても改善を図る必要があり、これらについては4章に整理した。

3. 抽出された課題の改善策

東北地方太平洋沖地震では、地震発生3分後に津波警報を発表したが、当初予想した津波の高さは実際に観測された津波を大きく下回るものであった。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。この現行の手法を維持しつつ、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_j)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を図る必要がある。

今回の津波により抽出された課題を踏まえ、以下の方策により、津波警報の改善を図ることとする。

3. 1 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、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、警報等の内容は、続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。

一方、頻繁に発表されるM8程度以下の通常の地震については、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ことが重要である。

3. 2 津波警報の具体的な改善策

(1) 津波警報の分類の考え方

現在、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が、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るようになってきていることに鑑み、同名称の使用も可能とするよう検討する。

(2) 技術的な改善策

①津波警報第1報で使用するマグニチュード設定の考え方

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_j）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、津波警報を公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報を公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4-1）、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4-2）、等）。

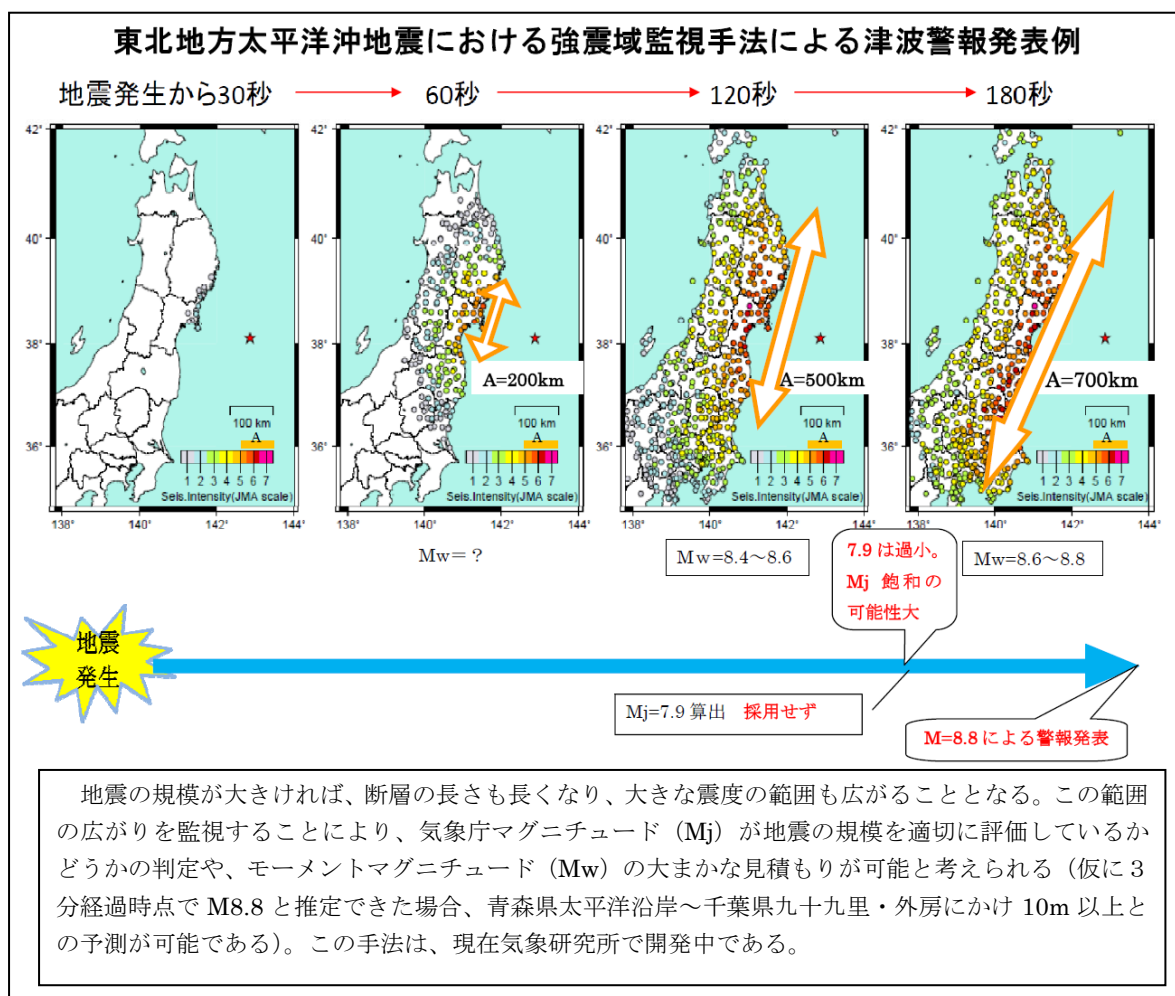


図4-1 過小評価の可能性を速やかに認識する手法の例（強震域の監視）

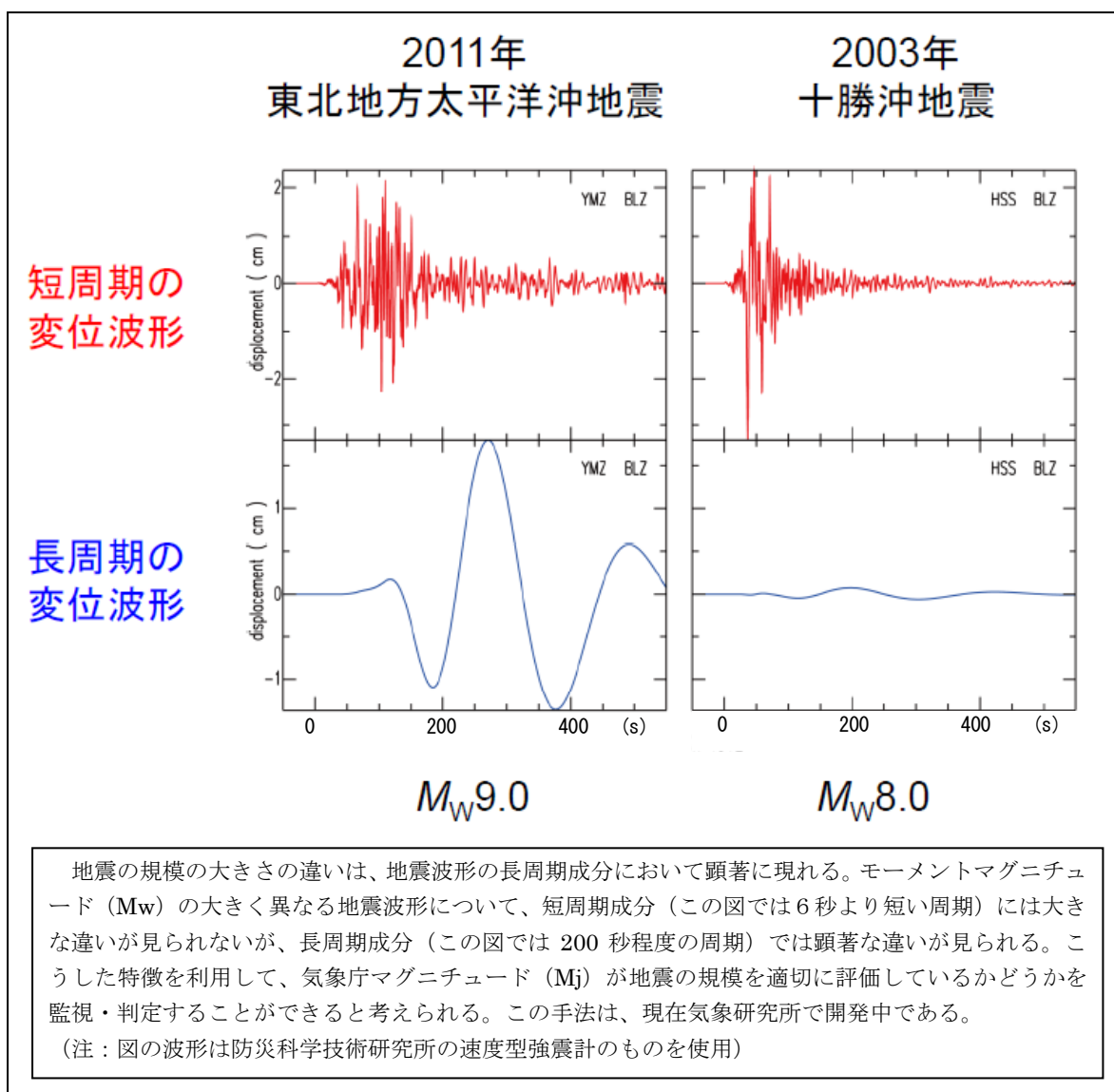


図 4-2 過小評価の可能性を速やかに認識する手法の例（長周期の変位波形の監視）

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については、想定すべき地震については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専門調査会での議論を踏まえ、導入していくことが必要である。

M8を大きく超える地震については、これまでも中央防災会議や地震調査委員会で検討が行われており、その一部を別紙4に示す。東北地方太平洋沖地震の発生を踏

また、海域毎の海溝型地震発生の評価については、今後地震調査委員会において検討が進められる予定である。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、国内の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大きな地震や、過去に津波地震が発生したことの無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、規模を適切に評価することは困難である。こうした津波については、津波警報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津波警報を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津波警報に活用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同様に、M8 を超えるような巨大地震や津波地震の場合に地震の規模を適切に評価できないことから、その場合はこれを用いず、上記の手法により津波警報第 1 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初期段階での地震規模の適切な推定、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。

a. 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の活用を進める。

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こととする。

なお、 M_w の迅速な推定以外の解析手法についても、参考として利用しつつ技術開発を進める。

b. 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 12 台の GPS 波浪計（国土交通省

港湾局)と12台のケーブル式沖合水圧計(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。

気象研究所では、沖合水圧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。

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5に、津波警報発表の流れと技術的改善の効果を図6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7に示した。

