

## 特集：津波を知る

津波はなぜ起こる / 1998年のパプアニューギニアの津波について / 気象庁の新しい津波予報



1896年(明治29年)6月15日に発生した明治三陸地震津波の惨状を描いた瓦版「明治丙甲三陸大海嘯之實況」(東京大学地震研究所蔵)の一部

### 12月～1月のおもな地震活動

1997年に観測されたマグニチュード(M)3.0以上の2ヶ月あたりの平均地震数は927回でしたが、今期間は871回とほぼ同数でした。また、同じくM5.0以上の2ヶ月あたり地震数は13回でしたが、今期間は10回とほぼ同数でした。

鳥島近海(深発地震)

日向灘

宮崎県南郷町、鹿児島県の鹿屋市、高山町、根占町

で震度4となり、文教施設に被害(平成11年1月29日現在、自治省消防庁調べ)を生じました。

奄美大島近海

茨城県沖

択捉島付近(やや深発地震)

父島近海(深発地震)

鳥島近海(深発地震)

宮城県沖

東海道沖(やや深発地震)

種子島近海

鹿児島県の鹿屋市、西之表市、東串良町、高山町、根占町、上屋久町、田代町で震度4となりました。

番外 長野県中部

長野県穂高町で震度4となり、非住家破損6棟の被害(平成11年1月29日現在、自治省消防庁調べ)を生じました。

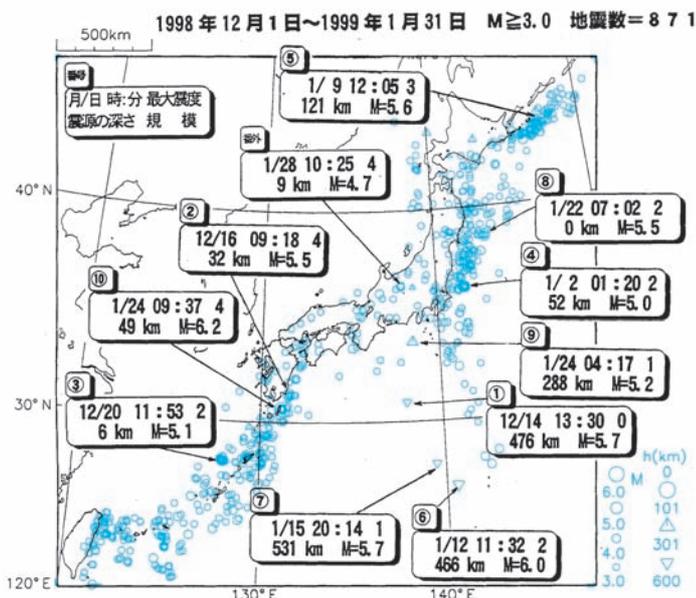
世界の地震

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(発生日は日本時間、M、被害はUSGSによる：2月1日現在)。

1月26日 コロンビア(M6.2：死者883人以上)

(気象庁、文責：岸尾)

図の見方は「なみふる」No.2 p.8をご覧ください。



# 津波はなぜ起きる

## 地震による津波の発生

一般に、海底大地震の後には大津波が来る事が多いため、「海岸近くの人はずぐに高台に避難せよ。」とよく言われます。では、地震はどの様にして津波を発生させるのでしょうか。まず、地震は断層面を境にしたすべり運動（断層運動）によって起きます。図Bは海溝沿いに発生する典型的な海底大地震の模式図です。この場合、断層運動によって、上盤が下盤に対してのし上がるようにすべります。このような断層運動が起きると海底面では図Aに示すような隆起や沈降の上下変動を生じます。この上下変動の広がりや大きさはマグニチュード7を超える大地震では数十から数百km四方になります。この場合、海水の厚さ（数km）は海底での上下変動の広がりや大きさに比べるとたいへん薄いので、海底と同程度の上下変動を海面でも生じる事となります。この海面の上下が津波の源となります。基本的には、地震波を解析する事により、地震の規模（マグニチュード）や地震の深さ等が分かれば、海底での上下変動とそれに伴って発生する津波の大きさを見積もる事ができます。

