

JGCA

日本ってどんな国 -津波の脅威と防災-

(社)全国地質調査業協会連合会

凡 例

- 津波の到達範囲
- 雲・煙等による判別不能範囲

※この図面に示した津波の到達範囲は、
2011年3月12日に撮影したIKONOS衛星画像
のフォールスカラー画像(森林等は赤く表示されます)
を利用して津波の到達範囲を判読したものです。



はじめに

東日本大震災犠牲者のご冥福めいふくをお祈り申し上げますと共に、被災者の皆様方に心よりお見舞い申し上げます。

巨大な地震と、それに続く大津波。現代人の予想をはるかに超えた、歴史上にもまれな大自然の力に、ただ呆然ぼうぜんとするばかりでした。しかし、私たちは、ただ立ち止まっているわけには行きません。残された者の役割は、今回の津波を教訓として、未来に向けてどう生かすかにあります。

この小冊子では、津波の歴史や発生のメカニズム、今回の津波被害の実態を知ると共に、津波にどう立ち向かうかを考えるきっかけになればと考えています。また、私たち地質コンサルタントが、ジオドクターとしてどう津波と取り組んでいるかをご紹介しますしょうかい。



1. 津波の歴史

●世界共通語「TSUNAMI」の誕生

日本語の「津波」は、いま「TSUNAMI」と書き表される世界共通語になっています。

1945年4月1日のアリューシャン列島で起きた巨大地震による大津波がハワイ諸島を襲い、ハワイ島ヒロ市を中心に多くの被害が出ました。当時、ヒロ市には多くの日系人が住んでおり、彼らが使っていた「津波」という言葉が、ハワイの地方新聞に「TSUNAMI」として掲載されたのをきっかけとして英語として市民権を得て、1968年に米国の海洋学者ドーン氏が正式な学術用語とすることを提案して以後英語圏で定着していきました。現在では、ロシア語、スペイン語等を含め世界的に通用する言葉となりました。

●「津波」ということばの起り

わが国で最も古い津波の記事は、「日本書紀」の白鳳南海地震（684年）による津波です。またその時代は、「大潮高騰」などと書き表されており、「津波」という呼び名はありま

せんでしたが、地震と共に記録されており、津波を意味したものと認められています。

鎌倉・室町時代の記録にも、「大山のごとくなる潮」(太平記)などの記述があり、中世にいたっても、津波を指す言葉として定着したものはありませんでした。

「津波」という言葉が使われた最初の記録は、徳川家康の側近によって書かれた「駿府記」という書物で、1611年12月2日の慶長三陸地震の記述の中に認められ、この頃から一般に使われ始めたものと思われます。

●津波被害の記録

歴史記録の中から、地震や津波の記録を抜き出し、現地照合を行うなどにより、過去の津波被害の状況が研究されてきています。「日本付近の主な被害地震年表」(理科年表)によれば、416年8月から2009年8月までの421回の地震のうち、およそ100回は津波被害を伴っていたと考えられています。

