

「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.....

先例から読み解く巨大地震の「その後」

04.....

堆積物で解明 大津波の歴史

06.....

第12回 地震火山子どもサマースクール  
「磐梯山のお宝さがし」

会津・磐梯山の宝はジオで山盛り

08.....

一般公開セミナーが開催されました

第31回記者懇談会が開催されました



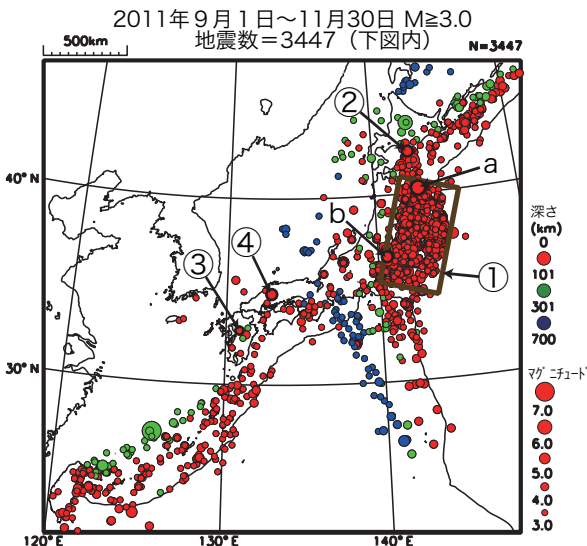
1888年の磐梯山の噴火でできた裏磐梯の銅沼（あかぬま）で、山体崩壊の地形を観察する地震火山子どもサマースクールの参加者たち。詳しくは6-7ページの記事をご覧ください。



## 2011年9月～11月 おもな地震活動

2011年9月～11月に震度4以上を観測した地震は26回でした。図の範囲の中でマグニチュード(M)5.0以上の地震は41回発生しました。

東北地方太平洋沖地震の余震活動及び余震域外で「震度5強以上」、「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(①②の被害は総務省消防庁による)。



※「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。

①「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震活動

余震域(図中の矩形内)では、M5.0以上の地震が26回、M6.0以上の地震が4回発生しました。最大は9月17日に岩手県沖で発生したM6.6の地震(震度4、図中a)でした。震度5弱以上を観測した地震は3回発生しました。被害が発生した地震は以下のとおりです。

▶11/20 10:23 茨城県北部  
M5.3(震度5強、図中b):負傷者1人

②日高地方中部

9/7 22:29 深さ10km M5.1 震度5強  
地殻内で発生した地震で、北海道で最大震度5強を観測し、住家一部破損1棟の被害が生じました。

③熊本県熊本地方

10/5 23:33 深さ10km M4.5 震度5強  
地殻内で発生した地震で、熊本県で最大震度5強を観測し、住家一部破損10棟の被害が生じました(被害は熊本県による)。

④広島県北部

11/21 19:16 深さ12km M5.4 震度5弱  
地殻内で発生した地震で、広島県で最大震度5弱を観測し、負傷者2人などの被害が生じました(被害は広島県による)。

世界の地震

M7.5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、震源要素は米国地質調査所(USGS)、津波の高さは米国海洋大気局(NOAA)による、Mwは気象庁CMT 解によるモーメントマグニチュード、被害は米国地質調査所による(12月8日現在))。

●インド、シッキム州

9/18 21:40 深さ50km Mw6.9  
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付近で発生した地震で、インドおよび周辺の国では死者111人以上、建物被害1万棟以上の被害が生じました。

●ケルマデック諸島

10/22 02:57 深さ33km M7.7  
太平洋プレート内で発生した地震で、ケルマデック諸島では17cmの津波が観測されました。

●トルコ

10/23 19:41 深さ16km Mw7.2  
アラビアプレートとユーラシアプレートの境界付近で発生した地震で、現地では死者604人以上、負傷者2,608人以上、建物被害多数などの被害が生じました。

気象庁地震津波監視課 近藤さや

# 先例から読み解く

## はじめに

今年（2011年）3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、米国地質調査所によれば、1900年以降発生した世界の地震の中では、4番目の大きさ（マグニチュードM9.0）です。その日以降、この地震の震源域では地震活動が活発化しています。地震活動は震源域内にとどまらず、その周辺でもおこり、さらには震源域から遠く離れた地域でも活性化しています。本稿では、東北地方太平洋沖地震後の活動の推移の参考にもなるように、最近発生した二つの巨大地震、すなわち、2004年スマトラ地震（M9.1で世界第3位）と2010年チリ地震（M8.8で世界第6位）につ