こうして発生した津波は、海岸に近づいてはじめて、被害を及ぼしたり、観測されたりします。したがって、沿岸での津波の挙動を知るためには、津波発生域から沿岸に達するまでの伝播の過程を知る必要があります。津波の伝播は、最近、実際の海底地形をコンピュ

ータに記憶させ、数値計算をする事で再現可能になってきています。

## 津波地震

上で述べた津波発生モデルでは、同じ場所で地震が発生した場合、地震が大きいほど、大きな津波が沿岸で観測されるはずですが、しかし稀に、地震動に比べて異常に大きな津波が発生する地震があり、津波地震と呼ばれています。その典型的な例が明治三陸津波地震です。このとき、「人々は弱い地震を感じた（現在の気象庁震度階級で震度2か3程度）が、津波を心配するほどの規模ではなかった。」と報告されています。しかし実際の津波は三陸沿岸で最大38mにも達し、約2万2千人もの犠牲者を出す大惨事になりました。

このような津波地震の発生メカニズムに関しては、いろいろな説が出されてきましたが、まだ完全には理解されていません。ひとつの有力な解釈は、断層運動がゆっくりと進行するため、人間に感じやすい短周期の地震波を起こしにくく、地震動が小さかったとするものです。さらに、津波地震は典型的な海底大地震と比べると海溝近くで発生している事が明らかになってきました（図D）。海溝近くでは上盤側に付加体と呼ばれる柔らかい堆積物が存在するため、そこでの変形は容易で、典型的な海底大地震（図A）と比べると上下変動が大きくなります（図C）。これが地震動に比べて大きな津波が発生する原因となります。さらに海底地滑りなどの二次的な効果で津波が大きくなる事も考えられ、今後の研究による、さらなる成果が期待されています。

（気象庁気象研究所 谷岡勇市郎）

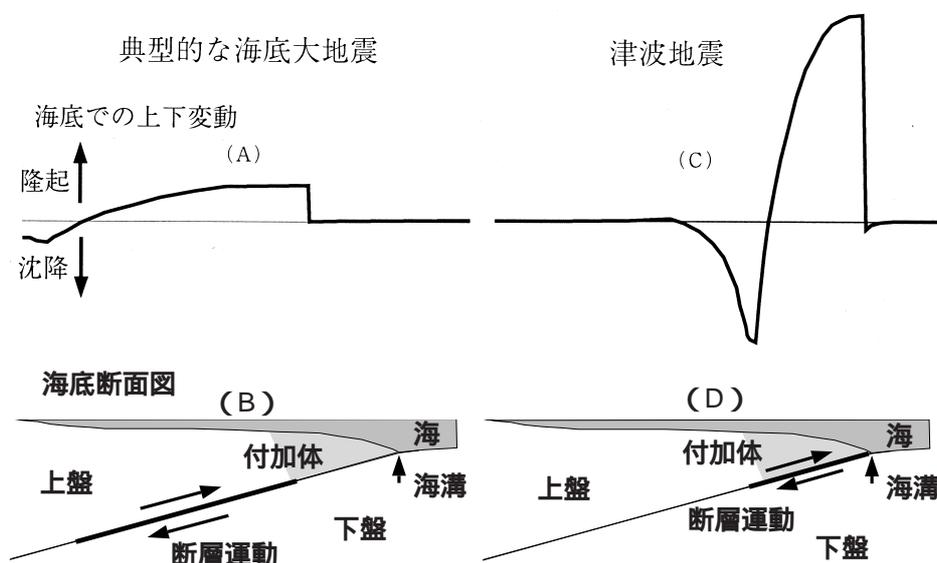


図 断層運動と上下変動の関係を示す模式図

## 1998年7月17日パプアニューギニア国 アイタペ地震津波について

1992年のニカラグア地震津波以来、環太平洋の国々で大きな津波が立て続けに起きています。1992年にはニカラグアとインドネシアのフローレス島の地震津波、1993年には北海道南西沖地震津波、1994年には東ジャワ津波、1996年にはインドネシアのイリアンジャヤ地震津波、そして1998年7月17日にパプアニューギニア国の北岸アイタペ付近で地震（M7.0）に伴う津波が起きました。

