

地震 ジャーナル

3

1987年6月

- エッセイ “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 ●司会・力武常次 多田堯 萩原幸男
津村建四郎 大竹政和——1
- トルコと地震 ●本蔵義守——18
- 日本海中部地震と津波学 ●相田 勇——26
- 天意下る ●広井 脩——35
- 東海地震対策の現状 ●井野盛夫——36
- 週刊誌に読む地震の歴史 ●仁尾一三——45
- 地震予知連絡会情報 ●浜口博之——48
- 紹介 『日本の地殻水平歪』の刊行 ●力武常次——52
- 書評——54
- ADEP情報——62

地震予知総合研究振興会

ASSOCIATION FOR THE DEVELOPMENT OF EARTHQUAKE PREDICTION

“他山の石”——警戒宣言の解除 柳川喜郎

東海地震の発生を予知して警戒宣言を発令する判断より、警戒宣言を解除する判断のほうが、ずっとむずかしいだろうとは思っていたが、三原山噴火の全島民避難から帰島に至る経過をみていて、一層その感を強くする。

全島避難のきっかけになった割れ目噴火は、皮肉にも島民の脱出がおわらないうちに小康状態になり、避難は結果として空振りにおわった。1万人島民は避難先に落ち着くとすぐに、「いつ島に帰れるか」と原状復帰に関心をもち、行政も避難が終了した段階から早くも帰島対策の検討をはじめた。

結局は、帰島に慎重な予知サイドの噴火予知連は、行政サイドのペースに押し切られて、全島民の帰島となった。

さて、東海地震だが、その警戒宣言が社会に与える影響は、伊豆大島の避難命令の比ではない。警戒宣言が発せられると、静岡県だけでも、津波や山崩れの危険がある344か所の住民26万1300人が、安全な場所にある学校や公園などに避難する。多いときは30万人と推定されている県外からの観光客などは、交通機関が止まるため足止めされる。

静岡県以外の強化地域でも事情は同じであり、さらに、東京や名古屋など周辺の都市でも、社会の活動は大幅に制限される。日本の心臓部である東海道メガロポリスは、麻痺状態に陥るのである。

このような未曾有の状態に、果たして社会がどのくらいの期間、耐えていけるのだろうか。「2～3日以内に地震がくる」という警戒宣言が発令されて、3日たっても地震が起きなければ、ただちに原状復帰、警戒宣言解除を求める大合唱が始まるであろうことは、伊豆大島の例をみても必定である。

気象庁長官は、何回も首相官邸に呼ばれるだろうし、判定会長は気象庁講堂につめかけたマスコミ陣を相手に決断を迫られるにちがいない。

そのときの判断は観測データにもよろうが、オオカミは噛みついてはこなかったものの、まだ森の木の間がくれに周囲をうろついているような状況だとすると、判定会は苦しい立場に追いこまれる。科学的にみて、危険が去ったと判断できなくても、社会的プレッシャーに抗しきることはむずかしいだろう。警戒宣言を解除すれば、防災体制も解除され、平時に戻ることにしている。そこへ突然、地震が起これば、その結末は悲劇的になる。また、いったん解除して再発令となると、「ふたたび避難命令がでて、もう島外に避難しない」という大島島民がかなりいるように、十分な警戒体制は望めなくなるかもしれない。

判定会は、噴火予知連と同じように、気象庁長官の私的諮問機関だが、より制度化され、かつ、まとまりのいい組織であり、また、甲羅を経たメンバーでもあるので、なんとか切り抜けてくれるような気もするが……。

●座談会

地震予知の動向

司会: りき たけつね じ
力武常次

[日本大学文理学部教授・東京大学名誉教授]

た だ たかし
多田 堯

[国土地理院地殻変動解析室長]

はぎ わらゆき お
萩原幸男

[東京大学地震研究所教授]

つ むらけん しろう
津村建四朗

[気象庁地震情報課長]

おおたけ まさかず
大竹政和

[国立防災科学技術センター

地震予知総括主任研究官]

《発言順》



力武 皆さん、お忙しいところをありがとうございました。 “地震予知の動向” ということで、『地震ジャーナル』に座談会を載せようということでございまして、地震予知計画の主な担当官庁ならびに大学の方々に、お話を伺いたいということで、よろしく願いいたします。

1月13日と14日に、7年ぶりでしょうか…。地震予知研究シンポジウムが気象庁で行なわれまして、いろいろお話があったわけですが、そのへんを振り返って、どんな進歩があったのかというようなところから始めたいと思うんですが、過去のことはなるべく簡単にし、今後の話に重点を置きたいと思います。

地震予知計画の成果

●地殻ひずみの解

力武 それでシンポジウムのときにご報告があったわけですが、まず測地、とくに測量的な測地の部門では、これはここにいらっしゃる多田さんがお話しになったわけですが、ここ最近の進歩

と言うと何があったと一言で言えるでしょうか。

多田 日本列島のかなり細かい地殻ひずみの分布がわかったことがあげられます。国土地理院が十数年前から実施してきました日本列島精密測地網という大きな事業があったわけですが、それが一応終了いたしまして、その結果と、それから明治の初期に行なわれました測量の結果から、日本列島における100年間にわたる地殻の水平ひずみのようすが非常によくわかったということが、この10年間の大きな進歩だと思っております。

力武 それ結局、今後どこで地震が起こるであろうとか、そういうことに結びつくというわけなのですね。

多田 ひずみの大きな所とか、あるいは地殻変動に特異なものがあるとか、そういうことから地震を起こすひずみがどこにたまっているか、あるいは地殻変動のようすからどういうふうな力が加わっているとか、そういうことがわかってきました。たとえば、どういうタイプの地震がある地域に起きるかなどが、ある程度予測できるようになってきました。したがって、地震



多田堯氏

の発生機構にも貢献できるような貴重なデータが得られるようになりました。ひずみの大きさと活断層の分布、あるいは現在の地震活動の分布などを比較することによって、その付近の、言ってみれば地震の危険度というんですか、そういったものを、ある程度推定できる可能性も出てきたと考えております。

力武 ただ、どうなんでしょう。たとえば、関東大地震が起きていたりなんかしますと、当然、地殻変動が南関東で著しく大きくなる。将来を見るためには、それを一応取り除いて考えたいかな。そのへんの処理は、どういうことになりましようかね。

多田 関東地震とか、あるいは南海地震でもそうですけど、巨大地震の後では、復旧測量といいまして、改めて測量し直して三角点や水準点の位置を決め直す作業をやっております。ですから、地震後に行なわれました測量と、最近行なわれました測量を比較することによって、大きな地震後のひずみのようすがわかる。そういう2通りの図面と言いますか、成果を出しております。

力武 今度発行される20万分の1の地図にひずみを盛り込んだ図には、地震後の測量と最近の測量との比較というのは載っているわけですか。

多田 そうです。第1部としては、明治と今回のトータルのひずみの図ですけども、第2部として、いま言いました震災復旧測量の行なわれました地域については、その測量と、先ほど申しました精密測地網の測量との結果を使って、最近の地震後の地殻変動を見ているそういう構成になっております。

力武 大変結構ですね。いつごろ出版されるんでしょうか。

多田 とりあえず、これは国土地理院の技術資

料という形で、3月の半ばごろには発行する予定にしております。

●重力はどうか

力武 大いに期待しています。それで、測地と言いましても、そういう測量的なものほかに、傾斜計とかひずみ計とかいうものもあるんですけども、あるいは重力などもあります。萩原さん、どのような進歩がありましたかね。そもそも重力なんていうものはちゃんと測れなかったんですよ、昔は…。

萩原 重力について申しますと、地震予知計画が始まる前は、ただブーゲー異常を広く全国的に求めるというようなことに終始していたのですけれども、地震予知計画でお金をいただいて、それから後というのは、地震予知に関連して3通りの研究をやるようになりました。一つは、重力の時間変化でして、そういうものに着目できたのは、やはり地震予知の一つの成果であると思います。最初にいいデータがとれたのは松代地震でございます。ここにおられる大竹さんが隆起量と比較して重力変化データをうまく解釈して下さいました。その後になって、伊豆半島において、有意な重力時間変化が観測されたということが、大きい進歩であったと思います。

もう一つは、地球潮汐観測です。潮汐常数にも時間変化があるんじゃないかという考えです。有意な時間変化というものは、いまのところは、あまり観測されていませんけれども、1974年の伊豆半島沖地震のときに、曲がりなりにも潮汐常数の変化が観測されました。

力武 それは平たく言うと、地球の固さが変わるというようなことですか。

萩原 まあ、そうです。平たく言うと、地球の固さがローカルに変わるかもしれない。その後の研究によりますと、地域的な潮汐常数の変化を確定することができ、日本の内陸では潮汐常数が、1パーセントから3パーセントの間で小さいということがわかりました。この現象は、北米大陸・ヨーロッパ、それからオーストラリ

アでは、すでに見つかっておったんですけども、こんな狭い日本でも同じような現象が見つかったというのは、地震予知に直接関係してはませんが、おもしろい話だと思われま。

もう一つは、近ごろ始まったばかりですけども、活断層を重力で再検討するというところでございます。いまさら始まったことではないんですけども、非常に高密度に測りますと、活断層の構造がわかるわけです。初めは垂直断層しか検出できないと思っていたのですが、近ごろでは水平ずれ断層についても検出できると考えられるようになりました。浅い活断層と思われるものを軒並みに重力測定する。時には、10メートル間隔ぐらいで測定する。そうすると、地表調査ではわからない、かなり微細な構造がわかります。最近、名古屋大学が中心になりまして、長野県西部地震に関連して、木曾御嶽王滝村を再調査しました。すると、余震分布と重力から考えられる断層の分布とが非常によく一致しました。このようにして高密度重力観測が、活断層調査に役に立つことがわかったのです。

以上のように、3通りの方法で地震予知にアプローチすることができるようになったわけでございます。重力というのは、昔はどうも地震予知なんかに関係ないだろうと思われていたのですけれども、第5次地震予知計画までに、そこまで進歩したというのは、おかげさまで…というような感じでございます。

●傾斜・伸縮・体積ひずみ

萩原 地殻変動についても、いろいろの進歩がございました。地殻活動総合観測線を各大学で形成することができるようになったわけでございます。とくに東北大学では非常に成果をあげまして、地殻変動が海溝部から内陸にマイグレーションといいますか、移動するというような現象をみつけましたし…。

力武 あれは本当ですか。

萩原 本当らしいですね。東北大学の石井紘（現地震研究所）さんが測定したということで、

本当だと思うんですけども、地震研究所の笠原慶一先生が発表したときは、最初、まゆにつばをつけたことは事実です。



萩原幸男氏

力武 あれは鋸山と油壺、2点しかないでしょう。

萩原 そうです。しかし、東北大学の場合は観測点が何点もありますから、移動現象は、どうも本当らしいですね。あれを発見したということは、非常に大きな成果だったと思います。

それから、今後、地殻変動データをテレメータ観測をするようになると、短周期の地殻変動を観測することができます。いままでは、地殻変動というのは1年でも短周期だったんですが、これからはもっとはるかに短周期のものを狙うことによって、地震予知に貢献できるんじゃないか、この考えが生まれたということは、やっぱり地震予知計画のおかげですね。

力武 つまり、測地屋の発想は、そういうものなんですね。

萩原 そうです。測地屋的というのは、短周期はねらいませんからね。そういう意味で、いま重力と地殻変動のお話をしたんですけども、第5次までの間、この分野もけって眠っていたわけではないようでございますね。

力武 地殻変動といえば、近ごろ新兵器といいますが、気象庁の体積ひずみ計が話題になっていますね。この間は、伊豆大島の噴火に関連する変化を相模湾周辺のひずみ計が記録しまして、マスコミにも報道されているんですが、あれはいかがですか。

津村 本来の目的は地震予知で、南関東・東海地域にかけて31個所、高密度に展開しておりますから、世界でもこれだけ高密度のひずみ観測網は珍しいと思います。10年ほどやってきた中で、何個所も同時にひずみ変化を描くというケースがいままでなかったわけですね。もちろ



津村建四朗氏

ん、大きい地震があったときには、いわゆるストレイン・ステップで、各所で飛びが出来ますけれども、どうもその量を見ますと、必ずしも地震のメカニズムとは

合わない場合がありますね。揺れが激しいところは大きくなるというようなこともありまして、本当のひずみ変化と、計器を置いている所が揺すられるために、何かローカルに異常が起こって、その変化を足したものを記録しているんじゃないかと思うんですね。

だけど今回の伊豆大島の噴火は、そういう急激な変化じゃなくて、ゆっくりした変化を各所で関連を持って書いたということで、非常に新しいでき事だったわけです。それで、やっと本当にひずみ計というものは地殻変動を確かに書いているなど、実感を持って受け取ったですね。

力武 あれを、あぁいうふうに大きく展開しようとお考えになったのは、前気象庁長官の末広重二さんあたりが中心なんでしょう。

津村 そうですね。基礎的な実験から始められて、業務化を大変熱心に進められました。

力武 やっぱり先見の明があったということになるんですね。

津村 そうですね。とにかく、非常に安定した計器を目指したということがあったと思うんですね。

力武 私なんか、初めのころは、一体大丈夫かいな、と内心は思っていたんですけども、だんだん本当らしくなってきましたね。

津村 ええ。とくに、今まだ大島では地下のマグマが活動していると思うんですが、微動が発生するのと同時に非常に微小な、10のマイナス8乗のオーダーですけども、非常によく対応した小さいひずみ変化を明瞭に書いておりますね。あぁいうものは、やはりあのくらいの精度の計

器でないと、そういうことがあるということが全くわからなかったわけですね。

力武 大変頼りにしているわけですから、今後とも、ひとつよろしく。

ところで、地殻変動連続観測といえば、昔から傾斜計などがあります。防災センターや地理院でもおやりになっているわけですが、大竹さん、どうですか。傾斜計は大変成果をあげたというか、今後とも大いに役に立つというふうに考えられますか。

大竹 防災センターの傾斜計は合計23個所に展開してありますけれども、いまお話に出ました今度の大島の噴火ですね。これの前に、後から思えば、きわめて明瞭な前兆現象を2度の噴火にわたって記録しているということで、地震予知のみならず、火山噴火予知にもかなり有効じゃないかと思っています。それだけじゃなくて、少し前のことになりますけれども、1983年に、山梨県東部にマグニチュード6.0の地震が起こりまして、このときにも前兆と考えられる記録がとれている。そういうふうに、成果をあげてはおりますけれども、やはり今後やらなければいけないことがあるだろうと思います。

一つは地殻変動の連続記録というのは、いろいろな雑音を含んでおります。こういう雑音をもっと効果的に取り除くという、いわばデータ処理のほうの技術開発ですね。これをもっと一生懸命進めなきゃいけないだろう。これが1点。

もう一つは、傾斜計だけではなくて、ひずみ計ですとか、そういうものを同じ場所に置いてお互いの観測データを比較合せて、検出した前兆の信頼度を増していく工夫というのも、これからぜひとも必要じゃないかと思っています。いま展開されているひずみ計よりさらに進んだ3成分ひずみ計というのも開発されておりますので、将来できるならばこれも含めて、われわれはIBOSなんて名前をつけておりますけど、複合的な観測システムを展開していくことが、今後望ましいんじゃないかなと考えています。

力武 私がいつも不思議に思うのは、いまから

もう30年以上も前に、京都大学の佐々憲三先生や西村英一先生がおやりになっていたころの傾斜計というのは、盛んに前兆を記録したんですけど、地震予知計画が始まってからぜんぜん書かないですね。これはどういうんでしょうかね。

萩原 やっぱり、昔のは怪しかったんじゃないですかね。

力武 やっぱりノイズですかね。全部怪しいとは申しませんが、ノイズを相当含んでおったということなんですか。

萩原 そうかもしれませんね。つきるところ、地殻変動観測では隣り合う観測計器が、同じ現象を等しく書くということが、信頼性の問題で必要ですね。結局、地殻変動連続観測点も地震計の数ほどふやさないと、やっぱりだめなんじゃないかと思います。

●地震観測の進展

力武 じゃ、地震計ほど置かなきゃいかんという話が出たんで、今度、地震にいきましょう。

地震というと、もう大竹さん、津村さんが大家でございますが、まず気象庁ではどういう発展があったということになりましょうか。

津村 地震予知計画では、地震観測を大・中・小地震の観測と微小地震というふうに分けてしまして、その大・中・小のほうを気象庁が担当しているわけですが、初めから日本全国に起こるマグニチュード3程度以上の地震を漏れなくキャッチするというのが目標でずっとやってきたわけですが、なかなかそれが実現しませんでした。最近やっと内陸部と沿岸付近については、ほぼその目標を達成できたという状態になっております。それができた一番大きい原因は、気象庁で76型と呼んでいる1万倍級の地震計を全部で20点、全国に展開したんですが、それがなかなか効果をあげております。

もう一つは、気象庁は津波予報のために全国に6個所に、いわゆる地方中枢というものを置いているわけですが、札幌とか仙台とかの、そういうところにテレメータでデータを集中する

ようになった。…で、処理の精度があがったという、その2つの効果で1970年代の終わりのころから非常に震源決定の能力が高まりまして、現在では1年間に大体5000個ぐらいの震源を決めております。



力武常次氏

それから、気象庁で行なった地震観測に関する大きな仕事としては、海底地震計の開発がございまして、これも業務化したのが、たしか1979年ですか。ですから、もうかなり長い間、東海沖では安定して観測がつづけられています。

力武 そういうケーブル方式で24時間監視しているというようなのは、世界中をみても、他にないですね。

津村 ないですね。現在はどこもないと思います。研究的にアメリカでちょっと試みられたけども、どういうわけかすぐストップしてしまって、現在、動いているのは東海地方の御前崎沖のと、それから房総沖に、一昨年の秋に置きましたものの2セットですね。

力武 そういうように気象庁の観測が非常に発展してきて、何かわれわれの地震観が変わったというような点はございますか。

津村 データは豊富に提供できるようになりましたので、それをいろんな方がお使いになって、いろんな解釈をされているということですね。われわれ自身はあまり解釈しませんから…。地震空白域の研究や、地震の発生過程の研究などに大いに役立っていると思います。

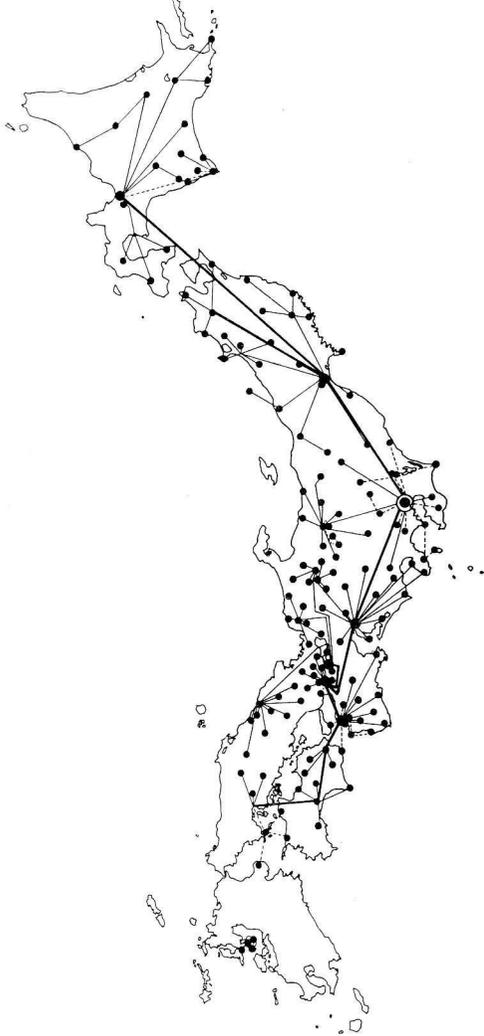
力武 それじゃ、大学のほうはどうですか。

萩原 これまで、各大学が別々に微小地震を観測していたのですが、このごろは全国の微小地震データを回線の一つにつなげて、新幹線というんですけれどもね…。

力武 あれは何というんですか、正式な名前は別として通称…。微小地震新幹線…。

萩原 いや、私たち、あだ名を使って新幹線と
いっているんですがね、何といいましたかね、
全国大学間…。

津村 全体を含めたものは、地震予知観測情報
ネットワークですね。



萩原 とにかく全国観測ネットワークができて、
いま九州を除いては全部つながったわけでご
います。それで、いまでは九州を除いたところ
では、すべてリアルタイムで画面に表示する
ことができるようになりました。だから、いまど
こに地震活動があるかが手にとるようにわかる
わけです。これまで微小地震を各大学が独自の
立場で観測してきたのですけれども、大学の観
測ネットワーク間の問題が出てきます。それは、1つ

の地震が2つの大学ネットワーク間に起こりますと、
2つの震源ができちゃう。そこで、こういうも
のを何とかして統一の震源マップに作成しよう
としたわけです。

つぎの段階としては、全国震源データを共同
利用しなくちゃいかん。活用しなきゃ、宝の持
ちぐされでございますからね。ところが、微小
地震というものは元来ローカルな需要しかない
んですね。やや深発小地震になって初めて全国
データの利用が可能になるわけですし、このご
ろでは、やや深発小地震で少し深い所の構造を
出そうということで、いまワーキング・グル
ープが発足しました。

また、この間のシンポジウムでも多くの人が
口裏を合わせたように構造、構造と言いま
した。これからの全国震源データを利用して一
緒にやっていくには、やはり地殻の構造を、ま
ず出さなきゃならない。

力武 それで、私みたいに地震屋でないもの
から見ると、一体あれで何がわかったんだと
…。ものすごいお金を使ってですね。という
ことを言うわけですね。おそらく、いままで
システムをおつくりになることに全精力を使
ってきたんだと…。それで、できたらどうす
るんだと…。そのへんのフィロソフィーは
きちんとしていられるでしょうか。ところで、
初期のやつはもう老朽化しているんじゃない
ですか。

萩原 たとえば、秩父の堂平の観測ネット
というのは、いまだに一部真空管で動いて
おるんですね。真空管のストックがあるわけ
ですよ。

力武 もう売ってないでしょうね。

萩原 それでも買い溜めを使って、いままで
何とかメンテナンスされていたんですね。と
ころが、もうそろそろ真空管もなくなっ
てきた。真空管もそうですが、そのほかの
ものもイカレてきたんです。…で、いま
これは大変な問題なんです。どこの大学
でも、地震計を初め、あらゆる観測計器
が老朽化してきたんです。もう、そろ
そろ換えざるを得なくなってきた。

力武 気象庁のひずみ計も、一部は更新を
考える時期なんじゃないかな。

萩原　そうです。それで、とくに大学というところは、更新ということがあまりできない。

力武　地震屋でない人は、もう微小地震のほうは一通りできたから、こっちにお金が回るだろうと思っている人がいるわけですよ。しかし、どうもそうはいかないらしい。

萩原　地震は金食い虫なんですね。それだから地震計の更新だけをあまり推進されると、地殻変動だの地磁気だのが、またおくらせてしまうんじゃないかという危惧もあるんです。テレメータリングがまだ完成していませんから、地殻変動も地磁気も、まだしなければならぬことが多くて…。

力武　大いに、その新幹線のほうで出た結果を期待して…。

このへんで防災センターのお話を伺いますか。

大竹　大学の新幹線からみると、ややローカル線になっちゃいましたけど、現在の状況を申し上げますと、関東から東海地区にかけまして約70箇所にテレメータ観測点を展開しております。これを建設するのに53年度から約6年間かかりまして、いままでは、まことに土方作業に追われていたという状況で、ようやく最近になって中味のある研究が進み始めたところじゃないかと思っています。

力武　世の中では、大学は大学、防災センターは防災センター、両方とも微小地震とうたっているわけですから、これは一体どういうことだというふうに思っている人がいると思うんですが、そのへんのお話をちょっと聞きたい。

大竹　これは全く私の個人的な考え方ですけれども、いま微小地震の観測というのが、これだけあたりまえの世の中になって、各研究機関が独立して観測網を運営しているのが果たしていいんだろうかということ、そろそろ反省すべき時期にきていると思うんですね。そういう意味で、大学の新幹線システムというのは、実に先進的なことをやられたと思うんですが、それにとどまらずに日本全国一体のネットワークとして、たとえば気象庁のようなところ、あるいは防災センターのようなところ、そういう

