

地震 ジャーナル

7

1989年6月

- エッセイ「地震観測衛星」について ● 小松左京
鼎談 津波を語る ● 梶浦欣二郎 / 首藤伸夫
司会 阿部勝征 — 1
月の地震 ● 水谷 仁 — 14
旧約聖書と地震 ● 萩原幸男 — 21
過去帳に残る地震 ● 菊池万雄 — 27
東海地震を想定した交通政策 ● 井野盛夫 — 36
紹介『唐山大地震』の刊行 ● 力武常次 — 41
宮城県沖地震10年 ● 櫻井恵美子 — 43
馬と地震 ● 井崎脩五郎 — 46
地震予知連絡会情報 ● 青木治三 — 49
● 書評 — 53
● ADEP情報 — 55

地震予知総合研究振興会

ASSOCIATION FOR THE DEVELOPMENT OF EARTHQUAKE PREDICTION

「地震観測衛星」について

小松左京

あれから四分の一世紀もたってしまったかと思うと、無常迅速の感がひとしおだが、『日本沈没』の最初の章を書きはじめたのは昭和三十九年の四月で、その頃東京は秋のオリンピックをひかえて工事でごった返しており、東海道新幹線はまだ開通しておらず、名神高速も開通していなかった。大阪からは、たいてい夜行の「銀河」で十一時間かけて上京しており、時折深夜便の飛行機をつかったが、まだレシプロか、ターボプロップ機だった。——だから、あの作品の冒頭の新幹線八重洲駅のシーンは、まったく想像で書いたが、その後もわざと修正しなかった。

作品のヒントを得たのは、その前年に完成した『復活の日』を書く時に、大阪のアメリカ文化センターで度々閲覧させてもらったアメリカの科学雑誌で、例のツゾー・ウィルソンの「大洋底拡大説」と、「大陸移動説の復活」についての短文を読んだからだと記憶する。出版社からせつつかれた事もあって書き出してしまったのだが、結局はこのあと竹内均先生の五～六〇年代以降の地球科学の新しい展開を総括した『地球の科学』（NHK ブックス）にたよらざるを得なかった。書き出した時は、まだ「プレートテクトニクス」という言葉さえ現れていなかったと思う。結局完成には九年かかり、1973年、第一次石油ショックの半年前に出版という事になった。

その九年の間だけでも、科学技術は大変な進歩をとげた。書き出した時は、ガガーリンによる人類初の宇宙飛行から三年目だったが、それから五年後に、もうアポロ十一号による人類の月着陸がおこなわれている。有人衛星軌道飛行は当たり前になり、おかげで作品の最後の方に、アメリカの有人観測衛星を登場させる事ができた。3Dのコンピュータ・グラフィックスによるシミュレーションも、原理はわかっていたが、作品の中でイメージをつくるのに苦心して、ばかでかい装置になってしまったが、今ではデスクトップのワークステーションで簡単にできる。意外におそかったのが、バチスカーフ型潜水艇の応用で、これは書きはじめる前年に、アメリカが一万メートルの深度をクリアし、大いに刺激を受けたが、ようやく最近「しんかい六五〇〇」が実現した。

その後の技術発展のものすごい所は、何といってもコンピュータ関係の進歩で、これは二十五年前には想像もつかなかったほどだ。それと平行して、宇宙技術の発達と技術密度の向上もめざましい。——近年、新大陸西海岸の火山爆発や、唐山、アルメニア、タジクの内陸地震など、地球表面は何かとさわがしいが、そろそろ「地震観測専門衛星」が出現してもいいのではないだろうか？ これまで大国の軍事偵察衛星やランドサットは、火薬庫の爆発や、原子炉事故など、ずいぶんこまかい事象までキャッチしていたようだが、大地震の前後に、地殻にどんな変化が起こるか、宇宙から観測された例はあまりきかない。軌道要素や、どんな種類のセンサーをくみあわせるかは専門家に任せるとして、「地震大国日本」はりっぱな宇宙技術も身につけた事もあるし、それ専用の衛星を持ってもいいように思う。

[こまつ さきょう 作家]

津波を語る 研究・防災上の問題点

司会 あべ かつゆき
阿部勝征
[東京大学地震研究所教授]
かじうら きん じろう
梶浦欣二郎
[東京大学名誉教授]
しゅとうのぶ お
首藤伸夫
[東北大学工学部教授]
《発言順》



論文数の増減

阿部 最初に話題といたしまして、私、思い起こしますに、かつて東大理学部吉田耕造先生は、津波の研究は大地震の直後に多いという話を紹介されたことを記憶しております。その背景の一つに、津波の研究が地震学、海洋物理学、海岸工学といった分野から成り立っている、いわば境界領域であることも関係しているかもしれません。最初に、このあたりについてお考えは、いかがなものでしょうか。

梶浦 私も論文の数を調べてみたことがあるんです。それは、ちょうどチリ地震津波の直後ぐらいなんですけれども…。調べますと、確かに大きな津波があると、その後、5、6年は非常にたくさんものが出るわけです。ですけれども、それからずっと減ってくる。

そういうふうには、その直後に多くなって後で減っていくのは、津波を常時研究する研究者はあまりいない。ですけれども、学問的興味もありましょうし、現実的な防災的な興味もありましょうし、いろんなことでほかの分野の人も必要に迫られて、やるが多かったのではないかと思います。

そういうことは、目の前にある問題の解決をすることですから、5、6年、長くても10年以

内には大体仕事が終わってしまう。それぞれの研究者はそれが専門ではないですから、もうそれで終わりということが多かったのではないのでしょうか。

阿部 津波の研究者が少ないことも一因ではないか…。海岸工学の面からいうと、やはり似たような傾向はあるのでしょうか。

首藤 そうですね。私も津波の研究を始めたのは1960年のチリ津波で、現地調査に、大学出て3日目ぐらいだったのですが、行ったんです。その報告書の件で、実は当時の上司に大変怒られまして、それが逆に励みになって、延々と津波の研究を、それ以来やっているんですが。

思い出してみますと、いまでも忘れられないんですが、始めて6年目か7年目に、ある大先生に言われたことがあるんです。おまえは、まだ津波の研究をやっているのかと…。(笑)

時代おくれじゃないか。海岸工学のほうでは、もっと重要な差し迫った問題があるはずだと言って、怒られたことがあるんですけどね。

と言いますのは、たとえば昭和35年のチリ津波は昭和34年の伊勢湾台風と同様に、日本の海岸沿岸地方の防災という点では、非常にインパクトを与えた災害だったわけですね。それで、その特別措置で予算がだいぶついて、要するにチリ津波対策という事業が、直後に始まったんですね。それが大体5年か6年で終了した

んです。

ですから、ある程度の手当てはできたじゃないかというようなことで、要するに実際の現場の仕事にももうお金が出ないし、そういう防災技術の研究のほうにも、特別お金がつくわけじゃない。そういうことで、要するにとにかく解決を急がれたような問題は、何となく片がついた。だから、大部分の研究者なり何なりは、ほかの方面へいってしまうということは、やっぱりあったと思いますね。

梶浦 ですから、逆に言いますと、津波の研究では非常に広い分野の研究者を、動員したということがあるんですね。たとえば、この振興会の会長の萩原先生にも、津波の論文がありますし、力武先生にも津波の論文があるし、あるいは土木で言うと、本間先生にも津波の論文がある。大先生方が、やはり津波のことも少しはやっているわけです。というような面があって…。

阿部 そのかわり、しばらくたつと、そういう方々は、それぞれのご専門に戻ってしまって、結局、論文は減ってしまう…。(笑)

首藤 それとやっぱり、われわれ、工学のほうから言いますと、ある程度、手当てをするために必要な知識が、そのときに必要なだけそろってしまおうと、これで一段落だということで、まだほかに、いろいろ解決を迫られる問題があるものですから、そっちのほうへ勢力が割かれるようなことも、あるんだと思うんですね。

津波を見る

阿部 一通り手当てををしてしまうと、もう済んでしまう。一つには、大津波という大きなトピックの間隔が長過ぎる。そのために、長期間にわたって、研究意欲を維持するのがむずかしいし、予算を継続して維持していくのもむずかしい。同時に、一般の人から見れば過去の災害はだんだん忘れられていってしまう。

そういう面から言いますと、チリ地震津波は日本にもすごい大きな、とくに津波の研究にとってインパクトを与えたものですが、

それ以降、ずっと大きなものではなくて、途中で昭和43年の十勝沖地震津波もありましたが、一番大きかったのは、1983年の日本海中部地震だと思うんですね。たとえば死者の数を見ても、100人を超えたものは、チリ地震津波と日本海中部地震津波の間にはありませんね。それよりさかのぼると、もっとはるか昔にいつてしまう。チリ地震から23年ぶりに、日本海中部地震が起きたわけですが、これは相当に大きなインパクトがあったと思います。

どのように、この日本海中部地震をおとりになったでしょうか。

梶浦 それまで話に聞くだけであったような津波が、実際に押し寄せて海岸にきているところが、現物ではないですけども、ビデオとか写真でかなりよく見られたというのは、非常に印象が深いですね。それまでは、そういうことはあるだろうとはわかっていても、実感が…。

阿部 20年の時間がたったから、見られるようになったのかもしれないね。

梶浦 それはビデオの普及でしょうね。ビデオの普及には、びっくりしました。(笑)

首藤 日本海中部地震津波に入る前に、さっき言われた昭和43年の十勝沖地震津波ですね。これの意味を、ぼくはちょっと、いっぺん反省しておきたいと思うですよ。というのは、確かにあれによる被害は非常に少なかった。非常に少なかったということは、なぜかということ、チリ津波地震対策が大体普及したからなんですね。

そのほかに、高潮対策あるいは浸食対策といった事業が進んだものですから、日本の各沿岸の主なところには、大体5メートルから6メートルぐらいの高さの防潮堤がそろっていたわけです。たまたま十勝沖は、それで防ぎ得る大きさだったんですね。ですから、そのために被害が起こらなくて、逆に言いますと、そのために、沿岸の住民に比較的時間違った津波観を与えんたじゃないかという気がするんですよ。つまり津波は、これだけ構造物ができたから、もう安心なんだという…。

日本海中部地震津波は、その安心観を覆すものだったというところで、もうちょっと、また違う衝撃があったと思うんです、単に日本海で起きたとか、そういうことだけではなくて…。それから、いま梶浦先生がおっしゃったように、われわれ、いわゆる津波を研究している人間が、動いている津波を、ちゃんと見たのは、これが初めてだというのは、もう、まさにそのとおりでして…。(笑)

それを見せてくれたのは、実はやっぱりビデオ・カメラが普及し始めていたからなのです。まだ普及してはいないんですがね。

というのは、あのときにビデオでとらえた方は、大体2種類か3種類の職業の方なんです。一つはいわゆる報道関係です。2番目が、オーディオ・ビジュアル教育が進んできた小中学校の先生なんです。3番目が、ビデオを盛んに売り歩いていた電器商の方々なんです。

阿部 梶浦先生は、昭和43年の十勝沖地震津波のときに調査されましたね。

梶浦 あのときは幸いなことに、あれは干潮だったんですね、波の大きいのがきたときに…。それで、津波らしいところがあまりなかったんです。

首藤 だけど、あのとき宮古湾の中の写真を探しておられたですね。

梶浦 もうすでにあのときでも遠浅の…。宮古湾の奥は非常に遠浅で、わりに広いんですけども、そこではボアができています。それが、いま首藤さんがおっしゃった新しくできた防潮堤にぶつかって、はね返る所が、非常にきれいに写っているんです。

阿部 あの地震は、一番高い所が6メートルぐらいで、ちょうど防げる所は防げたという…。

首藤 大体防げていますね。宮古湾の奥は本当に皮肉なことに、一番奥でチリ津波にやられなかった所だけが、災害対策の対象外になっていた所なんです。そこだけが十勝沖でやられたんですね。

阿部 そこで梶浦先生は、関心をお持ちになられたんですか。

梶浦 いやとくにそのときにボアに関心をもったというわけじゃないですけどね。

阿部 十勝沖地震は、日本海中部地震とチリ地震の間にあるわけですけども、相当安心感を与えたという意味では…。

首藤 私が沿岸の方に話を聞いて歩くと、十勝のときにも大丈夫だったんじゃないかという反応が、若い方から戻ってくるのが非常に多くなりましたね、あれから…。

梶浦 私なんか一番初めに津波の調査したのは、昭和21年の南海津波なんです。そのときに、行く前に一体何を調査するのか…。私はまだ学生でしたので、何も津波のことは知らないときで、吉田さんの後について歩いていただけなんですけども、一生懸命、皆さん勉強したわけです。津波とはどういうものか。

そのときにあった最良の文献は、昭和8年の津波の報告書なんです。その印象を持って行ったわけです、非常に大変なものだという…。行ってみると、何でもありません。水がきても、場所によるんですけども、水位がスーッと上がってガラス戸に線がついて、ここまで水がきました、なんというような所があるんですね。だから、ガラスも割れてないわけです。そういう場所がかなりある。

もちろん、湾の一番奥で狭くなったような所では、非常に災害があったんですけども、そういうのは非常に限られた場所です。それで、一体、津波というのはこんなものかなというので、だいぶん期待はずれを感じを持ったことを覚えています。(笑)

首藤 いま梶浦さんがおっしゃったけども、われわれも調査に行く前に、やはり昭和8年のあれで、V字状の湾の奥で高くなるとか、そういうようなことを、にわか仕込みで仕込んで行ったわけですよ。

ところが、あれは大船渡だったと思うんですが、ある所では、その理屈から言うと…。だんだん奥に行けば行くほど、痕跡が高くなるものだと思っていたんですよ。そうしたら、大船渡だったと思うんですが、汙線の所で一番高く

て、それから奥に行くに従って、ずっと下がっているんですよ。これは一体どうなんだろうと…。

要するに、ほかの所は汀線を過ぎて、だんだん上がっている所が多いのに、その場所だけ何回測り直しても、汀線から奥に行くほど下がっているんですよ。その辺の違いが、一体なぜ起こるのかということに興味を持ったのが、いままで長続きしているもう一つの原因だと思うんですね。

10メートルを越えた 日本海中部地震津波

阿部 また、日本海中部地震に戻しますと、湾の奥で大きくなるということですが、今回の場合、能代の北の峰浜ですか、15メートルの高さ。これは常識ではわかりにくいんですけど、一般の方にわかりやすく説明すると、どういう…。

たとえば、三陸ではリアス式だから高いというのは、教科書に書いてありますね。ところが、日本海で15メートル津波が出た。そういうときは、どういように説明したらよろしいんでしょうか。

首藤 説明の仕方は、いろいろあると思いますが、津波はやはり一つ一つ個性があることを、常に考えておかないかと思うんですね。個性があるということは、津波そのものの大きさもそうですし、津波と地形との干渉の仕方も、やはりそれぞれの場所でも違うということ。だから、津波自身の個性と、それに対応する地形の個性と、その両方のインタラクションの個性と言いますか、そういうものがいろいろあって、大きなものができると思うんですね。

たとえば、三陸地方をお回りになると、わかりますが、いろんな集落の所に、昭和8年の津波の碑が立っているのが多いです。これは、当時の大阪朝日新聞が集めた義援金をもとにしてつくった碑なんです。それには、要するに地震があったら津波がくるという、当時の常識が

書いてあるわけですね。

そして一番おもしろいのは、先ほど話の出ました宮古に、浄土ヶ浜という観光地があるんですよ。三陸地方は大体どっちかと言うと、黒っぽい岩の崖の海岸が多いんですが、そこだけ白い石の、それこそ西方浄土を思わせるような礫の、波の静かなところがあって、浄土ヶ浜という。その一番北の端に行きますと、地震があったら津波と思えという碑と、地震がなくても津波がくるという碑が、並んであるわけですね。

阿部 有名な所ですね。

首藤 片一方は、もちろんリアス式の特徴である、そういうV字状湾の中で津波があったときに非常に大きくなったことを示していますし、もう一つはチリ津波のようなものがきたときに、長さの長い湾の中で大きくなることを、示しているわけですね。

その二つは、いずれにしる地形的な要因を目に見える形で、つかまえることができるわけですね。というのは、要するにリアス式ですから、凹凸が多いとか、湾の長さがちょうど共鳴周期になるぐらい長いとか、いろいろな形で水面上に見えるわけですね。それが日本海中部のときは、上から見えるような形ではなかったけれども、やはり地形が影響していた。

阿部 それでも一般の方には、よくわからない。

首藤 ええ。ですから、結局、海の中の地形ですね。水の下の地形が凸レンズのように、津波を集めていく効果を持っている。ですから、海の中の地形をよく調べた結果、なぜそこへ津波が集まるということが、初めてわかったと思うんですね。

阿部 遠浅とか、そういうことも…。

梶浦 いまは全体的な、あのあたりが高かったという話で、もう一つ砂丘で高くまで上がったというのは、まだちょっと…。やはりあれは、ああいう遠浅海岸で段波型の波になったことは、非常に大きいんじゃないかと思えますね。

阿部 先端が階段の端になったような…。

首藤 それもあると思うんですが、ぼくはやっぱり海底地形のほうが、大きかったんじゃない

かと思うんですよ。

梶浦 でも、海底地形だけでいうと、全体で見ると、あれは15メートルも上がってないんですから、全体で見ると10メートル足らずなんです。もうちょっと低いぐらいの波ですよ。

首藤 そうです。

梶浦 それぐらいまで上がったことについては、海底地形があるかもしれないけど、あそここの場所ですら15メートルに上がっているということ。ぼくは、あの辺に砂丘がなかったら、あそこは高さは7、8メートルで終わったと思うんです。砂丘があったから、上がっちゃったと思うんですけどね。

阿部 摩擦が少なく、はい上がりやすかったということですか。

梶浦 いやいや、急なスロープがあったということ。

首藤 それも一つあると思いますが、ただ、やっぱり、これは数値シミュレーションしてみてもそうですし、それから現地の人を聞いても、砂丘の上に立ったときに、津波の波峰線が大体円弧状になって、ずっと狭まってきたという話をしているわけですね。それはなぜかと言うと、円弧状の岸についている所は、もう碎波して、中はまだ碎波してない部分がどんどん狭まってきて、それではい上がってきたという言い方をしていますので、やっぱりそういう集める効果が、だいぶ効いていたんじゃないかとぼくは思いますね。

ポア状になっていたということは、結局、その所でほうり出されて、流速のエネルギーになって、それからはい上がったということは、梶浦さんが、おっしゃったように、そこは急だったから、それだけの集まってきた流速のエネルギーが位置のエネルギーに、まとまって変わっちゃったという、そういう感じもあるんです。

阿部 そうすると、上がる直前は、よっぽど勢いが大きかったんだろうか…。

首藤 かなり大きかったと思います。

阿部 その勢いが大きかったのは、目に見えない海底地形による…。

首藤 …だと、思いますけどね。

阿部 その海底地形の特殊性は、どういうものなのでしょう。

首藤 ですから、二つあるように思うんです。一つは、やっぱり比較的深い所の海底のコンターが、ちょうど集中するように、平行じゃなくて凸レンズの役割りをするような、地形になっていたということですね。

もう一つは、あの海岸の両端に岩礁海岸が出ていますからね。その岩礁海岸に当たったものが反射されて中に入ってくる効果も、もう一つあったように思うんですね。

津波の周期

阿部 一方では、今度は周期が短かった。普通の津波の周期は、たとえば15分とか20分とか30分なのに、今回は5分とかすごい短かった。そういう面から見ても、やはり普通とは違う津波だったんでしょうか。

梶浦 それは、普通と違うというよりも、どちらを普通と違うと見るかでしょう。というのは、たとえば昭和8年三陸大津波、あれは周期が短かったですからね。だから、短いのが普通で長いのが普通でないか、長いのが普通で短いのは異常かというのは、ちょっと見方によると思うんです。要するに、地震のものが深いところで起こっていると、周期が短くなりますからね。だから、それはどちらが特別というわけではないと思うんです。

阿部 そうすると、津波の周期が短かったというのは、先ほどの首藤先生の、津波にはそれぞれ個性があるもので、まだ平均像はないと…。

首藤 そうでもないんでしょうね。平均像はあるんじゃないかしら…。

梶浦 ぼくの思うのは、南海地震とか東南海地震、あのあたりでの地震は、海溝の一番深い所で起こってないですね。岸に近い所で起こっています。水深が、わりに小さいんです。だから、周期が長くなるんです。同じ大きさの断層があったとしても…。十勝沖地震もそうです。かな



梶浦欣二郎氏

り浅い所にかかった。

それに対して、昭和8年の三陸地震とか、今度の日本海中部地震も、あれは日本海としては深い所に起こりました。だから、

そういう場所の違いは非常にあるんじゃないかと思えますね。

首藤 場所の違いでどうなるかというのは、阿部さんあたりが今回のものに関しては、かなりおもしろい見方をしておられるんじゃないですか。要するに、日本海側と太平洋側が…。

梶浦 それは、また別です。(笑)

阿部 たとえば、日本海で10メートル出たといっても、私の頭の中では、もしあれが太平洋側で起きたとしたら、5メートルぐらいしか出なかったと…。すなわち、日本海の地震の起こり方の特徴から見て、海底変動が大きく、大きな波となったということを見ますと、半分についても考えて、「10メートル」「あ、5メートルしかない。すると太平洋では、このぐらいだ。そんなに大きくないな」という印象を持ってしまっただけです。

梶浦 それは、地殻変動のほうの問題なんですよ。

首藤 周期が長い短いの話ですけど、先ほど梶浦さんが、宮古湾の中でもボアが発生しておった証拠があるといわれた。しかし、波状段波という形式のボアが明確に認められたのは、やっぱり日本海中部のときだと思うんですよ。

これは、5分とかそんなものじゃなくて、11秒とか、そんなオーダーの非常に短いものが、先端に発達したというものです。津波本体の周期は5分とか7分ぐらいであって、その先端に10秒程度の、非常に、いわゆる分散性のきいた波群が発達した。それが確実に認められたという点では、やはり新しい津波の像みたいなのを、見せてくれたんだと思うんですね。

阿部 世界で初めてなんですか。

首藤 いや、そんなことはないと思いますよ。つかまえたのは初めてかもしれないけど…。

梶浦 だから、ビデオとか、ムービーとしてつかまえたのは初めてでしょう。あ、そうでもない…。

首藤 川の中ですと、いままでもあるんですよ。

梶浦 川の中は、いくらでもあるんですね。

阿部 別の面から見ますと、昼間に起きたことは重要かもしれませんね。

首藤 そうなんですよ。しかも、風がなかったものですから、もう波がなくて、本当にとにくくちょっとでも異常があれば、それはもうすべて津波が原因だということで、その辺の分離もはっきりしたわけですね。

迷信のまちがい

阿部 ぜんぜん話が違うんですけど、大津波は、真夜中には起こらないものなんでしょうかしらね。

梶浦 でも…。真夜中ねえ…。

首藤 それが困るんですよ。

阿部 歴史がないですね。(笑)

首藤 いや、そういう言い方をすると、三陸地方に、いろいろな津波に関する災害文化がございまして、たとえば明治のころなんかでも、夜は津波が起こらないとか、青葉のころは津波が起こらないというような、そういう常識があったわけですよ。ところが、明治の津波は6月15日ですか、要するに青葉のころに起こったわけですね。

そうすると、今度は変わっちゃいまして、昭和8年のころは、雪の降っているときには津波が起こらないことになっていて、昭和8年3月3日は雪があったものですから、皆さん安心して帰っちゃったと、こういうことなんですよ。だから、夜、津波が起こらないとか、そういうのはあんまり言わないほうがいい。(笑)

阿部 最近でもあるんでしょうか。

首藤 ありますね。ぼくが驚いたのには、ある

岩手県の村の海水浴場があります。そこは人家がないんですね。人家がないから、津波対策施設は要らない。人家がないから、防災無線もない。そして、レジャー客のキャンプ場だけあるわけです。いくら何でも、これはちょっと危ないんじゃないか。堤防とか何とかはないほうが、自然に親しむのにはいいと思うんだけど、少なくとも警報装置ぐらいないと困るんじゃないかと言って、その村の村長さんに言ったことがあるんです。

村長さんが、「あなた、何ということをおっしゃる。津波は昔から夏にはないですよ。ここに泳ぎに来る人は夏来るんだから、要らないですよ」。大まじめで言われたんですね。やっぱり、ちょっと困るんじゃないかと思えますけどね。(笑)

阿部 大きな地震の予知に関して、似たような話がありますね。北海道から東北にかけては冬、地震が起こるとか、ところが、しょっちゅう変わってしまうんですね、実際起こると…。やっぱり自然は、そうはいかないようですね。

梶浦 人間の経験の範囲は短いですからね。

首藤 経験の範囲が短いときに、いわゆる常識みたいなものに安心しちゃうと、大変なことだと思えますよね。宮城県の真ん中辺ぐらい、三陸海岸でいくと本当に南の端ぐらいの所ですが、明治29年には津波があったわけですね。大津波が…。そのときは、陸上ではおそらく震度2とか3ぐらいだったんです。それにもかかわらず、その地点には非常に大きな津波がきた。

ところが、そのつぎの明治30年になって、震度4ぐらいかな…。何かかなり大きな地震があったのですが、津波がほとんどなかった。それだから、その辺の科学的知識として、地震が小さければ津波が大きくなる。地震が大きいときには津波が小さいということになってしまいました。いかにも、エネルギーが地震のほうで処理されるのと、津波のほうで処理されるのに区別できるような、そういう迷信が生まれまして、おかげで昭和8年のときに死者が増えたという話があるんです。

初期波形

阿部 津波の一般的な話に移ってしまいましたけれども、もう少し津波の内容について言いますと、たとえ



首藤伸夫氏

ば津波がどの程度、研究者にとって理解できているかという問題があると思うんです。津波が理解できているということは、その津波を何らかの形で再現できるというのが、一つの理解の程度を示すポイントになると思うんです。

たとえば、日本海中部地震にしても三陸地震にしても、それによって生じた津波を再現できるということは、われわれの持っている知識が、十分津波の本質をついていることになると思うんです。そういう意味で、どのぐらい津波を再現できるだろうかというので、梶浦先生は最近まで、地震と津波を結びつけるような研究をされていましたが、最近は何の辺まで再現可能なんでしょうか。

梶浦 結局、津波をそういうふう理解するという面では、大きく分けると発生源の問題。その次は、発生した津波が海の中でどういう行動をとるか。それが最後に岸にきてどういう行動をとるか。後のほうは、どちらかという水の問題ですね。それに対して発生源の問題は、これは地震の問題なんですね、広い意味での…。地震動そのものではないですけども…。

ですから、この津波の理解は、もう一にかかって地震学の発達の程度によると言っても、ちょっと言い過ぎてないぐらいだと思うんですね。

この地震の発生源のことにになると、私なんかよりも阿部さんのほうが一生懸命やっておられたし、詳しいと思うんですけども、そちらを押さえますと…。押さえるという意味は、そちらをちゃんとできるんだということが、仮定としてあるとすると、あとはそういう原因によってどういう波ができる。その波がどういうふう

伝わっていく。それがどのぐらい理解できているかという問題になると思います。

その辺については、首藤さんのところで、いま、非常にいろんな意味で検討をやっておられるんですけども、どうでしょうか。

阿部 梶浦先生が何かお書きになったときに、これからの津波研究の方向としては、一つは津波の発生源の問題である。もう一つは、伝わった波の伝播の非線形の問題である。その二つに分裂していくであろうと思われるので、お書きになっていらっしゃると思いますね。

梶浦 もう十何年前の話ですけど…。(笑)

私は、それはいまでも、そのとおりでと思います。

首藤 たとえば、津波の初期波形に関して、十何年前にはどんな知識があって、いまはそれがどういうぐあいにならなっているのでしょうか。

梶浦 一つは、地震断層モデルのデータが非常にたくさん出ましたね。

阿部 1970年過ぎですね、どんどん断層運動のパラメータが決まっていたのは…。

梶浦 決まり出したのがね。で、実際にたくさんのもので決まったのは、もう70年代の後半に近いんじゃないでしょうか。高速計算機も、70年代の後半じゃないでしょうか、一般のところで、わりあい気軽に使えるようになったのが…。

首藤 そうなんでしょうけど、ぼくはそれこそ靴の上から足を搔くような思いをしたんですね。十勝沖地震津波の報告書なんかを見ますと、波源の形が何かこんな楕円形で、そのどこでどこが盛り上がってこう下がったという、その分布の形が何となく推定されているんだけど、でも、やっぱりこれは違うんじゃないかというような感じを、常に持っていて、フラストレーションを感じておったのが、やっぱりあれは1968年ですから、70年よりも前は何か要するにわからんなどという…。