1998年7月17日のパプアニューギニアの津波では、最大被災地となったシッサノ湖周辺で住民2,000人あまりが死亡しました。シッサノ湖というのは、日本の北海道のサロマ湖のような海とつながった潟湖（ラグーン）です。外海とは天の橋立のような砂州で隔てられていて、湖口のところで300mほど砂州が切れて、湖と外海がつながっています。

この砂州の上にアロップ村とワラブ村という2つの村がありました。この両村には合計2,541人が住んでいましたが、そのうち57.4%にもあたる1,461人が津波のために亡くなりました。住民の過半数が一瞬のうちに亡くなるような自然災害は、火山の爆発と津波ぐらいなものでしょう。

われわれは、国際調査団を組織し津波が起きてから約2週間後に被災現地に入りました。調査団は津波によって海水がどれほどの高さまでのぼったのかを調べました。また津波に襲われ、かろうじて一命を取りと

めた人たちに地震と津波がどのようなであったかについてインタビュー調査をしました。

その結果、シッサノ湖の入り口では津波によって海水が標高15mの高さにまで上がったことが判りました（図）。砂州の上にあった住居は基礎すらも流され、人の住んでいた証拠はほとんど見えなくなってしまっただけでした。激しい海水の流れによって地面を覆っていた砂が運び去られ、あちこちでヤシの木の根が現れました（写真）。

シッサノ湖から約200km西のインドネシア領ジャヤプラの町に地震計が設置されています。その記録によると本震は18時49分に起き、その20分後にやや大きい余震が起きたことが判っています。インタビュー調査によると、多くの人が地震を3度感じています。2回目の揺れが最も大きく、この揺れで液化化や家屋の破損が起き、そのあとに感じられた3度目の地震の揺れの前後に、海水が引き始めそのあと海水が「壁をなして」海岸に襲ってきて、家も人もいっさいが流され湖に投げ込まれたと証言されています。

この津波の発生について、いくつかの謎が残りました。地震の規模（マグニチュード7.0）の割に津波が大きかったことが最大の謎です。マグニチュード7.0程度の地震では、ふつうそんなに大きな津波は起きません。また、「津波は3度目の揺れの前後に来た」という証言から、18時49分の本震が起きて海岸に津波が来るまでに20分以上の時間があつたことになりま。海溝の手前で起きた本震によって津波が引き起こされたとする、津波は本震のあと12分ぐらいで海岸に達するはずで。

このようなことから、今回の津波は、地震によって直接引き起こされたふつうの津波ではなく、地震によって引き起こされた海底地滑りによる津波ではないか、とも言われています。

（東京大学地震研究所 都司嘉宣）

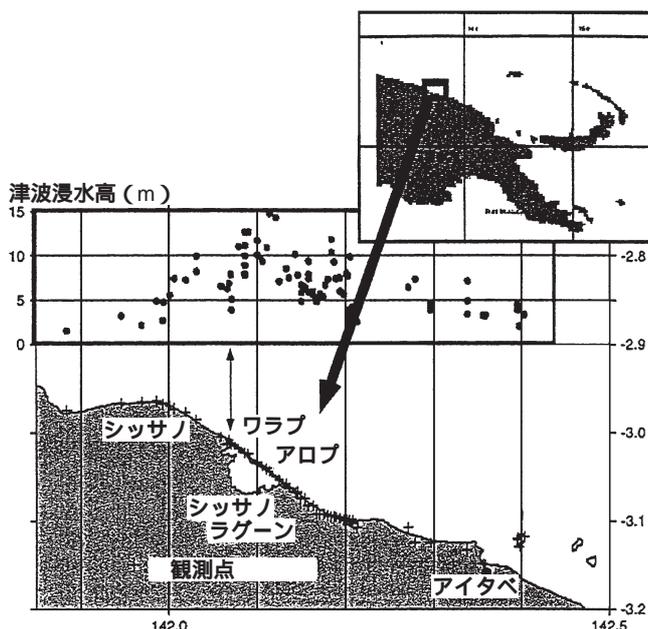


図 1998年パプアニューギニア国アイタペの地震津波の  
浸水高さ



写真 津波におそわれたワラブ村。木が倒され、倒れた高床住居を支える柱がわずかに集落があつたことを示しています。

## 気象庁の新しい津波予報

数値シミュレーションを応用した気象庁の新津波予報手法について、初めて一般に紹介されたのは、北海道南西沖地震（1993年7月12日M7.8）の津波の記憶も新しい1994年の地震学会秋季大会でした。これが気象庁の「新しい津波予報」が起こした、最初の胎動でした。それから約5年の準備期間を経て、今年（1999年）4月1日正午に「新しい津波予報」が生まれます。やっと21世紀に間に合ったと言うところですが、運用開始に先だって簡単にご紹介致します。