いて、余震活動と本震前後の地震活動の変化をみてみます。なお、この3つの地震はいずれもプレート境界で発生したプレートの沈み込みによって発生する逆断層型地震です。

## 2004年スマトラ地震（M9.1）

2004年12月26日に発生したこの地震は、インドネシアのスマトラ島北部西方沖で開始した破壊が北北西方向に伝播し、1,200km離れたアングマン諸島北部にまで達しました（図1b）。余震は本震の地震断層上で発生しますので、余震が起こっている場所から本震の断層面がほぼ推定されます。特に、本震直後1日（24時間以内）の余震発生域は、本

震の震源域を表すとしてよく使われています。なお、本震の位置は破壊開始点を表しています。

余震域の倍程度の長さの領域の地震活動をみてみましょう。震源のデータは国際地震センター（ISC）です。図1aは地震前4年間（2000年12月26日-2004年12月25日）の震源分布です。スンダ海溝の東側でポツポツと地震が発生しています。本震と24時間以内に発生した地震は図1bに示します。ほぼすべての地震が余震です。一方、図1dは本震発生後4年間（2004年12月26日-2008年12月25日）の震源分布図です。本震直後の余震域で非常に多くの地震が起こっています。

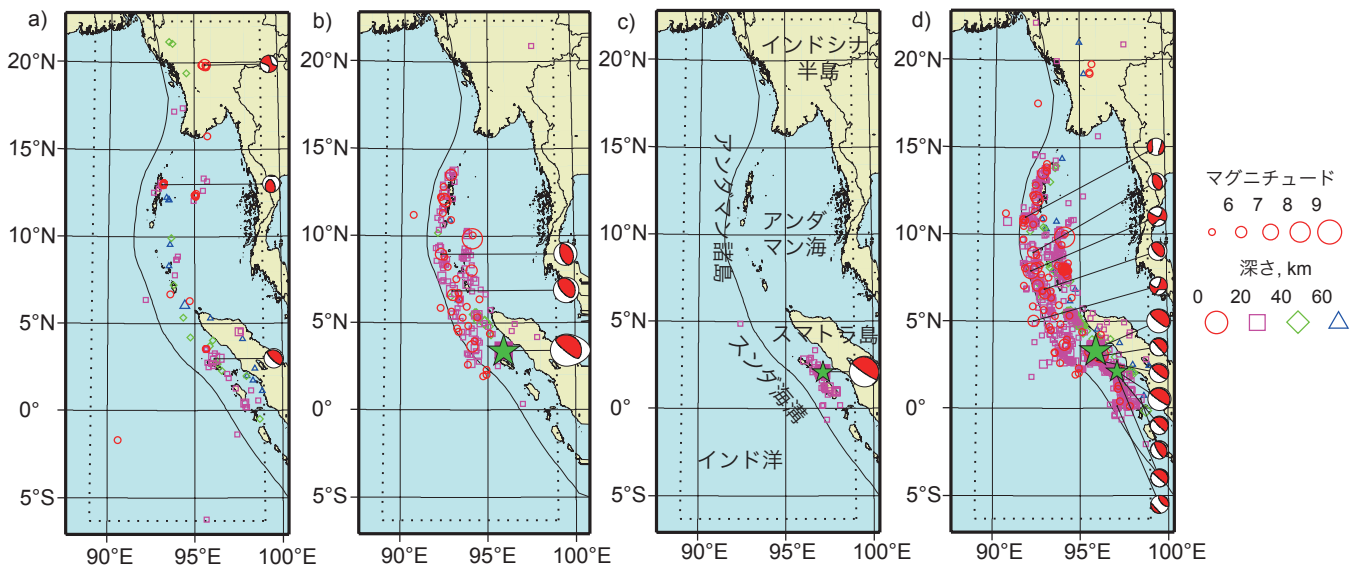


図1 2004年スマトラ地震発生域周辺の地震活動（ $M \geq 5.0$ ）の推移。点線はデータの範囲。大小の☆印は本震と最大誘発地震。 $M \geq 6.5$ 地震についてはメカニズムも示す。a) 本震発生前4年間、b) 本震発生後24時間、c) 最大誘発地震発生後24時間、d) 本震発生後4年間。