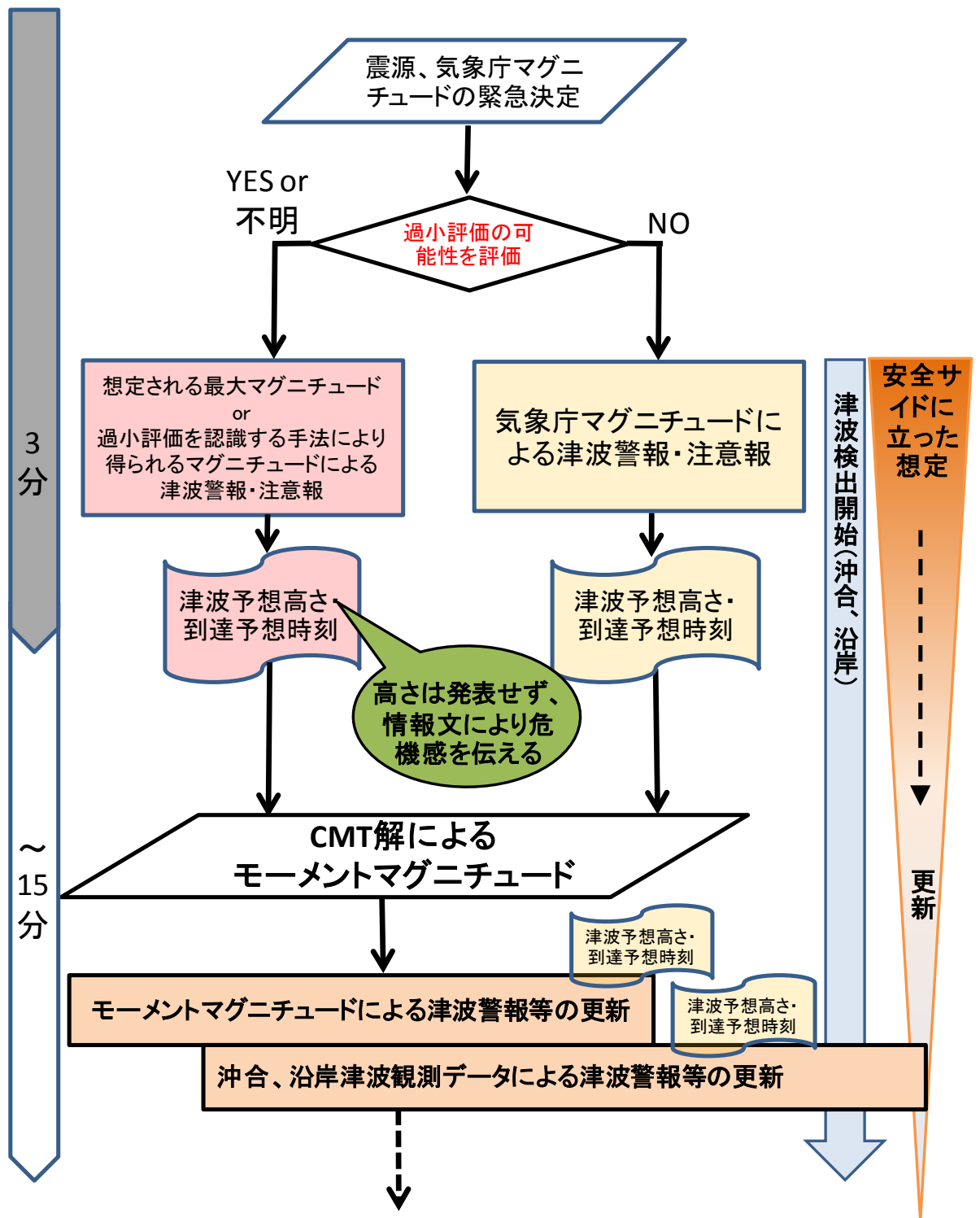


図5 津波警報改善策による警報発表の流れ

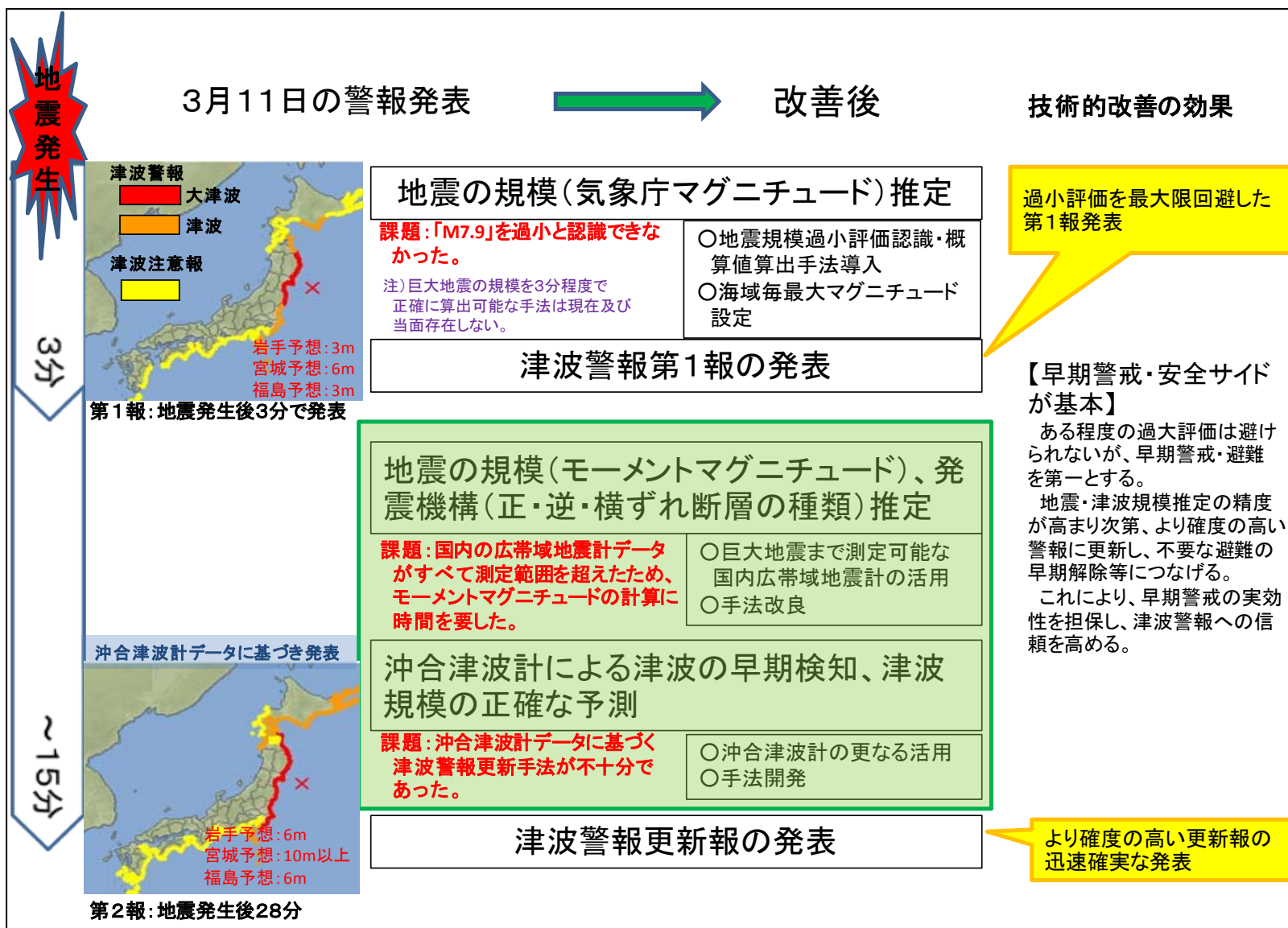


図6 津波警報発表の流れと技術的改善の効果

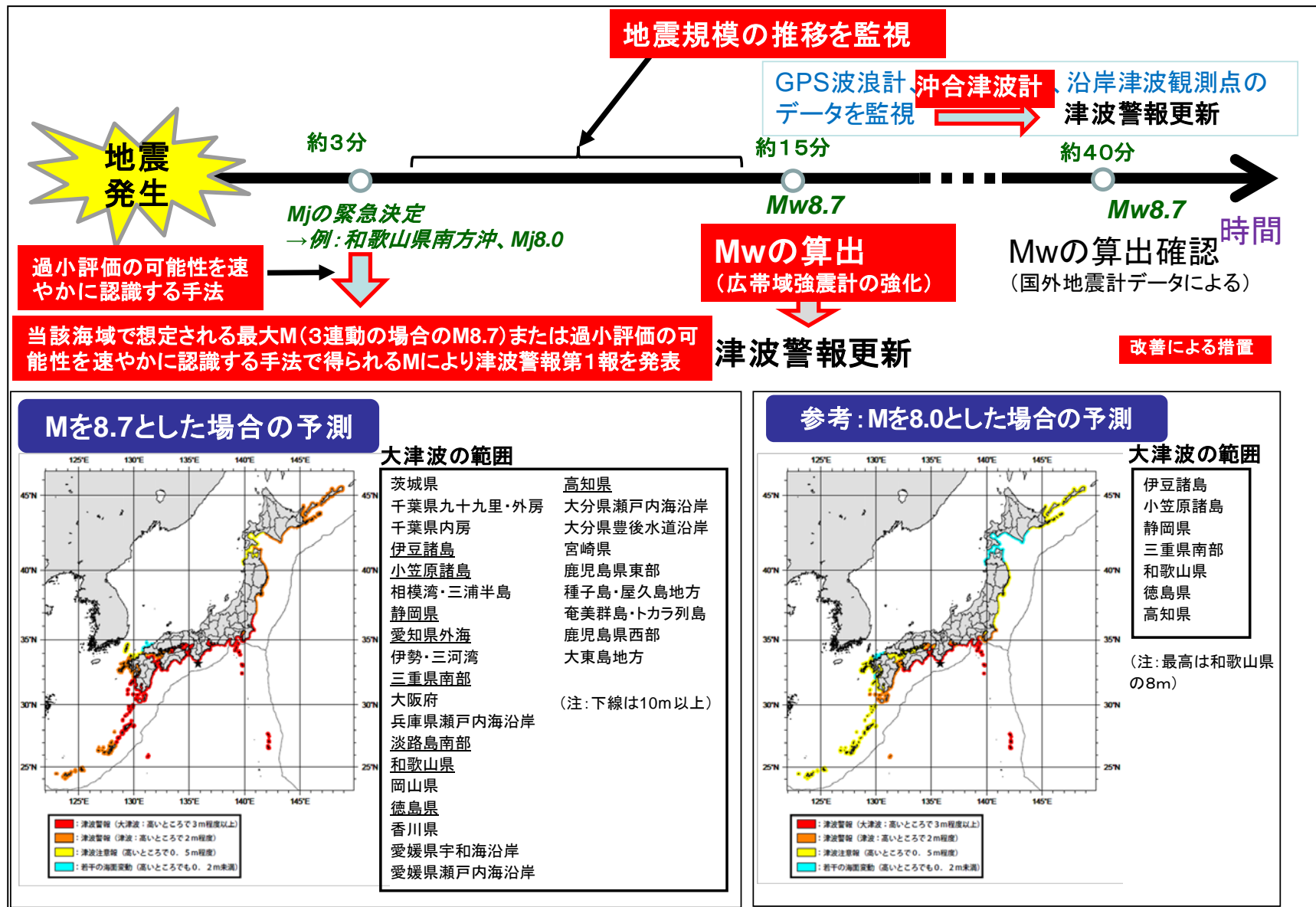


図7 津波警報改善策による想定される東海・東南海・南海の3連動地震に対する津波警報発表イメージ

(3) 津波警報における高さ等の伝え方

①津波の高さの予想の区分、数値の表現方法及び伝え方

a. 津波の高さ予想の区分及び数値の表現方法

津波の高さ予想の発表は、津波警報（大津波、津波）、津波注意報の3段階の分類よりもきめ細かな防災対応を可能とするとともに、数値を発表することで津波の規模の具体的なイメージを描きやすくするという意味をもつ。

予想される津波の高さの区分については、これまで、津波注意報と警報の境界値が1mであること、大津波の発表基準が3mであること等から、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段階としてきたが、実際は必ずしもこの8段階に細分化された区分に対応した防災対応がとられておらず、次のとおり、より防災対応とのリンクを考慮した間隔に見直す。

今後の津波の高さの区分の境界値は、津波の予測に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、1m, 2m, 4m, 8mが妥当と考えられる。これに対応し、予想される津波の高さの区分は、

- ～1m
- 1～2m
- 2～4m
- 4～8m
- 8m～

の5段階程度が妥当と考えられる。ただし、区分の境界値は、津波警報（津波、大津波）や津波注意報の基準と揃える必要があり、今般の東北地方太平洋沖地震後に得られている津波の高さと被害状況の調査結果も踏まえて決定する必要がある。

区分の表現方法については、幅を持ったもの（例：1mから2m）とすることも考えられるが、緊急時の情報内容はできるだけ簡潔で理解しやすいものとするのが望ましいことから、予想される幅の高い方の値など、単一の数値により発表することを基本とする。また、「8m以上」の表現については、非常な危機感を伝えるため、2桁の「10m以上」等と表現して発表することを検討する。

なお、津波は地形の影響などにより局所的に非常に高くなることもあり、そのことについても併せて伝えるよう情報文等の表現を検討する。また、津波の威力を伝えるため、遡上高についても情報で言及するべきかどうかについても併せて検討を進める。

b. 津波警報における高さ予想の伝え方

津波警報第1報について、概ねM6クラスの後半からM8に近い規模の通常地震であって、過小評価がないと判断された場合は、津波の高さの予想をこれまで通り発

表する。

一方、より規模の大きな地震の可能性を検知し当該海域で想定される最大マグニチュードを適用するなどして津波警報を発表する場合は、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、各予報区に発表する予想高さは、数値で発表せず、定性的な表現とする。

表現の例としては、例えば、津波警報（大津波）が予想される範囲については「巨大な津波のおそれ」等とするほか、気象庁の「大雨等に関する気象情報」で厳重な警戒を呼び掛ける際、「〇〇豪雨に匹敵する（を上回る）」等の表現を用いることが評価を得ていることなどを参考に、今般の東北地方太平洋沖地震も含め過去の津波被害を引用するなど、津波警報発表地域の住民に災害が具体的にイメージできるような表現とする。津波警報（津波）や津波注意報となる予報区についても同様に、定性的な表現とする。具体的な表現については別途検討することとする。

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については、地震規模や津波の規模の推定の不確定性は少ないことから、予想される津波の高さの区分に従ってその数値を発表する。

②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いる。これらについては、比較的精度がよいことから、従来通り発表する。ただし、津波の到達時刻は同じ予報区内でも数 10 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る。このような津波の特徴について周知を図るとともに、伝え方についても検討する。

表 1-1 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 1-2 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。

③津波の観測データの発表

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。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ことが必要である。津波の観測データの発表にあたっては、津波の特徴を踏まえ、危険な状況であることが伝わるよう、表現を工夫する。

なお、このような津波の特徴に関する周知がこれまでは不十分であったところもあり、今後、そのあり方も含めて検討し、周知徹底に努めることとする。

表2 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。

a. 第1波について

津波警報を発表した場合、第1波の観測値が小さいとき、その情報は、今回の津波は小さいものとの誤解を与えるおそれがあるが、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ある。このことを踏まえ、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、発表の方法を見直す。例えば、津波観測値の欄にその旨を伝えるようなフラグを新設する、観測値と併せ予想値も「最大で今後〇mの津波がくるおそれがあります」のように伝える、「第1波」ではなく「初動」など今後大きな津波が来ることを意識させる言葉に替える、などの方法が考えられる。具体的な方法については別途検討する。

b. 津波の実況・推移について

津波の実況や推移が正しく住民に伝わる情報内容となるよう見直す。図情報等の活用など、解除に向けた準備的な情報としても使えるよう津波の実況等の分かりやすい伝え方を検討する。

なお、津波の観測事実のみを伝えるのではなく、過去における津波の推移の実態と被害の状況を併せて伝えることも重要である。第1波が最大波になることもあれば、第1波の到達から最大波の出現までに数10分から数時間以上かかる場合もあること、第2波、第3波が第1波より大きくなる場合が多いこと、大規模な地震の場合津波は数日続くことがあること、などの津波の特徴についての周知徹底とも併せて検討する必要がある。

c. 沖合津波観測データの発表

沖合の観測データを迅速に伝えることで津波の来襲に対する警戒を呼び掛けることを検討する。

なお、発表にあたっては、沖合と沿岸での津波の高さ等の違いについて併せて情報で発表するとともに、日頃より、沖合では津波は低くても沿岸に近づくと高くなる等、沖合で観測される津波の特徴の周知を図る必要がある。

④情報文における警戒の呼びかけ等の改善

津波警報や津波情報の情報文における警戒の呼びかけ等については、上記①～③を踏まえ、より避難行動を促す表現に見直す。検討にあたっては、地方自治体等によるハザードマップ、避難勧告・指示等の防災対策との連動をこれまで以上に意識し、受け手側が理解しやすい情報文とすることとする。

また、一般的に、津波警報等の住民等への伝達は限られた文字数で行われることが多いことから、避難行動を促すメッセージは、避難行動を簡潔かつ効果的に呼びかけられるよう、表現を工夫する。さらに、警報や情報の更新にあたって、例えば新たに津波警報（大津波）になった予報区や、津波警報（大津波）に変更はないが予想される津波の高さを引き上げる必要が生じた予報区については、重要な変更部分が端的かつ的確に伝わるような発表方法について検討する。

（４）津波到達予想時刻に応じた発表のあり方

現在は、津波警報第1報で、津波注意報以上のすべての予報区に対して同時に警報等を発表している。一方、巨大地震等により国内の広域に津波の影響が予想される場合は、短時間で大きな津波が来襲する可能性のある予報区、例えば、第1報に津波警報（大津波、津波）の分類が含まれている予報区に対して先行して発表するなど、限られた時間の中で最重要の予報区に絞って警報を集中的に発表すべきとの考え方もできる。このような発表のあり方について検討することとする。

3. 3 遠地地震による津波への対応

遠地地震による津波の場合は、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（ M_w ）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既に津波が観測されていることから、津波の規模の評価に関する不確定性がかなり減じた段階で津波警報や津波注意報を発表することになる。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」である旨を発表し注意喚起を行うとともに、津波警報・注意報の発表においては、避難等の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）、上記の津波の高さ予想の区分等に従い、第1報から津波の高さ予想の数値を発表する。

4. 防災計画との連携等

（1）津波警報の分類や予想される津波の高さの設定と防災対応のリンク

津波から身を守るには、海の近くで大きい揺れを感じたら津波警報を待たずに自らの判断で直ちに避難することが基本であるが、一方、「津波警報（大津波）」「津波警報（津波）」「津波注意報」の分類や予想される津波の高さの区分は、避難行動や避難計画等の防災対応と密接に連携したものであるべきである。

現状の「津波警報（大津波）」「津波警報（津波）」「津波注意報」という分類については、国民の間に概ね受け入れられていると考えられることから、引き続き用いることとするが、津波警報の発表基準となる津波の高さや予想される津波の高さ区分の境界値については、被害データの収集分析や有識者等の意見も踏まえ、別途検討する。

また、津波警報が発表された場合の避難行動に関する注意事項（避難場所に最低限留まるべき時間の長さなど）や、津波警報等の分類や予想される津波の高さに応じてとるべき防災対応や避難行動について、津波警報等に応じた適切な防災対応に資する観点から、別途、横断的な検討が求められる。

（2）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5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、**別紙6**のような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公開を促進する。

一方、「防災に関する文化の醸成（異常を感じたら自ら逃げることのほか、警報で避難しても空振りであったと考えるなど）」「教訓を風化させないための取り組み」（第1回勉強会における有識者等の意見より）などの重要性についても指摘されているところであり、気象庁としても周知広報の一環として努力する必要がある。

なお、広報普及活動については本最終とりまとめに沿い、上記の重点事項も含め、津波警報の改善の方向性を取り入れた資料などを作成し、可能な限り早期から取り組むこととする。

（3）津波警報の伝達

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。専門調査会の「中間とりまとめ～今後の津波防災対策の基本的考え方について～」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ている。

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

5. 今後の取り組み

5. 1 別途検討することとした事項への対応

上記にとりまとめた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、別途検討することとした3. 2 (3) ①～④、(4)、4 (1)については、報道機関や防災情報の専門家等、防災関係者より成る検討会を設置して

検討を進め、年内に結論を得ることとする。

表3 別途検討することとした事項

項目番号	項目名	事項名
3.2(3)①	津波の高さの予想の区分、数値の表現方法及び伝え方 a.津波の高さ予想の区分及び数値の表現方法	予想される津波の高さの区分は、～1m、1～2m、2～4m、4～8m、8m～の5段階程度が妥当と考えられ、その区分の境界値は、津波警報（津波、大津波）や津波注意報の基準と揃える必要があり、今般の津波の高さと被害状況の調査結果も踏まえ、決定する。
	b.津波警報における高さ予想の伝え方	より大きな地震の可能性を検知し当該海域で想定される最大マグニチュードを適用するなどして津波警報を発表する場合、通常の地震と異なる非常事態であることを伝えるため、予想高さは数値でなく、定性的な表現で発表する。その具体的な表現について検討する。
3.2(3)②	津波到達予想時刻の発表	津波の到達時刻は、同じ予報区内でも数10分程度以上、場所によっては1時間以上の違いがあるという特徴について周知するとともに、伝え方を検討する。
3.2(3)③	津波の観測データの発表 a.第1波について	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、発表の方法を見直す。
	b.津波の実況・推移について	津波の実況や推移が正しく住民に伝わるよう情報内容を見直し、解除に向けた準備の情報としても使えるよう津波の実況等の分かりやすい伝え方を検討する。
	c.沖合津波観測データの発表	沖合の観測データを迅速に伝えることで津波の来襲に対する警戒を呼びかけることを検討する。
3.2(3)④	情報文における警戒の呼びかけ等の改善	津波警報や津波情報の情報文における警戒の呼びかけ等について、地方自治体等によるハザードマップ、避難勧告・指示等の防災対策との連動を意識し、受け手側が理解しやすい情報文となるよう表現を見直す。 また、警報や情報の更新にあたってはその重要事項を端的に表すよう検討する。
3.2(4)	津波到達予想時刻に応じた発表のあり方	第1報で津波警報（大津波、津波）となるような最重要な予報区に絞った警報の集中的な発表のあり方について検討する。
4(1)	津波警報の分類や予想される津波の高さの設定と防災対応のリンク	現状の「津波警報（大津波）」「津波警報（津波）」「津波注意報」という分類は引き続き用い、その発表基準となる津波の高さや予想される津波の高さ区分の境界値について、被害データの収集分析等により検討する。