阿部 一様隆起とか一様沈降とか、正弦波的な海底地形を与えようかという…。

梶浦 それで、十勝沖津波について断層モデルが役に立つと言ったのが、阿部さんなんだよ。

首藤 なるほど、なるほど。

阿部 1973年なんですね。私自身は、あのころから津波研究の方法が、ずいぶん変わってきたように思うんですね。

首藤 そうすると、相田さんがいろんな波源なんかを使って数値計算をやって、検潮記録とか何とかを決めて、いろいろ相田さんのK値(計算高が実測高の何倍かを表す指標)だとか、 κ 値(津波高のバラツキを表す指標)で判定して、どれが一番本当に近いだろうというようなことを、やり始めておられたのが、やっぱりちょうど時期が同じぐらいですね。

梶浦 ちょうど同じときですね。初めは、だから相田さんが、たとえば新潟地震のシミュレーションをやったときは、まだ断層モデルでの計算はなかったんです。だから、あのときは実測値を使っているんです。水深をはかった実測値を…。

阿部 あのときは、そうですね。

梶浦 だから、その後で日向灘地震をやったときも、まだ断層モデルはありませんでしたね。

阿部 あのころは、まだ簡単な、いくつかに分割して、押し引きがあった場合とかいうようなことをしていましたね。

梶浦 だから、一番まともに断層モデルを使ってやったのは、阿部さんがやられたすぐ後ぐらいに、同じものを使って数値計算をやったんじゃないでしょうか。

首藤 新潟地震のときは、海底をはかってやられたというか、たまたま同じ年にアラスカの大地震があって、あのときも隆起がちゃんと測量されていたから、その年には、不思議にも断層モデルを使わなくても、実測値があったわけです。

阿部 そうですね。新潟地震はずいぶん浅いところで起きたから、それこそ、水深200メートル…。

梶浦 それと幸運だったのは、やはり水路部がその前から計画して、あのあたりを詳しく測量

していこうという時代であったんですね。

阿部 断層モデルを入ると、津波は相当シミュレートできるんでしょうか。

首藤 できると言うのか、やっぱりできないと言うのか、この辺がなかなかむずかしいんですか…。(笑)

ぼくは、まだ断層モデルに対しても不満があるんですよ。なぜ不満があるか。いまの断層モデルは、主な断層だけはちゃんと何となく言えるけども、そこへちょっと複雑な副断層みたいなものがあつたときに、それを教えてくれないですよ。最近、津波シミュレーションのほうの技術が進歩してきたものですから、初期波形に関しての精度を、もうひと桁上げてもらえないかという欲望を持っているんですがね。

阿部 空間的な要素に関しては…。

首藤 ええ。その一番いい例は、ちょっと先ほどお話したアラスカのやつなんですよ。あれは陸上へあらわれていましたから、それで副断層みたいなやつが、かなり高くて幅の狭いものがあることが明確になったわけですね。どうも、日本海中部でもそんなことがあるんじゃないかというのが、ちょっと疑問として残っているんですね。

というのは、相田さんあたりが深浦の超音波高計の記録から、どうも初めのころに急な立ち上がりがある。それは、なかなか簡単にはちょっと説明がつかないようだ、言っておられるんですけども、その辺が津波としては効く要素なんですよ。だから、その辺でもうひと桁上げてくれないか、むずかしいですかね。

阿部 いまの地震学で言いますと、10キロメートルのディメンションまで解像度が上がった、そこまで来た、というのが現状だと思うんです。たぶん、ご要望のほうは数キロメートルとか、その範囲ですね。

首藤 そうそう。アラスカのやつで比べますと、海底表面の鉛直方向の主な変位のオーダーと、そこにちょっと乗った副断層の高さのオーダーが、鉛直変異としては大体同じオーダーであつて、この幅といますか、波長といますか、

それからいうと、メインのものに比べるとたとえば30分の1とか、そんなオーダーのものなんですよね。それが、津波としてはかなりクルーシャルなものになるんですね。

阿部 たぶん、パットン・ベイ断層という地震断層の話がされているんだと思いますけど、あれが深い所で起こると、いまの地震学でみつけるのはなかなかむずかしいですね。

首藤 だから、ぼくらは要するに、もう初期条件が与えられれば、途中の伝播計算は、これはお金と暇をかければ、いくらでも精度を上げられるなどという感じがあるんですよ。初期条件にないものは、いくらやっただって出てきませんのでね。(笑)

観測の現状

首藤 やっぱり、津波そのものをなるべく深い所で、もうちょっと確実にはかることをやってもらいたいな。気象庁あたりで、だいぶ進んできたようですけどもね。

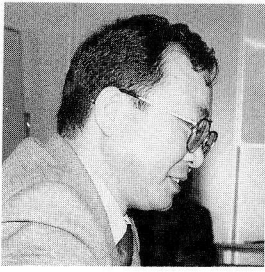
梶浦 津波のほうからいえば、そっちを攻めたいかないといかん、ということなんですね。

阿部 たとえば日本海中部地震でいいますと、男鹿が有名ですね。実際は3メートルぐらい津波があつたのに、検潮儀という機械記録で見ると50センチぐらいであつた。そういうことが昔もあつたとすると、これは大変なことなんですよ。

梶浦 昔は、幸いにも検潮記録をほとんど使っていないですよ。

阿部 ですが、たとえば昭和8年の三陸津波、津波のシミュレーションから検潮記録に合うように波源の問題を決めた場合、三陸津波の場合、もしかすると短周期であつたとすると、日本海中部地震と同じように、実際は大きいのに検潮記録は小さい。そのために、三陸地震津波は機械観測を通すと小さく見えてしまう。その辺、問題があるような気がするんですけども…。

梶浦 確かにそうですね。一応検潮記録も、初めの波はわりあい小さい波が多いですから、そ



阿部勝征氏

ういう所では、よく合ったものが出ているという信頼のもとに、いろいろなことをやっています。

最近、気象研究所の岡田さんが各地の検潮記録で、

本当にどういふリスポンスを持っているかというのを調べたんです。あれはなかなかいい仕事なんですけど、読んで最後になって「ああ、これでもむずかしいな」と思ったのは、これは時間的に変わるものであると、こうきたわけです。

首藤 そうなんですな。

梶浦 なぜかという、生物的な要素があるものだから、しょっちゅう測ってなければいけないと書いてあった…。

阿部 海草が繁茂してくるとか…。

梶浦 そうそう。貝がつくとか、そういう問題があるというので、やはり検潮儀に頼るのは、津波の場合には、限界があるんじゃないかという感じがします。

阿部 不思議な気がするんですけども、近代科学は物を精密に測ることによって、学問というのが成り立ってきたわけですね。地震学ならば、地震計を通して地面の動きを非常に精密に測る。それが発達すると、学問が発達して、また地震計も発達していく。

ところが津波の場合には、ごく最近になって初めて、その特性が問題になってきた。そういうものってよろしいんでしょうかしら。(笑)

梶浦 これは、一番初めに阿部さんが言われたように、専門家が少ないということなんです。結局、各分野の人が問題があったから、そのときにそれを調べるということで、準備をしてないわけですね。

首藤 やっぱり大きな津波は間歇的ですから、津波だけやっておったんじゃ、ペーパーもなかなか書けないし、飯も食えないしというところ

なんでしょうね。(笑)

津波を測る

梶浦 国際的な動きとしては、いまでも地域的な津波警報をやれない所が、いっぱいある。たとえば例に挙がっているのは、フィリピン、インドネシア、ニューギニアからずっと南太平洋の島々。もう一つは南米ですけども、その辺では地域的な津波警報の組織がない。

そのために、地震計と津波を測る水位計を各地につけて、そのデータをうまく集めて短時間に警報を出す。そういう組織をつくらうというので、かなり動いています。いま、話に出ているデータを取るという意味では、水位計のデータを安くて長い間記録できて、しかも情報がすぐに取り出せる、そういう方式を一生懸命考えているようです。

首藤 だけど、ぼくは津波専門のそういう測定機器は、成立しないと思うんですね。

梶浦 いまの計画もそうなんです。国際的な動きも、単独ではだめだということのようです。

首藤 絶対だめですね。

梶浦 だから津波のときには、そういう細かいデータを取るけれども、平常時はルーチン的に平均的なデータを取るようにして、両面を兼ね備えるような計器にする。

阿部 波の高さを測るのは、波高計みたいなものなんですか。

梶浦 水圧式の潮位計です。

首藤 だけど、ぼくはやっぱり潮位計のほうは、さっき岡田さんの話でもあったように、かなりメンテナンスをちゃんとやらにゃいかんという問題が、一つあるんですね。もちろん、後追いで、この前、起こったものをちゃんと復元するためにはどうするかというのだったら、津波の起きた後で現地に行って、観測井の特性を調べればいいわけです。ぼくはいま一番成立するんじゃないかと思っているのは、やっぱり比較的深い所ですね、大体50メートル水深ぐらいの所に置く、超音波型の波高計ですね。あれは、

運営次第で非常にいい資料になるんじゃないかな。

梶浦 日本では、そうですね。

首藤 これは、運輸省とか建設省、いろいろなところが持っています。毎日の業務として2時間に1ペンは動かして、水面のそれこそ秒から30秒ぐらいの変動を20分間取って、また2時間休んで、その次また20分間取るような運営をやっているわけですね。これを、できたら24時間バッチとデータを取ってもらおう。

そして、津波のようなイベントがあったら、それは残すけど、なければそれを消しちゃって、また次の業務にそれを使う。ボイス・レコーダーなんかそうなっていると思いますけど。ああいう使い方をして、その24時間の中から日常業務にほしい2時間に10分なり20分のやつは、それを取り出しておいて、またそのMT(磁気テープ)は元どおりに回転させる。

津波のようなイベントがあったら、それは手つかずに残しておいて、別のMTに取りかえるというようなことをやれば、比較的好いデータが取れることになると思います。しかも毎日の業務でやりますから、何かあれば必ずメンテナンスをやるわけですね。ぼくは、これが一番いいんじゃないかなという気がしていますね。

梶浦 現実的にはそうですね。

阿部 津波の場合は、地震の予知と違って、地震が起きてからわかるわけですから、たとえば地震が起きたという情報を得てから、何らかの形で信号があって動かすことも、大丈夫なんですね。

首藤 そうなんですよ。

梶浦 サンプルングを変えることはできると思うんですよ。

阿部 要するに、水際作戦で役立つかもしれませんね。

梶浦 だから、いまの国際的にやろうというのは、まさにいま首藤さんが言ったようなことをもう一歩進めて、地震のイベントがあったときに、情報を警報の中核まで送るという問題を非常に重視している。

首藤 そうですね。サテライトも使わなくては…

阿部 だんだん使えるようになってきているようですね。民間ベースのサテライトの利用が、可能になってきていますし…

梶浦 民間でなくても、GOES(Geostationary Operational Environmental Satellites)というアメリカの、データを集める静止衛星があるらしいんです。アメリカの連中がやっているから、簡単に使えるのかもしれないんですけども、使えるようですね。日本ならそこまでいなくても、通信のほうはまた別の手段を考えてもいいでしょうけども…

警報内容の向上

阿部 警報とか、津波を迎え撃つという話のほうに移ってきたわけですけども、いま気象庁が津波の予報・警報を担当していますね。それはそれなりに、非常に迅速にしなければいけないという点で、評価されると思うんですけども、研究者のサイドから見ますと、もう少しきめ細かな警報が出ないかと…

たとえば、2メートル以上、3メートル以上という現行のものよりは、もう少し、ある所では防潮堤を越えますよとか、越えるかもしれない、そういうほうが具体的で被害が少ないと思うんです。その面で、何か首藤先生が最近量的な警報ということ、言われているようですが、どういふものなんでしょうか。

首藤 いまおっしゃったように、大津波という最大級の予報文が、所によっては3メートル以上になる恐れがあると、こういう内容なものですから、現地では大変困っておられるようですね。チリ津波対策で5、6メートルの高さの堤防がある。3メートルならいいんじゃないか、越えないんじゃないかと、こう言う。ところが、3メートル以上なんだから、場合によっては越えるのか…

結局、避難命令を出す地方公共団体の首長と言いますか、そういう方が一番判断に迷ってお

られるんですね。で、どうするかというと、津波警報が出たらわざわざ海まで行って、危険な所で水面を見ていると言うから、そんなことをしたら、その人は逃げられなくなっちゃうんじゃないかという、危険があるわけですね、それを何とかできないだろうか。

結局、ある地点でどのぐらいの水位になるでしょうということを量的に出せば、いまおっしゃったように、堤防を越えるか、越えないかとか、その判断が非常にしやすくなるだろう。

量的にやるためには、いろいろな方法があると思うんですけども、どうせ今のようにコンピュータは日進月歩ですから、能力はどんどん上がっていくだろう。ひとつ、スーパー・コンピュータの使用が可能であるという前提のもとで、比較的細かなメッシュで、それから使う方程式はなるべく簡単なものにして、計算してしまったら、要するにその速度と精度が、量的予測に必要な要件を満たすことができるかどうかですね。これをチェックしてみようということなんです。

津波の計算からいきますと、三陸沿岸——大体北海道から宮城、福島の間境ぐらいまでを入れる三陸沿岸を、最終メッシュが200メートルぐらいということで計算しましても、スーパー・コンピュータなら1分半とか、そんなオーダーで終わっちゃうんですね。1分半ぐらいで、沿岸200メートルごとの数値が出てくる。

そこでも一番もとは、結局、初期波形なんです。その初期波形を早く決めてもらわなきゃ困るわけで、その初期波形を早く決めてくれさえすれば、そうなるということで、それを平沢先生とか泉谷さんあたりに、ちょっとお願いしたんです。そうすると、なんとかいくんじゃないかなろうかということで、いまの予定では発震後大体7分から8分で、震源を決めて、その断層を決めて、津波の数値計算までを完了してしまう。発震後7分か8分で200メートル・ピッチの、沿岸での水位は求められることになります。

阿部 水位だけでなく、継続時間も…。

首藤 それも出そうと思えば出ますけども、とりあえず数値予測としては、やっぱり、だいたい何時ごろ、どのぐらいのマキシマムの水位になりますよという、これが重要だと思いますので、いちおう、そここのところだけに注目しています。

阿部 いまの地震学の進歩からいきますと、超高性能地震計が実際に運用され始めているんですね。それが何らかの形で日本にあってデータを1か所に集めますと、たちどころにメカニズムを決める方法が開発されつつあるんですね。

ところが、それができるのは、地震の波を出した地震については、地震学のほうから攻められる。問題は、地震の波が小さいのに津波が大きかった、要するに、平均像からはずれたものですね。ところが、日本の場合は不幸なことに平均像からはずれたものが、大きな被害をもたらしているんですね。その辺に関しては、梶浦先生、いかがにしたらいいものでしょうか。

梶浦 地震の波を、少し長周期まで取らないといかんということですか。

阿部 ところが、長周期だけでもだめじゃないかと…。と言いますのは、平均像からはずれた地震は本当にはずれていて、もしかすると通常の地震ではない。地震の波を出したものを地震とすれば地震だけでも、たとえばマグマが比較的急に地下から上昇してきて、体積をふくらませた。そういうときに、とにかく海面下で地形の変動があるわけですから、それに伴って津波が出る。そのときは、地震の波をあまり出さないわけです。

ところが、地震学でわかるのは地震の波から見た地震の大きさ。ところが、津波のほうは海面の変動量に係る。

梶浦 そうしますと今度は、問題は地震の発震機構がどういうものかということが一番肝心ですね。地すべりのようなシングル・フォースで、最近は小さな地震で大きな津波になるとかいう話を、金森さんなんかはやっていたらいいんですけども、そういう問題にもかかわりますね。それはわかるんですか。

阿部 なかなかわからないと言ったほうがいいでしょうね。先入観を持つとわかる場合もあるし…。(笑)

監視するために

首藤 やっぱ三陸が一番問題なのは、明治29年の津波ですね。どこの記録でも陸上では震度3以上のものを、感じた人がいないんですよね。

阿部 震度1とも言われていますね。

首藤 本当にあれは困るんですよ。ですから、そういう面では、やっぱりこれは地震学の進歩だけに、任せておくんではいけないんで、津波学としてももう少し深い所で、きちっと測るということをやらないと…。

梶浦 それはそうだと思いますね。やはり、どうしても最後には地震のほうからもやるけれども、津波のほうとしても攻められるところは最後まで攻めておく。いろんなことで…。

阿部 たとえば、先ほどの津波計を置くだけでも、平均の地震からくる波の高さ、それから変な地震からくる波の高さ、波の高さにしてみれば同じなんですから、周期とかそういうものを計れば、即座にいろんなことができると思うんですよ。実際被害を及ぼすまでに…。そういう意味では、やはり津波計とか、そういうものによる監視は…。

梶浦 非常に大事だと思いますね。

阿部 梶浦先生が1979年ですか、アメリカのNSFのワークショップに出席されて、いろいろ書かれた非常に厚い本、300ページの津波に関する総合報告書があるんですよ。その中に、やっぱり津波計の設置は重要であると書いてある。ですが、問題点としては、深い海に置いて維持することのむずかしさと、もう一つは津波の発生頻度が低い。そのために困難さがあると書いてあるんです。いますごい重要だという話になったわけですけども、打開する方法はあるんでしょうか。

梶浦 やはり、新しい技術開発——これは何も津波とか地震とかそういうこと以外の、もっと

いろんな広い意味の技術開発があったときに、それをうまく早く利用すると、考えたほうがいいんじゃないでしょうか。津波のためだけに新しい技術開発、画期的な技術開発は、なかなか今の場合は、できにくいんじゃないかという気がします。

一番の問題は、長い間置いて無人で作動させるためにはパワーが要るわけですね。深海の深い所でパワーをどうするかとか、やはり100年に1回…、なんということになりますと、維持が大変なんでしょうね。

首藤 だから、やっぱりそういう所に置く津波計だけじゃなくて、地震計ももちろんですが、あとは流速計とかいろんなものを入れて、通常時の深海での海の物理的ないろんな性質を研究する手段として、まとめて設置しておくことでしょうね。その中の一つとして津波計が組み込まれていることになれば、普通は津波計以外のデータを使いながら、いろいろ仕事しておく。ちょっと聞いたんですが、気象庁の入れた津波計も何かよく見ると、おもしろい記録が取れていることが、だんだんわかってきているようです。

そういう意味では津波学だけじゃなくて、深海海洋物理学みたいなものに常時は使っていて、100年に1回は本当に津波計としての威力を発揮するとか、やっぱり、そういう副産物が実は日常業務であるような津波計じゃないと、だめなんじゃないかと…。

阿部 きめ細かな警報もできつつあるという話と同時に、これからの研究課題もあるということで、まだいろいろとお話は尽きないと思いますが、きょうはどうもありがとうございました。

[完]

日本の地殻水平歪 国土地理院編 (助地震予知総合研究振興会発行)

1883～1985年の日本全土の精密計測地網測量一次基準点測量結果を整理して完成した地殻水平歪のデータの集大成。

[実費頒布：含送料 20,000円]

月の地震

水谷 仁

月に地震は起こるのか

月の大きさは地球の4分の1以下の半径で、質量はたったの1%しかない。このために月は地球よりずっと速く冷えてしまい、現在月は地質学的に死んだ天体であると思われている。そこで「月にも地震は起きています」と言う、「本当ですか?」と問い返されることが多い。「地震ではなくて月震でしょう^(註1)」と茶化す人はともかく、この疑問は1969年以前の地球物理学者の多くが持っていたものである。

しかし今、この疑問については私たちは“自信”をもって、「本当です」と答えることができる。地球の地震の多くがプレートの沈み込みに伴うものであることを知っている読者は「それでは月にもプレート・テクトニクスがあるのですか」と鋭い質問を投げかけてくる。私はオッオッとたじろぎながらも、「月にはプレート・テクトニクスの地質活動はないと思いますが、月はまだ完全には死んだ天体ではないのです。この質問に答える前にもう少し月震について調べてみましょう」と急場をしのぐのである。

ここでは月の地震学になじみの少ない人々に、月震学の簡単なまとめになるように、いくつかの話題を取りあげることにする。もっと詳しく知りたい人々には最後にあげる文献を参照して頂きたいが、もっと手取っとり速く月震学の概要を知りたい方には、少し古くなってしまったが、この分野の主導者であった中村吉雄氏の総合報告(岩波『科学』の1976年3月号)をお奨めする。アポロ

計画による地震観測の最終的まとめとして、やはり中村氏による文献(1)、(2)がある。

アポロ地震観測ネットワーク

宇宙飛行士ニール・アームストロングが「この一歩は小さいけれど、人類にとっては大きな一歩である」と言って、静かの海に着陸したのは1969年7月20日のことであった。それ以来、1972年12月アポロ17号によるアポロ計画の最後の月探査までのあいだ、計5地点に地震計が月面に設置された^(註2)。アポロ11号の地震計は太陽電池を電力源としていたために、たった一月余りの寿命しかなかった。しかし、その後の地震計

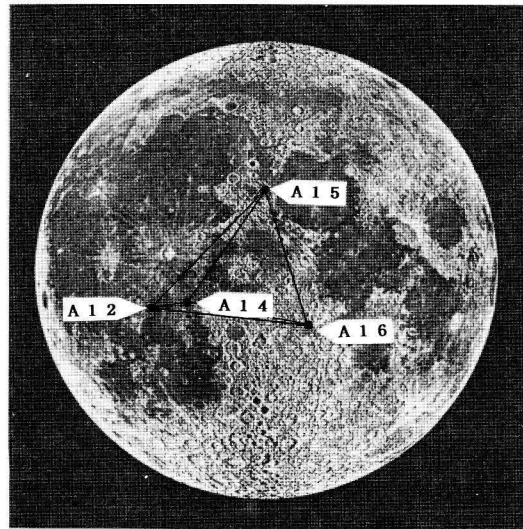


図1 アポロ地震計ネットワークの配置
A12, A14, A15, A16 はそれぞれアポロ12号, 14号, 15号, 16号着陸地点を示す。

(註1) 月震に対応する英単語として moonquake という、地震 (earthquake) に対応する単語ができた。

(註2) アポロ17号地点では重力計によって月震を検知することを試みたが、残念ながらこの重力計は満足な成果をあげなかった。したがって月の地震学に実質的に使えるものを4地点のデータのみであった。

表1 アポロ地震計の設置地点と稼働期間

ステーション	緯度, 経度	稼働期間
アポロ 11	0.68° N, 23.45° E	1969年 7月 21日～1969年 8月 27日
アポロ 12	3.04° S, 23.42° W	1969年 11月 19日～1977年 9月 30日
アポロ 14	3.65° S, 17.48° W	1971年 2月 5日～1977年 9月 30日
アポロ 15	26.08° N, 3.66° E	1971年 7月 31日～1977年 9月 30日
アポロ 16	8.97° S, 15.51° E	1972年 4月 21日～1977年 9月 30日
アポロ 17	20.16° N, 30.75° E	1972年 12月 12日～1977年 9月 3日

(註)アポロ 11号地点での地震計は、他の地震計とは同時期に作動しなかった。アポロ 17号地点での重力計は2,3個の大きな地震を記録したのみである。

は原子力電池を使うことができたために何年間も働きつづけた。図1と表1にアポロ12号からアポロ16号までの地震計の設置された場所を示す。12号と14号の地点は近いので、結局これらの地震計ネットワークのカバーする領域は、月の表側のほぼ中央の1辺約1100kmの正三角形の地域である。

各ステーションに設置された地震計は、長周期地震計3成分と上下動1成分の短周期地震計である。いずれもバネと錘からなる普通の地球の地震計と同じ原理からなる計測器である。月震の多くは1～3秒の卓越周期を持つので、月震学で活躍したのは主に長周期地震計であった。最大感度は短周期、長周期地震計ともに、0.5Aの地動を検知できるというものであった。これは地球で使用している地震計の1桁から2桁感度が高いものであり、月が地震学的に雑音が大変少ない静かな天体であることによって可能になったものである。

月震の波形：これは本当に月震なのか

アポロ11号の地震計から最初の記録が送られてきたとき、これが余りにも地球の記録の通常の地震記録と違っているために、これが本当に月震の記録かどうか疑う人が多かった。この実験を担当したG. LathamやY. Nakamuraなども同様な疑いを持っていた節が伺える。

例えばアポロ11号の実験成果の速報(NASA SP-214)では、いろいろな記録例を示した後、「これまで記録された多くの信号のうち、少なくともいくつかは月面着陸船(の振動)によって作られたものであった。また多くのものは自然月震、

隕石衝突、表面の岩石の運動によって発生されたものであるかもしれない。しかし、これらのどれも地球の地震記録で普通に観測されるようなパターンを示していない。いろいろなタイプに相当する波の顕著な相(P波、S波などといった)

は、どの記録に見られないし、振動の継続時間も長い。もし月が地球と同じぐらいに地震学的に活動的であり、月の岩石が地球の岩石と同じぐらいに地震波を有効に伝えることができるものならば、アポロ地震計の感度からすれば、もっと多くのはっきりした地震記録を捕らえることができるはずである。21日間にわたる観測期間中に疑いをいれないような月震が観測されなかったことが、この実験の最大の成果である」とある。

しかし、アポロ12号の地震計でも同じような記録が取られたことから、実験担当者は自信を取り戻した。アポロ12号実験報告(NASA SP-235)にはつぎのように書いている。

「アポロ11号と12号ミッションで同じような記録が得られたことは、観測されたいろいろな信号のうち、L-タイプ(11号のときに地震波波形の様相からいろいろなタイプに分類していたものである)の事象は自然起源のもの(器械の故障、雑音その他ではなく)であるという現在の信念を大変強めるものである」。

このようにして月震の記録は地震の記録に比べ著しく異なった様相を示すものであるが、これは地震計のせいではなく、本質的なものであることが分かってきた。図2にいくつかの記録の例を示す。この記録は時間軸を相当に圧縮して書いてあるが、振動の振幅が徐々に大きくなった後、長い時間をかけて減衰していく様子がわかるであろう。

月震の記録このようなものになるのは、月の地殻が著しく非均質で地震波を散乱することと、月の岩石が地球の岩石に比べ大変大きなQ値(小さな減衰係数)を持っているためであると現在では信じられている。実際われわれやTitmannらの

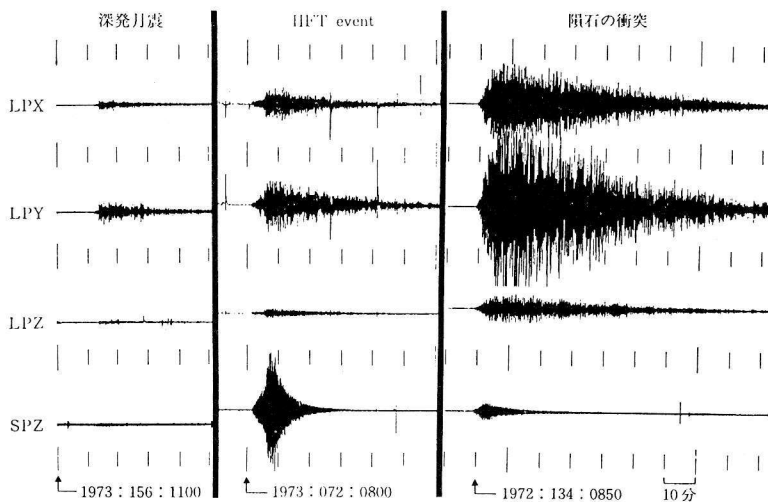


図2 月の地震波の記録の例

いずれもアポロ16号着陸点の地震計で記録されたものである。記録の全体を示すために、通常の地球の地震の場合に比べ時間軸が著しく圧縮してあることに注目されたい。LPX, LPY, LPZは長周期地震計の3成分を表わし、SPZは短周期地震計の上下動成分を表わしている。

グループによって、月の岩石についての実験室の測定から、月の岩石は超高真空下では著しく高いQ値を持つことが確かめられた。

月震の頻度：月面基地は月震災害に見舞われることはないか

8年間のアポロ地震計ネットワーク稼働中に、数多くの記録が得られた。これらを：

- (1) サターン・ロケットのような人工物の月面衝突
- (2) 隕石の衝突
- (3) 浅い月震
- (4) 深発月震

の4つのタイプに分けるのが便利である。

とくに(1)のデータは、落下地点・時刻が分かるために、人工月震として月の内部構造を決めるのに有力であった。

(2)の隕石の衝突と思われるイベントは8年間で1700以上も記録されたが、このうち、すべての観測点で記録されたものはたった27個に過ぎない。これらの隕石の大きさは、およそ500gから500kgの範囲にあるものと推定される。したがって、月面基地がとくに広い面積を占めない限り、

隕石の直接爆撃については心配は要らないとも言える。しかし、どんな小さい隕石でも月面では地球と違って秒速20kmぐらいでぶつかってくるから、小さい隕石が人間や、宇宙基地の天井を突き破って被害をもたらす可能性があることを考える必要がある。

(3)の浅い地震は、月震の内最も規模の大きい種類のものであるが、その頻度は少ない。記録されたこの種の地震のイベント数は、1982年のまとめでは8年間でたった28個に過ぎない。

