

「なみふる（ナイフル）」は「地震」の古語です。「なみ」は「大地」、「ふる」は「震動する」の意味です。

02.....

**「津波3m超」予想まで**

シミュレーションとデータベースを活用

04.....

**予測精度 向上目指し**

到達翌日から全国調査

06.....

**避難 1mでも高い所へ**

津波の脅威30%でも

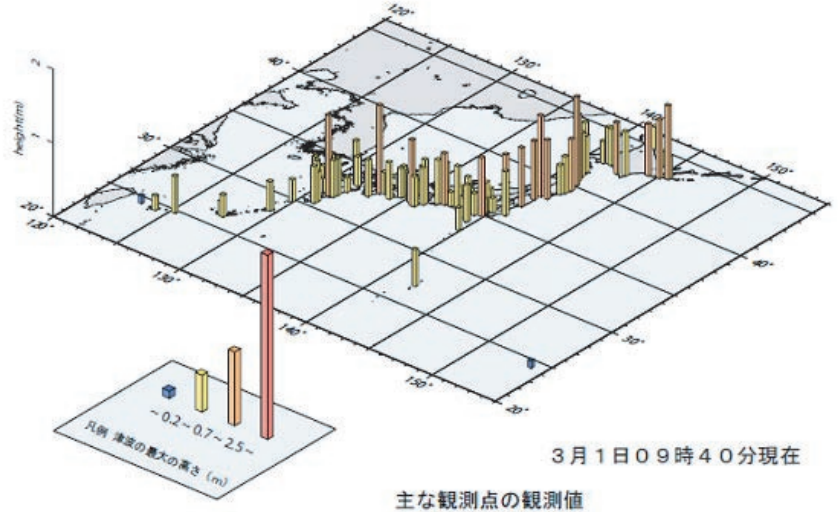
08.....

海と陸が会う最前線で地球のナゾを読み解こう

**3月7~8日**

**室戸ジオパークで地震火山  
子どもサマースクールを開催**

/編集長就任の挨拶

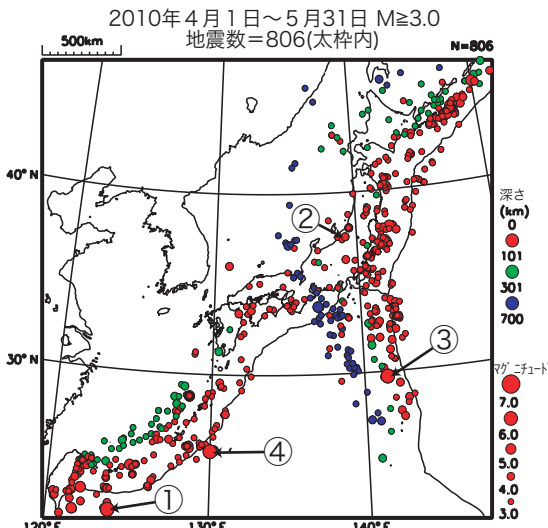


日本で観測されたチリ中部地震による津波の高さ。詳しくは2-3ページの記事をご覧ください。



**2010年4月~5月  
おもな地震活動**

2010年4月~5月に震度4以上を観測した地震は4回でした。図の範囲の中でマグニチュード(M)3.0以上の地震は806回発生し、このうちM5.0以上の地震は11回でした。「M5.5以上」、「震度5弱以上」、「M5.0以上かつ震度4以上」、「被害を伴ったもの」のいずれかに該当する地震の概要は次のとおりです。



① **石垣島南方沖**

4/26 11:59 M6.6 震度2  
この地震により、沖縄県の西表島などで最大震度2を観測しました。

② **新潟県中越地方**

5/1 18:20 深さ9km M4.9 震度4  
陸域の地殻内で発生した地震で、新潟県で最大震度4を観測し、負傷者1人などの被害が生じました(総務省消防庁による)。

③ **鳥島近海**

5/3 19:27 M6.1 震度2  
この地震により東京都小笠原村の父島と母島で最大震度2を観測しました。

④ **南大東島近海**

5/26 17:53 M6.4 震度4  
フィリピン海プレート内で発生した地震で、沖縄県の北大東島で最大震度4を観測しました。

**世界の地震**

M7.0以上あるいは死者50人以上の被害を伴った地震は以下のとおりです。(時刻は日本時間、震源要素と被害は米国地質調査所(USGS)によるもの、Mwは気象庁CMT解のモーメントマグニチュード(6月7日現在)。

● **カリフォルニア州(米国)-メキシコ国境**

4/5 07:40 深さ10km Mw7.2  
北米プレートと太平洋プレートの境界で起きた地震で、死者2人、負傷者23人以上等の被害が生じました。

● **インドネシア、スマトラ北部**

4/7 07:15 深さ31km Mw7.7  
ユーラシアプレートとインド・オーストラリアプレートの境界で発生した地震です。

● **中国、チンハイ省**

4/14 08:49 深さ17km Mw6.9  
ユーラシアプレート内で発生した地震で、死者2,220人以上、行方不明者70人以上、負傷者12,135人以上等の被害が生じました。