5. 2 津波警報改善の運用開始時期及びそれまでの間の暫定的な措置

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。

5. 3 中長期的に取り組むべき課題

東北地方太平洋沖地震における津波警報発表を踏まえ、中長期的に取り組むべき課題を以下に記す。

(1) 津波データベースの改善等

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。

(2) 災害との関わりにおける津波の高さの考え方

津波警報の発表基準に用いる高さとして、現在は平常潮位（津波の影響がない海面）からの高さを用いているが、津波が来襲したときの潮位の高さのほうが、津波が浸水した場合の被害とより関係が深く、ハザードマップとも関連性が高いと考えられることから、潮位の高さを利用することに向けた調査・検討を進める。具体的には、専門調査会におけるハザードマップや津波想定の方考え方の検討を踏まえつつ、被害データの収集・分析を進めるとともに、津波発生時の潮位予測技術の調査等に取り組む。さらに、陸域については浸水に関係する潮位高が、海域については平常潮位からの高さが、より被害と密接に関連すると考えられることから、このような特徴を考慮した情報のあり方についても調査・検討を進める。

(3) 津波地震への対策

津波地震については、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津波地震の場合は、気象庁マグニチュード(Mj)や震度が小さく、長周期成分の卓越も見られないおそれがあり、第1報時点で津波地震の可能性を的確に評価することは困難である。こうした津波に対する的確な警報発表のため、沖合津波計の活用技術の向上に継続的に取り組む。また、津波地震に関する知見を深めるとともに、適切な警報の発表の方法について、中長期的に検討を進める。

「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の方向性について」 検討経過等

1. 検討経過

- 平成23年6月8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改善に向けた勉強会」(第1回)
- 6月13日 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」(第2回)へ、津波警報発表経過と課題を報告
- 7月27日 勉強会(第2回)
- 7月31日 専門調査会(第6回)へ、勉強会の検討状況を報告
- 8月8日 「中間とりまとめ」作成、公表
「中間とりまとめ」一般への意見募集(～9月2日)、自治体等への意見照会(～8月29日)
- 8月25日 専門調査会(第8回)へ、「中間とりまとめ」等を報告
- 9月7日 勉強会(第3回)
- 9月10日 専門調査会(第9回)へ、「東北地方太平洋沖地震におけ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」最終とりまとめを報告
- 9月12日 「東北地方太平洋沖地震におけ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」公表

2. 「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」 委員名簿

- 阿部勝征 東京大学名誉教授(座長)
- 今村文彦 東北大学教授
- 岩田孝仁 静岡県危機管理部危機報道監
- 越智繁雄 内閣府参事官(地震・火山・大規模水害対策担当)
- 片田敏孝 群馬大学大学院工学研究科教授
- 佐竹健治 東京大学地震研究所教授
- 高橋重雄 (独)港湾空港技術研究所理事長
- 谷原和憲 日本テレビ放送網報道局ネットワークニュース部長
- 山口英樹 消防庁防災課長(第3回)
- 横田真二 消防庁前防災課長(第1, 2回)
- 山崎 登 NHK解説副委員長

「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」における有識者等の意見

1. 第1回勉強会（6月8日）

①警報発表全体に関わる考え方について

- ・情報を「出す側」と「受け手側」の論理を要整理。特に、情報のあり方は「受け手側」の視点で考えるべき
- ・マグニチュード7と9への対応についての課題の整理は異なる。全体にシームレスに同じように適用する考え方で良いのか要検討。
- ・迅速性と精度はトレードオフにあり、技術的には「量的予想」を「適宜更新」する考え方自体は方向性として持つ必要。
- ・停電等で警報や情報が伝わらなかった例もあったことに留意すべき。

②津波予測の精度に係る考え方

- ・不確実な情報の利活用方策、周知広報が重要（精度が過信を生む、津波の予測値は1/2～2倍程度のばらつきを持つもの）。
- ・量的な予測は監視上必要。情報としての方向性は否定されるべきものではないが、「1, 2, 3, 4, 6, 8, 10m以上」は細かすぎる。

③量的予測の伝え方

- ・本当に避難が必要な時間帯（発生直後）に「3m」といった数字の公表はむしろ悪い方向に作用する。危機的な状況にあることや、避難の呼びかけに徹し、「量的予測」は廃止すべき。
- ・詳しい数字を公表するのは、予測値の確度が高まった時点以降とすべき。また、量的予測は発災後の応急対策を行ううえで意味のある数字と認識。
- ・「3m」で逃げなかった理由が、防波堤の高さとの比較か、チリ津波の時の実際の波高を想起したためか等の原因分析が必要。生き残った方々が、警報・情報をどう理解し、どう行動したかを実態調査する必要がある。
- ・量的な予測について、細かな予測値は必要無いが、単に「大津波」では伝わらないため、「10mを超える大津波」などの高さがイメージできる表現が必要。その高さも海岸で予想される工学的な高さでなく、居住地域に影響する概ねの高さをイメージできるようにして発表できないか。

④津波観測の伝え方

- ・津波波高第1波「0.2m」は観測事実ではあるが、津波の全体像の中での伝え方を考えるべき。

⑤ハザードマップとのリンクのあり方

- ・津波の高さに応じた防災計画は理屈では正しいように思えるが現場では難。「避難する/しない」(on/off)」しか緊急時には実行不能。
- ・津波の予想波高が細分化されすぎていて、ハザードマップとリンクしていない。実行可能性も踏まえてリンクさせる方策を検討すべき。

⑥普及啓発

- ・消防職員などが津波対応中に多くの犠牲者が生じた。消防職員等の災害対策要員の安全確保も大きな課題。
- ・教訓を風化させない取組は、過去にも津波災害の度に言われているものの極めて困難で、大きな課題。
- ・防災に対する文化の醸成（異常を感じたら自ら逃げる、警報で避難しても空振りでも良かったと考えるなど）。

2. 第2回勉強会（7月27日）

①警報発表全体に関わる考え方について

- ・今回の地震による破壊は3分以上かかっており、3分後の警報発表は、解析が十分でない段階で行うことになるなど、適切な予測になるまでには時間がかかる。一般向けと防災担当者向けで異なる情報とすることも考えられるのではないかな。
- ・今後、津波注意報や津波警報（津波）程度の高頻度の津波に対して、予測精度を高めて適切な警報を行うことが、長期的には津波警報の信頼性の向上につながるのではないかな。
- ・まれにしか発生しない事象への対応や情報発表を、従来のものと異なる方法で行うという考え方はよいと考える。

②津波予測の精度に係る考え方

- ・津波予測の精度に倍～半分程度の誤差があることについて、十分周知すべき。

③量的予測の伝え方

- ・3分程度までの緊急を要する時間に、いかに住民に避難に資する情報を伝えるかという観点での議論が重要である。
- ・津波の高さ予想の表現方法について、別表の案1（予想される高さの代表値を発表）の場合、たとえば3mから10mの幅があるものを「5m」として代表させるのは危険性が大きく、数値での表現は好ましくない。
- ・緊急時において、最初の第1報をどう出すかが非常に重要であり、そこにできる限りの科学的知見を注ぐべきである。
- ・予想される津波の高さの情報で数値を出す場合は、防災行動とセットでなければならない。
- ・緊急時の情報内容はシンプルでなければならない。このことから、津波の高さ予想の表現方法について、別表の案2（予想される幅を用いて発表）、案3（予想される概ねの中央値と予想最高値を発表）はあり得ないと考える。また、津波の頻度から考えれば、案4（レベル化して発表）では意味が伝わらない可能性が高い。
- ・第1波が最大とは限らないことや場所によっては予想される津波の高さより高くなるおそれがあることなどはこれまでの警報や情報にも含まれており、伝達もされている。こうした表現がよくないのか、表現はよいが周知が不十分だったのか、整理する必要があるのではないかな。
- ・Mが飽和するなどして第1報で緊急の避難行動を促すような段階では、予想される津波の高さの数字を言わず、巨大津波がくる、など定性的な表現でよい。
- ・巨大な地震や津波になるほど、津波予測の精度と早期発表の速度はトレードオフの関係にあり、発災直後の段階ではまずはアナログ的に「逃げろ」と表現し、その後、予測精度が高まるにつれてデジタル的に数値を発表していくのがよい

と考える。

- ・津波警報の間に避難所から戻ってしまうことに関して、たとえば、警報の中で、「6時間は避難を続けて欲しい」など、避難すべき時間を伝えることも検討してはどうか。
- ・津波の高さを2ndで表現する方法がある（2m、4m、8m、16m）。津波の高さの予想区分の参考にさせていただきたい。
- ・津波の高さの予想区分は、今より粗くした場合、それぞれの高さ予想の幅が広がってしまう。このことの適否についても考慮すべき。

④津波観測の伝え方

- ・避難が必要な段階で、津波の第1波の高さ等が避難行動を抑制するような情報発表にならないようにしなければならない。

⑤ハザードマップとのリンクのあり方

- ・数値と防災対応をリンクさせることについて、情報で住民の行動を指南しようとする考え方には限界がある。情報が不確実であることを示しつつ、住民自らがとりうる最善の行動をとるよう促す、という方向で考えるべき。

別表：津波の高さ予想の表現方法の案（0.2m、1m、2m、3m、10mを境界にして5段階に区分けした場合）

	案1	案2	案3	案4	対応する高さの幅及び津波警報グレード
表現の仕方	予想される高さの代表値を発表する。	予想される高さを、含まれる幅を用いて発表する。	予想される高さの概ね中央値とともに、予想される最高値も発表する。	予想される高さをレベル化して発表する。	
具体例	0.5m 1m 2m 5m 10m以上	0.2mから1m 1mから2m 2mから3m 3mから10m 10m以上	0.5m 高いところで1m 1m 高いところで2m 2m 高いところで3m 5m 高いところで10m 10m以上	レベル1 レベル2 レベル3 レベル4 レベル5	0.2m≦予想高さ<1m 【注意報】 1m≦予想高さ<2m 【津波】 2m≦予想高さ<3m 【津波】 3m≦予想高さ<10m 【大津波】 予想高さ ≧10m 【大津波】
備考	予測に幅があることの十分な周知が必要。	放送等で伝える場合の文字数が多くなる。	放送等で伝える場合の文字数が多くなる。	レベルの意味の十分な周知が必要。	

注：本表は、第2回勉強会において気象庁より議論のたたき台として提出したものである。勉強会における議論を踏まえ、本最終とりまとめでは、以下の5区分とし、単一の数値により発表することを基本としている（3.2(3)①参照）。

～1m、1～2m、2～4m、4～8m、8m以上

3. 第3回勉強会（9月7日）

①津波予測技術について

- ・M6 後半から M8 程度の地震に対する津波に対して、これまで安全サイドに立った警報が発表されてきているが、予測が過大という面もある。予測精度向上についての努力もお願いしたい。
- ・津波発生時の潮位予測技術は重要である。特に、三陸沿岸は地震によって沈降しており、潮位に関する情報提供は重要。

②津波警報・情報内容について

- ・「津波警報（大津波）」については、「大津波警報」のほうが広く使われるようになっているので、名称変更してほしい。
- ・同一予報区内でも、地点によっては津波到達時刻に1時間程度の差が生じる場合があり、最も早い到達予想時刻を過ぎた時点から予報区に対して「既に到達したと思われる」と表現すると、遅く到達する地点では誤解を生じるので工夫が必要。
- ・津波の高さ区分を現行の8段階から5段階に変更する妥当性や根拠について最終とりまとめにより明確に記述すべき。
- ・同じ警報の分類の中でも、予想される高さを変更になった場合もそれが容易に認識できるような伝え方とすべき。

③津波警報と防災対応とのリンクについて

- ・津波警報とハザードマップなど防災対応とのリンクは非常に重要である。予想される津波の高さの数字やデータだけでは防災情報にはなり得ず、とるべき防災行動とセットであるべきである。この点について、関係機関と調整し検討していただきたい。
- ・最終とりまとめには、津波警報・注意報のカテゴリの中で、津波予測の量的な数字をどのように当てはめて、どのように理解すれば良いのか、ということ、明確にしていきたい。

④周知広報について

- ・精度向上の努力も重要であるが、予測には0.5~2倍程度のばらつきを伴うことについて、より周知すべきである。
- ・これまで行ってきた周知広報と、東北地方太平洋沖地震で経験したことを踏まえた周知広報をきちんと整理すべき。例えば、予想される津波の高さが更新されることがあるという意識は、東北地方太平洋沖地震以前は、多くの人が持っていなかったはずである。
- ・広報にあたっては、津波の一般的な事項と、津波警報に関する事項とを分けて行った方がよい。

意見募集結果

8月8日にとりまとめた、「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 中間とりまとめ」に対する意見聴取を以下のとおり行った。

1. インターネットによる意見募集 51名（募集期間：8月8日～9月2日）
2. 都道府県への意見聴取 39都道府県、12振興局（北海道）、233市町村
3. 報道機関等への意見聴取 159機関
4. 関係省庁 中央：11機関、地方：19機関

頂いたご意見の概要及び気象庁の見解は次ページのとおりである。

頂いたご意見及び気象庁の見解

中間とりまとめの項目	主なご意見	気象庁の見解
3. 1 基本方針	<ul style="list-style-type: none"> ・概ね妥当と考える。 ・発表の迅速性は確保すべき。 ・安全サイドに立ちすぎてオオカミ少年とならないように。 	<p>今回の津波警報の改善は、巨大地震や津波地震についても、過小評価を回避し、安全サイドに立った津波警報を迅速に発表するというものです、頻繁に発表される M8 程度以下の通常の地震については、これまで通りの考え方で発表します。</p> <p>津波警報の第1報の段階では不確定性の中で安全サイドに立った津波推定を行うため、予測が大きくなる傾向はありますが、引き続き精度向上に努めてまいります。</p>
3. 2(1)津波警報の分類の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・現行でよい。 ・津波警報(大津波)を大津波警報とすべき。 ・津波警報(大津波)の上に「巨大津波警報」を設けては。 	<p>現行の分類において、適切な避難行動を促進するような警報の呼びかけをどのように行うのがよいか、検討してまいります。大津波警報という名称については、その使用も可能とするよう、検討してまいります。</p>
3. 2(2)①津波警報第1報で使用するマグニチュード設定の考え方	<ul style="list-style-type: none"> ・第1報で規模の過大評価の可能性がありつつ発表することについてはやむを得ない。 ・第1報については、早く正確な情報の提供に努めるべき。 	<p>第1報段階では不確定性の中で安全サイドに立った津波推定を行うため、予測が大きくなる傾向はありますが、引き続き精度向上に努めてまいります。</p>
3. 2(2)②初期段階での地震規模の適切な推定、警報のより迅速な更新	<ul style="list-style-type: none"> 速やかな更新を望む。 	<p>適切な地震の規模推定や、沖合での観測が得られ次第、できるだけ速やかに警報を更新します。</p>
3. 2(3)①a 津波の高さ予想の区分及び数値の表現方法	<ul style="list-style-type: none"> ・5段階程度は適切／少ない／多い(それぞれのご意見あり)。 ・大津波との境界である「3m」は、現在それを境に防災対応をとっていることから、継続してほしい。 ・遡上高の情報を望む。 	<p>高さに応じた防災対応や予測の誤差の幅を踏まえると、5段階程度が妥当と考えております。</p> <p>頂いたご意見を参考に、適切な区分や高さの数値表現について検討してまいります。併せて、遡上高についても情報で言及すべきかどうかについても検討を進めます。</p>