この種の地震の震源の深さは、つぎに述べる深発地震に比べずっと浅いと思われるが、正確な深さは決められていない。おそらく地殻とマントル境界の直下付近であろうと信じられている。この地震を引き起こす原動力はよく分からないが、地球のintra-plate地震と同様に、テクトニック

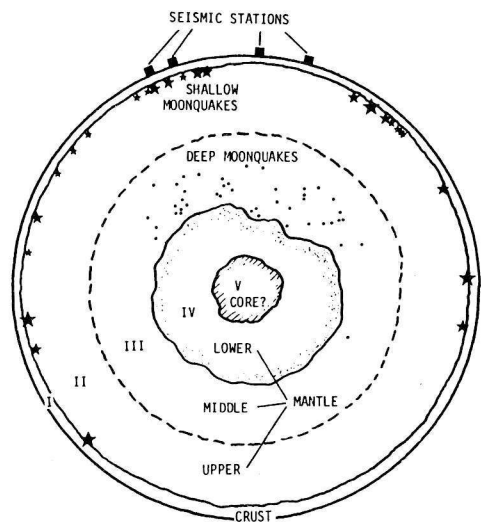


図3 月の内部構造の模式図と深発月震の震源の深さ図の上側が地球に面した月面であるが、ここで決められている深発月震の大部分は月の表側にある。

なものであろうと、この地震を解析しているテキサス大学の中村吉雄らは言っている。しかし、一枚プレートの月に本当の意味でのテクトニックな地震が起こり得るであろうか。

(4)の深発地震は、月震の特徴をよく示す大変特異なものである。この種の地震の大部分は、図3に模式的に示すように、深さ800km から 1000km の間に起こっている。深発地震の震源は現在までのところ、109 個あることが知られているが、このうち震源のよく決まったものは 52 個である。これらの震源から毎月 1~2 回の地震が起きるので、この種の地震の頻度は他の地震記録に比べ、膨大なものになっている。この種の地震はつぎに述べるような著しい特徴を持っており、その起源はまだ謎につつまれている。

深発月震の謎：地球による潮汐が地震を引き起こす

深発月震の震源の深さが地球のものに比べ異常に深いことのみならず、図4に示すように一つの震源からはいつも同じ波形を持った地震が発生することがまず第一の不思議である(図4では A 20 という名前のついた震源からの波形をアポロ 12

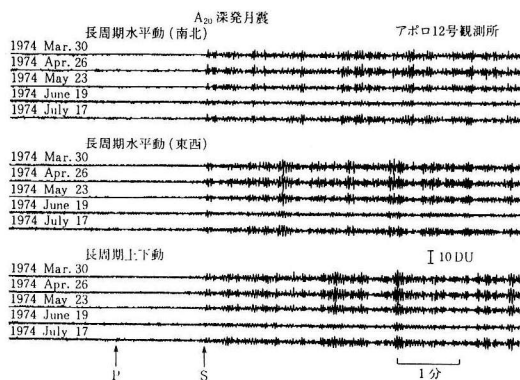


図4 深発月震の記録例

A20 という名前のついた震源からの5個のイベントをアポロ12号地点で観測したもの。振幅の単位 DU は Digital Unit の略号で 0.5 A に相当する。

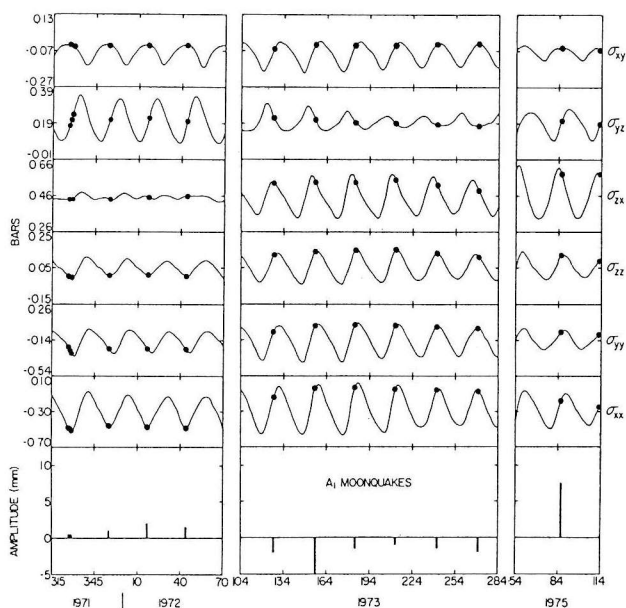


図5 A1震源(13.2°S., 31.1°W., 深さ850km)における潮汐応力と地震発生の時刻の関係
最下段には月震の振幅と波の立ち上がりの極性をしめしてある。

号着陸点での地震観測点で記録したものを示している)。したがって、この地震波を何回も足し合わせて(stacking), S/N 比を向上させることができる。また図4の左端の日付から分かるように、この震源から約1月おき月震が発生していることが分かるが、これは深発月震全体に対して一般的に言えることである。図5はA1という名前のついた震源で発生した月震の起きた時刻と、この地点での潮汐応力との関係を示したものである。この例では潮汐による応力のうち、 σ_{zz} が最大のときに月震が発生している。一般的に一つの深発月震の震源から発生する深発月震は、地球が及ぼす月の潮汐に対してほぼ同期しており、例えば満潮のときに起こる月震はいつも同じ震源に対応している。この潮汐との強い相関が深発月震の第2の不思議である。

しかし、月震の起こる時刻と潮汐との同期は必ずしも完全ではない。図5の例では1973年中は σ_{zz} の最大のときに月震が発生しているが、1971年末から1972年初めにかけての時期には、むしろ σ_{zz} が最小のときに月震が起きている。このことは、また月震波形の立ち上がりの極性と振幅の

変化とも関連しているように見える。1972 年前半まで正の極性をもっていたものが 1973 年には反転し、1975 年にはまた元の極性にもどっている。深発月震が地球の地震と同じように断層運動を反映したものであると考えると、これは断層の滑る方向がある時期から逆になるということを示している。これもきわめて不思議なことである。

なぜ深発月震が、潮汐と強い相関があるのだろうか。そもそも、なぜこんな深いところに月震が発生するのであろうか。この疑問に対する明白な答えはまだ無いといってよい。しかし、潮汐による shear stress は深さ 600km から 1000km の範囲で大きくなることは理論的に予想されている。これは後で述べるように、1000km より深い所に、地球のアセノスフェアに相当する柔らかい層があるためである。しかし、この潮汐応力は 1 bar を越えないことから、月震が潮汐によって直接引き起こされるのではなく、潮汐作用は単なる引金に過ぎないものと思われる。

地球の地震でも潮汐と同期した活動がみられる場合があるが、深発月震に見られるような長期にわたり、ほぼ完ぺきな同期性が観測されることはない。

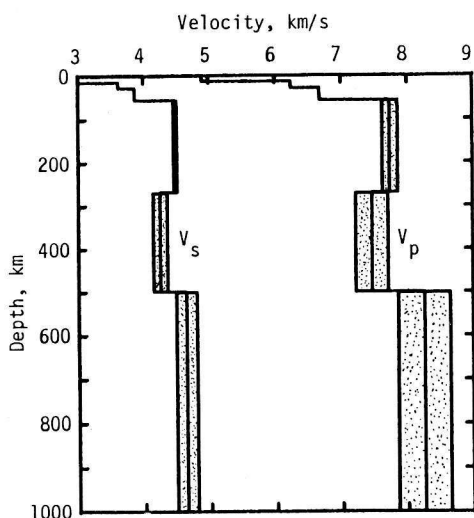


図6 月の内部における地震波速度分布
1000km より深いところ(月の中心は 1740 km の深さにある)での速度分布はまだよく分かっていないために示されていない。

表2 月の内部の速度構造

深さ (km)	P 波速度 (km/s)	S 波速度 (km/s)
0~1	0.51	
1~15	4.90	
15~30	6.25	
30~58	6.68	
58~270	7.74±0.12	4.49±0.03
270~500	7.46±0.25	4.25±0.10
500~1000	8.26±0.40	4.65±0.16

月の地震観測から何が分かったか

アポロ地震計ネットワークによる最大の成果は、なんといっても月の内部構造を、ある程度明らかにしたことであろう。地球の地震計ネットワークに比べ、月面でのステーションの数は、図1に示すように数少ないものであるから、そこから得られる内部構造の精度にも限界があるが、それでも何も分かっていなかった 1960 年代に比べれば格段の進歩である。

月の表層付近の構造については宇宙飛行士が着陸地点近傍で人工地震実験を行なって深さ約 1000 m ぐらいまでの構造が求められた。この実験は Active Seismic Experiment と呼ばれ、図1で掲げたネットワークによる観測が Passive Seismic Experiment と呼ばれたのと同照をなすものである。この Active Seismic Experiment によって、月の表層は P 波速度 100m/s 程度の厚さ 10m ほどの土壌(レゴリスと呼ばれる)によって覆われていることが判明した。これよりさらに深い部分での構造の解明に役立ったデータとして、宇宙飛行士を月に運んだサターン IVB ロケットや月面着陸船 LM などを用途済みになった後、月面に衝突させたときに生ずる地震波を観測したのものがある。これも一種の人工地震実験であり、発震時刻・震源位置が決められているために特に月の浅い部分の内部構造を決めるときに有力なデータとなった。この他に、「月震の頻度」の節で述べたような様々な種類の月震データを利用して、図6、表2に示すような月の内部の地震波速度構造が求められた。

この結果から、月も地球と同じように地殻とマントルに分離していると考えて良いことが分かる。深さ 58km より浅い所が地殻に相当し、これより深い所がマントルに相当する。ここで得られた月の地殻の厚さは、図1に見られるアポロ地震計ネットワークの下のものであることを、注意しておきたい。この場所以外で地殻の厚さがどうなっているかについては、間接的情報に頼らざるを得ない。地震計ネットワークがカバーしていない、例えば月の裏側では地殻の厚さは 100km 以上にもなるであろうと考えられている。さらにマントルの下に、金属鉄を主成分とするコアがあるかどうかも地震学的にははっきりしない。月全体の平均密度と慣性能率から見ると、月のコアは在ったとしても半径 500km 以上にはならないであろうと思われる。月にコアが在るかどうか、あるとすればどの程度の大きさであるかは月の起源と進化を考える上で第1級の問題であり、後に述べる日本の月探査計画では、この問題を解明することに主眼が置かれている。

上で述べた速度構造モデルは図6を見ても分かるようにまだ多くの不確定性を残している。このモデルで採用されている 270km, 500km での不連続は実在するものか、あるいは gradual に変化するものの近似であるのか、などはデータの不足のためになんとも言えない。またマントルの速度構造から鉱物組成を論じようとしても、速度の不確定性のために定量的結論が得られない。これらも将来の月探査において解決されるべき問題である。表2や図6には示されていない深さ 1000km 以深の構造はまだよく分かっていないというのが妥当なところである。これは深発月震の震源が 1000km より浅い所にあるために、1000km より深い部分を通る地震波のデータが少ないためである。月の裏側に衝突したと思われる隕石による地震波の観測によれば、1000km より深い部分を通る地震波はS波の減衰が著しく、走時も遅れる兆候がある。これから 1000km より深いところは地球の低速層（アセノスフェア）に相当する構造ではないかと推定される。もしこれが正しければ、深さ 600~1000km の場所で潮汐力を大き

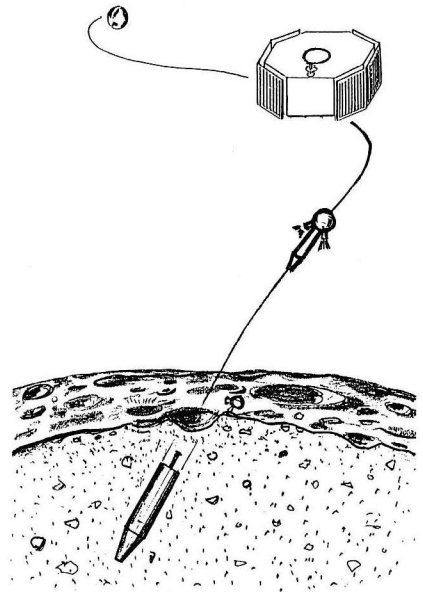


図7 日本の月探査計画で用いられる予定のペネトレーターの概念図

くすることができて、前に述べたように深発月震が、なぜそんなに深い所に発生するかについての疑問に答えることができる。

将来の月震観測：日本の月探査計画

アポロ計画は月に人類を送り込むという人類史的意義を持っていたが、一方、これが国の威信をかけた幾分政治的な計画であったために、科学的には不満足な点多かった。これまで述べてきたように月震観測についても、将来に残した課題が多い。月にコアがあるのかどうか、マントルの速度はどの程度か、アセノスフェアはあるのか無いのか、地殻の厚さは地域によってどれくらい変わるものか、など月の起源と進化を論じる上できわめて重要な情報が不明のまま残された。

古地震 歴史資料と活断層からさぐる

萩原尊禮編著

藤田和夫・山本武夫・松田時彦・大長昭雄著

A 5判 320頁 ●定価3800円

地震前兆現象 予知のためのデータ・ベース

力武常次著

B 5判 240頁 ●定価6000円

☎113 東京都文京区本郷 ●東京大学出版会

幸い宇宙工学の発展により、わが国でも月の探査を含む惑星探査が行なえる情勢が生まれつつある。現在、宇宙科学研究所では1990年代半ばにわが国独自の月探査を行なう計画を練っている。この計画の中では、ペネトレーターという新しい道具を使った月震観測が取り上げられている。ペネトレーターとは図7に示すように、月を回る衛星から地震計や熱流量計を月面に投下するための槍状の物体であり、これによって1回の探査によって複数の地震計、熱流量計ステーションを作ろうとするものである。現在開発が進められているペネトレーターは長さ1m足らずで、秒速300mで月面に衝突し、深さ1~2mの所に埋め込まれる予定のものである。月面衝突時の大きな衝撃に十分耐え、しかも現在地球で広く使われている最も感度の高い地震計より、約2桁感度の高い地震計を開発することがこの計画の鍵であるが、現在までの各種の開発実験によりこれは達成可能であることが分かってきている。これによってアポロ計画では1台ずつ宇宙飛行士によって運ばれたものが、1台の無人の探査機によって一気に月震観

測網を作り上げることができる。

このペネトレーターによって月の裏側にも地震計を設置し、震源の良く決められている深発月震を観測すれば、月の深部構造を今までより精度良く決めることができる。月の表側でアポロ地震計のおかれた場所に1台の地震計を配置すれば（アポロ地震計は現在は稼働していない）、これによって発震時と潮汐との関係と波形から深発月震の震源を推定できるからである。したがって、月の表側の深発月震を月の裏側で観測すれば、月にコアがあるかどうかなど、今までの観測で欠けていた重要なデータを得ることができる。現在進められているわが国の月探査計画では、ペネトレーターを使って月面の3か所に地震計を設置し、1年間観測をつづける予定である。得られたデータは月を周回する探査機を経由して、地球に送信されてくる。この計画が実施されれば、アポロ以後の最初の月震観測をわが国が始めることになり、1990年代中期以降には、月震学についてのわれわれの知識はまた格段に進歩するであろう。またこれによって長い間人類の謎であった月の起源と進化の解明についても大きな進展がみられることになる。

ご 案 内

本誌の既刊分（1986年6月創刊）は、まだ少数ながら在庫がありますので、ご希望の方はお申込み下さい。6号の主な内容及び申込先は下記の通りです。

地震ジャーナル 6号

- エッセイ 東京湾開発と地震対策 大竹政和
活断層と古地震・未来地震 垣見俊弘
- 公開対談
西暦2000年における地震予知と C.R. アレン；
地震災害評価 R.A. アンドリュース
- 大地は動く—液状化による地盤の側方移動 浜田政則
- 漢詩と地震 村内必典
- 宇宙からみた地震雲 高橋 博
- 地震と切手 牧野正久
- 企業の防災対策 東京ガスの地震対策 大沢隆太郎
地震予知連絡会情報 渡辺 晃

- ご講読料 [郵送料を含む] 1500円
- お申込先 東京都千代田区神田美土代町3
（財）地震予知総合研究振興会
（本誌綴込みの振替用紙をご利用下さい）

地震ジャーナル・編集部

参考文献

- (1) Nakamura, Y., G. L. Latham, and H. J. Dorman, Apollo lunar seismic experiment-Final summary, Proc. 13th Lunar Planet. Sci. Conf., (J. Geophys. Res. 87, Suppl., A 117-A 123), 1982
- (2) Nakamura, Y., Seismic velocity structure of the lunar mantle, J. Geophys. Res., 677-686, 1983
- (3) Goins, N. R., M. n. Toksoz, and A. M. Dainty, The lunar interior: A summary report, Proc. Lunar Planet. Sci. Conf. 10th, 2421-2439, 1979
- (4) Toksoz, M. N., N. R. Goins, and C. H. Cheng, Moonquakes: Mechanisms and relation to tidal stress, Science, 196, 979-981, 1977
- (5) Nakamura, Y., et al., Deep lunar interior inferred from recent seismic data, Geophys. Res. Lett., 1, 137-140, 1974
- (6) 中村吉雄, 月の地震学, 科学, 46, 135-144, 1976
[みづたに ひとし 文部省宇宙科学研究所教授]

旧約聖書と地震

萩原幸男

はじめに

旧約聖書はユダヤ教、キリスト教およびイスラム教の正典である。これら三大宗教はその呼び名こそ違え、ともに同じ創造主を唯一の神として礼拝している。『創世記』でエルと呼ばれた神は『出エジプト記』以後はヤーウェ（英名でエホバ）と呼ばれた。アラーはエルと同じ古代セム語系の呼び名である。

旧約聖書の世界（バイブルランド）は現在の聖地パレスチナに限定されない。東はイラン・イラク、西はエジプト、北はギリシャ・トルコ、南はアラビア・エチオピアに及ぶ。創世記に登場するアブラハム（アラブ系の名ではイブラヒム）は神の召命に従って故郷ユーフラテス河下流カルデアのウルを離れ、ハラシ（現在のトルコ東部）を経てカナン（パレスチナ）をめざして旅した。しかし間もなく、この「乳と蜜の流れる」地方に飢饉が襲ったため、彼は一時期をエジプトで過した。このようにアブラハム一人に焦点をしばってみても、実に2,000kmを越える行程で旅し、メソポタミアとエジプト両文明圏を連ねた古代世界の広がりが見えてくる。

旧約聖書には数多くの自然災害が神罰として記述されている。とくに有名なのは創世記に登場する「ノアの洪水」と「ソドムとゴモラ」の物語であり、後者は地震災害と解釈される。バイブルランドのなかでも、とくにアカバ湾から死海、ヨルダン川を経てガリラヤ湖へと延びる地溝帯はアラビア・プレートとアフリカ・プレートの境界線として地震活動が活発な地域である。尾崎・佐藤（1968 a, b; 1969 a, b）は旧約聖書に記述された地学諸現象を分類したし、またとくに代表的な

地学現象については、金子（1980）が広い知識を背景に洞察を行なっている。筆者があえて再びここに論述するまでもないが、イスラエル民族興亡の歴史を辿りながら地震活動にのみ焦点をあてて考察を進めてみたい。

バイブルランドの地震活動

アラビア半島とアフリカ大陸の間には、細長い紅海が入り込んでいる。兩岸の海岸線が不思議に思えるほど相似性を示すことから、かつてアラビア半島はアフリカ大陸に地続きであったことが伺える。長い地質時代を通して、紅海は次第に開いて両大陸を分離したと考えられる。現代のプレート・テクトニクス説によれば、紅海はアラビア・プレートとアフリカ・プレートの境界線にあたる。重要なことは、このプレート境界線が紅海からスエズ地峡を経て真っすぐに地中海に抜けるのではなく、シナイ半島の先端あたりで急に方向を変えて、アカバ湾からパレスチナを縦断するヨルダン地溝帯を通ることである。プレート・テクトニクスの用語に従えば、この地溝帯はトランスフォーム断層の運動により形成されたことになる。

図1に中近東とその周辺地域における最近の地震活動とプレート境界を示す。図中の黒丸は1964～1985の22年間に発生したマグニチュードIV以上、深さ100km以内のISC (International Seismological Center) データによる。主要な地震活動はユーラシア・プレートの境界に発生しているが、ヨルダン地溝帯にも僅かではあるが黒丸が見られる。このことからパレスチナ地方には現在も地震活動が継続していることが知られる。

服部・イブラヒム（1981）には、E. M. イブラヒム氏が編集した地震データ（BC 2200～AD

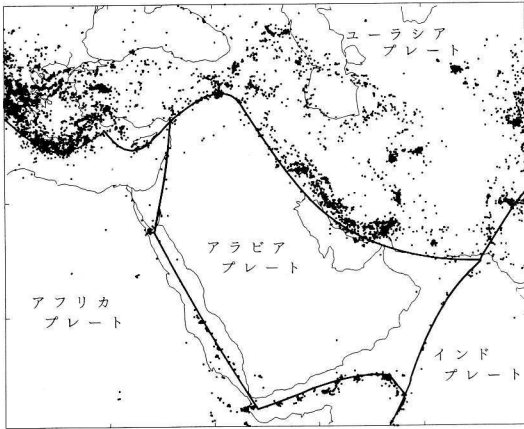


図1 中近東とその周辺地域のプレート構造と地震活動(1964-1985)
吉井敏尅氏の提供による。

1800年)に基づくエジプトとその周辺地域の被害地震の震央分布図(図2参照)が掲載されている。集録された地震の総数は約600個にのぼるが、その大部分はヨルダン地溝帯に発生したものである。そこで紀元前の地震だけを緯度 $25^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 、経度 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}\text{E}$ の範囲に限定してイブラヒムのデータから拾い出してみると、地震の数は僅か25回に減る。古い時代の地震に関する記録が失われてしまったことと、当時の人口が少なかったために地震被害も少なく済んだものであろう。とにかく紀元前の2200年間にヨルダン地溝帯には、100年に1回以上のひん度で被害地震が発生したことになる。

ソドムとゴモラの壊滅

アブラハムの甥にあたるロトはソドムの町に移り住んだ。ソドミズムとは男色を指すように、ソドムは隣り町ゴモラとともにこの罪に満ちていた。ある日の夕暮れ、2人の天使がロトに現われて告げた。「今すぐこの町を立ち去り山に逃れよ。神はこの町を滅し給う」。翌朝早くロトが死海南岸の田舎町ゾアルに辿り着いたとき、突然火と硫黄が降り注ぎ、ソドムとゴモラは灰じんと帰した。「うしろを振り向くな」との天使の警告にそむいたロトの妻は塩の柱となってしまったという。おそらく家に残した品物を取りに帰ったために災害

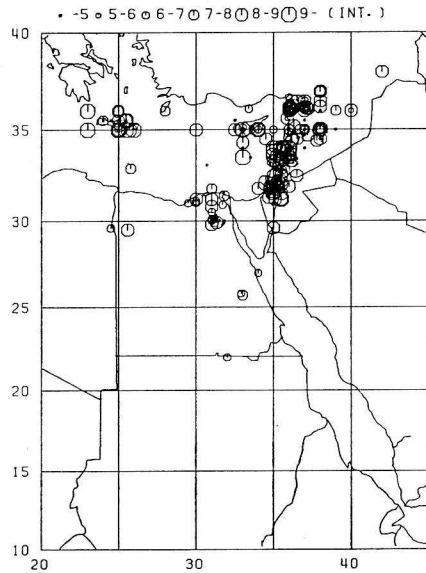


図2 エジプトとその周辺の被害地震(BC 2200~AD 1800年)〈服部・イブラヒム(1981)による〉
丸印の大きさは震度5から9に対応している。

に巻き込まれたのであろう。

「火と硫黄」から火山活動を連想するが、その頃この地方に噴火があったという地質学的証拠はない(金子, 1980)。この地方にはアスファルトが至る所に湧き出していて、地震の発生とともに自然発火することがあるらしい。中国の四川省では、地震のときに天然ガスが噴出して火災になることがある(力武, 1979)。アスファルトが燃え出し、火の粉は雨のように降り注いだことであろう。アブラハムが山から見下ろすと、黒煙は死海の谷をおおっていたという。

アブラハムの生きていた時代はBC 1620~1550年と考えられている。しかし、この年代には異説があって、アブラハムが活躍したのはBC 1150年以後ともいわれる(山本, 1988)。その証拠は、アブラハムがペリシテ人の王アビメレクと親交を結んだという記載である。パレスチナ地方は、それまで青銅器時代であったが、ペリシテ人が地中海地方から鉄器文明とともに移住してきたのはBC 1150年頃だからである。もしBC 1150年以降説をとれば、アブラハムはモーゼより後の年代になってしまう。いずれにせよ、ソドムとゴモラの遺跡を発掘調査すれば判明することであるが、

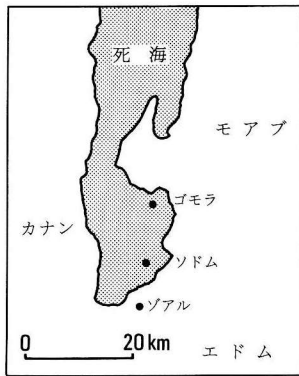


図3 死海南部

残念ながら遺跡は死海の底に眠ったままである(図3参照)。

ついでのことには宗教の発達史上で重要な事柄をつけ加えておきたい。アブラハムの一子イシュマエルは成長して父とともにメッカのカーバ神殿を築き、これがイスラムの礎石となったと伝えられる。一方、嗣子イサクの子ヤコブは12人の息子を持ち、イスラエル十二族の祖としてユダヤ教成立の母体となった。宗教を越えて「父祖アブラハム」として畏敬されるゆえんはここにある。

モーゼからヨシュアへ

ヤコブの12人の息子達がエジプトに移住してから430年後、第19王朝ラメセス二世(BC 1290~1224年在位)のとき、イスラエルの民はモーゼに率いられてエジプトを脱出した。ナイル河の中流アスワンに近いアブシンベル神殿の入口に、ラメセス二世の4体の座像があることによっても判るように、絶大な権力を持ったファラオであった。イスラエルの民は土木工事の苦役から逃れて、建設中の町ラメセスをあとにカナンに向けて脱出したのであった。逃げるイスラエル人を追ってファラオの戦車隊が「葦の海」のほとりまで追ったとき、「モーゼの奇跡」が起こったのである。『出エジプト記』には「主は夜もすがら烈しい東風をもって海を押し返えされたので、海は乾いた地になり、水は分れた。イスラエルの人々は海の中の乾いた所を進んでいった」と記されている。追撃してきたエジプト軍は押し戻してきた海水に吞

まれて全滅した。

エジプト脱出のルートには地中海側を通る北ルートとシナイ半島をめぐる南ルートとがある(図4参照)。民族の大移動を考えると、山岳地帯の南ルートを選ぶにはかなりの無理があるので、出エジプト北ルート説を支持する人は多い。図4では出発地ラメセスに近い地中海側の小湾を「葦の海」と考えている(日本聖書協会, 1987)。山本(1988)によれば、地中海側にはバルダビル湖という海岸湖があり、ちょうど天の橋立のような天然の細長い土手が海と湖とを分けている。現在でもこの土手は満潮時に強い北風が吹くと、高潮が土手を越えて湖中に流れ込むという。エジプト軍の追撃は、ちょうどこのようなときに当たったのであろう。また金子(1980)は南エーゲ海のサントリーニ火山の大噴火とそれにつづく火山体の陥没が津波を起こしたために奇跡となったと解釈している。いずれも奇跡は紅海ではなく地中海側で起こったと考えている。

以上のように「モーゼの奇跡」そのものは地震の発生と無関係らしい。しかしエジプト脱出後の40年間、さまよいつづけた荒野においてイスラエルの民は大地震に遭遇することになる。『民数記』は、つぎのように記している。「彼らの足もとの大地が裂けた。地は口を開き、コラの仲間たち、その持ち物一切を家もろとも呑み込んだ。荒野における苦しい生活は「エジプトに奴隷でいるほうがましだった」との思いを募らせ、コラはその仲間と組んで公然とモーゼに反抗するに至っ

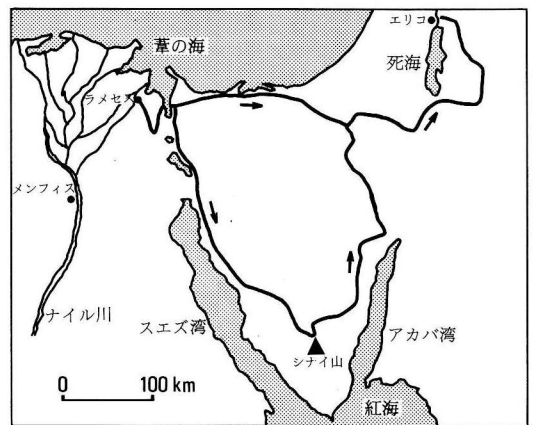


図4 出エジプトのルート

た。反抗の罪に対する罰として彼らは地震の亀裂に呑み込まれたのである。

モーゼの死後、後継者ヨシュアに率いられて、イスラエルの民は、ついに「乳と蜜の流れる」約束の地カナンに侵入した。ここで有名な「エリコの戦い」が起こる。イスラエル軍がヨルダン川を渡河するとき、川の流れは止って水は左右に分れたという。またエリコの城塞を取り囲んだイスラエル軍がラッパを吹き鳴らしたとき、城壁が崩れ落ちたと『ヨシュア記』は語る。理由もなく川の流れが止まったり、ラッパの響きで堅固な城壁が崩れるはずはない。地震断層の発生と考えるのが自然であろう。