● **インドネシア、スマトラ北部**

5/9 14:59 深さ45km Mw7.2  
ユーラシアプレートとインド・オーストラリアプレートの境界で発生した地震で、現地では軽微な被害が生じました。

● **バヌアツ諸島**

5/28 02:15 深さ31km Mw7.2  
太平洋プレートとインド・オーストラリアプレートの境界で発生した地震です。

\*「おもな地震活動」の見方の詳細は「なみふる」No.31 p.7をご覧ください。



# 「津波3メートル超」予想まで シミュレーションとデータベースを活用

## 地震と津波の概要

平成22年2月27日15時34分(日本時間)、チリ中部沿岸でマグニチュード8.8(気象庁によるモーメントマグニチュード)の地震が発生しました。この地震により津波が発生し、日本においても、太平洋沿岸を中心に北海道から沖縄県にかけての広い範囲で津波を観測しました(巻頭図、表1、図1)。

日本では、地震発生から1日弱経過した28日12時43分に南鳥島で、13時47分に北海道根室市花咲で津波の第一波を観測した後、各地で津波を観測しました。各地では第一波よりも、後続波において、大きな振幅の津波が観測されました。各地の主な最大波は表1にまとめたとおりです。

なお、後日、浸水被害のあった箇所を中心に現地調査を行いました。その結果、津波の痕跡から、岩手県陸前高田市で1.9mの津波高があったことなどが分かりました。

## 気象庁の発表した津波警報等

気象庁はこの地震による津波に関して、28日9時33分、青森県太平洋沿岸、岩手県、宮城県に津波警報(大津波)を、北海道から沖縄の太平洋側を中心とした広い範囲に津波警報(津波)、津波注意報を発表しました(図2、表2)。

津波は長時間続いたものの、次第に減衰し、津波警報(大津波)を19時01分に津波警報(津波)に切り替えました。その後も津波警報から津波注意報への切り替えや、津波注意報の解除等を順次行い、3月1日3時06分にはすべての津波警報を解除、10時15分にはすべての津波注意報を解除しました。

## データベースとシミュレーションを用いた津波警報

気象庁では、津波警報、津波注意報等を、

全国を66の津波予報区に区分して発表しています([http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/index\\_t-yohokuinfo.html](http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/index_t-yohokuinfo.html))。

津波警報等の発表には、津波シミュレーションの結果を利用します。しかし、日本付近で発生する地震に伴って起きる津波の場合、地震が発生した後からシミュレーションを実施したのでは迅速に津波警報等を発表できま

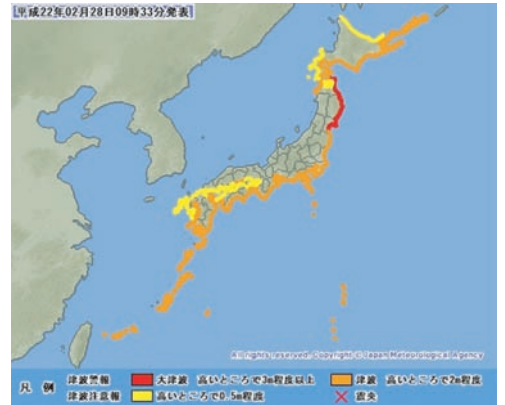


図2 発表した津波警報、注意報。

高知県須崎港(国土交通省港湾局)	28日19時42分	128cm
岩手県久慈港(国土交通省港湾局)	28日17時01分	120cm
宮城県仙台港(国土交通省港湾局)	28日20時52分	106cm
鹿児島県志布志港(国土交通省港湾局)	28日19時55分	103cm
北海道根室市花咲(気象庁)	28日18時23分	92cm
和歌山県串本町袋港(気象庁)	28日18時09分	89cm
茨城県神栖市鹿島港(国土交通省港湾局)	28日16時49分	89cm

表1 主な津波観測値。

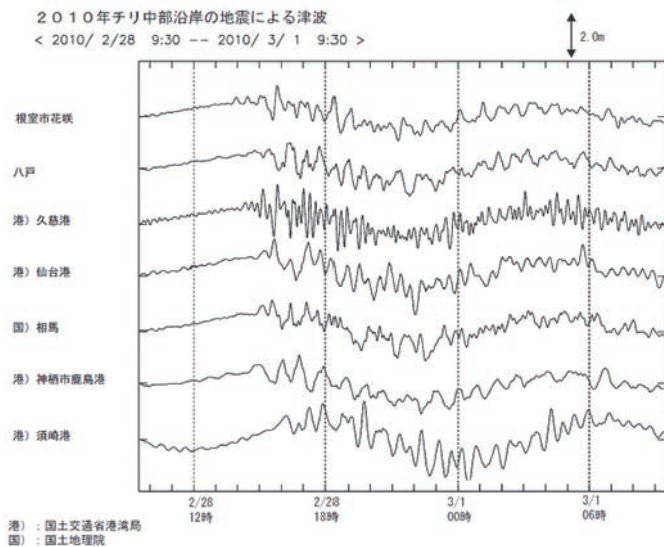


図1 観測された津波波形。

## 津波警報・注意報、津波情報、津波予報

① 津波警報・注意報、津波情報、津波予報の種類

種類	内容
津波警報・注意報	津波の発生のおそれがある場合に、地震が発生してから約3分を目標に津波警報(大津波、津波)または津波注意報を発表。<⇒下表②>
津波の到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報	各津波予報区の津波の到達予想時刻や予想される津波の高さをメートル単位で発表。
各地の満潮時刻・津波の到達予想時刻に関する情報	主な地点の満潮時刻・津波の到達予想時刻を発表。
津波観測に関する情報	実際に津波を観測した場合に、その時刻や高さを発表。
津波予報	地震発生後、津波による災害が起こるおそれがない場合に発表。

