

なみふる

- ・ 2001年東海異常地殻変動とは何か
- ・ 気象庁における火山防災業務体制の強化について
- ・ 絵図から情報を汲む 第5回 象潟地震
- ・ 続・揺れのお話 第6回 関東地震はどこ地震？



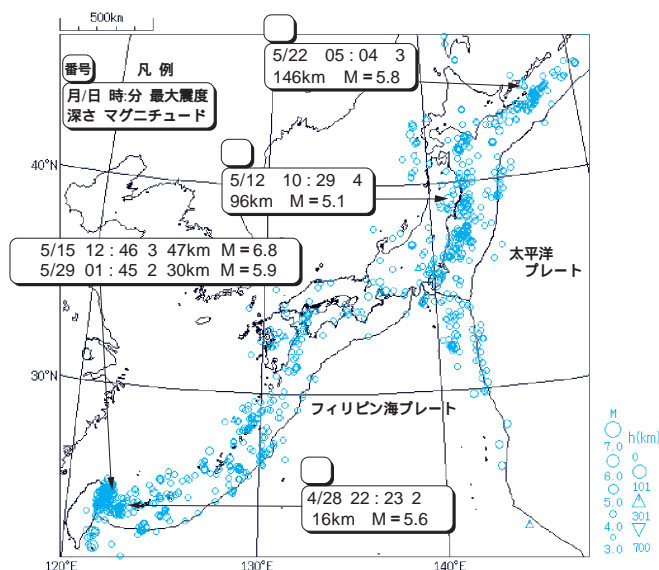
牧野永昌作「紙本着色 象潟図右隻」(象潟郷土資料館蔵、秋田県重要文化財)象潟地震によって失われた江戸時代の名所象潟の光景を描いた絵図。手前側に日本海が、奥に鳥海山が見える。(詳しくはp.6「絵図から情報を汲む」の記事をご覧ください)

2002年4月～2002年5月のおもな地震活動

2002年4月～2002年5月震度4以上が観測された地震は6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、1013回発生し、このうちM5.0以上の地震は10回でした。

与那国島近海
 沖縄県与那国島、西表島で震度2を観測したほか石垣島、竹富島、黒島、波照間島で震度1を観測しました。この地震は、2000年12月18日の与那国島近海の地震

2002年4月1日～2002年5月31日 M 3.0 地震数=1013



(M7.3)の余震と考えられます。

岩手県内陸南部
 岩手県室根村で震度4を観測したほか、東北地方及び北海道、茨城県の一部で震度1～3を観測しました。この地震は沈み込む太平洋プレートの二重地震面の上面付近で発生した地震です。

台湾付近
 沖縄県与那国島で震度3を観測したほか、西表島、波照間島、竹富島で震度2、石垣島及び黒島で震度1を観測しました。この地震で台湾では負傷者1名、建物破損等の被害が発生しました(被害の状況は米国地質調査所によるものです)

国後島付近
 北海道別海町で震度3を観測したほか、北海道、青森県、岩手県及び宮城県の一部で震度1～2を観測しました。

台湾付近
 沖縄県与那国島で震度2を観測したほか、西表島、波照間島、竹富島、石垣島及び黒島で震度1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(発生日は日本時間、Mは米国地質調査所によるものです)。

- ・ 4月12日 13時00分
 アフガニスタン、ヒンドークシ付近 (M5.9 死者50名以上)
- ・ 4月27日 01時06分
 マリアナ諸島 (M7.1 負傷者数名)

(気象庁、文責：福満修一郎)

図の見方は「なみふる」No.31 p.7をご覧ください。

2001年東海異常地殻変動とは何か

なみふる28号で紹介された東海地方の異常地殻変動には、専門家のみならず一般市民も強い関心を寄せています。この現象は、検出されてから1年足らずですが、かなり詳しい解析がなされてきています。これらの研究の進展を一堂に集めて、東海の下でおきている現象について意見を交わすシンポジウムが昨年度末の3月26日と27日に名古屋大学で開かれました。年度末の多忙な時期にも関わらず専門家を中心とした120名にもおよぶ参加者があり、関心の高さをうかがわせました。ここでは、そのシンポジウムでの話題を中心に東海の異常地殻変動について解説したいと思います。