エリコを攻略した後、イスラエル軍はつぎつぎと付近の町を勢力下におさめた。とくに、その頃パレスチナに侵入しはじめたペリシテ人との戦いは熾烈を極めた。その過程が『士師記』のなかに英雄物語、征服物語として記されている。よく知られた「サムソンとデリラ」の逸話は英雄物語のうちの一つである。ここでは怪力サムソンがペリシテ人の神殿を崩す話が登場する。日本の民話ならば、サムソンはさしづめ「なまずの化身」というところであろう。

王国滅亡史のなかの地震活動

BC 1200 年頃になると、地中海沿岸一帯の低地に「海の民」と呼ばれるペリシテ人が定着しはじめた。彼らは鉄製の武器による強力な軍備を持ち、高地に住むイスラエル民族をじりじりと圧迫した。それまでイスラエルの十二部族はそれぞれ長老たちに統率されていたが、ここに至って対ペリシテの強力な新体制樹立の必要性が叫ばれ、民衆の声に押された形で予言者サムエルはサウルを初代の王に選んだ。しかしサウル王朝は二代で亡び、代わってダビデが「油を注がれる者」となった。ダビデ王は度重なる戦闘によってペリシテ人を敗走させ、ついに聖都エルサレムを建設して、安定した国家体制を樹立した。その子ソロモンは BC 961 年に王位を継承し、40 年間にわたって栄華を極めることになった。シバの女王の来訪やエ

ジプトのファラオの娘を正妻に迎えたことなどからも、ソロモン王の国際的地位の高さが推察できる。

しかし国際化は同時にイスラエルに異教の神々をも導入する結果をもたらした。『列王記』の記すところによれば、ソロモン王は多数の側室をもち、次第に「彼女たちは王の心を迷わせ、他の神々に向かわせた」。ソロモン王の死後、王国は北のイスラエル王国と南のユダ王国に分裂した(図 5)。BC 722 年にイスラエル王国はアッシリア帝国のサルゴン II 世に亡ぼされた。一方、からも難を免れたユダ王国も新興バビロニア帝国のネブカドネザル王のエルサレム占領 (BC 605 年) により滅亡することになる。ソロモンの神殿は瓦礫と化し、ユダ国民は「バビロンの捕囚」の浮き目をみるに至った。

ダビデ-ソロモン時代以降の地震活動は『サムエル記』、『列王記』、『イザヤ書』などにしばしば登場する。『アモス書』は「それはユダの王ウジアの時代、あの地震の二年前に、イスラエルについて示されたものである」と書き出している。ウジア王の頃には地震活動がきわめて盛んであった。ウジア王が死んだ年 (BC 740~739 年) に神の召命を受けた予言者イザヤは、とくに多くの地震について記している(尾崎・佐藤, 1968 b)。アッシリア帝国に滅亡されたイスラエル王国の二の舞をふむことがないように、イザヤは神の怒りとして地震現象をとらえることで、ユダ国民に神へ

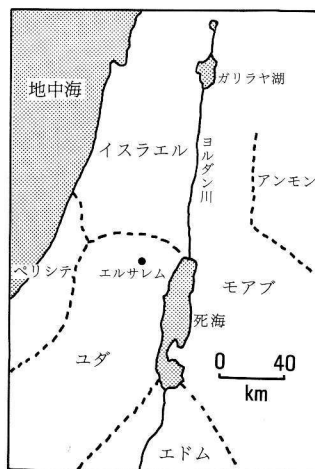


図 5 南北分裂後のイスラエル

の完全な信頼と真実の回心を呼びかけた。ユダ王国の滅亡をその目で見届けた預言者エレミヤやエゼキエルも同様の立場をとった。神の手により地上の大帝国バビロニアが亡び去り、イスラエルに解放の日が来ることを彼らは預言しつづけたのである。

横ずれ断層の記述

BC 538年、ついに解放の日がきた。バビロンを陥落させたペルシャ王キュロスは各国の捕囚を故国に帰した。『エズラ書』はエルサレムに帰国する大きな喜びをうたいあげている。しかし帰国してみると、エルサレムは異教と異文化の影響下に予想以上に荒果てていた。待ちわびた解放の喜びは無残にも深い幻滅に代わった。この困難な状況の下で、ソロモンの神殿を再建しなければならなかった。

預言者ゼカリヤは、このような折に神の召命を受けた『ゼカリヤ書』のなかには、つぎの記録がある。

「オリブ山は東と西に半分に裂け、非常に大きな谷ができる。山の半分は北に退き、半分は南に退く。……ユダの王ウジアの時代に、地震を避けて逃れたように逃げるがよい」

オリブの山とはエルサレムの東にある山であり、後世、イエス・キリストが昇天した山として知られる。いつの日かメシア（救世主）が現われて、破壊されたエルサレムを再建する解放の日が来るとの預言の一節であって、500年後のイエスの来臨を示唆するものと考えられている。

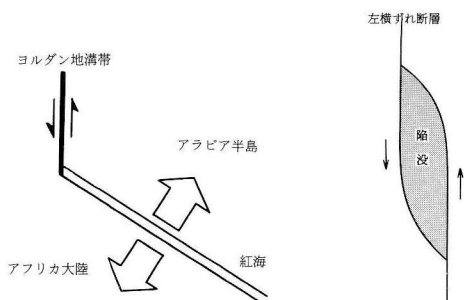


図6 紅海の開口とヨルダン地溝帯の左横ずれ運動

図7 左横ずれに伴う陥没

この記録から明らかなことは、ヨルダン地溝帯の南北に走向をもつ断層が横ずれ運動を起こした事実をゼカリヤが知っていたことである。図1をみると、紅海を通るアラビア・プレートとアフリカ・プレートの境界線はスエズ地峡の手前で折れ曲って、アカバ湾からヨルダン地溝帯へと走る。かつて紅海は閉じていて、アラビア半島はアフリカ大陸と地つづきであったが、紅海が開くことで現在の形ようになった。紅海が開くと、当然のこととしてヨルダン地溝の断層は左横ずれ運動を

ご案内

本誌の第1～3号までの既刊分は、まだ少数ながら在庫がありますので、ご希望の方はお申込み下さい。第2号および第3号の主な内容およびお申込先は下記の通りです。

地震ジャーナル 2号

地震予知学の実力のほど	三木晴男
パークフィールドの地震予知	金森博雄
日本がアメリカとなった話	上田誠也
地震後10年 唐山を訪ねて	高木章雄
日本最古の地震	山本武夫
瓜生島沈没の謎	柳川喜郎
地震予知と“火の玉”	力武常次
地下核実験探知と地震学	末廣重二
地震予知連絡会情報	萩原幸男

地震ジャーナル 3号

“他山の石”——警戒宣言の解除	柳川喜郎
座談会・地震予知の動向	萩原幸男ほか
トルコと地震	本蔵義守
日本海中部地震と津波学	相田 勇
天意下る	廣井 脩
東海地震対策の現状	井野盛夫
週刊誌に読む地震の歴史	仁尾一三
地震予知連絡会情報	浜口博之
紹介『日本の地殻水平歪』の刊行	力武常次

- 講読料実費 [郵送料を含む] 1500円
- 申込先と郵便振替口座
 東京都千代田区神田美土代町3
 働地震予知総合研究振興会
 郵便振替口座 東京1-109120

地震ジャーナル●編集部

起すことになる(図6参照)。そして死海の陥没はこの左横ずれ運動に伴うもので(図7参照)、スケールは小さいが、ちょうど糸魚川-静岡構造線の左横ずれに伴って諏訪盆地が陥没したのに似ている。このように『ゼカリア書』の記述は現代のプレート・テクトニクスの立場からも矛盾なく説明できるのである。

さてバビロン捕囚から解放されたイスラエルの民は、その後3度にわたって異民族の征服を受けた。BC 332年にマケドニアのアレクサンダー大王、BC 197年にシリアのアンティオコス三世、BC 63年にローマのポンペイウスと、つぎつぎにパレスチナは征服された。そして、ローマのアウグスト帝の支配下にイエスの生誕を迎えることにより、長かった旧約時代は幕を降したのである。

おわりに

旧約の「約」は契約を意味する。「モーゼの律法」と呼ばれる神と人間との間の契約であり、それは『申命記』に集約されている。まず神の唯一性を強調し、「心をつくし、精神をつくし、力をつくして神を愛する」ことを法典化する。次いで博愛、寛容といった人道的な結論が神の超越性からひき出される。しかし、アッシリアをはじめ近隣の大国に幾度も屈従してきたイスラエルは、征服者の異教の神々を受け入れることを余儀なくされた。その度ごとに預言者たちは国の指導者や民に向かって契約に立ち帰るようにと叫びつけ、

見る地震 コンピュータ・グラフィックス による日本の地震

笠原順三・田中一実著
B5判152頁・定価8000円

地球観測ハンドブック

友田・鈴木・土屋編
菊判850頁・定価15000円

☎113 東京都文京区本郷・東京大学出版会

契約を軽んじた結果として起こるべき民族の苦難を警告しつづけた。地震はまさに神の警告であり、契約違反の罰でもあった。

本文では、旧約聖書に記録された地震ないし地震と推定されるイベントを、イスラエル民族の興亡の歴史を通して拾い出そうと試みた。しかし壮大な歴史の重みに圧倒されて、本文の初期の目的は十分に達せられなかったことに気付く。筆者のような不勉強と未熟な理解にとって、旧約聖書の教えるところはあまりにも深遠なのである。旧約聖書を法律書、歴史書あるいは文学書として読むことができる。しかし、その底流は信仰書である。どのような読み方をしようとも、信仰への理解がなければ、それは一冊の厚い本にしか過ぎない。

謝 辞

建設省建築研究所の服部定育先生にはE. M. イブラヒム氏の地震データをお送り頂くとともに、ご助言を賜わった。また図1は東京大学地震研究所吉井敏尅教授より頂いた。これらの方々に御礼申し上げる。

参考文献

- 服部定育・E. M. イブラヒム, 1981, エジプト付近の地震危険度, 地震(ii), 34, 505-519.
金子史朗, 1980, 聖書の奇跡, 講談社現代新書, pp. 179.
日本聖書協会, 1987, 聖書 新共同訳, 三省堂.
尾崎郁子・佐藤泰夫, 1968 a, 旧約聖書にあらわれた地学諸現象 1. モーセ五書, 地震(ii), 21, 147-150.
尾崎郁子・佐藤泰夫, 1968 b, 旧約聖書にあらわれた地学諸現象 2. ヨシュア記——詩篇, 地震(ii), 21, 243-246.
尾崎郁子・佐藤泰夫, 1969 a, 旧約聖書にあらわれた地学諸現象 3. 箴言——哀歌, 地震(ii), 22, 79-81.
尾崎郁子・佐藤泰夫, 1969 b, 旧約聖書にあらわれた地学諸現象 4. エゼキエル書——マラキ書, 地震(ii), 22, 148-150.
力武常次, 1979, 地震予報・警報論, 学会誌刊行センター, 学会出版センター, pp. 371.
山本七平, 1988, 山本七平の旧約聖書物語, 徳間文庫, pp. 379.

[はぎわら ゆきお 国防防災科学技術センター所長]

過去帳に残る地震

菊池万雄

地震戒名

戒名（法名）は、仏教でいう現世の俗名に対する死者の永久名で、その命名にあたる住職は、当人生前の一字をあてるか本人の人柄をあらわす一字をおくなど熟慮するもので、僧籍にある人達にとっての一大関心事であり、研究の対象とする人のあるのも当然である。掲載の記録1は、山形県鮎海郡八幡町の泉涌寺過去帳（同町光浄寺管理）に記載された明治27年9月24日における庄内地震に際して、被災死亡した人達におくった地震被災を暗示させるに十分な戒名といえるものである。

24日死亡の7名中5名の戒名には、明らかに地震による被災を表現しようとの意図が察しられる地や震をおくり、中には激震・明震・吟震など、被災状況の一端をあらわそうとした点も窺われるのである。

地堅激震居士九月廿
 地安良然居士九月廿
 地周明震童子九月廿
 地盤妙震大姉九月廿
 地屋堅震童女九月廿
 吟言明謀居士九月廿
 能言明謀居士九月廿
 花顔妙容指女十月廿
 妙園路神重女十月廿
 地行玄震信女九月廿
 好屋真翁大翁
 法善童子九月廿
 池田長吉
 松坂春吉
 松坂昌四郎
 池田留治
 池田平次
 九藤弥十郎
 徳勝佐助
 池田長吉

記録1 泉涌寺過去帳（山形県八幡町）に記載の明治27年庄内地震被災者戒名

宮城県気仙沼市の宝鏡寺過去帳にも、明治29年の三陸地震津波被災者におくった海運自溺善士・随波流霊光居士・海淵妙底善女などの戒名に「海嘯ニテ溺死」や「大ツナミノ為溺死之事」と付記してあるのが見られる。こうした戒名を詳察することで被害の実態を、より明確にする一助とすることも可能である。

長野市笹平の正源寺過去帳には「弘化四丁未年地震変死亡霊」と、善光寺地震被災者191名を別冊として列記してあるが、同様の例は寛政4年眉山崩壊津波被災者についての島原護国寺、明治29年三陸津波に際しての田老常運寺「海嘯仮過去帳」や、大船渡洞雲寺「海嘯溺死過去帳」・陸前高田華蔵寺「海嘯溺死亡霊」・釜石吉浜無量寺「無量庵要帳」などがある。

過去帳抄

過去帳は死者の戸籍ともいうべきもので、死亡年月日と戒名を記載して故人を回向することが目的であったから、その中に世上の記録は期待できないが、郷土の大事を「後年ニ至リ大地震有之時ハ此書ヲ見テ思考セヨ」（光浄寺）というが如く書き残さずにおられぬ心境を記したものもある。

弘化4年の善光寺地震に関するものでは、「三月廿四日夜四ツ時上刻大地震善光寺稲荷山新町三所共不残相潰其上同時焼失飯山楼館不残大地工揺込城下焼失水内郡国堺ヨリ犀川筋西側更級郡丹波島ヨリ篠野井マデ往来限リ西山手石川田ノ口大岡麻績大町近辺郡塚鬼無里祖山横棚此間仏閣神社民家共八分相潰二分大破損善光寺御堂山門等無難松代城下大概半潰善光寺開扉中自他国中之人群集共里山中変死焼死凡壹万余人怪我人五千人余牛馬二百匹余同夜山平林邑虚空蔵山頂上ヨリ両面

エ裂頹西北ハ古宿藤倉犀河エ押出南面孫瀬両岩倉ハ安庭上尾之間ヨリ水内山ノ麓エ押附犀川流水相留水内三水ヨリ上拾叁ヶ村水中浮流桑路橋ヨリ水高五丈余四月十三日七ツ時押切村山荒神堂始川筋村々大概押流小松原四ツ屋押流川中島一面水丈七八尺廿四日ヨリ十九日ノ間小市丹波島両渡流水無一滴通行不用舟尚又村々ハ役人四五人位相残居家内男女一同西山東山等々引移大水夜九ツ時漸相翌十四日ヨリ男之分村家エ婦り泥砂等担出六七月頃漸住居夏秋痢病傷寒眼病等流行村々人多死此才三月ヨリ極月マテ地震凡百度余而不止後鑑略記之

拙寺本堂桁下ニテ八寸南エ傾キ庫裡中央ヨリ東ハ裏エ壱尺余傾土蔵三尺計傾衆寮ハ相潰其俣二百疋ニテ三良右門エ壱尺餘之堂舎地震大風毎ニ震動シテ庫裡住居難成村方世話人工雖熟談一同難波ニテ相談不調故不得止事住持某申五兩弁金シテ諸職ヲ雇拾月中以卷轆轤漸引起諸堂不殘繕了安心歡喜而送旧才迎新年者也」(法輪寺)

「三月廿四日夜五ツ時半時大地震ニテ本堂始皆潰レ棟数拾四所塔頭源光院往生院間断 檀家八分通潰変死百人余穢多六拾余ナリ」(正源寺)

のほか、稲荷山の高円寺や飯山の忠恩寺・妙恵寺、高田の西光寺過去帳行間に、地震関連記事が散見された。

記録2は安政東海および、安政南海地震に関する和歌山県日置町の正光寺過去帳に記載の全文で、「嘉永七甲寅 十主達誉書記之 十一月四日昼四ツ時大地震同五日七ツ時半時大地震津波来同夜五ツ時大地震同四ツ時先倍大地震寺且札場大久保山にて畑へ逃ケ去ル其夜騒動鳴子州親鳴第等不尽舌端其翌日同所へ思ひ思ひニ小屋住居凡十五六日昼夜大中小地震ゆり候事不知数寺中石塔土べ石垣一時ツル 浦方家土蔵大損船者三百石以上大船中芝へハせ上る亦者沖へモ四五艘流出ス為去此不思議成事ハ本堂観音堂門者尾一枚損無之庫裏格別損無之是議佛徳之方便所致可称可仰云云 御国城下者格別之損無之候田辺新宮大變其余浦々可唯之他国者大阪上八雲奈良勢州東海道江戸迄土佐阿州大乱当浦人老人モ損無之寔ニ前代未聞可恐々々」(正光寺)

とアベック地震・被害の実態とともに災害時にお

嘉永七甲寅

十主達誉書記

上月四日午後八時大地震同五日七時半時大地震津波来同夜五ツ時大地震同四ツ時先倍大地震寺且札場大久保山にて畑へ逃ケ去ル其夜騒動鳴子州親鳴第等不尽舌端其翌日同所へ思ひ思ひニ小屋住居凡十五六日昼夜大中小地震ゆり候事不知数寺中石塔土べ石垣一時ツル 浦方家土蔵大損船者三百石以上大船中芝へハせ上る亦者沖へモ四五艘流出ス為去此不思議成事ハ本堂観音堂門者尾一枚損無之庫裏格別損無之是議佛徳之方便所致可称可仰云云 御国城下者格別之損無之候田辺新宮大變其余浦々可唯之他国者大阪上八雲奈良勢州東海道江戸迄土佐阿州大乱当浦人老人モ損無之寔ニ前代未聞可恐々々

記録2 正光寺過去帳(和歌山県日置町)の安政東海・安政南海地震記録

ける社会不安と混乱の状況が察しられる。

安政東海地震に関する記録は、他に「本堂表門鐘樓證行房潰」富士市妙祥寺・「檀中四十九軒之内四十軒」沼津市西浦光明寺・「地震難死」鯉沢町経王寺と、調査対象地域も狭小で、その事例も少ないが、震源地波源地に近接し、倒壊家屋の多いとされる地域の割合には被災死亡者がいづれも僅少である(表1)。

記録3は「明治廿七年大洪水及大地震概略後年に至り参考のために記す 八月六日(旧暦)午後八時より鳥海山の東に非常なる大光あり一週間…」と書き出した庄内地震を記録した光浄寺過去帳の1ページであるが、この地方の被災とともに大地震の前兆や頻発する余震、津波の流言飛語による世情混乱などの状態が察しられる。

また、「旧九月廿四日午後六時三十分大地震卒然と入来一切の物を転復し十日間昼夜の差別なく凡そ三百度余震られて人畜家屋土蔵焼滅し山に水

表1 静岡県東部地区・甲府盆地南西部の安政東海地震被災率

(数字は死亡者実数)

年	寺	院	諏	諏	諏	青	甲	市	市	下	沼	沼	沼	西	西	吉	御	御	裾	裾	裾	裾			
			沢	沢	沢	柳	西	川	川	部	津	津	津	浦	浦	原	殿	殿	野	野	野	野	野		
			経	妙	運	昌	法	川	川	常	津	津	津	浦	浦	妙	殿	殿	野	野	野	野			
			王	長	久	福	泉	大	大	幸	乘	本	本	光	光	祥	場	場	定	定	定	定			
			寺	寺	寺	寺	寺	園	園	院	寺	寺	寺	寺	計	寺	院	院	寺	寺	寺	寺			
弘化	1	2	19	1	10	30	10	32		2	3	13	41	54	3	3	6	29	9	5	18	7	0	0	
	2	1	14	3	12	29	5	23	1	3	22	15	28	43	3	5	8	24	12	9	13	9	0	0	
	3	1	23	1	15	39	7	17	1	2	24	17	21	38	2	4	6	24	12	15	17	18	3	2	
	4	1	67	1	53	121	3	31	1	1	22	44	42	86	6	2	8	29	19	14	18	21	4	3	
嘉永	5	1	17	2	25	44	3	10	1	4	24	18	21	39	1	12	13	37	28	7	11	12	0	3	
	2	1	24	12	26	62	3	20	2	1	16	16	18	34	2	9	11	34	11	8	15		1	2	
	3	1	27	4	40	71	6	26		3	17	11	24	35	1	6	7	22	28	19	10		1	3	
	4	1	51	16	31	98	5	19	6		2	40	26	14	40	3	3	6	22	14	18	19		3	1
	5	1	19	6	20	45	4	25	11		1	31	22	22	44	4	4	8	65	19	16	13	11	3	2
	6	1	20	6	21	46	6	31	12	1	3	21	29	36	65	0	4	4	25	25	12	6	15	1	1
11月4日死亡			1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
安政	1	1	45	15	38	98	9	31	14	4	7	41	22	20	42	6	16	22	26	26	23	24	18	1	5
	2	1	25	5	31	61	8	24	14	1	7	31	25	13	38	4	6	10	21	21	18	14	4	1	0
	3	1	44	8	32	84	8	19	14	5	2	26	16	23	39	2	6	8	24	18	12	14	7	3	0
	4	1	28	2	18	48	5	32	11	1	4	21	20	23	43	8	7	15	28	21	12	16	15	1	3
	5	1	69	8	63	140	15	55	17	2	13	27	49	33	82	3	12	15	113	29	31	47	10	3	4
	6	1	36	4	31	71	10	22	12	2		20	22	21	43	2	4	6	28	14	17	17	21	0	4
万延	1	1	25	2	21	48	11	32	15	4	36	23	24	47	0	5	5	13	12	20	12	9	1	2	
文久	1	1	22	2	20	44	7	21	14	1	1	24	24	24	48	1	4	5	23	12	9	18	11	1	2
	2	1	51	3	45	99	5	22	23	3	5	51	51	56	107	10	19	29	47	38	28	29	23	0	4
	3	1	20	3	21	44	5	14	10	1	3	31	37	32	69	2	6	8	27	18	28	12	4	0	3
元治	1	1	26	0	29	55	7	26	6			32	25	37	62	3	4	7	25	23	12	13	3	0	0
被災率	A		3.6		1.7							4.7	2.1		57.7	39.0									
	B		3.3		1.6							4.0	1.9		47.6	32.0									

A 安政東海地震（元年11月4日）被災死亡者数/年間平均死亡者数（弘化1～嘉永6）
 B 安政東海地震（元年11月4日）被災死亡者数/年間平均死亡者数（弘化1～元治1）

九月廿二日午後七時古今未曾有ノ大地震アリ近村家屋數多潰レ當村ニ數戸潰レ男一人死シ今時ヨリ翌朝マテ六拾三回ノ震動アリ約壹週間少々宛震動シ翌廿三日大地波海ノ評判ニテ近村不殘東山ニ登ル當村ニ家内老若男女福山小坂ニ登リ小屋ヲ作り約四日間仕舞シ誠ニ町場ニ似リ然レモ地波海ハナシ漸ク下リ人々我々ニ引移リ大ニ落膽シタリ尚後年ニ至リ大地震有之時ハ此書ヲ見テ思考セヨ

記録3 光浄寺過去帳(山形県八幡町)の庄内地震記録

吹き出し道路処々四尺幅に式間位深く何十間となく大地分たり大木たおれ山川の変更等古今未曾有の有様筆紙に尽し難く明細は庄内地方地震記に有り」は酒田市光岩寺のものであるが、市内の本慶寺・海晏寺・実蔵院・永運寺や、遊佐町玉龍寺・松嶺町総光寺・三川町泉蔵寺・鶴岡市広濟寺にも同地震に関する記載がみられる。

「此歳六月十五日陰曆五月五日午後七時頃微震アリ震動僅少ナルモ地下動ニテ平時震動トハ異ナリシモ別ニ意ニセザルニ同八時微雨寺御端午ノ祝ニ濟シ来客モ絶ヘ各自休眠セントセシニ俄然遠雷ノ如音響アリ 驚テ外出遠見セシニ暗夜寸余見ヘザルモ海上ニ異常ノ模様アルヲ認メ民家ニ驚

戒セント欲シ山主下村大声ニ津波ナルヲ呼号シタリ 而シテ上金浜へ走り警号シツツ大山根ノ後道迄馳走シ坂ニ至リシ時大波打チタルヲ見タリ 夫レヨリ寺ノ事案ジラレ直ニ後山ヲ廻リテ歸寺セシニ寺ハ無事ナルモ罹災男女寺中ニアリ 夫レヨリ大浪怒涛三度十時頃平水ニ復シタリ 翌日村内人員調フルニ拾六人行衛不明直ニ搜索セシニ追ニ発見皆溺死セリ 家流出十八戸 水高ノ来ル四丈位ト云フ 溺死ノ内二人ノ女アリコレハ醫師浦野氏ノ娘ニテハ大沢ニ縁付一ハ宮古ニ縁付タルモ端午礼ニ歸家此災ニ罹レリ 三陸沿岸南宮城県本吉郡志津川ヨリ北陸奥国八戸迄被害溺死セルモノ三万人ニ及ヒ実ニ前古未曾有之惨状ナリシ 当時檀徒溺死者法名

長安妙久禪信女

.....