四方を海に囲まれ、美しい自然に恵まれた日本は、北海道から沖縄にいたるまで、津波被害のない地域はほとんどないという宿命を背負っているともいえます。とくに日本列島の

太平洋岸で多くの津波の記録が残されており、西日本の日本海側では少ない傾向けいこうにあります。

東北地方の太平洋岸、特に三陸沿岸地方は、下表に示すように、過去から現在まで大津波の被害を繰り返くり返し受けており、それだけ津波に対する意識が高い地域といえます。

しかし、津波対策の進んだ地域にあつても、今回の東日本大震災における津波は、想定じんだいの範囲を超える規模で発生し、甚大な被害を受あけました。

過去の記憶ではなく、過去の記録と真摯しんしに向き合い、想像力を養やしなうことがいかに大切であるのかを、知らされた思いであります。

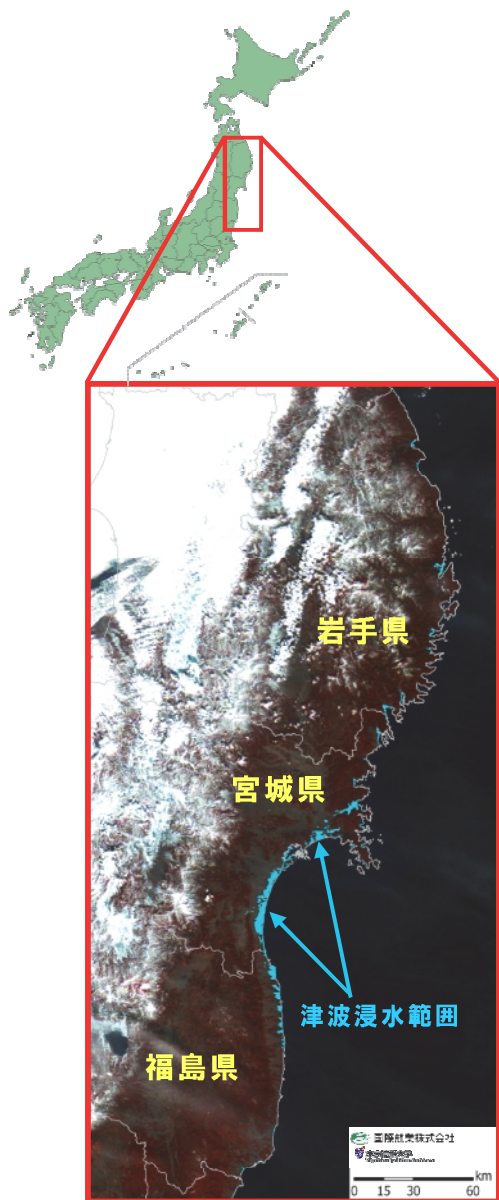
三陸沿岸における大津波の記録（「理科年表」に加筆）

西暦	和暦	地震名	津波高など
2011/3/11	平成 23 年	東北地方太平洋沖地震	宮古市重森姉吉 40.5m
1968/ 5/16	昭和 43 年	1968 年十勝沖地震	三陸沿岸で 3～5m
1960/ 5/23	昭和 35 年	チリ地震	三陸沿岸で 5～6m
1933/ 3/ 3	昭和 6 年	昭和三陸地震	大船渡市綾里湾で 28.7m
1896/ 6/15	明治 29 年	明治三陸沖地震	大船渡市綾里 38.2m
1611/12/ 2	慶長 16 年	けいちょう 慶長三陸地震	津波被害大
869/ 7/13	貞観 11 年	じょうがん 貞観三陸地震	津波被害大

2. 東日本大震災の津波被害

● 広範囲に及ぶ津波の来襲

2011年3月11日、14時46分に発生した地震による津波被害は、青森県から千葉県
の沿岸を中心に、非常に広い範囲で発生しています。人的被害が特に大きかったのは、岩手
県、宮城県、福島県の3県でした。



広域衛星画像による津波被害の把握
(岩手県～福島県)

●平野部の津波被害状況

津波は広い範囲を襲おそいました。海岸から5 km以上の内陸部にまで津波が押し寄せた地区もありました。



仙台市若林区荒浜の様子



仙台市



新地町

住宅等の被災



相馬市

漁港の被災



石巻市

小学校の被災

(国際航業)

●リアス式海岸部の津波被害状況

数少ない平地のほとんどを津波が襲おそいました。街の大半が壊滅かいめつてき的な被害を受け、生活の基盤きばんが失われてしまいました。河川沿いに10 km以上遡そじよう上したところもあります。



南三陸町志津川地区の様子



南三陸町

津波が川を遡上



宮古市田老地区



大船渡市

防潮堤の破壊

大船渡駅の破壊

(国際航業)

●被災前後の状況比較

気仙沼市では、津波で流された大型船などの漂流物ひょうりゅうぶつが建物はかいを破壊したほか、津波により流出した石油いんかの引火による火災がいくつかの地域で発生しました。この結果、気仙沼港周辺に数多く存在していた建物や水産加工業の施設などに、甚大じんだいな被害が及びました。