② 津波警報・注意報の種類

種類	解説	発表される津波の高さ	
津波警報	大津波	高いところで3m以上の津波が予想されますので、厳重に警戒してください。	3m、4m、6m、8m、10m以上
	津波	高いところで2m程度の津波が予想されますので、警戒してください。	1m、2m
津波注意報	高いところで0.5m程度の津波が予想されますので、注意してください。	0.5m	

表2 津波警報、注意報等。

せん。そこで、あらかじめ多数のシミュレーション結果をデータベース化しておいて、地震が発生した時に最も近いケースを抽出する、という方法をとっています(図3)。

今回のように震源が日本から遠く離れている場合(「遠地津波」といいます)も、同様にデータベースを活用しますが、データベースに保存されているケースは限られており、また、日本に津波が到達するまでに十分な時間があるため、得られた震源情報をそのまま用いた津波シミュレーションも併せて実施します。また、太平洋には、DART(Deep-ocean Assessment and Reporting of Tsunamis)という津波観測用のブイや、いくつかの島に潮位観測所があり、これらの観測値も、津波警報等の作成に当たり参考としています。

今回は、米国地質調査所(USGS)が算出したマグニチュード8.8の震源をもとに津波シミュレーションを実施しました。その結果、DARTブイやハワイの潮位データと比較的整合した結果が得られたため、この震源を想定した結果をもとに、日本沿岸の津波警報等を作成しました。予測結果は東北地方沿岸で3mを超えるものとなり、津波警報(大津波)を発表することとなりました。

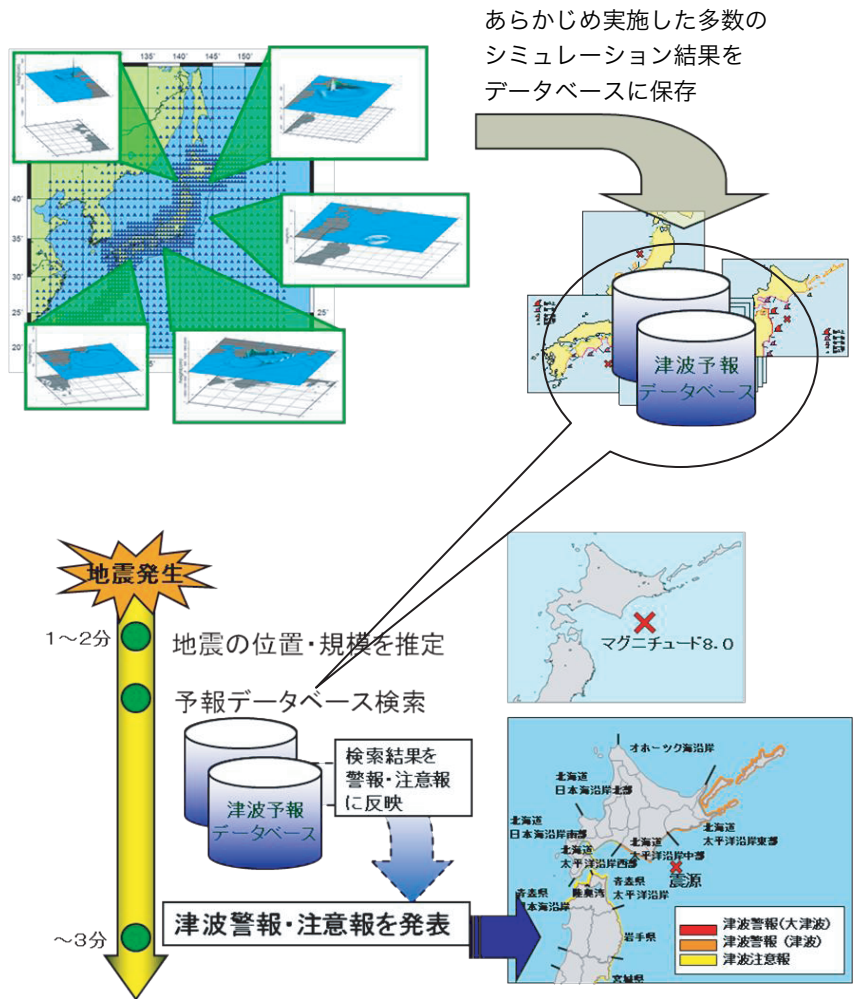


図3 津波シミュレーションデータベース。

## 津波の監視と津波警報等の解除

気象庁では、全国173カ所の潮位観測所で津波をリアルタイムで監視し、津波警報等の解除に活用しています(図4)。今回の津波においても、各地の潮位変化を監視しつつ、高い津波の来襲のおそれなくなった地域から、順次、津波警報の津波注意報への引き下げ、解除等を行いました。一般に、遠地津波の場合、津波の継続時間が長くなるという特徴があります。今回の津波においても、津波警報(大津波)を発表してから津波注意報をすべて解除するまで、約1日を要しました。