1. スロースリップはどこで起きているか

今回の異常地殻変動で真っ先に議論されたのは、異常地殻変動の原因でした。現在のところ研究者の間で一致しているのは、この地域に沈み込むフィリピン海プレートとそれを覆う日本列島の地殻との間（プレート境界）でゆっくりとした滑りが起きているということです。プレート境界では地震の時に岩盤が急激にすべり、大きな地震を発生します。平常時は面の摩擦ががちりと固着しているのですが、今回はその固着がゆるんでゆっくりと滑っているのです。そのため、体を感じる地震ではなく高精度のGPS観測網でやっと

捕まえることが出来る程度のゆっくりとした動きになっているわけです。問題はどこでどのようにスリップが起きているかです。

この問題に正面から取り組んでいるのは国土地理院の小沢さんです。小沢さんは東海地域のGPSデータを用いて、プレート境界面での変動源の位置と強度を推定しました。その結果、愛知県・静岡県境が滑りの中心であることがわかりました、またその位置は最近では数10km程度東に移動して浜名湖付近を中心としていることがわかりました（図1）。すべりの速度は2001年の夏頃までは加速傾向にありましたが、この時期をピークにやや鈍化をしているようです。しかしまだ終息の兆候はなく、むしろ一定速度で継続しててまだまだ注意が必要です。

2. スロースリップはどのくらい珍しいか

従来、海溝からの沈み込みの際にプレートが陸を引きずり込む割合（カップリング）は場所により異なっていることが知られていました。その原因として最近ではスロースリップをおこす領域の大小が関係しているという考えが有力になってきました。つまり地震時に一気に滑る部分（固着域・アスペリティ）と、地震を起こさずに静かに滑る部分がまだらに存在しているということです。固着域の面積が相対的に大きければ

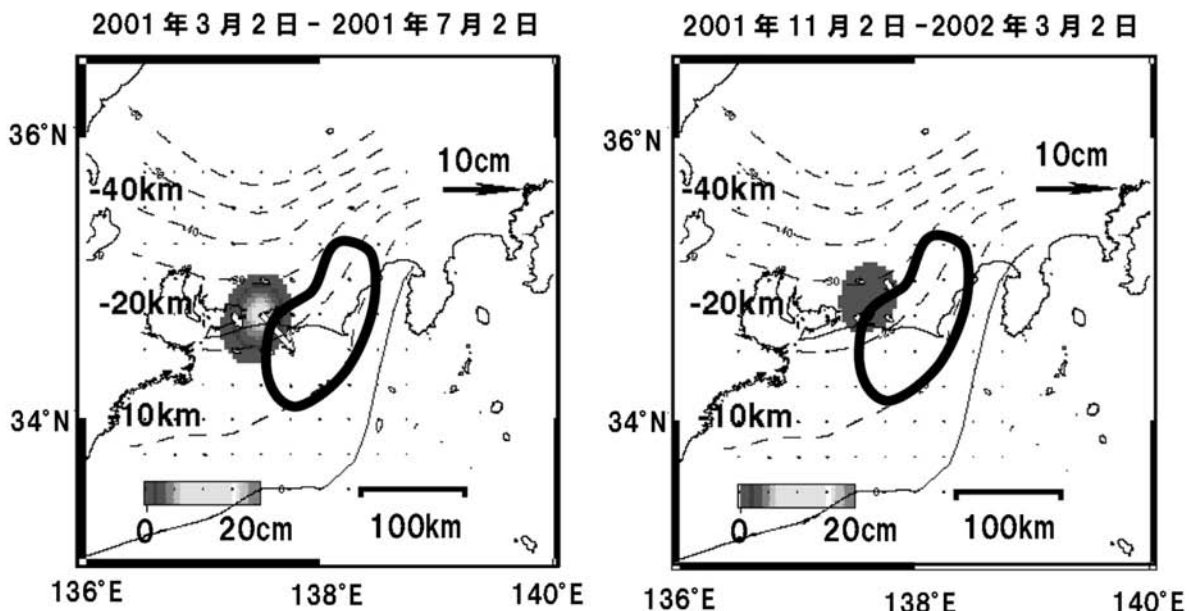


図1 GPSの異常変動データから計算したプレート間でのすべり分布。図中の色の濃い部分がスリップ量の大きい場所に対応する。中央防災会議によりみなおされた東海地震の震源域を重ねて表示した。破線は、プレート境界の深さを表す。（小沢慎三郎によるシンポジウム資料に加筆）

