

10 地震・津波関連の質問と回答

毎年、気象台、県、市、町の共催で開催している防災気象講演会で実際にあった質問と回答を紹介する。

10.1 地震の発生メカニズムに関すること

Q1：地震はプレートの沈み込んでいる所やその周辺で発生するのか。

A1：そのとおりです。Q7とA7を参考にしてください。

Q2：断層とはどういうものか、また八重山地方にも多く見られるか。

A2：地震は地盤がずれる（ひび割れ）現象です。そのずれ（ひび割れ）を断層と呼んでいます。

Q3：八重山地方では火山噴火による地震の可能性はないのか。

A3：過去には1924年（大正13年）10月31日に、鳩間島近海で海底噴火がありましたので、火山噴火による地震の可能性もあります。

Q4：地震の起こる前には、様々な異常現象がおきる話を聞いたことがあるが、このようなものを利用すれば地震発生の予測も可能ではないのか。

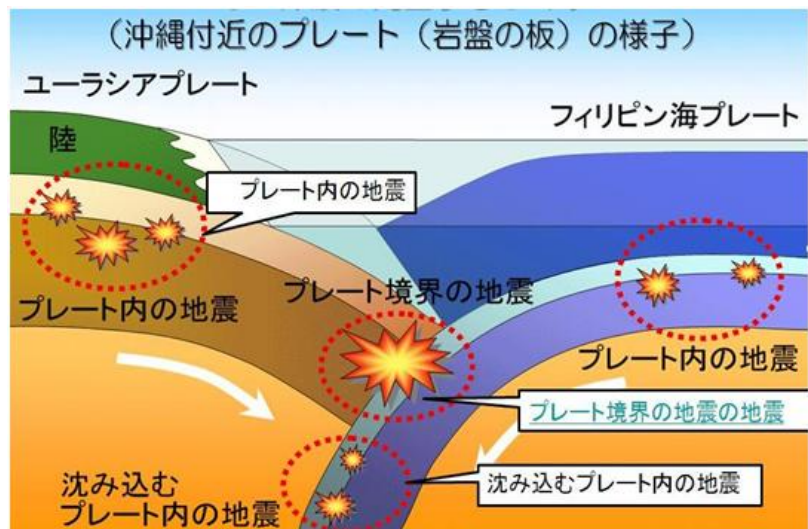
A4：科学的な根拠が乏しいため、実際の予測には活用されていません。現在、科学的に予知が可能な地震は東海地震だけといわれており、その理由として、①前兆現象（地盤の異常な動き）を伴う可能性が高い、②前兆現象をとらえるための観測・監視体制が震源域直下に整備されている。③とらえられた異常な現象が前兆現象であるか否かを判断するための基準がある、の3点があげられています。

Q5：地震は地盤が破壊される現象ですが、壊れ方にもいろいろあるのか。

A5：いろいろあります。基本は、Q34、A34で示した縦ずれと横ずれですが、実際はそれらが組み合わさって複雑に壊れます。

Q6：地震の揺れの伝わるスピードはどのくらいか。

A6：地震波にはP波（縦波：ゆれは小さい）とS波（横波：ゆれは大きい）があり、P波は秒速約7km（時速25,200km）、S波は秒速約4km（時速約14,400km）です。



Q7：地震でも海溝型地震、内陸型地震、直下型地震

（石垣島地方気象台提供）

という呼び名があるようだが、その違いを教えてください。

A7：この図は沖縄付近の地下でどのように地震が発生しているかを示したものです。プレート境界付近ではプレート同士はぶつかり、一方が他の一方に沈み込こんでおり、これによって発生するひずみの蓄積により地震が発生します。沖縄付近では、フィリピン海プレートがユーラシアプレートの下に年間7cmの速度で沈み込んでおり、引きずり込まれるユーラシアプレートの境界に歪みがたまり、ばねのように跳ね返る時に地震が起こると考えられ、このような地震を海溝型地震とよんでいます。一方プレート境界の動きにより、プレート内にもひずみが蓄積します。陸の岩盤がこのひずみに耐え切れなくなった時にひび割れが発生します。このひび割れによる地震をプレート内地震といい、このひび割れのことを断層と言います。特に陸域のプ

プレート内で発生した地震を「内陸直下地震」と呼び（直下型地震とも呼ばれる）、人が生活している直下で地震が発生するため、比較的規模が小さくても大きな揺れとなり、そのために大きな被害が発生します。「平成7年兵庫県南部地震」がこの例で、M7.3にもかかわらず震度7の揺れにより大きな被害が発生しました。一方でこのような地震は陸域で発生するため、あまり津波は発生しません。

Q8：遠地地震、近地地震という言葉聞いたことがあるが、その違いを教えてください。

A8：日本の沿岸から600キロメートル以内に起こった地震を近地地震、それ以外を遠地地震と呼んでいます。

Q9：陸上での地震は身体で感じるができるが、海上にいるときは、地震を感じることはないのか。

A9：海上でも海震を感じることはありますが、一番大切なことは、ラジオや無線等で地震や津波の情報を入手するように心がけることです。

Q10：長周期地震動とはなにか。

A10：地震で発生する周期が数秒以上のゆっくりとした長い揺れで、震源から遠くまで伝わり、特に平野部で揺れる。高層ビルなどの大型構造物が共振しやすく、従来の免震構造・制震構造では十分で対応できない可能性が指摘されています。

Q11：気象庁は長周期地震動に関する情報をだしているのか。

A11：気象庁では、有識者及び関係機関からなる「長周期地震動に関する情報のあり方検討会（平成23年11月から平成24年3月まで4回）を開催し、検討を進めてきました。そして、高層ビル（概ね14,15階建以上）を対象として情報を発表（地震動の周期としては、1～2秒から7～8秒までを対象）。石油タンク事業者や長大橋の管理者等が利用可能な情報の提供についても検討することになっています。

Q12：液状化とはなんですか。また、小さな地震では液状化現象はおきないのか。

A12：液状化現象は、地震の際に地下水を含んだ砂地盤が、振動により液体状になる現象でこれにより比重の大きい構造物が埋もれ、倒れたり、地中の比重の軽い構造物（下水管等）が浮き上がったりします。代表的な場所に河川付近の土地や埋立地などがあり、大きな地震ほど揺れが大きいので液状化が起きやすくなります。

Q13：余震とはどういうものか。

A13：大きな地震が発生すると、大きな断層ができて、その周辺で地震が多発することがあります。これを余震といいます。気象庁では、大きな地震が発生した後、余震による被害の可能性がある場合は、余震の見通しを発表しています。

Q14：余震でも津波が発生することはあるのか。

A14：余震であっても海底地盤のズレ（断層）を引き起こすような大きな地震が起きれば、津波が発生することもあります。

Q15：群発地震とはどういうものか。

A15：群発地震とは、地震活動の一種であり、ある一定の震源域において、断続的に地震が多発するものです。

Q16：八重山地方でも群発地震がおきたことはあるのか。

A16：あります。最近では、西表島付近で1991年（平成3年）から1993年（平成5年）にかけて地震活動が活発となり、沖縄県竹富町では、この3年間で2000回以上の震度1以上の地震を観測しました。特に、1992年（平成4年）10月14日から10月20日にかけて最大震度5の地震が5回発生しています（以降、1993年までの最大震度5の地震は2回）。地震の最大規模はマグニチュード（M）5.0でした。

10.2 地震の諸元（マグニチュード、震度等）の解説

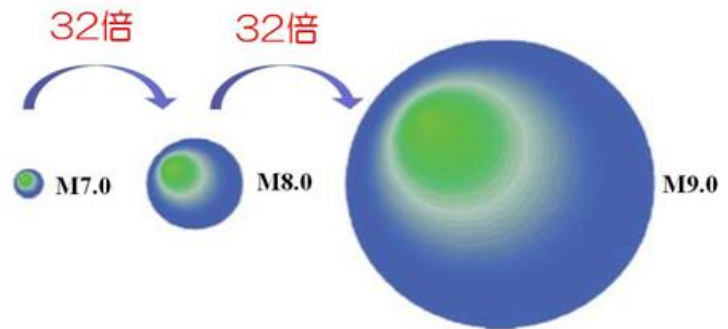
Q17：マグニチュードと震度の違いを教えてください。また、マグニチュードが大きいと震度も大きくなるのか。

A17：マグニチュードは地震のエネルギーの大きさを表します。マグニチュードが0.2増えるとエネルギーが2倍になります。つまり、右下図に示すように、マグニチュードが1増えると、地震のエネルギーは32倍、2増えると32倍×32倍で約1000倍になります。

震度は揺れの大きさを表します。マグニチュードが大きいほど、震度が大きくなります。それを図で示したものが下の左図です。

また、震源に近いほど大きな揺れ、つまり大きな震度を感じ、震源から離れるほど、感じる揺れ(震度)は小さくなります。

従って、揺れが小さいからといって、地震のエネルギー（マグニチュード）も小さいとは限りません。



◆ マグニチュードと地震のエネルギー

マグニチュード=電球の明るさ 同じ距離でも、電球が明るいより明るくなる

電球のパワーアップ

マグニチュードが大きいと、より強く揺れる(震度が大きくなる)

大きな揺れの際は大きな津波が発生するおそれあり

◆ マグニチュードと震度のイメージ

近くは明るい ↔ 遠くは暗い

近くは揺れが強い(震度が大きい) ↔ 遠くはあまり揺れない(震度が小さい)

揺れが小さくても、地震の規模は大きいこともある。

◆ 震源からの距離と震度のイメージ

(気象庁パンフレットより)

Q18：よく巨大地震といいますが、マグニチュードはどの程度か。

A18：定義はありませんが、マグニチュード8.0以上の地震を巨大地震と呼びます。

Q19：震源、震源の深さについて教えてください。

A19：震源は地震により地盤が壊れた最初の点を示し、その位置は、緯度・経度と震源の深さで表示されます。

Q20：同じマグニチュードでも震源が深いと揺れは小さくなると思ってよいか。

A20：一般的に震源から離れると震度は小さくなりますが、そうでない場合もあります（異常震域など）。

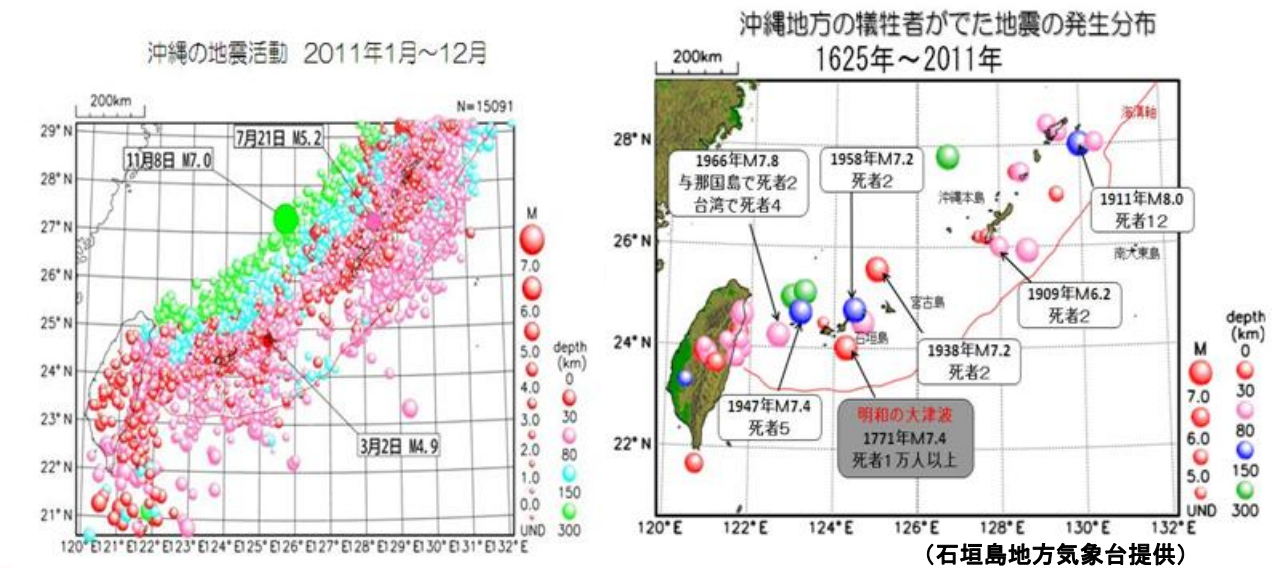
Q21：これまでの地震の中で最大のマグニチュードはどの程度か。

A21：1960年5月23日4時11分（日本時間）、南米・チリ共和国でマグニチュード9.5という世界最大規模の地震が発生しました。また、地震の翌日02時20分頃から津波が日本各地に押し寄せ、全国で死者142人と多数の犠牲者がでました。

10.3 沖縄地方での地震による被害

Q22：沖縄では地震が少ないのではないかと、また、大きな地震が発生した記憶がないが、どうか。

A22：左図は、2011年の間に沖縄付近で発生した地震、右図は1625年から2011年までの間で犠牲者がでた地震の分布を示したものです。円の大きさは地震の大きさを表すマグニチュード、色別に震源の深さを示しています。これらの図をみても、それは誤解だと分かっただけだと思います。