現在の津波予報は、昭和三陸津波などの過去発生した大きな地震と津波を統計して、一枚の図（津波予報図）にまとめたものを使用しています。この津波予報図を使用すると、統計に含まれている昭和三陸津波の震源に近い地震が発生した場合は、かなり確度の高い津波予報が可能です。しかし、例えば日本海で発生する津波などについては、この統計にあまり例が含まれていないため、正確さが不十分な場合があります。また津波予報は「津波予報区」と呼ばれる区切られた海岸線のセクションごとに発表されますが、例えば昭和三陸地震津波の被害域が大変

広がったことなどのために、東北地方太平洋沿岸の約500kmの長い海岸線が一つの予報区になっているなど、一部の津波予報区には防災対応上の不便があります。

しかし、一般の方々が最も期待することは、やってくる津波の高さや来襲時刻を、正確に予報することではないかと思います。そのためには、よく知られているように、地震断層によって盛り上がった海水が、津波となって広がってゆく様子を、数値シミュレーションを用いて正確に予測すれば良いのですが、北海道南西沖地震津波の様に3～5分で来襲してくる場合には、現代のスーパーコンピュータを束にして計算しても、津波に間に合わない可能性があります。津波予報は防災を目的にしていますから、迅速性が第一の必要条件になるわけです。

特に津波の数値シミュレーションは計算時間が必要なので、新しい津波予報では上記の方法とは若干異なり、どこで津波が発生しても即座に予測出来る様に、予め全ての計算を実行して用意しておく方法をとりました。日本近海で発生する津波から、チリ地震津波の様に太平洋の反対側からやって来る遠地津波までの、全てを想定しなければならぬため、数値シミュレーションの総回数は10万回にも達しました。つまり1枚の津波予報図から10万回の数値シミュレーションへ