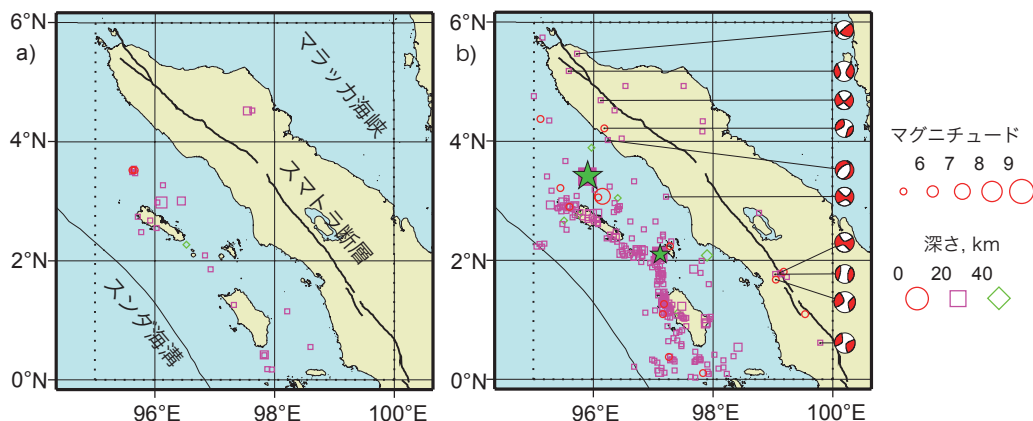


図2 スマトラ島北西部周辺の地震活動（ $M \geq 5.0$ 、深さ40km以浅の地震）。点線がデータの範囲。大小の☆印は本震と最大誘発地震。スマトラ島内の $M \geq 6.0$ 地震についてはメカニズムも示す。a) 本震発生前4年間、b) 本震発生後4年間。

# 巨大地震の「その後」

さらに、本震の南東側でも地震が多発しています。実は、これらは本震の3か月後の2005年3月28日に発生した最大余震とその余震です。この最大余震のマグニチュードは8.6で、世界第9位の大きさです。そこで、この地震と24時間以内に発生した地震を図1cに示しました。この地震の余震域は、本震の余震域とは重なっていませんので、本当は、これは余震というよりは独立した地震というべきです。しかし、本震に誘発されたことは間違いありません。

図1aと図1dを比べると、余震域以外で地震活動が活発になった場所がわかります。スマトラ島です。図2にスマトラ島北西部の地震活動を本震の前後に分けて示します。本震前にはM $\geq$ 5.0の地震は4年間で島内では2個だったのが、本震後は20個近く起こっています。以前は一つもなかったM6.0以上の地震も10個発生しています。そのほとんどがスマトラ断層上で発生した横ずれ断層型の地殻内部で発生した浅い地震です。

図3に図2に示した地震の時間変化をみます。横軸の中心が本震発生日です。本震直後と最大余震直後にスマトラ島で地震が誘発されていることがよくわかります。また、本震の4年後にも引き続き地震は発生しています。

## 2010年チリ地震 (M8.8)

2010年2月27日に発生したチリ地震について、地震前後1年半間の地震活動を比べてみます。米国地質調査所のデータを用いました。ただし、2010年2月以降の値は速報値です。震源の深さは正しく決まっていないことに注意する必要があります。図4aは地震前1年半間(2008年8月27日-2010年2月26日)の震源分布です。本震と24時間以内に発生した地震は図4bに示します。ほぼすべての地震が余震です。一方、図4cは本震発生後1年半間(2010年2月27日-2011年8月26日)の震源分布図です。本震直後の余震域で非常に多くの地震が起こっています。2004年スマトラ地震のように周辺域で地震活動が活発化したようには見えません。但し、深さの精度がありませんので、海岸付近で浅い地震が活発になった可能性は否定できません。

なお、最大余震は、本震の1時間半後に海溝の西側のプレート内部で発生したM7.4の正断層型地震です。東北地方太平洋沖地震の際にも、同様の地震(M7.6)が本震の39分後に起こりました。しかし、スマトラ地震の場合は、このタイプの大地震は起こっていません。

