

「津波浸水想定検討部会」における津波浸水予測検討

中間とりまとめ

～津波浸水予測検討の基本的な考え方について～

平成 23 年 9 月 2 日

津波浸水想定検討部会

(目 次)

I 本県における津波の検討の方向性について

- 1 現在の県の津波対策の対象とする地震・津波の想定について・・・ 3
- 2 今後の津波対策の対象とする地震・津波の考え方について・・・ 7
- 3 津波対策を構築するにあたってのこれからの想定津波の考え方・・・ 7
- 4 海岸保全施設の整備について・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10

II 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「中間とりまとめ」の概要

- 1 今回の津波被害の特徴と検証・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 11
- 2 防災対策で対象とする地震・津波の考え方について・・・・・・・・ 13
- 3 津波対策を構築するにあたってのこれからの想定津波の考え方・・・ 14

はじめに

今般の東北地方太平洋沖地震では、これまでの想定をはるかに超えた巨大な地震・津波が発生した。国では地震・津波対策を検討する「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」の設置が中央防災会議において決定された。現在、専門調査会において議論が進められており、今後の津波防災対策の基本的考え方について、秋頃の最終報告に先立って、6月26日に中間とりまとめを公表したところである。

本県では、海岸保全施設の整備といったハード対策のみならず、住民の皆様の円滑な避難に資するため、平成20年度までに「津波浸水予測図」を公表し、市町による津波ハザードマップの作成を支援するなどのソフト対策をあわせ、津波対策を行っているところであるが、今般の地震による津波被害を踏まえ、今後の対策にさらに万全を期し、県民の安全安心に努めて行く必要がある。

このため、神奈川県内における今後の津波対策を検討することを目的に、学識経験者などからなる「津波浸水想定検討部会」を5月13日に設置し、現在想定している津波の規模や浸水範囲などの再検証を進めているところである。

この～考え方～は、国の中間とりまとめを踏まえ、「津波浸水想定検討部会」における今後の議論の方向性を示すために取りまとめたものである。

I 本県における津波の再検証の方向性について

1 現在の県の津波対策の対象とする地震・津波の想定について

- 本県では、平成 18 年度から平成 19 年度にわたり、中央防災会議の想定結果や県独自の地震想定により、「南関東地震」（大正関東地震の再来型）「神奈川県西部地震」「神縄・国府津－松田断層帯の地震」「元禄型関東地震」の 4 地震を対象に相模湾沿岸における津波の浸水範囲などの想定を行い「津波浸水予測図」を作成・公表した。

- さらに、県では、「ハザードマップ作成の手引き」を作成し、相模湾沿岸の市町がハザードマップを作成する際に技術的支援をおこなった。この中で、基本的には切迫性の高い「南関東地震」及び「神奈川県西部地震」による津波を対象にハザードマップを作成するよう示している。

- また、平成 20 年度には、地震被害想定調査の一環として、「東海地震」、「南関東地震」、「神縄・国府津－松田断層帯の地震」、「南関東地震と神縄・国府津－松田断層帯の連動地震」、「三浦半島断層群の地震」、「東京湾北部地震」、「神奈川県西部地震」、「神奈川県東部地震」、「元禄型関東地震」の 9 つの地震を対象に、東京湾も含め、「津波浸水予測図」を作成・公表している。

- 一方、県の海岸保全施設の整備については、海岸保全基本計画により、「南関東地震」及び「神奈川県西部地震」による津波に対する防護高と高潮に対する防護高を比較し、高いほうの防護高で整備を進めている。

- 県が管理する海岸保全区域では、現在対象としている津波に対し、整備が必要な海岸延長約 50 キロメートルのうち、高さが不足し、今後、対策が必要な延長は、残り約 10 キロメートルとなっている。