石垣市での被害 (石垣島地方気象台提供) 与那国島での被害

護岸や栈橋の亀裂、液状化被害が発生しています。また、1966年には与那国島近海でM7.8の大きな地震が起き、与那国島で震度5を観測、与那国島で死者2名、家屋全壊1、半壊3、石垣崩壊23、その他道路・水田・屋壁等に多少の被害があり、小津波もありました。

Q23：国の地震専門家の方々は、沖縄での地震について、何かコメントをしているのか。

A23：下記のアドレスに国の機関である地震調査研究本部のページでは、今後30年以内に与那国島周辺でマグニチュード7.8程度の大きな地震が発生する確率は30%程度であると報告されています。

また、大学の研究者によっては、個々の津波の規模は不明ですが、過去の記録の調査から、150年から400年の周期で石垣島に津波が襲来すると推定している方もいます。

(参考文献)

●沖縄県の地震活動の特徴：地震調査研究本部

http://www.jishin.go.jp/main/yosokuchizu/kyushu-okinawa/p47_okinawa.htm

Q24：沖縄では海底火山による被害が発生したこともあるのか。

A24：あります。近年では1924年(大正13年)10月31日に、鳩間島近海で海底噴火があり、八重山の各島の海岸には無数の軽石が漂着し、特に黒島、小浜島等の海岸には密集した軽石群のため、船舶の出入りに大きな影響がでました(沖縄県災害誌より)。

10.4 津波の発生メカニズム

Q25：「沖縄には津波の襲来は滅多にないのではないか。」

A25：「1960年以降に沖縄で観測した津波は次のとおりです。約3年に1回は沖縄で津波が観測されていることになります。確かに被害をもたらした津波は、1960年のチリ津波以降襲来していませんが、津波の襲来回数全国でも最も多い地域といえます。また、1771年には、「明和の大津波」として知られる大津波が発生し、石垣島では津波の高さが海岸付近で10m程度に達し、陸上を30m程度まで駆け上がったと考えられています。沖縄に住む人にとって、津波は身近でかつ最も恐るべき自然災害と言えるでしょう。」

津波を観測した年月日	津波を発生させた地震	津波の最大の高さと被害状況
1960年5月23日	チリ地震津波、チリ沖	最高水位は大浦湾に挑む杉田で385cm(平均海面上)に達する。沖縄県の被害を要約すると死者3人、負傷者2人、住家非住家全壊28戸、同半壊109戸、住家床上浸水602戸、同床下浸水813戸、橋梁破壊9カ所、道路決壊11カ所、田畑の冠潮436町歩、船舶(5トン未満)8隻、その他である。
1966年3月13日	与那国島近海	沖縄県で小津波を観測。被害ない。
1968年8月2日	ルソン島北部沿岸	石垣島で微弱な津波を観測。被害なし。
1972年1月25日	台湾付近	石垣島で波高約10cmの津波を観測。被害なし。
1972年12月2日	ミンダナオ南東沖	沖縄県で15cm程度の津波を観測。被害なし。
1978年7月23日	台湾付近	石垣島で波高10cmの津波を観測。被害なし。
1986年11月15日	台湾付近	沖縄で数10cmの津波を観測。被害なし。
1995年10月18日～19日	奄美大島近海	沖縄本島でも数10cmの津波を観測。被害なし。
1996年2月17日	ニューギニア付近	那覇で31cm、宮古島で23cm、石垣島で16cmの津波を観測。被害なし。
1998年5月4日	石垣島南方沖	石垣島で10cm未満、与那国島で数cm程度、宮古島で10cm未満の津波を観測。被害なし。
2001年12月18日	与那国近海	石垣島で10cm未満、与那国島で10cmの津波を観測。被害なし。
2002年3月26日	石垣島南方沖	石垣島で10cm未満、与那国島で10cm未満の津波を観測。被害なし。
2002年3月31日	台湾付近	与那国島で20cmの津波を観測。被害なし。

Q26：津波は海域でおきた地震により発生するとのことだが、陸上でおきた地震により発生することはないのか。

A26：津波は海底面が変動することにより起こるので、震源が陸上の場合でも変動する面が海底に及ぶ時は、津波が発生します。

Q27：津波は地震に伴って発生すると断言してよいのか。

A27：海岸付近や海底付近における火山爆発、山崩れ、地すべりなどによっても大きな津波が発生することがあります。

Q28：津波の大きさは地震の大きさ(マグニチュード)と比例するのか。

A28：比例します。マグニチュードが0.3大きくなると、津波の高さも約2倍になります。

Q29：津波の大きさは地震の揺れの大きさ（震度）と比例するのか。

A29：関係ありません。小さな揺れでもゆっくりとした揺れが長く続く場合は、大きな津波が襲来することがあります。また、日本から遠く離れた所で大地震が起きた場合、日本では地震のゆれは感じませんが、大津波が襲来することもあります。



[津波により破壊された屋我地大橋]
(沖縄タイムス提供)

下図は、1960年（昭和35）5月23日04時11分にチリ沖でマグニチュード9.5（深さ0km）の巨大地震が起これ発生した大津波による被害写真です。

地震の揺れは日本では感じませんでしたが、地震の翌日02時20分頃から津波が日本各地に押し寄せ、全国で死者142人と多数の犠牲者がでました。津波は沖縄の各島にも襲来し、最も被害の大きかった沖縄本島では24日05時半から数回にわたり津波が来襲し、津波の最大の高さは06時30分頃に沖縄本島大浦（久志）で海拔3.3mに達し、死者3人を含む大きな被害がでました。その当時は遠地地震による津波警報システムが確立されていなかったため、津波警報が発表されたのは津波の第1波が到着した後でしたが、現在では太平洋沿岸の各国の協力で津波警報システムが確立されており、早めに津波注意報や警報が発表できるようになりました。

Q30：震源が浅い地震と深い地震では、津波の発生に違いがあるのか。

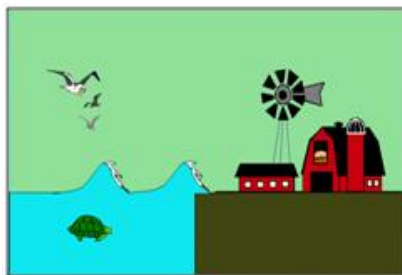
A30：震源が深いと地盤のずれが海底まで現れない場合があり、その場合、津波は起きません。およその目安ですが、震源が100kmより深いと、小さな海面変動はあるかも知れませんが、津波注意報や警報にいたる津波は起きないと考えてよいです。

Q31：震源が近い場合と遠い場合では、津波の発生に違いがあるのか。

A31：津波の到達時間に違いがあり、震源が近い場合は地震発生後、まもなくして襲来することがあります。

Q32：津波は、普通の波と異なるのか。

A32：津波と波浪は共に海水の振動によって伝わる波動現象であり、障害物に対して反射したり回り込んだりする特性や浅瀬に来た時に高くなるという特性はよく似ています。しかし、大きく異なる部分は、波は海上を吹く風によって発生した海水の表面部分の動きであり、津波は海底地盤の上下による海水全体の動きであることです。従って、津波のエネルギー（破壊力）は波浪と比べようのないほど莫大なものとなります。



波浪



津波

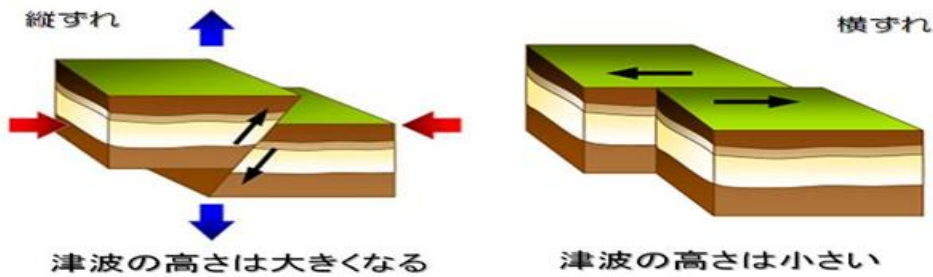
(石垣島地方気象台提供)

Q33：小さな揺れでも津波が襲来することもあるのか。

A33：あります。Q29とA29、Q35とA35を参考にしてください。

Q34：大きな地震が起きても津波が発生しないこともあるが、それはなぜか。

A34：これは海底地盤のズレ方によります。下図に示すように縦にズれる場合は、その上の海水も大きく上下に変動するので大きな津波が起きますが、横ズレの場合は海水の変動も小さいため津波は小さくなります。



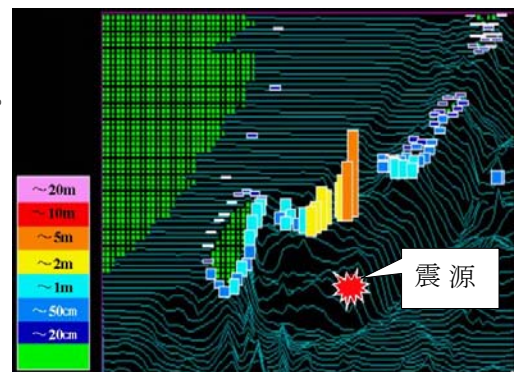
(気象庁パンフレットより)

1998年(平成10)5月4日08時30分頃、石垣島南方沖(石垣島の南東240km)でマグニチュード7.7の大きな地震が発生し、津波警報が発表されました。その時の予想される津波の高さは、宮古島・八重山地方の沿岸の海域で1mの高さでしたが、実際に観測された津波は10cm未満でした。その後の調査で断層のタイプが幸いにも横ずれであったことが分かり、多くの研究者からは、もし縦ずれであったなら、宮古島・八重山地方には3から4m程度の津波が来襲して、津波見物に海岸に来ていた人に大きな被害が発生したであろうと指摘されました。

右図は縦ずれの場合の津波の高さですが、宮古島・八重山地方の沿岸には3から4mの津波が予想されています。

Q35: 海岸で震度4以上の強い揺れやゆっくりとした長く続くゆれを感じたら、津波のおそれがあるというが、ゆっくりとした長く続く揺れで津波がおきるのはなぜか。

A35: 津波の大きさは、海底地盤のズレが大きいほど高くなりますが、そのズレが急激におきる場合とゆっくり起きる場合があります。急に起きる場合は、揺れも大きくなりますが、ゆっくりずれる場合はゆっくりとした揺れが長く続くことになります。しかし、地盤のずれは大きいので津波の高さは大きくなります。このような地震を津波地震と呼んでいます。



[石垣島南方沖の地震が縦ずれ断層だった場合の予想される津波の高さ]

(気象庁作成)

Q36: 沖縄では津波地震が発生したこともあるのか。

A36: よく分かっていません。1771年(明和8)4月24日に石垣島の南東沖で発生した八重山地震津波は「明和の大津波」と呼ばれていますが、古文書の記録から、地震の揺れは琉球諸島全域で感じたものの、揺れによる被害は少なく津波による被害は想像を絶するものであったと考えられています。最近の研究から、津波は海岸付近で10m程度の高さに達し、陸上を最大で30m程度まで駆け上がったと考えられており、八重山全域での死者数は約1万人に達したと言われています。発生原因については、海底地滑り説が有力となっています。

Q37: 地震が起きてから、何分後に津波が来るのか。

A37: これは震源と海岸との距離によります。震源が海岸近くにあれば、地震発生と同時に津波が来ることもあり、外国の地震なら何時間もたってから津波が来ます。津波情報の中で発表される津波到達予想時刻はかなり精度が高いので、その情報を利用することが重要であり、例えば、10分以内に津波が到達する可能性がある場合は「直ちに到達」と情報の中で発表されます。通常、避難の準備等で少なくとも10分程度は必要と思うので、直ちに到達と情報で発表された場合には速やかに避難することが必要です。