」は宮古市江山寺に残る記録であるが、ほかに「陸前陸中陸奥ノ三カ国ニ大海嘯アリ」百石町法運寺・

表2 善光寺地震における地域別被災率
(被災率=3月24日被災死亡者数/年間平均死亡者数)

寺院	高田	飯山				富田	長野		松代			稲荷山	屋代	上田	青木	篠井			篠井					
	西光寺	西教寺	妙恵寺	忠恩寺	計	長泉寺	康楽寺	明德寺	法泉寺	西楽寺	計	極楽寺	清照寺	大輪寺	龍仙寺	法輪寺	正源寺	山間部計	玄峰院	長谷寺	崖鐘部計	善法寺	法蔵寺	平野部計
天保 13	14	43	12	17	72	10		94	18		43	45	96	17	15	90	105		89	20	109	21	64	85
14	15	46	14	13	73	16		42	14		33	28	53	18	5	104	109		67	14	81	23	42	65
弘化 1	10	54	13	16	83	21		42	17		14	24	32	19	3	57	60		59	21	80	21	29	50
2	13	59	18	18	95	9		39	7	28	21	21	38	17	4	57	61		58	18	76	17	35	52
3	18	29	9	11	49	9		50	30	23	27	58	40	17	7	72	79		83	21	104	31	60	91
弘化 4 (3月24日)	26 1	105 74	40 32	68 51	213 157	9 0	213	82 3	19 2	31 0	132 5	130 100	29 5	51 0	17 0	12 4	305 195	317 195	163 37	43 22	206 59	27 4	74 6	101 10
嘉永 1	9	54	13	17	84	18	74	49	8	21	22	27	49	15	1	53	54		41	17	58	12	38	50
2	15	39	22	26	87	21	70	40	19	26	28	27	50	15	8	63	71		78	21	99	14	51	65
3	26	48	9	11	68	17	90	32	14	23	20	34	72	13	4	60	60		58	11	69	14	46	60
4	11	60	12	17	89	22	70	53	20	29	40	30	46	18	5	72	77		75	27	102	22	51	73
5	15	48	14	22	84	14	92	47	15	20	21	15	54	24	2	70	72		57	18	75	16	60	76
10年計 (除弘化4年)	146	480	136	168	784	157	396	488	162	170	269	309	530	173	54	698	752		665	188	853	191	476	667
年間平均 死亡者数	15	48	14	17	78	16	40	49	16	24	89	27	31	53	17		75		85					67
被災率	7	201				0	267	6			370	16	0	0	260			69			15			

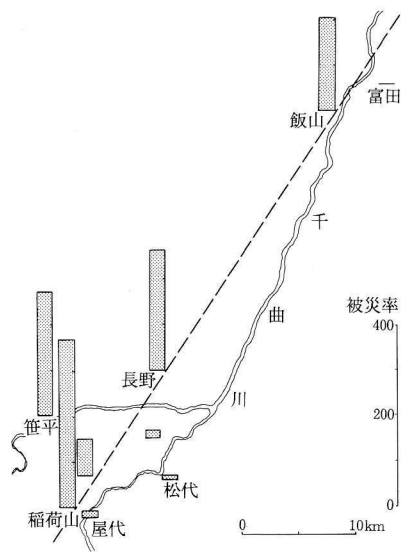


図1 地域別被災率分布(善光寺地震)

「一瞬ノ間にて海底の藻屑」大船渡市洞雲寺の如く、三陸地方一帯に被害が甚大だったことを物語る記録が残されている。

死亡者数

表2・図1は弘化4年の善光寺地震における被

害の特色をとらえるために、長野をはじめ諸地域の被害を寺院過去帳に死亡者数から得た被災率によって、その実態をみたものである。善光寺地震の被災地域は、東西約10km・南北90kmといわれるが、その対角線上に最大の被災地、飯山・長野・稲荷山の家屋倒壊火災発生による被災率の高い地域が分布するのも単なる偶然ではない。しかも、この地域の一般的な震度分布の方向性は、NNEからSSWと千曲川の流路方向と一致するという信濃川地震帯についての見解は、専門の地震学者等によって指摘されているところであるから、見方によっては、地質構造線・日本の典型的な断層の一般方向に沿って生じた激震地分布を立証するものであるとも言える。

なお、特筆すべきことに、千曲川の右岸と左岸における被害の極端な差のある点があげられる。すなわち、飯山で被害があっても対岸の富田で皆無、長野で甚大で対岸の須坂・中野・松代で僅少、稲荷山で大でも対岸の屋代で少という特色のみられることである。この点について、当時、松代藩月番家老河原綱徳が手記として残した『むし倉日記』の中でも、「……御領の西山中虫倉ヶ岳

表3 長野西部山間地における被災状況

(数字は死亡者実数)

(A)	山間部	b/a	山間部	b/a	山麓部	b/a	平野部	b/a
新町	60/43		新屋	1/9	小松原	1/74	北河原	./48
百瀬	1/6		村山	2/5	岡田	12/143	四ツ屋	1/21
青木	2/23		大久保	3/13	瀬原田	3/25	青木島	./36
							真島	./54
中桑	./13		瀬成	./12	方田	./15	水鉈	7/66
月夜棚	1/16		若林	6/9	石川	./27	御厨	./169
専納	/3		夜交	1/6	四野宮	1/3	今里	3/53
大安寺	1/6		遊谷	2/27	長谷	12/129	段原	./5
若神子	./19		山布施	4/25	元町	5/51	原	1/83
地藏堂	1/3		下平	7/22	小坂	2/78	今井	./27
瀬脇	1/5		青池	4/66	佐野	./9	五明	1/28
定谷	./22		新田	./33	羽尾	2/38	中桑	./23
五十平	1/9		柳沢	./8	越	./16	高田	./23
倉並	13/21		有旅	10/112	塩崎	2/37	二柳	4/76
坪根	8/48		笹納	./26	稲南山	161/283	篠井	2/20
滝屋	./13		桜井	1/3	志川	1/47	横田	./26
赤坂	1/20		十二	./15	八幡	6/68	小森	./64
地麻	./18		大石	./19	桑原	1/85	東福寺	./70
論庭	./4		上尾	1/6	原	./2	西寺尾	./6
平山	./4		水熊	./7	仙石	./3	小島田	./33
湯上	./4		境	./5	須坂	./11	東桑	./29
上屋	./6		赤田	./2	妻科	3/12	松代	8/218
入山	8/18		田野口	./91			西桑	./114
母袋	13/23		油田	3/.			西豊	2/380
笹平	35/106		高野	./14			清野	./41
							雨宮	./35
							尾代	./204
							栗佐	./25
							小島	./39
							打沢	./5
							倉科	./7
							新田	2/19
							戸倉	./6
							上田	./2

(A) 善光寺周辺15か寺の過去帳による集計

(B) 長野市康楽寺過去帳による(嘉永1~5)

- a 天保13年~嘉永5年(弘化4年を除く)10か年の計
- a' aより得た年間平均死亡者数
- b 弘化4年3月24日の被災死亡者数

(B)	山間部	b/a	市街地	b/a	山麓部	b/a	平野部	b/a
坂中	5/26		横町	23/0	箱清水	5/11	長池	./21
北郷	1/14		大門町	36/18	横沢	14/17	新田	3/18
			権堂	16/5	新諏訪	3/8		
			岩石町	11/6	相ノ木	3/18		
			桜小路	18/11				
			横山町	13/0				

の辺第一に強く夫より地脈続きたる方に震ひ行、善光寺飯山辺ハ殊ニ強く末ハ越後に迄も及ぶ。当所の方(松代)は近辺なれども善光寺飯山等よりハ遙に軽く……」と記録して、震度の異常さに注目している。

つぎに家屋の倒壊と、それに伴う火災被害の甚大だった都市部に対して、山地崩壊被害の大であった山間部の被害状況をみようとしたのが、表3・図2である。

表は、村別(現在の字別)に15か寺の集計による絶対値のみであらわしているが、図は前述同様の方法で求めた被災率のドットで等値線図化したものである。こうしてみると、被災率の高低は

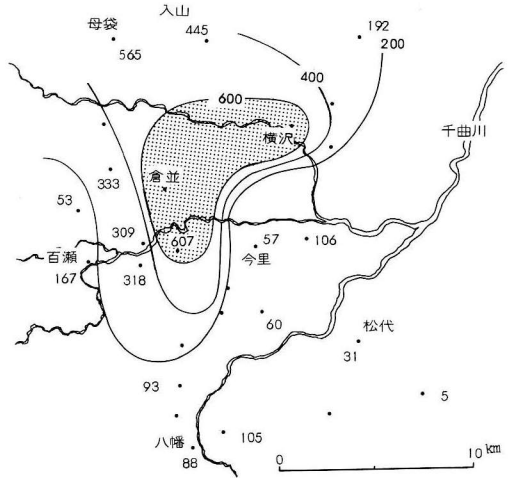


図2 長野市西部山間地における被災率分布 (表3のb/a')

平野部と山間部両者の境界線で、その相違が明瞭である。しかも、被災率最高地域が山間部にあって、被害の核心地域を明示している。図2の地域は、善光寺地震による被害地域全体からみた場合、きわめて、小範囲の地域であるが、気象庁の『技術報告書』(1968)でもこの地域を激震区域と指摘しており、過去帳による被災率分布と一致する。

本来、地震と地質の関係では、沖積層である平野部は、洪積層・第三紀層およびそれ以前の地層からなる山間部よりも震度も大きく、被災率も高くなるはずであるが、図の如く平野部で被害が少なく、山間部で甚大であるのは、この地域が崩壊しやすい地形的背景ともいべき山地の傾斜や谷形成にもその遠因があったものと考えられる。

安政江戸地震に関する資料は、震災予防調査会の『大日本地震史料』(1904)をはじめ、武者金吉著『日本地震史料』(1941)・東京大学地震研究所編『新収日本地震史料』(1988)・東京都刊『安政江戸地震災害誌』(1973)など歴大であるし、アカデミックな論文も枚挙にいとまがないほどである。江戸・東京の大地震となると、例外なくその被害の核心地となってきたのが、墨東地区である。また、ここで対象とする安政江戸地震の被災地域も、江戸とその東、径20kmの範囲であって、山手で被害が少なく下町で被害甚大とされている地域である(『理科年表』)。

表4・図3は、江東デルタ地区における安政江戸地震の被災状態を寺院過去帳による死亡者数からみよとしたものである。震源地が江戸川河口付近とされているから、被災状態も震源を中心とした同心円構造を示すものと考えられたが、結果は図3の如く、震源地の北へずれて被災核心地があらわれている。

この被災高率地域は、現在の江東区亀戸を中心とした地域で、

- ① マイナス2mの閉曲線とほぼ重複する(地形図1: 10,000)
- ② 沖積層粘土層分布(江戸地震災害誌地盤地質図)
- ③ 震度分布(江戸地震災害誌)などと一致する。

『日本地震史料』の「本所の北は震動甚しく家々両側より道路へ倒れかゝり……」(安政乙卯武江地動之記)・「此度の地震所によりて強弱あり 其強き所は本所深川……」(嘉永明治年間録)や『江戸地震災害誌』の「当時予が住ける処は亀戸聖廟の側を東へ行事二三町余り……家震動甚敷……二三度震倒されける」(時雨迺袖)・「亀戸……悉大崩土蔵残所なし……」(御江戸大地震大破并出火類焼場所書上之写)・「亀戸辺崩れ強く……」(中村仲蔵記)・「平井辺場所ニヨリ地裂巾二三尺水沸騰スル……」(雑話草)・「砂村……元八幡小名木川筋迄の内崩れ家多し」「東方一ノ江八十六軒崩る」(見聞誌五)なども、

表4 江戸地震における寺院別被災率

年	深川心行寺	砂町持宝寺	本所回向院	亀戸自性院	駒形福蔵寺	本所大雲寺	寺島法泉寺	吾嬬明源寺	高砂極楽寺	葛西昇覚寺	新小岩正福寺	小岩普養寺	鹿骨密蔵院	浦安宝城院	高谷了極寺	堀切宝性寺
弘化2	30	42	61	28	26	24	16	20	1	14	6	4	7	22		1
3	38	29	65	17	26	20	24	18	1	10	6	4	3	15		4
4	50	41	59	23	26	17	28	16	4	12	5	6	3	17		1
嘉永1	45	41	76	26	23	21	32	14	5	16	5	2	12	23		2
2	52	69	74	29	41	34	27	17		16	5	9	6	23	1	2
3	31	36	52	24	34	20	26	16		20	11	3	3	15	1	4
4	45	44	70	19	30	25	25	9	2	9	10	3	4	22		3
5	38	47	71	18	31	15	27	24	2	20	5	9	9	16	6	1
6	36	32	60	18	25	12	21	15	3	18	7	5	5	20	1	3
安政1	56	59	111	23	34	17	40	18	2	23	7	6	2	32	2	1
10/2死亡	6	43	20	28	12	16	15	11	0	1	4	0	1	2	0	1
2	35	89	81	54	45	36	40	18		21	9	4	10	41	1	5
3	32	62	61	22	23	25	22	9	4	26	8	3	6	13	2	2
4	39	40	57	22	22	28	20	20	2	14	7	7	4	19		4
5	76	80	129	24	40	41	33	16	1	29	9	2	4	45	2	2
6	49	40	78	30	30	26	29	17	1	12	8	9	3	11		3
万延1	44	47	87	15	32	28	25	21	1	12	6	9	10	24		4
文久1	35	37	67	24	25	22	21	18		12	6	4	3	20	1	3
2	96	134	223	39	82	52	75	39	1	35	19	11	18	57		4
3	53	64	70	25	22	27	21	9	5	18	25	9	6	23		3
元治1	44	49	97	25	25	19	25	15		14	9	13	3	15		1
慶応1	46		87	22	28	11	40	14	3	19	7	7	5	21	1	2
被災率A	14.3	97.7	28.6	124.4	40.5	78.0	56.4	65.9		6.3	59.7		18.5	9.8		47.6
被災率B	12.8	79.5	24.2	110.7	37.4	62.7	51.9	62.9		5.7	46.0		16.4	8.4		40.0

A=安政地震(2年10月2日)被災死亡者数/年間平均死亡者数(弘化2~安政1年)
 B=安政地震(2年10月2日)被災死亡者数/年間平均死亡者数(弘化2~慶応1年)

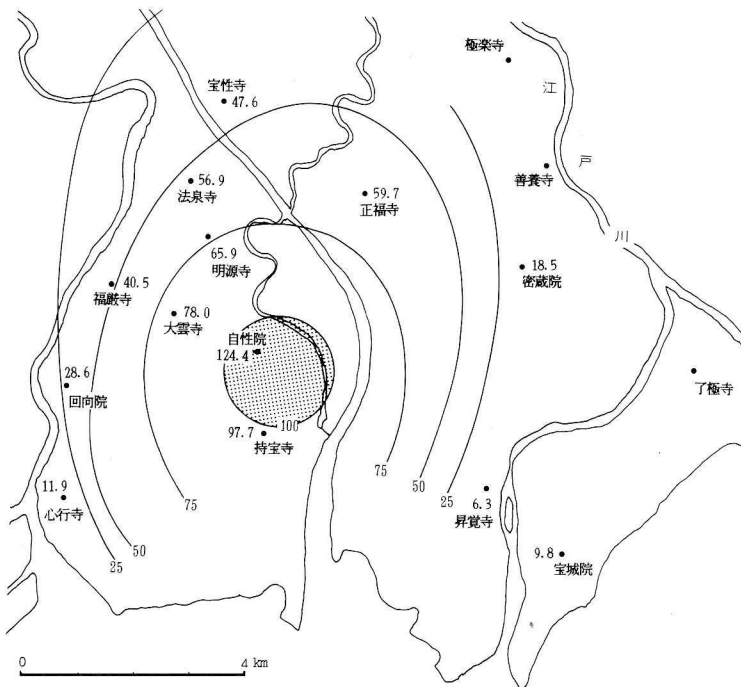


図3 江戸地震における寺院別被災率分布

図3の被災核心地を裏づける記録である。

明治27年の庄内地震については、官報をはじめ、地元の『荘内新報』によってその全容が報じられ、震災予防調査会（大森房吉）の詳細な調査報告があり、その後、山形の『県郡市町村史誌』によって紹介され、最近『資料日本被害地震総覧』（宇佐美龍夫）による報告と、要を得た家屋倒壊分布図などの明示もある。

表5・図4は、寺院過去帳によって、明治の庄内地震被災状況を、その分布状態からみようとしたものである。被災率の分布はその核心が平田町桜林・飛鳥・樽橋などと浮彫りになり、直下型地震の震源地を示すが如く、震央中心に同心円状に

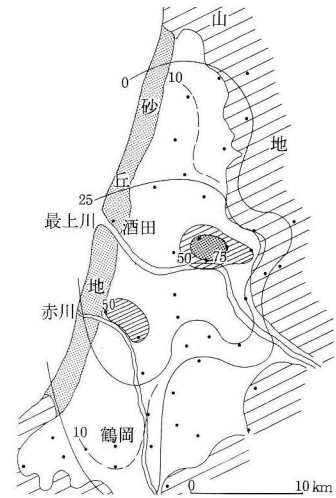


図4 庄内地震における被災率分布

表5 庄内地震における被災率
(被災死亡者数/年間死亡者数)

市町村	寺院	被災数	総数	被災率	市町村	寺院	被災数	総数	被災率	
酒田市	本慶寺	2	17	12	東田川郡余目町	興野 宝護寺	17	65	26	
	大信寺	13	27	48		沢新田 宗伝寺	3	12	25	
	妙法寺	14	70	20		家根合 松岩寺	10	18	56	
	龍岩寺	3	23	13		東田川郡三川町	横山上 青陽寺	7	20	35
	浄福寺	11	43	26			横山中 多福院	36	75	48
	相生二 海晏寺	11	65	17			押切中 耕福寺			
	北今町 善導寺	38	78	49			東田川郡立川町	三沢 靈輝院	0	8
	市街地 計	92	323	28		肝煎 満願寺		0	7	0
	宮内 光岩寺	2	39	5		東田川郡羽黒町		荒川 荒川寺	0	24
	勝保岡 永澤寺	17	42	40			御田 長巖寺	0	13	0
黒森 竹林寺	26	37	67	手向 正善院	0		10	0		
庭田 実藏院	1	8	13	東田川郡藤島町	豊栄 松高寺		0	4	0	
福島 永運寺	1	11	9		大半田 大田寺	0	3	0		
坂野辺 善導寺	11	15	73		大川渡 宝泉寺	0	8	0		
飽海郡遊佐町	上江地 玉龍寺	2	21		10	渡前 延命寺	0	8	0	
	当山上戸 剣積寺	0	1		0	村前 光明寺	0	10	0	
	吉出 妙泉寺	0	10		0	川尻 妙楽院	0	5	0	
	野沢 安養寺	0	13	0	中荒保 東達寺	0	4	0		
	豊岡 浄勝寺	0	7	0	鶴岡市	山王 大昌寺	3	21	14	
	北目丸子 青原院	0	5	0		昭和 長門寺	0	21	0	
飽海郡八幡町	前川 慈光寺	2	7	29		昭和金浄寺	0	13	0	
	芹田 光浄寺	1	11	9		陽光 光字寺	0	10	0	
	大島田 泉湧寺	7	17	41		陽光 極楽寺	0	22	0	
	吉野沢 宝蔵寺	0	7	0		陽光 総輝寺	0	27	0	
	北青沢 桜林寺	0	5	0	錦 長泉寺	0	6	0		
	脇 梅香寺	0	8	0	本町 広済寺	0	0	0		
飽海郡平田町	桜林 林秀寺	10	13	77	大東 本藏寺	0	15	0		
	飛鳥 東光寺	25	45	56	市街地 計	3	135	2		
	樽橋 雲龍寺	14	19	74	加茂郡松山町	加茂 安養寺	1	10	10	
	沖 冷泉寺	0	18	0		井岡 井岡寺	0	6	0	
	菅沼 龍雲寺	0	14	0		山田 延命寺	0	6	0	
	飽海郡松山町	総光寺沢 総光寺	7	38		18	下川 普宝寺	0	28	0
中北目 長秀寺		21	41	51		三瀬 了願寺	0	5	0	
上若沢 龍沢寺		0	12	0		大山 宝昌寺	0	11	0	
鶴岡市		山王 大昌寺	3	21	14	中京田 安養寺	0	2	0	
		昭和 長門寺	0	21	0					
		昭和金浄寺	0	13	0					
	陽光 光字寺	0	10	0						
	陽光 極楽寺	0	22	0						
	陽光 総輝寺	0	27	0						

被害の減少するノーマルな形態がみられるのに加えて、南北に一直線上に点在する被害の高率な地域をみることが出来る。試みに、被災率10%の線を図4で加えてみると、「家屋多潰し死人多くあり……」（遊佐町玉龍寺）・「東西田川飽海郡大地震 旧九月廿四日……」（三川町泉蔵寺）や、震央からやや離れて押切・広野など被災率の高い被害集中地域が、南北に伸びて分布するという特色のあることを指摘できる。この点は、宇佐美龍夫の家屋倒壊率分布図でも明瞭にみられるところである。

それは、平野中央部の5mの等高線が、平野を東西に二分する直線状を呈していること(地形図)、余目付近に活褶曲運動が行なわれて地表に波状の曲隆がみられること(市瀬由自)、庄内平野震探図による深度分布で不連続部がみられ、西部庄内平野は東部より低下していること(石油開発公団、1960年)、余目と広野でそれぞれの地質柱状図を比較してみると相対的に広野が下がっていること(両役場資料)などでも裏づけられる。

表6・図5は、三陸沿岸宮古付近における明治29年の地震津波被災状況を寺院過去帳による死亡者数によってみようとしたものである。明治の三陸津波については、その災害直後および、昭和8年の三陸津波後と同35年のチリ地震津波後と、

表6 寺院別集落別被災率（宮古市付近）

年	瑞運寺										江山寺					常安寺							
	宮古 重茂	荒巻 磯	追切	姉吉 由	千鷲 鷄	石浜 代	川部	音部	堀内	神林	磯鷄	磯崎	高浜	白浜	その他	宮古	磯崎	白浜	日出島	大沢	田老	その他	
明治19	6		4	1	3	1	1	7	9	1	11	17	2	7		84	52	2		3	16	42	
20	5	3	2	1	2	2	1	6	8	5	8	19	7	9	2	55	53			1	23	44	
21	4		7	2	5	1	2	4	22	10	16	5	9	3	7	67	64		1		37	39	
22	3	4		1	6	4	1	5	20	3	16	23	2	8	4	106	73	4			23	43	
23	7		1	1	6	2		5	12	13	21	2	14	3	78	92	4	3		18	30		
24	7	2	6	1	3	2	1	5	18	2	10	12	4	8	4	5	88	82		1	2	22	49
25	10	4	8	3		2	2	6	12	3	9	13	6	7	1	6	88	64		1	2	26	30
26	9	1		1	1	4	2	4	26	10	3	2	10	1	4	85	53	1	2	2	13	39	
27	6		7	2	2	5	3	4	19	3	8	13	8	7	3	5	86	47	1		2	13	53
28	10	3	5	2	2	7	1	8	14	14	23	3	9	2	6	66	74	2	2	2	28	55	
被災死亡	227	18	21	74	91	60	57	212	13	15	14	15	14	23	14	14	75	126	17	29	9	23	61
29	234	12	27	74	92	64	59	216	37	31	24	18	22	32	14	23	183	205	19	29	11	31	61
30	5	4	6		5	3	1	1	17	10	3	8	9	6	123	73	3		1	9	24		
31	4		5		1	2		2	24	14	2	5	15	5	144	83				18	26		
32	6	2	8		4	1	1	10	24	1	13	8	8	7	1	6	160	72	3			12	35
33	5	2	2		1			5	20	4	14	5	3	8	2	6	91	40			3	14	16
34	4	3	4		5	1	1	5	13	1	8	10	2	15	2	2	171	89	3	1		3	20
35	7	4	2	1		1		3	13	1	17	4	4	9	3	3	113	61	2		1	2	40
36	6		3		2	1	1	4	19	1	3	5	9	9	4	127	47	1	1		3	24	
37	6	1	4		5	1		7	17	1	8	4	3	6	1	5	117	51	1			1	26
38	5		3		3	1		4	22	1	14	11	5	12	1	2	114	64	2	2		1	17
39	4	8	5		5	1	1	2	19	2	7	3	6	7	1	3	119	52	2				39
A	3388	1059	525	4933	3033	2000	4071	3313	81	833	128	94	341	261	1000		93	194	1000	2900	643	105	
B	3783	857	512	9250	2935	2857	6000	4327	75	1000	128	139	298	247	1076		72	196	1063	3222	947	163	

A 津波被災死亡者数/年間平均死亡者数（明治19～28年）
 B 津波被災死亡者数/年間平均死亡者数（明治19～39年，除29年）

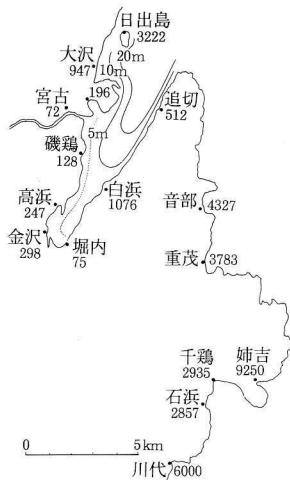


図5 宮古付近における被災率分布

この地方が被災を繰り返す都度、関係者や研究者の注目をあびて多くの調査研究報告がなされている。中に海深・海底傾斜・沿岸地形などとの関連を重視した見解が、『震災予防調査会報告11』（伊木常誠）で詳細な報告となっており、ほかにも、広野

卓蔵・大塚弥之助・今村明恒・渡辺万次郎など先学者があり、最近になって福井英夫・渡辺偉夫・大矢雅彦等、専門家による報告もある。

表と図は、とくに宮古湾を中心に沿岸や海底地形との関連での被災状況をみようとしたものである。それによると、外洋沿岸部の音部から姉吉・川代にかけてきわめて高率であるのは、津波の直接攻撃面にあたる地点として当然であるが、異常な状態のみられるのは、宮古湾に侵入しての津波被害である。

波源地がほぼ真東にあたることから、湾内に侵入しての津波の破壊力は、当然西岸部で強烈で被害も大きいはずであるが、実態は、表や図でも明瞭であるように、西岸の宮古・磯鷄に比して、外洋を背にした湾の東岸に位置する追切白浜が、きわめて高率である点に注目したい。また、このことは、津波の破壊力が、特に海深や海底傾斜と関連あることを意味するものでもある。

釜石における明治三陸地震津波の被災者は、

表7 釜石における集落別被災率(石応寺過去帳)

寺院 町年	釜石														正寿院 吉浜		
	東前	台村	沢村	仲町	只越	松原	石原	姥石	平田	寺白	佐須	鉾山	大只	鈴子		川原	その他
明治19																	4
20	10	7	5	20	28	2	13	8	3			2	1			20	8
21	8	2	8	19	29	1	6	6	5					4		20	6
22	15	1	6	14	22	2	5	5	6	1	1			1		5	7
23	15	6	6	4	34	3	10	5	9			4	3	1		7	5
24	29	4	10	20	29	6	4	8	4			1	4	4		8	13
25	20	8	16	19	41	9	9	4	11	1	4	2	4			10	12
26	26	7	13	17	42	5	8	1	3			1	4	2		4	10
27	17	6	8	19	29	5	9	13	2			3	2	6		7	8
28	21	10	8	19	45	2	9	9	8	2	10	5	13			15	2
被災死亡者	294	14	90	311	610	77	129	217	121	67	22	1	3	1	91	179	
29	311	18	102	330	639	83	142	227	125	67	26	2	7	1	109	181	
30	15	4	6	25	22	1	4	12	5			4	1	22	2	7	5
31	12	5	11	22	27	2	5	10	3			1		12	1	6	6
32	21	12	16	20	37	2	17	31	2			9	7	26		18	4
33	12	7	9	17	27	4	7	11	3			6	2	13		15	7
34	21	4	13	12	26	8	8	12	4			10	6	26		17	7
35	29	14	15	18	27	3	8	12	6	2	2	1	26	1		21	3
36	15	5	19	23	28	4	10	15	3			5	3	24		30	10
37	18	5	11	34	29	8	8	12	1			6	2	54		34	6
38	33	5	17	23	41	3	9	9	7			11	1	68		83	3
39	22	15	15	14	38	3	10	13	2	1	8	4	49			100	6
A	1652	255	978	1829	1860	1878	1500	3145	2200	16750	733	38	86	1000		2452	
B	1564	212	804	1646	1937	1925	1500	2107	2630	16750	478	37	17	333		2754	
A	被災者数/明治20~29(除被災者数)年の年間平均死亡者数																
B	被災者数/明治20~39(除被災者数)年の年間平均死亡者数																

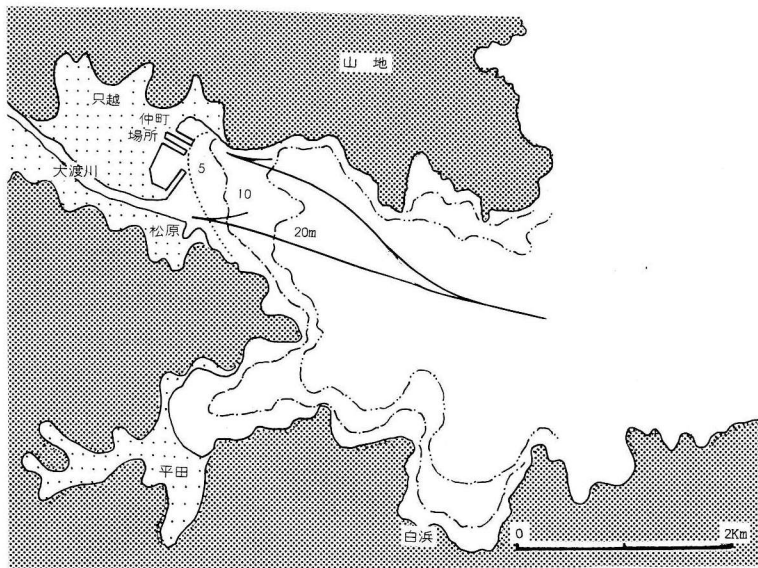


図6 釜石湾の水深と、津波侵入方向(明治29年)

5000人も多数の死者があったと報じられたが、それは、釜石が当時三陸沿岸における有数な人口集中地域であった故である。山奈宗真の記録では、3765人の死者とある(国立国会図書館蔵)。

表7・図6は、当時1町1か寺、現在でも約1万世帯の檀家を有する石応寺の過去帳によって、町別に被災状況をみたものである。

とくに被災率分布状態からみて、被害の甚大であったところが、津波侵入の前面にあったと考えられることから、その侵入方向を推定したものである。

一つは、海深部に沿って仲町・場所を直撃して只越に達している。仲町・場所は海に近接した低地にあり、背後に山、前面に深い湾入と直接外洋に面するなど、津波の侵入には条件がそろっていたのである。他の一つは、大渡川河道に沿って逆流しながら松原・嬉石を攻撃したものであることが察しられる。これは、津波が海深部や河川に沿って侵入することを実証したものである。

釜石市街地では、波源地がほとんど同じとあってよい昭和8年の地震津波にも、その被害が仲町・場所から只越にかけて大きく、海岸から遠ざかるほど減少して、明治の津波被害と全く同様の傾向がみられる。

山奈宗真の記録は、「場所・仲町ハ皆海面ナリ追々埋立市街トシテ……元防風林アリ慶長ノ洪水ニ流亡セリ其后再植セサル為メ今回ノ海嘯ニ害多シ」

と記して、この地に潜在的な津波に対する弱点のあることを指摘しながら、防潮施設の必須であることを強調している。

[きくち かずお 元日本大学教授]