ところがちゃんとメンテナンスをやっていたらどうだろうか…。ただし、その結果のフィードバックは研究者に対して、きちんとやらなければいけません。



大竹政和氏

力武　そうすると、将来はすべてを統合するというのでしょうか。

大竹　ええ。そういうことが望ましいんじゃないかと思えますけれどもね。研究者というのはいろいろな多様な目的を持っておりますので、そういうバックを背負った上で、自分たちの研究目的に合った臨時的観測なり、また別の機械をばらまいて仕事を進める。少なくとも骨格がちゃんと整っておれば、そういう新たな研究というのは、非常に効果的に進められるんじゃないだろうかと思います。いつか、やっぱりそういう方向を目指さなきゃいけないんじゃないかなという気が、個人的にはしております。

多田　いま防災センターでとっている記録などは、たとえば大学の人が使わせてもらいたいというようなときには、簡単にそれはできるのでしょうか。

大竹　簡単なものはすぐ電話で対応しておりますけれども、たとえば記録したチャートを見たというときには、お出でいただければ、整理の済んだ分はいつでもお見せしています。それから、デジタルのデータ、処理済みのデータ、この分につきましては、いまの状況では共同研究というようなテーマに乗っかってくれば、お互いに協力してやりましょうというふうなことです。

長いこと建設で若い者を苦勞させてきたということもあって、ある程度、研究のプライオリティを保護しなきゃいけないという面も、現在残っていることは事実だと思うんです。実を言えば私どものほうから見ると、大学のデータも

事実上利用しにくい状態になっている。そういうお互いの状況は、あまりよくないと思っています。

力武 以前、伊豆大島近海地震のときのデータを、大学と気象庁と防災センターとで寄ってたかって整理したことがありますね、この振興会で…。みんなフォーマットが違うので、なかなか骨折ったわけですけども、ああいうのもだんだん簡単に融通がきくようにしていくようなことを考えたほうがよろしいんでしょうかね。

大竹 本当にそう思いますね。

萩原 いま大学のデータは、使いづらいとおっしゃったのは、まことにそのとおりですが、いま大学と気象庁との間に相互乗り入れということがすでに行なわれております。

津村 相互乗り入れというのが正確かどうかわかりませんが…。大学や関係機関からは、東海地震の常時監視に必要なデータを気象庁に集中していただいております。一方、気象庁の地震データを広くご利用いただくということで、震源データとか、検測データとかは、もうすでに従来からずっと公表していますけれども、地震波データのサービスまでは、手が回らなかったわけです。今回、その一部が関係機関との間で、オンラインによる提供という形で始まりました。

萩原 大学のデータが広く公開されるのは、もはや時間の問題であると思います。防災センターとの間の自由な交換もなされることは当然でございますし、しばらくお待ちくださいと申し上げたいと思います。

大竹 私どものほうも努力しなきゃいけませんし、やっぱり1日も早くそういう状態になるようにしたいと思いますね。

●予知のダークホース

力武 じゃ、そういうことを大いに期待して、つぎの話にいきましょうか。

ここに専門家はいないと思いますけど、地磁気とか地電流とか地球化学とかの分野も進歩していると思うんですけど、多田さん、どうで

しょうね、地磁気のほうは…。

多田 国土地理院では、そういった地震予知に直接関連した地磁気の測定というのはやってないですね。全国に2箇所、鹿野山と水沢にいま定点で地磁気の観測をやっておりますけども、これは各研究機関の方たちが、地磁気をあちらこちらで観測するときのレファレンスに使われているわけですね。たとえば大島の地磁気の変化なんかを見るときは、鹿野山の地磁気の変化と比較して、太陽活動による変化は差し引いていくとか、そういう使われ方になっておりますね。

力武 私はどちらかというと、地球電磁気が専門でございまして、地震予知計画が始まるころから地球電磁気を担当してやってきたわけですけども、日本の物理学の草分けの田中館愛橋先生、長岡半太郎先生以来100年ぐらいやっているんですけど、本当に地磁気が地震の前に変わるというのが、実は内心怪しかったんです。どうも本当に変わるんだということは、比較的最近、とくに伊豆半島で—伊豆半島の岩石というのは非常に帯磁が強いものがございますから—立証されたというふうに思っております。ですから、これはややダークホース的でして、あんまり本命という感じじゃないんですけども、断層のそばにぶつからないとちゃんと変わらないので、地震を予知しておいて、そこに地磁気の器械を持っていくなんという、ちょっと話が逆になっちゃうような感じもあるんですけども…。

ただ、熱がやってきて温度が上がりますと、岩石の磁化が減ることがあります。いま伊豆半島東部の川奈のへんでは、地磁気が変わっています。これは何か熱いものが来ているんじゃないかというような判定に非常に役に立ちますから、ぜひ今後ともやっていくべきだと思います。

ところで気象庁の柿岡地磁気観測所は、このごろは所長さんが専門家でなかったりなんかしまして、少し弱いんじゃないかと思うんです。(笑)

ぜひ、気象庁はもう少し馬力をかけていただきたいというふうに思っております。

津村 最近気象研究所のほうですけども、長距離の電話回線を利用した地電位差観測をやっておりますね。

力武 そうですね、森俊雄君がやっておりますね。

津村 あぁいう方法は、精度をあげるのにはいいように思いますけど…。

大竹 いまのところ、前兆みたいなのは何も見つけてないようですけども、新しい手法で処理すると実にきれいにノイズが落ちて、あれは本当に将来おもしろいんじゃないでしょうか。

少し話はそれるかもしれませんが、力武先生に伺いたいんですけども、最近ギリシャでは地電流で地震予知する。一方で、またソ連の人たちが開発した電波ですか、こういう話がありますけれども、力武先生はこれをどういうふうに評価していらっしゃるんですか。

力武 私が見るところでは、電波のほうはひょっとすると本物かもしれないという感じがですね。というのは、大きなマグニチュードの地震のときに出る電波は小さなマグニチュードのやつよりずっと遠くまで検出されるんですね。そういうことがあるものですから、あるいは本当かなと思うんですが、ギリシャの地電流はノイズだと思いますね。あれは、いわゆる地震雲と同じで、いろんな雲が出まして、ときどき起こる地震と適当に対比させているというような感じがするんですよ。私は上田誠也君の言うほど、あれを信用せんのですがね。

ともかく、吉松隆三郎先生が長年柿岡でやっていたつかまらないんですから、少なくとも日本では出ないということが言えるんじゃないかと思うんですけどね。ギリシャでは出るのかもしれないんですけど、その辺がどうもあんまり…。(笑)

むしろ、私は電気抵抗のようなもののほうが見込みがあるかな、とも思うんです。電気抵抗といっても地下水によって変わるものとか、遠い震源域からやってくる力学的なひずみを電気

的シグナルとして観測したとかいうようなものもありますし、一概にはいかないんですけども…。何ととっても電磁気は研究者が少な過ぎますね。私は防災センターの所長の高橋博君に、防災センターでもぜひ電磁気をやってくれと長年言っているんですけど、なかなか実現しないようですね。

ここには専門家はおられないかもしれませんが、ラドンとか、そういうものはどうですか。防災センターではずっとおやりになっていますね。

大竹 ええ。いま、私どものところでは1か所だけ、東京都の府中ですけども、いままで数年観測しております。これはまあ、異常だと思ふ状態が2回ありまして、いずれも近辺で起こったマグニチュード6以上の大きな地震の直前だったものですから、何らかの関係があるんじゃないかと思っているわけです。ただ、ラドンはむずかしいですね。単にいろいろな雑音、気象の要素なんかの影響をこうむるだけじゃなくて、異常だと思われるものが非常に速くであらわれたり、そばでもあらわれなかったり…。やはり、どういうふうな仕組みでラドンの異常変化があらわれるかということは、もう少し研究が進まないとならないというふうに…。

力武 ラドンに限らず、地下水位などもですね。

萩原 あぁいうものは、観測の“つぼ”というのがあるらしくて、ここに井戸があり、またそのすぐそばにも井戸があっても、あっちには異常変化が出ないで、こっちには出るというのがよくあるんですよ。ですから、“つぼ”を発見するためには、“つぼ”をどうやってうまく探すかというような技術が先にあるべきであると…。

力武 これもやっぱり研究者が足らんという感じですね。地震の分野にはあんなにいて、こっちのほうにはいないんですね。

萩原 そうですね。

大竹 たとえば、1978年の伊豆大島近海地震ですが、その前に井戸水の水位とか水温とか、いろいろなものに並行して、変化が、あれだけ出

たわけですから、決してなおざりにしてよろしいということじゃないと思いますよ。

●前兆現象の特性

力武　　そういうものを全部まとめてオーバーオールに見て、地震予知計画が始まって以来、これは防災センターの浜田和郎君なんかのご研究があるわけですが、前兆現象の観測能力が強力になったといえますか、そういうことを感じるんです。

それを整理してみると、マグニチュードと先行時間の関係とか、マグニチュードと出現距離の関係とか、いろいろな法則があるらしいので、地震の前兆というのは複雑怪奇であるといわれてきましたけれども、何がしかの法則があるみたいな気がしてくるんですが…。

微小地震のネットが全部できたり、他の観測設備も充実してきたわけですから、前兆データがどんどん集まってくるんじゃないかと思えますね。ですから、大いに見込みがあるというふうに、私は思うし、またそう言わないと世の中に申しわけないという気もするんですけど、どんなものでしょう。

大竹　　たとえば、その中でも力武先生のおつくりになった、やがて発生する地震のマグニチュードと先行時間の関係というのは、非常に重要な法則性だと思うんです。ただ、逆に私がむしろ恐れるのは、力武先生みたいな非常に偉い方があいうものをつくられたために、これに合わないやつは前兆現象じゃないというふうにしてしまうと、これは危ないなと思っているんですね。(笑)

もしかしたら、われわれの気がつかない、いろいろな現象というのがあるかもしれないんで、むしろ、とくに若い人は過去の成果にとらわれずに、もっと自由な発想も、一方でしてほしいという気がしますね。

力武　　それはそうですね。ぜんぜん、本当に考えもしないようなことが、十分あり得るわけですから…。

多田　　そういった一般的な法則性というのは、たとえば、観測事実を整理すると浮かんでくるわけですが、それを説明するような理論の進歩はどうでしょうか。たとえば、昔、ショルツらによるダイラタンシー理論などあって、前兆現象のいろいろな説明をしているわけです。あの理論は一世を風靡しましたが、最近はある程度顧みられないわけですが、それに代わるような新しい理論というか、理屈というか、そういったのはどうでしょう。観測の話は1月のシンポジウムでかなり出ましたが、理論の話というのは、あんまりなかったと思うんですが…。私が聞き落としたのかも知らないんですが…。

力武　　ないんじゃないでしょうかね。いまや、前兆データをいっぱい集めて、その経験的な法則を探っていくというところでしょう。それがある程度確立されると、今度は理屈をくっつけるということになるんですが、理屈なんかわからなくなると予知できるかもしれない。それは、さっきの構造がわからなきゃ予知はできない、というのとちょっと相反するんですけどね。そんなものが本当にはわからなくなるとやれる場合もあるわけですから、そういうアプローチも捨ててはいけないと思いますね。世の中の要請が強いですから…。

今後の重点課題

●宇宙技術の導入

力武　　さて、地震予知計画を20年やってきて、ともかく前兆というものが確かにあるらしいということになってきたというわけでございますが、そうすると今後はどういうふうになっていくだろうかという、きょうの話はこっちのほうに重点があるわけなんですけど、お話しを願いたいと思います。

まず、新しい技術の導入という点があると思うんです。最近話題の宇宙技術の導入という点。これはぜひやらなきゃいけないと思いますが、

有望といわれる GPS について、多田さんからお話を伺えないでしょうか。

多田 いまは、いろんな面で宇宙技術を使おうとしているわけですが、国土地理院の場合で話をいたしますと、一つにはランドサット衛星なんかの写真を使って、地質構造や地形の観測があります。そのほかに衛星を使って測量をするという方法では、一つは準星というんですか、電波星雲を使っての大陸間の距離を測るという、いわゆる VLBI というものと、もう一つは人工衛星を使って位置を決めていこうという GPS、凡世界座標決定というんですかね…。これをグローバル・ポジショニング・システムといっていますが、この2つの流れで、いま地理院ではすでに手をつけた分もありますし、これからやっていこうとしているものもありますけども…。

VLBI によると、数千キロの距離を数センチメートルの精度で測ることが可能になってきました。プレート・テクトニクスではプレートが動くというわけですが、プレートの動きを VLBI を使って検出しようということが、世界的な研究になっているわけです。日本でも鹿島にあります電波研究所の望遠鏡を用いて、たとえばハワイが日本列島のほうに、年間10センチ前後の速度で近づいてきているなどということが、実際に測定されているわけです。

力武 それは、いわゆる地質学的といいますか、従来テクトニクスでいわれていたような動きと大体一致しているかと…。

多田 そういことですね。理論的といいますか、予測されていた動きと方向に、大体合っているような動きを、プレートがしているということがわかってきたわけです。つまり、プレートの動きを直接見ることができるようになったというわけです。

力武 地震予知の基礎みたいなことが、わかってきたというわけですね。

多田 そういことですね。たとえばプレートの動きが変わるか、変わらないかという…。速くなったり遅くなったりすることがあれば、そ

ういったことが、たぶん地震の発生に関係してくるだろうというわけです。

国土地理院の VLBI は可搬型ですので、あちらこちら、持っていくことによって、日本列島の変形のようなすもわかってくるわけです。たとえば、九州と東京というのは別々のプレートの上に乗っかっているというふうに言われているわけですが、その間の相対的な運動というのが、いまの測量ではよくわからないわけですが、VLBI でやると直接その運動の方向と大きさがわかりますから、日本列島はどういうプレート運動をしているか、そういうのもわかってくる。

力武 もっと直接的に地震予知につながるのは、GPS かなんかになりますね。

多田 そうですね。実践面からいきますと、VLBI というのは、結構、大型で、可搬型といたしても、運ぶのにえらい騒ぎになります。しかも日本に1基しかない。それでは、あちらこちら、測るわけにいかないで、つぎの段階としては人工衛星を使った GPS ということで、これは、もうすでに実用化されていて、2、3日前にも国土地理院でデモンストレーションがありました。簡単なアンテナと受信装置でもって、そのアンテナを置いた位置が瞬時にして、しかも非常に精度よくわかる。そういう装置なわけですけど、そいつを何台か、あちらこちらに置くことによって、リアルタイムで、たとえば三角点なら三角点の動きがキャッチできる。

力武 たとえば、駿河湾をまたいで伊豆半島と駿河湾西岸にマークを置いておいて、その距離を測るということはできるんですか。

多田 そうですね。100キロ、200キロとかいった、そういったいまの光波測距儀では、とても届かない距離を直接はかることができます。しかも、精度よくいきます。駿河湾でも相模湾でも、50キロ、60キロの測線を測ろうとすると、1～2か月かかるんですね。非常に空気が澄んでいるときでないと測れないものですから、たとえば真冬にしかやれないとか、そういう制約

があるわけですが、GPS というのは、そういう制約がありませんから、いつでも測れる。

力武 …で、その地理院とか、その他、日本で一体具体的にどの程度やることになっていますか。

多田 いま地理院で買まして、これはもうすぐ今月に入ってきますけども、どのように使えば一番上手に使えるかと、そういうことからまず始めようと思っています。

力武 大学でも、お買いになったんですか。

萩原 ええ。大学は国産品をつくろうというわけですが、3500万円の予算がつかまして、今年度中に2台入ることになっております。

力武 そうすると、2色レーザーなんかよりはいいですか、駿河湾なんかやるには…。

多田 そうですね。結果的にはそうなるようになるですね。ただ、いまのところは軌道要素の問題など、もっと検討しなければならない問題があります。

力武 防災センターでも計画があるんですか。

大竹 大々的な計画はまだ先の話ですが、当面、4点ぐらいアレー観測に着手したいと考えています。とくに、今お話のあった連続観測の技術を確認することに重点をおいて、予備的な検討を進めているところです。この開発研究がうまくいけば、たくさん信受設備をばらまいて毎日の地殻変動をモニターすることも、それこそ夢ではなくなるでしょう。

●総合監視システム・前兆解析システム

力武 気象庁のほうは何か新技術とか、新しい傾向というのは…。

津村 新しい強震計が開発されて、近く展開される予定です。気象庁の1倍強震計というのは、もうずいぶん長く使っているわけですね。あの記録は、最近、大地震の震源過程の研究に大変よく使われているのですが、あれは機械式の古いタイプの地震計でして、大きい地震があると全振幅6センチで振り切れになっちゃうわけです。それで、前からもっといいものにしてほし

いという要望は各方面からもあったんですけども、やっと新たな電磁式強震計の展開に入ってきて、いまの財政事情ですから、全部展開するのにかなり時間はかかるんですが、展開された近所に、今後大きい地震があった場合には、振り切れない完全な記録が…。

力武 アメリカなんかでは、インペリアル・バレーの地震のときにアメリカに40台、メキシコに10台ぐらい強震計が並んでいて、それらの記録を使ってインバージョンをやって、どこにアスペリティーがあるかなど震源の詳しい状況を知ることができるらしい。ああいうようなことがやれるようになる。

津村 ええ。その密度には達しないかもしれませんが、従来の記録をお使いになったのに比べれば、格段にいい記録を使えるようになると思っています。それから、総合的な処理という意味では、近く、3月初めに稼働を始めるんですけども、気象庁の本庁に地震活動等総合監視システムという、ちょっと長い名前なんですけども、気象庁に集中されている地震関係のデータをすべて取り込み、総合的に処理する計算機システムを、いま最終的に作りつつあります。これが完成すると、東海地震の常時監視や判定会へのデータ提供の面で能力アップします。

力武 もう記録のゼロックス・コピーと格闘しなくとも済むようになるわけ…。

津村 ええ。従来のように記録紙をたくさん用いるというのではなく、ディスプレイに震源分布図とか、あるいは地震波形とか、地殻ひずみの刻々の状況とか、そういうものが表示されるようになる。

力武 端末を、判定会のメンバーの自宅に入れてくださいよ。(笑)

津村 判定会委員ご自身のところまではちょっとお送りできませんけれども、判定室には大型ディスプレイが今度入ってきて、あそこで刻々の状況を見ながら判断していただくことは可能になります。

萩原 皆さん、家が狭いから置けないんじゃない

いかって…。(笑)

力武 防災センターの前兆解析システムは、うまくいきそうですか。

大竹 地震前兆現象解析システムは、新技術と申し上げていかどうかわかりませんが、現在ある技術の利用、組み合わせの上に立った新しいアプローチですね。あんまり名前が長ったらしいものですから、APEと呼んでいます。エイプというのは、英語で猿のことで、猿よりは少しは増しなことをしたいと思っています。

眼目とするところは、いろんな観測の異常現象ですね、これをオンライン・データに基づいて自動的に検出してやる。その結果を総合して、異常が大地震につながる可能性を、量的にアウトプットしてやるわけです。関東・東海を全部で60ぐらいの地域に分けて、各地域ごとに5段階で、これは非常に異常真っ赤、ちょっと異常ピンク色というような色表示をする計画です。

力武 主として、何が異常の判断にきてくるんですか、地震ですか。

大竹 ええ。現在その判定のために、6項目にわたる異常指標の開発を進めておまして、これはたぶん来年度から試験的に動き出せると思うんですけども、地震データが一番多いですね。たとえば地震の回数、b値、それから、ちょっと、おなじみでないかもしれませんが、 ν 値なんというのがあります。ほかには、発震機構が異常に変化したかどうか、それから、もちろん傾斜の異常とかラドンの異常とか、そういうものを含ましてですね、個々の項目について異常の判定をしてやって、かつ全部を集めて総合的な判断までやらせてやりたいというわけです。

先ほど力武先生がおっしゃったように、いま理屈がわからなければ予知ができないんだと、いつか待っているわけにいかない。いままで蓄えられてきた経験に基づいて、ひとつこういったアプローチというの、これからの地震予知の実用化のためには…。

力武 理学的なものも大事だけど、工学的なアプローチも大事だと…。

大竹 ええ。あえて言えば、工学的なアプローチと言ってもよろしいんじゃないかと思っています。

ただ、これも一朝一夕にできるものじゃなくて、ある方式で2年間ランさせてやって、それを評価して、改良すべきところは改良して、また2年間ランさせてというふうに、運用-評価-改良のサイクルを繰り返して、少しずつ実用化に近づいていきたいと思っています。

力武 大学のほうは、何かすばらしいアイデアがありますか。

萩原 先ほど申しましたように、地震予知の基礎ということで、これからは構造に力をいれることになろうかと思えます。また一方では、地震予知を経験で、しゃにむにやってしまうということも、予知には非常に必要なんですが、大学ではちょっといまのところ、それをやる人がいると聞いておりません。だから、力武先生とか浜田さんとかいうような流れをくむ人というのは、ちょっとないですね。宇津徳治さんが前に地震発生確率の研究をやったが、引き継ぐ人が出てない。

力武 宇津さんの確率は大変りっぱなお話なんですけど、あんなに詳しくやらなくても、もう少しいかげんでもいいような気がしますがね。あれだと、どこから手をつけていいかわからなくなっちゃう。

萩原 そうですね。ですから、ある程度地域を区切れば、いまの経験則で十分にやっつけられるだろうと思いますけどもね。できるだけ早く、リアルタイムで警報を出すようにしたいものだと思うんですが、やっぱりそれには、ある程度経験と理屈も必要でしょうね。

力武 そうすると、画期的なものという、やっぱり宇宙技術が筆頭になりそうですね。

萩原 現在はそうでしょうかね。とくにGPSは…。

力武 前兆解析システムのほうも、大いに期待しておりますので、ひとつよろしく。

多田 海底観測なんか、何か新しい技術があるんですか、無人でも有人でも…。

力武 海底の傾斜計などはうまくいっているんですか。

大竹 これが、まだ第1次開発の途上です。平塚で浅い所に埋めて、これは、それなりに動いていますかね。

萩原 浅いほうが、むずかしいんじゃないですかね。

大竹 ええ。…で、いま深海に手が出ないのは、これは、もうひとえにお金の問題で…。

力武 気象庁のケーブル方式の海底地震計システムは、房総のつぎは、いまのところ予定はないのですか。

津村 いまのところ、ちょっと目処は立っておりませんですね。そのうちに、いまのような方式でなくて、もうちょっと別の方法が、もし出てくれば、必ずしも現在の方式に固執することもないんじゃないかとも思いますけども…。

大竹 いままで自然が発してくれるシグナルを一生懸命とらえようという、いわばパッシブといますか、そういうことばかりやってきたわけですけれども、何かアクティブに働きかけて情報を得るという方法はないのですか。たとえばの話、どこかでバンバン爆発をさせて、それをスタッキングして地震波速度の変化とか、あるいは減衰の変化とか、そういう地震が起こりそうな場所の状態の変化を探るとか…。

津村 何か、ソ連でそういうことをやっているという話を、ちょっと聞きましたけど…。

力武 でも、伊豆大島の爆破だって、なかなかやれない状況ですからね。

萩原 物探がそうですね。物探は昔、自然を…、重力もそうだけでも、自然電位とか自然の情報を謙虚な気持ちで聞くとって、あんまり進歩しなかったんです。ところが、アクティブにいろんなことを仕掛けるということで非常に進歩しましたですね。だから、地震予知もある意味では同じ方向にいったほうがいいだろうと思いますね。でも、どうやっていいんだか、ちょっとわからないんですけどね。

多田 地震のコントロールという話が、前に出たことがありますね。あれは、その後どうなっているんですかね。あんまり話を聞かないですけど…。

力武 アメリカも、ぜんぜんお金がなくて日本でやってくれ、なんて言っていますから…。

(笑)

萩原 中国でやりかけていましたね。大灰廠でやっていましたが、あれ、どうしたか、断層の上で…。私が見に行ったときに、ちょうどボーリングやって、水を入れていて…。だけど、ぜんぜん、後を聞いていません。

力武 何しろ、日本は人間がたくさん住んでいるから、うっかりやって、本当に起こしちゃったりなんかすると大変ですからね。(笑)

●内陸直下型地震の予知

力武 それでは、今後の重要なポイントという点のお話を伺いたいと思いますが、まずシンポジウムでも話題になりました例のM7内陸地震なんですが、これは地震予知のM8は一応何とかということになっておりまして、つぎの論理的延長はM7内陸でしょうね。

地理院なんかどういうふうにお考えになりますか。

多田 われわれのところでは、なるべく細かい三角網といますか、そういうのを組んで変動を漏らさないようにということで、いまやっておりますけども、いろんな制約があって必ずしも目的としている…。