## おわりに

二つの巨大地震の余震活動をみましました。いずれの地震でも、本震の震源域では長期間余震が続いています。しかし、周辺地域での誘発地震(広義の余震)活動には、違いがあることがわかりました。東北地方太平洋沖地震の場合は、スマトラ地震と同じように、周辺域での地震活動も活発になっています。引き続き、大きな余震や誘発地震の発生に十分注意する必要があります。

独立行政法人 建築研究所  
古川信雄

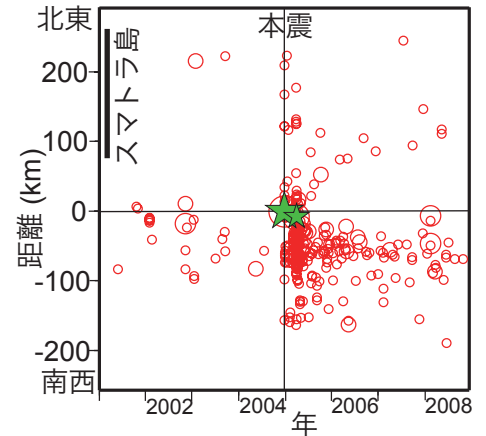


図3 スマトラ島北西部周辺の地震活動 (M $\geq$ 5.0、深さ40km以浅の地震)の時間変化。大小の☆印は本震と最大誘発地震。縦軸は本震から北東方向への距離。

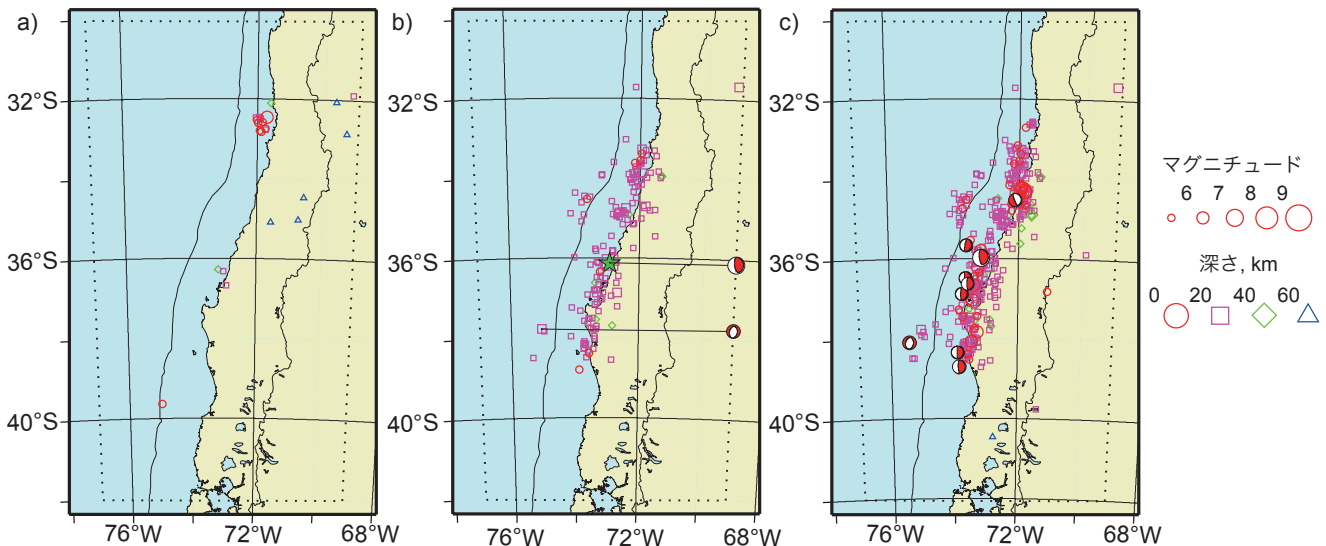


図4 2010年チリ地震発生域周辺の地震活動 (M $\geq$ 5.0) の推移。☆印は本震。M $\geq$ 6.5地震についてはメカニズムも示す。  
a) 本震発生前1年半間、b) 本震発生後24時間、c) 本震発生後1年半間。