表 1 : 現在公表している想定地震の一覧

| No. | 想定地震名 | マグニチュード | 地震のタイプ | 県土想定 |
|-----|------------------------------|---------|-------------------------|------|
| 1 | 東海地震 | 8クラス | 海溝型 (駿河トラフ) | — |
| 2 | 南関東地震 (大正関東地震の再来型) | 7.9 | 同上 (相模トラフ) | ○ |
| 3 | 神縄・国府津—松田断層帯の地震 | 7.5クラス | 活断層型 | ○ |
| 4 | (参考) 南関東地震と神縄・国府津—松田断層帯の連動地震 | 7.9クラス | 海溝型と活断層の連動 | — |
| 5 | 三浦半島断層群の地震 | 7.2 | 活断層型 | — |
| 6 | 東京湾北部地震 | 7.3 | 南関東直下 (プレート境界型) | — |
| 7 | 神奈川県西部地震 | 7クラス | 未解明だが地殻内の浅い地震として設定 | ○ |
| 8 | 神奈川県東部地震 | 7クラス | 予防対策用として想定 (プレート境界型) | — |
| 9 | (参考) 元禄型関東地震 | 8.1クラス | 海溝型 (相模トラフ) | ○ |

(参考) 各地震の説明

1 東海地震

駿河トラフを震源域とするマグニチュード8クラスの地震で、国の地震防災戦略の対象とされている地震です。大規模地震対策特別措置法で地震発生の予知が可能とされている地震であり、その切迫性が指摘されています。中央防災会議の「東海地震に関する専門調査会」において、東海地震の断層モデルや地震動、津波の予測、被害の想定がなされています。

2 南関東地震

相模トラフを震源域とするマグニチュード7.9の地震です。1923年の大正関東地震の再来型で、今後100年から200年先には地震の発生の可能性が高いとされていて、地震に強い長期的なまちづくりの目標とすべき地震です。地震本部の大都市大震災軽減化特別プロジェクトにより震源の研究が進んでいます。

3 神縄・国府津－松田断層帯の地震

同断層帯とその海域延長部を震源域とするマグニチュード7.5クラスの地震です。同断層帯は、地震本部の長期評価では、国内の主な活断層の中で、今後30年以内に地震が発生する可能性が高いグループに属するとされていますが、一方で、同長期評価では、「神縄・国府津－松田断層帯では、大都市大震災軽減化特別プロジェクトなどの調査結果により、相模トラフで発生する地震の想定震源域との関係が指摘されるなど、新たな研究成果が得られつつある。この付近の地下深部の構造については、今回の評価には反映されていないため、後日改めて再度評価を行う必要がある。」とも指摘しています。

4 (参考) 南関東地震と神縄・国府津－松田断層帯の連動地震

大都市大震災軽減化特別プロジェクトなどの調査において、国府津－松田断層がプレート境界の巨大衝上断層からの分岐断層である可能性が指摘されたことを踏まえ、神縄・国府津－松田断層帯が南関東地震の震源断層からの分岐断層となり、両者が連動して活動するマグニチュード7.9クラスの地震を想定しました。

5 三浦半島断層群の地震

同断層帯を震源域とするマグニチュード7.2の地震です。同断層群は、地震本部の長期評価では、国内の主な活断層の中で、今後30年以内に地震が発生する可能性が高いグループに属するとされています。

6 東京湾北部地震

国の地震防災戦略の対象とされている地震で、中央防災会議の「首都直下地震対策専

門調査会」では、首都圏付近のフィリピン海プレートと北米プレート境界の地震について、近い将来に発生の可能性が高い地震の領域として東京湾北部を想定しています。今回は、この想定に準じてマグニチュード7.3の地震を想定しました。

7 神奈川県西部地震

神奈川県西部を震源域とするマグニチュード7クラスの地震です。前回の調査において、南関東地域直下の地震の一タイプとして、発生の切迫性が指摘されている地震として想定されました。今回も前回の調査に準じて同地震の想定を行いました。