Q38: 津波は何分おきに襲ってくるのか

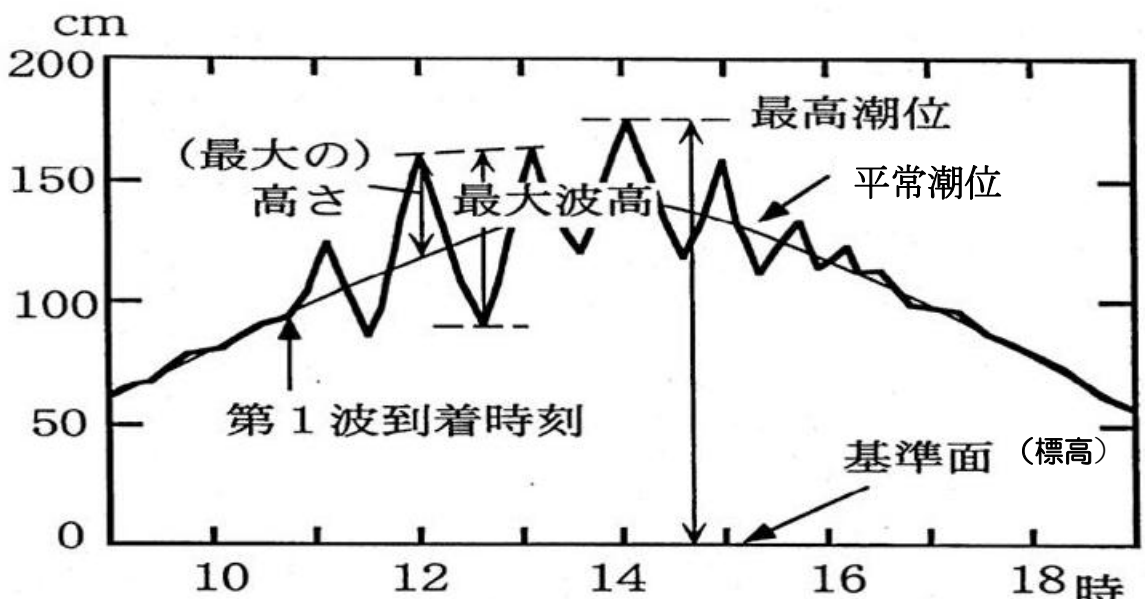
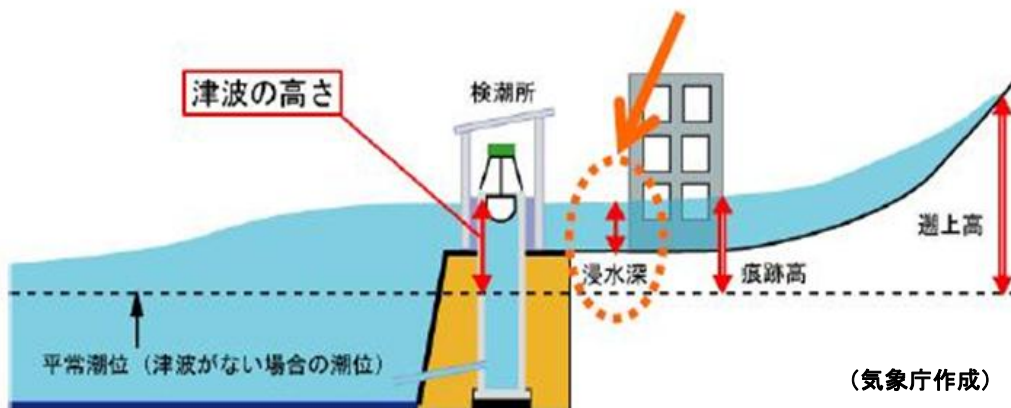
A38: 津波の周期は長いため、普通は大体10分おきごとに襲ってきますが、短いものは数分おき、長いものは40から50分おきに襲って来こともあります。

10.5 津波の諸元（津波の高さ、速さ、遡上高、浸水深）の特徴

Q45：津波の大きさを表す言葉に、津波の高さ、遡上高等、様々なものがあるが、その違いを教えてください。

A45：津波の高さとは、平常潮位と実際に観測された潮位の差になります。浸水深及び痕跡高は、津波の発生後、建物や斜面上に残された変色部や漂着物までの高さであり、浸水深は地表面から、痕跡高は平常潮位から測った高さです。また、遡上高とは津波が海岸に到達後陸地をはい上がり、最も高くなったところの平常潮位面からの高さです。

なお、津波の最大波高（あるいは最大振幅）という言葉も時々でてきますが、これは津波の山から谷までの長さで、津波の高さの約2倍に相当します。



(参考文献)

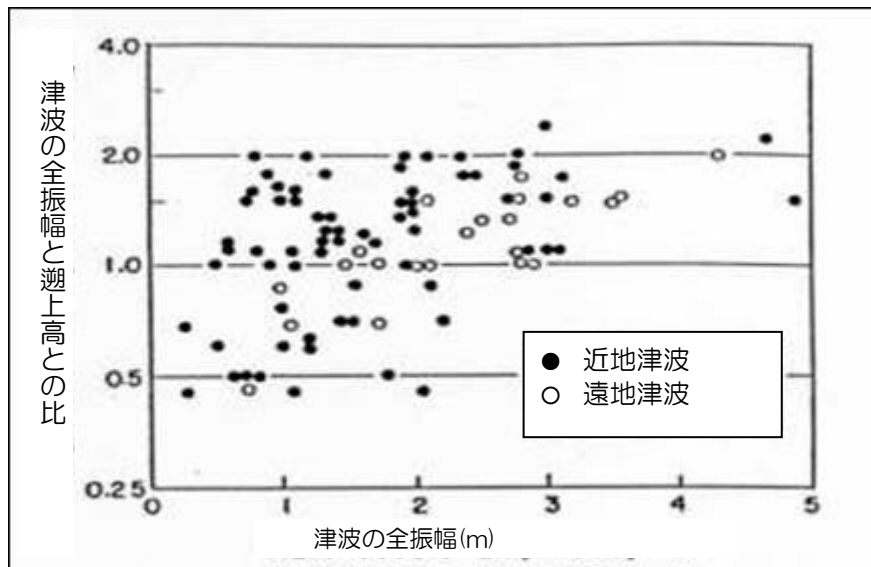
- 津波災害予測マニュアル - 東京大学社会情報研究所廣井研究室
<http://www.hiroi.iii.u-tokyo.ac.jp/index-iinkai-tsunami-suisin-manual.pdf>

Q46：例えば、遡上高が10mだとすると、海岸から10mの高さまで浸水深が10m、つまり深さ10mの津波に飲み込まれるということか。

A46：よく誤解をしている方がいますが、上図に示すように、遡上高とは津波が海岸に到達後陸地をはい上がり、最も高くなったところの平常潮位からの高さですので、浸水深が10mというのは誤りです。

Q47：海岸付近での津波の高さが高いほど津波は高いところまで遡上するのか

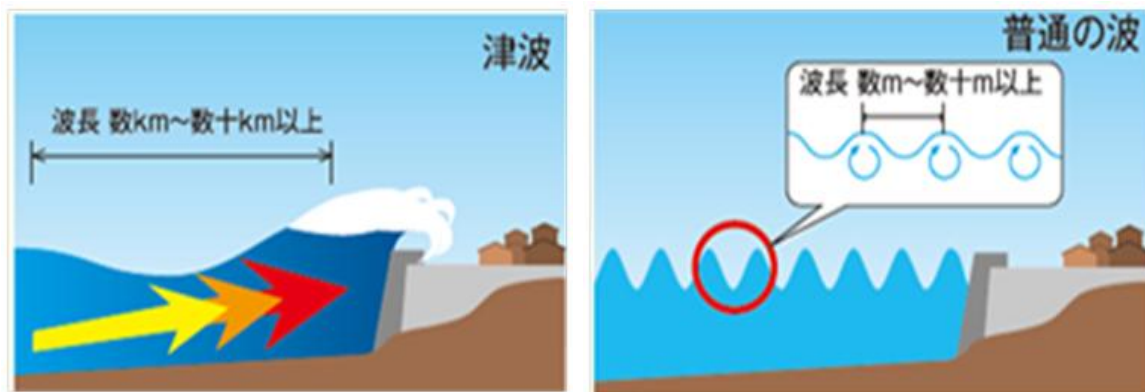
A47：津波の遡上高と検潮儀によって観測された潮位は、調査した場所と潮位観測点が近くても異なる場合が多いですが、調査によると津波の遡上高と検潮記録の最大全振幅（津波の山から谷の高さで津波の高さの約2倍になる）の比は、0.5～2.0であって平均値は、ほぼ1.0で合ったことが報告されています（梶浦、1983）。これは、気象庁が用いている「津波の高さ」に換算すると、遡上高は検潮記録による津波の高さの1.0～4.0倍であり、平均して2.0倍の高さになります。更に、近地津波と遠地津波を区別しまとめたものを下図に示しますが、検潮記録の全振幅の値が0～2mの範囲では、遡上高が0.5～2.0倍の間にばらついています。また、2m以上の津波全振幅の領域では、約1.0～2.0倍になっています。これを「津波の高さ」に言い換えると、検潮記録の津波の高さが0～1mの範囲では遡上高は、その1～4倍であって平均的には2倍となり、1m以上では2～4倍程度の高さになります。



近地津波と遠地津波における津波の遡上高さとの波高

Q48：津波の周期は長いというが、それがどういう現象を引き起こすのか。

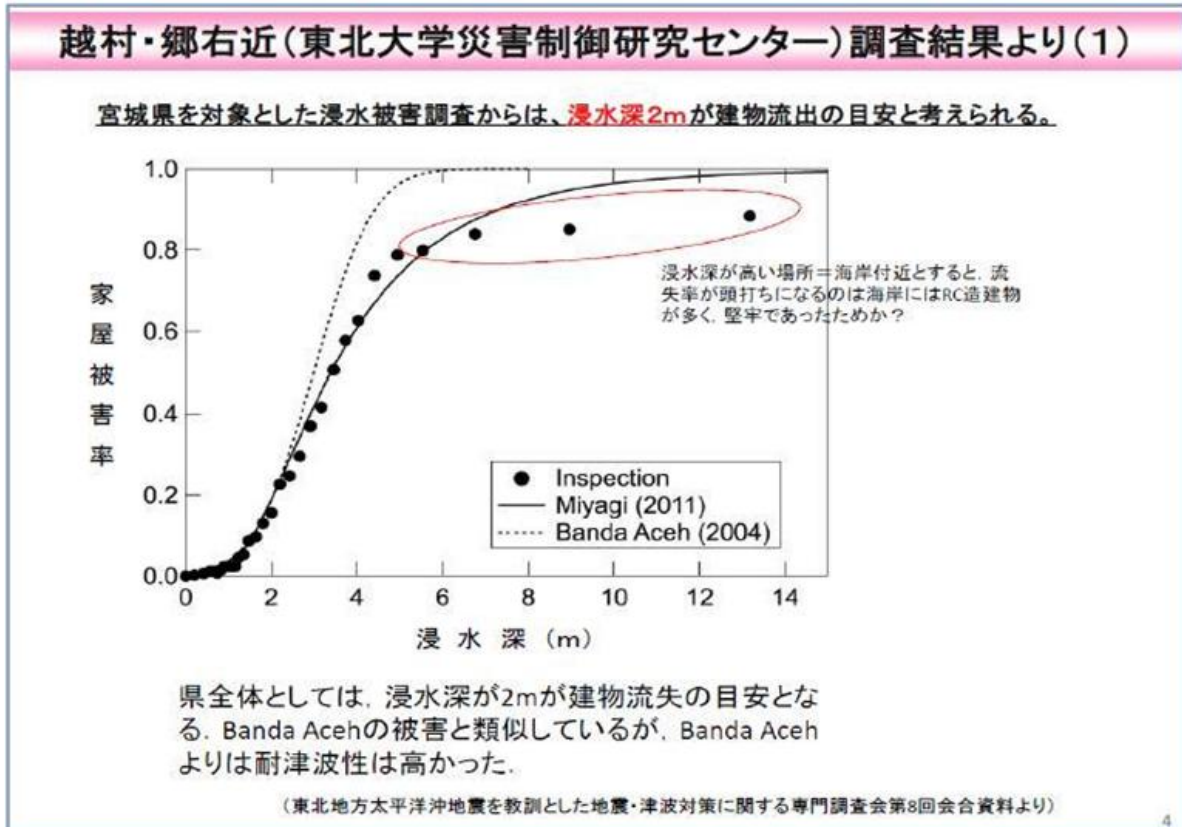
A48：周期とは波の山がやってきて更に次の波の山がやってくるまでの時間を意味します。また津波の山から山あるいは谷から谷までの距離を波長と呼び、周期が長いほど波長も長くなります。波浪の周期は長いものでも数10秒程度ですが、津波の周期は数10分にもなります。また、津波の波長は数キロから数百キロメートルと非常に長く、これは海底から海面までのすべての海水が巨大な水の塊となって沿岸に押し寄せを意味します。この津波の長い周期と波長により津波の押しが長時間継続し、津波は陸上の奥深くまで進入したり、川を数キロも逆流することがあります。また、津波の引きが長時間継続することから、津波にさらわれると数キロの沖合いまで流されてしまいます。



(気象庁パンフレットより)

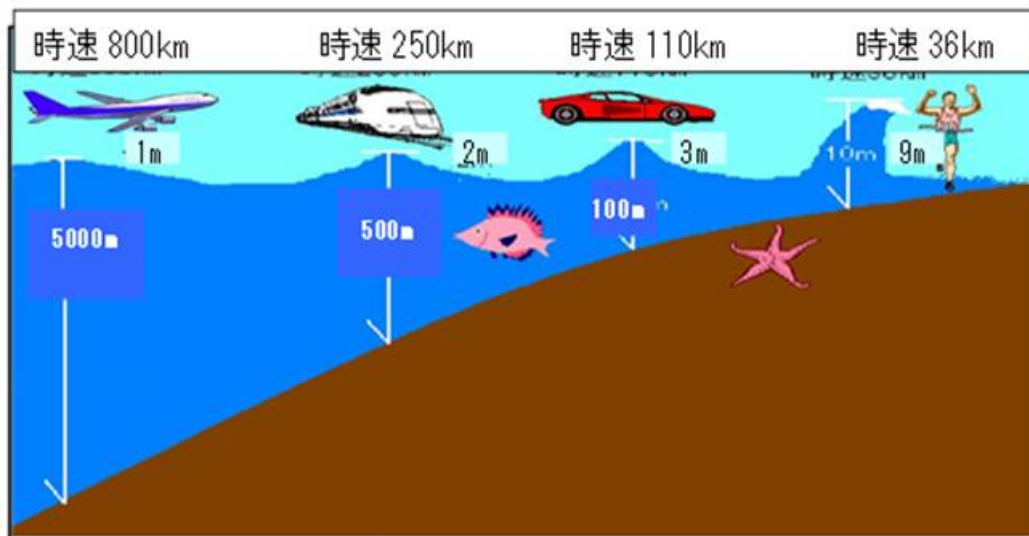
Q49：浸水深が大きいとそれだけ被害も大きくなるということか。

A49：そうです。津波の被害はこの浸水深に大きく関わります。下図は実際におきた津波の浸水深と家屋の被害率を対応させたグラフです。実線が2011年3月11日に起きた東日本大震災での宮城県での被害、点線が2004年12月26日のスマトラ沖地震時のバンダ・アチェで発生した被害を示します。●は家屋の流失率を示します。