## 津波警報等の改良に向けた取り組み

気象庁では現在、遠地津波の警報等の精度向上のため、遠地津波用データベースの改良作業を進めています。新たなデータベースでは、保存するケースを増やすとともに、シミュレーション自体もより精緻なものとする計画です。

気象庁地震津波監視課 尾崎友亮

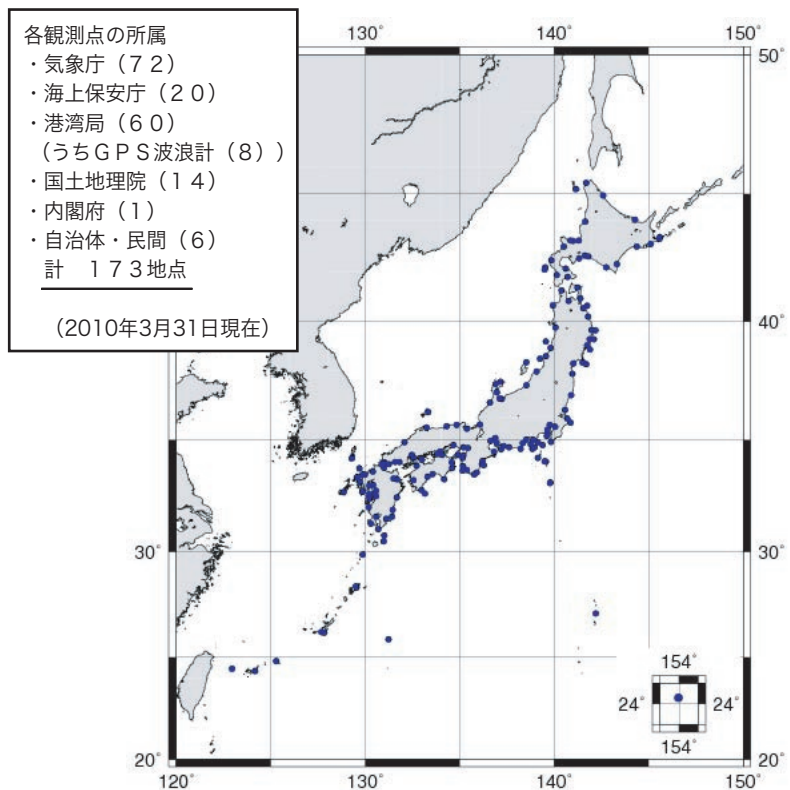
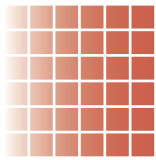


図4 津波観測点(平成22年3月31日現在)。



# 予測精度 向上目指し

## 到達翌日から全国調査



写真1 宮城県の気仙沼湾に來襲した津波(撮影: 畠山敏治氏)。左は引き波、右は押し波。

### はじめに

2010年2月27日15時34分頃(日本時間)、チリ中部沿岸においてモーメントマグニチュードMw8.8の地震が発生しました。この地震によって引き起こされた津波は太平洋を伝播して、約22時間後に日本へ來襲しています(写真1)。青森県太平洋沿岸や岩手県、宮城県での津波警報(大津波)をはじめとして、北海道から沖縄までの太平洋沿岸の広い範囲に津波警報や津波注意報が発表されました。日本においては幸いにも死者は出ませんでしたでしたが、各地で深刻な床上浸水

(写真2)や漁業被害が発生しています。122名の死者を出した1960年チリ地震津波からちょうど50年目に起こった津波災害です。

南米チリのような遠くで起きた地震では、被害を発生させるような強い地震動は日本まで到達しません。しかし、津波は外洋を伝わり、地球の裏側の国々をも襲います。このような津波を遠地津波と呼びますが、近海で発生する近地津波に比べて発生頻度が低いため、定量的なデータは多くありません。現在の津波予報はシミュレーションを利用しており、その信頼性を向上させていくために

は、今回のような実際に発生した津波によって検証していくことが重要となります。そこで、今後の津波予測技術の高精度化に貢献できるようなデータを残すこと、そして津波の來襲メカニズムを明らかにすることを目的として、広域での現地調査を実施しました。

### 現地調査の概要と調査結果

津波災害に関する現地調査は大きく2種類に分けることができます。一つは津波の來襲直後に行うもので、津波の高さや氾濫の範囲、來襲メカニズムなどに関する自然科学的な調査です(写真3)。もう一つは、行政の災害対応や住民の避難行動などに関する社会科学的な調査で、通常は自然科学的な調査の後に行われます。本稿では前者を紹介します。津波高や氾濫域を調べるためには、壁に残った泥水の線や道路に残された漂流物、塩水により枯れた植生などの物理的な痕跡が重要となります(写真4)。さらに住民への聞き取り調査を行って、それらの痕跡を確認しながら、來襲した波の数や方向、大きさ、間隔などの様々な情報を入手します。したがって、津波の痕跡や体験者の記憶が重要な調査対象となります。