8 神奈川県東部地震

県庁直下を震源域とするマグニチュード7クラスの地震です。蓋然性のある地震モデルではありませんが、前回の調査で南関東地域直下の地震の一タイプとして危機管理的に想定されました。今回も前回調査に準じましたが、地震本部地震調査委員会の強震動評価を参考にして、断層面積を大きめに設定しました。

9 (参考) 元禄型関東地震

相模トラフ沿いのプレート境界で発生し、房総半島南沖から南東沖にまで震源断層が広がっているマグニチュード8.1クラスの地震です。「首都直下地震対策専門調査会」では、平均発生間隔は2,300年程度であり、今後100年以内に発生する確率はほとんどないとして検討の対象外としていますが、歴史記録にある既往の最大津波を発生させた地震として想定しました。

2 今後の津波対策の対象とする地震・津波の考え方について

(1) 検討の方向性

- 東日本大震災では、これまでの津波の想定結果が、実際に起きた津波と大きくかけ離れていたことを踏まえ、本県においても、今後の津波の想定の方を抜本的に見直す必要がある。
- 見直しにあたっては、基本的に「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」の中間報告を踏まえ検討を進めることとする。
- 現在、浸水予測図を作成している9つの地震を再検証するとともに、出来るだけ過去に遡り、地震の全体像が十分解明されていない地震に対しても、史料の分析、津波堆積物調査などの科学的知見に基づく調査を行い、対象地震として検討を進めていく。
- また、新たな予測計算の条件や地形的条件を加え、科学的知見に基づいたうえで、考え得る最大津波を検討していく。
- この際、地震の予知が困難であることや長期評価に不確実性のあることを踏まえつつ、考えうる可能性を考慮し、被害が大きくなる可能性についても十分に視野に入れて想定地震・津波を検討する。
- また、大きな揺れを伴わず、住民が避難の意思を喚起しない状態で突然津波が押し寄せる、いわゆる「津波地震」についても過去の地震を調査し検討を行う。

(2) 関係機関との調整

- 津波の想定にあたっては、東京湾や相模湾において隣接する他都県等との連絡・調整を行っていく。

3 津波対策を構築するにあたってのこれからの想定津波の考え方

(1) 基本的な考え方

- 今後の津波対策を構築するにあたっては、基本的に二つのレベルの津波を想定する。
- 一つは、住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で設定する津

波であり、発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波。

- もう一つは、防潮堤など構造物によって津波の内陸への侵入を防ぐ海岸保全施設等の整備を行う上で想定する津波。（最大クラスの津波に比べて発生頻度は高く津波高は低いもの）
- 浸水範囲の計算にあたっては、防潮堤などの防護施設について、被災状況を考慮した計算も行う。

(2) 最大クラスの津波の想定について

- 現在、県では、過去の地震の検証として元禄関東地震による津波の想定を行っているが、津波が鎌倉大仏まで至ったという明応地震（1498年）による津波の計算を行う。
- 第1回部会の議論を踏まえ、本県にとって最悪となる津波をイメージし、最新の知見や想定しうる計算条件により、元禄型地震の津波計算を行う。
- 津波地震として慶長地震による津波の計算を行う。
- 地域により最大津波となっている神縄・国府津-松田断層帯に関する連動地震を南関東地震から元禄型地震の連動に変えるなど、海岸ごとの特性を持った津波についても検討を行う。
- 明応地震など文献等による資料が少なく、その再現計算の検証が困難であるものについては、適切なシミュレーションモデルを構築するために、鎌倉など内陸を含めた沿岸周辺において、調査箇所を選定し津波堆積物調査を行い、津波浸水予測の検討資料とする。
- 今回、県が検証した対象となる地震モデルについて、国の中央防災会議等で新たなモデルが提言された場合には、その都度、見直しについて検討を行う。