Q50：津波の速さは水深が深いほど速いと聞いたが、それはなぜか。

A50：津波の速度は水深に比例します。式でかくと、速度= $(g \times h)^{1/2}$ で表されます。gは重力加速度で $9.8m/s^2$ 。つまり、水深が5000メートルだと、速度は約800kmになり、航空機と同じスピードになります。



水深と津波の速さ

(気象庁パンフレットより)

Q51：海岸付近での津波の速さは。

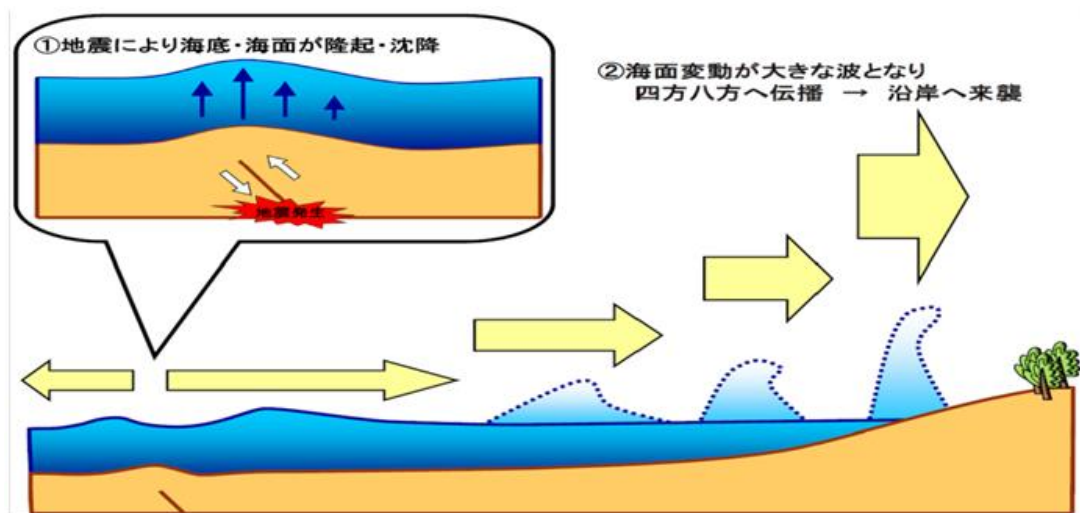
A51：色々ありますが、湾内では時速 20 から 30 キロ、陸に上がってからは、時速 10 から 20 キロです。津波が海岸付近に来てから、精一杯走って逃げても間に合いません。

Q52：津波は波が引いてからくるとは本当か。

A52：必ずしも本当ではありません。津波の始まりは、押しも引きもあり、押しの方が多いです。ただ、津波が繰り返している間は、潮が引けば必ず次の波が来るので、「引きを見つけたら逃げよ」は正しい言い伝えです。

Q53：なぜ、海岸付近で津波は高くなるのか。

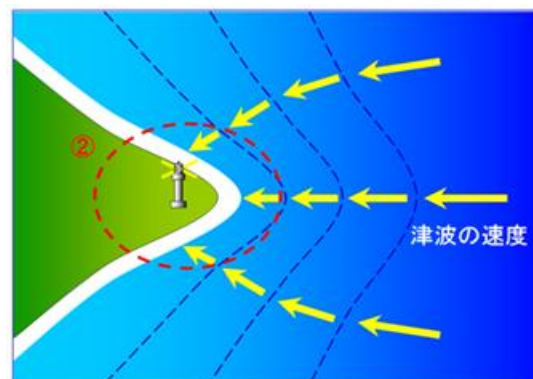
A53：津波の進行速度が水深に比例することはA50でも述べましたが、沖合から海岸付近に襲来した津波は水深が浅くなり速度が遅くなるため、あとから来る津波に追いつかれてしまいます。このため津波の高さは高くなります。また、よく、沖から押し寄せるとうねりが海岸付近で高くなって砕ける現象がありますが、津波が海岸付近で高くなるのも同じ原理であり、波長の長い波が元々持っている特性です。波長とは、波の山から山までの長さですが、津波の波長は数キロから数百キロにも達するため沖合で高さも低くても海岸付近ではかなり高くなります。



(気象庁パンフレットより)

Q54：津波の高さは地形により大きく異なるというが、本当か。

A54：本当です。特に下図に示すような岬や湾奥では津波が増幅され高くなります。



(気象庁パンフレットより)

Q55：津波のエネルギーは何に比例するのか。

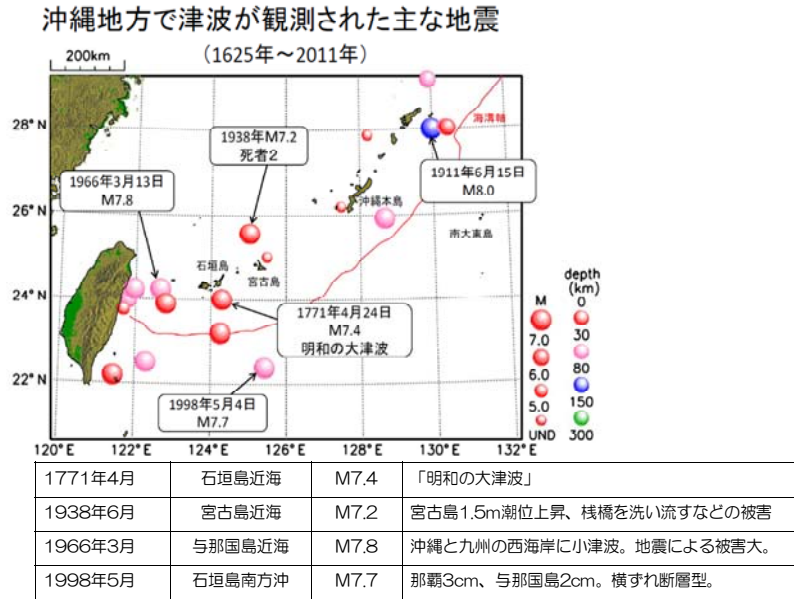
A55：津波のエネルギーは津波の高さの自乗に比例します。沖合では低い高さの津波でも沿岸に近づくにつれ水深が浅くなるため、津波の高さは高くなります。津波の高さが2倍になるとそのエネルギーは4倍になり、津波の破壊力も一気に増大することになります。

10.6 津波による被害

Q56：八重山地方では1771年4月24日に発生した明和の大津波が有名だが、それ以外に津波の被害は起きていないのか。

A56：右図は1625年から2011年までの間で津波をもたらした地震の分布を示したものです。円の大きさは地震の大きさを表すマグニチュード、色別に震源の深さを示しています。

また、大学等の研究機関により、地層や津波石の年代などを調べて、過去にどの程度の頻度で津波が襲来したのかの調査も行われており、津波の個々の規模は不明だが、津波再来間隔は150年から400年と推定する研究者もいます。



(石垣島地方気象台提供)

Q57：津波の被害を軽減するには防波堤の効果も大きいと考えるがどうか。

A57：防波堤は海岸線に襲ってくる津波を沖合で低減させる効果があります。防波堤が津波の高さより高い場合、津波は防波堤に衝突すると約2倍程度の高さの波となって上方に打ち上がり水塊が防波堤の背後に落下してきます。このため、防波堤の背後では津波のエネルギーは低減されますが、石垣市の防波堤の高さは海拔2.4mから2.9mであり、朔望平均満潮位は海拔約1mであるため、満潮時に高さ2m以上の津波が襲来すると、津波はやすやすと防波堤を乗り越え陸上に侵入し、もはや防波堤は津波のエネルギーを押さえることは出来ないと考えます。更に津波の波長は数キロと防波堤の長さには比べるかに長いので、防波堤を回り込んで港内に襲来してきます。湾内に侵入してきた津波は、複雑な渦を巻き船舶の自由を奪うでしょう。

Q58：津波に対して護岸や岸壁の効果はあるのか。

A58：護岸や岸壁も津波のエネルギーを弱めると共に、背後の陸上への津波の侵入を弱めます。しかし、護岸や岸壁に衝突した津波は波高が約2倍程度の高さの波となって上方に打ち上がり、水塊が護岸や岸壁を乗り越え背後の陸上に落下してきます。従って、海拔3m程度の護岸や岸壁でも満潮時に1mの津波が襲来すると、津波は水塊となって護岸や岸壁に落下します。このため、護岸や岸壁に留まることは非常に危険です。また、満潮時と津波が重なると、津波の高さが2mでは、ほとんどの護岸や岸壁を乗り越え陸上に流れ込み、沿岸地区に大きな被害を与えられと考えられます。

Q59：津波被害を軽減するには防潮林の効果も大きいと考えるがどうか。

A59：防潮林も津波のエネルギーを弱めたり漂流物を阻止する働きを持っています。しかし、その効果はあくまでも防潮林の植生や規模等に大きく影響されます。

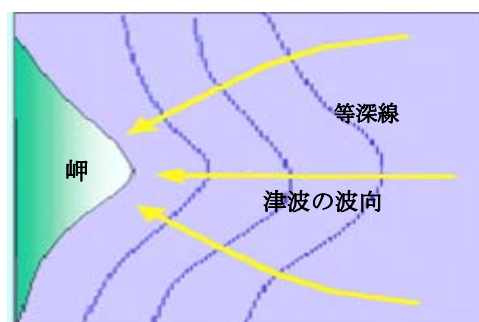
Q60：八重山の島々はリーフで囲まれているが、そのリーフが津波を弱める働きをすることはないのか。

A60：基本的にはリーフは津波を弱める効果をもっています。しかし、リーフとリーフの間に溝があったりすると、津波を増幅させることにもなり、その場所でどのような地形になっているのかを見極めることが重要です。

Q61：遠浅の海岸は他の場所に比較し、津波の危険は小さいと聞いたが本当か。

A61：遠浅の場合、沖合いの方で津波の波頭が崩れ津波の影響が弱められることもありますが、津波の屈折効果により津波エネルギーが集中し、むしろ津波の高さが高くなることが多いです。実際に1983年の日本海中部地震の際には、遠浅のところでは津波が増幅され、周りよりも高くなった例があります。

屈折効果：右図に示すように、津波は浅い海域ほど遅く伝わるので、浅い海域を巻き込むような方向に進行が曲げられます。これを屈折効果と呼びます。



(気象庁パンフレットより)

Q62：どのくらいの津波の高さで人命への影響がでるのか。

A62：津波の高さ1mは人命に確実に影響する高さです。実際、1983年(昭和58年)の日本海中部地震では、青森県十三湖河口から逃げる9人が70cmの津波に追いつかれ3人が帰らぬ人となりました。また、津波の高さが2mあたりから確実に死者が発生し急増します。

Q63：津波の高さが50cm程度なら、人命に影響はないのか。

A63：津波の高さが50cm程度になると、成人でも津波によって生じる流れは無視できません。水位が膝を超えると自由を奪われ、また、流れは局所的に大きくなり得るため、海水浴客が水中にとどまることは危険になります。また、養殖いかだの流出が始まります。

津波の高さが20cmから30cmと小さくても、波長は数10kmと長いので、浮き袋につかまって浮いている幼児はへたをすると1km以上沖に流されます。

Q64：沿岸地区の木造住宅に住んでいるものだが、どの程度の津波で家屋が破壊されるのか。

A64：津波の浸水高が1mで木造住宅が部分的に破壊され2mでは全壊となります。

Q65：沿岸地区の石造家屋に住んでいるものだが、どの程度の津波で家屋が破壊されるのか。

A65：津波の浸水高が4m程度までは持ちこたえますが、4mを超えると部分破壊が始まると考えられる。また、8mを超えると全壊となります。

Q66：沿岸地区の鉄筋コンクリート建物に住む者だが、どの程度の津波で家屋が破壊されるのか。

A66：丈夫な鉄筋コンクリートビルであれば、津波の浸水高が10m程度までは持ちこたえたと考えられています。一般住宅の鉄筋コンクリート建物でも5m程度までは持ちこたえたと考えられます。