東海地震を想定した交通対策

とくに静岡県の場合

井野盛夫

まえがき

いわゆる太平洋ベルト地帯には、京浜・中京・阪神の3大経済圏を結ぶ東名高速道路・国道1号・JR東海道本線・東海道新幹線の主要動脈が、東西を横切っている。したがって、東海地震の発生による交通機関への影響は、静岡県はもとより、国の経済活動に計り知れない影響を与えるものと予測される。

静岡県では地震予知を前提として、平常時・警戒宣言発令時・地震発生後と3期に分け、輸送路・輸送手段・交通機能を確保するための方策を、静岡県地域防災計画東海地震対策編に定めている。

基本的には被災後の県民の生命保護、生活の維持、社会機能の早期復旧、混乱の防止などを図るため、平常時から大規模地震対策特別措置法（大震法）に基づいて、交通体系と施設の整備を進めてきたほか、県内および県外からの人員や物資の搬送などの救援活動について、陸上・海上・航空のあらゆる輸送手段を総合的に活用して対処する計画となっている。

1978年に静岡県は、突然、東海地震が起こった場合と、予知されたのちに東海地震が起こった場合の2例の被害想定を行なっている。

当時、地震による交通機関の被害を推定する研究資料が乏しかったため、東名高速道路・東海道新幹線の利用者についての被害を含んでいないので、実際は想定より、さらに人的被害は上回る可能性がある。

基本的には「大震法」により、警戒宣言が発令されるとすれば、瞬時に停止できない交通機関にとっては、人的被害はもちろん、経済的な被害を減少させるために、非常に有効に働くことになる。

このため交通機関の事前に行なう予防対策が、早期に社会的混乱を解消するためには電力と同じように重要であると考えている。

輸送体系の現況

静岡県の道路網は、主として東名高速道路および国道14路線（国が管理するもの5路線、県が管理するもの9路線）、県が管理する主要地方道65路線・一般県道351路線より構成されている。

鉄道は、東海旅客鉄道会社が東海道本線・東海道新幹線の2幹線と4支線、東日本旅客鉄道会社が1支線、その他の鉄道会社が7路線で営業している。

駿河湾・遠州灘・相模灘に面した約510km余の長い海岸線には、特定重要港湾が1港（清水港）、重要港湾が2港（田子の浦港・御前崎港）、地方港湾が12港の計15港と、特定第三種漁港の焼津漁港などの49漁港がある。富士市田子の浦港と土肥町土肥港とのカーフェリー、沼津港と松崎町松崎港との高速艇による旅客輸送運行があり、それ以外に年間を通して県内定期航路はない。

静岡県の航空輸送基地は乏しく、航空自衛隊に所属する南北の浜松基地と大井川町にある静浜基地があるのみで、民間の定期航空路はない。

緊急輸送対策の推進

東海地震対策は、基本的に警戒宣言が出された後に地震が発生する、という条件を含めて計画されている。

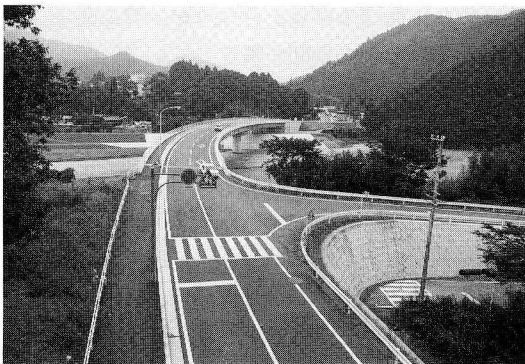
緊急輸送路を確保するために、県は「大震法」に基づく東海地震対策緊急整備事業を1980年から1989年までの10か年計画として定め、この事業を

緊急輸送路の概要

路線名	道路延長	橋 渠	トンネル	盛 土	軟弱地盤
	km	か所	か所	か所	か所
一次道路	516.7	358	19	1,046	17
二次道路	811.1	327	46	325	3
三次道路	231.1	89	7	36	—
合 計	1,558.9	774	72	1,407	20

推進している。整備に要する費用は、国・県・市町村が負担し、計画事業費約584億円に対して、1988年度末の進捗率は99.2%となっている。

● 平常時対策 東海地震発生後、被災地内で復旧活動に必要な人員、緊急に必要な物資、復旧のために要する資機材などの輸送を確保するために緊急輸送路を設定して、その耐震化を図っている。陸上の輸送路は、輸送量や道路の延長など、緊急輸送に対する重要度に応じて、道路に3ランクの格付けをしておき、耐震化を進める目安としている。まず、輸送の骨格をなす広域的な重要な幹線路で、東名高速道路・直轄国道5路線および、これらを連結するインター・アクセス22路線の総延長517kmを第1次緊急輸送路として位置づけている。つぎに、第1次緊急輸送路と市町村役場を結ぶ道路で、県管理の国道9路線・主要地方道29路線・一般県道18路線などを第2次緊急輸送路として総延長811kmを指定している。さらに第1次緊急輸送路および第2次緊急輸送路と市町村役場の支所を結ぶ道路で、県管理の国道3路線、主要地方道11路線、一般県道18路線などを第3次緊急輸送路と位置づけ、その総延長は231kmとなっている。



第2次緊急輸送路の改修
国道362号、犬居橋付近（磐田郡春野町）。

輸送路の中でもネックとなる橋梁・トンネルなどの耐震診断は、1979年建設省通達『所管施設の地震に対する安全性に関する点検について』によって実施した。対象とした橋梁は橋長15m以上とし、一般国道および主要地方道についてはすべて、一般県道では人口密集地区にある部分とした。

道路の法面や盛土箇所耐震診断は、1980年建設省通達『落石箇所の点検について』および、県が実施した耐震調査に基づいて行なった。耐震診断結果と施設の重要度から施工の優先順位が決められ、緊急整備事業および県単独事業として、道路の付け替え、拡幅などの道路改築事業、老朽橋を架け替える橋梁整備事業、落橋防止として主桁の連結や可動支承の移動制限装置、橋座拡幅、躯体の補強などを行なう橋梁補修事業、その他、山留コンクリート擁護の新設や、落石防止柵および落石防止金網などを施工する災害防除事業などが進められている。

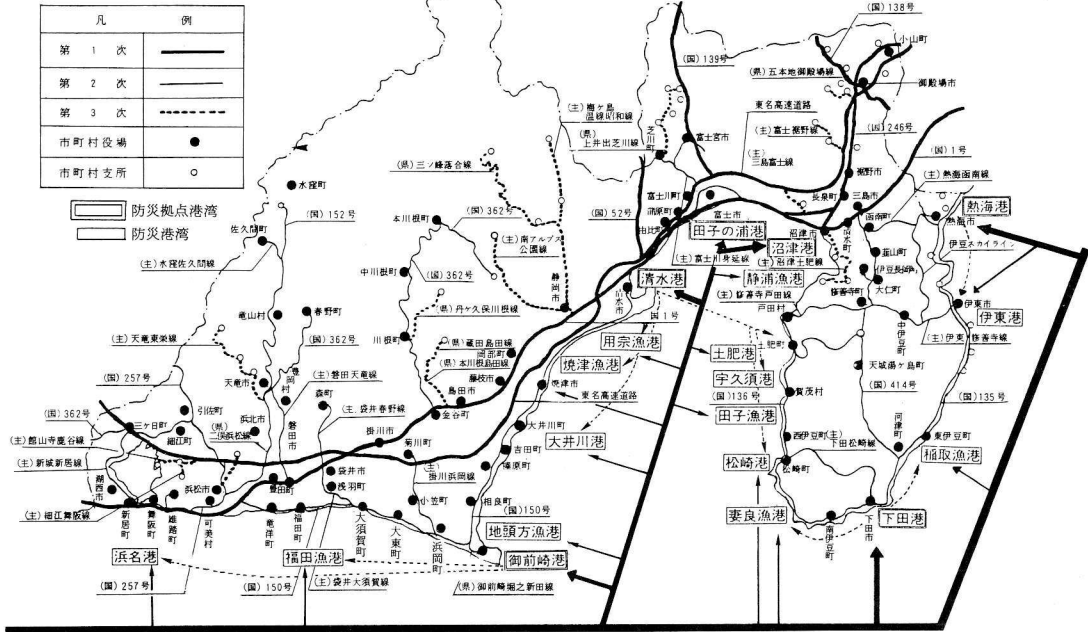
海上輸送路の確保については、既存岸壁の耐震化を基本としている。施設の耐震診断は運輸省港湾局において実施された調査結果を参考にして実施した。緊急輸送用耐震岸壁配置計画および津波対策計画の概要は、清水港など15の港湾と焼津漁港など49の漁港のうち、20港を地震防災港湾とし、そのうち熱海・下田・沼津・田子の浦・清水・御前崎の6港を地震防災拠点港湾に指定した。

地震防災港湾は、陸上の緊急輸送路との連携、人口・産業の分布、地域の特性、港湾の配置などを考慮し、被災者に対する緊急物資の輸送、避難者の救出など、海路による救援活動を確保するためである。

また地震防災拠点港湾は、地震防災港湾の中でとくに重要で、県外からの大量輸送を確保するため、緊急輸送体制の拠点とする港と位置づけている。耐震岸壁および物揚げ場を整備した港湾改築が9港、また漁港修築・改修の2港を合わせ、11港の事業費は43億円余りである。

航空輸送は災害派遣される自衛隊のヘリコプターが中心であるため、航空燃料の供給を受け易い

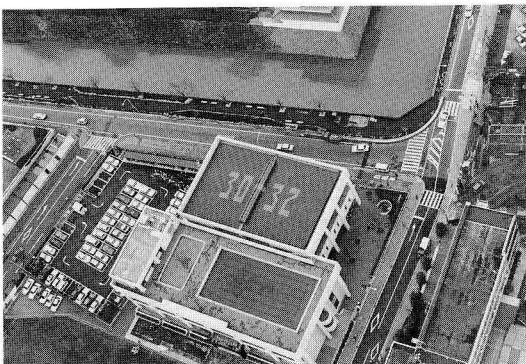
静岡県地震対策緊急輸送路（概要）



航空自衛隊の浜松基地・静浜基地および陸上自衛隊の板妻駐屯地などにアクセスするよう計画している。

固定翼機については、遠地からの救援物資を輸送することを予測して、使用する飛行場を輸送計画には定めていないが、自衛隊が所有する浜松・静浜の基地があてられることになると考えている。

災害時の人員・物資などの航空輸送は、各市町村が指定する学校・公園などを使用した臨時防災ヘリポートで行なうよう計画し、大型用147個所、中型用91個所、小型用72個所の合計310個所が指定されている。



緊急航空輸送のための公共建物番号標示
「30-32」の30は静岡市を、32は青葉小学校を指す。

また、救援機が県内地名を知らないために作業が遅くなることも考え、上空から市町村の地名が容易に識別できるよう、627個所の市町村役場・小学校・広域救護病院などの公共建物に、縦約7m、横約3mの番号を表示して備えている。

●警戒宣言発令時の対策 警戒宣言発令とともに一般の交通が制限されることから、地震防災応急対策に最低限必要な防災活動要員・物資、緊急の処置を要する患者などについてのみ、緊急輸送を行なうこととしている。また、地震発生後の応急復旧対策を円滑に行なうための要員・車両・船舶・燃料の確保などについて、輸送関係機関の協力を求めて輸送の準備を行なうが、具体的な運行計画はそれぞれの機関が策定している。

警戒宣言が発せられた場合、陸上輸送については避難路および緊急輸送路を確保するため、県公安委員会は県境32個所において、緊急自動車以外の車両の流入を制限し、流出する車両の制限はしないほか、東名高速道路の県内14インターにおいては緊急輸送車両以外の車両の流入を禁止し、流出については制限しないとしているが、隣接県の公安委員会との具体的な協議はされていない。

また、緊急輸送路においては、交通要所に警察

官を配置して交通指導および整理を行ない、車両の走行を一般道路では時速 20km 程度、東名高速道路では 50km 程度の低速走行に抑制することとしている。緊急輸送路として指定された道路・津波危険予想地域内の道路では、一般車両が目的地に到達した後は、緊急輸送車両以外の車両の通行を禁止する。また、各市町村の指定している避難路についても、車両の通行制限を行なって緊急輸送に備えることになっている。

警戒宣言が発令された場合、地震防災応急対策などに従事する車両は、緊急輸送車両の確認証の交付手続きが必要となるが、その交付を希望する車両が静岡県内では約 3 万台に達しており、今後も希望者が増えるのではないかと推測され、交付手続きに係わる混乱を事前に防止する方策の検討も必要となってきている。

警戒宣言発令後、相当期間が経過して県内に流通する食料・日用品、その他の物資に不足が生じた場合には、必要に応じて国と協議して緊急輸送を行なう予定である。

JR では警戒宣言が発令されると、強化地域内を走行中の全列車は最寄駅で停止する計画になっているが、新幹線にあっては山崩れの危険のある熱海、東海道本線では津波の危険のある由比・清水・焼津・弁天島・新居町の各駅には停止させない計画である。

乗降客については、列車や安全な駅舎で地震を待つことになるが、その間の生活は駅長が確保することになっており、私鉄についても JR に準じた対応措置がとられる計画となっている。

海上輸送については、基本的には津波災害から船舶を守り、地震発生後の海上交通を確保するため、海上保安庁は港および沿岸に所在の船舶に対して、港外または沖合などの安全な海域への避難を勧告するとともに、必要に応じて入港を制限したり、港内停泊中の船舶に移動を命ずるなどの規制を行なう。また発令中の海上輸送は、原則として実施しないことにしている。

県は輸送路の確保と流失による被害の拡大を防止するため、貯木場の利用者に対し、流失防止のための係留索の強化などの実施を要請すること

している。

●**発災後の対策** 発災後の緊急輸送は県民の生命の安全を確保するための輸送を最優先に行なうことを原則とし、交通関係諸施設などの被害状況および復旧状況から、県内で輸送手段の調達ができないときは、国または応援協定を締結している各都県市に協力を要請することとなっている。

緊急輸送の対象としては、災害応急対策要員、医療・救護などに必要な人員、緊急物資、罹災者を収容するために必要な資機材、二次災害防止用および応急復旧の資機材などである。

発災直後は緊急を要するため、自衛隊ヘリコプターなどにより、災害応急対策要員・医療従事者、無線通信施設の保安要員、医薬品・資機材などを輸送することとしている。被災後 1～6 日程度の間は、ヘリコプター・船舶および利用可能な手段により、重傷者、生命維持に必要な物資、緊急輸送路、復旧に必要な人員、資機材などの輸送を行ない、被災後 7 日目程度以降は、陸上および海上輸送を中心に輸送を実施し、孤立山村などの陸上交通が不可能な地域に対して航空輸送を継続する。

災害対策本部は、基本的には陸上輸送を中心に復旧活動を実施することとして、通行可能道路などの情報に基づき緊急輸送ルートを選定する。道路管理者は選定された緊急輸送路の確保に努め、あらかじめ指定された第 1 次、2 次、3 次の順に緊急輸送路の応急復旧を行なう。作業は建設業者があらかじめ定められた区分分担に従うが、県は応急復旧の資材として H 鋼・鋼矢板・コルゲートパイプなどを、県下 48 個所に約 1.1 万 t を備蓄している。

航路・港湾施設として防波堤、繫船施設・荷役機械・緊急荷捌地・臨港緊急道路・貯木場・石油施設などの被害状況等々、情報に基づいて災害対策本部は海上輸送ルートを定め、港湾管理者により航行可能路を選定して確保に努める。

海上保安庁は、船舶交通の輻輳が予想される海域において、必要に応じ船舶交通の整理を行ない、海難船舶または漂流物、沈没した物体などによって交通の危険が生じたときは、速やかに応急措置を行なうこととしている。

	陸上輸送	海上輸送	航空輸送
平常時	<ul style="list-style-type: none"> ◇緊急輸送路の指定・整備（1～3次） ◇構造物の耐震点検・整備 ◇緊急情報板の整備 ◇応急復旧資材の備蓄 	<ul style="list-style-type: none"> ◇地震防災（重要拠点）港湾の指定・耐震バース整備（20港中6港重要拠点） ◇津波対策事業 ◇アクセス道路の整備 	<ul style="list-style-type: none"> ◇防災臨時ヘリポートの指定・整備 ◇航空燃料の備蓄 ◇公共建物番号の標示 ◇アクセス道路の整備
警戒宣言発令時	<ul style="list-style-type: none"> ◇道路の交通規制 ◇列車の運行停止 ◇緊急輸送の準備 	<ul style="list-style-type: none"> ◇船舶の運行停止 ◇船舶の避難と冲出し ◇緊急輸送の準備 	<ul style="list-style-type: none"> ◇緊急輸送の準備
発災時	<ul style="list-style-type: none"> ◇復旧応援員・生活物資等 ◇復旧資材 	<ul style="list-style-type: none"> ◇重量物運搬 ◇大量復旧資材等 	<ul style="list-style-type: none"> ◇緊急輸送（人・物資） ◇孤立山村輸送等

緊急輸送には県有船舶、海上自衛隊の艦艇、海上保安部の船艇、民間の船舶および漁船などを充てる計画である。

また航空輸送については、利用する範囲が限定されることから、自衛隊の基地、各市町村の臨時防災ヘリポート、仮設飛行場などの使用可能状況を災害対策本部が把握し、自衛隊などの協力を得て航空緊急輸送計画を作成して、航空輸送ルートの確保に務め、県・県警察のヘリコプターおよび民間の航空機などにより輸送することとしている。緊急輸送は災害が起ってから、急速、対策を講じたとしても円滑な運用ができないので、復旧のための要因や機材をあらかじめ準備しておくことが必要である。しかし、いつ起こるかかわからない災害に対しての準備は、経費の面で負担が大きく、平常の業務の中の輸送計画を盛り込んで実施することが理想である。

静岡県が東海地震対策の一環として進めてきた計画は前に述べたが、その概要をまとめると、上の表の通りである。

ま と め

東海地震に対する交通対策を紹介したが、いずれにしても国の主幹線ルートがちょうど震源域にかかるため、発災すれば一県だけの対応では、とうてい対処できるものではない。

また県下各地の復旧時間に違いがあり、伊豆半島や山間地では孤立することを覚悟している。与えられた条件の中で早く交通機能を回復する手段

が、何であるのかは判断することはむずかしいが、日中で天候が良好であれば航空輸送がまず先である。そして、次第に輸送量・重量・受け入れ場所などの条件によって、海上輸送か陸上輸送に移行していくものと考えて計画されている。こうした考えのもとに組み立てられているので、いろいろと問題もあり、その二、三を紹介しておく。

1979年に、県庁内に9課からなるワーキング・グループを組織して緊急輸送計画をつくり、緊急輸送路を指定した。アクセス道路やバイパスなどの新しい道路が開設され、毎年緊急輸送路の指定を部分的に変更していくことが繁雑で、地域防災会議の幹事会などでの情報を基に変更していくことが必要であると考えている。

地震後に被害状況を調査した結果、緊急輸送路を計画路線から他に変更したとき、使用できる道路を住民に広報する体制が整っていない。避難住民の安否情報とともに、生活安定情報としてマスメディアの協力を得て、広報する必要がある。

緊急輸送については、陸海空の多数の各機関が関係しており、発生後の情報連絡体制の混乱が予想される中で、県災害対策本部が中心になって応急対策としての運用調整ができるか疑問である。

このレポートは、1986年に国際連合地域開発センター主催の地域防災計画セミナーにおいて発表した内容を、最近の状況を加えて書き改めたものである。

発表の機会を与えて頂いた『地震ジャーナル』誌の編集者の方々に感謝いたします。

[いの もりお 静岡県総務部地震対策課長]

『唐山大地震 今世紀最大の震災』の刊行 力武常次

この本（銭鋼著，蘇錦・林佐平訳，片山恒雄監修『唐山大地震——今世紀最大の震災』）は，現在『解放軍報』の記者をしている著者が，唐山地震（マグニチュード7.8，1976年7月28日午前3時42分53.8秒発生）の被災者，当時の行政官，地震関係者，救護隊員などのインタビューを通じて，地震の全体像を追求したルポルタージュで，中国では100万部を売りつくしたとのことであり，日本ではあまり知られていない話もたくさん盛り込まれているので，ここに紹介したい。

死者 242,769 人，重傷者 164,851 人

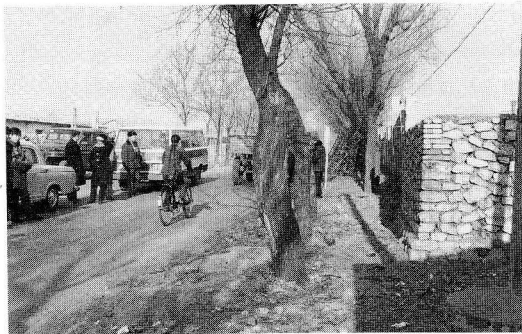
この数字をみて，あらためて唐山地震のものすごさが痛感される。「目撃者の話」の項には，地震動のすさまじさが如実に記載されているし，「瀕死の夜明け」の項には，一瞬にして廃墟と化した唐山市の様子が描写されている。中国の建築物の構造が地震に弱いとはいえ，あまりにも無残である。

残念なことには，この本の口絵の写真は，あまり鮮明ではないので紹介者の撮影したSL工場の写真を示すことにしよう。

紹介者は1981年2月，外国の地震専門家としては，はじめて唐山市を見学した。国際シンポジウムの準備委員会の1日半をさいての見学であった。地震後，数年間にわたって外国人学者の立入りが許可されなかった理由はいろいろあると思われるが，適当な宿泊施設がなかったことにもよると思われる。



唐山SL工場の被害(力武撮影)



断層によってずれた並木(力武撮影)

鉦山冶金大学図書館やSL工場は，唐山市革命委員会の命令によって「地震遺跡」として保存されていたので，数年後でも，その惨状をつぶさに見学することができたのである。

本文中に，「吉祥路の両側の並木は，大地震のとき逃げようともしたかのように隊列を乱していたが，それも途中で引き戻されてしまって，結局，1.5メートルほどずれた」という描写がある。ちょっと読んだだけでは，何のことかよくわからないが，市の中央に，ほぼ南北の走向をもつ長さ8kmの断層が出現し，ずれの量は約2mであった。この断層の動きによって，写真に見るような並木の見事なずれを生じたのである。

1986年，唐山市を訪ねた高木章雄鹿児島大学教授によれば，同市は目ざましく復興し，新都市の中心には「唐山抗震祈念碑」が建てられているとのことであるが（本誌，No 2，1986，p.19），1981年当時は，市民の多くは写真のようなバラックの応急住宅での生活を強いられていて，ニュータウンの建設も始まっていたが，全市民を収容するのは容易ではないと見受けられた。

予兆はあったのだが…

「7月27日の夜，犬の啼き声で目をさました。家で飼っている犬が必死に部屋のドアを引っ掻いていた。ドアを開けて中に入れようとする時，犬は逆に彼を家の外に追い出そうとした。」

「(7月28日午前1時30分ころ)豊潤県白官屯公社蘇



唐山地震後の応急住宅 1981年当時(力武撮影)

官屯大隊の養鶏場でも同じような騒ぎが起こっていた。千羽あまりの鶏が不安そうに走りまわり、窓にのぼって変な声で啼き立てたりした。職員がえさをやっても、まるで食欲がなく、かえって騒がしくなり、まるで何かに追いかけているみたいだった。そのうちの100羽から200羽ほどは、翼を広げて飛びまわっていた。」

「地震は目前に迫っていた。昌黎県で畑の西瓜の見張りをしていた人たちの話によると、200メートルほど離れたところの上空が突然明るくなって、大地をこうこうと照らし、西瓜の葉や茎までがはっきり見えたといい、豊潤県の中学生も寝ぼけ眼をこすりながら同じ現象を見ていた。窓の外が明るくなり、きゅうり棚の葉が白く反射した。ところが時計を見るとまだ3時だったので、おかしいなと思っているうちに急に暗くなった。屋外はもと通り真っ暗になった。このとき、大地はまだ嵐の前の静けさの中にあった。」

これは、直前の異常に関する本文からの抜粋である。これらの異常にもかかわらず、これらが地震の前兆だとは誰も考えなかった。地球科学的立場から、唐山地震は長・中期的に予知されていたとされているが、短期・直前予知には失敗したのである。

日本人技術者の遭難

唐山陡河発電所の建設援助のため9人の日本人技術者が働いており、彼らを含めて51人の外国人が倒壊した唐山賓館(ホテル)に宿泊していたが、田所良一・武藤博貞・須永芳幸の3氏は気の毒にも殉職した。発電所の門の前には、これらの犠牲者を記念するために、桜の木が植えられているという。4章には外国人救助に関する献身的努力が述べられている。

刑務所では

唐山市刑務所では、受刑者ははじめ倒れた塀を越えな

いよう命令された。しばらくして、受刑者の代表が救助活動に参加することを申し出た。そして、受刑者たちは必死に廃墟を掘り出した。公安局が受刑者を他の地域に移送することを計画したとき、3人が行方不明であったが、彼らは自分の家に戻って家族を助けに行ったのであった。そのうち2人は後に出頭し、もう1人は家族を助けているところを発見された。

略奪・伝染病

この本の特徴として、とかく真相をふせてしまう社会の暗黒面にふれていることを指摘するべきであろう。当時の中国は、いわゆる四人組の時代で、精神主義が称えられていて、日本では中国人民の精神的清潔さが報道されていた。しかし人間の欲と醜さは、どうしようもないものらしい。

食糧：33万5200キロ 衣料：6万7695着

布地：14万5915尺 腕時計：1149個

貝柱：2590キロ 現金：1万6600元

これは略奪者によって強奪された物資のうち、唐山の民兵が押収したもののリストで、検挙者は1800人余に達した。しかし、一般市民の略奪者に対する反発は相当のものであった。

大量の死者に伴う死臭、死体・負傷者に群がる蠅の大群、伝染病の蔓延など、死体処理や医療の困難についても詳しい記述がある。

そのとき国家地震局は

1975年の海城地震(マグニチュード7.3)の予知に成功した地震関係者は、今度は怨嗟的となってしまった。「神様」から「国賊」へ転落したのである。7章「大地震前後の国家地震局」には、このへんの事情が詳しく述べられている。日本でも、たとえば東海地震の直前予知に失敗したならば、地震関係者はどういう立場に置かれることになるのであろうか。

7章では、多くの学者が地震発生の数か月から数日前の期間に、思い思いの予測を述べていたことが記されている。この記述が正しいとすると、これらはあまりに決定論的であり、日本の地震予知学の常識では、どのようにして結論に達したのか不可解である。いずれにしても、直前予知がいかにもむずかしいかという点が強調されている。それにしても、地震発生時に地震観測網による震源決定ができず、四方に調査隊を出したことが、電話不通の状況より、2~3時間後に震源地が唐山であることがわかったという話などは驚きである。

[りきたけ つねじ 日本大学教授・東京大学名誉教授]

宮城県沖地震10年

櫻井恵美子

震度Ⅴの地震が仙台を襲った

昭和53年6月12日午後5時過ぎ、震度Ⅱのわずかな揺れを感じた約10分後、そろそろ夕食の支度にとりかかろうと立ち上がったときだった。いきなり、つき揚げるような大きな、激しい揺さぶりがつづき、これは、ただ事でない、揺れのおさまるのを待つばかりだった。

第2次世界大戦中、私は東京に在住していたので、機銃掃射や爆撃は何度も受けていたし、空襲ともなれば焼夷弾の破片が庭にバラバラと降ってくる中を防空壕へ走ったりという経験もしていた。また、戦後は隣家からの貫い火、そして大水害も体験していたので、多少の事件が起きても自分なりに冷静に対処できると自信をもっていた。

しかし何の予告もなく、突然大地から、世界中が揺れているような激しい揺れの中では、適切な行動は何かであろうかと考える余裕は全くなかった。

発災直後に行なわれたNHKの住民アンケートによると、

揺れているときの行動 (NHK住民アンケート)	
特に何もなかった	31%
何もできなかった	8%
様子をうかがっていただけ	4%
分からなかった	14%
外へ飛び出した	14%
身を隠した	10%
火を消した	10%
家具を支えた	9%
子供を抱えた	
ものをさけて逃げた	

数字が示すように、半数以上の人々が何もできなかったと答えている。

戦後、日本列島ではたびたび大規模地震に見舞われたが、近代化された都市を襲ったものとしては、宮城県沖地震が初めてであり、ライフラインを断たれた市民は、戸惑うばかりであった。そして、これは典型的な都市型災害といわれ、今後起こるであろう大都市の地震の際の様々な災害のパターンを想像させるモデルであると考えられた。

被災後、すぐに見舞状や安否を電話で問い合わせさせた多くの方々に対して、そのとき、私の家族がどんな体験をしたか、町の様子はどうかをレポートして、約200通を全国の友人たちに発送した。それが大きな反響を呼び、このようなことが知りたかった、もっとくわしく知らせてほしいという意見も寄せられた。

事実を正確に書きとめ、つぎの世代に伝えることこそ、何よりの災害の備えではないだろうか。

その時、人々は……

S君(11歳、小学校の昇降口で)