(3) 津波の内陸への侵入を防ぐ海岸保全施設等の整備を行う上で想定する頻度の高い津波

- 想定津波について、地震の発生間隔、切迫性、信頼度等を検証し、設定

する。

- それを踏まえて、経済性、周辺景観との調和などを総合的に考慮し、現実性のある整備計画を検討する。

表2 想定の対象とする地震・津波

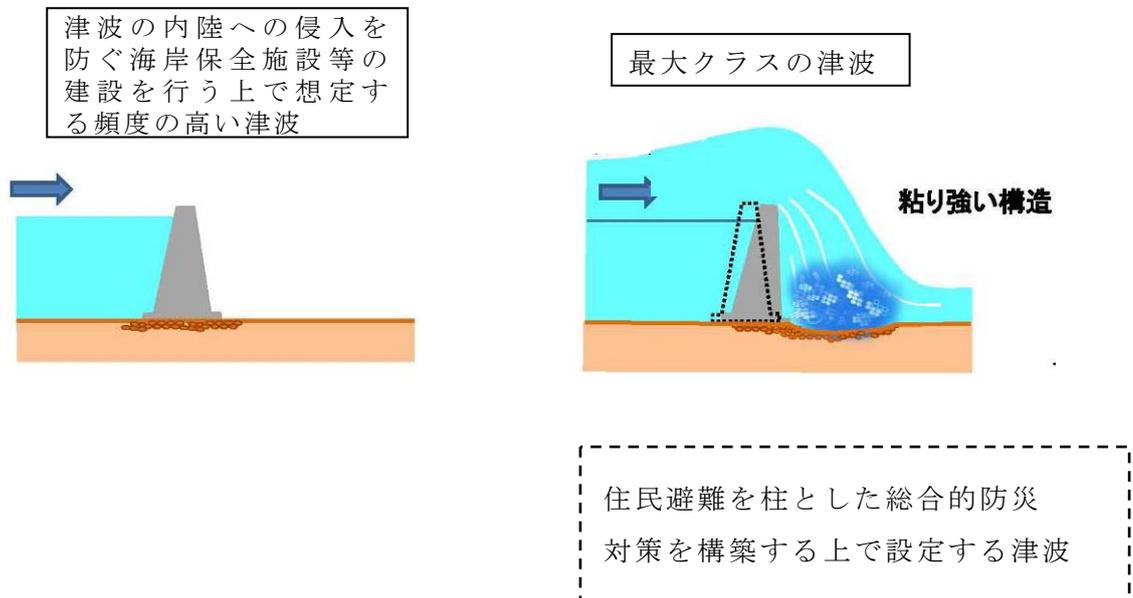
| | 対象地震 | 断層タイプ | 検証概要 | 備考 |
|-------------------------|----------------|--|--|------------------------------------|
| 新たな検証地震 | 明応地震 | 南海トラフ | 文献上、記録がある最大津波 《新たなモデルで浸水予測の計算を行う》 | 今後の想定では明応型地震と表現する |
| | 慶長地震 | 南海トラフ | 津波地震と言われているもの 《新たなモデルで浸水予測の計算を行う》 | 今後の想定では慶長型地震と表現する |
| 現在想定している地震 | 南関東地震 | 相模トラフ | 新たな知見は無いが、地形条件(アンダーパスの追加、防潮門扉等開状態等)を考慮し浸水予測の計算を行う | |
| | 神奈川県西部地震 | 活断層 | 同上 | |
| | 東海地震 | 南海トラフ | 同上 | 地震調査研究推進本部で検討中 |
| | 神縄・国府津-松田断層帯地震 | 活断層 | 地震調査研究推進本部により断層モデルが発表(H22.5.20) 《新たなモデルで浸水予測の計算を行う》 | |
| | 三浦半島断層群地震 | 活断層 | 新たな知見は無いが、地形条件(アンダーパスの追加、防潮門扉等開状態等)を考慮し浸水予測の計算を行う | 東北地方太平洋沖地震に伴い、地震発生確率が高くなっている可能性がある |
| | 東京湾北部地震 | 活断層 | 同上 | 首都直下地震防災・減災特別プロジェクトで検討中 |
| | 神奈川県東部地震 | 活断層 | 同上 | |
| | 元禄型関東地震 | 相模トラフ | 新たなモデルが有る 《新たなモデルで浸水予測の計算を行う》 | |
| 南関東地震と神縄・国府津-松田断層帯地震の連動 | 相模トラフ | 今回想定する元禄型関東地震と神縄・国府津-松田断層帯地震の連動 《新たなモデルで浸水予測の計算を行う》 | 相模トラフの分岐断層と考える | |