力武 測線の長さは、平均8キロという話だったけど、そこまでいかないというような感じですね。

多田 ええ、いかないですね。いろんな財政状況もありまして、結果的には最初の予定では日本全国を8キロの三角網で覆うということにしているわけですけども、いろんな事情によって地震予知連絡会が指定しています特定観測地域、それから観測強化地域については平均8キロメートルの観測網で観測する。その他の地域に

つきましては、大体平均が20キロメートルぐらいの観測網を展開していこうと…。そういうことで計画が少し変更されて、そのためには、たぶん10年間の比較的短時間で一応の測量を終わったと思うんですけども、今後も、そういった8キロ網で日本列島を覆うだけの、たぶん予算的な措置というのは、とれないんだと思うんですね。

仮にGPSなどが実用化されて、非常に簡便に、しかも迅速に測定ができるようになれば、少し事情が変わってくるんじゃないかと思っています。そのテスト・ケースとして、今度、来年度（62年度）から科学技術庁の振興調整費によって、神奈川県西部で観測を行なっていこうとしています。これは、もうM7クラスの地震を目指していくということです。

力武 気象庁なんかは、内陸M7みたいなものまで予知しろと言われていたんじゃないかと思うんですけど…。

津村 気象研究所で、いま直下型地震の予知の実用化の研究が一つの重要なテーマで、5年計画で進行中なんですけども、5年ぐらいやって、直ちに実用化というのはむずかしいと思います。その方向に向かって、着実に前進するというのではないかと思うんですね。先ほど、ちょっと話が出ましたけれども、どこで観測すると前兆が出やすいかと、特異点とわれわれは呼んでいますけども、前兆現象が出現しやすい場所を選んで、何とかして効率的に見つけようというようなことを、一つの目標にしているところなんですけど…。

力武 萩原さんのほうはどうですか。大学ではどういふ…。

萩原 大学ではありがたいことに、各大学がある程度自主的にやっておりますから、ある程度地域を限って経験を生かすことができます。ですから、M7へのアプローチは、ある程度、非常に楽観的な言い方ですけども、なんとか、いまにいくんじゃないかと思えます。大体M7というと、全国規模で監視することは、まず無理だろうと思えますね。むしろ、そういう意味で

は、各地方単位で自主観測といいますか、そういうシステムでないちょっと…。

力武 つまり、ベタ一面にやるというのでお金を見積もると、この前のシンポジウムの話じゃないけど、とんでもないお金になっちゃって、どうしようもないということですね。

萩原 そうなんです。ですから、各地方、各地方で、ある程度そういうことを考えながら…。だから、そういう点、大学は方々に分散しているんで、わりに便利じゃないかと思うんです。

もう一つは、地殻変動、地磁気、あるいは地下水とかラドンなど、地震のみならず、そういうものも観測を強化して、地震計の数ほど計器を高密度に設置するのが理想的でございますね。それから、あんまり数が多くなると、今度は監視ができませんから、やはりテレメータして自動解析システムなどを設ける。

それから、もう一つは観測の“つぼ”探しというか、あるいは危険な活断層を、ある程度予測して確定していくということでしょう。

力武 テスト・フィールドという、例の山崎断層は、もう一応終わりにする時期ですね。これはどういうことになりましょうか。

萩原 これは10年間、観測をつづけたんですね。しかし、62年度で予算上終了となるため、第5次の最終年度が1年あいちゃうんですね。そこで、文部省の特別の配慮で、11年目を延長することが、どうやら可能になりそうです。

●第6次地震予知計画

力武 第6次地震予知計画の目玉というのは何ですか。これはいつ建議を出すのですか、何か画期的なことがございますか。

萩原 一つは、いまおっしゃった宇宙技術…。これは、もう間違いなく画期的なものだと思いますね。

力武 それ以外は、やはりじみちに繰り返すよりしょうがないということですかね。

萩原 そうだと思いますね。どうも、5年計画というのは、あまりにも地震予知には、短いよ

うな気がしますね。

力武 だけど、10年なんていったら、みんな定年になっちゃう…。(笑)

萩原 でも、伊豆だって、もう10年以上でしょう。あまりにも地殻活動というのはタイム・スケールが長いんですよ。

力武 防災センターのほうは、何かこのM7について…。とくに、ねらっているのは首都圏だと思うんですけども…。

大竹 100年か200年に1度の東海地震も結構だけれども、10年に1度は必ずどこかで起こる地震をちゃんと予知してくれと、これはやっぱり国民の切実な願いだと思いますね。それにこたえなきゃいけないし、手近かなところでは、先ほど多田さんのおっしゃった神奈川県西部の観測が始まれば、私どもも最大限それに参加して、先ほどお話ししたIBOSやGPSを使った連続観測、これをぜひ実戦配備したいと考えています。

ただ問題は、やはりM7地震予知の本丸は、もっと狭い意味での首都防衛ですので、これをちゃんとやらなきゃいけないわけです。当然の話ですけども…。たとえば、そのために、いま考え得るものとしたら、深井戸をたくさんふやす。これは、いまつくれば、おそらく1か所で20億円ぐらいかかるだろうと思うんですけど。そうやってまいりますと、地震予知関係者の考えというよりは、むしろ、これは国の問題じゃないかという気がします。

力武 いま、もういわゆる聖域をつくらない限り、できないですね。

大竹 しかし、これは、ほっといていい問題ではない…。

多田 いま府中で試験をやっているのがありますが、もう少し浅い井戸で何とかならないかというところで言っているんですけど、あれの結果はどうなのでしょう。

大竹 あまり思わしい結果にはなりませんでしたが、けれども、府中の地質条件もあるし、中深井がだめだという結論は早急だと思います。

力武 アメリカのUSGSの『オープン・ファ

イル・レポート』というのがあって、ロサンゼルス地区の地震災害予測に関する500ページの本がありますが、これに「西暦2000年における地震予知」というんで、C. R. アレン(カリフォルニア工科大学教授)と、R. アンドリュース(カリフォルニア州地震対策担当官)の対談が出ています。それによると、日本では東海地域にばかり集中しているけど、あれはだめだ、と書いてある。(笑)

萩原 それは、まあそうなんですよ。…なるほどね。

力武 地震は、まさにあまり考えていない所で起こるんで、この間も、どこか北海道とか盛岡とか、変なところに起こっているぐらいですから、東海だけというのは、やっぱり近視眼的なんでしょうね。

萩原 今は比較的平穏ですが、これからいよいよ地震が来る。時間がたてばたつほど、危険率が高くなるわけですね。それなのに予算が伸びないというのは、これは本当に困る。災害は忘れたところにやってくると思うんですから…。

力武 だから、結局、伊豆大島の例みたいに、ある程度災害が起こらないと、なかなかふえないとすれば、何も日本だけじゃないわけですが、この点はどうも残念だけれども、どうしたらいいんでしょうね。

大竹 確かに、この数年間、横ばいしないし微減ですね。

力武 そうですね。年間60億円ぐらいになっちゃったですか。

萩原 頭打ちで、とまっちゃっているんですね。

力武 地理院なんか地震予知が伸びると、他のところで減るといような感じになっちゃうでしょうね。

多田 そうですね。総枠が大体決まっていますから、どこかが伸びればどこかが減るとい…。全体的に見れば、対前年度で95パーセントとか、何かそんな感じで下降きみという…。

大竹 だけど、大国の首都が地震の危険に、これだけさらされているところは、おそらく他にはないでしょうね。だから、外国はどうあれ、

日本は率先範を示さなきゃいけないはずだし、そういう意味でやっぱり地震予知、地震対策の予算というのは国防費じゃないかと思いますがね。

萩原 国防というと、GNP 1パーセント以上の伸び…。(笑)

力武 たしかに…。地震防災というのは国防ですね。

多田 1980年ですか、地震予知連絡会で首都圏についての特別報告を出して、その後いろいろなことをやっていますけど、なかなか、あそこに書かれたことが実現しないですね。水平ひずみの変動はGPSとか、あるいはビルの屋上を使うとかで、かなりやれるという見通しがついたわけですけども、上下方向の変動というのは、どうもいまのところ、うまい手が首都圏では見つからないですね。

力武 長いパイルを打ち込んで、やっていたね。

多田 ええ。結果を見ますと、地表で観測やったのと、そう大差ないという…。

力武 あまりきかないですかね。

萩原 長さ10メートルぐらいなものですか。

多田 そうです、10メートル。

力武 首都圏は、いろいろむずかしいですね。

いままでのお話を伺いますと、どうも地震予知計画20年で、いろいろな成果があったということは間違いない、今後としても宇宙技術その他、大いに期待を持てるものがあるということなんですが、最終的には、どうも、やはりお金も人間も足らんのだと…、こういうことになっちゃいました。これは、たまたま、ここにお集まり願った方々だけの希望ではなくて、おそらく地震予知関係者の全員の望みだと思えますけども、何とかもう少し、一種の国防ですから、こちらのほうに政府が力を入れてくれることを望んで、きょうのお話を終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

岐阜県大垣市に『ナマズ^{おき}押え』という明治以来の素朴な郷土玩具がある。これは、毎年行なわれる「大垣まつり」のとき、出動する山車(軸という)のうち、「鯰軸」とよばれる出車の飾物をかたどったとされている。「ひょうたん」を持った老翁が、ナマズを押さえようとしているのだが、その由来はもう一つはっきりしない。付属の紐をひっぱると、紙細工の人形もナマズも回転するが、これは軸の“からくり”と同じらしい。

「ひょうたんナマズ」の意味については、諸説がある。つつるしている「ひょうたん」で、ぬるぬるした「ナマズ」を押さえることは、実際には無理な話だが、禅の「公案」の一つであるともいわれる。江戸時

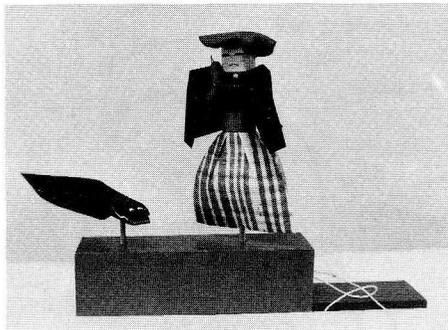
代末期の大津絵には、猿が「ひょうたん」で「ナマズ」を押さえようとしている絵がある。

また、のらりくらりとした世渡りをすすめているとか、あまりにも多い地震などの天災を鎮めることを期待して、ナマズを押さえることを願ったものであるとの解釈もあるが、必ずしも判然としない。

今から10年以上も前、大垣市を訪れた筆者が、偶然『ナマズ押え』のことを知ったが、ご年配の婦人がこつこつと作っておられるので、なかなか入手困難であるとのことであった。

しかし、商売がらげひということでも市長さんに頼み込んで、市の観光当局から送っていただき、貴重な民芸資料として保存している次第である。 [R]

ナマズ押え 大垣市の郷土玩具



トルコと地震

本蔵義守

北アナトリア断層

トルコは世界有数の地震国である。そして、M7クラスの地震が発生するたびに、大きな人的および物的被害が生じる。わが国も地震国であり、地震災害から逃れられない宿命にあるが、トルコの事情は、むしろ、わが国よりきびしいといえる。それはトルコの大地震のほとんどが、いわゆる直下型であるということによる。とりわけ、トルコ北部を1000キロメートル以上にわたって東西に延びる大断層「北アナトリア断層」が注目される。

ある地域の個々の地震発生を論じる前に、その地域のサイスモテクトニクスを理解する必要がある。この点についても、トルコはわが国と似ている。いや、トルコのサイスモテクトニクスは、わが国よりもっと複雑であるともいえる。そのようすが図1に示されている。トルコの大部分は、

アナトリア・プレートとよばれる小さなプレートに属しているのであるが、このプレートは北アナトリア断層、東アナトリア断層という2つのトランスフォーム断層、およびキプロス海溝とヘレネー海溝によって取り囲まれている。そして、トルコ西部はヘレネー海溝におけるアフリカ・プレートの沈み込みに伴って、いわゆる背弧拡大が起きているというのである。これでは地震が多いのも無理からぬわけである。

蛇足ながら、トランスフォーム断層としての北アナトリア断層は、よく米国のサンアンドレアス断層と対比され、多くの類似点が指摘されている。にもかかわらず、北アナトリア断層の調査は、ほとんど行われていないというのが現状である。この北アナトリア断層沿いには人口密集地もあり、事実、多くの地震被害を受けているのである。一刻も早く、断層調査が進み、地震予知の実現が望まれる。後述するわれわれの調査（文部省海外学術調査）は、実はこのような視点から立案したものであった。

震源の移動と地震空白域

北アナトリア断層は、基本的には右横ずれ断層であり、この断層に沿って、過去数多くの地震が発生している。いわゆる歴史地震は、地震発生繰り返し間隔を推定する際にきわめて重要であり、わが国では、地震カタログはかなり整備されているが、残念なことに、トルコでは歴史地震に関するデータは少ない。

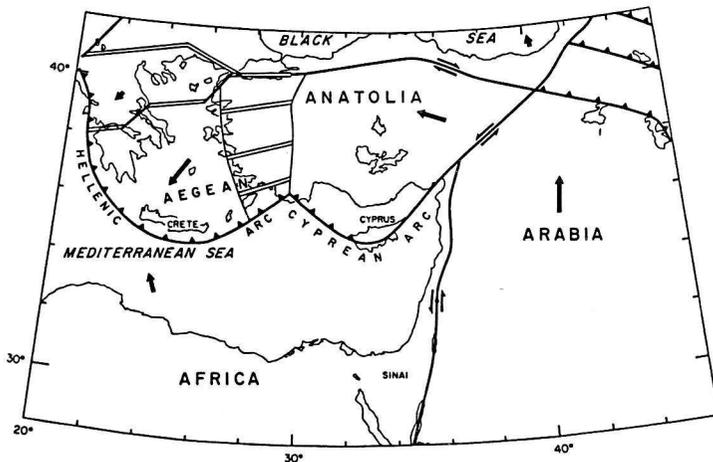


図1 トルコおよびその近接地域のテクトニクス (Rotstein, 1985)
トルコ北部を東西に走る断層が北アナトリア断層。

不完全な歴史地震データではあるが、これから貴重な情報を得ることはできる。たとえば Ambraseys (1970) によると、北アナトリア断層沿いの地震活動は、活発な時期と静穏な時期とが区別できるらしい。ちなみに、現在の活動状況はというと、活動期末期にあると考えられる。というのは、北アナトリア断層沿いの大地震発生には明瞭な特徴が見られ、将来の地震発生がある程度予想できるからである。

図2を見てみよう。最近の地震活動は活発で、北アナトリア断層のほぼ全域で地震が発生しているように見える。もう少し詳しくみると、驚くべきパターンに気づく。今回の活動期は1939年のエルジンジャン地震(M8)に端を発したのであるが、その後、震源が次々と西方に移動しているのである。この図には示されていないが、同様の傾向は北アナトリア断層東部にもみられ、やはりエルジンジャン地震以後、今度は東方に移動している。

このような震源移動が常に出現するのであれば、少なくとも長期的地震予知は比較的簡単に行なえる。実は、北アナトリア断層においては、この意味での長期的地震予知はすでになされているといえる。図2にもう一度戻ることにして、エルジンジャンから始まった震源移動は、1967年のムドゥルヌ地震(M7.2)を最後に止まっているように見える。これまでの震源移動からすると、つぎの地震はムドゥルヌ地震の震源域の西方延長であるということになる。かくして図2のイズニック-メケジェ付近が、いわゆる地震空白域と考えられ、近い将来、大地震が発生するであろうと予想される。

ところが1967年ムドゥルヌ地震以後すでに20年経過しており、これまでの移動と少し違うが違っている。そこで、この地域で本当に大地震が発生するのだろうかという疑問が生じる。このあ

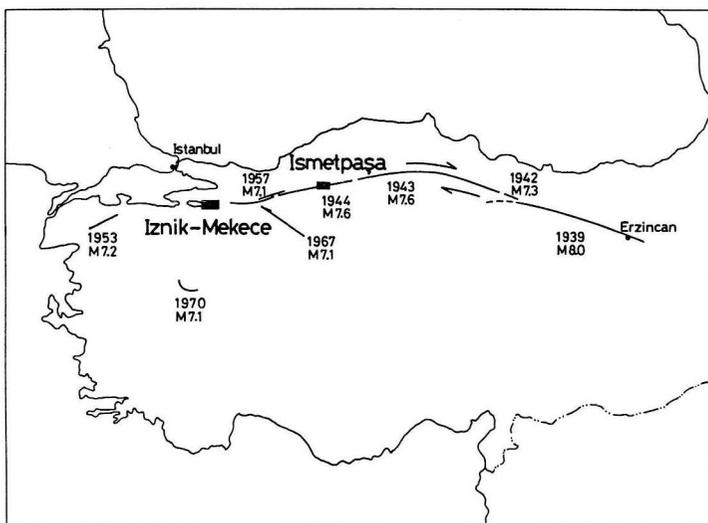


図2 北アナトリア断層における近年の大地震 (Ambraseys, 1970) 震源が西方に移動している。

たりの事情は、明日にでも起こるとされた東海地震説の提唱後10年経っても、依然として東海地震が発生していないという状況と似ている。長期的地震予知といえども、やはり一筋縄ではいかないものである。

東海地震の場合は、駿河トラフ・スラブが、単独で地震を発生させた例が過去にないという理由で、近い将来の東海地震発生を疑問視する向きもあるが、北アナトリア地震空白域の場合はどうであろうか。ここで再び図1を眺めてみよう。実は、現在問題にしている地震空白域は、背弧拡大域に属し、それまでの右横ずれ断層運動から、正断層運動へと変化する境界になっていることが予想される。したがって震源西方移動はムドゥルヌ地震が終止符を打ったのであるとの解釈も可能となる。

地震空白域説に対して賛否両論あるが、残念なことにこの問題に決着をつけようという話はあまり聞かない。しからばわれわれ自身でこの問題に取り組んでみるかということになり、後述するような調査隊を組織したのである。

トルコの地震観測

トルコには地震が多いのであるが、残念なことに地震観測体制は非常に遅れているのが現状であ

る。しかし、イスタンブールにあるカンディリ観測所には有能なスタッフがいて、地震観測に熱意を燃やしている。とくに英国地質調査所の援助でMARNETという観測網ができ、イスタンブール付近の地震観測はかなり強化されている。図3にカンディリ観測所の地震観測点が表示されている。黒丸印がMARNET観測点で、データはテレメータでイスタンブールに送られている。

カンディリ観測所は、イスタンブール郊外のアジア側にある。現在ではボスフォラス大橋がアジアとヨーロッパを結んでいるので、イスタンブール中心街から車で1時間足らずで行ける。イスタンブールは城壁で囲まれた旧市街とその周辺部に大きく分けられるが、旧市街のあまり変わらぬたたずまいとは対照的に、周辺部はどんどん拡大している。しかし、カンディリ観測所は小高い丘の上にあり、眼下にボスフォラス海峡を望むことができる静かな所である。われわれ調査隊のメン

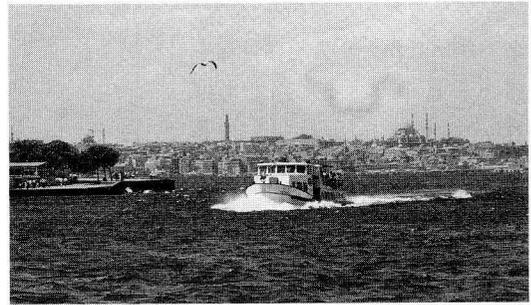


写真1 アジア側から見たイスタンブール旧市街

バーも、観測所のゲスト・ハウスにしばらく滞在し、ボスフォラス海峡を行き交う船をよく眺めていたものである。海峡は狭い所では1キロメートルの幅もなく、大変な難所らしいのであるが、大型ソ連船などが繁雑に行き交っている。

さて、カンディリ観測所による地震観測であるが、結果の一部を図4に示す。これは1980~1981年の2年間の震央分布図である。マルマラ海周辺は、MARNETのために小さい地震の震源もよく求まっている。規模は小さいものの、イスタンブール周辺にも地震は少なからず発生していることがわかる。

われわれが注目している地震空白域付近の地震活動はどうであろうか。残念なことには、この付近の観測点はGPAのみであり、詳細はわからない。図5に示すように、空白域には2つの活断層域が北アナトリア断層から枝分かれをしており、どちらがつぎの大地震発生域となるか、議論の分かれるところとなっている。地震活動の面からは、北側のブランチが活発であり、南側のブランチ沿いには地震がほとんどみられない。われわれの調査隊は、主として南側の通称イズニック-メケジェ断層を調べている。通称というのは、われわれが1981、1982年の調査（日本学術振興会国際共同研究）の際に、こう名づけたという意味である。

北側のブランチは英国地質調査所のクランピンらが、カンディリ観測所のユチエルらと共同して地震観測を実施した所である。彼らの目的はEDA(Extensive

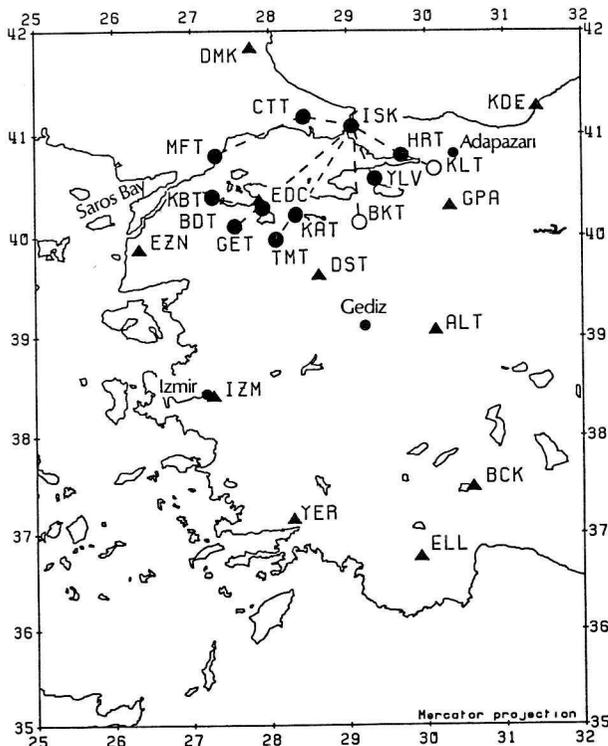


図3 カンディリ観測所の地震観測網 (Üçer et al., 1985)
●で示した10点がMARNETを構成している。

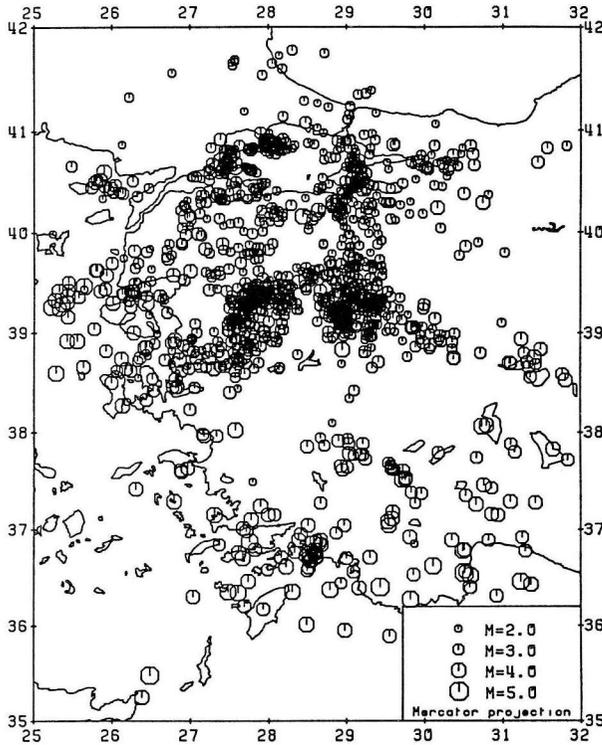


図4 1980~1981年の2年間の震央分布 (Üçer et al., 1985)

Dilatancy Anisotropy) にあり、地震予知の有力な手法として、最近、広範に研究されているEDA研究の端緒としてよく知られている。英国隊の研究は現在終了しているが、再開の予定はないという。一説によると、ボスフォラス第2大橋の建設受注合戦で、英国企業体が日本企業体に破れたことが、英国隊調査終了の一因であるという。