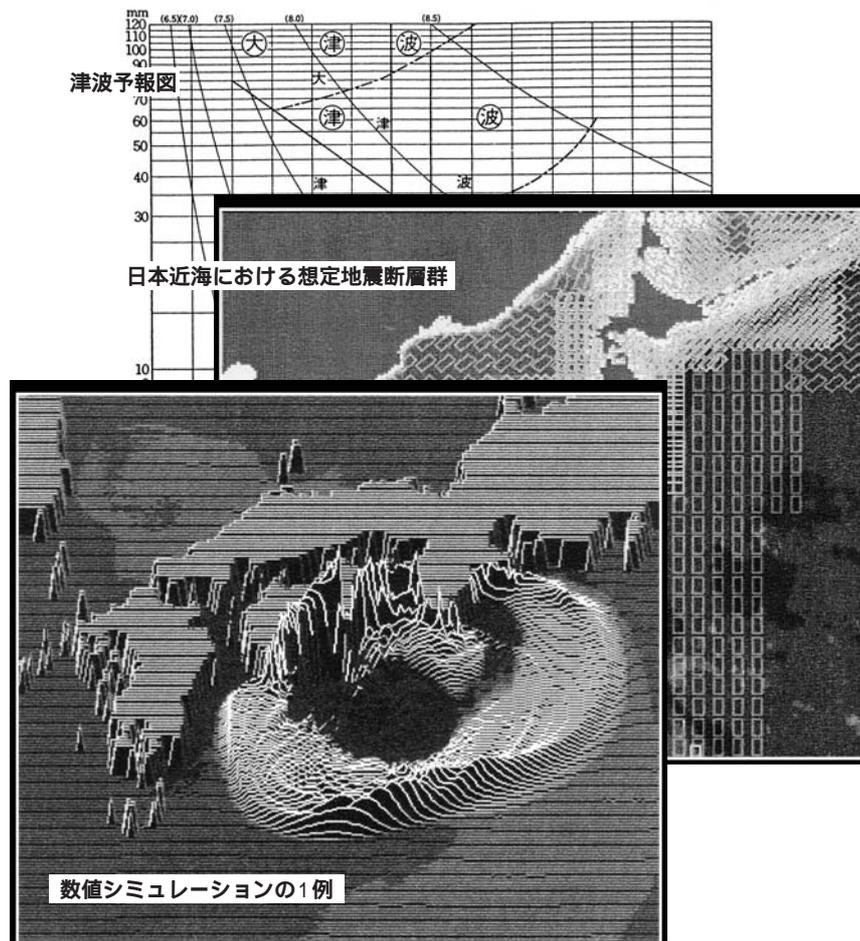


図 1 一枚の津波予報図から10万回の数値シミュレーションへ

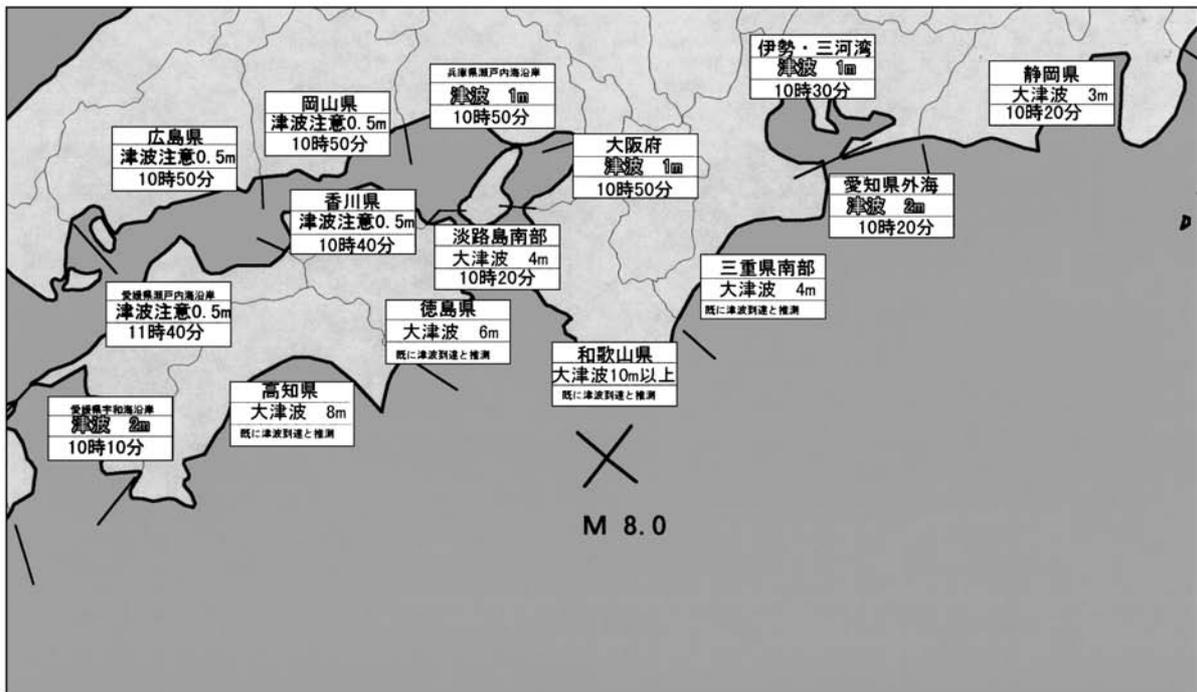


図 2 新しい津波予報のイメージ

というわけです（図1）。結果として予報精度が大きく向上し、津波予報区を18区から66区（ほぼ府県単位）へと改め、その予報区ごとに津波の来襲時刻や予想高さを、具体的に数値で発表することが可能となりました。

例として、南海地震津波（1946年12月21日M8.0）と同じ津波が発生した場合の「新しい津波予報」のイメージを図2に示します。一つの目安として、もしも海岸から避難する場合には、予想高さの2倍以上の高さの場所に避難すれば、危険率は1%未満にまで小さくなるはずです。

また、国土庁では津波浸水予測データベースの整備

を同時に進めています。これは気象庁の「新しい津波予測」で発表される津波の高さと対応させて、個々の海岸の詳細な浸水域が求められるものです。浸水予測域の例を図3に示します。これによって、津波が発生した場合の的確で素早い防災対応が可能となる予定です。また、地方公共団体からの提供希望にも、お応え出来る予定となっています。