Q67：港に係留している船舶は、どの程度の津波で被害を受けるのか。

A67：津波の高さが2mから漁港内に係留している漁船の被害が急増し、4mでは漁港内の漁船被害が50%となると考えられています。また8mでは漁船は全て流出あるいは破壊され、流出した船舶は破壊力へと変わることが考えられます。

Q68：沿岸地区に住んでいる住民だが、どの程度の津波で被害がでるのか。

A68：津波の高さが2mから沿岸地区では被害が急増し、4mから沿岸集落の約50%が被害を受けると考えられます。また、8mでは沿岸地区は全て被害を受けると考えられます。

Q69：津波で護岸などが破壊されることもあると聞いたが、どのくらいの津波によるものか。

A69：津波の高さが10m近くになると、テトラポットの移動や護岸施設の破損が起きると考えられています。

(参考文献)

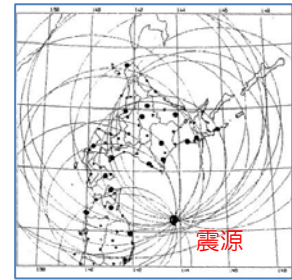
A62からA69は、下記の文献を参考にしました。

首藤伸夫：「津波工学研究報告第9号」、平成4年3月発行

10.7 地震・津波情報の解説

Q70：地震の震源やマグニチュードはどのようにして決めているのか。

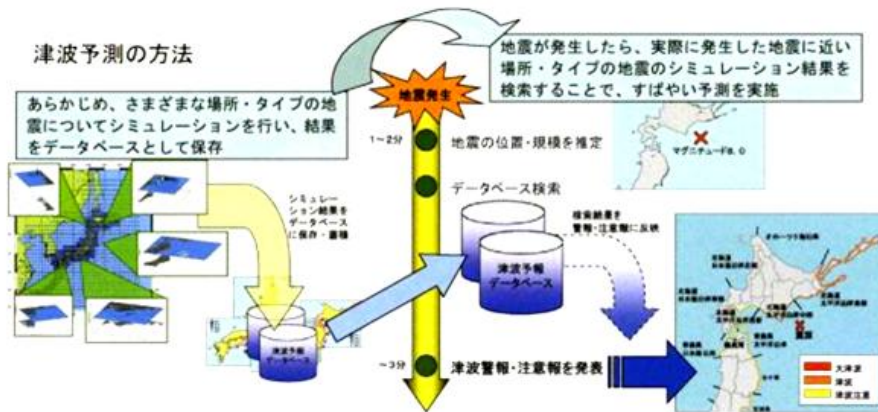
A70：簡単にいうと全国に整備している地震計で観測した地震波を計算機で処理し、地震の震源、規模を確定します。右図は地震の起きた場所（震源）の求め方を示しますが、いくつかの観測点からの時間差の重なる点を震源としています。また、地震波の大きさすなわち揺れの強さと距離の関係で地震の規模（マグニチュード）を決定しています。



(石垣島地方気象台提供)

Q71：津波の有無、津波の高さ、津波の到達時間等はどのようにして決めているのか。

A71：下図に津波の予測の流れを示します。地震が起きると、津波の有無、津波の高さ、到達時刻をコンピュータで計算しますが、時間がかかり、時には津波警報が間に合わないことも考えられます。そこで、予めたくさんのパターン地震とそれに伴う津波の計算をし、データベース化しています。そして地震が起きると、いち早く地震の震源と規模を計算し、データベースと照合し、もっとも適合するものを選んで津波警報・注意報、津波情報を発表しています。

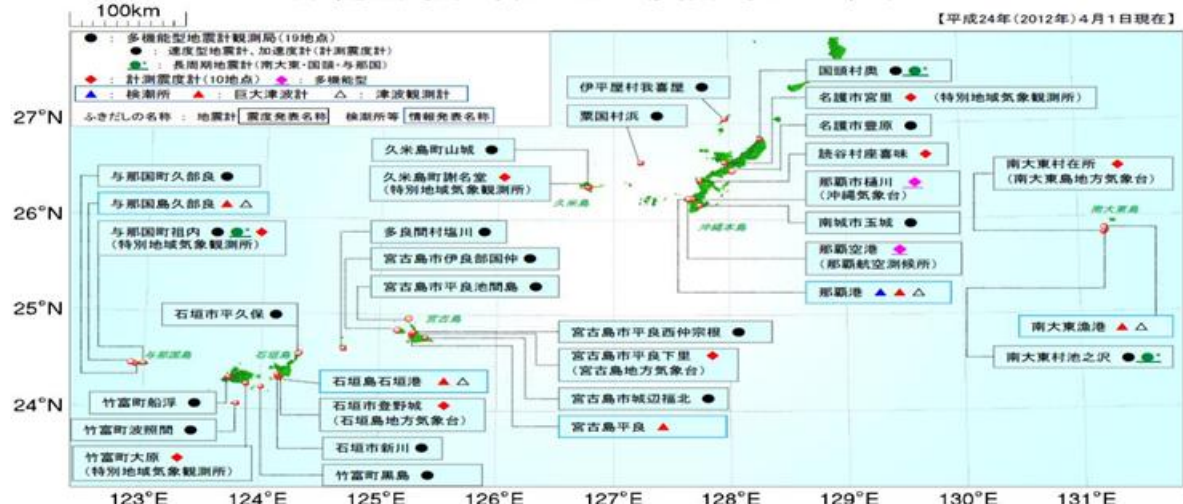


(気象庁パンフレットより)

Q72：沖縄地方の地震の観測体制、津波の観測体制はどうなっているのか。

A72：下図に沖縄管内の観測体制を示します。その他にも沖縄県や他の機関でも計測震度計を整備していることから、沖縄気象台ではこれらの機関の震度データも取り込み、各地の震度情報を発表しています。なお、東日本大震災の後、新たに観測体制の整備が計画されており、八重山地方では、広帯域強震計が波照間島と与那国島に新たに整備されます。このことにより、地震の規模や震源が更に正確に求められるようになります。

沖縄気象台管内の地震計等の配置図

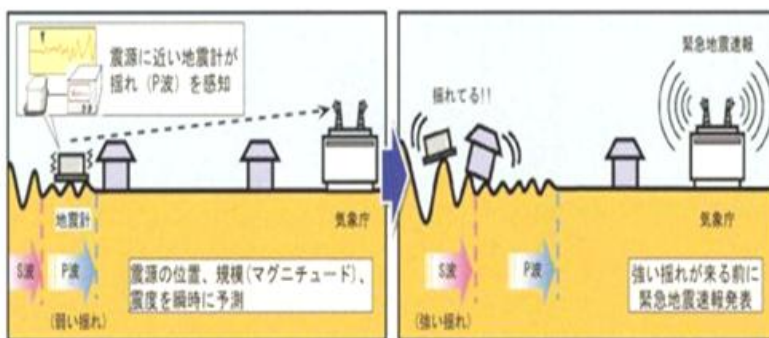


(石垣島地方気象台提供)

Q73：緊急地震速報はどのようにして発表されるのか。

A73：右図に緊急地震速報の仕組みと、それがどのようにして伝達されるかを示しました。

地震が起きるとその揺れはP波（縦波）とS波（横波）として伝わりますが、P波はS波よりも伝播速度が速く、揺れの大きさはS波と比べて小さいという特徴をもっています。気象庁では、まず地震が起きると、地震計でこのP波を捉え、いち早く地震の起きた場所である震源と、地震の大きさを示すマグニチュードを計算し、大きな揺れをもたらすS波がどの地域に何秒後に到達するかを計算して知らせます。でもコンピューターで計算しても震源に近い場所では、計算している間に地震の揺れが到着してしまうため、緊急地震速報が間に合わないこともあります。



緊急地震速報は、どうやって聞くことができるの？

- テレビ・ラジオ**：テレビやラジオ*1を視聴している時に、報知音*2とともに放送されます。
- 携帯電話**：緊急地震速報を受信し、報知音*2で知らせる携帯電話があります。
- 防災行政無線**：市町村*1の防災行政無線から報知音*2とともに放送されます。
- 受信端末*3**：受信端末*3などでは、気象庁が発表する警報や予報のほか、独自に個別地点の震度などを予想し、報知します。

（気象庁パンフレットより）

Q74：津波注意報、津波警報、大津波警報の基準は。

A74：右の表に示します。実は平成25年3月より、新しい基準が運用されることから、ここでは現行の基準と新しい基準をならべて示しています。大きな違いは、予想される津波の高さの区分が現行の8階級から5階級に変わることです。

また、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）でしたが、新しい基準では、予想区分の幅の高い方の数値を用いることより、1mの場合は津波注意報、3mの場合は津波警報（津波）となります。

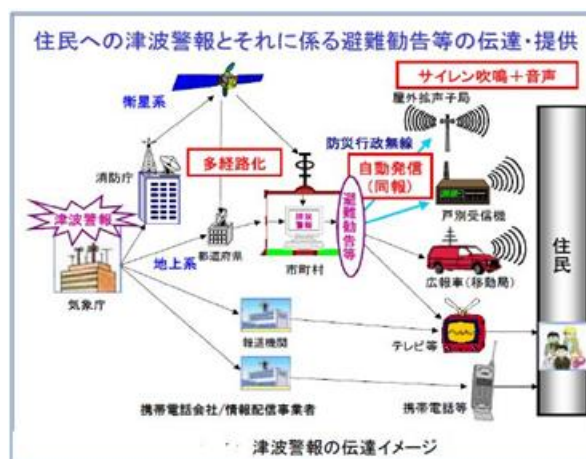
津波の高さ予想の区分と津波警報の分類との関係

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
	3m～5m	6m
津波警報（津波） / 「津波警報」	1m～3m	4m
		3m
津波注意報	20cm～1m	2m
		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」として発表します。

Q75：津波情報をいち早く入手するにはどうすればよいか。

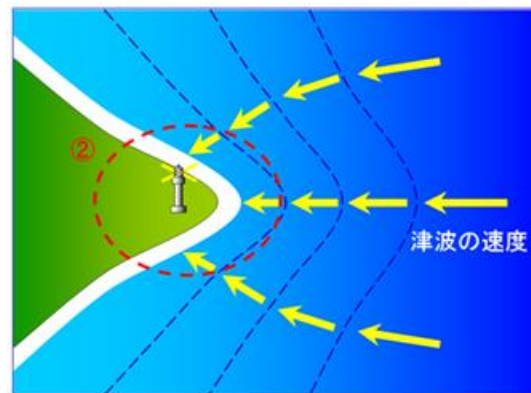
A75：気象台から津波注意報や警報が発表されると、自治体や消防、警察による防災無線や広報車、マスコミでの報道をとおり、迅速に地域住民へ伝達されます。このため、地震を感じたら、まず、津波の襲来を念頭に置いて一時避難をした後、テレビやラジオ等で情報を確認する努力をすることが一番大切です。



（気象庁パンフレットより）

Q76：津波情報で発表される津波の高さを超える津波は襲来しないと考えてよいのか。

A76：津波は地形により、場所によって発表された津波の高さよりも高くなる場合があります。例えば湾奥や岬の地形をしたところでは、津波のエネルギーが集中して高くなり、予想される津波の高さの2倍程度になることもあります。



(気象庁リーフレットより)

Q77：地震が発生すると、テレビで津波の有無を確認しているが、津波警報が発表される前に津波が来襲することもあるのか。

A77：平成5年の北海道南西沖地震では、地震発生後3分から5分で津波が来襲しました。その後、気象庁では技術改善を行っており、特殊な地震を除いて、津波警報が間に合わないということは滅多にないと考えていますが、最も重要なことは、強い揺れを感じたら、津波の襲来を念頭に置き、速やかに避難することが重要です。

Q78：気象庁の発表する津波警報や注意報の精度はどのくらいですか。

A78：津波は甚大な被害をもたらすことから、いち早く情報を伝えることが最も重要ですが、最新の技術水準でも地震が発生してどの程度の津波が発生するか否かを、正確に判断するには最低15分程度はかかります。このため、予め日本近海の様々な場所に様々な規模の地震モデルを想定して津波の計算を行い、その結果をデータベース化しておきます。そして、実際に地震が発生したら、その地震の震源位置や規模に最も近い幾つかのモデルを選択し、予想される津波の高さを瞬時に得る方法をとっています。その結果、実際の地震と選択した地震モデルが異なると、例えばデータベースでは断層の縦ずれを想定していますが、実際は横ずれになった場合は、予想したほど津波が観測されないことがあります。また、マグニチュードが8.0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分以内で正確に計算する手法は当面存在しないことから、津波の規模を過小評価しないように、データベースではなく別の方法で津波警報を発表しています。しかし、いずれにしても、予想した津波以上の津波が観測されることは、ほとんどないと考えています。