地震発生前(2009.5)の気仙沼港の様子

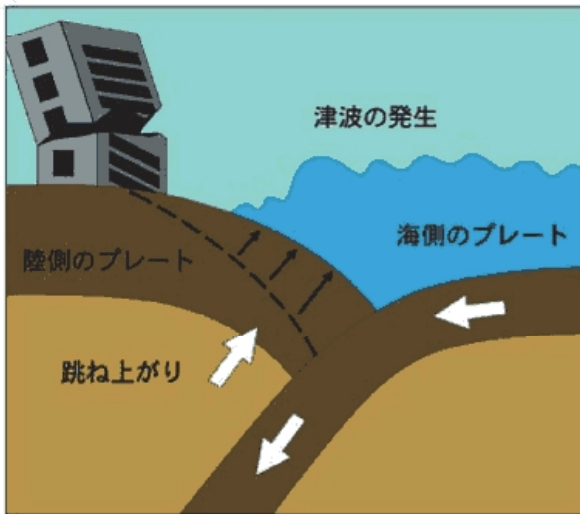


地震発生後(2011.4.6)の気仙沼港の様子

3. 津波のメカニズム

津波つなみの発生原因のほとんどは海底地震により発生しますが、この他にも海底地すべり・火山かざん噴火・土砂流入・隕石衝突などで発生することがあります。ここでは、海底地震により発生する津波についてご紹介します。

海側のプレートが沈み込むときに、陸側のプレートの先端部分を一緒に引きずり込みます。この部分には徐々に力が貯め込まれ、耐えきれなくなった時に一気に跳ね上がります。この動きに連動して海水面が変動し、津波が発生します。津波は四方八方に広がり、その大きさや速度は、地震の大きさや地形など、さまざまな条件により複雑に変化します。

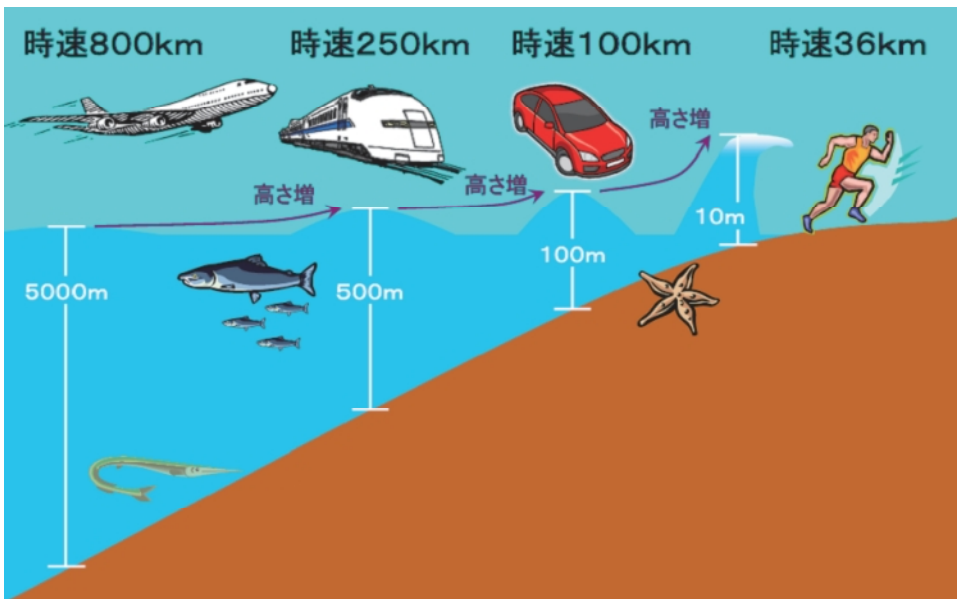


津波の発生のしくみ（徳島地方気象台 HP）

遙かに遠い南米チリで発生した地震による
大津波が、22時間半後に日本の太平洋沿岸
に到達し、大きな被害を与えました。

津波の速度は、水深が深いほど速く伝わる
性質があります。沖ではジェット機並みの速
さで伝わり、水深が浅くなるほど速度が遅く
なります。しかし、陸地部でも陸上選手並み
の速さで押し寄せますので、津波を発見して
から普通の人があ走っても、逃げ切れるもの
はありません。