「急に下駄箱が全部倒れてきて、友だちと3人で逃げようとしたけど、何だか動けなくて、下敷きになってしまいました。すぐに先生が飛んで来て、助けてくれました。まわりは上ばきが散らばって大変でした。」

M子さん(中学3年生、仙台駅前のビルの前で)

「友だちと一緒に日の出会館前を歩いていました。急に地面が波打って、立ってられなくなりました。するとビルの屋上から、大量の水が降ってきたので、その場にいた人たちが悲鳴をあげて走って逃げ出しました。屋上の貯水タンクが倒れたのだそうです。青葉通りにはたくさん車の車が全部停まっていた。ビルの上からはガラスがたくさん落ちてきて大事件だと皆で話しました。」

H夫人(17階の市営アパートの自宅台所で)

「1歳半になる長女が玄関で遊んでいた。台所から這うようにして玄関まで行き、娘を抱いてじっとしていました。家の中はすべての物が倒れているのか、ものすごい音がしていました。浴槽からは水が踊り出て、洗面所は勿論のこと、玄関までびしょぬれになりました。地震後、すぐに停電でエレベーターが止まりました。余震を恐れたことと、どこの家も家財道具が全部倒れ破損し、寝る場所もなかったので玄関前の通路のコンクリートの上にゴザを敷いて子どもを寝かしていました。給水車は、すぐに来てくれましたが、17階から水汲みに往復するのは想像する以上大変なことでした。」

思いがけないことが起こった

●火が消せなかった 地震だ！ 火を消せ！ 多くの人々が火元へと行動をとったと証言しているが、実は火元へ近づけなかった主婦も多かった。

火の使用の有無と消化情況

地震の時、火を使っていたか	
◇火を使っていた	19.6%
◇使っていない	79.0%
◇覚えていない	1.3%
使っていた人はどのようにしましたか	
◇前震の時(約5分前)に消した	32.2%
◇大きく揺れている最中	
消した	53.4%
◇揺れがおさまってから	
消した	11.9%
◇消さなかった	2.5%

〈NHK調べ〉

A夫人 「最初の一撃で食器戸棚が倒れ、行く手を阻まれ火元に行かれませんでした。」

●貯め置の風呂水が無くなった

風呂の蓋が浴槽に落ちたはずみに、止め栓のくさりにぶつかり流れ出してしまっていたり、揺れのひどさに踊り出しまったり、タイルのメジに亀裂が入り、漏れ出たりした。

●トイレの故障

O夫人 「マンションの上階の何軒かのトイレの便器とパイプとが、ずれたため全戸が使用禁止になりました。」

とくに女性にとって、トイレは大問題だった。報告書やマスコミでは表面に出さなかったが、主婦を対象にしたアンケートや座談会では被害後、一番困ったもののベスト3の中に挙がっていた。

●丈夫と思っていたブロック塀が凶器に

27名の痛ましい犠牲者が出た中で、県内では16名もの人がブロック塀の下敷きで尊い命を失った。

その後、昭和56年に施工基準が改正され、仙台市では、杜の都の緑を増やすためにも全戸に生け垣を奨励し、無利子融資制度を設けたが、いまだに思うように改善されていない。

●家の中はガラスの破片で一杯

I夫人 「障子の棧の上、ガラス戸のレール、戸棚の上、壁にまでガラスが突きささっていて、何日間

も思わぬ所からガラスの破片が出てくるので、生傷が絶えませんでした。」

●電話のパニック
まず、電話連絡をということで、電話回線は大混乱、パンク状態になり、二次災害として注目された。

●ショック症状で口もきけない

「一瞬腰が抜けた」「茫然とするだけだった」「金縛りにあったようで動けなかった」と虚脱したその瞬間を語った人が多かった。

とくに、幼児にとっては得体の知れない怪物君が襲って来たと思って、屋内に入るのを怖がった。

地震で、ショックを受けた女子中学生が入退院を繰り返していたが、被災後5年目の秋、病院屋上から投身自殺をした痛ましい事故もあった。

●病院に軽傷病者が我先に押しかけた

仙台市の負傷者の情況

(8月8日現在)

負傷者と負傷度

けがをした人	10181人
内 重 傷	406人
軽 傷	9775人

負傷の場所

室内でけがをした人	73.4%
(ガラス、やけど、家具倒壊)	
屋外でけがをした人	26.6%
(へい、ガラス、転倒、屋根瓦)	

手当の場所

自宅で手当をした人	67%
病院で手当をうけた人	26%

〈仙台市調べ〉

国公立の総合病院へ怪我が殺到した。ちょうど、昼間勤務と準夜勤との交代時間だったために医師も看護婦も人手が多かったため、ラッキーな条件が揃っていた。

しかし、軽傷の人、家庭用の救急箱が役立たずだったり、個人病院は



足のふみ場もない室内

薬品棚も、機材もすべて倒壊したりして、まず片づけからということで待ちきれず、軽傷者は総合病院へ駆け込んだ例が多くみられた。

●エレベーターが動かない

N氏 「病院では、患者の運搬やレントゲンの器械も病室に運ばず、また給食用ワゴンも運ばず不自由しました。」

東北地方にある6000台の約1割が被害を受けたが、幸い人身事故が1件もなかった。その後、非常ベル、インターホンの使い方、揺れを感じたら直ちに全部の階床ボタンを両手で押して、まず停まった階で降りるなどの指導が徹底した。

●大勢の炊出しより向う三軒両隣で

行政の指導で、すぐに炊出しの準備が始められたが、突然だったので意外と手間どったり、食事よりまず片づけを先行した人が多かったために、少数の人での大人数の炊出しは容易でなかった。

その後の反省で、非常時の際は、小さいグループで助け合って炊出しをするほうが、時間も経済的に使えるし、遠い非難所や公園などに行く必要もなく、家のすぐ近くでできるので望ましいという意見が多かった。

●余震のこわさ 本震の後、次々に襲う余震には精神的に参った人が多かった。

●市内はゴミの山 生活ゴミに加えて地震の破損物やガラスは、日を

迫うに従って溜まる一方だった。

●建物よりも、まず土地選びを新興住宅地の集団移転の話。田圃の中の高層マンションの被害は、マスコミにも大きく取り上げられ、教訓として残された。意外だったのは、建物は無傷であったのに家の中で物が飛び交ったことには驚いた人々が多かった。

10年を記念して

昨年（昭和63）6月12日を中心に、被災後10年を記念して、行政もマスコミも市民を巻き込んで、地震月間として、多くの催し物が企画された。災害の怖ろしさを再び見直すよい機会として盛り上がりを見せ、住民の防災意識の高揚に役立ったと思っている。

会場に集まった人々にインタビューしてみると、「あの程度の大地震を乗り越えたので大丈夫、自信がある」「防災は、つまらないものと決めてかかっているので、もっと魅力ある指導がほしい」「あっ、という間の10年間だった。なんとか次の世代の子供たちに知らせたいと思う」「三チャン防災では発展しない」（注：ジィチャン、バァチャン、カァチャンの流行語）などの意見が聞かれた。

情報を発している側、指導している側は、かなりきめ細かく計画し、広報面でもPRしているつもりでも、受ける側の受け止め方が十分でない。特に仙台市では、もう当分は安心という考えも多いので、魅力ある防災教育の内容を検討する必要があるのではないだろうか。

何回か行事に参加して驚いたことは、消防署の若い職員やテレビ局で働く人々の大半が、「その時小学生でしたので…」あの大地震を正確に捉えていなかったことであった。

10年の歳月の経過を、今更なが

ら見せつけられ、語り継いでいくことのむずかしさを感じた。

仙台市は福祉の町でもあるので、弱者対策も忘れられないテーマでもある。10年を記念し、大きく取り上げ反響を呼んだ。当時の防災対策室長が、昨年、仙台市民生局長に就任したのを機会に、弱者対策には特に力を入れ、指導が行なわれているので市民も今後の対策に期待をかけている。

そして、被災後10年経った今、政令指定都市となり、人口増加は勿論のこと、都市構造の面でも著しく変化してきている。地下鉄も開通し、20階建てのビルが珍しかった当時に比べ、いまや30階建てのビルもお目見えするようになり、高層化、地下化が猛スピードで進んでいる。

これらの変化に対応するために、現在の防災対策では、対処しきれないことから、市では昨年、汎用コンピュータによる「総合防災情報システム」を計画し、30億円の巨額を投じ、市民の安全、都市の安全を計ることとなった。今年秋よりデータの inputs を始め、2年後の平成3年6月より実用化し、ハイテクを駆使した技術集団の防災行政に变身しようとしている。

災害が生じた場合、単に発災地点を捉えるだけでなく、例えば雑居ビルの場合は、各階の間取り・間仕切り・避難通路、安全のための装置の有無などがカラーで画像表示される。



大谷石の塀はもろかった

それに伴って道路情況、消火栓の位置、進入路も表示される。また、事故多発の場合は、消防車・救急車の緊急車両をどのように回転するか、コントロールできるようにセットアップされる。

今後、高齢化社会、都市の国際化が進むことで予想されることは、独居老人の事故である。言葉の通じない外国人や老人の事故の場合も救援発信地点が一瞬にして読みとれ、支援活動が能率的に行なえるようになっていく。

都市災害も多様化していることから、過去の既往症など、データもすべて入力される。どのような災害にも適切な対応ができる頼りがいのある防災行政こそ、市民への最大の贈り物であると、住民は大いに期待しているところである。

[さくらい みえこ 宮城県社会教育委員]

馬と地震

井崎脩五郎

念力、地球を揺らす

もう、どこへ行ってもスプーン曲げの話題で持ちきりだった。昭和49年1月のことだ。

この年、1月22日号の『少年サンデー』で、スプーンを念力で曲げてしまう関口淳少年が紹介された。それをテレビが追っかけ取材して、あっという間に、日本中がスプーン曲げの話題で包まれてしまった。自分もやってみたら本当に曲がったという人がいたし、なに、あれは、ただのマジックさと言う人もいた。

49年1月27日、公営船橋競馬場のスタンドで、筆者を含めて10人ばかりの記者が集まり、レースとレースの合い間のあき時間に、このスプーン曲げを試してみるようになった。スプーンは、記者室の備品入れに何本も入っていたので、各自が1本ずつ持った。「これだけ人数がいれば、本人も知らない念力をもっているヤツが1人くらいいて、案外、フニャッと曲がっちゃうかもしれないよな」。

大の“おとな”が、そんなことを言いながら、半分以上は冗談で、スプーンに念力をかけた。ところが、1分、2分、3分と時間はたっても、スプーンにはなんの変化も現れなかった。誰のスプーンも元のままだった。

「じゃあ、最後にもう一度だけ、セーノで一斉に念力をかけて…」と誰かが言い、合図があって、一斉に息を詰めたとき、スタンドがグラグラときた。大きくはないが、体

感できる地震だった。

「すごいなあ、われわれの念力は…。スプーンを曲げるところか、地球を揺らしちゃうんだから…」。

それで大笑いになって、それっきり、スプーン曲げは終わってしまった。

ファンファーレが鳴り、レースが始まって、カザンボーイという名前の馬が勝った。[地震があった直後に、カザンボーイの末脚が爆発するんだから、まったく、よく出来てるよな]。

そんなことを一瞬思ったが、ただの思いつきで、口に出して言うほどのことでもなかった。

火山ボーイの活躍と地震

さて、それからおよそ半年後、6月2日のことである。

同じ船橋競馬場のスタンドで、昼ごはんを食べていると、またスタンドがグラッときた。震度はさほどでもなかったが、気味の悪い縦揺れだった。

そして、昼休みが終わり、午後の最初のレースのファンファーレが鳴ってレースが始まった。4コーナーで1頭、中団から大外に持ち出した栗毛馬がいて、その馬が馬場の外ラチ沿いを直線一気に追い込んできて、豪快に勝ってしまった。ゼッケン6番。またしてもカザンボーイだった。

[うーん、このカザンボーイという馬は、地震があるとエキサイトして、大駆けする馬なのかもしれない]。そう考えて、隣りの席に座っていた記者に、

「たしか、この前もカザンボーイが勝ったときに地震があったんだよ」と言った。

すると、意外な答えが返ってきた。「そうなんだよ。なんだか、厩舎でもそんなことを言っていたんだ。この馬は去年、3歳のときに1回だけ勝っているんだけど、それが11月16日で、その3日後に関東で震度1の地震があったそうなんだ。厩舎では、カザンボーイが大駆けしたから地震が起きたんだろう、なんて冗談を言っていたらしいんだけど、今年1月27日に勝ったときに、また地震だろ。それで、きょうの朝、厩舎に取材に行ったとき、うちの馬はきょう勝ちそうだから、また地震が起きるかもしれない、なんて言っていたんだ」。

それが、まさに現実になってしまったのである。

カザンボーイが大駆けするときは、必ず地震が起きる。

この噂は、たちまち、船橋競馬場の記者席に知れわたってしまった。われわれが、こいつは面白いと吹聴しまくったからである。

そして、それから2年間にわたって、この噂どおりのことが起きつづけたのである。カザンボーイが大駆けすると、その日か、あるいは、その日と前後して、必ず南関東に地震が起きたのだ。

ちなみに、ここに書き出してみよう。カザンボーイは、48年に3歳でデビューして以来、51年(6歳)の春までに、32戦して合計10回の1,2着(いわゆる連がらみ)を記録した。この10回とも、南関東で地震があった日と、近接した日のレー

スで記録されているのだ。

<48年>

11月16日①着 ⇒11月19日・震度1

<49年>

1月27日①着 ⇒同日・震度1

6月2日①着 ⇒同日・震度1

9月20日①着 ⇒9月27日・震度4

11月3日②着 ⇒11月4日・震度1

12月28日②着 ⇒12月20日・震度1

<50年>

1月25日①着 ⇒1月21日・震度2

5月8日②着 ⇒5月4日・震度1

<51年>

2月19日①着 ⇒2月16日・震度1

5月11日①着 ⇒4月13日・震度3

ご覧のとおり、地震に対する異常とも言うべき反応を、カザンボーイは示しつづけたのだ。

だから、51年6月6日(日曜)の夜、翌日の船橋競馬の新聞を見ている最中に、グラグラ(震度3)ときたときは、これはカザンボーイが大駆けすると確信を持った。翌7日の最終レースに、カザンボーイが出走していたのだ。

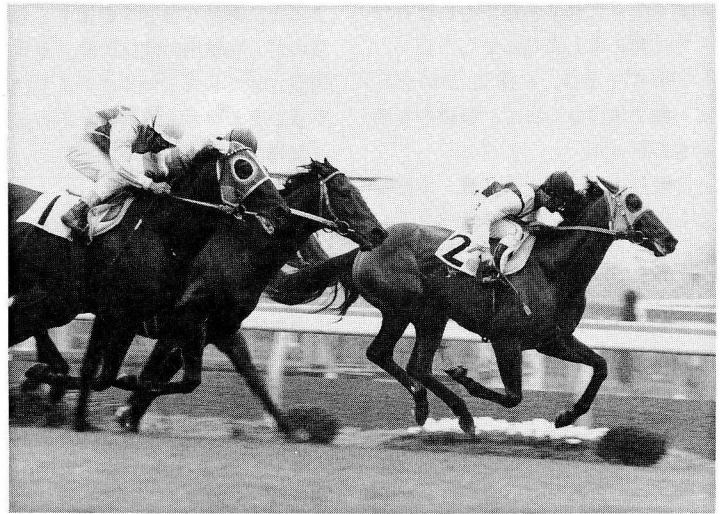
そして、その予感どおり、翌7日の船橋競馬の最終レースを、カザンボーイは3番人気で快勝した。好位に着けていき、直線に向けて抜け出すと、一気に後続に3馬身の差をつけてゴールに飛び込んだ。

名前のカザン(火山)が地震を呼んだのか、あるいは地震がカザンボーイに爆発力を与えたのか。いずれにしても、いまでもカザンボーイには強烈な印象が残っている。

日に100回地震を体験した馬

地震というと、ミカダイヤという牝馬のことも思い出す。

「一日に100回以上の地震を体験した馬」というのは、世界中さかしても、そんなにいないだろう。



52年8月7日に、北海道の有珠山が大爆発した。6日未明以来、連続地震が発生していたが、突然の大噴火だった。噴煙は上空約1万2000メートルに達し、噴火口から流れ出した熔岩は、あたり一帯の草木や土を巻き込んで、泥流と化し、風に乗った粉塵は遠く根室まで舞い落ちた。洞爺湖の温泉街では全員が避難し、ゴースタウンになった。子供を抱えて逃げる、その生々しいシーンをテレビのニュースが伝えた。ご記憶の方も多いと思う。

洞爺湖の南、その有珠山の中腹にあって、もっとも甚大な被害を受けたのが大西(たいせい)牧場だった。

当時、大西牧場には、生まれたばかりの当歳馬と、繁殖牝馬、それに種牡馬(ロータスイーター)を含めて、およそ100頭近い馬がいた。間断なく降り落ちる火山灰の重みに耐えられず、ウマヤの屋根が落ち、牝馬が1頭、ハリにひっかかって身動きできないでいるのを、牧場の人手をぜんぶ集めて、やっと救出するなど、それこそ大げさでなく、阿鼻叫喚の地獄図だった。

有珠山は大噴火と小噴火を繰り返し、そのたびに大地が揺れた。

札幌管区気象台の地震計は、最初に噴火のあった8月7日だけでも、

1日に100回以上、大きく針が揺れ動いた。

このままでは馬が危ないということになり、大西牧場では、二十数キロ離れた伊達牧場へ避難することになった。車両通行止めになった国道の上を、100頭近い馬が、人の乗る先導馬に引き連れられて大移動したのである。

このとき、当歳の牝馬の中に、1頭、大地の揺れにおじけづいて、心身ともに硬直してしまい、引いても、押しても、脚をブルブルと震わせたまま、なかなか動こうとしない、いや、動けない、かわいそうなくらい臆病な馬がいた。

父がステューペングスで、母が英国からの輸入馬ゴールドンプルメイジ。

52年2月17日生まれで、まだ生まれてから半年もたっていないのに、これだけの大惨事にあつた鹿毛のこの牝馬は、大西牧場から伊達牧場、そして虻田のトレーニング場と転々とした末に、買われて関西の梅内厩舎に入り、ミカダイヤと名がついた。そして、54年夏、小倉の3歳新馬でデビューしたのである。

大西牧場では、こう言っている。「同じ年に生まれた18頭の中で、いちばん臆病だったあの馬が、いちば

ん真っ先に勝ち名乗りをあげるなんて、考えもしませんでした」。

ミカダイヤは、7月22日のデビュー戦で逃げまくって、後続を5馬身もちぎった。

2戦目はフェニックス賞、またしても逃げまくり、直線ではラフォンテース（レコード勝ち）に交わされたが、2着に粘ってみせたのである。

このときミカダイヤは、スタート直後の3ハロン（600メートル）を34秒0という猛スピードで逃げていく。

競馬の場合、逃げ馬はほぼ例外なく臆病だと言われている。レース中に他の馬に寄ってこられたり、尻を突つかれたりするのを嫌って、スタートから一目散に逃げまくるのだ。

おそらく、ミカダイヤの場合も、そういう性質だったのだろう。とにかく、逃げられるところまで逃げるというレースぶりだった。

しかし、後続を引き離して逃げる、大地を蹴り立てるようなダッシュは、脚に大きな負担をもたらす。

ミカダイヤはフェニックス賞のあと、左膝にヒビが入っていることが判明し、7か月半の休養を余儀なくされてしまった。

そして、カムバック初戦で、先行したものの、すぐにパテてしまったミカダイヤは、ゴールにたどり着いたとき、勝ち馬から実に33馬身もちぎられていた。

ところが、そのつぎのレースで、ミカダイヤは大変身するのである。見違えるようなダッシュで飛び出すと、そのまま、後続を4馬身突き放して逃げ切ってしまったのだ。翌日のスポーツ紙には「ミカダイヤ、スピード爆発」という見出しが出た。こういう臆病なタイプは、モまれたりするとモロいが、後ろの馬にちょっかいを出されずに逃げることで

きると、意外な強さを発揮するものなのだ。有珠山の噴火の際、身体を硬直させてしまったミカダイヤは、そういうモロさと意外性をあわせ持った馬だった。

3500万円を棒に振った地震

出れば勝てそうなレースが目の前にあったのに、地震でそれを棒に振ってしまったのがハワイアンイメージだった。

昭和58年2月27日のことだ。夜、関東地方を震度4の地震が襲った。このとき、中央競馬の馬たちが住んでいる美浦トレーニング・センター（茨城）も大揺れに揺れた。

美浦トレーニング・センターの馬房はコンクリートでできているのだが、そのコンクリートがギィギィと軋む音がしたというのだから、生半可な揺れではなかった。トレーニング・センターにいた2000頭余りの馬のうち、地震に驚いて馬房の中で狂奔し、なにがしかの負傷をした馬が13頭いた。その中に55年度の皐月賞馬ハワイアンイメージがいた。ハワイアンイメージは、馬房の中で暴れた際に態勢を崩し、脚を捻挫していた。診断は全治1か月。

このため、ハワイアンイメージは、出走を予定していた3月13日の中山記念に出られなくなってしまった。

もし出ていれば、この3月13日の中山記念は、ハワイアンイメージがもっとも得意とする不良馬場になってただけに惜しい。この年の中山記念の1着賞金は3500万円。これを、地震のために逸してしまったのである。「返すがえすも残念で…」と、関係者が唇を噛んでいた気持ちがかかる。

万馬券は揺れると出る?!

この震度4の地震があった58年2月27日というのは、日曜日で、昼間は中山競馬場でレースが行なわれていた。そして、1日になんと3つの万馬券が飛び出している。

まず2レースで、ブリゾー〜チョウカイアンバーと入って、連複②③が2万0390円。

そして5レースが、フジノヤマザクラ〜ドリーナスポートと入って、連複③⑤で1万1060円。

さらに8レースが、タツノエイト〜カシマーバンと入って、連複①④で2万0540円。

本命馬が次々と消えて、大波乱が起きつづけた。

近づきつつあった地震の前兆を敏感に感じとって、馬たちがふだんと違う常軌を逸した走りを見せて、それが波乱に結びついたのであるか。

サラブレッドが、天変地異や自然現象に対して、鋭敏に反応するのは、よく知られている。これは、かつてシドニー・S・コムズという人が米国の競馬専門誌『サラブレッド・レコード』に発表した説だが、サラブレッドは満月を迎えると、気分が昂揚し、ゲートから、われ先に飛び出して、常ならぬ激しい闘いを繰りひろげるという。その証拠に、シドニー・S・コムズ氏の調査したところによると、米国の各競馬場のコース・レコードは、そのほとんどが満月の日か、それと前後した日に記録されているそうだ。

もし、満月の日に地震があったら、その日、馬たちはどんな走りを見せるのか…。無責任ながら、こわいもの見たさという気持ちがある。

【いさき しゅうごろう 競馬評論家】

■ 地震予知連絡会情報 ■ 青木治三 ■

第87回地震予知連絡会（平成元年5月22日）は、第10期の委員の構成で開催された。前期に引きつづき浅田敏教授が会長に選出され、地域部会長には力武常次教授、強化地域部会長には茂木清夫教授が指名された。

第87回予知連は、昭和44年の第1回より数えて21年目の連絡会にあたる。昭和54年に10周年を記念して『地震予知連絡会10年のあゆみ』を刊行したが、今回も20年の歴史を記念して、これまでの地震予知の活動をまとめることが提案され、さっそく準備を進めることになった。また強化部会長から『首都およびその周辺の地震予知（その2）』の刊行が報告された。（その2）とあるのは、昭和55年に刊行された同じ題名の報告の続報という意味である。その後の観測の強化には著しい進歩があり、10年前とは隔世の感がある。関東地域の地震テクニクスの研究には、きわめて重要な資料であるが、一方では首都圏の地震予知の難しさを再認識させてくれる資料でもある。

さて、今回紹介する報告の内容は、第86回（平成元年2月20日）の51件、第87回の58件のうちから選んだ若干のトピックスである。

東海地方の地震活動と地殻変動

東海地方の地震活動は、沈み込んだフィリピン海プレート内の活動に特徴がある。東側および南側では判然としないが、内陸部では地殻内地震とプレート内地震の住み分けがはっきりしている。これまで震源分布に大きな変化は少なく、活動もほぼ定常的であったが、1988年あたりから若干の変化が認められるようになってきた。それに関する報告が2件あった。

第87回予知連気象庁資料によると、駿河湾およびその西部沿岸地域では、大きめの地震が発生しなくなった。同じく名古屋大学資料では、愛知県を中心とする地域では逆に増加している。1983年からの活動を図1に示した。駿河湾周辺で

は、最後の地震ははるか南にあるのでこれを除外すると、1988年6月1日のマグニチュード4.1の地震（以後M4.1のように記す）を最後に約1年近くもM3以上が発生していない、逆にその西側の愛知県を中心とする地域では、最近になって大粒の地震が多くなってきた。

駿河湾の地震空白域だけに着目すれば、静岡地震の例も考えられる。愛知県周辺の活動も関連するものと考えれば、さらに大きな地震発生を想定することになる。多くの場合そうであったように、このような地震活動の消長は、単なる時系列のふらつきに過ぎないかもしれないが、図1でみる限り、この変化は過去5年間で最大である。注意して見守る必要があろう。

地殻変動ではどうであろうか。東海地方といえば、御前崎の沈降が有名である。御前崎は掛川に対して、相変わらず一定の速度で沈降をつけている。1年前の『地

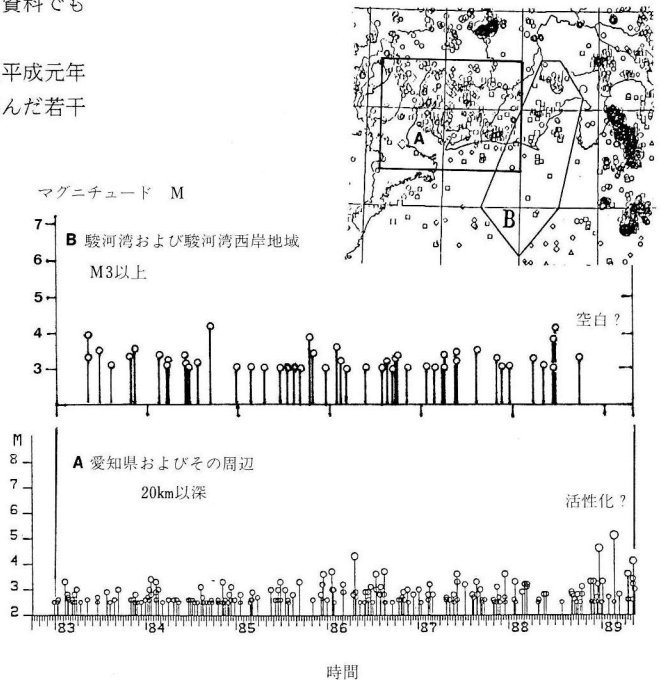


図1 東海地方の地震活動の変化
駿河湾周辺地域Bに発生したマグニチュード3以上の地震を時間軸上に並べた図を中央に、愛知県周辺地域Aに発生した深さ20kmより深い地震について同様な図を下側に示した。1988年の後半から、駿河湾では地震が少なくなり、愛知県周辺では大きめの地震が増えてきたことがわかる（第87回予知連、気象庁・名古屋大学資料より合成）。

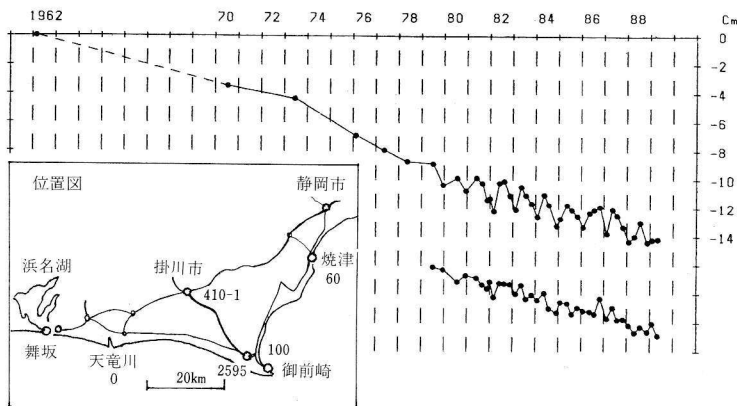


図2 御前崎の沈降

水準点410-1に対する2595の変動を示す。地図内のルートは水準路線。上のグラフは測定値。これに季節変動を補正したものを下のグラフに示した（第87回予知連、国土地理院資料）。