事実はそうではなく、EDA研究が成功裡に終わったということであろう。

日ト共同微小地震観測

1967年のムドゥルヌ地震の延長は、北側ブランチか南側ブランチか、そのいずれかを決定することは、この地震空白域における地震予知を考える上で非常に重要である。われわれ日本調査隊は、これまで南側ブランチのイズニック-メケジェ断層を中心に調査を進めていた。幸運なことに、1986年の調査では北側ブランチにも遠征することが可能となり（英国隊が調査を中止したため）、東京大学の池田さんがさっそく地形調査にとりかかった。この調査はまさに遠征で、われわれの宿舎であるイズニックのモーターを朝出て、昼前にやっとアダパザル付近の調査域に着き、夕刻再びモーターに戻るといふ非能率きわまりないスケジュールであった。

フィールドでは、池田さんがしきりに首をかしげている。地形図を見ていたときからそうであるが、これまでの説では説明できない地形的特徴を、池田さんは発見していたのである。北側ブランチは地溝状の広い谷間となっており、これまで張力場が支配的であるとされている。しかし、池田さんは逆に圧縮力を示唆する褶曲地形を、数多く見

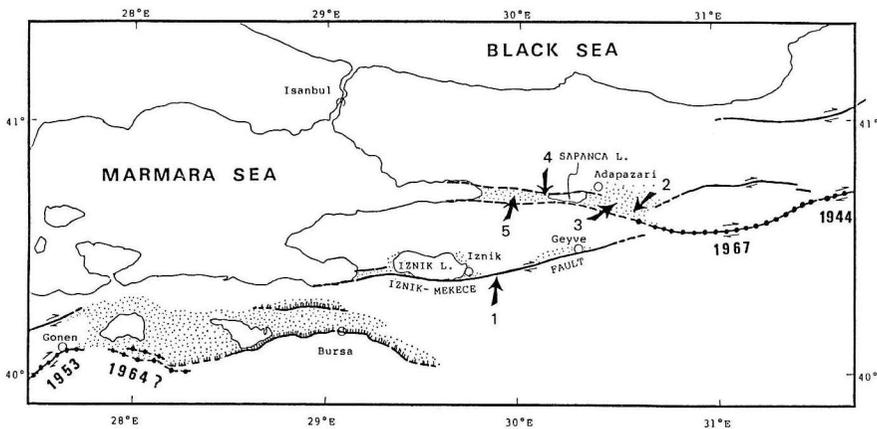


図5 北アナトリア断層の枝分かれ

出しているのである。このことは大変興味深く、今後ぜひとも詳しい調査をしたいところである。

これに対し、南側のブランチは比較的単純な構造をしている。1982年の調査隊のメンバーである地震研究所の松田教授によると、この断層は右横ずれ断層で、20キロメートルに及ぶ累積変位を示唆する地質構造がみられるという。この意味では、ムドゥルヌ地震（やはり右横ずれ）の延長は、このイズニック-メケジェ断層と考えられよう。いずれにしても、この断層は現在でも活発であり、しかも地震空白域内に存在していることから、近い将来地震を起こす可能性は高いことが予想される。しかるに、この断層近傍の地震活動は、MARNETの対象外であり、よくわかっていない。これでは、いかにも心もとない。それではというので、われわれ自身が短期間であるにせよ、地震観測を行なうこととなった。

この観測のために、メンバーの一人、地震研究所の佃さんが地震計6台準備した。うち3台は可視記録装置に記録する方式で、他の3台はカセット式イベント・レコーダを用いている。当初の予定では、後者のみを考えていたのであるが、やはり可視記録がないと不安だというので、急遽、都合したものである。難点は重いことで、輸送代がかさんで苦労したが、現地では可視記録が大いに威力を発揮した。

約1か月間という短い観測期間ではあるが、どうもイズニック-メケジェ断層付近の地震活動は非常に低いらしい。図6を見てわかるとおり、震源の決まった地震はまったくない。これに対し、北側のブランチ近傍には、いくつかの微小地震に対し震源が求まっている。ただHAC近傍には、HAC点以外では検出できない極微小地震が起こっているらしい。いずれにしてもイズニック-メケジェ断層付近の地震活動は低く、われわれは第二種地震空白域を想定している。連続的地震観測が望まれるところである。

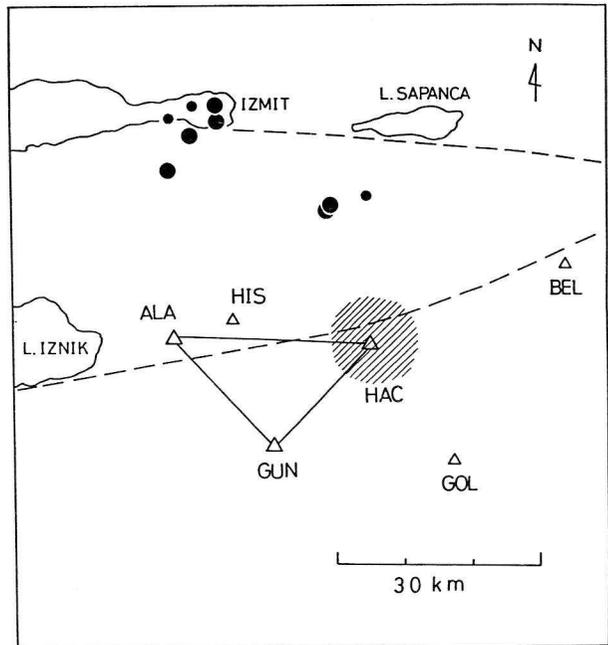


図6 1986年日ト共同地震観測点と震央分布

何でもやってみよう

われわれの調査は、北アナトリア断層の一部としてのイズニック-メケジェ断層の調査に主力を置いている。もちろん最終的には、地震空白域における地震予知を目標としているわけであるが、最近わが国においては、活断層調査は多岐にわたり、上述した地形・地質および地震以外にも、地球化学・重力・地球電磁気、さらには断層活動の直接的証拠を捜し求めるトレンチ法など、いろいろある。われわれ調査隊は総勢6名であるが、トルコ側からの研究者・学生は数多いので、思いつくことは何でもやってみようと、今から思えば少々欲張りすぎたきらいはあるけれども、ともかく計画を立てた。

まず第1に、すでに述べた地震観測、つぎに地形調査とつづく。地球電磁気観測としては、全磁力・比抵抗・自然電位が考えられる。活断層近傍の常時微動測定も、日本大学の志万さんの提案で計画に組み込む。ラドンもおもしろそうだが、専門家がない。そこで志万さんが地質調査所

の加藤完氏（この道の第一人者）に教を乞い、にわか地球化学者となって、 α トラック法に挑むこととなった。トレンチもやりたいが、適当な場所が見つかるかどうかわからないし、手配がうまくいくかどうか不明である。そこで、トレンチは現地判断することにした。

地形調査とトレンチ

今回の調査では、地震計設置を最優先させたが、つぎの優先順位はトレンチであった。そこで池田さんは断層沿いをあちこち歩き、トレンチ候補地を捜していた。この間、トルコ側代表者のイシカラ氏は市役所などと交渉し、ついにパワーシャベルを確保することに成功した。イズニック地域は比較的豊かな農家が多く、また国民性もあって農民は大変おおらかである。われわれも果樹園や畑に無断で入り、プロトン磁力計による測量をしばしば行なったが、汗水たらして働く農民たちから文句を言われたことは一度もない。このような状況から予想されたこととはいえ、農地に大きな穴



写真2 小谷のオフセット



写真3 トレンチ開始

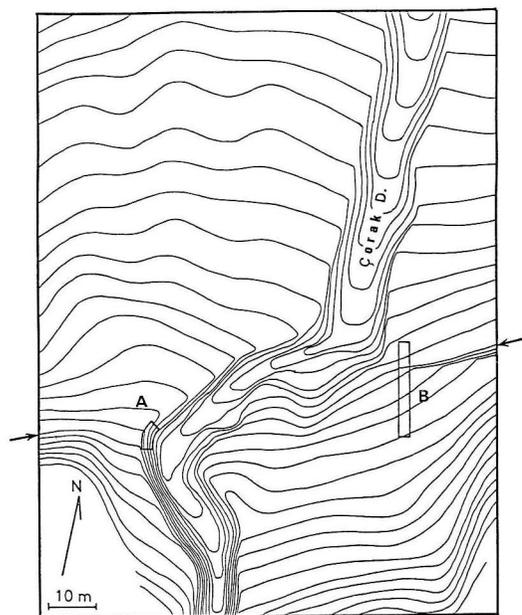


図7 イズニック-メケジェ断層の右横ずれ運動による小谷のオフセット
コンター間隔は50cm, Bはトレンチ・サイト。

を掘るトレンチは、いとも簡単に承諾がとれた。こうしてトレンチが可能となった。

肝心のトレンチ・サイトであるが、池田さんがおもしろそうな所を見つけていた。小扇状地を刻む小谷が約40メートル、オフセット（右ずれ）しているのである。トレンチ前に精密な地形図が欲しいというので、測量を行なうことにした。そこで、池田さんを中心とするにわか測量班ができ、東京工業大学の佐竹さんの活躍により、比較的短期間に図7のような地形図が完成した。写真2においても、右ずれのようすはよくわかる。トレンチ・サイトは右岸の1メートル余の断層崖を選んだ。

こうして準備万端、パワーシャベルの到着を待つのみであったが、待てども待てどもやってこない。そのうち連絡が入り、パワーシャベルは故障して動かないという。万事休す！ なかばあきらめていたところ、何と、古ぼけたブルドーザーがやってきた。これもエンジンが始動せず気をもんだが、やっと動き出し、写真3のように念願のトレンチが始まった。

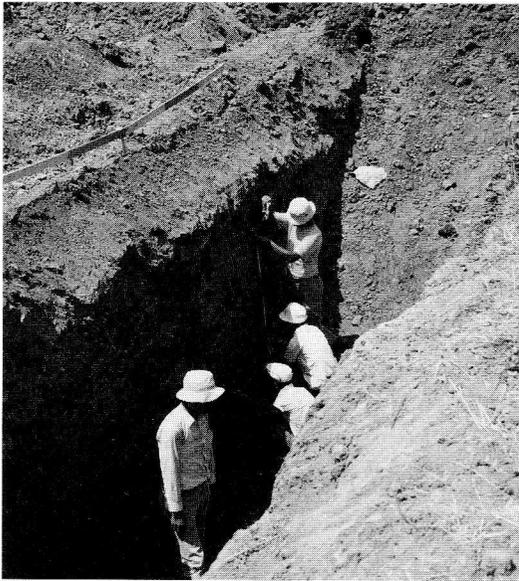


写真4 壁面整形とひも張り
壁面を観察しているのは池田さん。

このトレンチは、おそらくトルコで最初のものであり、記念すべきことではあるのだが、池田さんの顔がさえない。明瞭な断層面が見えてこない。このことは壁面を整形しても同じであった。どうやら扇状地堆積物が厚く積もり過ぎているのが原因らしい。トレンチはむずかしいものだなあと、素人ながら感じってしまった。ともかくこの経験は貴重である。トルコでの活断層トレンチは、これからどんどん進むことであろう。北アナトリア断層中部や東部には、トレンチ候補地は無数にある。何もあわてることはない〔トルコ語ではYavaş, Yavaş. (ヤワシ, ヤワシ) という〕。

見事な磁気異常

今回の調査で確実に成果が期待できるものは、電磁気観測、とくに全磁力観測であった。というのは、前回の調査で断層近傍に磁気異常が見られることがわかっていたからである。それもきわめて単純な磁気異常で、図8のようにダイク状の磁性体で、きれいに説明できるのである。しかも、このような物体が断層沿いに延びているらしい。そこで今回の主目的は、この磁性体を断層に沿っ

て追いかけることで、地表では断層が見えない所でも断層線を追跡することができることを示すという点に置いた。

このほか、自然電位や比抵抗の測定をも行なったが、この電磁気観測で活躍したのが、鳥取大学の宮腰さんである。電磁気観測は比較的簡単に行なえるということもあって、宮腰班には数人のトルコ側参加者が常に加わっていた。今回は、なぜ

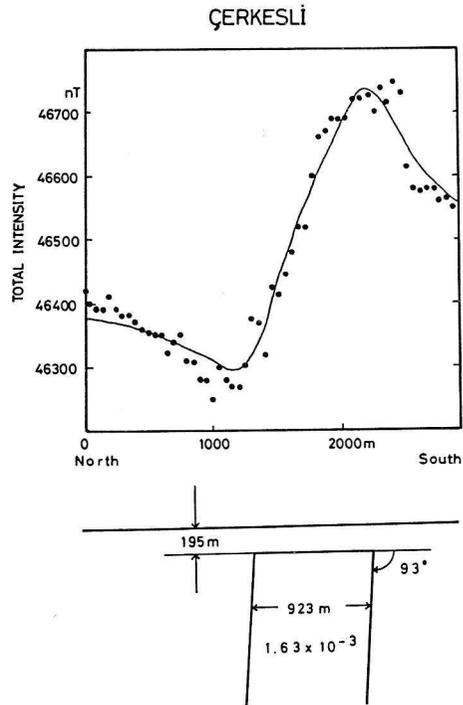


図8 全磁力異常とダイク状磁性体モデル

か若い女性が多く、それも美人揃いである。彼女らに手取り、足取り、測定法を指導していたこともあり、宮腰班の観測は遅々として進まない。たまりかねて文句を言うと、一言“Yavaş, Yavaş”, ああ、ついに宮腰さんはトルコ人になりきってしまったか。

にわか地球化学者

αトラック法は簡単にできそうなので、日大の大志万さんがにわか地球化学者となったことはすでに述べたが、実際にフィールドで試みようとする



写真5 α トラック計測用フィルムを回収する
ユルドゥズ女史

ると、思いもかけぬ障壁にぶつかった。地面が非常に固く、ハンドオーガーを用いても穴が掘れないのである。大志万さんによると最低50センチは掘らなければならないとのこと。皆、頭をかかえてしまった。ところが、この状況を見かねたイシカラ氏が手際よくコンプレッサー車を捜し出してきて、この問題はあっという間に解決してしまった。

α トラック数のカウントは、現在大志万さんが行っているが、活断層直上で高い値が得られず、やはりにわか地球化学者のやることはうまくいかないものだがっかりしている。この解釈としては、扇状地堆積物が厚く覆っているために、断層線に沿って上昇してきたラドン・ガスが、地表近くで拡散してしまうのではないかと考えている。このことは、トレンチの結果と調和的である。

この α トラック法は、イシカラ氏らも今後つづきたい意向であったので、大志万さんがにわか教師となって活躍した。その成果が写真5である。ちなみに、この女性はカンディリ観測所の地震部

職員で、ユルドゥズ (Yıldız : 「星」という意味) という、かわいい名の熱心な研究者である。

地震予知を目指して

かくして、われわれの調査は無事終了したのであるが、最後にやはりハプニングがあった。実は、大志万さんが数年かけて作り上げたプロトン磁力計2台をイシカラ氏に譲り、連続観測を委ねることにしていたのであるが、そのうちの1台がうまく作動しない。イスタンブールにもどる時間は刻々と迫る。仕方がないので、皆に先に出発してもらい、大志万さんと私、それにイシカラ氏の学生1人が残り、最後まで粘ることにした。窮すれば通ずで、土壇場で調整に成功した。

現在、このプロトン磁力計は動いているはずであり、何とか地震予知研究の一環がスタートしたのではないかと思っている。もちろん、全磁力連続観測だけでは不十分で、今後、他の項目も徐々に追加してゆかなければならない。まもなく自然電位の連続観測も、スタートすることになっている。

最後に、日頃感じていることについて、私見を述べたいと思う。北アナトリア断層は、地形的には各種観測をやり易い断層で、活動度が高いことからテスト・フィールドとして最適である。現に、北アナトリア断層は、国際テスト・フィールドとしてユネスコから指定されている。さらに重要なことは、トルコ国民の友好あふれる態度で、とくに日本人に対して大変協力的である。日本とトルコの友好的協力の下に、トレンチ、地震観測、さらに測地測量など、総合的調査研究を強力に押し進めることは、北アナトリア断層での地震予知というトルコ国民にとっての恩恵のみならず、直下型地震予知という観点において貴重な成果が期待でき、わが国が受けるメリットも大きい。われわれの調査が、さらなる発展の契機となれば、非常に喜ばしいことである。われわれ自身もまた、調査継続を計画している。

〔はんくら よしもり 東京工業大学理学部助教〕

日本海中部地震と津波学

相田 勇

「ゴク オオツナミ」

1983年5月26日12時25分、新潟県北部の某市では「6区津波注意報」の電報を県消防防災課から受け、さらに35分、「6区津波警報」の電報を受けとっていた。そのころNHKラジオ、テレビは、すでに「東北地方の日本海沿岸および津軽海峡方面に大津波の警報が出た」旨の放送を行っていた。しかし、行政の公式ルートで電文にある「6区」の意味が不徹底であって、市関係者は対応に戸惑う事態を生じた。さらに、秋田県内では「5区大津波」の電文を「極く、大津波」と間違えた例もあったといわれる。津波の来襲を眼前にしながら、電文の意味不明ということで、焦燥感にかられたことを、当時、防災担当者は述懐している。

この事態は、日本海沿岸の地方が、津波の経験が少ない、あるいは対策が遅れていたということを示すものであろう。ここに5区、6区というのは、気象庁で決められている津波予報区のこと、『理科年表』などにも掲載されている（図1参照）。一般市民は、テレビ、ラジオなどによる情報をいち早く得ていたし、前記某市の場合、津波来襲が地震後約1時間経ってからということで、実際には問題は起こらなかったようであるが、予報区や予報略文の意味について、少なくとも自治体防災担当者に周知しておく必要がある。

警報にいう「大津波」は、3メートル以上の高さを予想しており、その警報が仙台管区気象台から発令されたのは12時14分、地震後14分であったから、気象官署津波業務の規程に合格する予報であった。それにもかかわらず、秋田県男鹿や、青

森県深浦など、西方に突き出た海岸では、地震後7～10分くらいから津波が来襲し始めており、当時、「今回の津波は速かった」とさわがれたものである。

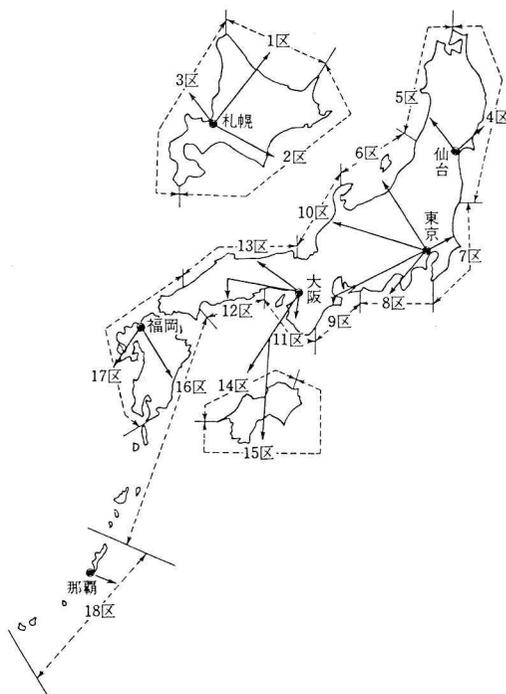


図1 津波予報海域区分図（理科年表による）

気象庁の津波予報は、地震波の速さが津波の伝播速度より1桁以上も速いことを利用して、予報時間を稼いでいるのであるから、もし、津波の発生域が海岸に近い場合は、予報が間に合わない場合があるのである。日本海中部地震の震央は、海岸から80キロメートル以上も離れていた（地震直後の発表では、さらに西）にもかかわらず、津波が10分足らずで海岸に到達したのは海底の変動域が、ずっと海岸近くに延びていたことを示すもの

である。気象庁では、地震発生後、予報を発するまでの時間を短縮するように、システムの改善を行なっている。遠からず、現在15分程度の予報時間が、かなり短縮されるということである。

津波の観測

テレビは、5月26日13時ごろには、男鹿半島、加茂青砂海岸での学童の痛ましい遭難の第1報を報じていた。さらに引きつづく情報は、いずれも来襲した津波の高さが、相当に高かったことを想像させるものであった。ところが、気象庁の情報として伝えられるものは、深浦で65センチメートル、男鹿で53センチメートルといった低い値であって、津波の高さの本当の値はどのくらいなのか、不審に思われた方も多かったと思う。

津波を観測する計器としては、潮の干満を記録する検潮器が利用されている。これは、導水管によって海と連絡された海岸の井戸内の水位を測定するようになっている。検潮器を設置する海岸が、直接風浪を受ける場所である場合は、この導水管の絞りの強い検潮井戸が用いられている。このような検潮井戸は、津波に対して強いローパス・フィルターの、しかも非線型の応答を示すから、津波観測には非常に不向きであって、津波の実際の高さと、検潮器の記録にもとづく気象庁の情報との相違があらわれたのは、このためであった。

その後、検潮井戸の周波数特性の現地測定を行ない、またこの特性を補正した記録を求める試みも行なわれている。しかし井戸の特性は、年月を経ると導水管への付着物、あるいは砂泥土による埋没などで変化するので、補正を完全に行なうことはむずかしい。

このような検潮器によっても、湾奥などのものは、導水管の絞りが弱く、従来、一応津波波形を記録する役割を果たしてきたのである。しかし、津波は湾内や浅海域で大きく変形することはよく知られており、外洋での観測がぜひ必要である。

現在のところ、水深約50メートルという比較的外海で、しかも十分な時刻精度をもって、津波を記録できる可能性のあるシステムは、運輸省、港



写真1 北浦漁港を襲う第2波
[日本海中部地震(津波)調査報告書、漁港漁村建設技術研究所による]

湾建設局関係の波浪観測装置であろう。日本海中部地震津波の際、青森県深浦港沖、約2.5キロメートルで得られた波浪の記録と、そのローパス記録を図2に示した。これは偶数時の前後10分、

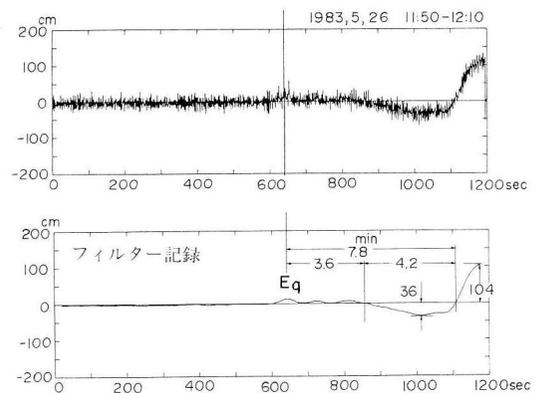


図2 深浦港沖の超音波波高計によって得られた1983年日本海中部地震津波の記録(港湾技研資料, No. 470による)

(上) 波浪記録 (下) フィルター記録

計20分間しか動作しないので、たまたま12時に起こった地震による津波の始めの部分のみが記録できたのである。このシステムで津波観測を行なうためには、毎日24時間連続記録が必要である。不必要なデータの集積を避けるためには、遅延記憶装置などの工夫を必要としようが、ぜひとも津波観測に、このシステムが力を発揮できるようにして欲しいものである。

ここで、本格的な外洋津波観測装置について触

れておくと、日本においては気象庁の遠州灘および房総半島沖の海底地震計システムに併設された津波計がある。これは水晶振動子を圧力センサーとするデジタル式のものであって、設置場所（水深2000~4000メートル）の絶対水圧を測るようになっていて、これによって外洋の津波観測が可能になったが、この方式にも、海水温の急激な変化によるノイズが大きいこと、地震動が水圧変化としてノイズになることなど、これから実際の観測にあたって、まだ問題があるようである。

日本のこれはケーブル方式により、リアルタイムでテレメータするのに対して、アメリカで行なわれている方式は、長時間データレコーダーを内蔵した測器を海底に投下設置し、適当な時期に音響切離し装置によって、測器を浮上させ回収する方式をとっている。圧力センサーには水晶振動子が用いられ、水位の1分ごとのデジタル・データが得られる。

津波に限らず、自然現象を研究する場合、まず現象を忠実に観測記録することが重要であり、はからずも日本海中部地震津波で明らかにされた津波測器の手薄だったことは、今後改善されなければならない問題である。

津波発生の理論的研究

さてこのような津波は、どのようにして起こるものであろうか。

明治29年6月15日、三陸地方に約2万2000人に及ぶ死者を生じさせた大津波が襲った。科学的な現地調査が行なわれた初めての津波であった。この発生のメカニズムとして、今村明恒は、瞬時に起こった海底の隆起・沈降に起因するとした。当時はこれに対して、大森房吉の液体振子説のような対立した意見もあった。しかし今村の説は、その後の大勢を占めることになり、海底に簡単な形状の隆起・沈降があった場合に、発生する津波の理論的な研究が行なわれてきた。