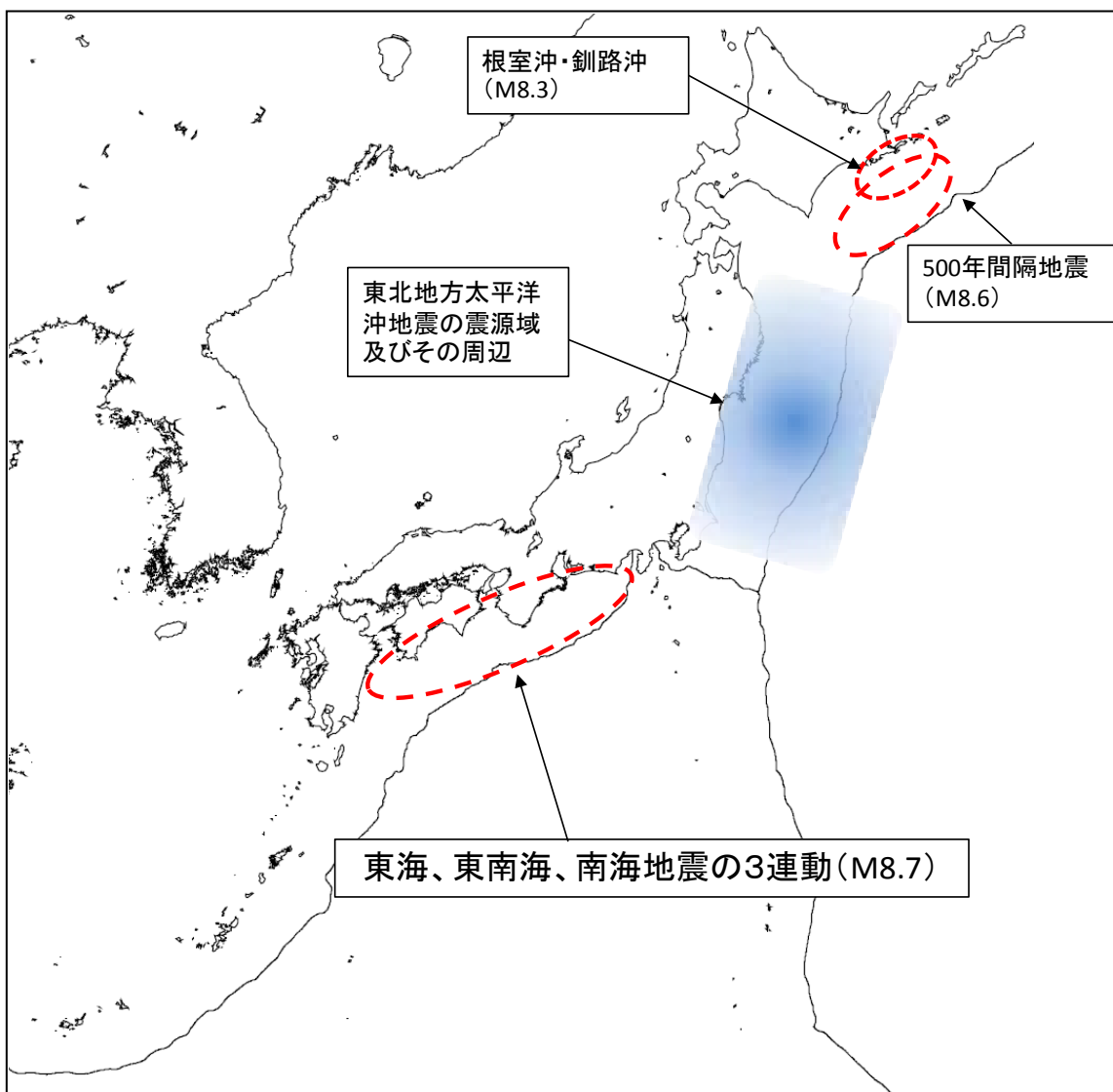
中間とりまとめの項目	主なご意見	気象庁の見解
3. 2(3)①b 津波警報における高さ予想の伝え方	<ul style="list-style-type: none"> ・定性的な表現となるのはやむを得ない。 ・第1報の数字は発表して欲しい。 ・過去の被害を引用することについては、災害として発生頻度が少なくイメージしにくいのではないか。 	巨大地震等については第1報では定性的な表現とするとともに、適切な避難行動を促進するような表現について検討してまいります。
3. 2(3)② 津波到達予想時刻の発表	<ul style="list-style-type: none"> ・到達予想時刻はこれまでどおり発表してほしい。 ・第1波の到達時刻は同じ予報区内で違いがあり、第1波が到達してから最大波の到達までも時間差がある。この点に留意が必要ではないか。 	頂いたご指摘は、最終とりまとめに反映いたしました。
3. 2(3)③ 津波の観測データの発表	<ul style="list-style-type: none"> ・第1波の高さの情報は必要である。 ・第1波が到達したことだけ伝えればよい。 	第1波の到達の伝え方について、来襲した津波は小さいものとの誤解を与えない発表の仕方を、引き続き検討してまいります。
3. 2(3)④ 情報文の改善	<ul style="list-style-type: none"> ・一般の人が分かりやすい内容を望む。 ・簡潔なものを望む。 ・避難を促すような表現を望む。 	頂いたご意見を参考に、適切な避難行動を促進するようなわかりやすい情報文を検討してまいります。
4. (1) 津波警報等の分類や予想される津波の高さの設定と防災対応のリンク	<ul style="list-style-type: none"> ・警報のとき取るべき行動(鉄筋3F以上に避難、など)が分かるようにしてほしい。 ・警報の数値の持つ意味がもっと分かるようにしてほしい(震度階級のように)。 ・各自治体と協議会等で連携をはかるべき。 	津波警報等と防災対応とのリンクについて、関係機関と連携して検討してまいります。特に、地元気象台を通して自治体等と連携を図りたいと考えております。
4. (2) 広報周知活動	広報周知活動における気象庁の役割に期待する。	一層の広報周知活動に努めてまいります。
4. (3) 津波警報の伝達	携帯電話による警報伝達を促進すべきである。	関係機関と連携しつつ、津波警報が住民に確実に行き渡るための方策を積極的に推進してまいります。
その他(上記項目以外)	<p>予報区をさらに細分してほしい。</p> <p>津波の今後の見通しや第2波、第3波の情報をいただきたい。</p>	<p>予報区の細分については、予測精度等から直ちには困難と考えております。</p> <p>津波の今後の見通しや第2波、第3波については、現在の技術では予測が非常に困難です。技術開発や、予測困難な中での情報提供のあり方について、検討を進めてまいります。</p>

M8 を大きく超える想定地震の例

現時点で想定されている、M8 を大きく超える可能性のある地震としては、

- ・東海・東南海・南海地震の3連動M8.7^{*1}
 - ・千島海溝沿いの地震（根室沖・釧路沖M8.3、500年間隔地震M8.6、等）^{*2}
- などがある。

また、東北地方太平洋沖地震の震源域の周辺についても、特に注意して監視すべき海域がある。例えば、地震調査委員会の検討によれば、三陸沖から房総沖の海溝寄りには、東北地方太平洋沖地震の発生に伴い、津波マグニチュード^{*3}で8.6～9.0前後の地震が誘発される可能性があるとしている。



図：M8クラスの地震発生の可能性がある領域の例

^{*1} 中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」の強震動の推定による。

^{*2} 中央防災会議「日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震に関する専門調査会」の推定による。

^{*3} 津波の高さから求める地震の規模。

周知・啓発を行う事項の例

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重要と考えられる、今後周知・啓発を進めるべき事項について、以下に整理した。

1. 一般的な津波の知識に関すること

- 強い揺れを感じたら自らの判断で逃げるのが基本であること

強い揺れや1分間程度以上にわたり長く揺れが続くような経験をした方は少ないことも踏まえ、「津波の危険のある地域では、過去の経験や記憶にとらわれず、これまで経験したことの無い揺れを感じたら、津波を連想し、直ちに率先して避難すること」等。

- 津波は繰り返し襲ってくることで、第1波が最大とは限らないこと

「津波は第1波が最大のこともあれば、第2波、第3波など後続波が最大になることもあること」「津波は一般に規模が大きいほど長く続き、大規模な地震の場合は数日続くこともあるので、津波警報が解除されるまで避難を継続することが肝要であること」等。

- 津波の複雑な特徴を予想するには限界があること

「津波は沿岸の地形などの影響で局所的に高くなったり強くなったりすること」、「最初に到達する津波よりも後から繰り返しやってくる津波の方が高く強くなることが多いこと」、「予報区の個々の沿岸では予想された津波の高さより低かったり、到達時刻が遅かったりすることがある一方で、場所によっては予想より高く、早く津波が来襲することがあること」、「観測される津波の高さは予想値と比較して、半分程度に留まることもあれば、2倍程度大きくなることもあること」等。

2. 津波警報を利用するにあたっての留意事項

- 津波警報・注意報の基本的な意味に関すること

「津波警報・津波注意報は、『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いう意味であること」等。

- 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であり、陸上では通常、避難の必要はないこと

「津波注意報が発表されたら、人は海からあがり海岸から離れること、海中の施設被害等に注意すること」、「津波注意報で注意を呼びかける規模の津波が、陸上に遡上し、居住地区に押し寄せ家屋等を押し流すおそれはないこと」、「海岸付近の低地など普段から海水に浸かりやすい地域（東北地方太平洋沿岸では

沈降により浸水しやすくなっている地域等) では避難が必要なことがあるが、そのような場合を除けば、通常、避難の必要はないこと」等。

○ 津波警報は、安全サイドに立って発表されていること

「津波の複雑な特徴や予想技術の限界から、安全サイドに立った警報が、危険を回避するためには必要であること」、「警報や注意報が解除されるまで、それぞれに応じた防災対応や避難行動を止めないこと」等。

○ 津波警報が間に合わないことがあること、更新される場合があること

「地震を観測してから発表する津波警報は、極めて迅速に津波への警戒を呼びかけられるものであるが、早い場合でも、地震が発生してから発表まで3分程度かかること」、「沿岸近くで大きな地震が発生した場合、津波警報は間に合わない場合があること」、「海岸付近で強い揺れを感じたら、自ら判断してすぐに安全な所へ避難すること、5分ほど待てば気象庁が津波の有無を発表するので避難を継続する必要があるか分かること」、「津波警報は、最新の分析結果や新たな観測データの入手等により、更新される場合があること」等。

東海・東南海・南海地震における震度分布、津波の高さ及び到達時間の想定

中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」による、東海・東南海・南海の3連動地震による震度分布、津波の高さ、津波の到達時間の想定結果を参考として以下に示した。

東海地震、東南海地震、南海地震やこれらが連動した地震の場合は、沿岸付近でこれまでに感じたことのないような強い揺れを伴うこと（図1）、東北地方太平洋沖地震と異なり地震発生後10分以内で多くの場所で1m以上の津波が来襲すること（図3）から、強い揺れを感じたら直ちに避難することが非常に重要である。

なお、静岡県から高知県にかけての太平洋沿岸では、1944年の東南海地震や1946年の南海地震以降、震度6程度以上の揺れはほとんど発生しておらず、強い揺れを感じたら直ちに避難することの周知・啓発を図ることにより、住民一人一人の意識を高め、これらの地震に備えることが重要である。

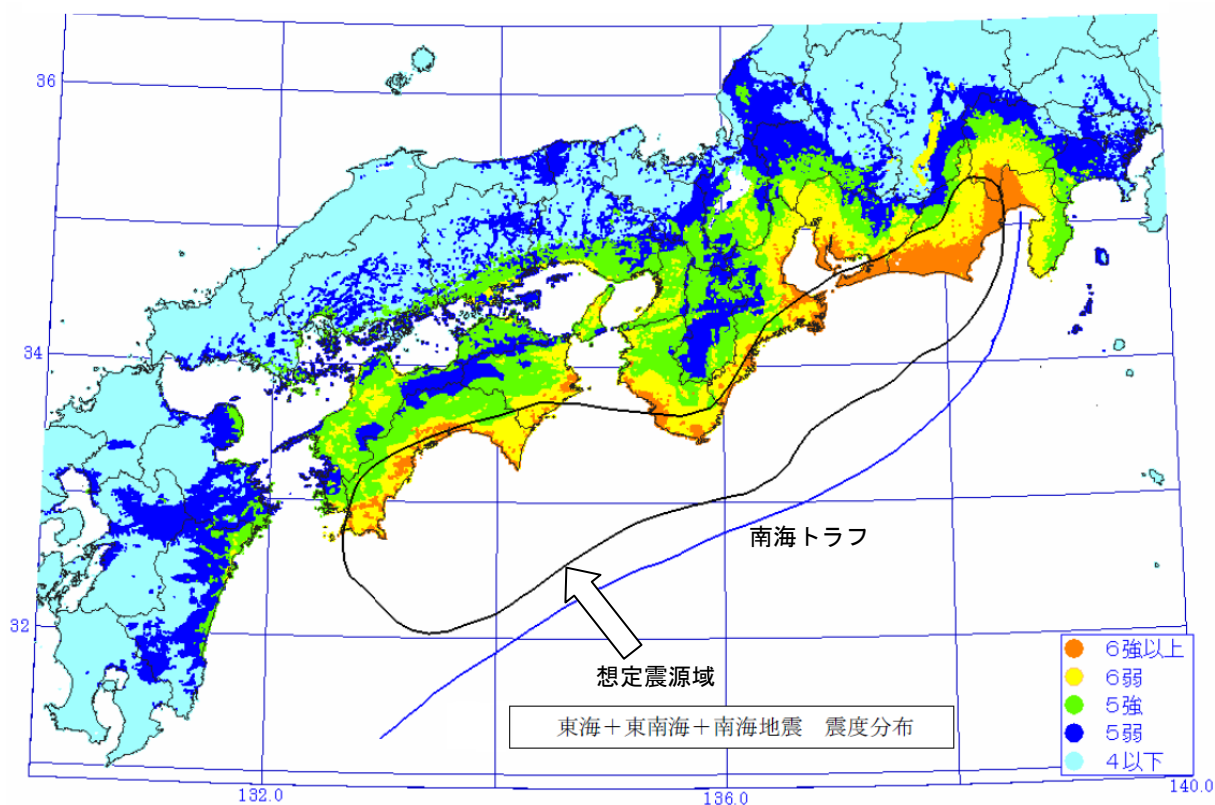


図1：東海・東南海・南海の3連動地震における震度分布の想定（中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」（第14回）資料より）

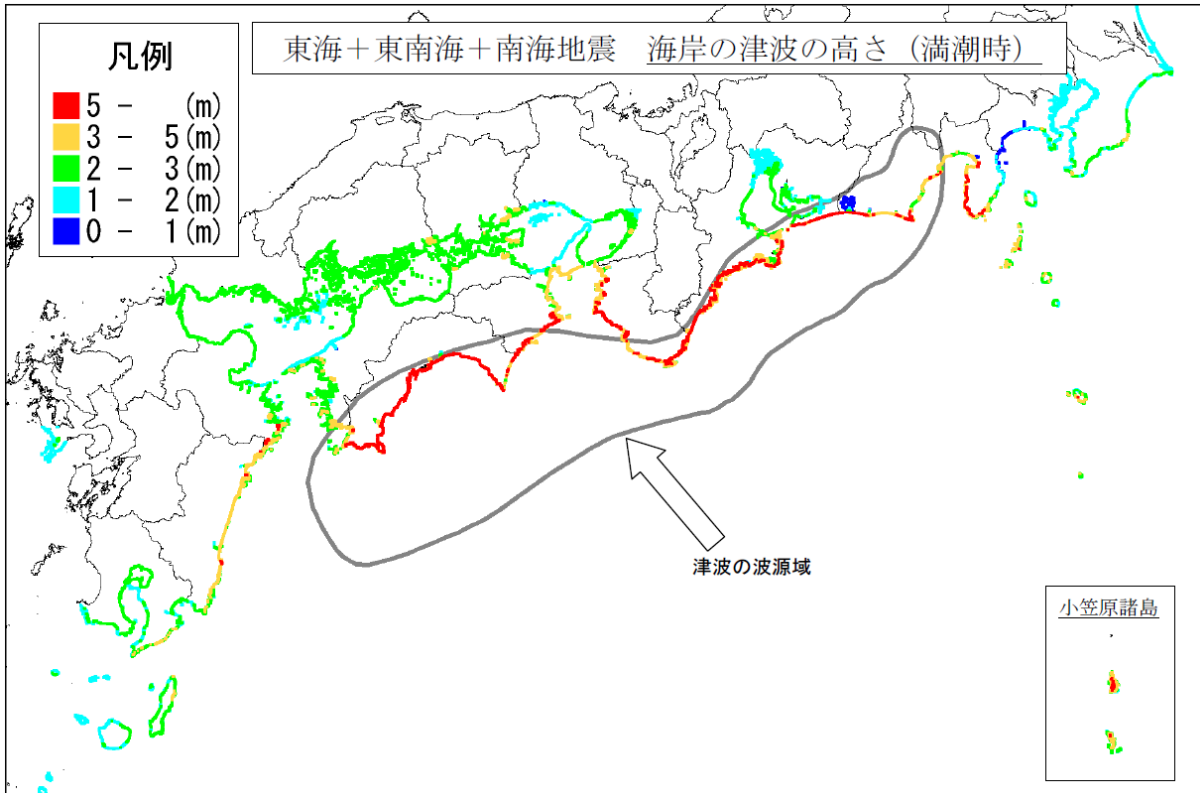


図2：東海・東南海・南海の3連動地震における津波の高さの想定（中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」（第16回）資料より）