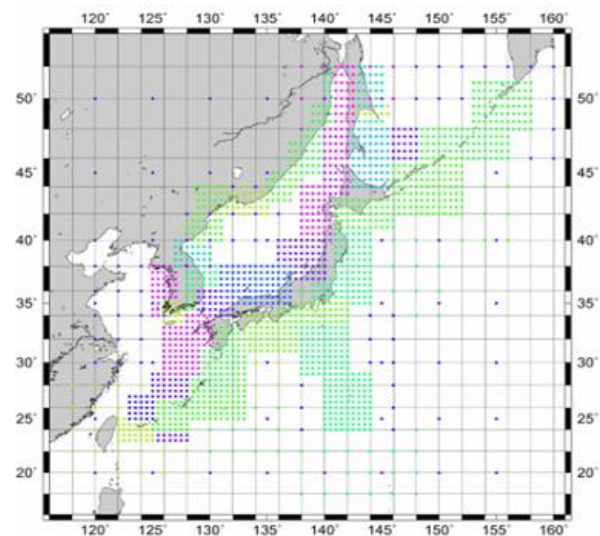


図3 量的津波データベース作成に用いられた想定f層の位置の分布 (気象庁地震火山部作成)

量的津波データベースは、日本列島近海に約1500箇所の地震の震源を想定し、震源の深さを0~100キロの間で6通り、マグニチュードを8.0、7.4、6.8、6.2の4通りで想定して計算したものを蓄積したものです、

Q79：2013年3月から新しい津波警報等が運用されるとの話だが従来とどこが異なるのか。

A79：下の表は改善前と改善後を比較して表示したものです。以下に主な改善点のポイントを書きますので参考にしてください。

改善点その1：発表される津波の高さの予想が8階級から5階級に変更になります。

理由：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ました。そのために津波の高さと被害状況の対応について調査を行い、警報の発表基準と予想される津波の高さが津波災害の発生や程度に適合するように改めました。
 なお、津波警報、注意報は次のような災害が予想される場合に発表されます。

- 津波警報：概ね陸上に遡上する津波が予想され、たとえ浸水深が浅くて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ような重大な災害が発生する。
- 大津波警報：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がある。
- 津波注意報：沿岸部の海上、海の中及び海岸付近で船舶や漁業施設などに被害が見られる。

改善点その2：予想される津波の高さについて、場合によっては数値ではなく定性的表現（巨大、高い）を用います。

理由：予想される津波の過小評価対策として、地震規模の推定の不確定性が大きいと考えられる場合や、通常の地震とは異なる非常事態であることを伝える必要がある時は、敢えて表現方法を変え、定性的表現を用いることにしました。

改善点その3：津波の観測情報については、第1波については、到達した時刻と押し引きのみ、最大波については、観測値に基準を設け、その基準を上回る場合のみに、観測された津波の高さを数値で表現し、基準以下の場合には「観測中」といった定性的な表現とします。

理由：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からです。実際に今般の東日本大震災でも第1波が小さく第2波以降が第1波の10倍を超えました。また、観測された津波の高さが、予想される高さ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、避難行動の遅れに繋がるおそれがあるからです。

なお、その他の改善点については、下記の気象庁ホームページ「津波警報の改善について」をご覧ください http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/tsunami_keihou_kaizen/index.html

○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		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	巨大	10 m 超
			10 m		5 m ~ 10 m
	津波		5 m	3 m ~ 5 m	
津波注意報		2 m、1 m	3 m	高い	1 m ~ 3 m
		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

○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	・第1波の到達時刻 ・押し引き ・第1波の高さ	すべて数値で発表 (ごく小さい場合は「微弱」)	・第1波の到達時刻 ・押し引き	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「これまでの最大波」として発表

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

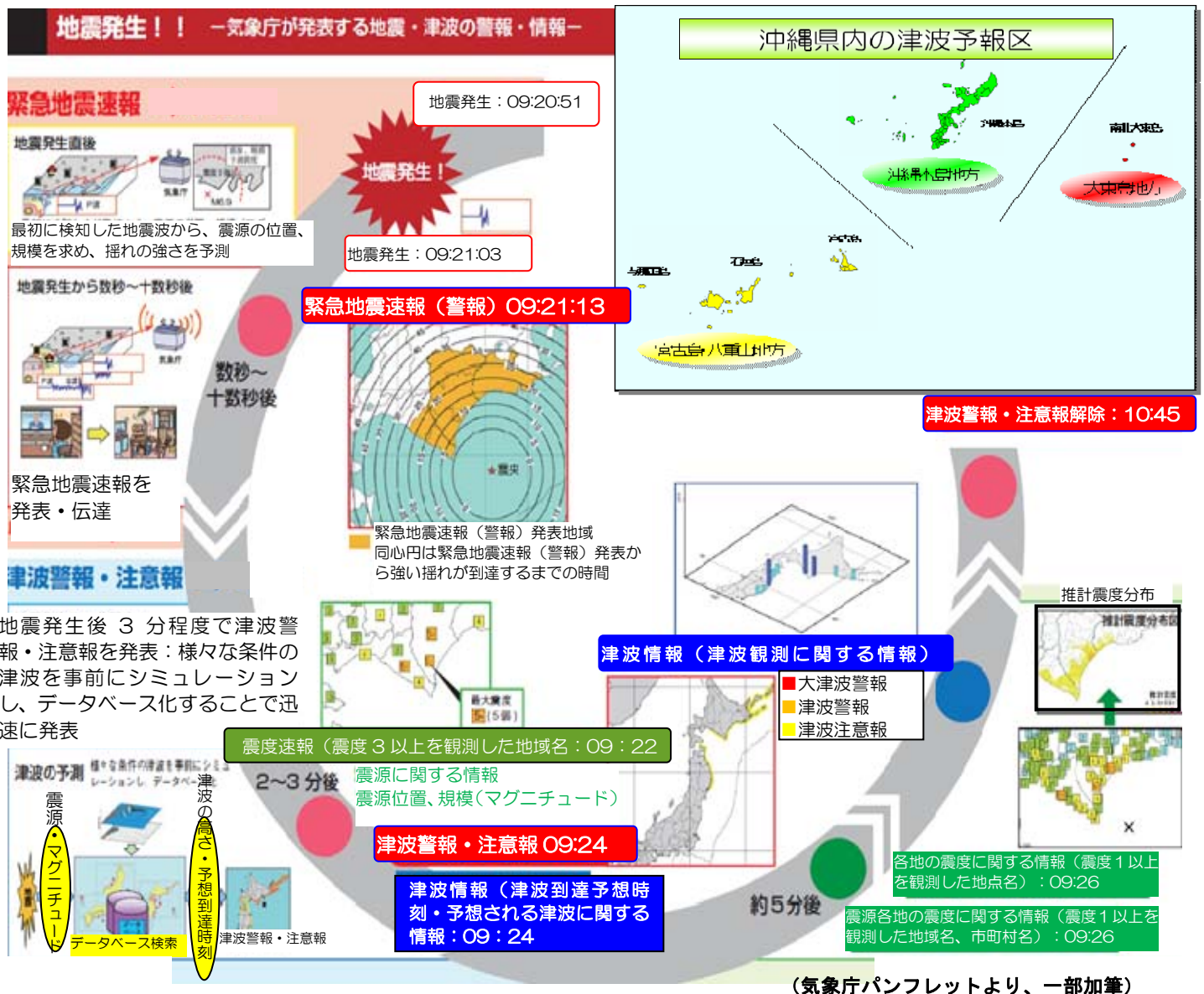
(東北地方太平洋沖地震による津波被害を踏まえた津波警報の改善、気象庁(2012)より)

Q80：地震発生から津波情報の発表・解除までの一連の情報の流れと発表タイミング及び内容を簡単に教えて欲しい。

A80：下図に大まかな流れを示します。詳しい流れは、地震発生→緊急地震速報（数秒から十数秒）→震度速報（約1分30秒）→津波警報・注意報（約3分後）→津波情報（津波到達予想時刻・予想される津波に関する情報（約4分後））→津波情報（各地の満潮時刻・津波到達予想時間に関する情報（約4分後））→震源・震度に関する情報（約5分後）→各地の震度に関する情報（約5分後）→津波観測に関する情報（随時）といった流れになります。なお、括弧内の時間は地震発生後の経過時間を示しています。

ここで特に注意して欲しいのは、次の3点です。

- ① 津波警報・津波注意報の発表地域や津波情報は随時更新されますので、常に最新の情報を確認することを心掛けることが重要です。
- ② 津波到達予想時刻は津波予報区で最も速く到達する時間です。津波予報区は広いため、到達予想時刻は各島でそれぞれ異なります。
- ③ 予想される津波の高さは、津波予報区内で予想される高さです。実際の津波は海岸線の地形の影響を受け、例えば岬の先端や湾の奥ではさらに高くなる場合があります。



10.8 地震・津波から命を守るための行動

Q81：緊急地震速報が発表された時には、まず、机の下にもぐる等、身の安全を守ることが必要とのことだが、津波の恐れがあるので子供達を真っ先に避難させるべきではないか。

A81：大きな揺れの最中に子供達を避難させることは現実には無理と思われます。まず、揺れの中を歩くことはできませんし、恐怖感もあります。従って、まず身の安全を確保することを優先する必要があります。

Q82：震度4程度の強い揺れや弱い地震でも長い間ゆっくりした揺れを感じたら津波の危険があるので、高台に避難する必要があるとのことだが、これらはどの程度の揺れをいうのか。

A82：震度4とは眠っている人のほとんどの人が地震を感じて飛び起きるような揺れです。身近なもので言うと、電線がユサユサと大きく揺れたり、電灯などのつり下げ物が大きく揺れ、棚にある食器類はカタカタと音を立てます。また、今まで経験したことの無い様なゆったりとした揺れ（ガタガタ、ユサユサではない揺れ、船に乗っているようなユラユラした揺れ）が続く場合は、震度4未満でも避難することを考えた方が良いでしょう。

Q83：海岸にいる時や海水浴中に地震に遭うことがあると思うが、身の安全を守るために、子供達にどの様なことを指導すればよいのか。

A83：これは是非徹底して指導して欲しいのですが、大小にかかわらず地震を感じたら直ぐに陸に上がり、できるだけ高い所や近くの高いビル等に避難すること。もし、近くに高い所や建物がなければ、なるべく海岸から遠く離れることを習慣として身に付けさせるまで指導が必要だと思います。

Q84：普段の生活の中で地震を感じた時に、地震の揺れから身を守るためには、子供達にどの様なことを指導すればよいのか

A84：地震を感じたら慌てないで次のような行動をとることを指導してください。

- ① 家に居るときは、丈夫な机やテーブルの下に身を隠しましょう。座布団などが身近にあればそれをかぶって頭を保護することも大切です。
- ② 衣装ダンスや食器棚、本棚等が転倒する事もあり、家の中のそのような所は避けましょう。
- ③ スーパーやビルの中に居る時は、上から看板やガラスなどが落下してくることがありますので、慌てて外へ飛び出さず、係員の指示に従い落ち着いて行動しましょう。
- ④ ブロック塀や石垣は倒壊するおそれがあるので、近づかないようにしましょう。また、地震で切れて垂れ下がった電線は感電して危険ですので、近づかないようにしましょう。



(気象庁パンフレットより)

Q85：地震の訓練を効果的に行う方法について紹介してほしい。

A85：地震の際に重要なのは、落ち着いてあわてないこと、そして、普段から地震の揺れの際には、どこに危険なものがあるかを認識し共有することが大事です。地震の訓練時には、揺れたらどのようなものが危険かを自ら考え、危険なものから身を守る訓練を行うのが効果的です。日常の対策としては、耐震診断、落下物防止、移動・転倒防止のための固定が重要です。

●耐震固定の重要性を紹介できるページ

独立行政法人防災科学技術研究所、兵庫耐震工学研究センター 超高層建物のオフィス空間（2008年1月）
Q86：地震の揺れの際には、頭部を保護するなど身を守る行動が重要であるが、調理をしている場合など、火を消すことは優先しなくてよいのか。

A86：揺れている最中に沸騰した水や油の傍に行くことは大変危険です。揺れている最中は身を

守る行動に徹してください。また、強い揺れの最中には動けません、そのような状態でコンロに近づくことは危険なので、まず身を守ってください。

Q87：市や町が指定した避難所は、明和の大津波の被害を想定して定めたものと聞いているが、そこへ避難すれば安全と考えてよいのか。

A87：東日本大震災でも、自治体が定めている津波浸水危険地区以外での犠牲者が多かったとの事実があります。つまり、想定にとらわれてはいけなことが分かりました。まず、指定された避難所まで避難することを心がけ、更に高い所へ避難するという気持ちを常にもつことが大切です。

Q88：過去の津波により甚大な被害を受けた地域の人々には、その後、どのような防災意識の変化及び防災対策の変化があったのか。

A88：1983年の日本海中部地震による津波災害では、その当時、日本海地方の人々には、「日本海では津波は来ない」との、誤認識がありましたが、津波災害を受けたあと、津波防災意識はかなり向上しました。また、三陸地方の住民は1960年のチリ津波で甚大な被害を受けたあと、その原因として海岸付近での住宅施設の集中に問題があったとし、その後、海岸付近から離れて住宅を建設するようになりました。このため、1968年の十勝沖地震では思った程被害がでませんでした。また、平成5年の奥尻島の津波災害後、その地域では、海岸から離れた所に住宅等を建設するようになっています。