# 堆積物で解明

## 想定可能であった東北地方太平洋沖地震の津波

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、よく想定外の規模と言われます。たしかにマグニチュード9.0という国内観測史上最大の地震の規模は誰も予測できませんでした。しかし津波に限って言えば、歴史上の巨大津波との類似性からみて、けして想定外ではなかったことがわかります。特に869年貞観地震は、1990年代以降に進められた津波堆積物の研究により、仙台・石巻平野での津波浸水範囲が解明され、それを今回の津波の浸水範囲と比べると、驚くほどよく一致しています(図1)。つまり貞観地震の再来を想定していれば、少なくとも宮城県や福島県沿岸での津波浸水規模は予測可能であったと言えます。

## 地形・地質の調査で過去最大級をつきとめる

超巨大地震は再来間隔が数百年以上ととても長いため、わずか百数十年程度の器械観測に基づいた研究手法では想定が難しいのが現状です。しかし地形・地質学的手法を用いて過去数千年まで遡っていくことで、これまで知られていなかった超巨大地震の存在をつきとめられます。たとえば津波堆積物は、津波によって海から運ばれた土砂が地層となったものですので、その分布と年代を明らかにすれば、過去にいつ、どれくらいの浸水規模の津波が襲来したのか、またそのくり返し間隔はどれくらいかがわかります。中央防災会議の専門調査会も「歴史記録や津波堆積物、海岸地形に基づいてできるだけ過去に遡って最大級の地震を想定すべき」という趣旨の提言を2011年9月にまとめています。

## 津波堆積物調査にかけられた期待

これに従い、関係自治体などでも津波堆積物調査の重要性が取り上げられるようになり、新たな被害想定のための調査計画の動きが活発化しています。しかし、津波堆積物を調



図1 仙台平野中北部における869年貞観地震と2011年東北地方太平洋沖地震との津波浸水域の比較。

べればすぐに何でも分かるかのような、過度な期待をかけている傾向も一部で見られます。津波堆積物はどこにでもあるわけではありませんし、仮に津波堆積物を発見したとしても、そこから知り得る過去の情報には限界があることも認識する必要があります。そこで津波堆積物調査・研究での注意点について、以下にいくつか紹介したいと思います。

## 「ない」ことの証明は難しい

津波堆積物は基本的には掘削調査をして観察します(写真1)。露頭に巡り会えることはめったにありません。したがって掘削場所の選定がとても重要になります。やみくもに掘ってはもろちんだめですが、慎重に決めた掘削場所でも津波堆積物が見つからないことはよくあります。そして何も見つからなかったとき、限られた掘削データだけでその地域に津波が来なかったと結論づけるの

はとても危険です。面的に広く、かつ高密度で調査しない限りは「ない」ことを証明できませんし、津波が来ても堆積物が残らなかった可能性も十分にあります。ですから調査には長い時間を要しますし、1年や2年程度ですぐに成果は出にくいのです。



写真1 ハンディジオスライサーを用いた掘削調査の様子

# 大津波の歴史

## 津波の痕跡かどうかの判断は慎重に

掘削調査をして、何らかのイベントを示す堆積物が見つかったとき、それを見てすぐに津波起源と決めることもできません。残念ながら津波堆積物には「これさえあれば津波！」と判断できるような固有の特徴は今のところ見つかっていません。そのため、まず洪水や高潮などあらゆる可能性を考慮し、地層の顔つきや重なり方、地形的な位置などから消去法的に1つ1つの可能性を消していき、最終的に津波の可能性を示すことができるのです(図2)。

## 堆積物の厚さが規模を示すとは限らない

津波堆積物のデータを被害想定に活かすには、そこから浸水規模や波源を推定する必要がありますが、たとえば1地点での掘削で複数回の津波堆積物が見つかった場合、その層厚だけで津波の規模の大小を決めるのは危険です。厚さが津波そのものの規模を反映するとは限りません。同じ津波の規模でも堆積当時の海岸線の位置が近ければ相対的に厚く、遠ければ薄くなる傾向があります(図3)。また堆積物の供給源の環境も常に一定とは限りません。したがって周囲の地形発達や環境変化を考慮しながら、津波堆積物の面的な広がりを明らかにすることが重要で