※ 三浦半島断層群については、海域部を延長する。

※ 東京湾北部については、設定を含めて検討する。

4 海岸保全施設の整備について

- 海岸保全施設の整備における防護高については、津波の内陸への侵入を防ぐ海岸保全施設等の建設を行う上で想定する頻度の高い津波により決定するものとするが、設計規模を上回る津波に対しても、直ちに壊れることなく出来る限り施設の効果が発揮できるような、粘り強い施設を検討する。
- 検討にあたっては、国土交通省の「海岸における津波対策検討委員会」の議論や指針、また、事業にあたって国費充当可能な条件など様々な観点から検討することとする。



II 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「中間とりまとめ」の概要(本部会の検討内容である津波の想定に関する部分を抜粋)

1 今回の津波被害の特徴と検証

(1) 津波被害の特徴

- 今般の津波は、従前の想定をはるかに超える規模の津波であった。過去数百年間の地震の発生履歴からは想定することができなかったマグニチュード9.0の規模の巨大地震が、複数の領域を連動させた広範囲の震源域をもつ地震として発生したことが主な原因である。一方、津波高が巨大となった要因として、今般の津波の発生メカニズムが、浅部プレート境界が大きくずれ動いたことによる、特異なメカニズムであった可能性が指摘されており、今後の詳細な調査分析が必要である。
- 津波による被害も従前の被害想定をはるかに超える結果となった。巨大な津波高さ、広範囲の浸水域、特に内陸の奥域まで浸水域が拡大したこと、広範囲にわたり地盤沈下が発生したことなど想定を超えていた。
- 地震発生後の住民等による津波避難行動の仕方、津波警報の発表状況、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。また、避難場所が必ずしも身近になかったことも被害が大きくなった要因と考えられる。従前の被害想定やハザードマップより大きな津波であったことなどの影響も含め、今後の詳細な調査分析を必要とする。

(2) これまでの想定対象地震と津波の考え方

- これまで、中央防災会議のもとに設置された専門調査会では、今般の東北地方太平洋沖地震の震源域を含む地域に発生する日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震をはじめ、東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震、中部圏近畿圏直下地震に対して、対象地震・津波の想定を行ってきた。その際、当該地域で過去数百年間に経験してきた地震を再現することを基本として、過去に繰り返し発生し、近い将来同様の地震が発生する可能性が高く切迫性の高いと考えられる地震を、想定対象地震・津波と考え、地震動と津波想定を検討対象としてきた。
- 今般の地震は、過去数百年間の資料では確認できなかった、日本海溝の南半分にまで至る複数の震源域が連動発生したマグニチュード9.0の地震であった。このような地震が想定できなかったことは、過去数百年間に経験してきた地震・津波を前提に、日本海溝の北半分での震源域を想定し