Q89：避難経路を決める場合には、どのような点に着目したらよいか。

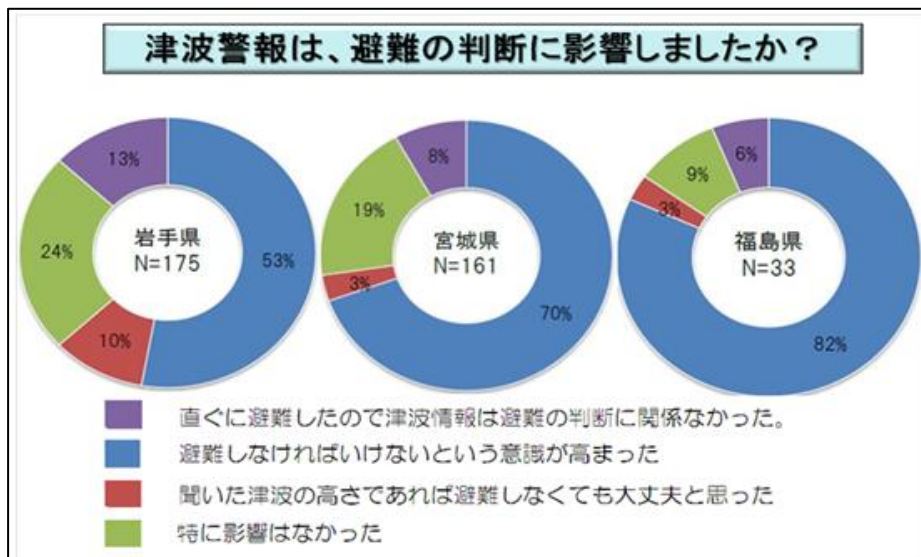
A89：重要な着目点を4つあげます。

- ① 海岸から平行に延びる道路ではなく、なるべく陸側に延びる道路を選択しましょう。
- ② 途中で老朽化したビルやブロック塀、高速道路、燃料貯蔵施設など、危険な場所がないか確認しましょう。
- ③ 道は平坦かアップダウンが激しいか等をチェックして、より安全な避難経路を確認しておきましょう。
- ④ 川沿いの道路は避けましょう。

Q90：2011.3.11で甚大な津波被害を受けた東北地方は、過去にも大きな津波の被害を受け、津波防災対策や津波防災意識に関しては日本の中でも特に高いレベルにあったと思うが、なぜ、あのような大きな災害が発生してしまったのか。それを防ぐためには何が大事なのか。

A90：このことは大きな疑問として残りました。国の機関や大学、自治体等により調査がなされ、いくつかの問題点が指摘されています。まず、異常な揺れのあと、あのような強大な津波が襲来すると思った人は少なかったということです。これは一般住民だけではなく、国の中央防災会議の下に設置された専門委員会の想定した災害レベルをはるかに超えるものでした。従来の想定に基づいた各種防災計画とその実践により防災対策が進められた一方で、このことが一部地域において被害を大きくさせた可能性があることが指摘されました。

例えば、東北のある地域では世界最大規模の津波防潮堤があります。今回の大津波はこの防潮堤も乗り越え住民を襲いました。「世界一の防潮堤があるから大丈夫」という安全神話は見事に覆されました。また、自治体が作成した浸水ハザードマップ区域内よりも区域外で多くの犠牲者がでたことも注目されました。ハザードマップは過去の大きな津波を参考にどの区域がどの程度浸水するのかを想定したものです。今回の大津波はハザードマップで想定された津波をはるかに超えるもので、ハザードマップ区域外で津波は来ないと安心して避難行動が遅れた人達が犠牲になりました。また、大津波警報の発表を受けても、直ぐに避難した方が少なかったという問題点も指摘されました。



(東北地方太平洋沖地震の津波警報及び津波情報に関する面談調査結果(速報)より)

今回の大震災を教訓として、津波から命を守るためには次の津波避難三原則が重要であることが改めて確認されました。

一つ目は、「想定にとられるな!」ということです。防潮堤やハザードマップなどは、想定した津波に基づき整備されていますが、次に来る津波は想定通りとは限らないことを常に念頭におき、行動することが重要であるということです。

二つ目は、「その状況下において最善を尽くせ!」ということです。自然は時に人間の予測を超えて襲ってきます。自然を侮ってはいけません。この程度でいいと決めつけず、とにかくその時にできる最善を尽くすことが命を守ることに繋がるということです。その例として、釜石の中学生のとった行動が挙げられます。中学生たちは異常な揺れを感じ、率先して避難しました。その行動は周りの子供や大人も巻き込んだ避難につながりました。子供たちは最初の避難場所でも危険を察知し、さらなる安全を求めて避難を続けました。津波は最初の避難場所を襲いましたが、子供たちが自ら判断し、最善を尽くしたことにより多くの命が救われました。

三つ目は、「率先避難者となれ」ということです。津波から命を守るためには、まず自から率先して逃げるのが重要です。そのことが結果的に周りの命を救うこととなります。人間は正常化の偏見といって、「自分は大丈夫」と思い込む意識を持っています。非常ベルが鳴っても逃げようとしないのが人間の心理です。つまり、人間には自分への危険情報を無視する修正があります。非常ベルが鳴ったら真っ先に逃げるのは勇気がいりますが、それが切っ掛けで周りの人も逃げ出します。その実証として、東日本大震災では「率先避難者となれ」を見事に実践した釜石の中学生たちが、他の多くの子供や大人の命を救ったことが挙げられます。

(参考文献)

- 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委員会
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
http://www.bousai.go.jp/3oukyutaisaku/saigai_hinan/report.pdf
- 釜石市・群馬大学協同報告
釜石市住民アンケート結果の概要
<http://www.city.kamaishi.iwate.jp/index.cfm/10,19486,c,html/19486/20120326-133857.pdf>
- 内閣府・消防庁・気象庁共同調査
東北地方太平洋沖地震の津波警報及び津波情報に関する面談調査結果(速報)
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/tsunami_keihou_kaizen/06tsunami_keihou_kaizen_siryoul.pdf
- 片田敏孝著 子供たちに「生き抜く力」を一釜石の事例に学ぶ津波防災教育—
発行所：株式会社フレーベル館

Q91：学校の教諭です。子供たちの津波の防災意識を高めるには津波の怖さを教えることや、訓練も大切だと思うのですが、実際にそれが生かされた例を話してあげたいと考えています。そのような例があれば教えてください。

A91：2011年（平成23年）3月11日に起きた東日本大震災では、「釜石の奇跡」としてよく知られていますが、長く非常に強い揺れ、校庭の地割れに事の重大さを察知したサッカー一部の生徒たちは、「津波がくるぞ、にげろ！」と校舎に避難している生徒や先生に向かって大声で叫びながら、あらかじめ指定された避難所に向かって一目散に走りしました。

その行動を見た校舎に避難していた先生や生徒、避難を思いとどまっていた地域の住民は「ただ事ではない！」と認識し共に避難しました。その結果、多くの命が救われました。

（参考文献）

- 片田敏孝著 子供たちに「生き抜く力」を一釜石の事例に学ぶ津波防災教育―
発行所：株式会社フレーベル館

2004年（平成16年）12月26日に起きたスマトラ沖大津波では、10歳の英国人の少女が、津波からおおよそ100人の観光客を救いました。この少女は数週間前に津波の予兆について学校の授業で習っていたので、巨大な波がやってくるのを警告することができました。海岸にいた少女は海が変な様子に気づきました。「水中に泡がたって突然波が静かになった。津波がやって来ると思い、ママに言った」と語っています。少女の母親とタイのホテル従業員たちは少女の言葉を信じて素早い対応をし、人々はマイカオ・ビーチから避難しました。それは津波が襲ってくるわずか数分前でしたが、プーケット島で1人も死者が出なかったビーチです。

この2つの事例は、日頃の津波防災教育や訓練が如何に重要かを示していると思っています。それがあったからこそ、とっさとも言える危険回避行動を彼らはとれたのだと思います。

Q92：強い地震やゆっくりとした長く続く地震を感じたら、直ぐに避難とありますが、津波警報を聞いてから避難しても良いのではないですか。

A92：地震が起きて津波警報が発表されるまでには、少なくとも3分程度は時間がかかります。明和の大津波では地震が起きて早いところでは10分以内で津波が襲来してきたことが数値実験でわかっています。津波警報を聞いてから避難すると逃げ遅れるおそれもあります。まず、真っ先に避難して、その後に情報を聞いて冷静に行動することが重要です。

Q93：避難訓練を予定しているが、避難場所までどれくらいで避難できれば良いのか。

A93：津波の高さによって避難する場所が変わること、避難には水平移動する避難と垂直避難（避難ビル等への避難）があることを伝え、避難場所については①避難までにどれくらいの時間がかかるかを考え、②時間がかかる場合はより近傍の避難場所はないかを検討するなど、事前に行えることを考慮した上で、避難場所へより早く安全に避難するための訓練を行ってほしいと思います。

Q94：津波の避難場所及び避難ビルはどのようなものが良いのか。また、どれくらいの標高が安全なのか。

A94：自治体が指定した高台の避難場所が、どれくらいの津波の高さを想定しているのかを理解した上で避難の対応を考えてほしいと思います。また、自然は想定を超える場合もあることから、避難場所に避難しても危険とわかればさらに安全な場所へ避難することも必要です。

Q95：津波の避難場所及び避難ビルはどのようなものが良いか。

A95：ほとんどの地震の場合、標高が10mないし20mの高台または基礎のしっかりした5階建て以上のコンクリート製の建物で安全だと思いますが、今回の東北地方太平洋沖地震のように想定を超えるような地震が発生した場合、被害を防げないことがあります。10mないし20mの避難所に避難しても周りの状況に注意して、最善を尽くすことや時間的猶予がある場合は、より高い場所に避難することが重要だと考えます。

Q96：沿岸地区の学校です。八重山地方では地震が起きて10分以内に津波が襲来する恐れがあるとのことですが、津波から子供たちの命を守るには、何が一番求められるのでしょうか。

A96：学校では学校防災マニュアル（地震・津波災害）を作成していると思います、その中で次にことを確認してください。

- ① 子供達自身が逃げるということを率先してできるか。
- ② いかに集合・点呼に要する時間を減らすか。
- ③ 「津波てんでんこ」の対応をとるとすれば残留者の有無をどうやって確認・判断するか。
- ④ 残留者がいると判断された場合はどうするのか、
- ⑤ 一目散に移動するため皆が避難路を理解できているか。
- ⑥ 設定されている避難場所より、さらに高い場所を次の移動場所として設定しているか。
- ⑦ 親に意図が十分伝わっていることを確認しているか、

などなど、当事者が使える対策になっているか、使えるという自信を持てる訓練をしているか。を改めて確認することが重要です。

10分という時間はその後の話であると思います。いずれにしても1歩でも高い方向に移動することが、助かる可能性を大きくすると思いますので、ただちに避難行動に移ることができるかがキーになると思われます。いくら立派な避難計画を立てても、行動する時間が遅れば致命的になりかねません。ただし、例えば、少しでも内陸にと思って川沿いを避難すると、川沿いに遡った津波があふれて回り込んでくる可能性もあります。避難方法には、東日本大震災の教訓を最低限加えておくことが不可欠になります。

Q97：海岸付近の学校です。八重山地方では地震が起きて10分以内に津波が襲来するおそれがあるとのことですが、指定された避難所までは子供の足で20分程度かかり、避難中に津波に巻き込まれないか心配です。どうすれば良いのでしょうか。

A97：まず、10分程度で避難可能なできるだけ高い所を、例えば高いコンクリート建物等を予め避難ビルとして指定し、ビルの管理者と避難の際の協力体制を構築しておくことが必要だと思います。地震から5分たつと気象庁から津波の高さ及び津波の到達時間が発表されるので、更に高い所に避難する必要があるかどうか、冷静に判断してください。

Q98：低地に位置する学校では、短時間での高台への避難は難しい。その場合、校舎内の高い所に避難することも考えられるが何階以上が安全と言えるか。

A98：状況に応じて避難方法を考えることになるが、近くに高台がなければ、校舎の高い場所に避難することになります。その場合、何階であれば安全であるとは言えないが、より高い場所に避難するよう最善を尽さなければなりません。また、高台及び校舎の高所に避難するにしろ、事前に避難場所を児童生徒の皆さんに周知しておくことは重要です。

Q99：海岸付近の団地に住む者です。津波の来襲時の避難場所が少年自然の家に指定されているが、実際に津波が来ると、子供や年寄りがいるために指定された避難場所まで避難するのは困難であり、団地の最上階へ避難するようにしている。しかし、新潟地震では液状化現象のため、4階建のビルが横倒しになってしまった。海岸付近のビルでもその恐れはないか。

A99：確かに新潟地震では液状化でビルが横倒しになりました。地盤の弱い海岸地域では液状化による建物被害も考えられますが、あくまでもその場所の地盤の地質あるいはビルの基礎の強度によると思います。自治体等に相談し、自分の住んでいる建物が耐震的に大丈夫かどうか見極めることが重要だと思います。

Q100：学校が標高の高いところにあり、津波避難場所を決める必要はないと思っているがそれでよいか。

A100：例えば標高100mの高い所にある学校は、特に新たな避難場所を決める必要はありません。しかし、将来、高校進学などで海岸付近に住む子供もいると思います。学外にいる場合も含めて津波防災教育を推進することが必要だと考えます。