自然科学的な現地調査の計画を立てる際に最も難しいのが調査を開始するタイミングです。現地に入る時期が早いほど津波の痕跡や記憶は明瞭に残っており、多くの情報を得ることができます。しかし、早過ぎると被災者の救出・救援活動の邪魔になりかねません。そこで、シミュレーションにより來襲した津波



写真2 家屋に侵入した津波(撮影: 佐藤秀一氏)。



写真3 GPSによる津波高の測量。



写真4 津波痕跡の例。津波により打ち上げられたゴミ。

の規模をある程度予測した上で、被災地の状況を把握しながら現地調査を開始する時期を慎重に決定します。

今回の津波は1960年チリ地震津波に比べて小規模であるため、痕跡や記憶の消失が速いことが懸念されました。また、幸いにも人的被害が発生していなかったため、救出活動がほとんど行われていませんでした。これらの条件を考慮して、津波到達の翌日から現地調査を開始しました。

遠地津波では近地津波に比べて来襲範囲が広がるため、津波モデルの検証にはより広域でのデータが必要となります。今回の津波でも北海道から沖縄までの太平洋沿岸が調査対象となるため、産官学が連携して10機関以上から40名を超える方々に参加していただきました。

調査結果の一例として、全国の津波高の分布を図1に示します。測量された津波の高さを潮位で補正し、津波が来襲したと推定される時点での海面からの高さを求めています。全体的な傾向としては、北へ行くほど津波が高く、特に東北地方の岩手県や宮城県では2mを超えた地域もありました。一方、南側では比較的低く、おおむね1m以下でした。

局所的に見てみると、湾の奥へ行くほど津波が高くなる傾向が顕著に見られました。例えば宮城県の気仙沼湾では、湾口付近で0.7mであったのに対し、湾奥に向かうにつれて徐々に増大し、湾奥では1.4mに達しました。また、気仙沼湾に流れ込む大川では津波が遡上し、河口から1km上流でも0.9mの津波高になり、排水口から住宅地へ逆流しました。このように局所的な地形条件により、津波の挙動は大きく変化します。

### おわりに

遠地津波は日本全域に襲来するため、その全貌をつかむには極めて広域な現地調査が必要となります。また、報道などでは大きな津波にのみ注目が集まりますが、津波モデルを検証するためには津波が小さかった、あるいは襲来しなかったという情報も同様に

重要となります。すなわち、広域な津波高の分布が必要であり、本調査ではそれをまとめることができました。

関西大学社会安全学部 高橋智幸

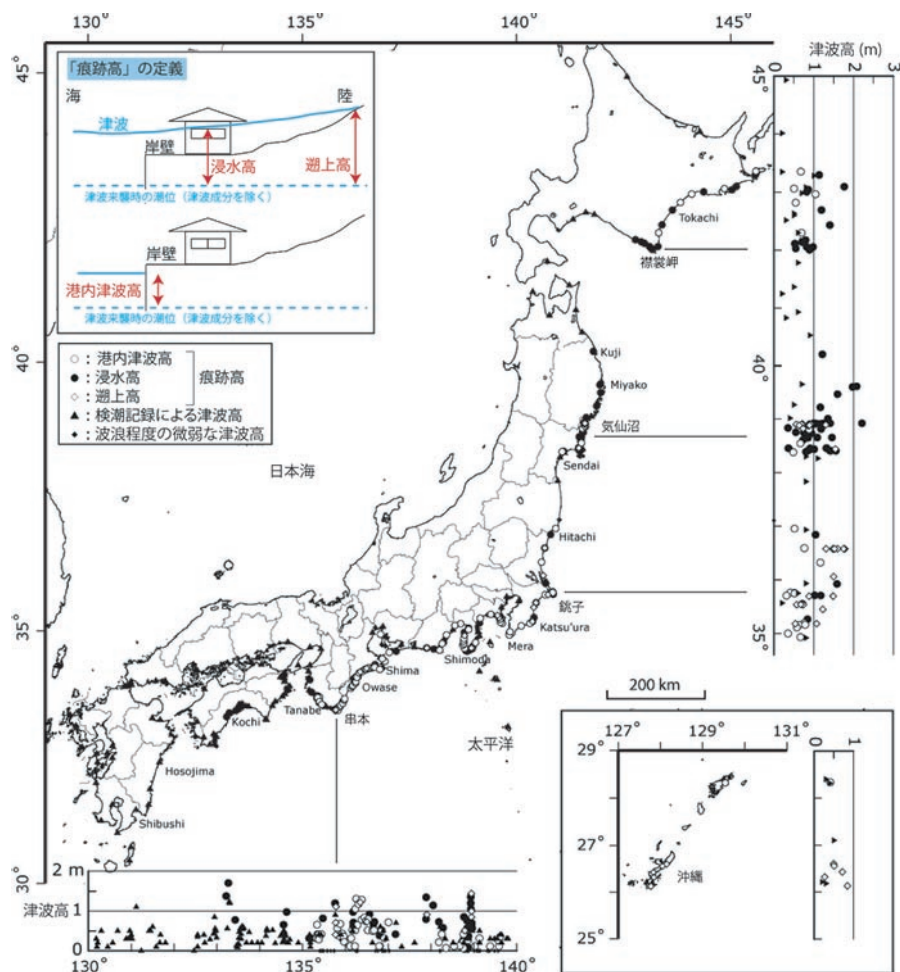
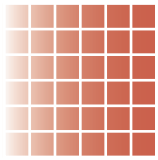