全体としてカップリングが強く、固着域の割合が小さいとカップリングが弱くなるという考えです。

GPS 観測網が整備されてまだ日が浅いのですが、このようなスロースリップはすでに1996年に房総半島沖で、1997年には豊後水道での発生が観測されています。このように規模を問わなければ、スロースリップはアスペリティ - の周辺でかなり普遍的に起きている可能性があります。

3. 他のデータに異常はないか

東海の異常地殻変動はGPSによって発見されたものですが、他のデータに異常は現れていないのでしょうか。防災科学技術研究所の松村さんは、同研究所が独自に南関東・東海に展開している微小地震観測網のデータを詳細に調べ、スロースリップに対応して浜名湖直下の地震活動が有意に減少していることを示しました。名古屋大学も沈み込むプレート上面付近での地震活動が有意に減少していることを示しています。これはスロースリップによる応力低下が原因かもしれません。

なお、地殻変動連続観測に用いられている歪計のデータでは変化がとらえられたという報告はありません。それは、変化が非常にゆっくりしたものであるため、ノイズに埋もれてしまったと考えられます。東海地震の直前にあらわれると期待されている変化は今回のスロースリップよりもかなり速度が速いので、地殻歪計でも検知できると期待されています。

4. この異常は東海地震につながるか？

スロースリップが大きな地震の引き金になるかどうかは最も注目される点です。この点について、幾つか

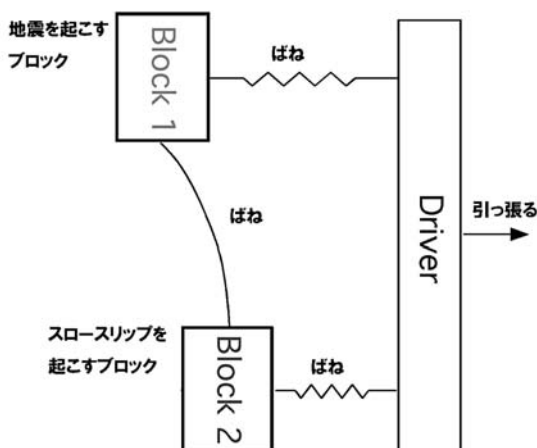


図2 東海の異常地殻変動の力学的モデルとして吉田が用いた、ばね - ブロックモデルの概念図。(吉田真吾によるシンポジウム資料に加筆)

のモデル計算結果の発表がありました。

東京大学地震研究所の吉田さんは平板の上に置いたブロックをばねで引っ張る「ばね - ブロックモデル」を用いて、スロースリップの考え方を示しました。その際に地震を発生させるブロックとスロースリップを発生させるブロックがばねを介して相互作用するモデルを考案しました(図2)。これはスロースリップを起こしている領域と想定東海地震の震源域が隣り合っていることをモデル化したものです。シミュレーションによると、地震発生が近づくにつれてスロースリップが発生しやすくなること、またスロースリップから地震発生を精度良く予測することが難しいことが示されています(図3)。

このような簡単な物理モデルに基づいたシミュレーションは、物事の見通しをととも良くする一方、多くの不確定性を含んでいます。ここでご紹介したモデルも、このまま実際の東海地域にあてはめると言うよりは、観測された現象を概念的に理解するためのモデルと考えたほうが良いと思います。

5. まとめ

スロースリップに対する認識と理解は、この半年で飛躍的に進みました。応用された解析や理論は既に1990年代には出そろっていたものですが、東海スロースリップによって、ゆっくりとしたすべりへの関心が飛躍的に高まり、その結果理解と認識が進んだと言っていていいでしょう。

(名古屋大学環境学研究科

附属地震火山観測研究センター 山岡耕春)

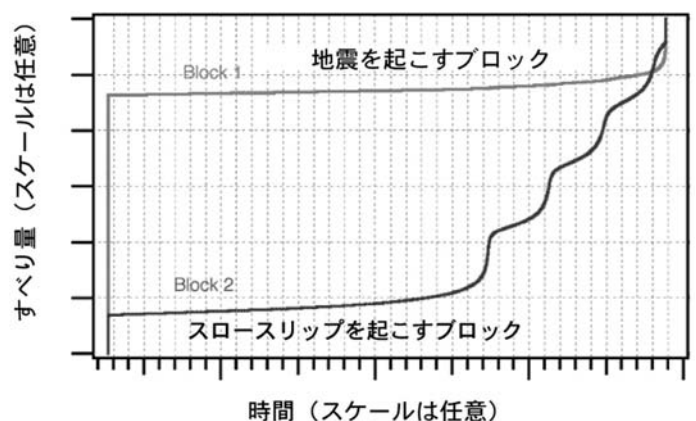


図3 ばね - ブロックモデルによる計算結果の一例。ブロックのすべり量の時間変化を示した。スロースリップを起こしやすいブロックがすべりはじめ、最後に地震を起こすブロックがすべる様子が示されている。(吉田真吾によるシンポジウム資料に加筆)