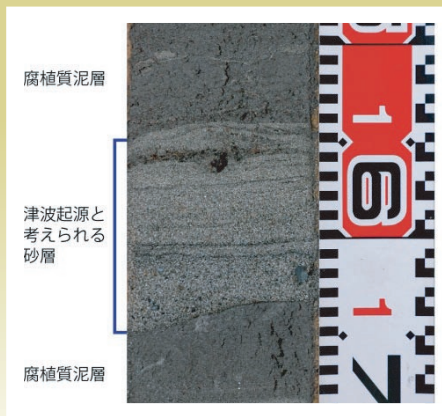


図2 津波起源と考えられる堆積物の例(宮城県山元町で採取)。通常は泥がゆっくりたまる穏やかな環境に砂の層があるということは、何か突発的な水の流れが生じたことを示している。砂層には海成生物化石が含まれることから海から運ばれたことがわかり、また掘削地点の海岸線からの距離や古記録を考慮すると津波起源である可能性が最も高くなる。

す。堆積物から津波の高さ(地面からの浸水の深さ)を直接見積もることはできませんが、平面的な遡上距離(少なくとも堆積物が運ばれた距離)はわかりますので、そこから規模の推定が可能となるのです。

## 津波堆積物だけでなく様々な痕跡調査から総合的に評価

複数回の津波による堆積物が見つかって、すべてが同じ波源からもたらされたものとは限りません。遠地津波の可能性も否定できないのです。津波の波源と同じ断層運動で生じた地殻変動などの証拠も同時に見つけることで、くり返された同じタイプの地震・津波であることの説得力が増します。つまり過去の事象を解明するには、津波堆積物だけ調べれば良いのではなく、歴史時代であれば古記録を注意深く読み解くこ

と、また地盤の上下動を示す海岸段丘や生物遺骸、揺れを示す液状化痕跡やタービダイト(海底地すべり起源の堆積物)など、あらゆる痕跡を様々な手法で検出し、それらの情報を総動員して検証することが重要なのです。

## おわりに

これから起こることを予測することは難しいですが、過去に起きた事象であれば、少しずつでも知ることは可能です。過去数千年まで遡って、最大規模の地震・津波はどれくらいなのかを評価していくことで「想定外」を減らしていくことができると思います。そのためには慎重で、かつ地道な調査の継続が必要なのです。

産業技術総合研究所  
活断層・地震研究センター  
宍倉正展

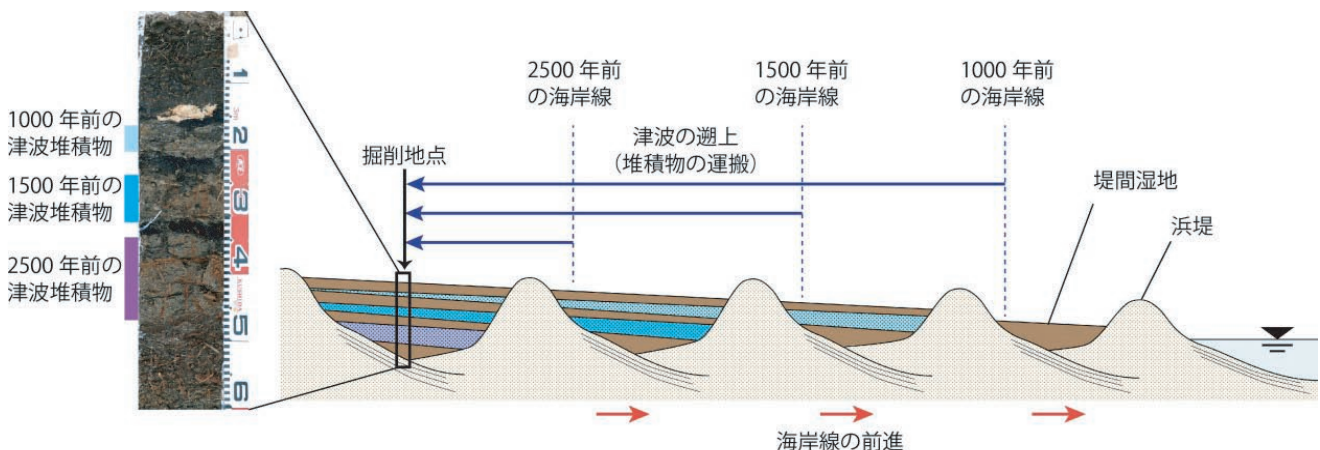


図3 海岸線の前進による津波の遡上距離と津波堆積物の層厚との関係を示す模式図。仙台・石巻平野などは浜堤列平野と呼ばれ、海岸線が徐々に前進しながら平野が形成されている。掘削地点から見て、古い津波堆積物ほど近くから運ばれ、厚くたまっている。