た結果であり、従来の想定手法の限界を意味している。

(3) 今回の災害と想定の違いへの反省

- これまでの地震・津波の想定結果が、実際に起きた地震・津波と大きくかけ離れていたことを真摯に受け止め、今後の地震・津波の想定の方考え方を抜本的に見直さなければならない。
- これまで、過去数百年間に経験してきた最大級の地震のうち切迫性のある地震を対象に、これまで記録した地震動と津波を再現することのできる震源モデルを考え、これを次に起きる最大級の地震想定としてきた。その結果、過去発生したらしい地震であっても、地震動や津波を再現できなかった地震は地震発生の確度が低いとみなし、想定の対象外にしてきた。今回の災害に関連していえば、過去起きたと考えられる869年貞観三陸沖地震、1611年慶長三陸沖地震、1677年延宝房総沖地震などを考慮の外においてきたことは、十分反省する必要がある。
- このように、過去に発生してきたことがわかっていながら当時の知見で想定の対象外としたこと理由の一つは、地震像全体の再現が困難であったことによる。たとえ地震の全体像が十分解明されていなくても、今後は対象地震として、十分活用することを検討していく必要がある。確かさが低くても、地震・津波被害が圧倒的に大きかったと考えられる歴史地震については、十分考慮する必要があるからである。
- 地震・津波の想定が異なっていたことから、従前想定していた地震動の範囲、津波の高さ、津波の範囲、浸水域が大きく拡大することとなった。特に、想定浸水域はハザードマップなどの防災対策資料のベースになっているが、今般の津波が想定を上回る浸水域や津波高などであったことが、被害の拡大につながったことも否めない。従来の想定によるハザードマップが安心材料となり、それを越えた今回の津波において被害を拡大させた可能性があり、ハザードマップの不備な面についても調査が必要である。
- 一方、海岸保全施設等の整備についてみると、これらは設計対象の津波高までに対しては効果を発揮するが、今般の巨大な津波とそれによる被害の発生状況を踏まえると、海岸保全施設等に過度に依存した防災対策には限界があったことが露呈された。

- 今般、従前の想定をはるかに超えて甚大な被害が生じたことを重く受け止め、これまでの考え方を改め、地震・津波の想定から防災対策まで全体について見直しを行い、今後の防災計画を再構築していく必要がある。

2 防災対策で対象とする地震・津波の考え方について

(1) 地震・津波の想定の意味

- 従前より、地震・津波対策にあたっては、国、地方とも検討対象となる地震をあらかじめ想定し、それによる地震動と津波の想定結果に対して様々な防災対策を立案し施策を推進してきたところである。今般の地震・津波は、従前の想定をはるかに超えるものとなったが、だからといって地震と津波の想定自体が無意味であることにはならない。想定をはるかに超える事象が発生した要因を十分に調査分析した上で、引き続き必要な地震・津波を想定し直し、被害想定を再検討し、引き続き防災対策を進めていくことが求められる。
- 一方で、自然現象は大きな不確実性を伴うものであり、想定には一定の限界があることを十分周知することが必要である。

(2) 今回の震災を踏まえた今後の対象地震・津波の考え方

- 対象地震・津波を想定するためには、できるだけ過去に遡って地震・津波発生等をより正確に調査し、古文書等の史料の分析、津波堆積物調査、海岸地形等の調査などの科学的知見に基づく調査を進めることが必要である。
- この際、地震の予知が困難であることや長期評価に不確実性のあることも踏まえつつ、考えうる可能性を考慮し、被害が大きくなる可能性についても十分に視野に入れて想定地震・津波を検討する必要がある。
- また、想定された地震・津波に基づき必要な防災対策を検討する際に、その対策が困難となることを見込まれる場合であっても、ためらうことなく想定地震・津波を設定する必要がある。
- 地震・津波発生メカニズムの解明等の調査研究が一層必要となってくる。中でも、数千年オーダーでの大規模津波の発生を確認するためには、津波堆積物調査や海岸段丘等の地質調査、生物化石の調査など、地震学だけでなく地質学、考古学、歴史学等の統合的研究の充実が重要である。

- 今般のマグニチュード9.0の地震による巨大な津波は、いわゆる「通常の地震の連動」と、「津波地震」が同時に起マグニチュード発生した可能性がある。今後の津波地震の発生メカニズムと、通常の地震と津波地震の連動性の調査分析が進み、その発生メカニズムが十分に解明されることが、今後の海溝型地震に伴う津波の想定に重要である。
- 特に、津波地震が単独で起きた場合には、大きな揺れを伴わず、住民が避難の意識を喚起しない状態で突然津波が押し寄せる可能性がある。1896年明治三陸地震や1605年慶長地震など、過去に大きな被害が繰り返されたことから、津波地震を想定した警報や避難に関しては特段の対策が必要となる。