気象庁における火山防災業務体制の強化について

気象庁は、火山活動の異常の早期の検知、火山情報の迅速な発表及びよりわかりやすい火山活動状況の解説を行うため、「火山監視・情報センター」を東京（気象庁本庁）、札幌・仙台・福岡（管区气象台）の4ヶ所に整備し、平成14年3月から新たに業務を始めました。

1. 専門職員による24時間の監視・診断を行います

これまで、火山活動の監視や火山情報の発表は火山の近隣の地方气象台等が単独で行っていました。今後は、監視が必要な火山について多種多様なデータを火山監視・情報センターに収集し、これらのデータを基に専門職員が総合的に各火山の活動状況を24時間監視し、迅速に診断を行います。これにより、

火山活動の異常をいち早く検知し、火山活動に注意・警戒する必要がある場合などには、火山情報を迅速に発表し伝達します。

2. 火山情報の発表は火山監視・情報センターが行います

火山情報の発表は以下のとおりです。

北海道地方の火山	札幌管区气象台
東北地方の火山	仙台管区气象台
関東・中部地方の火山	気象庁地震火山部
九州地方の火山	福岡管区气象台

（鹿児島県内の火山は鹿児島地方气象台・福岡管区气象台の連名）

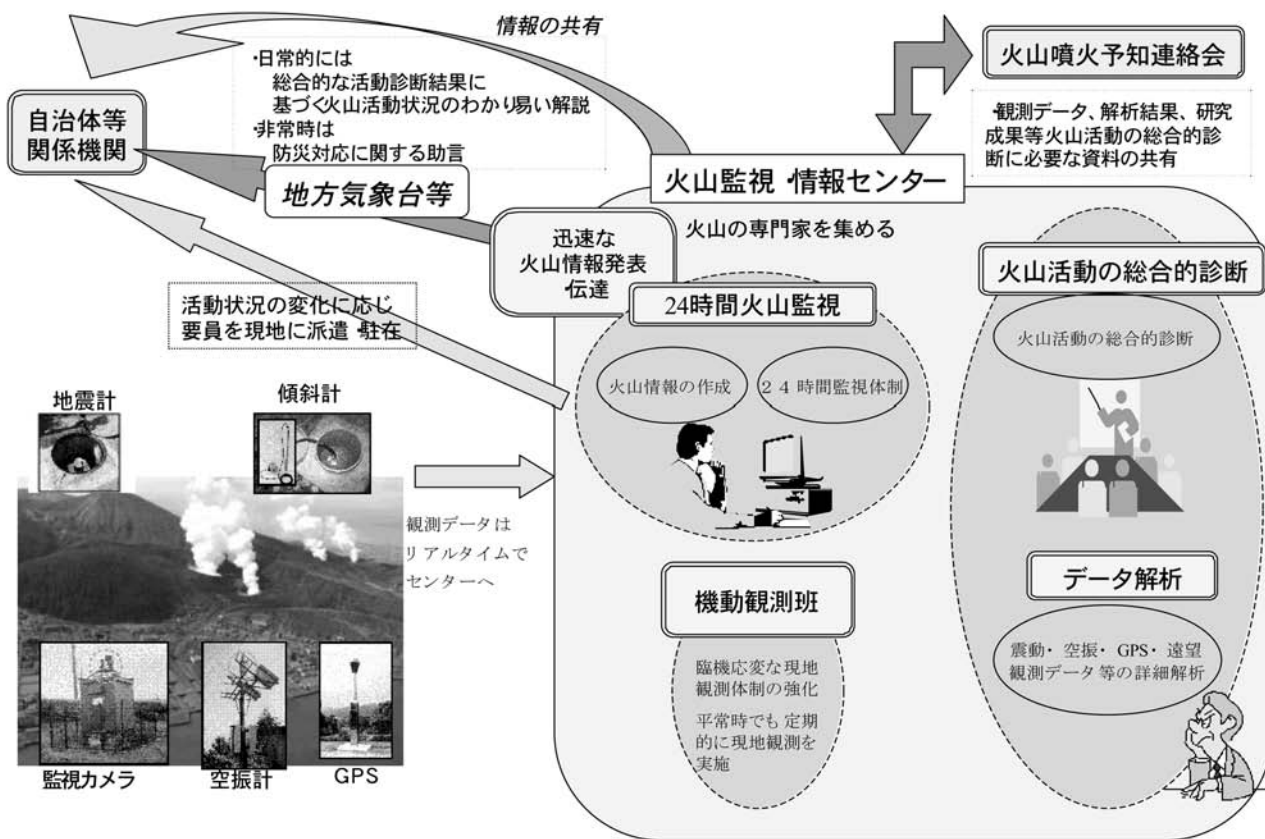


図1 火山防災業務体制

3. 火山活動の解説資料をよりわかり易く充実したものにします

火山活動状況については、これまで一部の火山についてのみ「定期火山情報」として発表し、解説してきましたが、今後は火山監視・情報センターが管内の全ての火山について毎月活動状況をわかり易く取りまとめ、解説資料として気象庁のホームページ等により公表します。

4. 地方気象台等は防災対応の拠点として必要な情報提供を引続き行います

地方気象台・海洋気象台は、地元における防災拠点として、防災機関等に対し、火山監視・情報センターが発表する火山情報の伝達・解説や火山防災対策への助言など必要な情報提供を引続き行います。

表 火山情報

緊急火山情報	生命、身体にかかわる火山活動が発生した場合あるいはそのおそれがある場合に随時発表
臨時火山情報	火山活動に異常が発生し、注意が必要なときに随時発表
火山観測情報	緊急火山情報、臨時火山情報を補う場合や火山活動に変化があった場合などに発表

(気象庁地震火山部火山課
火山監視・情報センター 土井恵治)