## 第12回 地震火山子どもサマースクール「磐梯山のお宝さがし」

# 会津・磐梯山の宝はジオで山盛り

日本地震学会、日本火山学会が1999年から開始した地震火山子どもサマースクール。今年から日本地質学会も参加し磐梯山を舞台に8月6日、7日の両日、福島県の猪苗代町、北塩原村で開催されました。小学生から高校生までの21名が参加し、福島県立博物館の専門学芸員の竹谷陽二郎実行委員長のもとで、「磐梯山のお宝さがし」にトライしました。

猪苗代町役場に集合した参加者は、5つのグループに分かれ、初めての友達と顔を合せました。最初のテーマは「役場の3階から見える磐梯山の風景」。そこで気づいたことや不思議に感じたことをグループで話し合いました。その結果を各代表

が発表し、よい発表やおもしろい発表には竹谷委員長らからカードが渡されました（写真1）。

### 磐梯山は岩なだれの山

最初のフィールドである猪苗代リゾートスキー場のゲレンデへ向かいました。2番目のテーマは、「ゲレンデから南の方向に、磐梯山がくずれたものがかくれている所を探す」。このゲレンデからは、約4万年前の翁島岩なだれ(岩屑なだれ)による流れ山地形を見ることができます（写真2）。チームごとに考えて発表し、ここでもカードが渡されました。

午後の最初は、秋田大学の林さんによる溶けた溶岩実験の観察です。磐梯山がマグマでできていることを感じ取る実験で、子供たちは真剣に見入っていました。

### 火山を作る実験は楽しい

成層火山を作る実験を全員で行いました。指導者は神戸高校の生徒さんです。各グループで実際に実験を始めましたが、なかなかユニークな火山ができていきます（写真3）。火山研究者からは成層火山でも様々なできかたがあり、おもしろいという評価で、カードがどんどん渡されていきます。次に、北大名誉教授の宇井さんの山のくずれについての解説です。ココアを使った火山のくずれ実験では、そのリアルさに火山研究者も大感激（写真4）。多くのカードが子供たちの手に渡りました。次に岩なだれレンジャーの登場です。これは直径30cm長さ2mほどの透明のビニール袋に様々な大きさの発泡スチロール材を入れたものを使って、目の前に流れてくる様子を見せるもので、都立三田高校の内記さんが持参しました（写真5）。最初に作った成層火山を太いストローでボーリング調査をし、ナイフでカットして内部構造を観察し午後の部を終了しました。



写真1 よい発表やおもしろい発表に渡されるカード。



写真2 翁島（おきなじま）岩なだれの証拠を風景から探します。



写真3 歯医者さんが歯型取りに使う印象材で成層火山の模型を作りました。



写真4 岩なだれを模擬した岩なだレンジャーの迫力に圧倒されました。



写真5 ココアの山が崩れると、山体崩壊の地形のようになりました。

## 東北地方太平洋沖地震

夕食後、東北大学の松澤さんによる「東北地方太平洋沖地震」のお話を聞きました。その後、「火山の部屋」「地震の部屋」「日本ジオパークの部屋」「磐梯山をジオパークにする部屋」「磐梯山の歴史の部屋」の5つに分かれ、各グループから参加し話を聞きました。終了後、それぞれが聞いてきたことを部屋で報告しました。写真6は、「日本ジオパークの部屋」で室戸ジオパークの隆起パフォーマンスを学んできたことを紹介している様子です。一日目はこれで終了。

## 1888年の噴火も岩なだれ

二日目は、磐梯山の北側にある裏磐梯スキー場へ。気象庁の観測機器について、仙台管区気象台の中村さんが解説をしました。ゲレンデの西側にはどうして崖があるのか、元火山学会長の宇井さんから話を聞きました。リフト終点では、1888年の岩なだれで作られた地形を眺め、茨城大学の藤縄さんが解説しました。その後、磐梯山の火口を望む銅(あか)沼へ移動し、火山の内部構造を観察しました(巻頭写真)。昨日観察した翁島岩なだれと同じ現象が1888年にも北側で発生していたことを竹谷さんが解説し、山を降りました。