3 津波対策を構築するにあたってのこれからの想定津波の考え方

(1) 基本的な考え方

- 今後の津波対策を構築するにあたっては、基本的に二つのレベルの津波を想定する必要がある。一つは、住民避難を柱とした総合的防災対策を構築する上で設定する津波である。超長期にわたる津波堆積物調査や地殻変動の観測等をもとにして設定され、発生頻度は極めて低いものの、発生すれば甚大な被害をもたらす最大クラスの津波である。今般の東北地方太平洋沖地震はこれに相当すると考えられる。
- もう一つは、防波堤など構造物によって津波の内陸への侵入を防ぐ海岸保全施設等の建設を行う上で想定する津波である。最大クラスの津波に比べて発生頻度は高く津波高は低いものの大きな被害をもたらす津波である。

(2) 最大クラスの津波高への対策の考え方

- 今般の巨大な津波の発生とその被害から、海岸保全施設等に過度に依存した防災対策には問題があったことが露呈された。東北地方太平洋沖地震や最大クラスの津波レベルを想定した津波対策を構築し、住民の生命を守ることを最優先として、どのような災害であっても行政機能、病院等の最低限必要十分な社会経済機能を維持することが必要である。このため、住民の避難を軸に、土地利用、避難施設、防災施設などを組み合わせて、ソフト・ハードのとりうる手段を尽くした総合的な津波対策の確立が必要である。
- 様々な手段が総合化・一体化されて津波対策として効果を発揮するため

には、地域防災計画、都市計画などの関連する各種計画の有機的な連関が確保される仕組みの確立が必要である。

- また、津波襲来時には、実際にどのような津波が到達するかわからないので、住民が適切な避難行動を行えるよう、必要な体制を整備し、対策を講じる必要がある。このため、津波の観測・監視、津波警報の発表、津波警報等の伝達、避難誘導、避難路・避難場所の整備、さらには、住民がどのような情報を受け取りどのような判断をして行動をとったかなどについて、今般の津波での課題を調査分析し、今後、十分な対策をとっておく必要がある。今般の災害で「被害抑止策」を超えて被害が発生したことから、できるだけ被害が拡大しないような「被害軽減策」の必要性を踏まえ、住民や行政の防災教育、防災訓練などを通じた防災意識の向上にも努めていく必要がある。
- 特に、住民の避難行動に役立つ情報が何か、防災行政無線の充実や携帯電話の活用など伝達手段をどう考えるのか、について検討し、必要な対策を関係機関と連携して講じていくことが重要である。

(3) 頻度の高い津波に対する海岸保全施設等による津波対策

- 従前より整備されてきた海岸保全施設等は、比較的頻度の高い津波等を想定してきたものであり、一定の津波高までの被害抑止には効果を発揮してきた。しかし、今回の災害では設計対象津波高を大きく超える津波が襲来してきたことから、水位低減、津波到達時間の遅延などで一定の効果がみられたものの、海岸保全施設等の多くが被災し、背後地において甚大な津波被害が生じた。
- 海岸保全施設等の整備の対象とする津波高を大幅に高くすることは、施設整備に必要な費用、海岸の環境や利用に及ぼす影響などの観点から現実的ではない。しかしながら、人命保護に加え、住民財産の保護、地域の経済活動の安定化、効率的な生産拠点の確保の観点から、引き続き、比較的頻度の高い一定程度の津波高に対して海岸保全施設等の整備を進めていくことが求められる。
- なお、海岸保全施設等については、設計対象の津波高を超えた場合でも施設の効果が粘り強く発揮できるような構造物の技術開発を進め、整備していくことが必要である。