また、津波は陸地に近づくにしたがって、後
から来た波が前の津波に追いついてきますの
で、波の高さが徐々に高くなつていきます。



津波の伝わる速さ（気象庁 HP）

4. 津波の警戒・予測体制

気象庁では、地震発生後、津波による災害の発生が予想される場合には順次、津波注意報・津波警報などを発表しています。

津波を予測するしくみは、あらかじめ津波を発生させる可能性のある断層だんそうを選んで、津波のシミュレーションを行い、その結果をデータベースちやくせきに蓄積しておきます。実際に地震が発生した場合には、このデータベースを用いて、発生した地震の位置や規模などに対応する予測結果を検索けんさくし、注意報や警報に結びつけています。

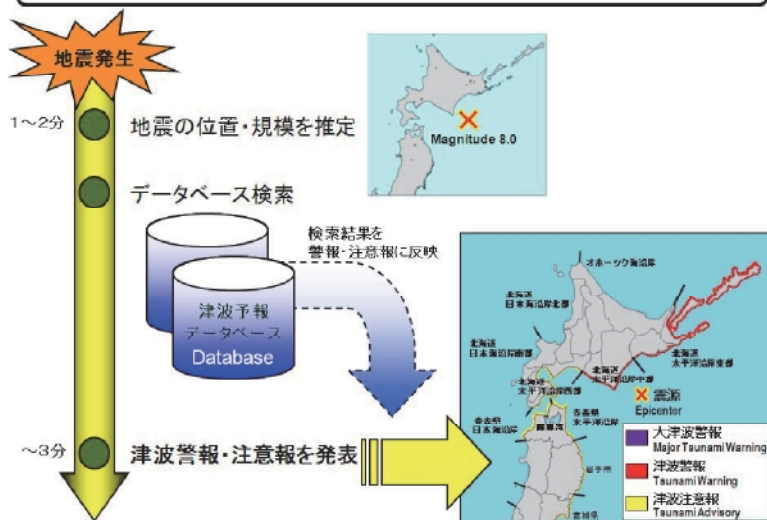
津波警報・注意報の種類(気象庁 HP)

種類	発表基準	発表される津波の高さ		想定される被害と取るべき行動
		数値での発表 (津波の高さ予想の区分)	巨大地震の場合 の発表	
大津波警報	予想される津波の高さが高いところで3mを超える場合。	10m超 (10m<予想高さ)	巨大	木造家屋が全壊・流出し、人は津波による流れに巻き込まれます。ただちに海岸や川沿いから離れ、高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。
		10m (5m<予想高さ≤10m)		
		5m (3m<予想高さ≤5m)		
津波警報	予想される津波の高さが高いところで1mを超え、3m以下の場合。	3m (1m<予想高さ≤3m)	高い	標高の低いところでは津波が襲い、浸水被害が発生します。人は津波による流れに巻き込まれます。ただちに海岸や川沿いから離れ、高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。
津波注意報	予想される津波の高さが高いところで0.2m以上、1m以下の場合であって、津波による災害のおそれがある場合。	1m (0.2m≤予想高さ≤1m)	(表記しない)	海の中では人が速い流れに巻き込まれ、また、養殖いかだが流失し小型船舶が転覆します。ただちに海から上がって、海岸から離れてください。

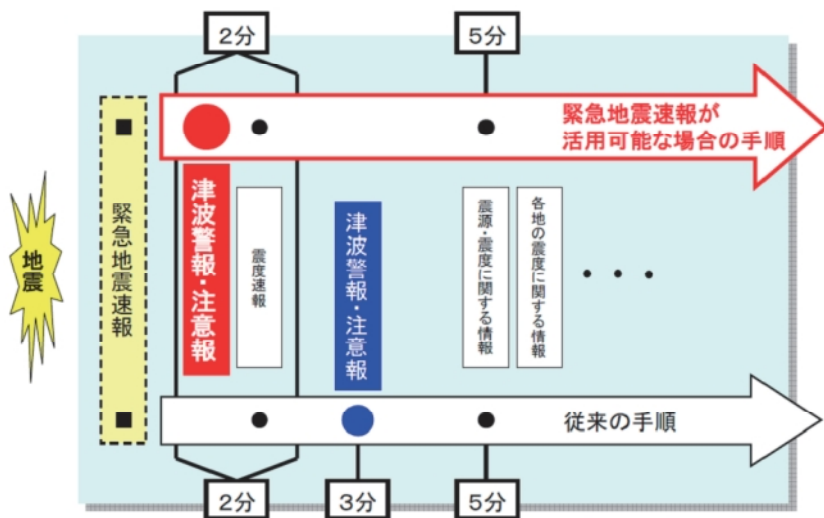
気象庁は、地震が発生した時には地震の規模や位置をすぐに推定し、これらをもとに沿岸で予想される津波の高さを求め、地震が発生してから約3分(一部の地震*については最速2分程度)を目標に、大津波警報、津波警報または津波注意報を、津波予報区単位で発表します。
*日本近海で発生し、緊急地震速報の技術によって精度の良い震源位置やマグニチュードが迅速に求められる地震
この時、予想される津波の高さは、通常は5段階の数値で発表します。ただし、地震の規模(マグニチュード)が8を超えるような巨大地震に対しては、精度のよい地震の規模をすぐに求めることはできないため、その地域における最大の津波想定等をもとに津波警報・注意報を発表します。その場合、最初に発表する大津波警報や津波警報では、予想される津波の高さを「巨大」や「高い」という言葉で発表して、非常事態であることを伝えます。