しかし、「新しい津波予報」の運用開始後も、津波発生時には出来るだけ早く、また出来るだけ高所に避難して頂きたいことは、今後とも同様ですので、よろしくお願い致します。

（気象庁地震火山部地震津波監視課 舘畑秀衛）



図 3 津波浸水予測図例



## 野島断層保存館のご紹介

淡路島の北西縁を限る野島断層は兵庫県南部地震の発生前から知られていた活断層です。1995（平成7）年1月17日、明石海峡の地下約17kmを震源とする地震時には、これに沿って明瞭な地震断層が出現しました。この断層は北淡町の北端に近い江崎灯台の階段から、小倉・富島へと連なり、総延長は約10kmありました。最大の食い違いは中央部の平林で認められ、東上がり約1.3m、右横ずれ約2mを示しました。断層の位置やずれ方は過去に指摘されていた通りでした。

北淡町の中心は富島ですが、この北東約1kmに小倉地区があります。ここは大阪層群からなる丘陵が地震の5年ほど前に造成された場所です。ここに現れた断層は落差0.5m、右ずれ1m程度で平林に比べてずれの量は少し小さいですが、平坦な地表に現れたためきわめて鮮明なものです。

この断層を140mに渡ってすっぽり覆った野島断層保存館が平成10年4月に開館しました（写真1）。館内は巡回しながら断層線の変化の様子や断層崖の形態を見学できます。断層線が2重になったり、亀裂帯となったりした場所もあります。さらに、断層線が雁行状に配列し、その移行部には落ち込みが見られます。右横ずれの明瞭な畦も数ヶ所にあります（写真2）。



写真1 北淡町震災記念公園：野島断層保存館入り口付近



写真2 館内の地震断層崖と右横ずれ



写真3 館南端のトレンチ北側面と地震断層崖

南端にはトレンチ（溝）が掘られて、両側面だけでなく、底面でも断層の平面形を観察できるように工夫されています（写真3）。入り口や通路では、世界や日本の主要活断層の写真を展示し、簡単な解説を行っています。この付近の野島断層は文化庁により天然記念物の指定を受けました。

館の南側には断層の真上に邸宅があり、ここの塀は横ずれしたり、前庭には段差が生じたりしました。ここは地震断層と建造物の関係を象徴する対象として、地学や工学の専門家にとどまらず、一般の人にも有名になっています。平成11年4月からはここも取り込み、その内外から地震直後の被害や地変の様子を見学できるようになる予定です。また、西側の築山から塀や庭のずれも展望できます。

北淡町は兵庫県の支援を得て、この一体を「震災記念公園（フェニックスパーク）」として整備し、レストランや物産館、駐車場（無料）も建設してきました。活断層（地震断層）や地震を学習する場としても適切であり、交通手段も下記のように便利になりました。地震断層や活断層の保存館は日本ですでに数ヶ所ありますが、なんとと言っても、ここの特長は建物の規模が大きく、いろいろな地震断層の様子や断面を巡回して見学できることです。恐らく断層を覆った建物としては世界一でしょう。開館以来人気をよび、1日平均1万人もの訪問者があるとのこと。展示も少しずつ変えて、改善に努めていますので、地学教育や防災普及のためにも皆さんの訪問や再訪を期待しています。

開館時間：午前9時～午後5時。入館料：大人・大学生500円、中学・高校生300円、小学生250円、小学生未満無料。休館日：毎週水曜日。場所～問合せ先：北淡町震災記念公園（〒656-1736 兵庫県津名郡北淡町小倉177）、Tel：0799-82-3020、Fax：0799-82-3027。交通（行き方）：自動車・・・明石海峡大橋を経て、神戸鳴門自動車道を北淡ICで下車し北上。船・・・明石港 富島港、徒歩20分、または明石港 岩屋港、西浦行バス野島断層保存館前下車。

（京都大学理学研究科 岡田篤正）



## どう伝える、どう伝わる地震の情報 なみふるメーリングリストの議論から

地震に関するさまざまな話題が飛び交う「なみふるメーリングリスト (nfml)」では、昨年12月から今年1月にかけては、いろいろな意味で情報のあり方をめぐる話題が豊富でした。そのうちのいくつかを紹介します。