しかしこの種の理論は、海底が剛体として運動するものと仮定されたものであった。これに対して、地震の断層震源理論の登場とともに、弾性体

としての地球の上に海水の層を考え、弾性体媒質内に断層の食い違いを与えて、海面に起こる波を直接計算することが可能になった。海面が数メートルのオーダーで変動したとしても、それが海底の弾性体に与える歪は無視できるほど小さいから、海水と地殻との相互作用を考えても、影響は少ないだろうとは想像されるが、それを数量的にきちっとおさえておく必要がある。

この海水と地殻との結合システムでの理論解を初めて求めたものに、山下輝夫・佐藤良輔の論文がある。非結合系との数値的な比較はされていないが、相互に矛盾する結果は出ていない。

その後、S. N. Ward は、球対称の弾性体地球モデルの表面に水の層を仮定した構造で、地下にモーメント・テンソルであらわした点源を与えて、水面を伝わる津波のノーマル・モード解を求めた。彼はこの論文で、従来の海水と地殻を分離した取扱いは、全く間違っている、とショッキングな主張をした。

いっぽう R. P. Comer は、彼の学位論文の中で、半無限弾性体の上に水の層がのっている構造に関して、同様な解を求めた。そして、点源から遠い地点におけるこのノーマル・モード解と、非結合系の解との比較を行なった。図3に示すその波形をみると、差は全く認められない。Ward

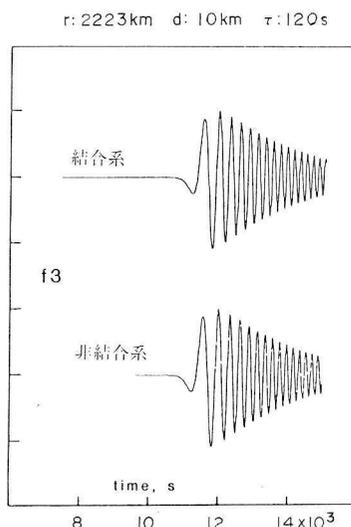


図3 海と固体地球との結合系および非結合系による発生津波の比較 (Comerによる)

もその後、線源についての解を求める論文を書いているが、非結合系を否定する主張はしていない。

結合モデルは、任意の海底地形などに適用することは困難であるから、実際津波と直接比較できない。実際のデータと比較するシミュレーションは、非結合系で行なっているから、この誤差がどの程度かを明らかにすることは重要である。上述の Comer の結論だけでは心許ない。さらに、きちとした解答が与えられることが期待される。

シミュレーション

津波が、前述のように非結合系であらわせると考えられるので、海水の運動方程式のみで、その挙動をすべて説明できることになる。津波の波源は、地震の規模により数十キロメートルから100～200キロメートルの水平ディメンションをもつ。津波の発生域はほとんど水深3000メートル程度以下であるから、波長は水深にくらべて十分長く、周期は約10～40分程度である。したがって津波は、一般に長波近似が成立つ。しかし津波の発生から、海岸への伝播の過程で、水深も大きく異なるし、また振幅も変化するから、津波の挙動をシミュレートするためには、その支配方程式として妥当なものを選ぶ必要がある。

シミュレーションは、支配方程式に海底変動の条件を与えて、逐次、時間・空間的に水位・流速を求めるのであるが、数値的取扱いとして差分法と有限要素法が行なわれている。有限要素法の利点もあるが、今日行なわれている津波のシミュレーションは、差分法を用いている例が多い。

差分法のシミュレーションの精度に関しては、東北大学の首藤伸夫とそのグループによる一連の研究が行なわれている。まず、支配方程式として、水深500メートル以深では線型長波の式で十分であり、50メートル以浅では、移流項や海底摩擦項を含む浅水波の式を用いる必要がある。分散項を考慮する必要性は、特別の場合に限られるようである。また、差分計算のための格子間隔は、三陸大津波などの場合、深海部で5.4キロメートル、浅海域で最小0.2キロメートル程度で、津波の最



写真2 浸水した岩崎漁港
〔日本海中部地震（津波）調査報告書、
漁港漁村建設技術研究所による〕

高水位に関する限り、十分な精度が得られたとしている。

いっぽう、別の研究によれば、格子間隔を対象津波の波長の約20分の1以下にすることが必要であろうということである。このような条件で日本海中部地震津波のシミュレーションを行なってみると、後述するような秋田県北部、峰浜村付近の約15メートルに達する最高津波浸水高を、分散項を含まない浅水波方程式を用いたシミュレーションで、実測値の0.8～1.2倍以内に入る精度で表現することができたそうである。

波源のシミュレーション

津波波源を数値的に表現する場合、まず、もっとも基本的なものは、海底変位の大きさとパターンである。実際の地震の場合のこの変位場のようすは、地震前後の水深測量で得られるはずであるが、実情は精度の面でなかなか困難である。そこで拠所となるものとして、震源断層による海底の永久変位を、計算によって求めることになる。これは計算された変位が、実際の変動を忠実にあらわすことを前提とするわけであるが、実際にはどうであろうか。

例えば、1964年新潟地震では、粟島は水際の生物付着面の上昇から、隆起量の分布が詳しく調べられており、また新潟県の海岸は水準測量によって沈下量のデータがある。その中間の海底は、図4・左に示すような水路部による精密水深測量の結果が得られている。阿部勝征は地震波の解析結

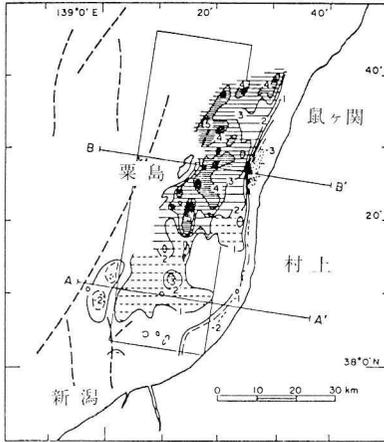
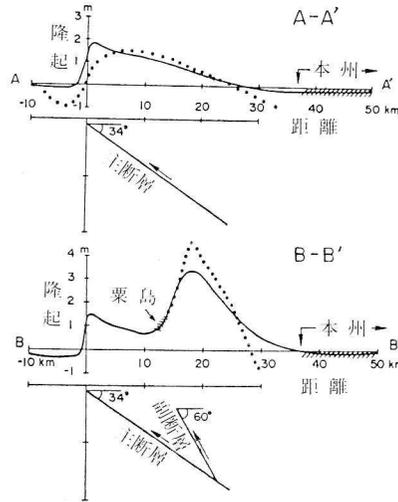


図4 1964年新潟地震の際の海底の変位分布(左)と、新しい断層モデル(佐竹・阿部による)

果およびこの地殻変動の結果の両方を満足する断層モデルを求めている。それは、西に 56° で傾斜する断層面であった。最近、その面に共役な 34° の傾斜角で東に傾く断層面を考え、さらに粟島の傾動と、4メートル余りの海底隆起を表現する副断層を付け加えたモデル(図4・右)が発表された。たしかにB-B'断面および副断層のない部分のA-A'断面の変位分布がよく表現できている。しかし全体として、実際の変動分布は相当複雑であり、断層モデルでの計算によって十分表現し得るものか、疑問も残る。

地震波解析などから求められた断層モデルのパラメータを、そのまま用いて津波のシミュレーションを行なってみると、津波の第1波の振幅の実測値と計算値の比の各観測点間のバラツキは、ファクター1.4程度になり、しかも計算値がやや小さく出る傾向がある。そこで断層のパラメータを調整して、試行錯誤法で、できるだけ計算値が実測値に近くなるような解を求める。こうして求めた断層パラメータは、地震波解析などから求められたものとやや異なるが、津波の実測値との近似はよくなり、ファクター1.2程度になる。

試行錯誤法でなく、インバージョンによって最適解を求める試みが、日本海中部地震津波について行なわれた。地震波解析から断層パラメータを基本に用いて、断層面を4個に分割して、それぞ



れのスリップの大きさの違いを、多数の検潮器による津波記録と計算津波との振幅差の2乗が最小になるように解を求めたのが、図5に示すものである。これで、北側より南側の断層のほうがスリップ量が大きく、なかでも北から3番目が最大であることがわかる。さらに細かく分割できればおもしろいと思われるが、種々な制約がある。

津波発生シミュレーションは、断層モデルに

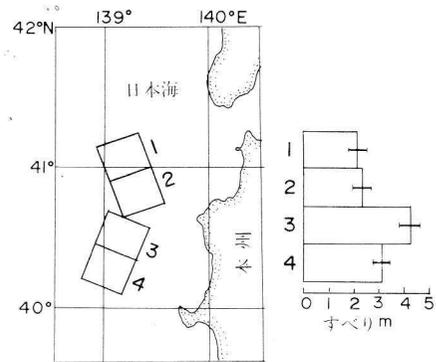


図5 津波データのインバージョンによって求めた1983年日本海中部地震の断層モデルのスリップ量の分布(佐竹による)

よる静的弾性変形が実際の海底変動をあらわすという仮定のもとに行なわれているが、これは津波波源域全体の平均的議論では、前述の程度にかなり近似は高い。しかし空間的に短波長の海底の変形となると、断層モデルであらわし得るものかどうか問題である。このような点がある限り、シミュレーションの近似の程度を、現在のファクター1.2程度よりひじょうに良くすることは、なかなか困難ではなからうか。

海岸でのシミュレーション

津波が海岸に近づくと、その振幅を増す。こと

に湾に入ると、湾水の固有振動周期での共鳴現象、あるいは湾断面の縮小などによって振幅が増大するが、これらの現象も数値的なシミュレーションの対象として多く扱われていて、とくに津波防波堤の効果の検討などにも有力な手段である。

さらに湾奥の市街地への津波の遡上、浸水の挙動を、かなりの精度で表現することができる。これは海水面の上下に伴って、汀線が前進または後退するように、プログラム上の配慮が必要なほかは、浅海での津波の取扱いのままでよい。もう一つ、陸上での津波の流れのエネルギーが構造物など、陸上の地物によって減衰することを、どのよ

うにあらわすかの問題がある。田畑など流れに抵抗が少ない場所では、津波は奥深く入るにしたがって、水位が上昇する傾向があるのに対して、人家の密集しているような場所では、次第に水位が減少するのが普通である。現在のところ、構造物個々の抵抗係数を考慮するところまではいいないが、計算格子の大きさ程度の範囲で、平均的な等価摩擦係数を適当に与えることによって、実際の市街地の浸水状況をかなりよく再現できる。

ここで別の津波であるが、1946年南海津波の際の、和歌山県湯浅町、広川町でのシミュレーションの結果をみることにする(図6)。別の実験で

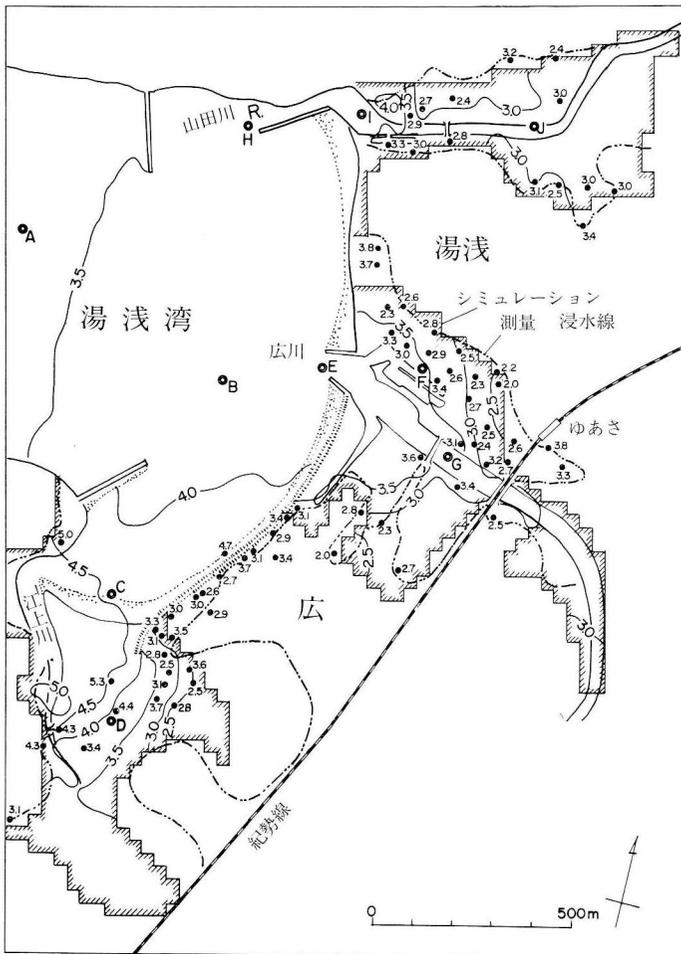


図6 和歌山県湯浅町および広川町の1946年南海津波の浸水シミュレーション
二重鎖線は実際の浸水域、ハッチをつけた屈折した線は計算浸水域、黒丸に付した数字は実際の浸水高、等高線は計算浸水高[単位m、平均水面上]。

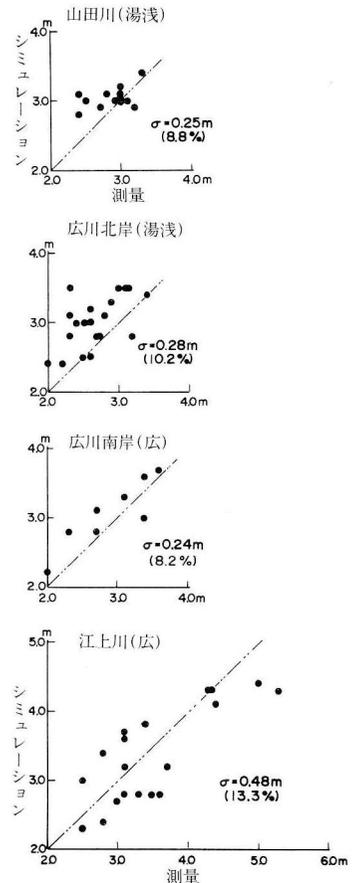


図7 津波浸水水位の測量値とシミュレーション値の比較
図6の範囲を山田川付近、広川北岸、広川南岸および江上川付近の4地域に分けて示した。

求めた南海津波の最適波源断層モデルを与えて、シミュレーションによる陸上の浸水の最高水位を、実際の浸水状況の測量結果と比較したものである。浸水範囲、浸水高ともかなりよく一致しており、横軸に実測値、縦軸にシミュレーションの値をとってプロットしたものが図7に示してある。図6の範囲を、4地域に分けてあらわしてあるが、ともに実測値とシミュレーション値の差の標準偏差は、平均値の約±10パーセントで、かなりよい近似といえよう。

ここに示したような陸上への遡上は、比較的周期も長く、いわば溢れるような遡上である。1983年日本海中部地震の際、能代付近の遠浅海岸で見られた津波は、もっと周期の短い、はげしいものであった。それは発生した津波が、10分あるいはそれ以下の短周期であったこと、および伝播経路で100メートル以浅の海が30キロメートルもつづくという遠浅海岸であることから、津波は段波状になり、なおさらに、十数秒程度の短周期のソリトン分裂を生じたためといわれている。

このような現象を生じることが、水理実験によっても確かめられているが、実際現地地形による数値シミュレーションを行なうには、分散項を含める必要があり、まだ実用化されていない。しかし遡上高に関する限り、計算格子を細かくとることによって、浅海波方程式での数値計算でも、実際の値を満足できるという結果が出ていることは前述した。

過去の津波

最近約10年くらいの間に、地震に関する古史料の発掘が精力的に行なわれ、歴史地震に対する関心が高まっている。津波の面でも、新史料の収集や、史料の見直しによって、古い津波の挙動をより詳しく知ろうとする研究が行なわれている。

日本海沿岸におけるものでも、1741年（寛保元年）渡島半島から津軽の沿岸を襲った津波や、1833年（天保4年）酒田沖に発生したとされる津波などは、古史料をもとによく調べられている。前者は、渡島大島の火山噴火活動中に起こった津

波であり、地震を感じたという史料が発見されないことから、噴火に起因するとされていたが、最近では地震波発生数の少ない、いわゆる“津波地震”ではなかったかとされるようになった。また後者は、後年の新潟津波（1964年）より、ひとまわり大きい津波である。

史料の見直しによって、例えば1614年（慶長19年）の越後高田地震とその津波のように、その地震像は大幅に訂正され、越後南部に津波があったとするのは誤りであると考えられるようになったものもあれば、1341年（興国2年）津軽、ことに十三湖付近に大被害を与えた津波があったとする史料は、いまだ他に裏づけ史料がなく、一般に認められるに至っていないものもある。

一般に、これらの史料の上に津波の浸水を示す対象物の記載がある場合、それを現在の海水面から測定して、津波の高さとする。この場合、まず史料の信憑性をもっとも大切であるが、さらにその対象物が、現在まで位置、高さを変えていないか、また地殻の永年あるいは地震時変動による高さの違いはどのくらいか、などを見極める必要がある。

現在知られている歴史津波の高さは、こういった面からみると精粗まちまちであるように思われる。これは史料も少なく、また記事の表現もあいまいであるものが多いので、止むを得ないけれども、過去の津波データは、津波研究の基礎資料であり、今後ますます精度を高めることも必要であろう。

このような歴史的な大地震の発震機構も、現代の地震の発生機構の研究から、ある程度類推することができる。そうすると古津波のシミュレーションも可能で、この場合、沿岸各地の津波の高さをうまく説明できる震源モデルは、地震モーメント、ひいてはマグニチュードをかなりの確にあらわすものが得られる。地震の震度は、地震動のログ・スケールであるのに対して、津波の高さはリニア・スケールであり、地震の規模を求めるためには、より確かな量であると思われる。

津波高さの現地測量

現在、津波が起こった場合には、その高さの分布など記録に残すための仕事が行なわれる。津波の浸水高、最高水位の測定は、その痕跡を探して海面から計ればよく、岸壁のような場所では直接スケールで計れるから精度もよく、一見、簡単な

ようである。しかし、その計った場所での高さとして、それが正確であっても、その数値がその地域の津波を代表できるかとなると、かなり問題がある。

湾内や浅海域で、津波の振幅、波形が変化することは前述したが、そのため津波の最高水位も局部的に著しい差を生じる。図8に示したものは、1983年日本海中部地震津波の際の秋田県峰浜村付

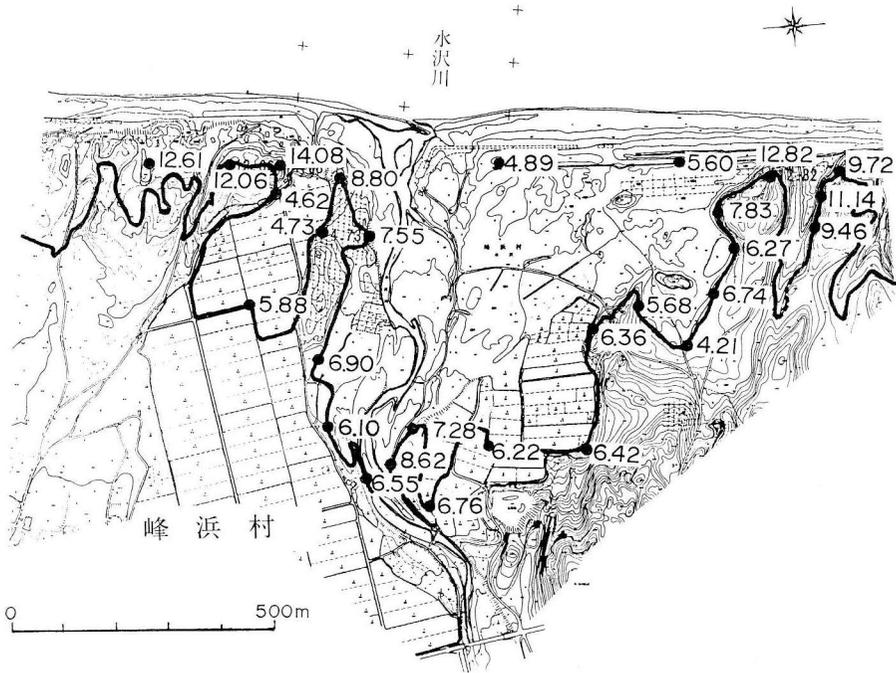


図8 日本海中部地震津波の秋田県水沢川河口付近の高さ（秋田県、津波実態調査報告書による）[単位m]

近の砂丘海岸での、津波の遡上最高水位の測定値を示したものである。海岸から数百メートルも離れた地点まで浸水しており、こうなると、もはや単にスケールはおろか、ハンドレベルでも測定はむずかしい。本格的なレベルングで、これは測定されている。

最高の地点は14.08メートルで、海岸から比較的近い、すなわち、かなり切り立った砂丘の崖の上である。それより奥のやや廻り込んだ場所は5～8メートルとずっと高さが低くなる。このあたりは海岸沿いの砂丘の高さがやや低く、陸上はゆるやかな勾配となっている。このような複雑な遡上高分布をするので、津波高さをこの付近で、た

またま1～2点しか測定しなかった場合、場所によってその数値から受ける印象は、ひどく異なったものになる可能性がある。

おわりに

この小文の冒頭で触れたように、社会的には津波の的確な予測と、その情報の提供が重要である。そして、もっともよく知られているものが、気象庁による「津波予報」であり、それは逐次改善されつつある。しかし、地震が比較的小さいにもかかわらず、津波が大きい場合があるが、これは地震の長周期成分に関係しているといわれ、研究的

にはこの種の津波予報の提案もされているが実用に至っていない。

さらに最近では、地震が発生した直後、その震源断層のパラメータを決定し、コンピュータで各地の津波高さを予測する試みも行なわれている。

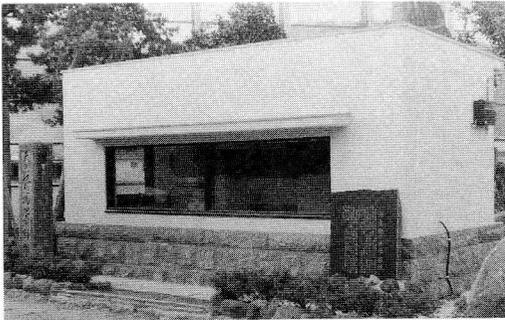
いっぽう長期的に、ある地域に今後何年以内に、何メートル以上の津波が襲う確率は何パーセントである、といった地震発生の予測も含めた津波危険度を求める研究も始められている。これは、防災対策・地域開発計画・保険事業などの面から重要なことであろう。

日本海中部地震が発生して以来、日本での津波に関する報告、研究論文の数が増加した。このようなことは、1964年アラスカ津波後、アメリカで

研究論文が増えたように、どこでも同じ事情のようである。津波の研究者は地震学、海洋学、それに土木工学（海岸工学）といった各分野の人がいる。したがって事件がないと、それに集中しないうらみがある。かつて、ハワイで中心的に津波研究をやっておられた Doak Cox 教授が来日した折、しきりと tsunamist という言葉をつかっておられた。わが国は太平洋岸・日本海岸を問わず、津波の発生頻度は、津波マグニチュード1（最大高さ2メートル程度）以上の津波は、単純に平均すると6年に1回は起こっていることになる。もっともっと tsunamist が増え、活発な研究が行なわれることを期待したい。

[あいだ いさむ 地震予知総合研究振興会主任研究員]

地震の爪あと 天然記念物「地震動擦痕」



北伊豆地震（M=7.0, 1930）の際、震央から数キロメートルの江間小学校では、校庭にあった魚雷の下面に、台石との間ですべった跡が残されている。50年後の現在でも、この擦痕は天然記念物として、上の写真のような立派な建物内に保存されている。

今村明恒論文「北伊豆大地震の計測学的研究」（地震研究所彙報, 9, 36-49, 1931）には、つぎのように記されている。

「江間小学校々庭にある魚形水雷の面に印せる模様は、最激震地方に於ける地震の天然記象と見做すべきものである。この魚形水雷は南5度東に向け、2個の安山岩の臺石上に安置してあるが、急激な大振動の爲めに、魚雷が地震計の不動点の役を勤め地動の前記方向に於ける成分を安山岩の一突起点を以て魚雷面の塗