(*平成 25 年 3 月 7 日正午から新しい津波警報の運用を開始しています)

津波予報データベースを用いた津波警報・注意報の発表手順



従来の手順による流れ(気象庁 HP)



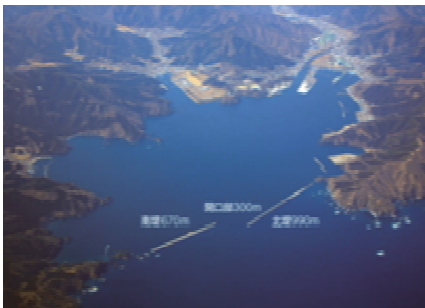
緊急地震速報が活用可能な場合の流れ(気象庁 HP)

緊急地震速報で、十分な精度の震源とマグニチュードが得られた場合には、これらを活用し、津波注意報や津波警報を迅速に発表することができます。

5. 津波被害を防ぐための対策

津波による被害は、津波の力が人や物の耐えられる限界を超えたとき起こるため、襲いかかる津波の力を大きな堤防などで小さくすればそれだけ被害は小さくなります。

しかし、一方で今回の東日本大震災のような大きな津波に対しては、私たち人間がいくら大きな堤防を作っても限界があり、津波被害をなくすことはできません。このため、住宅やビルは壊れても一番大事な人間の命を守る工夫をすることが必要になります。津波の力を堤防のような構造物で小さくすることをハード的な対策と呼び、とにかく安全な所へ避難して人間の命を守ることができるような工夫をすることをソフト的な対策と呼びます。



釜石港湾口防波堤
(国交省釜石港湾事務所HP)



宮古市田老地区防潮堤
(国交省釜石港湾事務所HP)

●ハード的な対策

ハード的な対策には、津波の力を小さくするだけでなく、安全に早く避難ひなんできる避難場所を作ることや、計画的な防災まちづくりをすることなどがあります。

津波の流入を防止・低減するための施設しせつには、津波防潮堤ぼうちょうたい・津波防波堤ぼうはてい・水門みずかど・河川堤防かえんていぼう・防潮林ぼうちょうりんなどがあります。津波防潮堤・津波防波堤は、海岸線に沿って建設して津波の力を小さくし、陸への流入を防止・低減するものです。また、水門は、川を遡上そじょうする津波の浸入を防ぐものです。河川堤防は、津波発生時に遡上した津波の流入を防ぎます。防潮林は、津波の力を小さくする役割、海から流れてくる漂流物ひょうりゅうぶつを食い止める働き、逆に津波の引き波で海へ流される人を樹木じゅもくで食い止める働きなどがあります。



お伊勢浜潮害防備保安林
(日本緑化センターHP)



常陸川水門
(国交省霞ヶ浦河川事務所 HP)

●ソフト的な対策

津波ハザードマップ

迅速で効率的な避難には、事前にどのような大きさの津波がどのよう^{らいつう}に来襲するかを知っておくことが必要です。津波ハザードマップは、このような津波の情報を図面の中にまとめたものです。