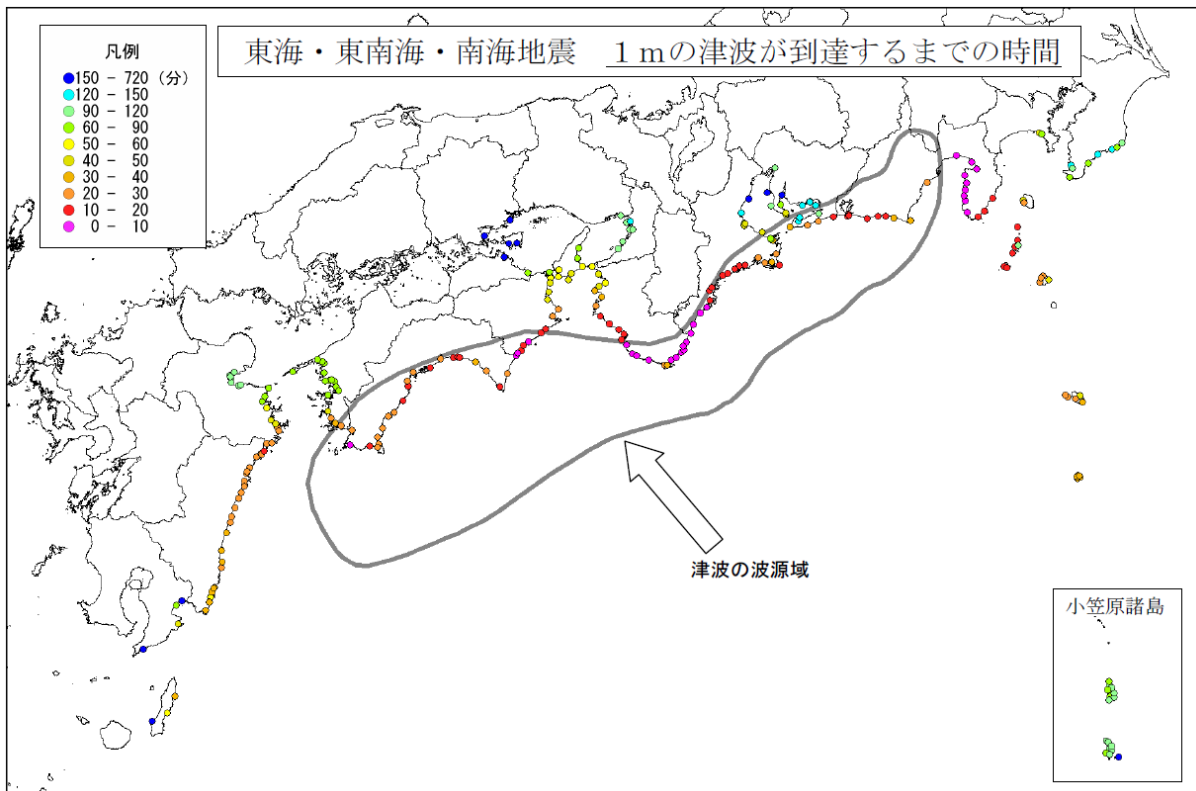


図3：東海・東南海・南海の3連動地震における津波の到達時間の想定（中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」（第16回）資料より）

用語集

CMT 解

CMT とは、セントロイド・モーメント・テンソル(Centroid Moment Tensor)の略で、観測された地震波形を最もよく説明するよう、震源の位置（セントロイド）、規模（モーメント・マグニチュード）、及び発震機構（メカニズム）を同時に解析した結果。広帯域地震計により観測された地震波をもとに計算される。

GPS 波浪計

GPS 衛星から発信される信号を用いて、沖に浮かべたブイ（GPS 波浪計）の上下変動を計測し、波浪や潮位をリアルタイムで観測する機器。GPS 波浪計は国土交通省港湾局が整備を進めている。

Jアラート（全国瞬時警報システム）

対処に時間的余裕がない弾道ミサイル攻撃に関する情報や緊急地震速報、津波警報、気象警報などの緊急情報を、人工衛星等を通じて送信し、市町村の同報系防災行政無線等を自動起動することにより、人手を介さず瞬時に住民等に伝達することが可能なシステム。

総務省消防庁が開発および整備を進めており、2007年2月9日から一部の地方公共団体で運用が開始され、2010年12月から全国的配備が開始されている。

エリアメール

気象庁が配信する緊急地震速報や地方公共団体が発信する災害・避難情報などを受信することができる NTT ドコモの携帯電話向けサービス。対象エリアにいる利用者に同時に配信するため、輻輳の影響を受けないとされている。2007年12月から開始された。他の携帯電話関係各社でも同様のサービスの導入が進められている。

気象庁マグニチュード（ M_j ）

気象庁が通常用いているマグニチュードで、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を用いて計算される（小さい地震の場合は速度型地震計の最大振幅も利用する）。地震発生後3分程度で計算可能という点から速報性に優れている。一方、巨大地震（ $M8$ 程度以上）の場合、地震の規模のわりにマグニチュードの値が大きくなる「頭打ち」が発生する。

強震計

人が感じたり被害が発生したりするような強い揺れの地震波も測定することができる地震計。

広帯域地震計

強震計や速度型地震計よりも広い周期帯の地震波を測定できる地震計。 $M8$ を超え

るような巨大地震から発生する長い周期の地震波を測定することができる。広帯域地震計により観測された地震波形をもとに、モーメントマグニチュード等が計算される。

速度型地震計

地震動の速度を測定する地震計。高感度なため、強い揺れでは振り切れてしまう一方、短周期の地震波の観測に適しており、地震波形から P 波や S 波の到達時刻を読み取りやすいという利点がある。読み取った P 波や S 波の到達時刻は震源位置計算に活用される。

津波地震

地震の揺れから予想されるよりずっと大きい津波を引き起こす地震。

ハザードマップ

自然災害が地域に及ぼす被害の程度を予測し、地図上に描画したもの。被害の及ぶ範囲や程度に加えて、避難場所や経路もあわせて描画したものを「防災マップ」と呼ぶことがある。

発震機構

地震を起こした断層の形状（断層がのびる方向、断層の傾き、断層がずれ動いた方向）を示したもの。

モーメントマグニチュード (M_w)

広帯域地震計で観測された長周期の地震波形データから計算されるマグニチュード。巨大地震に対しても正しく地震の規模を推定でき、断層運動の全体像と密接に関係しているため、米国地質調査所 (USGS) をはじめ国際的に広く使われている。少なくとも 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の推定には地震発生から 15 分程度は要する。

東北地方太平洋沖地震の津波警報及び 津波情報に関わる面談調査結果(速報)

内閣府・消防庁・気象庁共同調査(サンプリング調査)

本資料は、東北地方太平洋沖地震に関する聞き取り調査のうち、
津波警報及び津波情報に関わる事項の一部を単純集計したもの(速報版)

I . 津波避難等に関する調査概要

1. 調査の趣旨

津波避難行動と被害の関係を分析し、今後必要な避難対策を進める上での資料とするため、避難者の避難行動等に関する実態調査を実施。(内閣府・消防庁・気象庁共同調査)

2. 調査の対象

1) 調査対象者

岩手県、宮城県、福島県の沿岸地域の住民
(岩手県(391名)、宮城県(385名)、福島県(94名))

2) 調査方法

仮設住宅・避難所を訪問し、面接方式で実施
(調査員が調査票を持参し、本人の了解を取った上で一問一答でやりとりする方式)

3) 調査時期

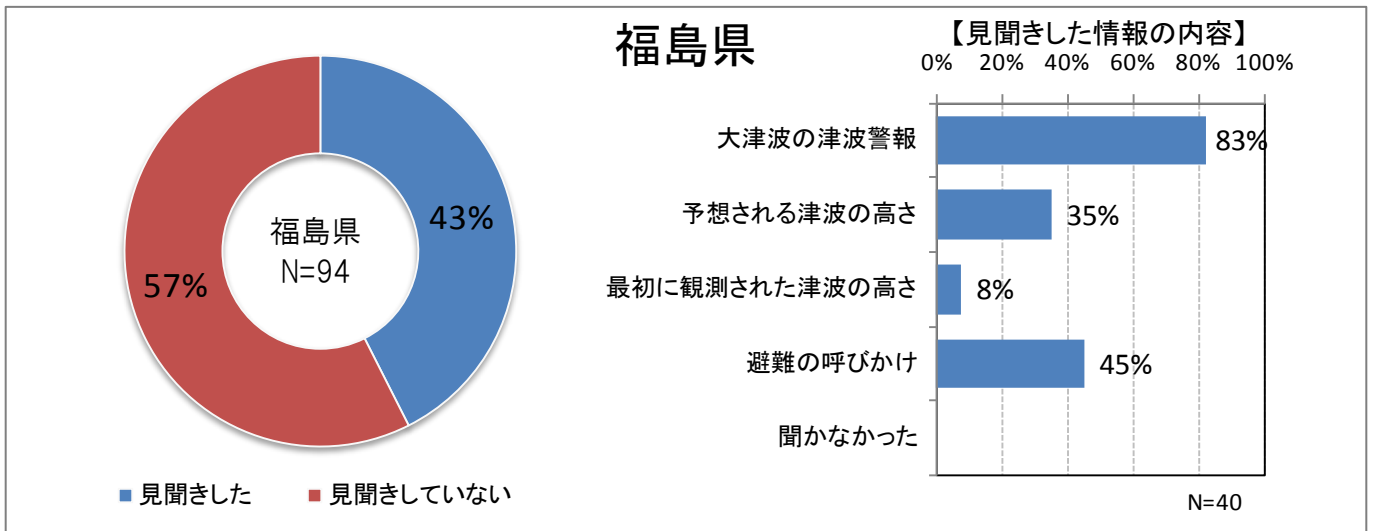
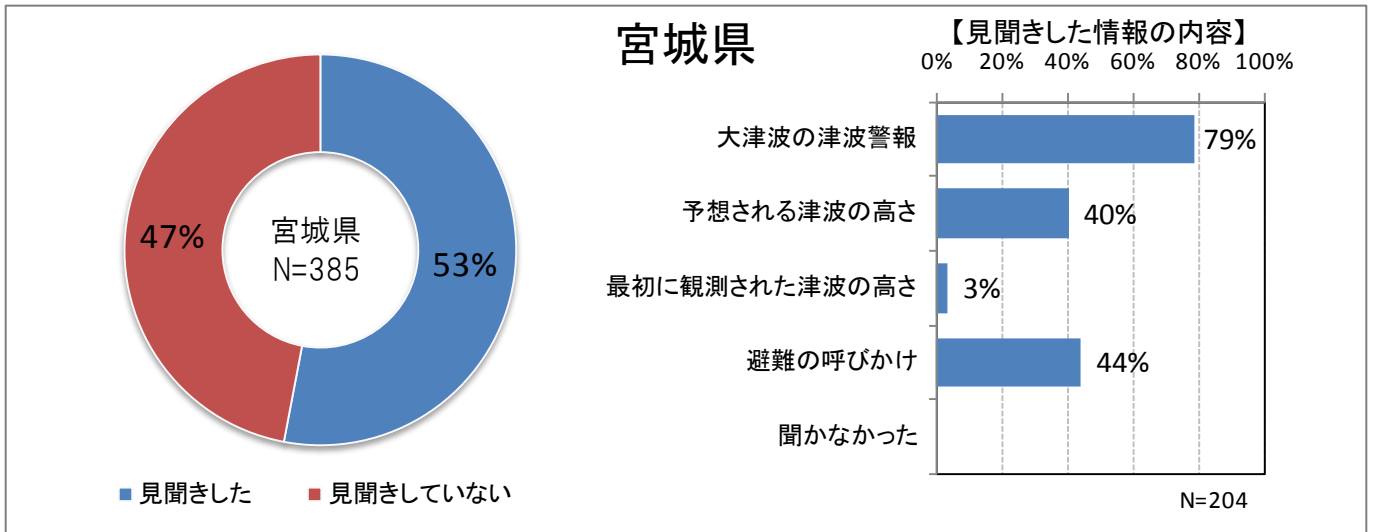
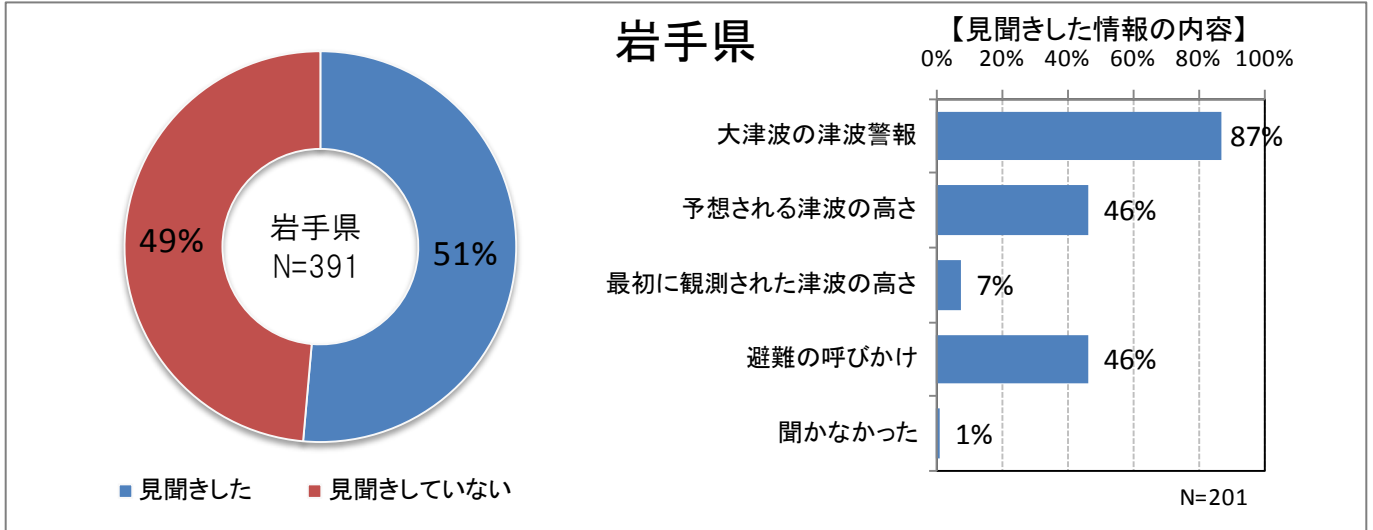
7月上旬から下旬

3. 今回報告する内容

調査項目のうち、津波警報及び津波情報に関わる事項等の一部を単純集計し、速報としてとりまとめたもの

Ⅱ-1. 津波情報や避難の呼びかけなどの見聞き

問 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ましたか。その情報は何か。



Ⅱ-2. 情報の入手先(手段)