料膜上に記したのである。但しその模様が普通の地震記象と異なる點は、曲線が地面上の一點の動いた軌道でなくして、前に記した構造物大移動の軌道を畫いて居ることである。即ち先づ左下方から始めて一往復半の縦波がありしを示し、續いて4回（或は5回）の一進一止を繰返して合計41.5廻の大移動をなし、更にこれに續いては上下動の位相急變したと見え、逆行の大移動をなして停止して居る」。

なお魚雷の動きは、論文中に図1のように示されているが、現地の解説図（図2）と少しく違っている

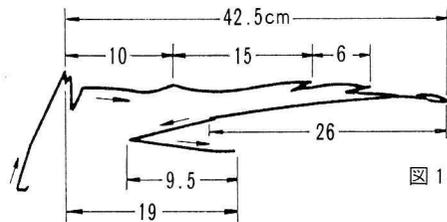


図1

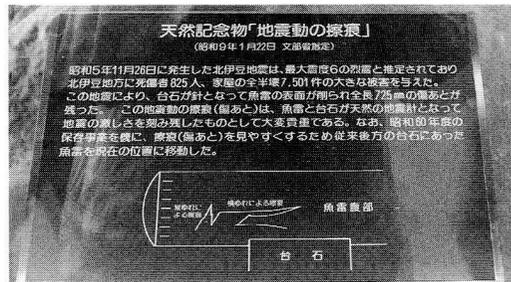


図2

ようにみえる。これは魚雷を移動した際、擦痕の新しい部分が発見されたためと考えられる。このような結果より、最大加速度は400ガルを超えていたとの見解もあり、地震屋にとっては一見の価値がある。[R]

ここ数年来、災害の資料を収集しているが、その数の多いのには、しばしば驚かされる。そのなかでも文学者の体験記・見聞記は、一つの有力なジャンルをなしている。災害は、罹災者の突然の死を通じて、数々の人間ドラマを生み、そのドラマ性が文学的関心を刺激するためであろう。



明治期には、文学者であり後に大出版社博文館の女婿となった大橋乙羽が、『風俗画報』『太陽』などの雑誌で、明治24年の濃尾地震や29年の三陸地震津波の現地ルポを行っており、とくに三陸地震津波に際しては『文芸倶楽部』誌上で、“海嘯特集号”を組み、尾崎紅葉を筆頭とする当時の有名文学者に義捐小説を書かせ、

その原稿料を罹災者に寄付させている。死の直前にあった樋口一葉の小説が掲載されているのも興味深い。

しかし、文学者のさまざまな体験記・見聞記がどっと噴出したのは、なんとといっても大

正12年の関東大震災であり、なかでも、芥川龍之介・谷崎潤一郎・菊池寛などは『中央公論』『改造』『文章倶楽部』などの雑誌にほとんど出ずっぱりといったありさまだった。

ここで紹介するのは、そうしたものの一つ、北原白秋の“天意下る”という7首の短歌である。

震災直後には、地震はおごりた

かぶる人間に天が下した罰なのだという「天譴論」が広く流布したが、これらの短歌にも天譴論の思想が色濃く反映しており、とりわけ第一首のなかに、国民の傲慢が天譴を招いたのだという思想がはっきりと表現されている。明治18年生まれの白秋は、当時38歳。すでに代表作の『邪宗門』と『桐の花』を発表して、詩壇や歌壇の第

天意下る 北原白秋

大正十二年九月ついたち震亨れりと後世警め	国民のこのまがつびは日の本し	照らす御光も謙しみたまえり	大王は天の譴怒と躬自ら	言挙げて世を警むる国つ聖	大御怒避くるすべなしひれ伏して	地は震へ轟き亨る生けらくや	世を挙り心傲ると歳久し
----------------------	----------------	---------------	-------------	--------------	-----------------	---------------	-------------

一人者であった。なお、“天意下る”は「大震抄」として発表された歌の一部であり、「大震抄」には、このほか“この心を見よ”、“庭を観へづ”などと題する6首がある。

[広井 脩 東京大学新聞研究所助教授]

東海地震対策の現状

井野盛夫

はじめに

災害からの被害を最小限におさえるためには、災害の発生を予知してしかるべき対応を取るか、または予測した災害に対して、その発生原因を除き、目的の機能を失わないように施設を整備しておく方法がある。

地震災害に対しては近代科学技術の発達によっても、気象災害の発生原因を予知する程度には、残念ながらいまだ進んでいない。しかし東海地震についてのみ、直前に予知しようとする前兆観測施設の整備と体制の組織化が、ナショナル・プロジェクトとして進められている。

このような背景から、静岡県地震対策は、昭和53年の大規模地震対策特別措置法制定以来、地震予知を前提とした対策を中心におすすめてきた。また、その後発生した日本海中部地震の津波被害を教訓として、突然発生したときの対策も計画に加えることにした。静岡県は大災害に強く安心して住める郷土を作っていくため、昭和55年以降、防災施設の整備が進められ、着実に防災的都市へと変貌しつつある。地震予知の確度を高めていく努力と並んで、建物や構造物の耐震化、街の不燃化、防潮堤や砂防堰堤の整備のほか、被害の拡大防止と軽減のための行動計画を具体的に定め、くり返し訓練をしておくことが大切である。この点、防災対策が多岐にわたるため、むずかしいといわれるところである。

われわれが進めている東海地震対策は、時系列に、事前段階・警戒宣言発令時・発災直後の応急復旧段階と分けて計画化を計っているが、とくにここでは、基本的な部分に限って紹介する。

被害想定による対策の設定

●被害想定のための考え方 地震対策を有効に行なうためには、できるだけ具体的な目標を設定することが通常とられている。つまり、地域ごとにどのような被害が、どの程度起こるかを定性的に分類し、定量的に知ることが必要となる。

東海地震を想定している静岡県の場合、安政東海地震の再来という想定から、前提とする地震断層モデルとして基本的には東海地震の発生を最初に指摘した石橋モデル(1976)が使われた。しかし、昭和51年当時には被害想定的基础資料となる地震の地盤の挙動や構造物に対する影響については十分解明されていない面が多く、さらに震源付近の地盤の挙動も推定しにくかったため、被害想定作業は非常に困難であった。さらに出火・延焼などは、自然条件や都市の現況を表わす資料が不足していたこと、また消火活動がどれくらい行なえるかなどの人的対応についての研究も途に着いたばかりであったため、現在から見れば不十分である。

こうした背景から、被害想定の見直しをすべきであるという議論もされるが、基本的には昭和54年度から進めている地震対策のための緊急整備事業がまだ進行中であって、これらの事業が完成されたときに改めて検討しようと考えている。

ここでは、過去に実施した想定の内容を紹介し、新たに得られた調査結果について述べる。

地震被害には、地震動や地盤破壊により構造物が破壊される一次災害、火災やガス爆発、油の流出などによって生ずる二次災害に分けて取り扱ったが、発生量が少ないと想定されたものについては除いてある。具体的に被害を推定しなければな

らない要素として、つぎのようなものがあげられる。①推定地震の規模・震源域・地殻変動量、②基盤における地震動、地表での増幅と方向性、構造物への入力、③断層・崖くずれ・地すべり、④構造物の耐震性、⑤津波の伝播、陸上部への浸水、河川への遡上、浮遊物の流出、⑥出火、延焼、危険物施設への影響、⑦避難、⑧ライフラインの影響、⑨パニック、⑩経済活動への影響など、試算にあたり基礎事項として、表層地質・地質分類・地盤の液状化危険度・津波浸水域・延焼面積・急傾斜地崩壊箇所などの調査を実施したが、各要素は自然条件や防災対応が変化することにより不確定になるので、大規模な災害となって、県民生活に大きく影響を与えるものについてのみ扱った。

被害想定をより具体的に表わす定量的な予測はつぎの5項目について行なった。①木造建物の倒壊や崖地の被害、②落石などによる道路上の被害、③津波による浸水、および家屋の流出、④出火・延焼による被害、⑤出火・延焼を除いた人的被害。これ以外にも鉄筋構造物の倒壊、道路や鉄道の被害、地下埋設物の被害、危険物や落下物の被害などが考えられる。延焼火災による人的被害については、静岡県下には大都市がなく、過去の静岡大火時には人的被害がなかったという事例から、対象外としたことが特徴といえる。

●試算による被害の推定 木造建物の倒壊、木造建物の推定に地震応答計算値から推定する方法を試みたが、基本資料が十分に得られなかったことから、関東地震時の木造住宅の全壊率と震央距離、地形地質の関係を用いて県内各地の被害率を推定した。まず県下を緯経度を基本に分割される約1キロメートル四方の標準地域メッシュに分割し、各メッシュ内の地形・地質を、沖積平野A・B、海岸平野、谷底低地、台地、斜面、山地斜面の7種類に分類し、関東地震における震央距離・木造建物全壊率・震度の関係から、図1に示した地表最大加速度を推定した。この際、安政東海や東南海地震の被害状況による加速度の補正と、沖積層の厚さによる加速度の補正を行なった。

資料として用いたところの木造建物と現在のものとは構造上差があり『木造建物の自家耐震診断

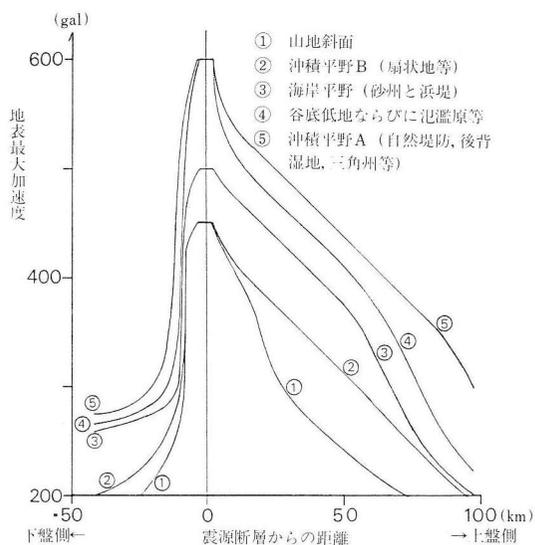


図1 地形・震央距離と最大加速度の関係

法』(静岡県, 1978)により、県内の建物を地域別・建築年次別に約200棟を抽出して評価したところ、古い建物(昭和25年以前)と新しい建物(昭和26年以降、注:建築基準法施行)によって耐震強度に差があることが判った。新旧木造建築物の地震による被害率を求めるため、十勝沖地震の木造建物被害を参考に、被害予測による最大加速度と木造建物全壊率の関係を推定した。崖崩れなどによる被害については、伊豆大島近海地震の被害例から、推定震源からの距離による被害率を3ランクに分け、各市町村の急傾斜地崩壊危険箇所にある家屋戸数を対象に推定した。

津波による被害の推定は、海岸線の総延長510キロメートルをもつ静岡県にとって重要な要素であり、確実な予測をしたいところであるが、シミュレーションに依存すれば、その条件の違いによって想定が大きく変わってしまうことから、過去の災害状況をスライドすることとした。こうしたことから安政東海地震による各地の津波波高を古文書からの解析資料と現地調査によって求め、海岸線に防潮堤などの構造物がないという前提、および津波が1キロメートル内陸に浸水するにつれて1メートル減衰するという前提で最大津波浸水域図を作成した。これを基に床下浸水区域(浸水高0.5メートル以下)と床上浸水区域(0.5メー

ル以上)に分け、被災地帯を推定した。なお全壊・半壊世帯については、狩野川台風(1958)の浸水被害による全壊率(10パーセント)・半壊率(89パーセント)を用いて試算した。

出火・延焼についても津波と同様に地震災害としては大きな要素である。昭和52年当時、出火・延焼を対象としたシミュレーションによる推定も行なわれていたが、利用できるまでには至っていないと判断し従来からの手法によった。延焼動態や避難行動を支配する地震時の出火件数を予測することは困難であったため、日常用いられている火気使用器具を発火源とする出火件数を予測することとした。過去の地震被害から、世帯数・木造建物の全壊率を、出火の関係から求めた堀内・水野式より全出火件数および炎上火災件数をメッシュごとに算出した。各メッシュの延焼危険度は、延焼速度や延焼距離・延焼面積によって表わすこととし3段階に分けた。延焼危険の高いメッシュから同時多発火災が発生し、非延焼メッシュや大河川などで焼け止まると仮定して焼失面積を推定し、そのメッシュに入った世帯数から試算した。

人的被害については、木造建物の倒壊(崖地の被害を含む)、落石などによる道路上の被害、津波による被害に分けて試算した。また、被害状況を推定する要因として、地震が予知された場合を

想定すると、事前に火源の使用を制限し、津波や山くずれの危険な地域から避難することが可能となり、人的被害を皆無にすることが考えられる。対策の目標として、予知がされた場合とされない場合の2つの場面を想定している。試算された東海地震の危険度を表1、2に示すが、東海道新幹線・東名高速道路・ガス・電気・電話などのライフラインの被害については含まれていない。県下の44.5パーセントの世帯が、なんらかの形で被害を受けることになり、震源域あるいは震源から近い静岡県中東部地域の被害率が高く、西部地域の被害率はやや低くなるという結果となった。

●地震防災評価の推進 地震防災対策を進めるにあたっての基本的な考え方は、生活の場である県土そのものが地震に対して、どの程度の危険性を持っているのかを正確に把握し、また住民一人ひとりが充分にこの危険性を認識することである。

このため静岡県としては地質・地盤・火災などに関する基礎資料を整備するとともに、これらの資料を基に危険度の試算を行ない、個々の危険を防除する対策手法を明確にしてきた。ここでは対策の基本となる地盤のアセスメントの現状について紹介する。

静岡県中西部には北西から南東にかけて、領家・三波川・秩父帯、四万十帯、瀬戸川帯、大井川

表1 想定東海地震による危険度の試算
—地震が予知された場合—

		東 部	中 部	西 部	計	備 考
昭和53年末	世 帯 数	330,755	350,523	258,047	939,325	
	人 口	1,126,326	1,306,579	941,328	3,374,232	
全 壊 世 帯		16,000	45,000	8,000	69,000	
半 壊 世 帯		31,000	71,000	19,000	121,000	
津波被害	全壊流出世帯	1,300	1,100	200	2,600	
	半壊床上浸水世帯	10,400	6,800	2,200	19,400	
	床下浸水世帯	3,400	5,400	1,200	10,000	
羅 災	世 帯	(18.6) 62,000	(36.9) 129,000	(11.8) 30,000	(23.6) 221,000	()は羅災率
	人 口	213,000	484,000	115,000	812,000	
被 害	世 帯	(11.3) 37,000	(24.2) 85,000	(7.3) 19,000	(15.1) 141,000	()は被害率 全壊+半壊/2
	人 口	130,000	318,000	71,000	519,000	" "

表2 想定東海地震による危険度の試算

—地震が予知されなかった場合—

		東 部	中 部	西 部	計	備 考
昭 和 53 年 末	世 帯 数	330,755	350,523	258,047	939,325	
	人 口	1,126,326	1,306,579	941,328	3,374,232	
全 壊 世 帯		(10,000) 16,000	(21,000) 45,000	(7,000) 8,000	(38,000) 69,000	()は、延焼地区における 数値をのぞく
半 壊 世 帯		(21,000) 31,000	(35,000) 71,000	(16,000) 19,000	(72,000) 121,000	
津 波 被 害	全壊流出世帯 (振動等被害を除く)	1,300	1,100	200	2,600	
	半壊・床上浸水世帯 "	10,400	6,800	2,200	19,400	
	床下浸水世帯	3,400	5,400	1,200	10,000	
出 火 件 数	全 出 火 件 数	230	580	120	930	春秋の昼食時
	炎 上 火 災 件 数	160	420	80	660	"
焼	失 世 帯	74,000	180,000	21,000	275,000	東北東の風 5 m
人 的 被 害	死 者	3,300	6,100	1,500	10,900	延焼をのぞく
	重 傷 者	4,600	9,800	2,300	16,700	"
	軽 傷 者	30,000	55,300	13,000	98,300	"
羅 災	世 帯	(36.5) 121,000	(71.1) 249,000	(18.5) 48,000	(44.5) 418,000	()は、世帯数に対する 割合、羅災率
	人 口	412,000	913,000	177,000	1,502,000	
被 害	世 帯	(30.8) 102,000	(63.6) 223,000	(14.5) 37,000	(38.5) 326,000	()は、世帯数に対する 割合、全壊+半壊/2
	人 口	347,000	820,000	137,000	1,304,000	

(注) ・罹災世帯：家屋に大きな被害を受けた世帯（全壊+半壊+津波被害+焼失）。
 ・被害世帯：地域の被害の程度を示す値として算定したもので、全壊、焼失、流失世帯に、半壊及び床上浸水の罹災世帯の2分の1を加えたもの。
 ・重傷者：専門的治療を必要とする負傷者。
 ・鉄筋建物の被害については、木造建物と同様の被害率で算定した。
 ・軽傷者数は、新潟、十勝、福井（市部）地震の被害例を参考に算定した。
 ・重複する被害については、被害の合計の算定において、重複をさせてある。
 ・東名高速道路、国鉄新幹線の被害は除外した。

帯の4褶曲帯が形成時代順に並び、これらを南北に横切って赤石裂線や糸魚川-静岡構造線で代表されるフォッサマグナ地帯の断層群がある。さらに県東部には富士山や伊豆半島の新期火山群など、地熱活動の盛んな地域をかかえ、日本列島を形成している主な地質構造要素の大半がここに集約されている。フォッサマグナの断層中には、現在活動中のものもあって考えられ、また駿河湾沿いの日本平や小笠山などの新しい隆起帯は現在も活発に変動していると見られている。いっぽう、赤石山地では新期の地殻変動や風化作用によって大きな山地災害が発生し、これらを含む第四紀の地殻変動は東海地震の予知からも注目されている。地質・地盤を詳細に知るため昭和52年、59年の2回、官公庁および民間が調査した地質、および井戸掘

削のために知り得たデータを収集した。現在までに約1万1000本のデータを、科学技術庁国立防災科学技術センターの協力を得て、県有大型電算機にファイルし、ボーリング柱状図集(図2)として一般に提供している。

これらのデータは各種の解析に利用しているが、さらに各種構造物に対する影響や、地盤の地震による揺れの特性を示す応答解析調査を実施して、ファイル化と印刷物の提供を行なっている。

表層地質については、家屋などを含む一般的な構造物に対する地震動の影響が表層の地質条件によって変わることから、表層5メートル以浅の地質によって代表される地質区分を行なった。またN値が10以下の軟弱な泥層の分布をなす地域については、軟弱泥層の等層厚線図を示し、活断層な

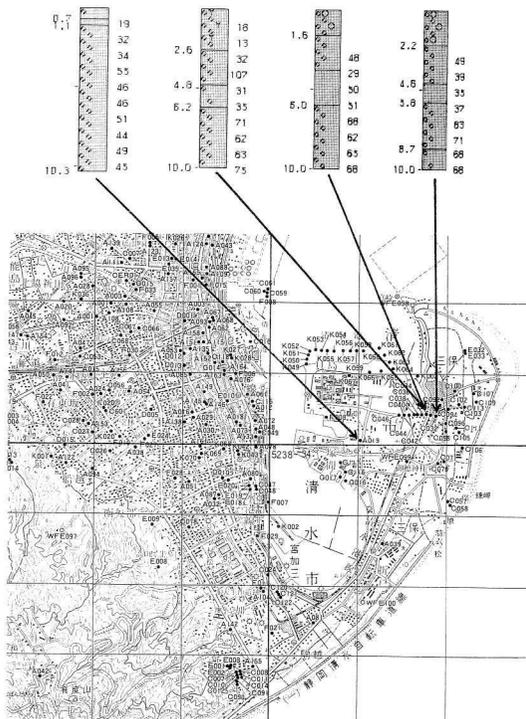


図2 地質ボーリング柱状図および位置図

どの分布も表示したが、その一例を図3に示す。
 収集したボーリング・データを基に、東西・南

北約2キロ(市街地1キロ)のメッシュごとの測
 線に沿って地質断面図を作成し、一般へも提供し
 ている。断面図は構造物を建てる際の設定にも使
 用できるように、とくに基盤の深度と地下の地質成
 層状況などに留意し、地下の状態を表現している。

いっぽうで、人的な被害にはあまりつながら
 ないが、物的には大きくなる液状化現象がある。県
 下には液状化の予測される地域が、狩野川・富士
 川・安倍川・大井川・天竜川の大河川下流の沖積
 平野にあり、都市化が急速に進んでいる。そのた
 め既設構造物の被害を防ぎ、新設構造物の設計に
 も利用できるように、地盤の液状化評価の手法を
 開発した。液状化危険度の判定には、岩崎・龍岡
 (1978)の液状化判定法を修正した簡易式による液
 状化判定法(渡辺ほか, 1983)を用いて、収集し
 た地質ボーリング柱状資料を利用し、県下の液状
 化危険度図を作成した。この資料には、各地点ご
 とに液状化を起こす最低の地震加速度値と、各
 メッシュ内(約1キロ)の平均値を表示した。液
 状化危険度を3種類に区分し、5万分の1の地形
 図に色分けをして利用者の便宜を図っている。

降雨を要因とする山くずれ災害は、法律よる規

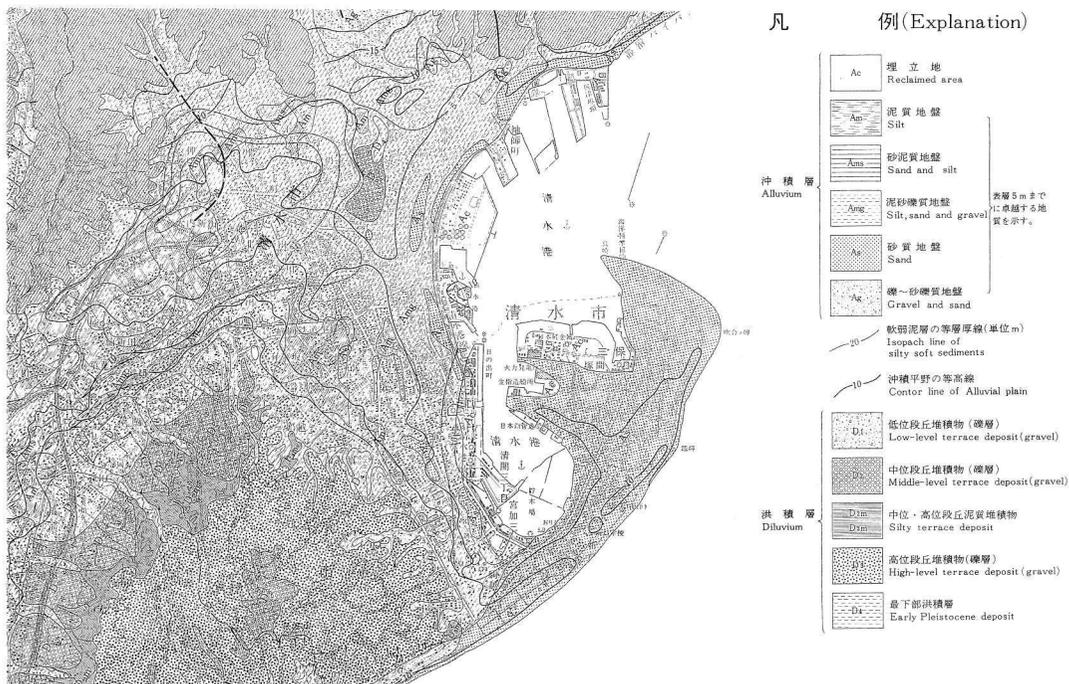


図3 表層地質図

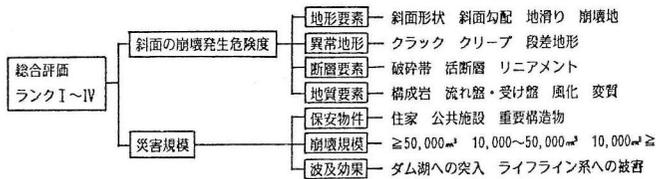


図4 危険度評価フロー

		崩壊発生危険度		
		大(A)	中(B)	小(C)
災害規模	大(A)	I	II	IV
	中(B)	III	IV	IV
	小(C)	IV	IV	IV

図5 危険度判定組み合わせ表

制として、地すべり防止区域・急傾斜地崩壊危険区域・砂防指定地・災害危険区域・宅地造成工事規制区域があり、その他、地域防災計画で指定するところとして、土石流危険渓流急傾斜地危険箇所・地すべり危険箇所・地すべり危険地区・崩壊土砂流出危険地区・山腹崩壊危険地区・地すべり地域などがある。しかし、地震を要因とする山くずれ防止対策の調査は実施された例がなかったため、昭和52年から昭和60年にわたり県下全域を調査した。東海地震の発生時に想定される崩壊土量にして、数十万立方メートル程度以上の大規模な崩壊危険性のある地点について、航空写真調査から判定し現地調査を実施した。また、災害規模および崩壊影響度との両要素からみた危険度のランクづけを行なった。まず各斜面を、形状・勾配・クラック・クリープ・破碎帯・活断層・構成する地質・流れ盤・受け盤・風化の程度などを調査して、崩壊危険度をA～Cランクに格づけし、その土砂が住家、道路や鉄道などの公共施設、重要構造物に影響を与える程度、崩壊土砂の容量、ダム湖へ崩壊したときのその影響などを、災害規模としてA～Cランクに分け、それぞれのランクを組み合わせて総合的危険度を4ランクに評価した。(図4,5) その結果、52市町村、3132か所が危険箇所と位置づけられ、面積にして764平方キロと全県面積の9.8パーセントにも及んでいる。しかし、危険度の最も高いランクⅠの箇所は水系によって大きく差があり、大井川・天竜川・安倍川と伊豆半島に多く、その箇所は170である。