Q101：津波から命を守るために個人でできる日頃の備えを教えてください。

A101：まず、日頃からの備えとして、次の3点は必ず守ることが必要です。

- ① 強い揺れや異様に長い揺れを感じたら、とにかく海岸（堤防）から陸上に逃げる。情報収集は逃げた後で行いましょう。
- ② 船舶は通信機器を必ず設置しましょう。
- ③ 磯場や防波堤上の釣り人、港湾の現場工事者、海岸で海草やサザエなどを採集している人などは、最も津波の影響を受けやすく、しかも他との連絡が取りにくい所にいることを自覚して、救命用具と携帯ラジオを必ず備えておくようにしましょう。

Q102：海水浴中に津波警報等の情報を入手する場合には、何に注意すればよいのですか。

A102：海岸にいて上空をヘリが旋回している場合やサイレン音等になっている場合は、津波注意報・警報の発表を伝達している場合があります。直ぐに陸上の高台に避難し、ラジオ等で津波情報の確認するよう心掛けてください。

Q103：異常時には必ずデマが飛び交うことがあると聞きましたが、それを見分けるにはどうすればよいのでしょうか。

A103：大地震や津波等の大きな自然災害のあとなどは、人間心理が不安定になっている時で、「大地震がまた来るかもしれない」とか「大津波が襲来した」といった根拠のないデマが流れることがあります。このような場合、ラジオ等のメディアをとおしての情報収集に努めることが重要です。

Q104：津波襲来時に現れる海面の異常現象にはどのようなものがあるのですか。

A104：津波は波浪とは異なり、数km～数十kmの範囲で海面全体が盛り上がる現象であり、一面海水がなだれ込んでくる現象です。その前兆として、海の水平線に異常（轟音がする、白波が見える）や港湾の水位の低下がみられることがあります。その時は、何分か後には津波（押し波）が来るのは確実です。また、いきなり押し波がくることもあるので、「津波が来る時には、必ず直前に潮が引くものだ」と考えていけません。また、津波の引き潮のとき、普段見られない海底の岩礁が現われることがあります。この時は、ほどなく押し波が襲ってくるのが確実ですので、絶対に進み出てはいけません。

Q105：津波来襲までに時間がない場合あるいは津波が既に襲来している場合は、どうすればよいのですか。

A105：遠くへの避難はむしろ危険です。近くの津波避難ビルや鉄筋コンクリート建物のなるべく高い階に一時避難してください。その際、津波のエネルギーは、海岸に面している建物より2列目、3列目の建物の方が小さくなるので、なるべく後列の高い建物に避難してください。

Q106：避難する場合は、徒歩での避難が良いとのことですが、車の方が早く避難できるのではないかと。

A106：車での避難は避難途中の車が渋滞し、津波に巻き込まれて多くの方が犠牲になることがあります。実際に、1993年（平成5年）に発生した北海道南西沖地震では、避難途中の車が渋滞し、津波に巻き込まれて多くの方が犠牲になりました。しかし、過疎地等、車の渋滞が少ない地域は車を利用する方がよいと思います。また、人口集中地域で車を利用する場合は、お年寄りや体の不自由な人たちを優先に利用したほうが良いと考えます。

Q107：外国で発生した地震で、津波襲来までに数時間以上の時間的余裕がある場合でも急いで避難する必要はあるのか。

A107：このような遠地津波の場合は、慌てず津波情報をよく聞き、避難所までの時間を考慮して冷静に行動することが重要です。

Q108：津波がきたら、真っ先に逃げるのが重要だと言われますが、独居老人や体の不自由な方はどうすればよいのでしょうか。

A108：災害弱者の方々を助けるには地域の協力しかありません。平成7年の阪神大震災では、行政の力より地域の協力で助かった人が多かったことがわかっています。そのためには、地域ごとに自主防災組織を結成したり、日頃から近所でいざいという時にどうすればよいのかを話し合い、訓練をする必要があると思います。

Q109：子供をもつ親ですが、私が職場にいる時に津波警報が発表された場合、子供のことが心配でたまりません。どうしたら良いのでしょうか。

A109：津波警報が発表された時にお父さん、お母さんは、まず自分の子供のことを真っ先に心配すると思います。子供が学校にいる時には学校の先生方が子供達の命を守ってくれますので、それを信じてお母さん達も自らの命を守ることに専念し、津波警報が解除された時に子供を迎えにいてください。問題は両親が仕事や用事で出かけ子供が一人にいる時です。親が子供のことを心配すると同時に子供も親のことを心配します。その結果、子供は親が帰るまで自宅に留まったり、親が子供を迎えに自宅に戻り、被災することがあります。このような悲劇をなくすためには、日頃から家族の中で一人ひとりが自分の命を守るために専念すること、すなわち真っ先に逃げることを信じあえるまで話しあうことが大切です。そして、お子さんがしっかり避難することを確信したら、次の3つのことを話してください。

一つ目は、「わかった。ちゃんと逃げるんだよ」と、子供がきくと避難すると、親として信じたことを伝えてください。

二つ目は、子供が避難することを確信したからこそ、「じゃあ、お父さんもお母さんも逃げる」と伝え、子供自身が避難することこそが親も避難できることに繋がると、子供に自覚させることです。

三つ目は、「あとで必ず迎えに行くからね」と、お互いに避難することを信じ合うように促すことです。

(片田敏孝著 子供たちに「生き抜く力」を一釜石の事例に学ぶ津波防災教育-より引用)

Q110：河川沿いにある学校です。津波は河川を数キロも遡ることがあり、川幅が狭い場所や標高の低い河川沿いの地域では河川が氾濫する恐れもあるということだが本当か。

A110：チリ津波では、沖縄県石川市で津波が石川川を遡って氾濫し、多数の家屋が浸水しました。また、2011年3月11日に発生した東日本大震災では、宮城県石巻市釜谷地区の北上川河口から約4^{km}の川沿いに位置する大川小学校は、北上川を遡上してきた大津波により、全校児童108人の7割に当たる74人が死亡、行方不明となりました。

Q111 津波は河川のどこまで遡上するのか。

A111：河川によって異なるため、一般的にどこまで遡上するかはわかりません。ただし、河川の川底は陸上に比べて摩擦が少なく、予想以上に遡上する可能性があるため、津波警報が出た場合は河川から離れてください。

Q112：私は漁師だが、津波で漁港に停泊している船舶が心配だ。どうすればよいのか。

A112：津波襲来までに十分時間がある場合には、中・大型船舶は出来る限り水深の深い広い海域へ沖だしを行い小型船舶は陸揚げを行なう必要があります。なぜなら、津波により港湾内の船舶が流され、破壊力となって襲ってくるからです。また、船舶からの油漏れによる火災の危険も大きくなることもあります。しかし、時間がない時には、船舶の沖だしや陸揚げはあきらめ、直ちに港湾から避難してください。

Q113：近海を航行している最中に津波警報が発表されたらどうすればよいのか。

A113：航行中の船舶は、震度4以上の強い地震の情報或いは津波警報の情報を入手したら、迅速に水深の深い広い海域へ避難してください。津波は水深が浅くなるに従って波高が高くなる性質があるため、深い所へ避難する必要があります。

Q114：沿岸地区の公共施設（役所、学校、老人ホーム等）のものです。津波注意報や警報が発表されると、どのように行動すれば良いのでしょうか。

A114：津波注意報が発表された場合は、海岸にいる人を施設内に避難誘導してください。高台に避難する必要はありません。しかし、強い揺れやゆっくりとした長い揺れを感じた場合や津波警報時に津波襲来まで時間的余裕がない場合は、まず、近くの高台や鉄筋コンクリート施設なるべく高い階へ避難誘導を行なってください。

Q115：沿岸地区のホテル施設の経営者です。津波注意報や警報が発表されると、どのように行動すれば良いのでしょうか。

A115：津波注意報が発表されると海水浴は禁止し、海水浴客を海浜から避難させてください。また、強い揺れや周期の長い揺れを感じたら、まず津波の来襲を想定して海岸にいる海水浴客をホテルの高い階へ一時避難誘導してください。

Q116：観光業者（観光船、ダイビング等海洋レジャー関係、河川レジャー関係）の者です。津波注意報や警報が発表されると、どのように行動すれば良いのでしょうか。

A116：震度4以上の地震情報或いは津波警報を入手したら、運行中の船舶及び海洋レジャー関係者は営業を中止し水深の深い広い海域へ一時避難をしてください。河川レジャー関係者は河川沿いから離れた高台等へ一時避難してください。また、津波注意報でもダイビング中の人は危険であるため、ダイビングを中止し、水深の深い広い海域へ一時避難してください。

Q117：港湾近辺の施設の管理者です。津波注意報や警報が発表されると、どのように行動すれば良いのでしょうか。

A117：港湾近辺の施設は、津波により流出した船舶が破壊力となって襲ってくることもあり危険です。また、船舶の流出による油漏れにより火災の危険もあります。一時避難を行なう場合は、港湾から離れた場所の高台或いは鉄筋コンクリートビルの高い階へ避難してください。

（参考文献等）

- 防災に関して参考になるホームページ
インターネットによる防災教育ページ例／防災・危機管理e-カレッジ（総務省消防庁）
<http://www.e-college.fdma.go.jp/>
- 沖縄県の地震活動の特徴：地震調査研究本部
http://www.jishin.go.jp/main/yosokuchizu/kyushu-okinawa/p47_okinawa.htm
- 津波災害予測マニュアル - 東京大学社会情報研究所廣井研究室
<http://www.hiroi.iii.u-tokyo.ac.jp/index-iinkai-tsunami-suisin-manual.pdf>
- 首藤伸夫：「津波工学研究報告第9号」、平成4年3月発行
- 気象庁作成「津波警報の改善について」
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/tsunami_keihou_kaizen/index.html
- 耐震固定の重要性を紹介できるページ
独立行政法人防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター超高層建物のオフィス空間（2008年1月）
<http://www.bosai.go.jp/hyogo/research/movie/movie-detail.html#15>
- 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委員会
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
http://www.bousai.go.jp/3oukyutaisaku/saigai_hinan/report.pdf
- 釜石市・群馬大学協同報告 釜石市住民アンケート結果の概要
<http://www.city.kamaishi.iwate.jp/index.cfm/10,19486,c,html/19486/20120326-133857.pdf>
- 内閣府・消防庁・気象庁共同調査
東北地方太平洋沖地震の津波警報及び津波情報に関する面談調査結果（速報）
http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/tsunami_keihou_kaizen/06tsunami_keihou_kaizen_siryoul.pdf
- 片田敏孝著 子供たちに「生き抜く力」を一釜石の事例に学ぶ津波防災教育――
発行所：株式会社フレーベル館
- 片田敏孝講演http://www.ristex.jp/examin/implementation/pdf/H21_katada_houkokusho.pdf
- 「津波発生後のアンケート調査で防災教育の効果を検証（群馬大学）」（POTAL NO.65、（財）河川情報センター）より

1 4 参考文献等

○文献

- 牧野 清 (1981 年 11 月) : 八重山の明和大津波
- 勝又 護 (1993 年 9 月) : 地震・火山の事典
- 宇佐美 龍夫 (1991 年 9 月) : 新編 日本被害地震総覧
- 津波・高潮ハザードマップ
マニュアル研究会事務局 : 津波・高潮ハザードマップマニュアル案 (2003 年 12 月)
- 京都大学防災研究所 (2001 年 4) : 防災学ハンドブック
- 加藤祐三 (琉球大学理学部) : 沖縄における 1960 年チリ地震津波の現地調査報告
- (財) 消防科学総合センター (1995 年 3 月) : 地域防災データ総覧 広報案文編
- 宇野木 早苗 (2001 年 4 月) : 沿岸の海洋物理学
- 消防庁 (2003 年) : 平成 15 年 (2003 年) 十勝沖地震 (第 35 報)
- 津波災害予測マニュアル, 平成 9 年 3 月, 津波災害予測マニュアルに関する調査委員会
- 気象庁 (2012 年 3 月) : 東北地方太平洋沖地震による津波被害を踏まえた津波警報の改善
- 東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議最終報告 (2012 年 7 月)
- 中央防災会議、防災対策推進検討会議、津波避難対策検討ワーキンググループ (2012 年 7 月) : 津波避難対策検討ワーキンググループ報告
- 津波避難ビル等に係るガイドライン検討会、内閣府政策統括官 (防災担当) (2005 年 6 月)

○ ホームページ関連

- 防災システム研究所ホームページ
- 消防庁ホームページ
- 静岡県防災局防災情報室
- 青森県ホームページ
- 秋田大学工学資源学部 土木環境工学科 水工学研究室
- 気象庁ホームページ
- 石垣島地方气象台ホームページ

八重山地方防災連絡会構成機関名 (順不同)

事務局：沖縄県八重山事務所

石垣市

石垣市消防本部

沖縄県八重山警察署

竹富町

与那国町

石垣島地方气象台

第十一管区海上保安本部石垣海上保安部

第十一管区海上保安本部石垣航空基地

内閣府沖縄総合事務局石垣港湾事務所

石垣市社会福祉協議会