図1 日本全域での津波高の分布(2010年チリ中部地震津波の日本沿岸調査グループ(2010)の図を修正)。



# 避難 1メートルでも高い所へ

## 津波の脅威30センチでも



写真1 津波の来襲前(左)と来襲後(右) (写真提供: Valparaiso大学Patricio先生)。

### はじめに

近年、毎年のように5mを超える津波が生じています。日本でも近い将来、このような大きな津波が来ると予想されています。そのような津波はどのような危険性を持っているのでしょうか？ 写真1は、2010年のチリ地震によって10mを超える津波が襲った、チリ本土から約700km沖の太平洋上にあるロビンソンクルーソー島での津波前と津波後の比較です。建物がまるごと無くなっているのがわかります。このような津波の破壊力は、どうして生じるのでしょうか？

### 津波と風波の違い

津波と風波の大きな違いは、波の長さの違いです。波は水粒子が楕円運動することによって、沖側から岸側へ波のエネルギーを伝えます。波の長さは、その楕円運動の半径に比例します。沿岸部では、台風のとときに生じる風波の長さは100mから200m程度ですが、津波の長さは数km以上になります。そのため、写真2のように、風波の場合は、波が砕けエネルギーが失われて陸地に浸入して行くことはありませんが、津波の場合は、たとえ波が砕けても、後から後から水が大量に押し寄せ陸地に浸入し、破壊していくのです。

### 津波の破壊力

津波の破壊力は実際にどの程度なのかを実験を用いて確かめてみます。写真3は1mの津波が厚さ3cmのベニヤ板に衝突したときの破壊の様子です。このときの衝撃力は、板全体におよそ5トンから10トン程度作用しています。一辺1mの立方体の水の重さは1トンですから、その5倍から10倍もの力が作用していることになります。次に、写真4は、2.5mの津波によって、木造家屋の壁面が破壊される様子です。木造壁面が津波によって一瞬で壊れているのがわかります。このように津波は時に大きな破壊力を伴って陸地に来襲します。一方で、津波の威力は高い場所ほど弱まります。これは、水の力は、その深さとスピードによって決まるからです。たとえば、3mの津波が、標高0mのところに来襲すれば3mの威力そのままですが、標高2mのところであれば、1mの津波の威力となります。これは大きな差となります。避難においては特に重要な考え方になります。

### 漂流物の破壊力

津波の怖さは水が襲って来る怖さだけではありません。沿岸部には、コンテナや車それから船舶などがたくさんあります。津波によって、それらが流されれば、流れに乗って勢いよくやってくることになります。津波によって勢いよく流されたコンテナが壁面に衝突した場合は、重量の50倍から100倍の衝突力になることが実験によってわかっています。チリでは、たくさんのコンテナや船が流され、建物などを壊していました。

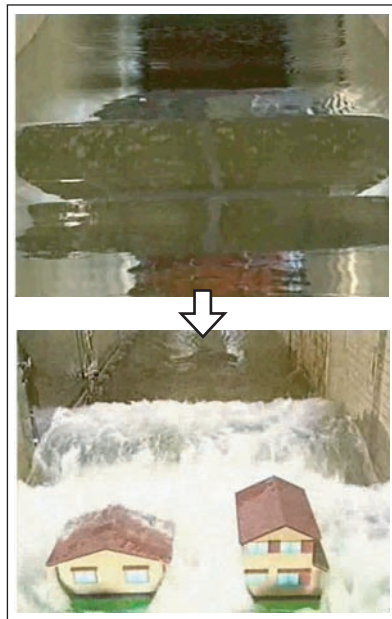
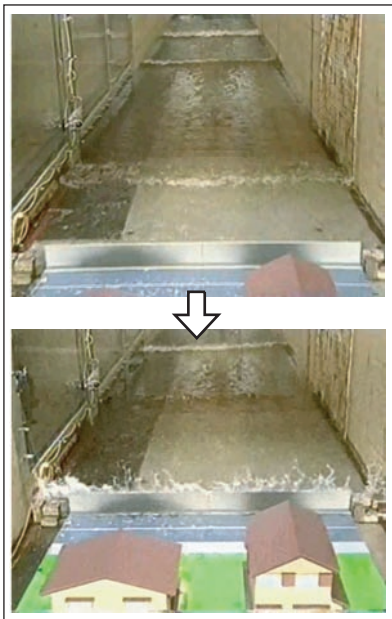