震ジャーナル』5号にでている国土地理院の測量成果に1年分のデータ4点を加えて図2に示した。

どういふわけか頻度の高い測量や、地殻変動連続観測には季節変動がつきものである。御前崎は冬に沈降し過ぎ、夏に隆起し過ぎる。地殻の上下運動は、実際にそのように変動しているかもしれないが、これを見掛けのものとして取り除くと図2の下側のような変化となって、時間的に滑らかに変化する御前崎の傾動が見えてくる。測量は年4回であるが、ときどき前回にくらべて1cm以上も変動することがある。多くの場合、つぎの測量でもとに戻って何事もなく経過している。

以前、予知連の後の“記者レク”で、解説者が説明に苦労する場面もあったが、最近は季節変動の一言で済んでしまうことが多い。掛川-御前崎間30kmに対して1cmは、わずかに300万分の1である。この微小な変化が目につくほどの精度で測量をつづけているのであるが、1988年頃変化があったとは認め難い。

掛川-御前崎の傾動運動は、沈み込むフィリピン海プレートの運動を反映するものとして有名になり過ぎ、あたかも東海地方全域が傾いているかのような誤解を生じやすいが、その傾動は駿河湾西岸の中部から南部にかけて集中しているようである。

地震研究所は、図2の位置図にある海岸沿いのルートの国土地理院の測量成果を整理して、御前崎周辺の沈降が地域的に、また時間的にどのように進んでいるかを図示した（第85、87回予知連、東大震研資料）。それによると、1976年以降の御前崎付近の沈降を100%とすれば、焼津では60%、太田川河口付近で30%、天竜川付近では沈降を認め難い。しかし掛川を通るルートでは、1962年からの沈降は焼津で最大である（その変動は『地震ジャーナル』6号で紹介されている）。沈降のパターンは、

かなり複雑な様相を示しているようである。

水平歪については、第86回予知連に名古屋大学から光波測距の報告があった。御前崎北東30kmに粟ヶ岳がある。その南西10kmに掛川、南東11kmに牧の原、18kmに女神がある。この4点で年2回、とくに粟ヶ岳-女神(18km)では年4回の頻度で光波測距を実施している。その結果によると、1984年以降、北西-南東方向の地殻短縮がはっきりしてきた。5年間で約2ppmの速度である。これは、掛川-御前崎の傾動速度の2倍にあたる。変化量としては妥当な値であるが、その時期については若干

の疑問が残る。図2をみてわかるように、御前崎の沈降速度は一定であり、とても1984年を境にして変化があったとは考えられない。水平歪の測定誤差は精密水準測量に比べて大きく、時間に関する分解能を議論するのは無理かもしれないが、同時に高頻度で実施している三河湾

『資料・日本の地殻水平歪』 限定部数複製頒布のお知らせ

本書は、国土地理院の承認を得て、同院の技術資料F・1 No.6 [日本の地殻水平歪] を、当財団が研究資料として研究者の利便を目的とし、その複製版を限定発行したものです。

ご希望の方々のために、下記のような実費頒布を致しております。お問合わせ下さい。

日本の地殻水平歪 国土地理院編

- 体裁 上製・柾判 本文133頁 2色刷
付録 カラー歪図 2編
- 頒布実費 [送料を含む] 20,000円
- 申込先
〒101 東京都千代田区神田美土代町3
財団地震予知総合研究振興会
☎03-295-1966 FAX03-295-1996
- 郵便振替口座 東京1-109120

なお、限定部数のため、在庫も少数となりましたので、お問い合わせ下さい。

財団法人 地震予知総合研究振興会

〒101 東京都千代田区神田美土代町3

をさむ光波測距でも、1984～86年頃に始まる北西－南東の地殻短縮が明瞭に認められる。少々気にかかる現象である。

伊豆半島周辺の地震活動

伊東市を中心とする隆起運動は、依然として続いている。伊東・油壺の潮位差からみても、伊東の隆起は1988年2月から9月にかけての群発地震中はもちろん、その後も停止した気配はない（第87回予知連、国土地理院資料）。しかし、地震活動は1988年8月の大活動を最後に鎮静化の一途を辿っている。1989年には伊豆半島東方沖に、その名残りをわずか留めるだけとなってしまった。

久しぶりに長い休止期がつづいたが、予知連の前日、5月21日夕刻に突発的に活性化し、鎌田（伊東市）における地震回数は、翌日朝までに100回を超えるほどであった。震源は、伊東市極近傍の海域であった。これまでと同様、伊豆東の体積歪計は、5月21日昼頃から明瞭な収縮を始め、翌日の朝までに1000万分の1程度に達した。顕著ではあったが、短時間に終息した群発地震であった。

このほかの目立った地震活動は、神津島南南西20kmの群発地震である。神津島・新島・三宅島の海域の地震活動は1960年代まで活発であったが、1970年代になって低下し、これまで神津島の南東で1981年M4以上が2回発生しただけである。今回の活動は1988年12月28日に始まり、29日M4.6、1月に入って2日にM4.9、9日にM4.7を含む群発地震となった。有感地震は神津島で8回を数えた（第87回予知連、気象庁資料）。

関東地方の地震活動

関東地方で目立った地震活動は、次第に活性化してきた群馬・栃木県境の群発地震と、茨城県南西部および銚子付近の地震活動である。あとの2つは相互に関連があるらしい。

●群馬・栃木県境の群発地震 この火山地帯では、1980年代に入って次第に地震発生の頻度が高まり（第86回予知連、防災センター資料）、1988年10月には有感地震7回、11月には3回を含む群発地震となった（第86回予知連、気象庁

資料）。今回の活動は、中禅寺湖南西の皇海山を中心とした群発地震であるが、その東側10kmの足尾付近にも別の活動域がある。最近10年間の記録でみると、地震はむしろ足尾付近で多く、最大の地震は1984年12月のM4.8であった。今回の群発地震は、発震機構からみると西南西－東南東の圧縮力が卓越し、深さも10km内外と比較的浅い（防災センター資料）。火山地帯特有の群発地震であり、1989年5月現在でも活発である。

●茨城県南西部と銚子付近の地震活動 千葉県に近い茨城県南西部では、1981年のM5クラスの地震を最後にしばらく静穏な状態がつづいていたが、1989年2月19日夜、深さ約50kmにM5.6の地震が8年ぶりに発生した。水戸・東京などで震度IVを記録した（第87回予知連、気象庁資料）。

一方、銚子付近の地震は、1989年3月6日、M5.9、深さ約60kmであった。銚子では深度Vを記録している。最大余震は3月18日のM5.2で、本震を含めて有感は4回であった（第87回予知連、気象庁資料）。震源の位置、発震機構からすると、この地震は東側から関東地方の下にもぐり込む太平洋プレートの上面で発生したものとと思われる。

茨城県南西部の地震の深さは、プレートの形からすると太平洋プレートよりは浅い。地震の発震機構も銚子付近のものとは異なる。関東平野の下で、太平洋プレートと衝突しているフィリピン海プレートの先端部付近に発生したものと考えられる。

この2つの領域の地震活動には相互に関連がある、とこれまでも言われてきた。国立防災科学技術センター

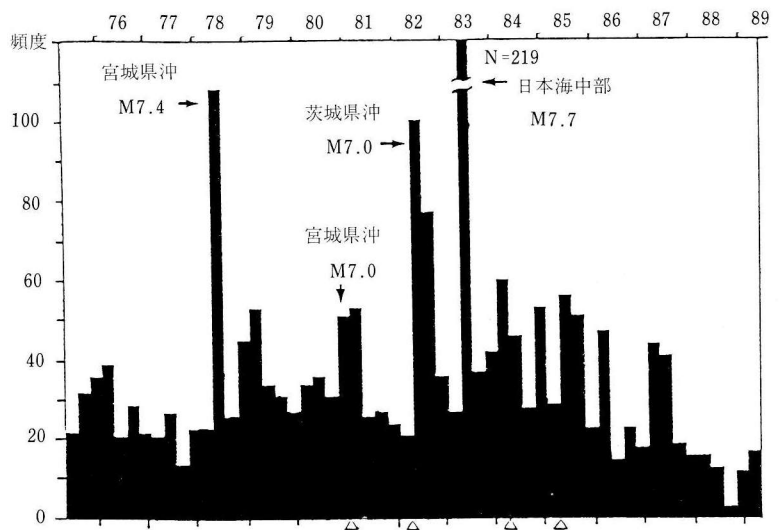


図3 東北地方の地震活動の変化
東経138度から146度、北緯36度から42度の範囲に発生した深さ60km以浅、M \geq 4の地震について3月ごとの地震数の変化を棒グラフで示す。1986年以降、地震活動が衰えている。図中の三角印は、観測網の拡大の時期を示す（第87回予知連、東北大資料）。

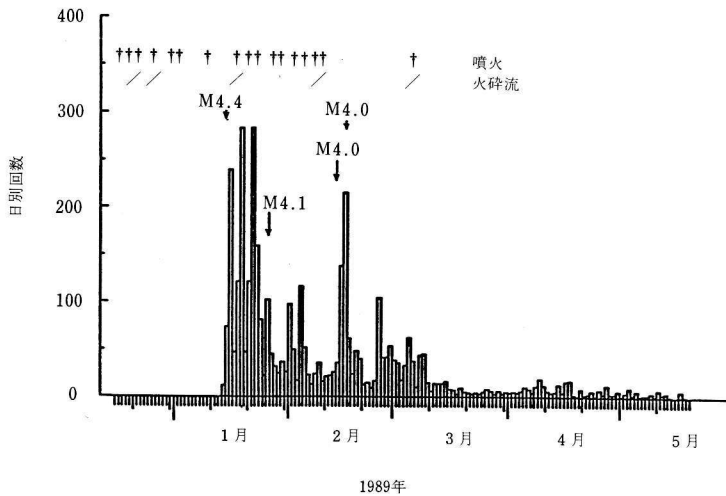


図4 十勝岳付近群発地震の山頂活動
 十勝岳の火山活動の最中に、約20km 東に群発地震が発生した。十勝岳直下の地震を除き、 $M \geq 1.5$ の地震の日別頻度を示す。図上部の↑は噴火、/は火砕流の日時を示す。時間軸は、十勝岳の最初の噴火から始まっている（第87回予知連、北大資料）。

は両地域の1926年以降のM4以上の気象庁資料を比較し、1950年代前半と1960年代中頃に両地域の地震活動が同時に活発化するなど、かなりの関連性のあることを示唆している。

東北地方の地震活動

第87回予知連東北大学の報告によると、東北地方の地震活動は、1983年の日本海中部地震のあと次第に低下しつつあるという。

図3には、日本海沖から太平洋の日本海溝を含む東北地方全域のM4以上の地震回数を、3か月ごとにまとめて図示してある。宮城県沖・茨城県沖・日本海中部地震の余震を含む図であるが、地震回数は1986年頃から明らかに減少の傾向にある。これは主として日本海中部地震の余震域の活動が1986年以降急速に衰えたことと、1988年以降、福島県から青森県に至る広域の内陸部に、M3以上の地震が発生しなくなったことによる（第87回予知連、東北大資料）。とくに内陸部の静穏化は、1976年以後の記録をみる限り、1981年のそれらしき地震の空白域を除いて、これまでになかったことである。この静穏化がそのまま持続するとすれば異常と見なさざるを得ないだろう。

十勝岳付近の群発地震活動

1988年12月16日、十勝岳の噴火が始まった。十勝岳周辺でM1.5以上の地震が北海道大学の定常地震観測網で

記録できるようになったのは、1月15日からである。微弱な活動のあと、15日23時、M4.4の有感地震が発生した。震源は十勝岳の東方約20kmの山岳地帯である。群発地震は、M4以上が4個、1月から3月上旬に集中して発生した。

一方、十勝岳の噴火は12月16日に始まって、ときには小型の火砕流を伴い2月上旬までつづいた。ついで小休止があり、3月5日の小火砕流を発生した。その後の噴火活動は報告されていない。これをもって噴火活動の一応の区切りとすれば、群発地震はやや遅れて始まり、やや遅れて終息したことになる（第87回予知連、北大資料）。

GPSの地殻歪測定への応用

近年、GPS受信装置が大量に導入され、GPS衛星も次第に数が増えてきたので、大学・防災センター・水路部などにより、GPS干渉測位が各地で試験的に実施されるようになってきた。第86回および第87回予知連で、いくつかの報告がなされた。例をあげると、大学は協同観測の組織をつくり、南関東・東海を中心にして試験観測を実施した（第87回予知連、東大震研資料）。受信器はトリプル型とウィルド型の2種である。いまのところ、精度の高いのは同時2波受信のトリプル型である。その観測例を紹介しよう。

受信器は、20kmから50kmの間隔で100km×150kmの範囲に面的に分布された。同時に3衛星を利用した場合と、4衛星を利用した場合がある。利用できる時間帯は短い。4衛星利用によると殆どの場合、100万分の1以下の誤差で距離が計算される。しかし、それは必ずしもその精度で観測点間の距離が決定されたことを意味しない。というのは、衛星の組み合わせによっては、その測定誤差をかなり上まわる大きい系統的な誤差の存在が判明したからである（第87回予知連、名大資料）。時期を変えて測位を行なうと衛星配置が異なるのが普通である。このままでは精度の高い歪測定は困難である。測位に誤差を与えないような衛星の配置を狙うのが必要であるが、それには今しばらくの猶予時間が必要であろう。それまでに衛星の位置決定、解析手法の改良を進めておくべきであろう。

[あおき はるみ 名古屋大学理学部教授]

■ 書 評 ■

●観測地震学者の言い分

島村英紀著『地球の腹と胸の内—地震研究の最前線と冒険譚』

末廣 潔

小さな書店にも置いてある一般向けの本である。しかし、日本の海底地震学の第一人者と自他ともに認める島村氏が、無味乾燥になりがちな“客観性”に重きを置かず、“腹と胸の内”を小気味よい語り口で述べているので、専門家にも興味深い本となっている。

研究者には、氏の言に抵抗を感じずる人もいるだろう。「割の悪い仕事に挑んだ」「少数派」、「すでにあるデータを解析だけしている」のではなく「いままでは得られなかったデータを得て学問を進める」と“まえがき”にあり、“あとがき”ではボクシングになぞらえて、科学における激しい競争を奨励している。これが本を通じての基調でもある。これが嫌だと読みづらいかもかもしれないが、多様な価値観が科学を面白くすると思って“島村流”を味わってみよう。

本文は、もっとも力が入っている「開発正史」、つづいて世界がしのぎを削る「列国事情」、そして「最新成果」とで海底地震計（OBS）の物語をなしている。

開発にあたっての“哲学”をもつ重要性、トータルロスを怖れない不屈の精神、あらゆるチャンスをOBS完成へむすびつける、……一般の人にも十分面白いと思うし、論文にしにくい貴重な記録にもなっている。第一部は「海底地震学は、ようやく花が開いたのだ」と結ばれる。これから、いかに大輪に育てるかが課題である。

つづく「列国事情」は各国ともあまり“明るくない”ようなトーンに書かれている。OBS開発は国内でも競争がつづいているが、ほとんど触れられていない。これらは、氏が国内・国外の競争のまっただ中にいるためかもしれない。

米国・カナダの状況を明るく書くことは、できないことではない。米国には大容量デジタルOBSが存在し、

長周期定常観測OBSも開発されつつある。カナダのOBSは、カナダ西方沖の海嶺から西岸にプレートの一生を捉えるべく、イメージを鮮明にしつつある。

背後から彼らの足音がせまってきたのだ。

第三部の「最新成果」では、構造と地震活動の両面にわたって、いくつかの結果が紹介してある。短期間観測の制約の中で、地震学第一級の問題に挑戦できるのは“構造”だろう。長距離爆破によるリソスフェア構造と海溝横断測線によるプレート沈み込み構造は、まだ今後を残しているが、ほかの方法ではわかり得ない情報を提供する重要な研究である。このような研究が可能になった意味は大きい。

終わりに地震予知への想いが述べられている。OBSが決定的な役割を果たす可能性はあるのだ。地震は、ほとんど海底下で起きるのだから……。

蛇足：評者は、いわば“身内”なので、お断りすべしかと思ったが、内情に詳しいから頼まれたのだろうと解釈し、お引き受けした。

<情報センター出版局、1988年、B6判、262頁、1300円>

[すえひろ きよし 東京大学海洋研究所助教授]

●学際的研究で古地震を正す

萩原尊禮編著『続古地震—実像と虚像』

石橋克彦

わが国の長年の歴史地震研究の成果は、『理科年表』の地震年代表にコンパクトにまとめられ、広範な人々に活用されている。しかし、観測データの取り扱いには厳密なはずの地震学者も、相手が歴史地震になると、適切なフィルタ（史料の弁別）をかけずに収録したS/N比の悪いデータ（玉石混淆の地震史料集）を、ノイズの除去作業（史料批判）をしないで解析し、ずいぶん誤りを犯してきた。

この傾向を改め、間違った歴史地震像を正そうと、地震・日本史・活断層・地震工学のベテランが、最近、見

事な学際共同研究を展開している。それが、本書を著した「古地震研究会」の諸氏（編者のほか、藤田和夫・山本武夫・松田時彦・大長昭雄）である。

編者は、『理科年表』の表について、一個人の見解が権威主義的に通用する時代は去ったとして、多くの人達の研究成果を十分検討したうえで、時期をみて大方が納得するように改訂するのがよいと説いている。本書は、その考えにたって、前著『古地震』（東京大学出版会、1982）につづき、彼らの研究成果を世に問うものである。

したがって、近畿地方を中心として、古代11個、中世18個、近世3個の地震を再検討した本書の主要部分（第Ⅱ部「各論」）は、かなり専門的である。しかし、漢文の史料や社寺の縁起などを多少辛抱して読み進むと、例えば734年の畿内地震が生駒断層系の活動だったという第6章のように、鮮やかな推論を堪能できる。1833年庄内沖地震を扱った第9章では、相田勇氏の津波の数値実験による波源断層モデルの呈示もあって、近世後期の大地震ともなると、定量的にもかなり説得力のある地震像が描けることに感心させられる。綿密な考証の結果はつきりしなかった地震も少なくはないが、問題点や限界を明確にしたことが非常に重要であろう。東海地震に関連してよく引用される熊野灘の地震など、7個が虚構と結論されたのも注目される。ただし、もう少し広範囲の読者に読みやすくする配慮（記述の刈り込み、ルビ、見やすい地図、地名の的確な図示など）があってもよかつたのではなからうか。

個々の議論には、疑問や反論がないわけではない。例えば、地震史料が六国史中の一文だけというような古代の地震は、推論が精緻になればなるほど、古代史的興趣は別として、史料解釈の一意性、最寄りの活断層を起震断層とする判断の妥当性、結果の地震学的意義などについて、首をかしげたくなるものもある。六国史には、ある程度以上の大地震はもれなく、またその被害はまんべんなく記録されているものかどうか、もっと説明を聞きたい気がする。

史実を考証したうえで特定の活断層に比定するという本書の基本的な方法論は、震源が非常に浅いという大前提が正しい限り、もちろんそれ以外のやり方はない。ただし、データが不完全な古い地震の場合、排除的、限定的な厳密な議論がかえって真実を隠してしまうかもしれないことに、絶えず注意すべきだろう。古地震を研究する意義の一つは、観測時間の窓を広げて、短い器械観測期間中には起こったことのないような地震現象を探ることだから、常に視野と発想を広く保っていることが重要である。鳴門の地変に関する史料の批判が示されないまま京阪地域に限定された1596年の地震など、別の可能性はないのだろうか。また、一口に活断層というが、基盤

を切る近畿地方の活断層とトラフ付加体内の南関東の活断層を、同列の起震断層として扱ってよいかどうかも問題だと思われる。

しかし、疑問点や反対意見は本書の価値を下げるものではない。むしろ、活発な議論が巻き起こることこそ著者達の望むところであろう。

本書は、簡単な結果しか掲げられていない『理科年表』の地震年代表の解説書ともいえる。その表を近代的観測事実と同様に信じている地震学者や防災関係者が非常に多いが、本書を読んで内実を知れば、それが実像には程遠いことと、実像に至る作業が恐ろしくシンドイものであることに驚かされるだろう。『理科年表』の表は1989年版で独自に大改訂が行われ（本書の議論は1987年版に対応）、本書の指摘がすでにある程度正されているが、今回示された問題点がそのままになっている部分も多い。その意味でも、『理科年表』の表をよく使う方々や日本の地震活動史に関心をもつ方々すべてに、目を通して頂きたい本である。

なお、第Ⅰ部「概論」に、『理科年表』の表の変遷、地震史料の特質、全国の活断層と歴史地震の分布、近畿地方の活断層の起源、が解説されているが、どれも興味深く、たいへん参考になる。また第Ⅲ部「史料編」には新史料が掲載されている。

〈東京大学出版会、1989年3月25日初版、A5判、434頁、7600円〉

[いしばし かつひこ 建設省建築研究所国際地震工学部応用地震学室長]

●新刊紹介

佐藤良輔 編著 [阿部勝征・岡田義光・島崎邦彦・鈴木保典]

日本の地震断層パラメーター・ハンドブック

鹿島出版会、1989年3月発行、菊判、390頁、15000円。

日本周辺に発生した92地震の断層パラメーターを、詳細に、しかもコンパクトにまとめた資料と解説。

物理探査学会 編

図解・物理探査

物理探査学会、1989年4月発行、B5判、230頁、非売品。

手法編、応用編、理論編にわけ、カラーで図解した物理探査の入門的解説書。学会40周年記念出版。

大矢雅彦・木下武雄・若松加寿江・鳥羽徳太郎・石井弓夫 著

自然を知る・防ぐ

古今書院、A5変形判、236頁、3400円。

早稲田大学教育学部の「自然災害」をテーマにした総合講座の内容がまとめられている。

ADEP情報

シンポジウム

中部日本活構造地域の 地震テクトニクス

本振興会が、科学技術庁の科学技術振興調整費による委託を受けて、中部日本活構造地域を対象に、“地震テクトニクスに関する総合研究”を行なっていることは、『地震ジャーナル』3号(1987年6月)の本欄で紹介した。早いもので、この研究も昭和60年度に始まり、昭和63年3月で第I期3年間の研究を終了したが、つづけて第II期の研究の延長が認められて、現在、総まとめが行なわれている段階である。

第I期の研究は、本振興会の担当した“総合研究”のみならず、他の各研究機関の担当された課題についても、多くの成果が得られている。地震テクトニクスは、種々な研究分野の総合の上に、はじめて議論され得るものである。そこで、得られた諸成果を各研究者に発表して頂き、

総合討論を行なうことが、この調査研究の目的を達成する上において、きわめて重要なことであるとの観点から、第II期の受託研究の一環として頭書のシンポジウムを行なうこととなった。

シンポジウムは、昭和63年12月2日(金曜)10時から16時30分まで、千代田区永田町の日本科学技術情報センター・ホールで行なわれた。幸い、この問題に興味をもたれた各方面の方々、多数(名簿登録者のみで114名)の参加が得られて、盛会裡に終了することができた。以下にプログラムを示す。

プログラム

- 挨拶 勘地震予知総合研究振興会
会長 萩原尊禮
- 基調講演 地震テクトニクス研究の重要性
東京大学地震研究所長
研究推進委員会委員長
茂木清夫
- 研究報告
 - ◇佐渡島付近の海底地形・地殻構造調査 水路部 春日 茂
 - ◇「しんかい 2000」による能登半島沖海底調査 海洋科学技術センター 堀田 宏
 - ◇潜水船調査で明らかになった富山トラフの地殻変動 地質調査所 山崎晴雄
 - ◇諏訪盆地の浅層地質構造と変動地形 国土地理院 丹羽俊二

- ◇糸静線に沿った地域の水平歪 国土地理院 木村幸吉
- ◇浅間山における歪観測及びその火山活動と地震テクトニクス 気象研究所 清野政明
- ◇ボーリング調査で明らかになった諏訪盆地の地殻変動 地質調査所 山崎晴雄
- ◇南部フォッサマグナ付近の電磁氣的調査 気象庁地磁気観測所 山本哲也
- ◇甲府盆地北方における地殻歪観測 国立防災科学技術センター 島田誠一
- ◇海域プレート三重会合点付近の地殻構造 水路部 長屋好治
- ◇地震テクトニクスの総合研究
 - a. 地形・地質学からみた地震テクトニクス 地震研究所 松田時彦
 - b. 地震活動からみた地震テクトニクス 東北大学 大竹政和
 - c. 地球物理学的諸観測からみた地震テクトニクス 地震研究所 萩原幸男
 - d. 総合討論 [司会] 国立防災科学技術センター所長 高橋 博

概 要

中部日本活構造地域の、その代表的な構造線である糸魚川-静岡線が、プレート境界であるか否か、また、もしプレート境界であるとするれば、



会場を埋めた熱心な参加者各位



挨拶をする萩原尊禮会長

フィリピン海プレートとの三重合点が、陸上に存在することになり、それがどこであるかなどが、この研究の重要な課題であった。

水路部・海洋科学技術センター・地質調査所・国土地理院・気象庁・国立防災科学技術センターなどによる、それぞれの研究課題についての観測・研究は、これらを解明するための新たな資料を多数提供された。しかしながら、この地域が東-西あるいは北西-南東の強い圧縮場にあるものの、東側への沈み込み面を確認するような資料は、得られていないようである。

地形・地質の立場からは、プレート境界と考えないならばという問題提起があった。その1は、糸静線は過去の名残りで終息しつつある境界である。その2は、糸静線は活断層の一つで、他の多くの活断層とともに短縮帯を構成している。その3は、日本海側の褶曲を太平洋プレートの圧縮力とする、などである。

これに対して、地震活動の立場からは、日本海東縁の地震メカニズムからプレート沈み込み説と矛盾した

いし、圧縮軸の方向はプレート運動のRM2モデルと整合的であることが指摘された。震央分布は、糸静線のほかにいくつかの線状配列が認められ、信濃川に沿った地震帯は活発である。微小地震の震源分布からは、三重点は甲府盆地より南であるが、この付近が三重力学境界としての複雑な応力分布をしていることが示された。

人工地震観測と重力調査から松本盆地東縁断層が東傾斜の活断層であることが明らかにされた。また諏訪湖の沈降が左横ずれによって生じているという地質学的見解は、重力異常の解析結果とも矛盾しない。地殻応力測定や地震の発震機構から求めた圧縮軸の方向による地域区分を行ってみると、中央隆起帯付近の歪の小さい地域をはさんで、東側と西側で圧縮軸の方向は非常に異なっていて、西側からの圧縮、日本海の東進を示唆する。

むすび

以上、この地域のテクトニクスの

解明は簡単ではないが、日本海東縁・北部フォッサマグナ・南部フォッサマグナ、それぞれ特徴があり、発生する地震の特性も、それに依存するものと考えられる。今後は、過去の地震とテクトニクスの関係から、さらに将来の地震の予測へ向けて、これまでに得られた成果の総合化をはかっていくことにしている。

●謝辞 基調講演をして頂いた茂木先生、研究報告をして頂いた諸先生、および座長をして頂いた清野・桂・田中・山崎・高橋(博)諸先生に厚くお礼を申し述べる。また科学技術庁研究開発局からは、『中部日本活構造地域の地震テクトニクスに関する研究成果報告書』(第1期)をご提供下さるなど、シンポジウム成功のためにご援助を頂いたことを記してお礼を申し述べる。

●人事移動 平成元年4月1日付で、佐藤良輔東京大学名誉教授を本振興会に招聘した。これによって本会の研究体制が一段と充実されたものとなった。 [A]

編集後記

『日本沈没』で日本中を沸かせた小松左京先生のエッセイを頂くことができた。それによると完成に9年の歳月がかかったということで、ベスト・セラー作家も非常に慎重な準備や調査と、御苦勞があるものだと、改めて感服させられた。

ちょうどこの時期、地学の世界では、プレート・テクトニクス論や、断層震源の理論などの画期的な理論の提唱があり、その頃から始められた本格的な日本の地震予知事業にも、明るい見通しが得られるものと期待されたのであった。その後、約20年が経過したが、その間に提案された方法論のなかには、期待を裏切る結

果となったものもあり、最近では地震予知に関して、一挙にその可能性を高めるような新しい議論も出ていないようである。小松先生が提案された「地震観察衛星」は、宇宙時代の新技術で、新しい地学的データをわれわれに届けてくれるかもしれない。最近GPSによる観測が急速に拡大されようとしているし、本号の鼎談「津波を語る」でもサテライトの利用が話されている。やがて宇宙技術を利用した新しいデータが集積される日も遠くないだろう。

地震予知に多くの精密なデータが必須なことはいままでもない。「地震予知連絡会情報」で報告される最新のデータを、今年は名古屋大学の

青木治三先生が解説して下さる。ご期待下さい。 [A]

地震ジャーナル 第7号

平成元年6月20日 発行

発行所 ①101 東京都千代田区神田美土代町3
☎ 03-295-1966
財団法人
地震予知総合研究振興会

発行人 萩原 尊禮

編集人 力武 常次

本誌に掲載の論説・記事の一部を引用される場合には、必ず出典を明記して下さい。また、長文にわたり引用される場合は、事前に当編集部へご連絡下さい。

●印刷/理想社印刷所 ●装丁/鈴木 堯