問 どのようにして情報を見聞きしましたか。

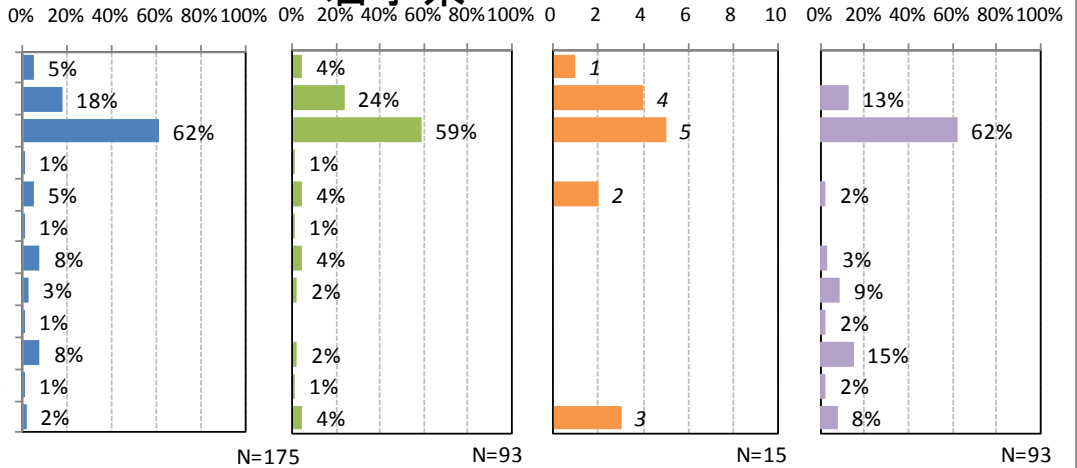
大津波の
津波警報

予想される
津波の高さ

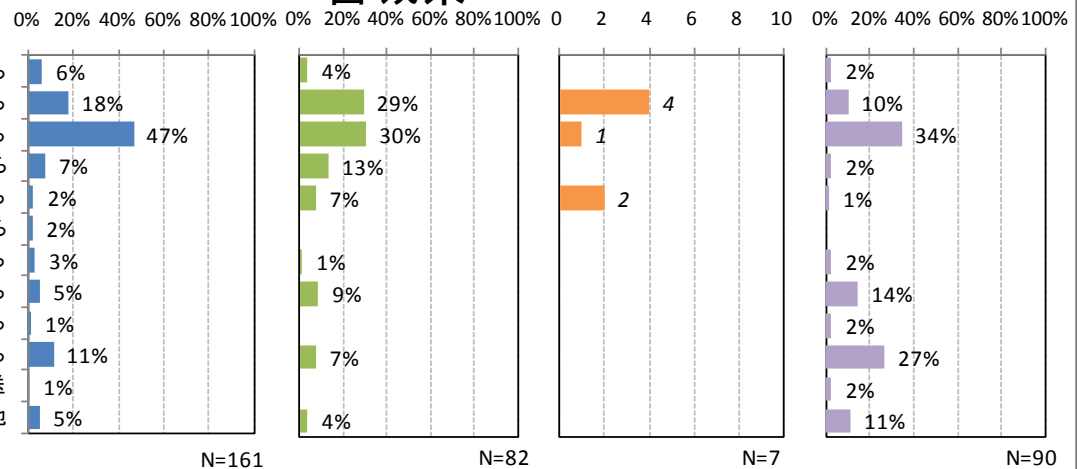
最初に観測された
津波の高さ

避難の呼びかけ

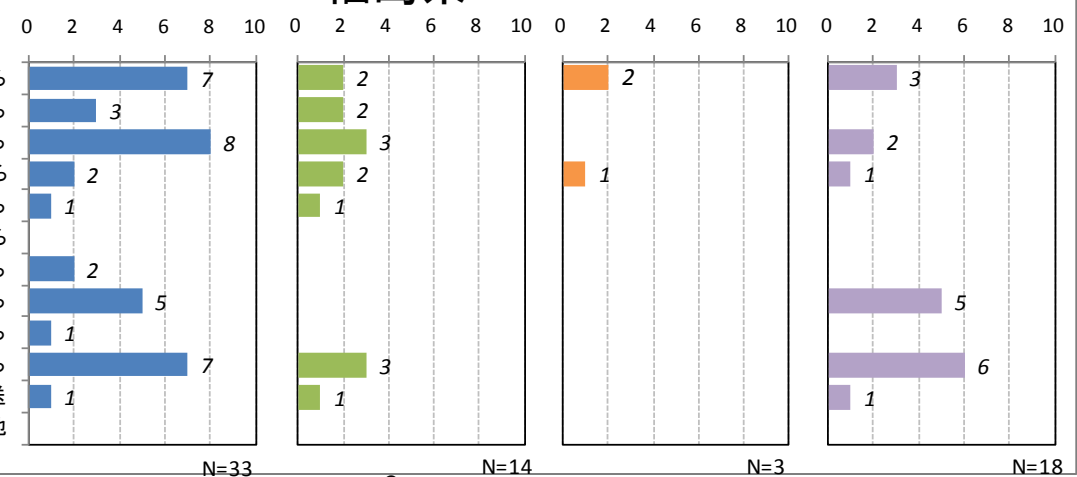
岩手県



宮城県



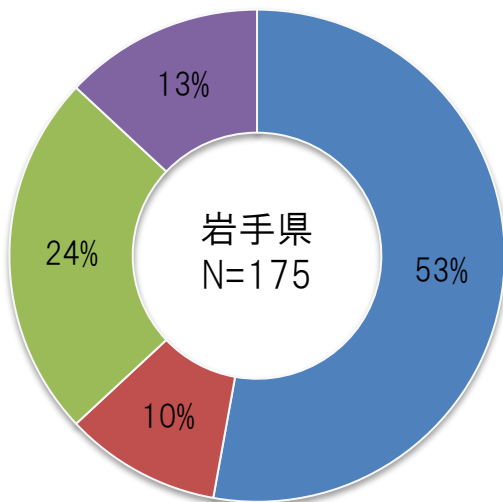
福島県



Ⅱ－3. 津波警報の避難判断への影響

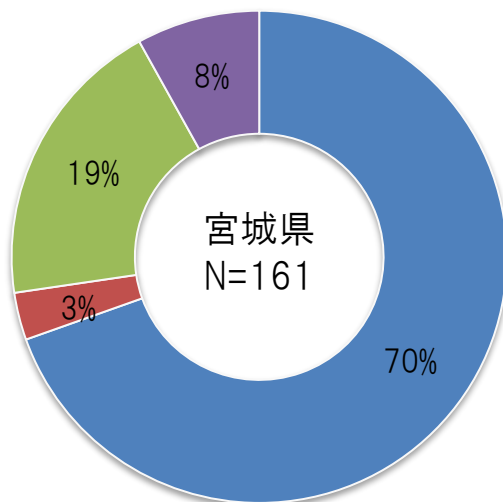
問 津波警報は避難の判断に影響しましたか。

岩手県



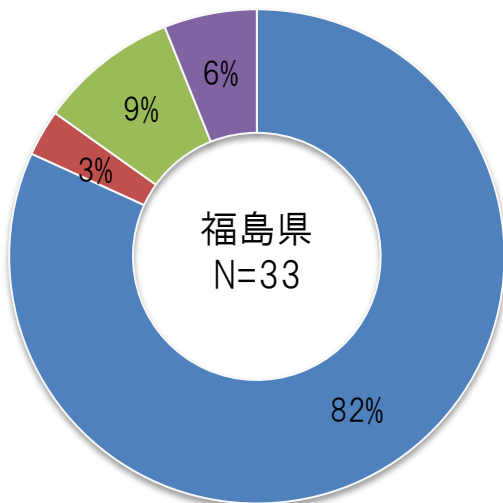
- 避難しなければという意識が高まった
- 聞いた津波の高さであれば避難しなくても大丈夫だろうと思った
- 特に影響はなかった
- 直ぐに避難したので津波情報は避難の判断に関係なかった

宮城県



- 避難しなければという意識が高まった
- 聞いた津波の高さであれば避難しなくても大丈夫だろうと思った
- 特に影響はなかった
- 直ぐに避難したので津波情報は避難の判断に関係なかった

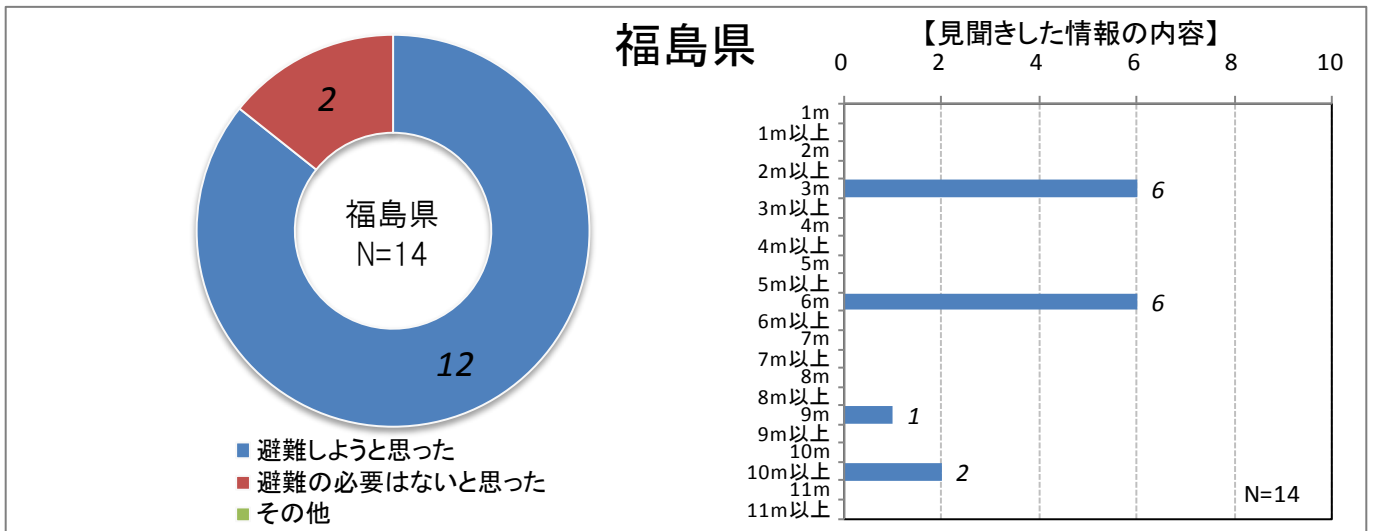
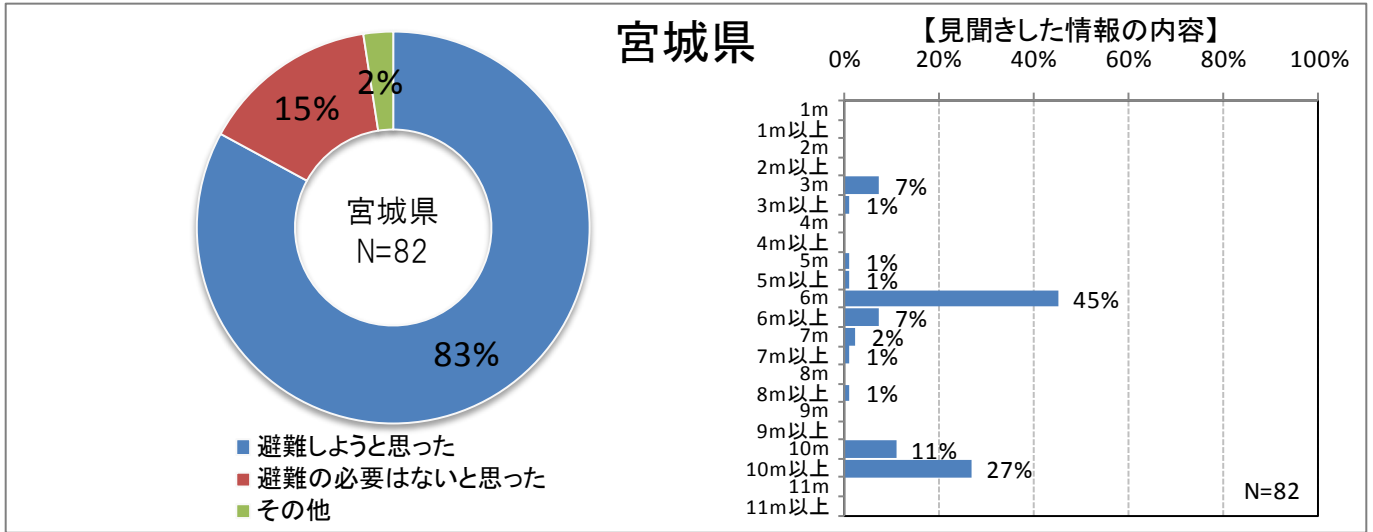
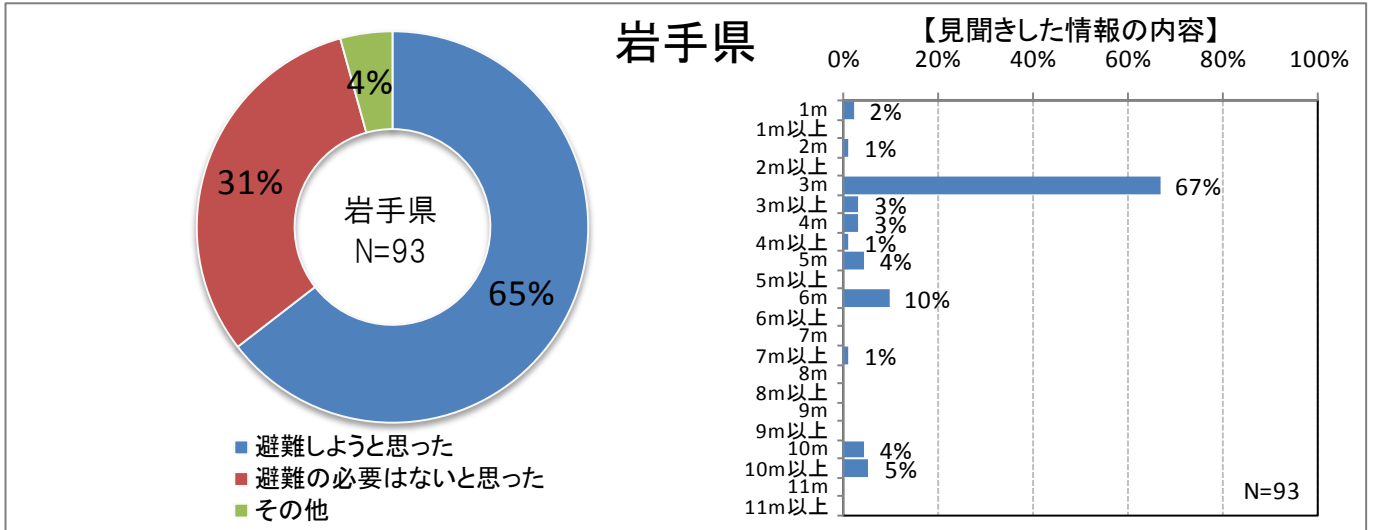
福島県



- 避難しなければという意識が高まった
- 聞いた津波の高さであれば避難しなくても大丈夫だろうと思った
- 特に影響はなかった
- 直ぐに避難したので津波情報は避難の判断に関係なかった