写真2 同じ高さの風波(左)と津波(右)の陸上部に対する影響の違いを示す実験。

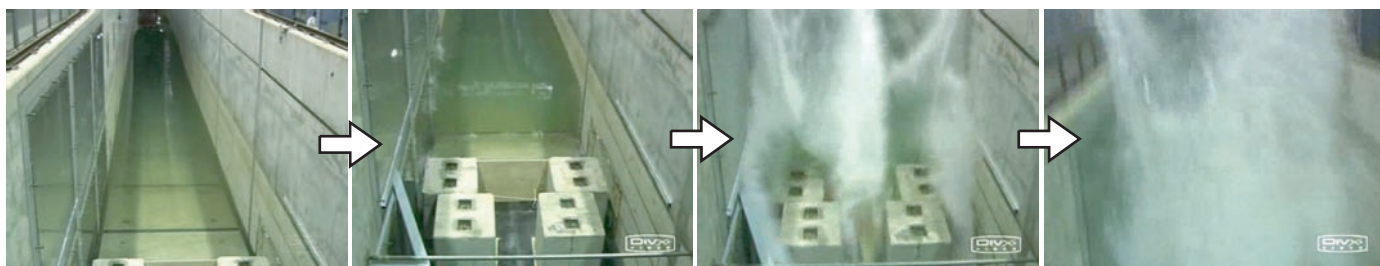


写真3 1mの津波の威力(厚さ3cmのベニヤ板)

## 人に対する危険性

人に対しては、どの程度危険なのでしょう？ 写真5は50cmの津波によって成人の男性が流されている様子です。実験では、この条件では、約80%の男性が流されることがわかっています。女性やお年寄りや子供に至っては30cm程度でも十分に流されてしまう可能性があることがわかります。このような流れを伴う津波は、来襲時だけでなく、津波が引いていくときにも生じます。引くときに津波に捕まってしまうと、津波の波の長さを考えると、数百m沖まで簡単に流されてしまうであろうことは、想像に難くありません。数百m沖まで流されてしまうと陸に戻るのにはさわめて難しいでしょう。図1は、ロビンソンクルーソー島における浸水範囲と亡くなられた方が住んでいた場所を表しています。浸水範囲ぎりぎりのところでもお亡くなりになっていることわかります。上述したように、津波の力は高い場所に行けば行くほど小さくなりますから、ほんの数m高い場所に逃げることができれば、助かったかもしれません。

## まとめ

日本は沿岸部を防潮堤、護岸などで守っていますので、高さが1~2mの津波では、陸地において大きな被害が生じなくなっています。ですから、津波の危険性を忘れてしまいがちです。しかし、津波は大量の水を運んできます。いったん津波が護岸を乗り越えれば大きな被害が生じますし、また、土地の高さを超えるような津波が来た場合もそうです。さらに、湾のように幅が狭くなっている場所では、津波の高さは周囲に比べて高くなることもあります。そして、津波に巻き込まれれば、その勢いになすすべもありません。

たとえ数十cmの津波であったとしても、少しでも早く高いところに逃げるのが命を守ることを決して忘れてはいけません。

港湾空港技術研究所 有川太郎

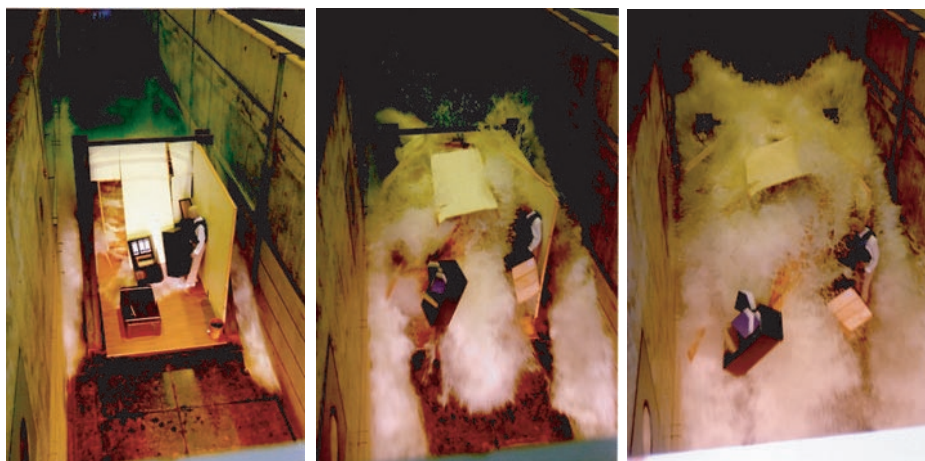


写真4 津波力によって破壊される木造家屋壁面の一連の流れ。



写真5 津波による人体流下実験の様子。



図1 2010年チリ中部地震津波によるロビンソンクルーソー島での浸水範囲(青域)と死亡者の場所(赤丸)。浸水範囲については、Valparaiso大学のPatricio先生の成果。