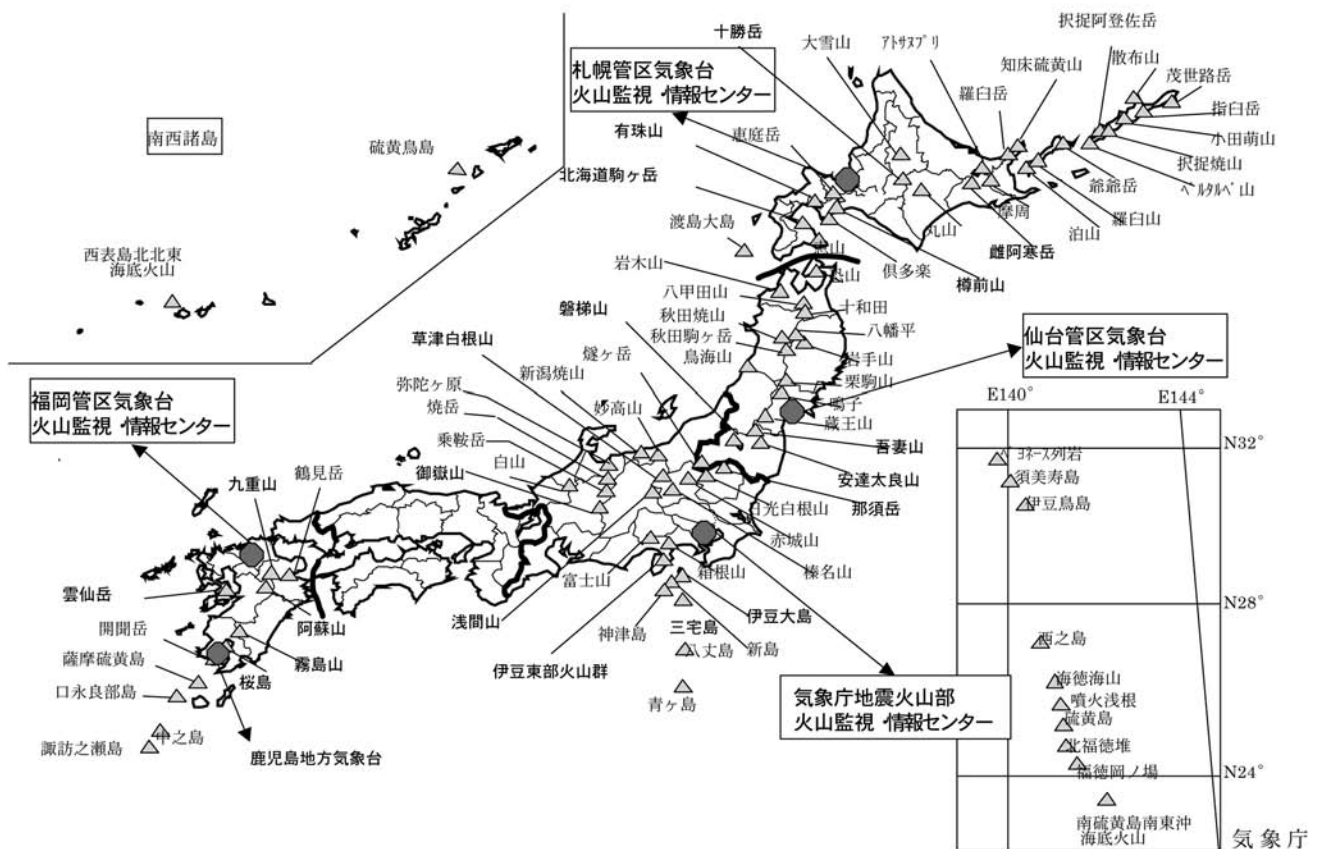


図2 火山監視・情報センターとわが国の火山

文化元年六月四日（1804年7月10日）現在の象潟一帯はマグニチュード7.0の地震に襲われ多数の死者が出ました。地震は同時に江戸時代の有数の観光地だった象潟の風光明媚な風景も奪ってしまいました。隆起以前の象潟は多数の島々が浮かんだ潟でした。松島と並ぶ景勝地として知られ、芭蕉や西行などの文人が訪れたことで有名です。象潟地震によって象潟を中心とする南北25kmに渡る地域が隆起し、象潟では約180cmの隆起がありました。このため古象潟湖は陸化・消滅してしまったのです。現在では島々のまわりは水田や住宅地になっています。

象潟図屏風は、象潟の隆起以前の様子を描いてある六曲一双の屏風絵で、本荘藩の御用絵師牧野永昌（1748-1824）によって描かれたものです。従来、この屏風絵は象潟地震による隆起後に象潟の風景を忍んで本荘藩の藩主の六郷候が描かせたものとされてきました。しかし、弘前大学の長谷川成一氏は、『甲子夜話』にある屏風絵の記述を元に、象潟図屏風は文化元年の象潟地震以前に製作されたのはほぼ間違いないとしました（「失われた景観 名所が語る江戸時代」吉川弘文館、1996）。