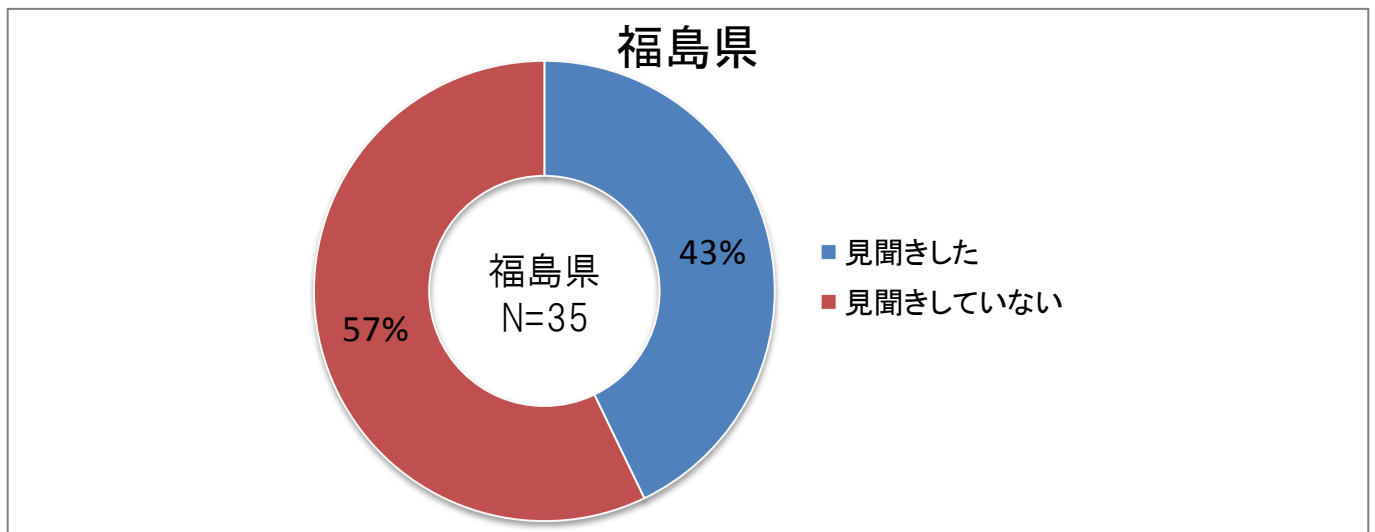
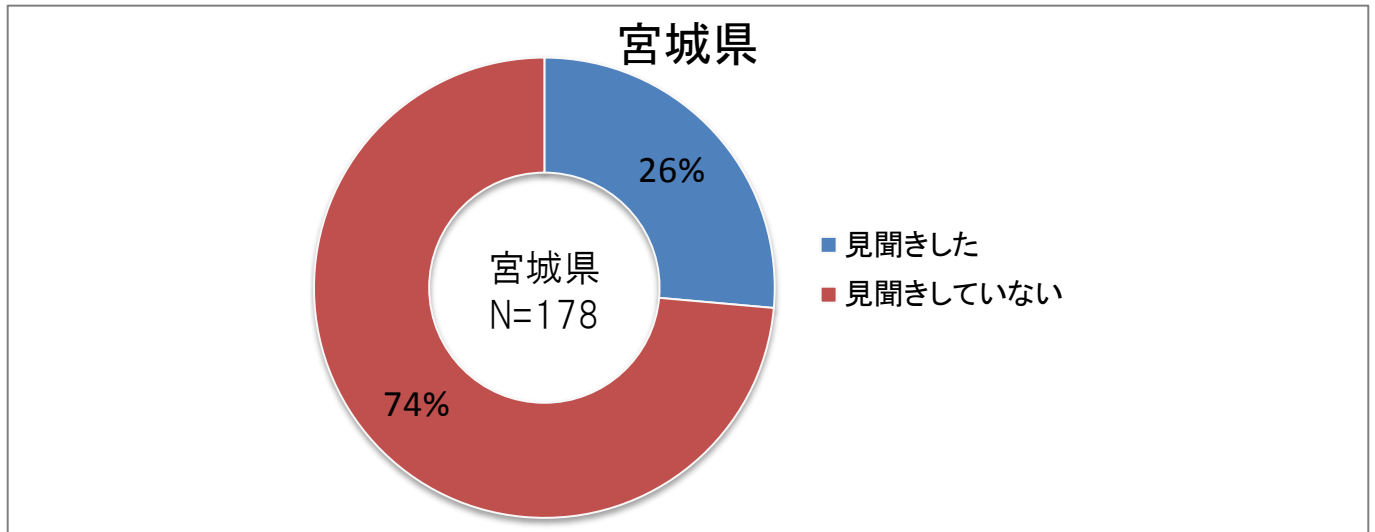
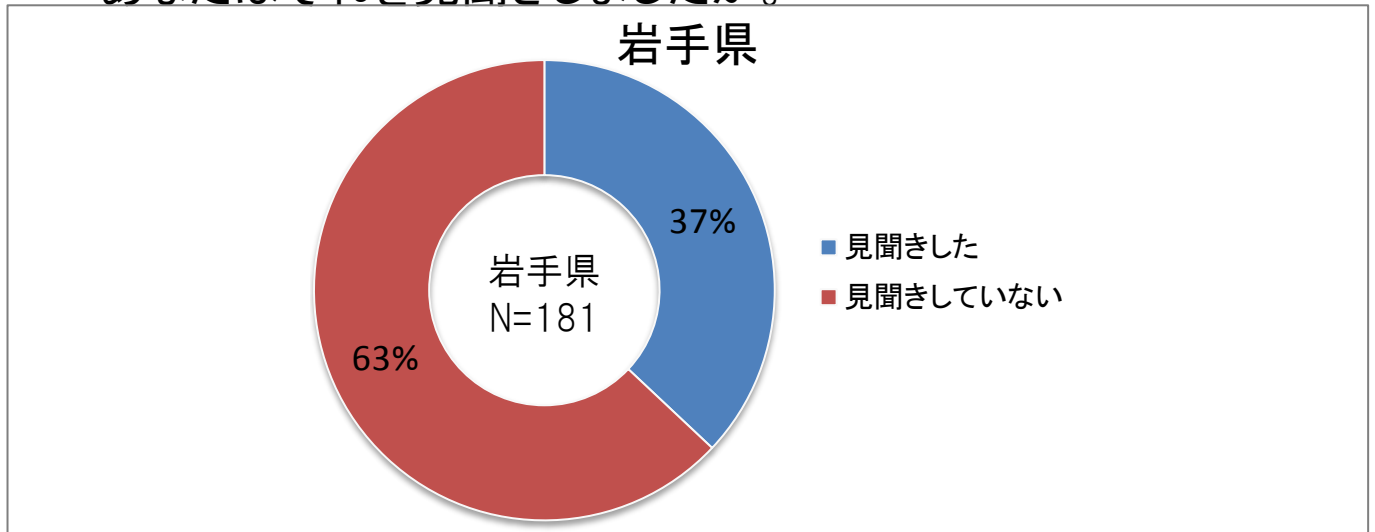
Ⅱ-4. 予想される津波の高さの避難判断への影響

問 予想される津波の高さを見聞きして、どのように思いましたか。



Ⅱ-5. 更新情報の見聞き

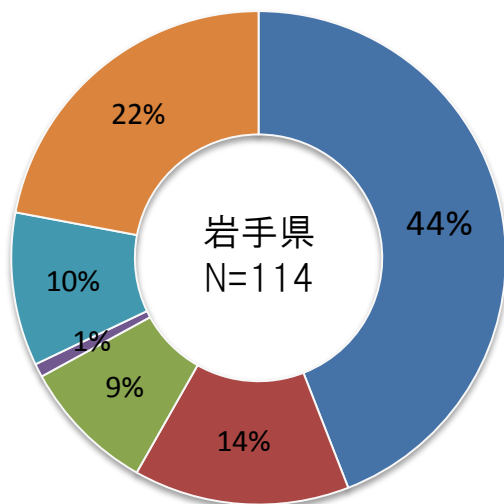
問 津波が来るまでの間、気象庁から発表された「予想される津波の高さ」は、最初に発表された高さよりも高くなっていきました。あなたはそれを見聞きしましたか。



Ⅱ-6. 更新情報を見聞きしていない理由

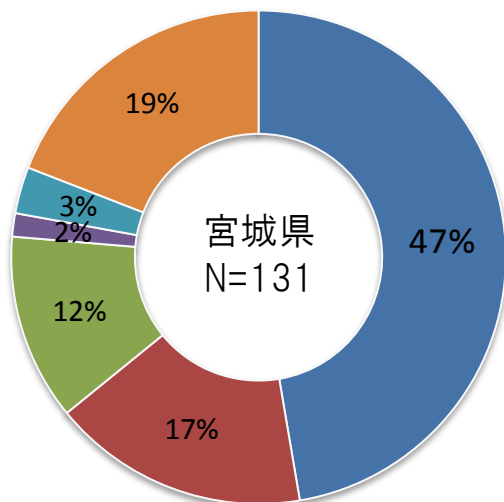
問 更新された「予想される津波の高さ」を見聞きしていない理由は何ですか。

岩手県



- 避難のため情報を聞く余裕がなかった
- 役場や防災行政無線からそういった情報はなかった
- テレビ・ラジオが停電で使えなくなった
- 携帯電話が使えなくなった
- 津波の高さの情報に注意していなかった
- その他

宮城県



- 避難のため情報を聞く余裕がなかった
- 役場や防災行政無線からそういった情報はなかった
- テレビ・ラジオが停電で使えなくなった
- 携帯電話が使えなくなった
- 津波の高さの情報に注意していなかった
- その他

福島県



- 避難のため情報を聞く余裕がなかった
- 役場や防災行政無線からそういった情報はなかった
- テレビ・ラジオが停電で使えなくなった
- 携帯電話が使えなくなった
- 津波の高さの情報に注意していなかった
- その他

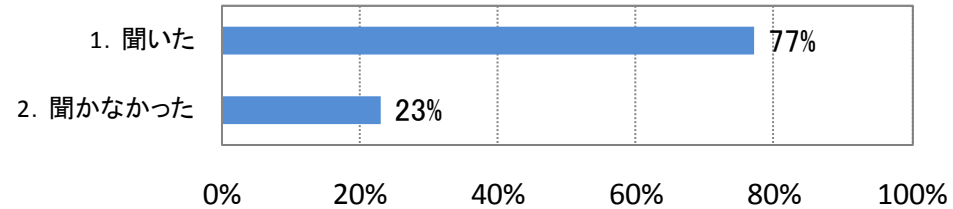
津波警報発表予報区の気象官署による 住民・防災担当者の聞き取り調査 (北海道、東京都以西)

1. 对象者：一般住民

津波警報や避難の呼びかけの覚知

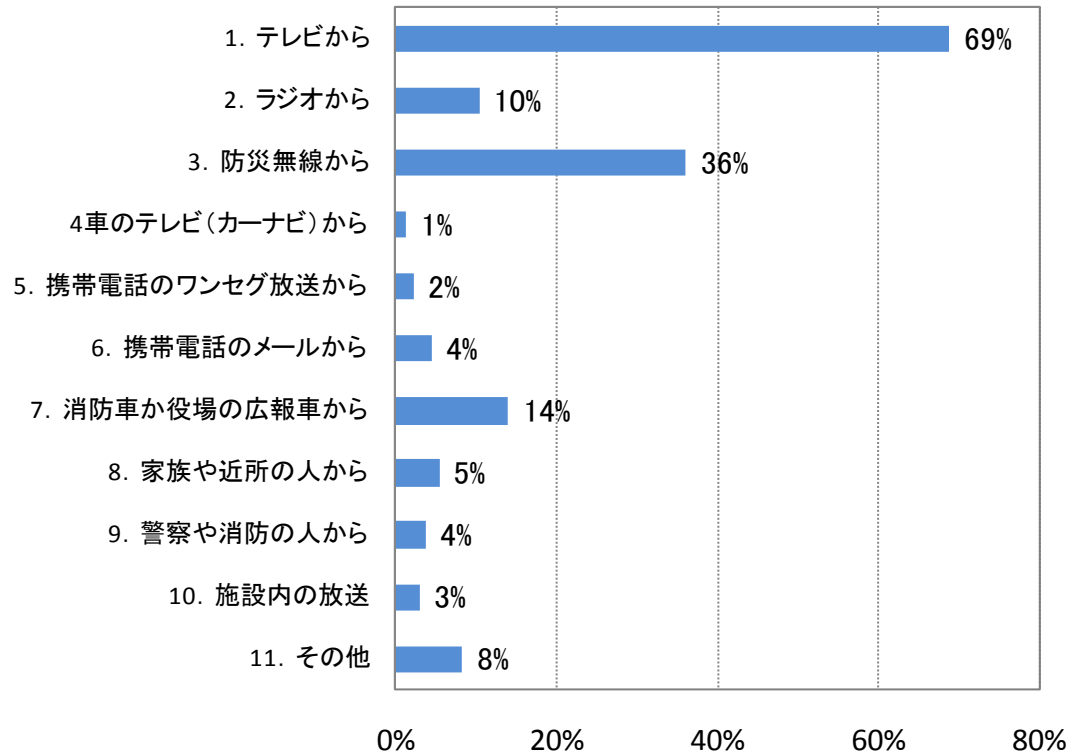
問3 津波警報や避難の呼びかけを聞きましたか

n=741



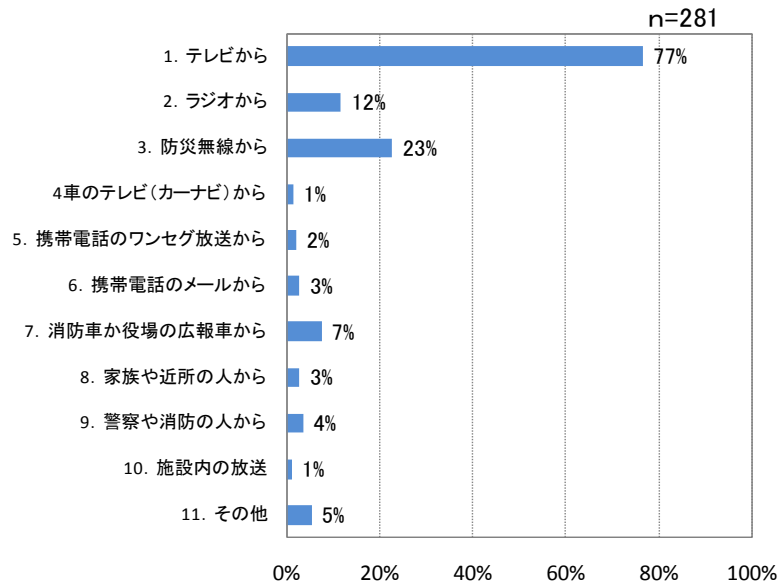
付問4.1 津波警報をどのようにして知りましたか(複数回答)

n=543

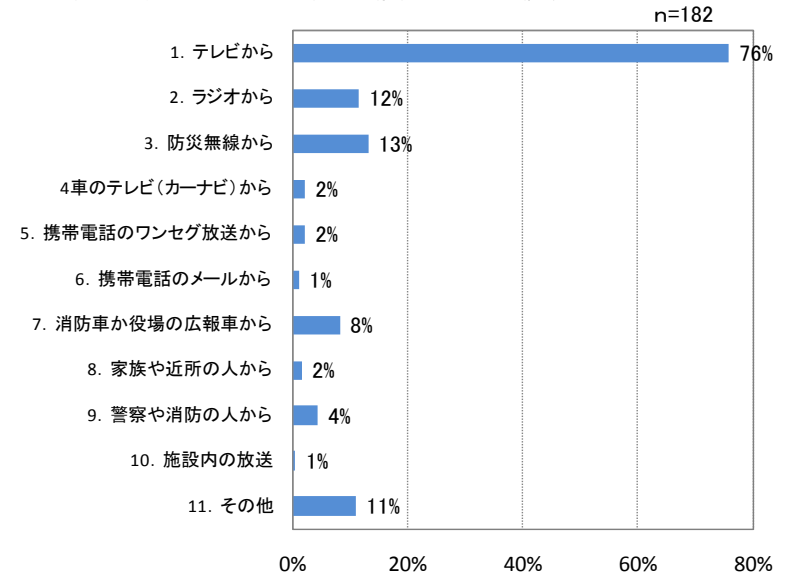


情報の入手先

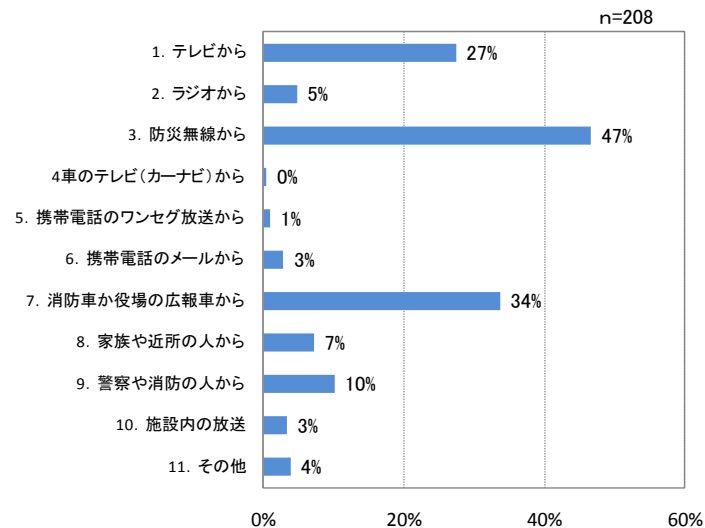
付問4.1 予想される津波の高さの情報の入手先(複数回答)



付問4.1 観測された津波の高さの情報の入手先(複数回答)



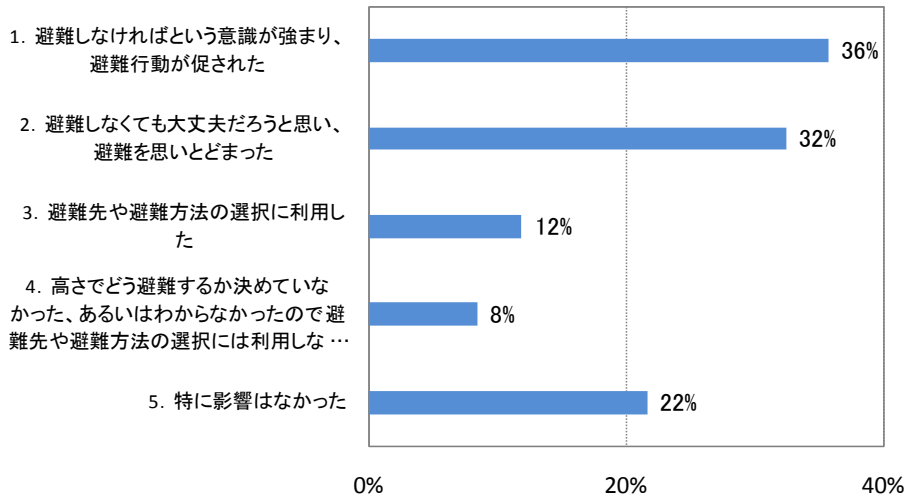
付問4.1 避難に関する情報等呼びかけの情報の入手先(複数回答)