### 【学会発表と報道】

年に2回の学会発表の際に、さまざまな研究成果がニュースとして伝えられるなど、社会の関心が高いのが地震学会です。学会として積極的に、個々の研究の中からメディア向けに紹介するなどの広報をおこなっているのでは、との研究者の提案から議論がスタートしました。

そこでは、学会発表前に誰がどう内容を評価するか、学会発表には査読がないことの限界、学会誌「地震」についての積極的な広報の必要性、事前説明と報道解禁の問題、自由な取材と報道側の責任、マスコミの過剰な特ダネ指向、取材する側の論理と取材される側の論理などの論点が示されました。毎回の記者懇談会では時間が足りなくて終わる議論が、ml上でさらに展開される形になりました。

### 【デマ情報】

兵庫県南部地震の後の余震情報の話から、地震の情報が正確に伝わらないことに話が続き、さらには昨年に長野や仙台で中高生を中心に「大きな地震が来る」とのデマが流れていたことが紹介されました。いずれも、最大震度が4の地震が発生した直後から広まったようで、研究機関や気象台などに問い合わせが相次ぎ、長野のケースでは気象台から教育委員会への申し入れが、仙台ではやはり気象台が地元メディアに協力を依頼して、デマ情報の打ち消しに努めたとのこと。単なる口コミだけでなく、携帯電話、PHS、電子メールで情報が広まったようだとの報告もありました。

## 広報紙「なみふる」配布のご案内

現在、広報紙「なみふる」は省庁・地方自治体・マスコミ・博物館・学校等に進呈しています。個人配布をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、郵送料600円(1年6回分)を郵便振替で振替口座 00120-0-11918「日本地震学会」にお振り込み下さい(通信欄に「広報紙希望」とご記入下さい)。なお、広報紙「なみふる」は日本地震学会ホームページ (<http://www.soc.nacsis.ac.jp/ssj/>)でもご覧になれます。

日本地震学会広報紙「なみふる」 第12号 1999年3月1日発行

発行者 日本地震学会/東京都文京区弥生1-1-1 (〒113-0032) 東京大学地震研究所内  
電話 03-3813-7421 FAX 03-5684-2549 (執務日: 月, 火, 水, 金)

編集者 広報委員会/

菊地正幸(委員長), 河原 純(編集長), 石橋克彦, 片尾 浩, 岸尾政弘, 久家慶子, 桑原央治, 小泉尚嗣, 綿織一起, 武村雅之, 林 衛, 森田裕一, 山中佳子

E-mail zisin-koho@eri.u-tokyo.ac.jp

印刷 創文印刷工業(株)

### 【nfmlの今後】

情報と言えば、地震学会員と社会との貴重な情報交換の場として育ってきたこのなみふるmlの今後を巡っても議論が沸騰しました。当初の予定通り、今年3月にこのmlを更新するかどうかを決めるための意見を広報委員会が求めたところ、電子ネットワークでの発言のエチケット「ネチケット」が守られていないとの指摘や、ボランティア運営の負担の問題、学会がmlを運営することのメリット・デメリットなどのやりとりが行われました。これらのやりとりも踏まえ、広報委員会からは、来年度以降もこのmlを継続する方向で、新たにmlの世話人の配置や参加規定の改善策などを検討していくことが報告されました。nfmlの実験的な試みはまだ続きます。

(時事通信社神戸総局 中川和之)

なみふるメーリングリストは管理の都合上、3月末日で一旦停止します。再開する際にはまたお知らせいたします。

## お知らせ

1999年度分の郵送料は3月31日までに

「なみふる」を個人配布で読まれている方は、1999年度分の郵送料600円(年6回分)を1999年3月31日までに日本地震学会宛てに郵便振替でお振り込みください(振替口座は以下の「「なみふる」配布のご案内」をご参照ください)。通信欄には必ず「99年度広報紙希望」とご記入ください。3月31日を過ぎてご入金されますと、「なみふる」1999年度分の発送が遅れる場合があります。ご注意ください。なお、「なみふる」1999年度分は、1999年5月1日発行の第13号(次号)からとなります。