## 海と陸が出会う最前線で地球のナゾを読み解こう 8月7～8日 室戸ジオパークで地震火山こどもサマースクールを開催



写真 南方上空から見た室戸岬(安芸市町村圏事務組合提供)。

私たちが普段見慣れている海と陸は、どこから海でどこから陸なのでしょう。海水の下には陸の続きがありますが、実は途中から海底の続きになるのです。私たちが住む日本列島は、海のプレートと陸のプレートが出会ってできています。その、海と陸が出会う最前線を発見できる四国・高知の「室戸ジオパーク」を舞台に、ここでしか見つけられない地球のナゾやひみつを、地球科学の第一線の専門家と一緒に楽しく発見する1泊2日の第11回地震火山こどもサマースクール「室戸ジオパークを610(むろと)倍楽しむ方法」を8月7～8日に開催します。

大地の変動が作った地形や生態系、そこに住む人々の暮らしを知って楽しむことがで

きるジオパークは、子どもたちが大好きなナゾやひみつにあふれています。100年前後の周期で南海地震が発生する南海トラフを眼前にする室戸ジオパークも、地震をもたらす大地の力を実感できるワンダーランドです。

高知大学理学部教授で室戸ジオパーク推進協議会顧問の岡村真さんを実行委員長に、南海地震の周期性を室戸の港の記録から解き明かした東大名誉教授の島崎邦彦さんや

南海トラフのナゾに挑む名古屋大学准教授の田所敬一さんらを講師スタッフに、地元や各地の高校地学教諭らによる大地の仕組みを体感できる実験や、ゲーム形式を交えたフィールド観察を行います。2日目の最後には、地元の市民やジオパーク関係者らを対象にした公開フォーラムに参加し、発見したことを全員で発表します。

募集対象は小学校5年生から高校生まで、参加費は2000円です。募集要項などは、以下のURLでごらんいただき、申し込みは室戸市役所内の室戸ジオパーク推進協議会事務局までFAXで。

<http://www.kodomoss.jp/ss/muroto/>

## 編集長就任の挨拶

今号より地震学会広報紙「なみふる」の編集長を務めることになりました、産業技術総合研究所(産総研)の伊藤忍です。最近では反射法地震探査や地震波干渉法等で地震と関連づけられる地下構造を可視化することに取り組んでいます。地震学会の大会等に参加することはありましたが、運営に携わるのははじめての経験となります。至らない点が多々生じると思いますが、精一杯取り組んでいきたいと思っておりますので、ご支援をよろしくお願いします。

私は2年ほど前から産総研のイベント等の広報活動に参加するようになり、そのニーズを直接感じるようになりました。それ以前にはこのような活動にはほとんど関わってこなかったため、頭ではこのような活動のニーズが存在していることを理解していても実感が湧きませんでした。今回、編集長就任の打診があった際には、自分に務まるのかという不安もありました。しかしながら、多くの研究者は以前の私のように広報等の活動への

貢献ができるのならば、と思いき受け入れることにしました。

私が産総研の広報活動で関わってきたのは主にイベント等への出席でした。イベントでは参加者の生の声や反応が伝わってきます。また、参加者の世代や地震学に対する興味の有無、地球科学や理科全般に関する知識の程度などもその場である程度把握することができます。参加者の層によってイベントの内容をその場で修正することも可能です。一方、この「なみふる」のような広報紙ではなかなか生の声は伝わってきませんし、記事の内容がどの程度理解されているのかを把握することも容易ではありません。すべての読者に満足していただける紙面を作ることは難しいと思いますが、なるべく多くの読者に満足していただけるような紙面を作っていけるように努力したいと思います。そのためにも読者の皆様には是非ともご感想やご意見等をお聞かせいただければと思います。

「なみふる」編集長 伊藤 忍



日本地震学会広報紙「なみふる」第80号  
2010年7月1日発行  
定価150円(郵送料別)

発行者 (社)日本地震学会  
〒113-0033  
東京都文京区本郷6-26-12  
東京RSビル8F  
TEL. 03-5803-9570  
FAX. 03-5803-9577  
(執務日:月～金)  
ホームページ  
<http://www.soc.nii.ac.jp/ssj/>  
E-mail  
[zisin-koho@tokyo.email.ne.jp](mailto:zisin-koho@tokyo.email.ne.jp)

編集者 広報委員会  
亀 伸樹(委員長)  
伊藤 忍(編集長)  
五十嵐 俊博、川方 裕則、小泉 尚嗣  
武村 雅之、田所 敬一、田中 聡  
西田 究、福満 修一郎、古村 孝志  
八木 勇治、矢部 康男、山崎 太郎

印刷 創文印刷工業(株)

※本紙に掲載された記事等の著作権は日本地震学会に帰属します。

## 広報紙「なみふる」購読申込のご案内

日本地震学会の広報紙「なみふる」は、隔月発行(年間6号)しております。「なみふる」の購読をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、年間購読料を郵便振替で下記振替口座にお振り込み下さい。なお、「なみふる」は日本地震学会ホームページでもご覧になれ、pdfファイル版を無料でダウンロードして印刷することもできます。

年間購読料(送料込)  
日本地震学会会員 800円  
非会員 1200円

振替口座  
00120-0-11918 「日本地震学会」  
※通信欄に「広報紙希望」とご記入下さい。