昭和53年の宮城県沖地震の際、仙台市みどりヶ丘団地が被害を受けた例に見るように、人工改変地は地震に対して充分配慮をしなければならないことがうかがえる。埋立て・盛り土・切り土など土地を人工的に改変した地盤は自然地盤と異なり、

表層地質からだけでは一般にわかりにくい。このため、航空写真の解読や過去の地形図から改変地をひろい出し、図示しておくことが今後の土地利用からも必要である。静岡県では5万分の1の地形図に、盛り・切りの斜面の位置、埋土、干拓、農耕平坦化地、段階耕作地を入れ、さらに団地や工場造成などの大規模な土砂の移動について、改変前の尾根線や谷線の位置を図化して一般に提供している。

自然環境について地震対策としての評価をする場合、想定地震の諸元を定め、災害素因である地盤や地形などの地域環境についての評価が必要である。静岡県では昭和57年に国土庁の委託を受け、地域性を個々に評価するいっぽうで、地域全体を将来の土地利用や開発に対しての評価を行なえるよう、土地保全図を作成した。ここでは多様な環境特性の違いを、地域ごとにマトリックスで表現している。いずれにしても各地域の災害環境は同一に評価することは困難であり、災害現象と地域に分けて評価していかなければならない。今後、これら紹介した調査の基本的内容を、もっと容易に利用できるような施設を整備して、一般災害対策に貢献できるようにしていく予定である。

地震防災情報のシステム化

●地震防災情報とは 東海地震対策の特徴として、地震予知に伴って警戒宣言発令から発災までの対応があるが、日本の社会では、いまだその経験を持っていないため、情報の重要性についての認識が薄い。大地震の発生を告げられた政府機関や住民の混乱ぶりは、ペルー・ギリシャ・メキシコなどの例からも推測できる。

情報の収集や広報について“大震法”による指

定を受けた東海地域では、国の基本計画に基づき、防災関係機関などが警戒宣言時の対応について、それぞれが計画を作っている。静岡県では、警戒宣言発令から発災後の応急対策を、従来の地域防災計画とは別に、とくに情報収集と広報の内容と作業手順について、実施要領として定めている。

国からの判定会招集報や地震予知情報を含んだ警戒宣言が、テレビ・ラジオを通じて住民に届いた後は相当な混乱が予想される。住民の応急措置行動を間違いなく早急にとらせるためには、知事の呼びかけが必要であり、さらに行政の防災責任者などの具体的な指示や呼びかけが重要となってくる。また避難行動の状況や、現場からの応急措置がとれたかどうかの確認などを含めて、約50の情報が地震災害警戒本部で必要になるものと推測している。さらに発災した後の被害状況は、災害応急復旧の措置を行なうために大量の情報を、災害対策本部・支部や市町村の本部などに集めなければならない。これらの情報および広報がスムーズに動くためのシステム作りと、送受信施設の整備を行なっている。

●緊急警報放送システムなど 東海地震対策の情報を考える場合、警戒宣言を指定地域住民に対して漏れないように伝達することがまず基本であり、重要なことである。宣言によって社会は今までの通常な体系から異常な流れに変わり、デマやまちがった情報が伝えられ、混乱が大きくなっていくと想像される。このため情報を正確に迅速に住民へ伝達するためのシステムが必要となるが、それ以前に判定会が招集された旨の情報は、県市町村や一部防災関係機関にとっても非常に大切なものである。一般住民に対しては、判定会招集の「30分協定」によって、少しおくれて報道機関から流れる情報によって知らされるが、県の防災要員および市町村へは図6のような流れによって通報される。しかし、このルートは多くの中継が介在していて、時間のロスや操作ミス、機械の故障などが発生するおそれがあり、年2回行なう実施訓練だけでは、毎年担当職員が転勤する人事移動から、正確かつ速やかに行なうことに多少の不安はある（62年度から年7回実施）。

警戒宣言や津波警報（情報の重要さから同一にして扱う）については、時間のロスがただちに人命にかかわることから、情報伝達ルートの改善策として、末端の防災担当者や住民に直接情報を伝達する緊急警報放送システムが開発された。このシステムは、気象庁などからの情報により放送局が特殊な信号電波を出し、防災要員や住民の持つ緊急警報放送受信機（ふだんはラジオとして利用できる）のスイッチを動作させて、深夜であっても情報を伝達できるという画期的なもので、61年9月より運用が開始されている。市販されている受信機はラジオとして利用するには高価であったため、静岡県では低価格の受信機を開発し、県内業者によって『ピロピロ』という商標で販売されている。このシステムによって、津波警報や緊急な災害情報も伝えられる。地震防災対策強化地域のみに限定されたサービスではないので、将来は緊急警報受信機を内蔵したテレビも出廻るのではないかと思われる。

●地震防災情報システム 東海地震の場合、警戒宣言が発令されると、県市町村はあらかじめ整備されている一室に、地震防災対策警戒本部を設置し、情報収集や応急対策にあたるが、発災するとその組織は災害対策本部と名称が変わり、その要員も増加して応急復旧対策活動に移る。各地被災状況の掌握から、災害の拡大防止対策など、少し時間が経過してからは、応急復旧対策などの種々活動が開始される。自治体の各本部では各機関や要員との情報連絡や指示、収集された情報の整理や分析など、大量の関連情報が交差することはたしかである。

通信施設の開発された経緯から、静岡県も地上有線回線部分が多く、これらが途絶したときの通信手段として、無線回線網を考えている。国の各省庁間の情報連絡手段としては中央防災無線、消防庁から都道府県には消防防災無線、都道府県から市町村には防災行政無線、市町村から住民には同時通報用無線、そして地域住民には簡易な無線が整備されている。こうした縦割りの情報ルートは地域内の情報を交換する場合、非常に不便であることから、県支部・市町村・国の出先機関をそ

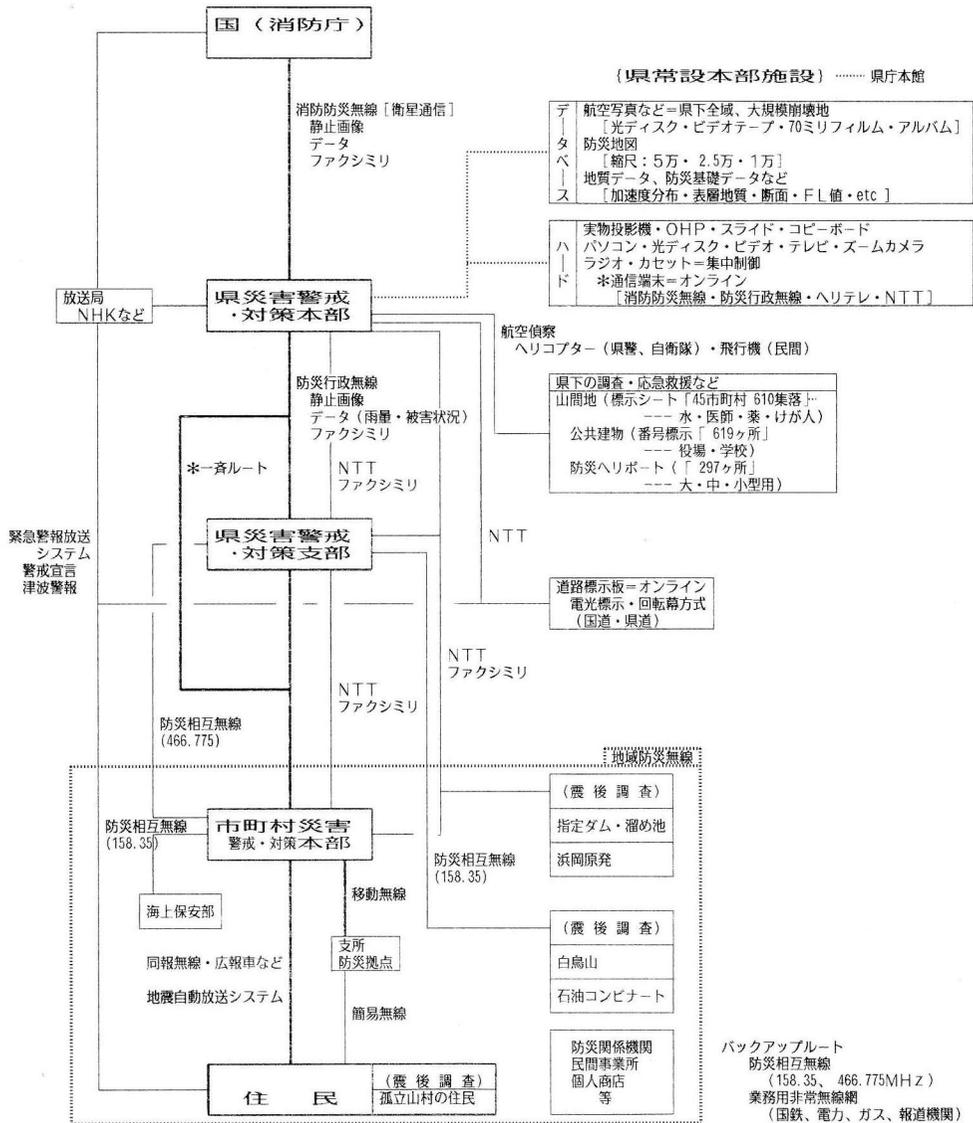


図6 静岡県地震防災情報システム

それぞれ結ぶ防災相互無線，鉄道・電力・ガス・報道機関を結ぶ業務用非常無線が整備されている。さらに民間との情報交換を密にするために，市町村・防災関係機関・民間事業所・個人商店などを包括した地域防災無線が，63年度から認可される予定である。

これらの無線網は非常に限られた回線を使っているため，その目的や伝送量をあらかじめ整理しておかねばならない。こうしたことから静岡県では，緊急連絡や一斉通報などの簡単な情報については音声伝達を主として行ない，情報の内容確認と地図や図面，多量の数値情報などは，ファクシ

ミリを使って送信することとしている。将来は各地域の被害集計表などのような定型情報については，通信回線の空きを利用して，高速データ通信によって本部に集め，コンピュータによって自動集計できるようなシステムを検討している。

このほか，直接画像によって判断できる情報もあることから，機動力と迅速性を兼ね備えたヘリコプターによる電送システムを整備している。現地の上空に飛び直接テレビ画像を本部に電送するが，山間地のため本部中継塔が直接望むことができない場合は，いったんVTRに納めたのち現場から離れて送信することも可能であり，これらの

指示は本部から音声をもって搭乗者に伝えられる。また地上から現地に到達できる場合には、テレビカメラによる動画像を直上に飛来したヘリコプターを中継局として、本部に直接送信することが可能なヘリテレ・システム、防災行政無線波を使って、同じように現地から支部や本部に静止画を送るモニタ静止画像伝送装置が近く整備される。

●災害対策本部の情報の流れ 災害対策本部には支部を通じて情報が集まってくるが、その中で応急対策を迅速かつ確に行なうため情報の分析と検討が必要となる。静岡県では知事を本部長とし、副知事・出納長・警察本部長を副本部長、関係部長を構成員として最終判断を行なうための本部員と、その下部組織として県本庁課長を班長とする5班240名からなる災害対策本部の中核を構成している。

これらのヘッドクォーターを収容する総合司令室には、商業放送・ヘリテレ・静止画・光ディスク・パソコン・書画カメラなどが受像できるテレビ受像機、NTT、消防・防災行政の両無線が使える受話器、航空写真のスライドを投影するスクリーン、震源決定などができるパソコンなどが整備されていて、ディスプレイやスクリーンに映し出された情報で総合判断することになる。

この総合司令室を支えるための組織として、各地から集まる情報の集計や整理を行ない、総合司令室からの情報を伝達する情報班、被害状況を分析し適切な対策の検討を行なう対策班、要員の確保、他機関との調整を行なう総務班、住民への広報を行なう広報班、資材や機材を管理し職員の生活を維持するための準備を行なう管理班があり、これらは総合司令室の周囲に配置されていて、電話・コピー・対話によって、各班の調整と連絡が行なわれる。

情報管理を含めた本部要員の行動については、「静岡県地震災害警戒本部運営要領」を始めとして、航空偵察・情報広報活動・業務処理行動などに関する各種要領などによって細かく定め、人事移動があっても、その任務を遂行できるよう配慮している。

東海地震対策はスタートしてから10年を経過したが、地震予知という今までに経験したことのない社会変化を予想して対応をとらねばならないことから、非常にむずかしい問題である。緊急整備事業の完了に伴って、当初、目標とした最低限の防災施設ができあがるが、人口増加・世代交代・土地開発など、かなり都市が変化をしている。それにも増して、時間の経過とともに薄れていく住民の防災意識の低下をくい止めることが課題となっていくと思われる。問題の解決について、住民一人ひとりが責任を負うことは当然であるが、行政として都市の防災化と並んで、住民に対する啓発が大切であると考えている。

静岡県の地震対策の内容について発表されているものが多いので、今回は重複しないように心がけた。参考までにこれらの論文名を記しておく。

参考文献

- Earthquake preparedness division Shizuoka prefectural government, 1986, Earthquake counter-measures in Shizuoka prefecture.
- 井野盛夫, 1984, 静岡県の東海地震対策, 建築雑誌, 1984年9月号.
- 井野盛夫ほか, 1986, 静岡県の防災アセスメントの現状, 日本応用地質学会シンポジウム.
- 石橋克彦, 1976, 東海地方に予想される大地震の再検討—駿河湾大地震について, 地震学会講演予稿集, No. 2.
- 石崎敏男ほか, 1978, 砂質地盤の地震時流動化の簡易判定法と適用例, 第5回日本地震工学シンポジウム.
- 岩田孝仁, 1985, 静岡県における地震防災対策システム, 地方自治体コンピュータ, 1985年10月号.
- 静岡県地震対策課, 1979, 東海地震に備えて.
- 静岡県地震対策課, 1980, 東海地震に備えて, 改訂版.
- 静岡県地震対策課, 1983~1984, 東海地震への挑戦—その対策と実戦, 月刊消防, 1983年3月~1984年1月号.
- 静岡県地震対策課, 1985, 静岡県の東海地震対策, 1984版.
- 静岡県地震対策課, 1985, 東海地震に備えて, 三訂版.
- 杉山俊朗, 1986, 静岡県の地震防災対策—危険・施設・住民, 地震防災セミナー.
- 杉山俊朗, 1986, 東海地震に対する取組み, 人と国土, 1986年10月号.
- 渡辺定弘ほか, 1983, 簡易式を用いた静岡県の液状化予測(続報), 第18回土質工学研究発表会講演集.
- [いの もりお 静岡県地震対策課技監]

週刊誌に読む地震の歴史

仁尾一三

大正時代に始まった

戦後の昭和30年代に始まった、いわゆる“週刊誌ブーム”のために、すべての週刊誌は戦後生れと、とくに若い世代は思い込みがちであるが、実は関東大震災のとき、すでに2つの週刊誌が存在していたのである。

わが国の初の週刊誌による地震特集記事は、大正12年9月9日発行の『サンデー毎日』（第2年第39号）のもので——「有史以来の大惨禍を醸した戦慄すべき大地震と大海嘯 九月一日——厄日の前一日の正午突如として関東の大地を襲い忽ちにして帝都を始め東海の一部を震滅せしめ人間の“弱さ”をしみじみと痛感せしめたこの悲しむべき事実」の見出しで、下野信之・大阪測候所長の「今回の大地震の原因は世界地震帯の陥没にある」というタイトルの手記もある。

それによると——「地球には大きな亀裂がある。この亀裂はかなり大きいもので、ほとんど地球の半面に線を描いたように溝をなしている。この亀裂はしばしば陥落して地殻を揺すぶる。一度陥落すると、その溝全体に——すなわち地球の半面から震動が伝っていく。地震学者はこの溝のことを“地球の弱線”とか、あるいは“世界地震帯”とか名称している」と解説し、「今度の地震もこの“地震帯”が原因で、今年から“太平洋地震帯”の活動に入る」と予測している。

また、「地震に周期なし」のタイトルをつけた京大志田順教授の談話もあって——「今度の大地震の震源は、相模灘の西北岸地方にあると私は推定します。地震計の示すところ

を総合すると、弱線は北北西の一線と、南南西の二線らしく、小田原を震源と見れば、北北西の一線は丁度甲府を経由することとなり、南南東の一線は横浜東京を経由することになるのである。で私はこの二線に沿った地方が損害が一等多かったらうと思う。しかし東京は横浜よりも少しはずれているために地震そのものの損害は横浜よりも少なかったはずである。東京の損害は火事による損害であると思われる」と語り、さらに「地震には周期というものはない。ただある一つの地震があれば、それに引き続いて数回または数十回の大小の地震が起こり、一旦終わってしまうとまた無震状態が続くものである」とし、「私は新聞で秩父連山が噴火したという記事を読んだ。おそらくそれを見た人は秩父連山付近の火事かなにかを見て秩父の噴火だと思ってしまったのではあるまいか。もし秩父連山が噴火したとすれば、地球は大変動を起こし、また昔の液体状態に復帰するものと考えなければならぬ。秩父は地盤が古成層であるから決して噴火する訳がない」。

この談話の日付けは9月2日、つまり地震の翌日になっている。かなり冷静な分析のようであるが、専門家各位のご感想はいかがであろうか。

また、この年末の『週刊朝日』12月23日号（29号）は、「地震の故で海苔は豊年」の見出しで、「ちょうど新海苔の季節となったが本年は東京湾の本場を始め全国各地の産地および、朝鮮とも非常の豊年予想である。昔から海嘯や地震の年には必ず海苔は豊作であるといい伝えられているが本年もそれが事実となって現われるらしい」という“説”を書いている。

昭和8年の大災害

歴史に残る三陸の大津波を、『サンデー毎日』昭和8年3月12日号が報告している。

「地災・水災・火災を巻起した北太平洋の大混乱 三陸地方の地震を打診する」のタイトルで、筆者は三好武二となっている。この特集のリードは、10年前の関東大震災の記事よりも大時代なところが、なんともおかしい。

「三月三日、雛祭、薄紅色の桃もほのかに咲いて、白酒の香がうっとり内裏様とお姫様の頬を染めようというこの佳日、突！ 東北の一角から大津波（注：この時代になると、ツナミの漢字が変わっている）襲来の悲報が、甘い雛節の夢を蹴破って、全日本の神経をいやが上にもゆすぶった。二年も続いた飢餓禍の傷疾未だに癒らないところもってきて、またしても心なき水魔が跳梁に委ねられたのである。熱河の空には砲声いんいんととどろき、しかも日本が“光榮ある孤立”に追いつめられたその直後だ。国民の驚愕と狼狽と戦慄とが、三陸大津波を中心として三つ巴に渦巻いたのも決して無理ではなかった。

死、傷、行方不明者2,881人、流失、倒壊、焼失、浸水家屋10,796、流失船舶1,533——これは3日午後11時まで以内務省に到着した数字に過ぎないが、被害はまだ拡大する模様でもあり、ともかく北太平洋岸に死の町が累々と横たわったのは争へない事実だった。浸はれた家、覆った船、悲しい犠牲者の屍、寒空に泣き叫ぶ罹災民の悼ましい姿、ただ酸鼻の一語につきるものになすく

られているだけだ。

それは万斛の涙をそそぐべき大震禍であり、呪うべき自然の逆逆であり…。

本文はどうか。

「陸前、陸中、陸奥の、いわゆる三陸の沿岸は、太平洋の怒濤に洗われながら、いつもの静かな静かな眠りに落ちたが、こたつ火に結ぶ夢いとまどらかな頃合、近来珍しい強震によってまず目覚めた。止った時計の針は午前2時半を示していた。この地方にとって、地震そのものよりも“その後に来るもの”が恐ろしい。津浪だ。大海原の挑戦だ。はたして初震後30分ばかりして、もりもり盛りあがった巨浪が何物をも糾糾するの魔力を貯へながら、ドッと押し寄せたのであった」。

「不安な夜が明ける。眼前に展開する光景は惨憺たるものである。壊れた家と、砕かれた船と、流された家財道具と……その中に横たわる屍、屍、屍！ 乱れ乱した髪が板の破片にからみつき、頑是ない子供の頭は材木にひしがれている。なおも執拗な津浪よ、それが5回目の襲撃だったが、小山のような巨濤が暗緑色の怒りを帯びて、ドブドブと打ち上げる。それまで砂地に吸いつけられていた家屋や家財や屍が、にわかに生気を与えられたかのように濁った水に浮かび、あちらこちらを漂うのだ。その間救護班と警備隊と新聞記者のみが、腰から水びたりになって活動する姿がほの見える」。

“実況レポート”につづいて「三陸地方は大津浪の常習地といわれている」とし、「史上始めて現われたのは貞観11年（西暦869年）で、“5月26日癸未、陸奥国他大いに震いて城邑を破壊し、海嘯哮吼して溺死はなはだ多し」と三代實録氏を語らしめている」と、津浪の歴史も紹介している。

1970年代に始まる流言非語

昭和ヒトケタ時代の週刊誌のレポートを、しかし大時代だとか、大

ゲサだとか、戦後の週刊誌は笑えない。笑う資格はない。“明日にも大地震が…”というスタイルの特集が、いかに氾濫したことか。

戦後、もっとも早い時期での“週刊誌地震記事”は、『週刊読売』（昭和29年1月31日号）の「暖冬異変は大地震の前ぶれ シベリヤに人工海が出現 暖冬に咲いたサクラ（和歌山県新宮）」かと考えられる。

このとき、わが国の週刊誌は上記の3誌のみで、まだ週刊誌ブームは到来していなかった。昭和31年2月、『週刊新潮』が発刊されたのがきっかけで、週刊誌が乱立するようになり、松代地震、予知連の発足の時期をきっかけに、地震記事が絶えず、どこかの誌上に登場するようになる。

その“前兆”として、たとえば、37年には「8月14日に関東大震災が起こる」「空からはスイ星が降ってくる」…、などのウワサが一部で書き立てられた。このため、週刊誌が「富士山再爆発説」をめぐって…」座談会を組んでいる。出席者は坪井忠二東大理学部長、久野久東大教授、広野卓蔵気象庁地震課長、作家の新田次郎さん（気象庁測器課）。もちろん、火山同士はアカの他人で、火山爆発の北上説、南下説には根拠がないこと、噴火と地震は関係ないこと、さらに地震予知には膨大な金と人が必要なことを語っている。

39年に新潟地震が起こり、一般の地震への関心が高まったのだが、このとき『週刊朝日』は「現地ルポ新潟、魔の午後1時1分55秒」のタイトルで、8ページの大特集を組んでいる。

翌年8月3日に松代地震が始まったが、この頻発地震の予測をめぐる混乱を、『週刊新潮』（12月11日号）が、特集「松代地震観測の対立騒動」で紹介している。つまり、長野気象台と松代地震観測所が、「大きな地震にはならないだろう。起きても5ぐらい」と発表（10月6日）したのに対して、3日後に気象庁の発表として「中程度の地震が起こる可能性もある」と各紙に書かれて騒ぎが大きくなったが、11月24日になっ