とするとこの屏風に描かれた風景が、松尾芭蕉が来訪し「奥の細道」に紹介された往時の象潟の光景に近いと考えられます。では、象潟の多島海的な風景はどのようにしてできたのでしょうか？象潟を地質学的に見てみます。象潟の島々（九十九

島と呼ばれる）からは、およそ15km南東にある鳥海山の安山岩溶岩が見つかります。これは2,500年前に鳥海山北部の崩壊によって生じた「岩屑（がんせつ）なだれ」によって運ばれたもので、島の部分は流れ山と呼ばれる地形です。岩屑なだれが海を埋め立て、流れ山だけが海面から顔をだしたため象潟の多島海的風景ができました。岩屑なだれによる土砂の総量は3立方km。10トントラックで6億台に相当する膨大なものです。その後、象潟は砂嘴などによって閉塞され狭い通路から海水が出入りする環境になりました。潟には淡水も流れ込むので汽水湖（古象潟湖）ができました。この中ではマガキ、イボウミナ、カワアイガイなどの貝類が生息し、いまでもその化石を水田の畔等で見るすることができます。

古象潟湖はどこまで広がっていたのでしょうか？古象潟湖の湖岸線については象潟図屏風や湖岸線の地形を追って行くことによってわかります。その大きさは、南北約2km、東西約1kmでした。5月の田植えの時期には象潟の島々のまわりの水田に張った水に島々や鳥海山が映り往時の光景を忍ぶことができます。