しかし、東日本大震災のように想定を超える高さ^{かしん}と範囲の津波が来襲することも考えられるため、ハザードマップを過信^{かじん}することは禁物^{きんもつ}です。地震発生後の情報に注意して、常に安全側の避難^{ひなん}を心がけることが必要です。

防災ピクトグラム

ピクトグラムとは、絵文字を用いたサイン記号のことです。分かりやすい色や記号で、色々な場所の危険を誰にでも知らせることができます。また、津波が来襲している時にも、とっさの避難方向や場所の判断をする手助けとなります。

津波防災の啓発などに用いる表現



津波の危険を警告する場合に用いる表現



津波避難ピクトグラム



津波関連のピクトグラム例（防災デザイン研究会 HP）

石碑などの建立 せきひ 二んりゅう

石碑のように数百年もその姿を保ち続けるものは、地域の危険性や安全性を伝えるものとなります。東日本大震災でも宮古市では、石碑に書かれた「此処より下に家を建てるな」という先人の教えを守って助かった人たちがいました。

経験の伝承 でんしきょう

家庭内や、狭い地域の中で語り継がれる津波の伝承は、

いざと言う時に役に立つことがあります。東北地方に伝わる有名な伝承は、「つなみてんでんこ」です。これは、「津波の時だけは、てんでばらばらに、親子といえども人を頼りにせず、一目散に安全な場所へ走って逃げなさい」という意味です。この伝承(教訓)を守って命が助かった人々もいます。しかし、多くの経験伝承の中には、誤った伝承も幾つかあります。科学的な立場で伝承を検証して間違いを明らかにし、正しい伝承を伝えることが必要です。



両石津波記念碑
(全国漁港漁場協会 HP)

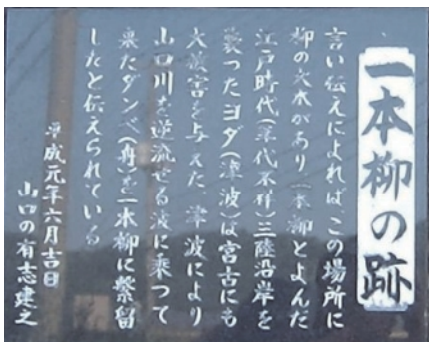
6. ジオドクターの役割（津波を調べる）

過去の津波を調べる方法には、大きく分けて文献調査と地質学調査があります。有史の現象に関しては、歴史書や日記などに「津波」についての記述があるので、規模や被害について知ることが出来ます。一方有史前や資料が残されていない場所においては、地上に残された堆積物などの科学的な証拠を利用する地質学調査を行います。堆積物には、津波発生の有無だけでなく、襲来規模、回数、流水力などの情報も含まれています。

●文献調査

歴史時代に起きた地震・津波の研究は、紙に書かれた古文書のほか、石碑や墓石なども全体像を明らかにする史料となります。

明治以降は、国や自治体が公式記録としてとりまとめた資料や、大学など研究機関が行った調査記録が出版されるとともに個人による記録も残され、貴重な資料となっています。



津波の石碑

●地質学調査

津波堆積物は、津波により移動し、津波が引いた後に地表や湖沼底に残された泥、砂、礫などの堆積物を指します。

津波堆積物調査は、長期間の津波履歴を知るために

に、安定した堆積環境にある場所を選び、掘削機でトレンチ調査を行ないます。

履歴調査では、地層の年代測定や別の場所との対比が重要となります。

津波の浸水範囲や遡上高を求めるなら、低地に限定せず段丘上や斜面に

おける津波堆積物の分布を広範囲に調べることとなります。

●ジオドクターの役割

津波災害を防ぐためには、津波に対しどのような対策を立てるかを明確にする必要があります。その計画立案には、過去の津波を調べる全国地質調査業協会連合会に集う私たちジオドクターが、重要な役割を担っています。



* 白色砂層が津波堆積物トレンチ調査
(大阪市立大学原口准教授)

表紙：東日本大震災 相馬市周辺 津波到達範囲図
(速報版) 国際航業(株)作成

<http://www.kk-grp.jp/csr/disaster/201103-touho-ku-taiheiyo/fukushima/tt-01.html>

裏表紙：気仙沼港周辺 2011.4.5 撮影 国際航業(株)提供



東日本大震災後の気仙沼港周辺（2011年4月5日撮影）