警報・情報の避難の判断への影響

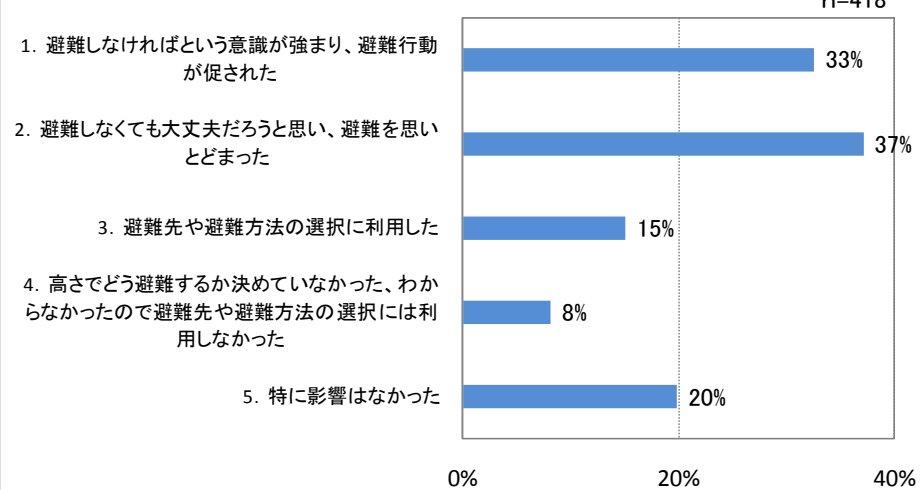
付問4.2-b 津波警報は避難の判断に影響しましたか(複数回

n=546



付問4.3-b 予想される津波の高さの情報を聞いて避難の判断に影響しましたか(複数回答)

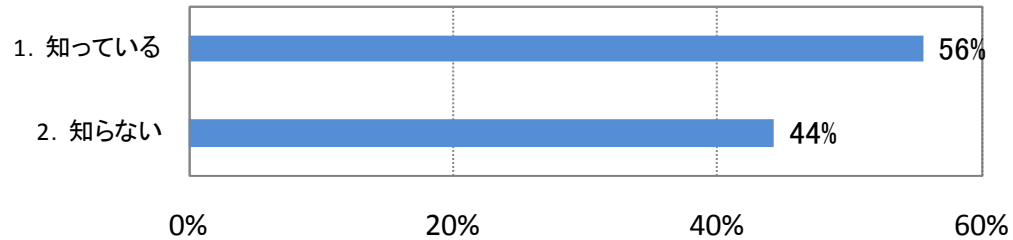
n=418



津波警報等の更新

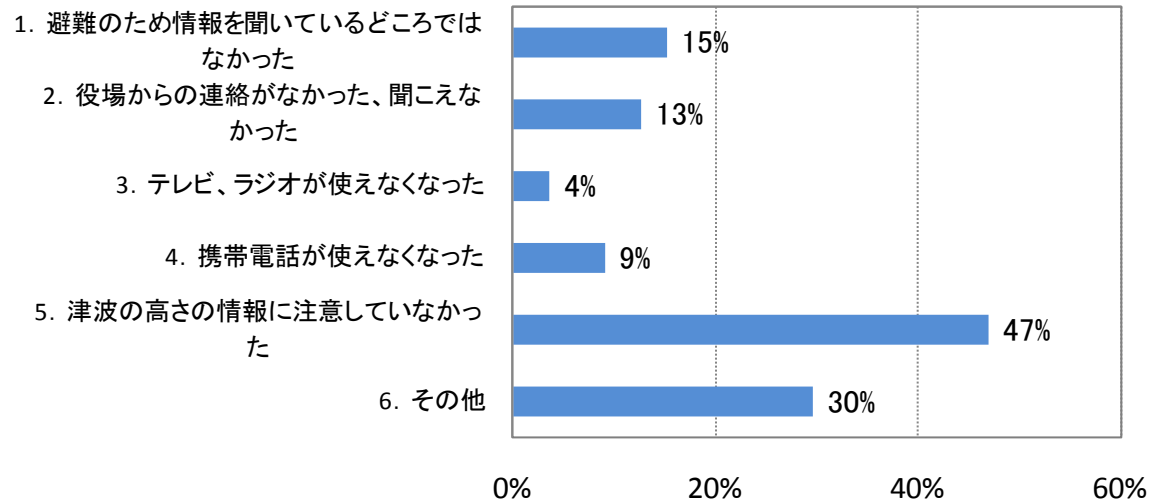
問5 津波注警報の更新や予想される津波の高さの情報の更新を知っていますか

n=702



問5 津波注警報の更新や予想される津波の高さの情報の更新を知らない方の理由(複数回答)

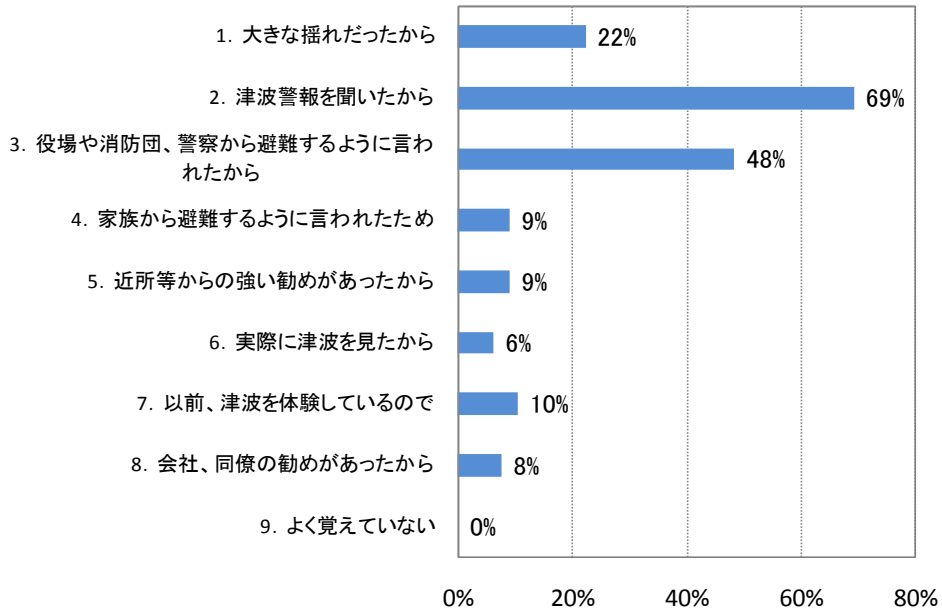
n=277



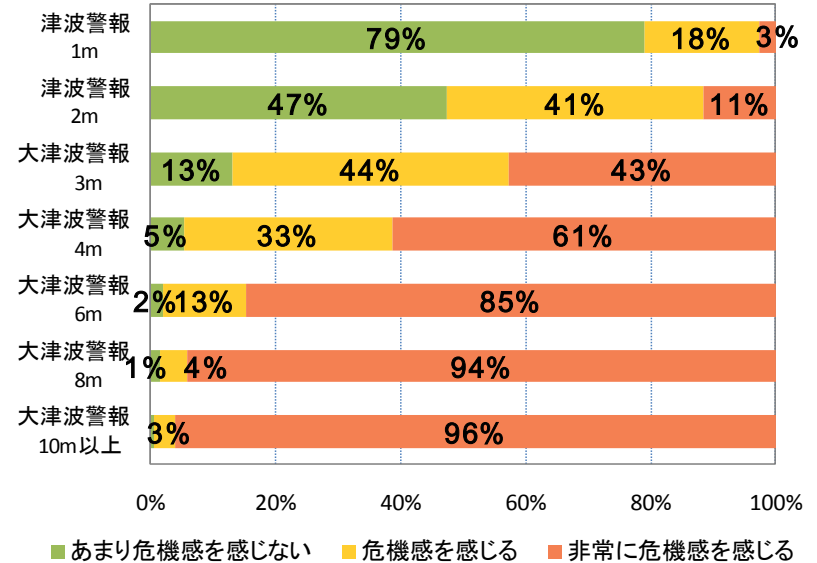
避難したきっかけ、津波警報等から受ける印象

付問6.1 避難したきっかけは何でしたか(複数回答)

n=211



問8 津波警報・予想される津波の高さから受ける印象について

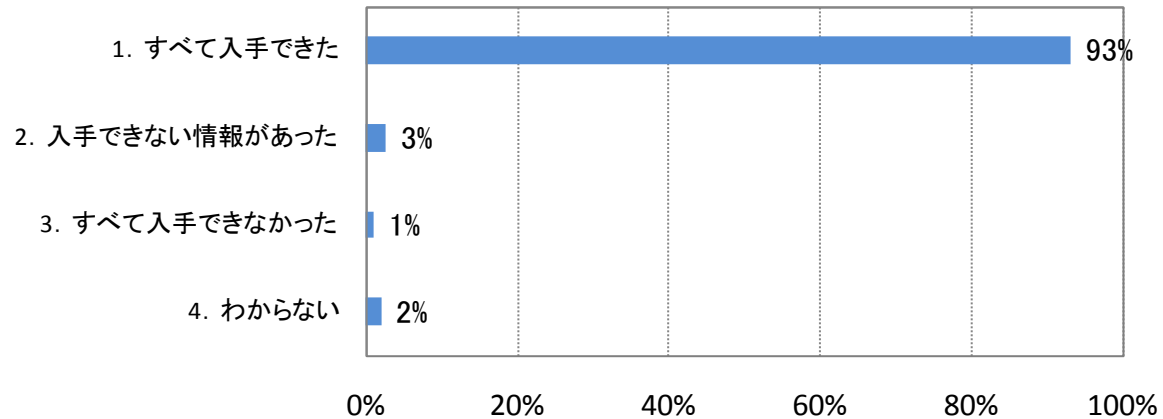


2. 对象者：防災担当者

津波警報・情報の入手、避難の呼びかけ

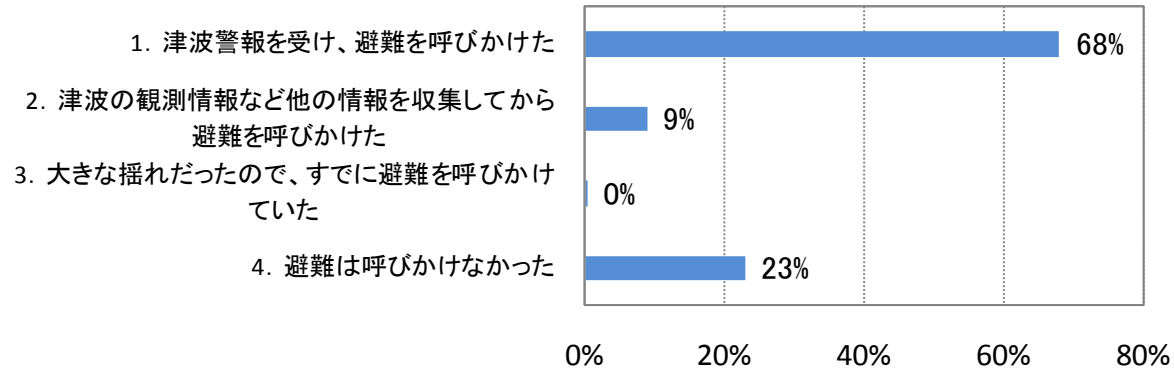
問2 津波注警報の更新や予想される津波の高さの情報を入手できましたか

n=305



問3_②_b 津波警報を聞いて避難を呼びかけましたか

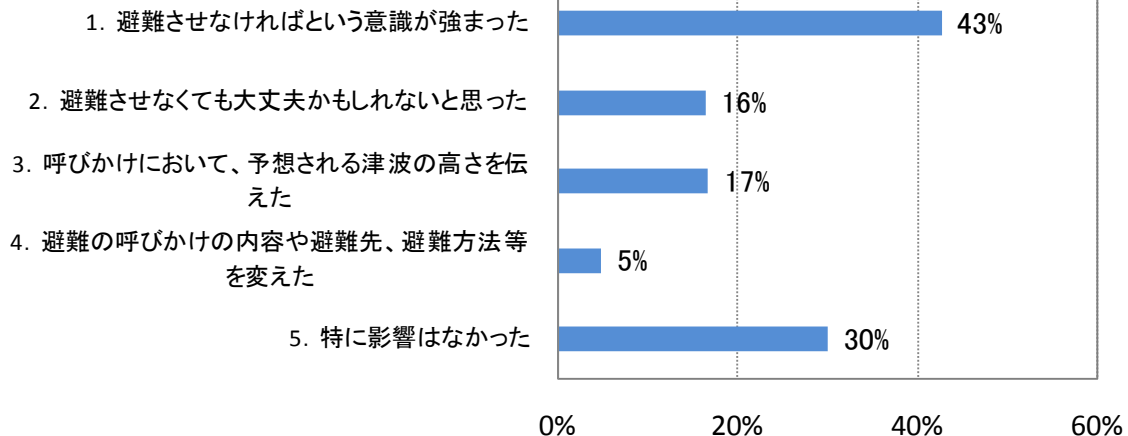
n=306



津波情報の避難の呼びかけへの影響

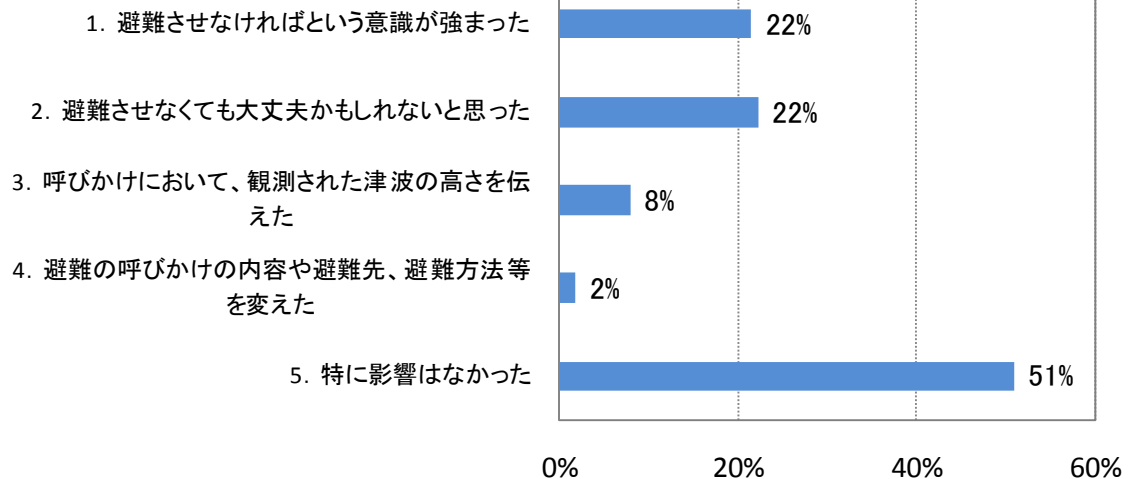
問3_③_b 予想される津波の高さの情報は、避難の呼びかけに影響しましたか(複数回答)

n=286



問3_④_b 観測された津波の高さの情報を聞いて、避難の呼びかけに影響しましたか (複数回答)

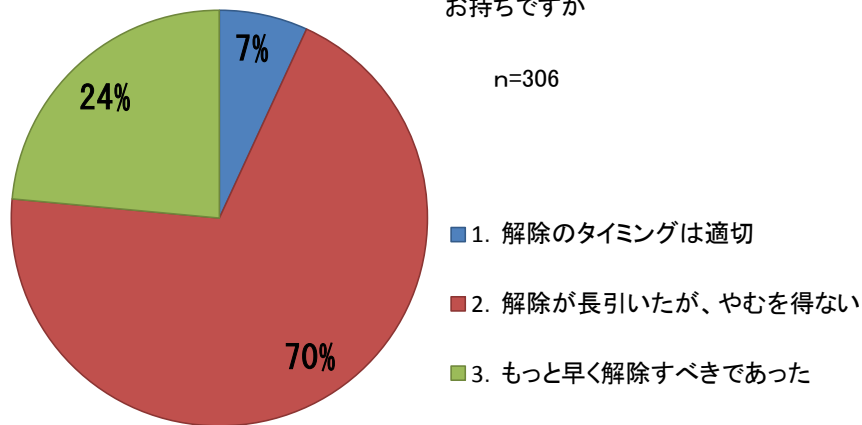
n=279



津波警報の解除に対する印象、津波警報等から受ける印象

問5 津波警報の解除について、どのような印象をお持ちですか

n=306



問6 津波警報・予想される津波の高さから受ける印象について