象潟や雨に西施がねぶの花 芭蕉

（秋田大学教育文化学部 林 信太郎）



図 牧野永昌作「紙本着色 象潟図（部分）」象潟の島を拡大して示す。中央に兵庫島が、奥に古象潟湖の湖岸線が見える。

被害の集計が、被害を表すデータや被害を数える単位によって変わることなど、関東地震当時の住宅事情も踏まえて多少長々と連載してしまいました。地震に興味のある方には退屈な話だったかもしれませんが、今回からいよいよ本題のどこでよく揺れたかというお話をしたいと思います。その際、被害を受けた木造住家棟数にデータを統一し、誰が見ても判別し易い全潰の被害のみを対象に揺れの強さを推定します。地震による揺れの強さを表す震度と木造住家の全潰率の関係は、全潰率30%以上、つまり100棟のうち30棟以上がペチャンコになる凄まじい揺れが震度7、以下10%以上が震度6の強、1%以上が6の弱、0.1%以上が5の強と判断することにしました。

図は関東全域での全潰率と震度を示したものです。黒っぽく見えるところが、震度7と6強の地域です。四角で示す震源断層の直上に黒っぽい地域が多く、中でも神奈川県の相模川低地や房総半島南部の館山低地とその周辺部で揺れが特に大きかったことが分かります。これらの地域は主に沖積層と呼ばれる新しい年代の地層が堆積しているところです。房総半島南部でも上総丘陵と呼ばれる地域や神奈川県の北部など第三紀と呼ばれる比較的古い時代に堆積した堅い地盤上では、震源断層の真上でも被害はあまりありません。

あれ、関東地震の揺れは東京でもっとも強かったのではないの？と不思議そうな顔をしているあなた、今から考えを改めて下さい。とかく関東地震は地震後東京で起こった火災による猛烈な被害がクローズアップされることから、東京の地震というイメージが強いのですが、揺れが強かった地域の中心は神奈川県の湘南地域なのです。

でも震源断層から離れているのに東京の近くでも強い揺れに襲われた地域があります。中川低地と呼ばれる埼玉県東部から東京都東部にかけての地域です。ちょうど今の東武伊勢崎線に沿った地域で、図でも黒っぽく見える地域が細長く続いています。どうしてこのようによく揺れたのでしょうか。

地震の時によく揺れる地域はふつう沖積層と呼ばれる柔らかい地盤でできています。沖積地盤は、地質年代では極新しい約1万年位前から河川の氾濫によって運ばれてきた土砂が堆積してできたものです。従って大河川の下流域は沖積層が堆積し易く、地震の際によく揺れる地域となる場合が多いものです。でもちょっと変です。この付近で大河といえば利根川です。利根川は千葉県と茨城県の堺を流れ、銚子から太平洋に注

いでいます。また付近を流れる荒川も、大宮台地の南の縁を周りこの地域を直接流れている訳ではありません。

では、利根川や荒川が現在のような流れになったのはいつ頃からなのでしょう。これは1万年などというオーダーの話からすれば、ごくごく最近のことです。利根川は江戸時代の初期、元和7年(1621年) 将軍徳川秀忠の時に、それまで埼玉県東部から東京湾に注いでいた流れを千葉県の関宿付近から現在の銚子へと流れる河道に変えるいわゆる瀬替えが行われました。一方荒川もまた寛永6年(1629年) 将軍徳川家光の時に、やはり埼玉県東部を流れていたものを今の熊谷市の南東部で入間川に瀬替えをしたのです。いずれも江戸の水運をよくするためです。これら昔の名残として、大宮台地の東側の中川低地には今でも古利根川や元荒川と称する水路が残っています。

このように中川低地はごく最近まで大河川が集合する地域であり、その事が関東地震で震度が高くなったことと密接に関連していることが分かって頂けたと思います。近年至る所に人の手が入り、土地の改変が進んでいます。地震の際の揺れの強弱を予想する場合、そこが昔どのような環境の土地であったかを振り返ってみることも大切なのです。

(強震動委員会 武村雅之)