最後は、15時から5つのグループが、「磐梯山の現在・過去・未来」「磐梯山のすごいところ」「これから磐梯山とどうつきあうか」「磐梯山のお宝は」というテーマから3つを選び発表しました。地元の子供たちは、一泊二日の間に磐梯山をよく理解し、この火山と楽しく付き合っていくと目を輝かせていました。磐

梯山のほんとうの宝は、この山を愛する地元の子供たち自身だったのです。

サマースクールから2週間後、日本ジオパークの現地審査の際に、スクールに参加した子供たちが審査員の前で「バンダイサン岩なだれ」のポーズを決めてくれました(写真7)。9月5日、磐梯山は日本ジオパークに認定されました。子供たちのこの活力が磐梯山の火山理解の増進となり、ジオパークを発展させる源となるのでしょうか。

2012年の地震火山こどもサマースクールは、8月18日、19日に新潟県の糸魚川ジオパークで開催されます。

磐梯山噴火記念館 佐藤 公



写真6 室戸ジオパークで考えられた「隆起のポーズ」をチームのみんなでやってみました。



写真7 日本ジオパークの現地審査では、サマースクール参加者が考案した「バンダイサン岩なだれ」のポーズも披露されました。

## 一般公開セミナーが開催されました

日本地震学会は今年も秋季大会にあわせて10月15日に一般公開セミナーを開催しました。学会会場と同じ静岡県コンベンションアーツセンター・グランシップで行い、300名を超える多くの参加者がありました。

1人目の講演は東京大学総合防災情報研究センターの古村孝志教授が「東日本大震災から考える、東海地震への備え」というタイトルで行いました。東日本大震災を引き起こした地震がいかに巨大で想像を超えた

ものであったのかを最新の解析結果にもとづいて解説し、その結果が東海地震対策の見直しにどのように影響してくるのかについて触れました。

2人目の講演は(株)小堀鐸二研究所・副所長で静岡大学防災総合センター客員教授も勤める武村雅之氏が「災害史に学ぶ：東日本大震災と関東大震災」というタイトルで行いました。この講演では現状では地震学に頼りきった地震防災は不可能なこと、それを補う意味で過去の災害現場から学びいかに多くの教訓があることが強調されました。

今年の一般公開セミナーは静岡県および静岡大学との共催で実施しました。地元機関との連携によって開催の周知などを円滑に進めることができました。両機関の関係者に深く感謝します。



日本地震学会大会・企画委員  
(静岡大会担当)  
関西大学社会安全学部 林能成

## 第31回記者懇談会が開催されました

日本地震学会秋季大会初日の10月12日、グランシップにおいて第31回記者懇談会が行われました。参加者は、マスコミ関係者26名を含む計40名でした。東海地震発生への関心が高い静岡県で16年ぶりに開催され、3月11日に東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）が発生したこともあり、多数のマスコミ関係者が集まりました。

はじめに、平原会長から10月15日の特別シンポジウム「地震学の今を問う-東北地方太平洋沖地震の発生を受けて-」の紹介がありました。今後、地震学会員がどのような

方向性で研究を進め、どのように社会と関わっていけば良いのか、その議論を始めるきっかけとしたい、との開催趣旨を述べました。また、2011年度の地震学会の活動内容について平原会長・他から紹介がありました。

続いて、東北大学大学院理学研究科の松澤暢教授を講師に迎え、「2011年東北地方太平洋地震-M9の地震発生の可能性を何故予見できなかったのか」と題した講演を行いました。データを解釈する際どこで判断を間違えたのか、定説・思い込みについての解説とともに興味深い分析が示されました。講演後、記者の皆さんから多数の質問が出され、質疑応答が交わされました。

記者懇談会でいただいた質問や意見、特別シンポジウムで議論された今後の方向性等を今後の地震学会の活動にどう活かしていくのか、地震学会員一人一人が考えていく必要があります。地震・津波災害に強い日本社会を実現し、明日の地震学を魅力あるものとするために。

日本地震学会広報委員長 亀 伸樹



## 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、3カ月に1回（年間4号）発行しております。「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る、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	600円
非会員	800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。

日本地震学会広報紙「なみふる」第88号  
2012年1月1日発行  
定価150円（郵送料別）

発行者 公益社団法人 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.zisin.jp/>  
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、上野 寛、川方 裕則  
小泉 尚嗣、武村 雅之、田所 敬一  
田中 聡、西田 究、古村 孝志  
松島 信一、松原 誠、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。