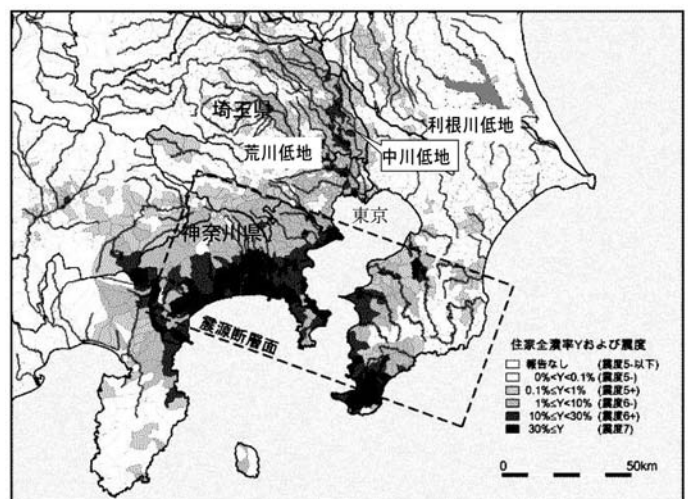


図 関東地震による木造住家全潰率と評価された震度分布

会長就任にあたって

社団法人日本地震学会会長 大竹政和

去る5月30日の総会で、社団法人日本地震学会の第2代会長に選任されました。微力ではありますが、入倉前会長の方針を受け継ぎ、学会のさらなる発展を目指してまいりたいと思いません。皆様のご支援を何卒よろしくお願い申し上げます。



日本地震学会は、地震学の進歩とその普及を目的に掲げて、さまざまな活動を繰り広げています。昨年の「2001地震火山世界子どもサミット」の成功は、私たちにとっても特筆すべき出来事でした。今年度は、学術、普及の両面で、大きなイベントを目前に控えています。

一つは、来年の6月末から2週間にわたって、札幌で開催される国際測地学・地球物理学連合（IUGG）の第23回総会です。この国際学会は、80年前の1922年にローマで開催されて以来、4年ごとに開かれてきた地球・惑星科学の最も伝統ある大会です。アジアでは今回が初めての開催となり、世界中から5千人を超える研究者が集まる予定です。私たちは、主催団体のかなめの学会として、IUGGの成功に向けて活動を進めてまいります。

来年はまた、大正12年の関東大震災からちょうど80年目にあたります。これを記念して、東京上野の国立科学博物館で、9月に「地震展」（仮称）が開催されることになりました。国立科学博物館と日本地震学会の共催となる予定です。学会では、島崎副会長を責任者として、この特別展示の準備を進めているところです。皆さんからも、展示へのご希望やアイデアをお寄せいただければ幸いです。

日本地震学会は、皆さんとともに地震を考え、皆さんとともに地震災害に立ち向かう学会でありたいと思っています。今後とも、ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。

各種イベントのお知らせ

東京大学地震研究所 “一般公開と公開講義”

地球からのメッセージをとらえる

東海地震・富士山は今...

一般公開 平成14年7月25、26日(木、金)10:00-

【場所】東京大学地震研究所(文京区弥生1-1-1)

【展示内容】毎年好評の実験コーナー等に加え、今年には東海地震・富士山関係の特設展示をいたします。

公開講義(無料、事前申込制)7月25日14時開場

【場所】東京大学安田講堂(文京区本郷7-3-1)

【題目・講師】“活火山”富士の素顔(藤井敏嗣教授)・バーチャルシティに地震を起こす!(堀宗朗教授)

【申込方法】詳細は下記問合せ先まで

東京大学地震研究所庶務掛

TEL(03)5841-5666

<http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/KOHO/PANKO/>

広報委員会からのお知らせ

日本地震学会広報委員会では、「なみふる」を学校教育の場で益々有効にご活用いただくために、小学校・中学校・高等学校・高等専門学校などで教鞭をとられている会員の方に、同紙を無料で一定期間お配りすることになりました。教育の場でご利用いただくにあたり、ご意見やご希望がありましたら、広報委員会までご連絡いただければ幸いです。

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(日本地震学会会員:800円、非会員1200円、いずれも送料込)を郵便振替で振替口座00120-0-11918「日本地震学会」にお振り込みください(通信欄に「広報紙希望」とご記入ください)。なお、「なみふる」は日本地震学会ホームページ(<http://www.soc.nii.ac.jp/ssj/>)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。

日本地震学会広報紙「なみふる」 第32号 2002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/東京都文京区本郷6-26-12 東京RSビル8F(〒113-0033)

電話03-5803-9570 FAX03-5803-9577(執務日:月~金)

編集者 広報委員会/

末次大輔(委員長) 吉本和生(編集長) 五十嵐俊博、石井透、加藤護、桑原央治、小泉尚嗣、武村雅之、東田進也、中川和之、中村浩二、山田知朗

E-mail zisin-koho@ml.asahi-net.or.jp

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。