て東大地震研が「松代大地震はない」と発表。結局、この予測は的中したわけだが、このときの震研所長は萩原尊禮博士だった。

44年、十勝沖地震。これをきっかけに閣議了承の形で地震予知連絡会が発足。しかし、48年1月11日号の『週刊新潮』は「今年度の地震関係の総予算は約九億円で、これを少なくとも三倍に増額してほしいというのが、学者たちの“最後の願い”のようである」と嘆いている。

この年には、資源衛星が、関東平野を東西に走る地球の割れ目、大活断層を発見。『週刊朝日』6月8日号は「南関東に大活断層・異常気象——迫るか“日本沈没”」のセンセーショナルな見出しで、特集を組んだ。もっとも中身は、「騒ぐには値しない」という各学者のコメントを紹介してはいる。

ところが『週刊サンケイ』は、9月7日号「50万人は確実に死ぬ地獄図絵！ “第2次関東大震災”で生き残れるか」のタイトルで、磯村英一氏と村上處直氏の対談によって、防災を警告している。

9月1日が近づくと、地震関連記事を各誌が掲載するのは、いまでは毎年の恒例行事となっているが、相も変わらず、“迫り来る第2次関東大震災”が横行するのは困りものだ。インチキ予言者が次々に登場し始めたのもこのころ。『週刊新潮』は7月19日号で、千葉県我孫子市に住む小沢日吉さんの、地下水の変化で地震を予知する“小沢式地震予知理論”を紹介、萩原会長の「経験とカンを頼りに、ときどきマグレあたりがあるだけ」というコメントをつけ加えている。

「12月1日午前0時30分大地震が起こる 震源地は房総沖」と街の科学者がズバリ予言！ という凄たいタイトルは、『週刊平凡』9月13日号、東京・中野の相対磁波研究所なところの中村史郎所長（当時57歳）の独特の測定器による“予言”で、これは翌年の『週刊文春』12月24・31日号が「騒いだほうがよっぽどバカ。12月1日東京大地震」説の主は科

学者どころか」のタイトルで後追いをしている。ここで、気象庁の末廣重二地震課長の「物情騒然としてくると、かならず、こういう神がかりな人物があらわれるのは世界共通です。ただ外国では、それを雑誌がともにとり上げるということはありませんけれどね」というコメントでしめくくっているのは、なんとも皮肉なことだった。

この48年の暮れには、ご存知ナマズ君も登場。やはり物情騒然としていたということか、『サンデー毎日』12月24日号が「ナマズの地震予知」はホントだった?と題して、都内の国際シンポジウム「ライフサイエンスの将来」の席上、カリフォルニア大学のシオドア・パロック教授の「ナマズは地震を予知できるはずです」というご託宣を紹介した。ここでは、河角広・東大名誉教授が否定し、末広恭雄「お魚博士」が「歓迎」している。

ともあれ「ナマズ問答」は今に至るもつづいている。そろそろ結論がでてもいいころだと思われるが…

49年5月、伊豆沖地震が発生。マスコミはこぞって、「続いて関東大地震か」と大騒ぎ。

その最中、「関東に大地震が10年以内に起きそう」と地震学者が東京脱出!——その人は元気象庁観測部長の木村耕三さん。疎開先は安全な岩手県、とレポートしたのは『週刊平凡』5月30日号だ。なにしろ「専門家」が予測して、東京を脱出したのだから、話題をさらったのだが、もちろん、その後10年たっても関東地方に大地震は起こらず、逆に仙台沖、日本海中部に地震が発生して、岩手県もグラグラしたのだから、なんとも木村さんには具合の悪い結果になってしまった。

この伊豆沖地震では、あの椋平広吉さんも抜け目なく登場。『サンデー毎日』6月9日号で「伊豆沖地震も当たった」と言っている。

また「49年6月18日午前8時大地震が起る」と予言して、全国の官公庁にピラを配布した新興宗教「一元の宮」の元木勝一教祖が、大騒ぎを

起こしたあげく、神殿で割腹という人騒がせな事件も起こっている。

50年を迎えようという年末の12月26日、予知連は「川崎市でここ1、2年のうちにM6、震度5～6の地震が…」と発表、防災設備や用品がよく売れたのだった。

50年2月4日、中国の遼東地震、「地震予知奇蹟」と、これまた各誌を賑わせた。

東海・駿河のクローズアップ

51年8月、伊豆半島が2回の地震でグラグラしている最中、「石橋学説」が登場して、インパクトを与えた。

「明日にも起こる? 地震研、気象庁も認める“駿河湾にマグニチュード8大地震”」(51年9月16日号)の『週刊サンケイ』を始め、「明日にも起こる石橋説 地震駿河湾直下型 東京から名古屋までの壊滅度」(『週刊朝日』10月22日号)など、ほとんどあらゆる週刊誌が取りあげている。

石橋学説(モデル)が学会で報告され、さらにそれを地震予知連が“追認”した形をとった背景には「かなりととのったモデルだったものだった」こともあろうが、以来、東海・駿河の、いわゆる空白域が注目されるようになり、というより、注目の度が高まってきて、観測が強化されるようになったことは、石橋モデルの功績の一つであることは、まぎれもないことである。

したがって、その後、「特報“宮城県沖地震”でわかった“地震予知”の意外な盲点」(『週刊サンケイ』53年6月29日号)とか、「判定会が招集されたら確率90%」東海大地震発生情報の迫力(同じく『週刊サンケイ』7月5日)など、判定会を真面目に紹介する記事も見られるようになった。

とはいうものの、それでも「巨大地震は確率90パーセント! 大予測=1980年の凶変暦」“気になる日本列島、加速される異常現象——正村

史朗、相良正俊、荻田徹氏らが緊急分析」(『週刊現代』55年1月5・10日合併号)とか、「衝撃データ公開 3月上旬に房総沖で巨大地震が勃発する!」(『週刊現代』57年2月13日号)などがまかり通った。

極めつけは、「気象評論家」の肩書付きで登場した相良正俊氏。本来の“気象予想屋”に励んでいればよかったのに、「1983年9月10日から15日の間に関東大震災が起こる!」(『女性自身』56年7月9日号)などに予言し、翌年には『富士山大爆発』なる“怪書”を出して、大いに人心を惑わせた。そもそも、その根拠が、富士の大沢崩れを見て、「これはただごとではない」と感じ、この冬は寒かったから、火山のフタが軽かったからだというのだから、「世迷言」もいいたところ。大沢崩れは、この原稿の冒頭の座談会で、新田次郎さんが「気持ち悪いですわ」といっているくらい、何年も前から周知のことなのに、「びっくり予言」をするのだから、このサガラさんが元気象庁の職員だったとは、とうてい信じられないことだった。

最後にいいたいことは、戦前戦後の週刊誌の地震記事を駆け足でメモしてみたが、地震への関心が高まるにつれて、怪し気な煽情特集が、大見出しをつけて登場するという悪しき風潮が、いまなお跡を断たないことである。自戒をこめて反省する次第である。

ただ一言いわせてもらえば、この風潮にテレビ各局が参加していることが気になる。先月3月の日向灘の地震のさい、NHKは定番番組を中断してまで、ながなかと“津波警報”を繰り返し、結局、“泰山鳴動”に終わった。このさい、NHKの杞憂とか面子はどうでもよいことで、これが狼少年になって、本当の“予知”“予報”“警告”が、閑却されることではあるまいか。地震に関する情報が慎重の上にも慎重を要求されるのは、あに週刊誌のみならんや、である。

[にお いちぞう 『週刊新潮』記者]

■ 地震予知連絡会情報 ■ 浜口博之 ■

今回は第78回地震予知連絡会（昭和62年2月23日）と、第79回（昭和62年5月18日）に提出された合計115件の報告から、いくつかの項目を選んだ。報告内容を地域別にみれば、東海23、伊豆半島22、関東17、北海道・東北28、中部・近畿以西16、その他9である。観測強化地域（『地震ジャーナル』、No.1参照）の南関東・東海地方に関する報告が、全体の半数を占めている。

御前崎周辺の地殻変動

第77回予知連では、御前崎のそれまでつづいていた沈降が、昭和61年10月に突然隆起に転じたことが報告された。これは来たるべき東海地震の前兆現象の1つではないかとの疑いがもたれ、その後の地殻変動の推移が注目された（『地震ジャーナル』、No.2参照）。第79回予知連で報告された国土地理院の測量結果を、図1に示す。掛川（BM140-1）に対して御前崎に近い浜岡（BM2595）の沈降を示したもので、曲線Aは観測値を、曲線Bは季節変動を除去し、プレート運動に関係した値を示している。全体として御前崎側が0.5cm/年の割合で一定の沈降をしているようすが表われている。問題の昨年10月の隆起は、曲線Bで最後から3番目の上側に約10ミリメートル飛び出した点である。今年1月の測量では元の沈降曲線上にもどっている。しかし、4月には再び4ミリメートル隆起側に転じた。4月の結果は測量の誤差内の値であり、この隆起が自然現象によるものかどうか、このデータだけでは判断できない。あと2～3回の測量結果を待って総合的に判断する必要があるというのが、第79回予知連の結論であった。

掛川－御前崎の測線上で、静岡県が独自に毎週実施している菊川町－小筑町の短距離水準測量の結果は、全体としては、御前崎側の沈降を示し、長距離水準の結果（図1）と調和的である。しかし、1986年10月以来の沈降量は、それまでの規則的な季節変動を含んだ沈降パターンから隆起を示す方向にかなり偏差したままの状態がつづいている（第79回予知連資料）。

いっぽう、駿河・南海トラフに直

交する名古屋大学の三ヶ根－蔵王基線（16.1キロメートル）、栗ヶ岳－女神基線（18.1キロメートル）での辺長変化は、1985年春頃にそれ以前の値より1桁大きい短縮率に変わったことが、最近の光波測量結果で明らかになった（第79回予知連資料）。地震活動では、駿河湾内外の微小地震が3月に入り、やや活発になったように思える。3月6～17日には静岡市東方の駿河湾で、従来、地震活動のないところに、M3.1を最大に小規模な群発活動があった（第79回予知連資料）。また、防災センターの資料によると、4月22日に駿河トラフのやや西側を御前崎南方から北方の内陸にかけて、5か所ではほぼ線状にM2.3～3.4の微小地震が1日の間に連発した（第79回予知連資料）。御前崎の沈降曲線の乱れ、辺長の短縮率の変化、駿河湾周辺の地震活動の出現など、最近のやや異なった一連の活動については、今後、一層注意深く見守っていく必要があるというのが、第79回予知連の一致した意見であった。

伊豆大島噴火と周辺地域の地殻変動

第77回予知連の直後の11月21日に伊豆大島で大規模な割れ目噴火が発生し、その夜のうちに全島民が無事に避難したことはまだ記憶に新しい。噴火の翌日の11月22日、

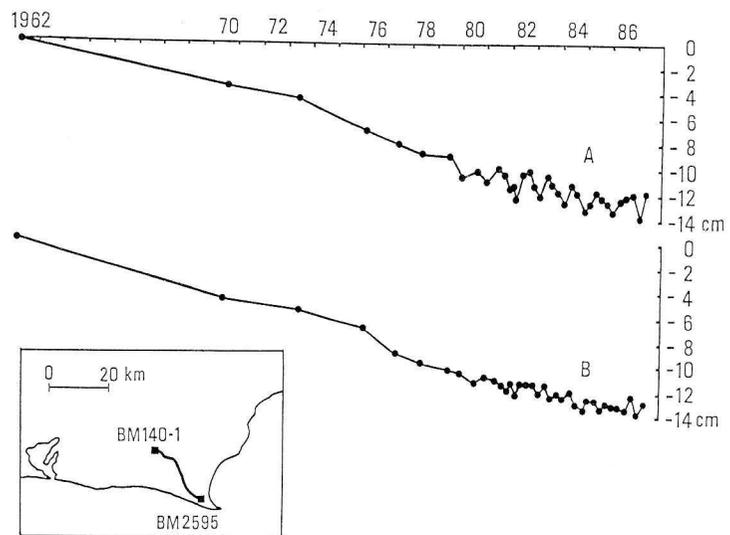


図1 御前崎の沈降（第79回予知連、国土地理院資料）

A：掛川からみた御前崎の沈降曲線（観測値）

B：季節変化を除去した沈降曲線

地震予知連絡会は緊急に強化地域部会を開き、噴火に伴う周辺地域への影響を討議し、つぎのような内容のコメントを発表した。「伊豆大島や房総・伊豆両半島の観測点では、噴火に相前後し異常な変化が記録された。今回観測された変化は直接には大規模な噴火に原因があることは明らかである。この変化が周辺地域に発生する大地震の前兆であるとは考えられないが、しかし、隣接の南関東・東海地域については注意深く見守ってゆきたい。噴火現象であるにもかかわらず、部会が開催されるに至った背景を振り返ってみよう。

まず、伊豆大島が南関東観測強化地域内にあり、この日の午前9時41分M6.1の地震を含め群発地震が広範囲に発生したこと(図3参照)、そして、気象庁が南関東・東海地域に展開する体積歪計のうち、伊豆大島や周辺の観測点で基準値以上の異常値が観測されたことなどがその背景にある。異常な歪変化の出現時刻が、割れ目噴火の発生と時間的に一致していることは、図2の記録に明らかである。火口から約4キロメートル離れた大島測候所で観測された歪は、 1.1×10^{-4} に達する地殻の伸びを示している。この値は岩石が破壊するとき観測される歪量で、非常に大きな地殻の変形であったといえる。伊豆半島の東伊豆・湯河原・土肥などでも、ステップ状の異常な歪が観測された(図2)。これらの歪振幅の距離による減衰は、伊豆大島を原点に取った場合の理論カーブに一致する(第78回予知連絡資料)ことから、異常な歪の発生場所が伊豆大島であり、強化地域内の別の場所とは考えられない。

気象庁の体積歪計以外にも、いろいろな現象に異常が観測されたことが第78回予知連絡で報告された。たとえば房総半島では、千倉の観測井で13.5センチメートルの急激な水位上昇(防災センター)、鋸山地殻変動観測所の伸縮計に見られる地殻の伸び(東大地震研究所)、また伊豆半島では、湯ヶ島・河津の歪計の伸び、河津の水温の急激な低下(京大理学部)などがあげられる。伊豆半島内の歪計や水温の変化には噴火に先行した前兆的変動も観測されたことが報告された(京大理学部)。

噴火活動は、地下深部のマグマが短時間のうちに地表に移動する局所的な現象である。そのマグマを絞り出す機構は、その火山の周辺の広域的な地殻応力の状態と密接に結びついているというのが今日の解釈である。したがって、噴火がいったん始まるとその影響が周辺の地殻応力状態に逆に影響を与えることは十分に予想されよう。噴火直後の短期的な影響はすでに述べた通りである。しかし、噴火活動が長期的にどのような影響を周辺地域に与えるかについては、まだ良く判っていない。伊豆大島の噴火史(『日本活火山総覧』, 気象庁, 1984)を見ると、たとえば、1777年～1779年の安永の大噴火の3年後の1782年には、M7.3の地震が小田原付近に発生している。このような歴史に照らせば、群発地震が間欠的に発生している伊豆東方沖を含め、周辺の地殻活動を一層注意深く見守ることの重要性が理解される。

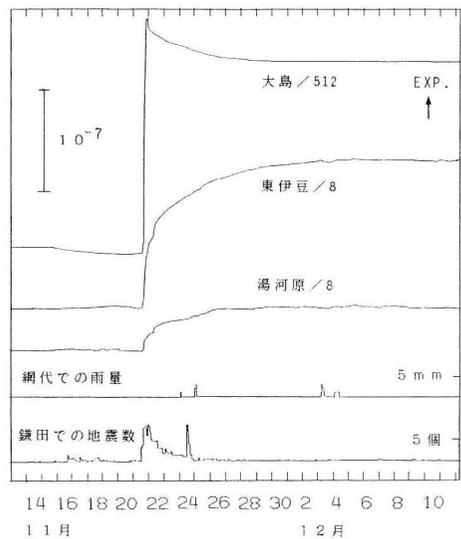


図2 伊豆半島噴火(1986年11月～12月)前後の歪変化(第78回予知連絡, 気象庁資料)
歪のスケールは、各観測点を示した数値倍する。
矢印の方向が伸びを示す。

伊豆半島周辺の地震活動

伊豆半島東方沖(伊東・川奈崎沖)の群発地震は1978年以降、繰返し同じ領域内に発生し、これまで大小14回の群発活動があった。これら一連の地震活動はフィリピン海プレートのもぐり込みに伴う伊豆半島の地殻活動の1つであり、伊東市周辺の地殻の隆起現象や地磁気の減少と密接に関連している。これまでの活動については『地震ジャーナル』No.1, 2の資料を参照して頂きたい。もっとも最近の群発地震は、5月6日に始まり、11日には活動が最高に達した後、18日にはほぼ鎮静化した。この間の地震回数は2300回を超えた。この中には、M5が1回、M4が8回含まれる。従来の伊東・川奈崎沖の群発活動域に較べて、今回の活動域は系統的に東側にずれているのが特徴的である。図3, 4は1986年1月以降のこの地域の地震活動の震央分布と時間推移を示している(第79回予知連絡資料)。この期間には昨年10月の川奈崎沖、11月の伊豆大島噴火に伴う2つの群発活動が含まれている。今回の活動域と昨年10月の活動域の間には活断層(活断層研究会, 1980)が南北に走り、2つの領域がこの構造線によって分けられている。したがって、今回の群発地震は、構造的に異なったブロックに発生したと見るべきかもしれない。伊東・川奈崎沖の群発活動は北方に飛火するのではないかとシナリオも一部には描かれているが、今回の活動に関する限りその兆候は認められない。むしろ、東方に活動が少し拡大したと解釈するほうが自然である。

伊豆半島の隆起の中心に近い伊東検潮所のデータを、周辺の検潮結果と比較すると、1979年以降ほぼ一定の割

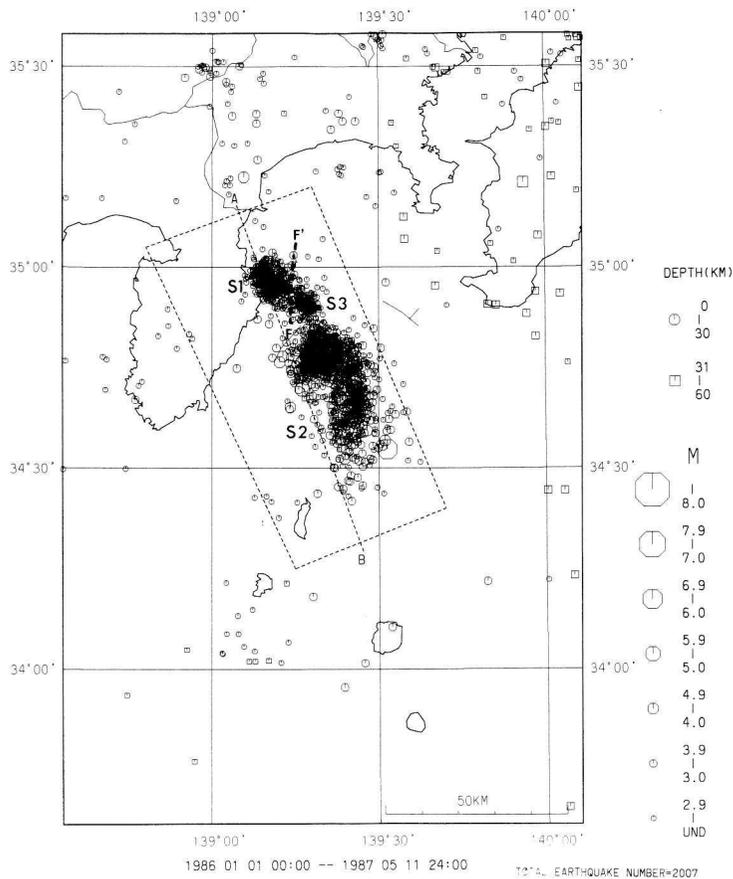


図3 伊豆東方沖の地震活動（第79回予知連，気象庁資料）
 S1：1986年10月の群発 S3：1986年11月伊豆大島噴火に伴う群発
 S2：1987年5月の群発
 破線の領域内の地震の時間推移は図4に示す。S1, S2, S3および活動断層S1, S2, S3および活動断層（FF'）は筆者が加筆したもの。

合で伊東側が隆起している（第79回予知連，国土地理院資料）。また，1986年9月～1987年3月の全磁力測定結

果には顕著な変化は認められなかったもの，隆起地域では依然として全磁力の減少がつづいていることが明らかにされた（第79回予知連，東大震研資料）。

三浦半島西方の相模湾内に，M 2.8, 2.9の浅発地震が1月に発生し，つづいて2月，その近くに微小な群発地震が起きた（第78回予知連資料，図3参照）。これらは，小規模であるが，従来，地震のない地域に起きた地震である。

東日本の最近の地震活動

第78回予知連の気象庁資料によると，昭和61年の日本付近に発生した主な地震でM 6以上のものは合計9個である。その内訳は，北海道・東北5，関東2，九州2である。これらの地震で震度Vになるものは1個もない。震度Vを記録した地震は，昨年11月の伊豆大島噴火に伴う火山性群発地震の中に4回あった。震度Vは，場合によっては壁に割れ目ができたり，座りの悪い家具などが倒れたりして被害の出始める地震である。過去50年の地震統計によると，関東以北の太平洋側で発生した地震のうち，震度V以上の地震は合計27個である。したがって，この期間中の震度Vの発生率は0.5回/年となる。これは，関東以北の地域では平均的に2年に1度ぐらいの割合で，どこかで震度Vの地震が起きることを意味する。

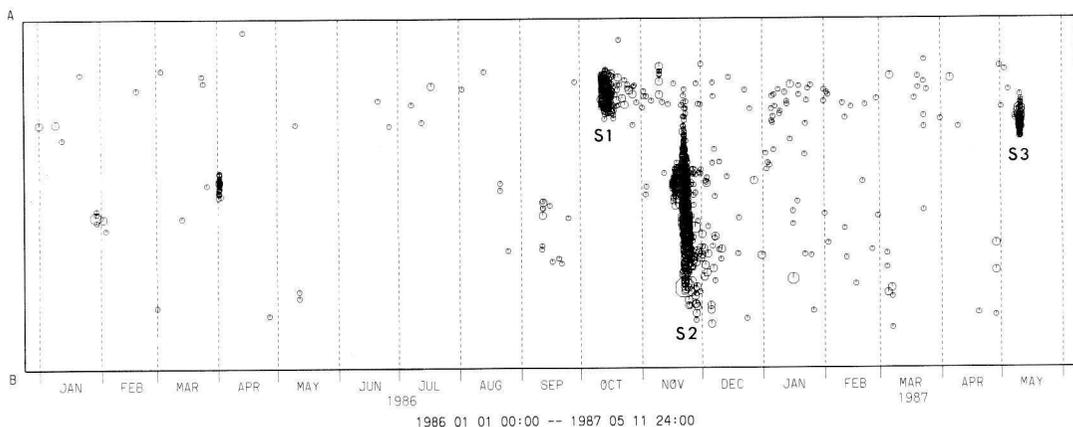


図4 伊豆東方沖の地震活動の時間的推移（第79回予知連，気象庁資料）
 縦軸のA Bは図3に対応する。S1～S3は筆者が加筆した。

いっぽう、昭和62年には、1月9日岩手県中部（M6.6, H71キロメートル）、1月14日日高山脈北部（M6.9, H115キロメートル）、2月6日福島県東方沖（M6.7, H31キロメートル）と、約1か月のうちに震度Vの強震がたてつづけに発生した。これらの地震では建物・構造物に多少の被害のほか、負傷者が出る人的被害も報告された（第78回予知連、気象庁資料）。地震が時間的にでたらめに発生すると仮定すると、地震の発生はポアソン過程で表現される。この考えに基づき、1か月に3回の震度Vの地震の発生を計算すると、その確率はたいへん小さいものとなる。いいかえると、3度も震度Vの地震が短期間のうちに発生する現象は、たいへん珍しいといえる。震度Vになる地震では、有感半径が300キロメートル以上の広範囲にわたるので、関東以北の人々は短期間に予期せぬ回数の地震を感じた。最近、「地震が多い」といわれる所以の一つは、上述のような時系列的に従来にない活動状況のためであったといえる。つぎに、これらの地震の活動のようすをプレートとの関連でもう少し詳しく検討してみよう。

上記3個の地震のうち、岩手県中部と日高山脈北部の地震は稍深発地震と呼ばれ、その震源は70キロメートルより深く、もぐり込んだ太平洋プレート内部に発生したものである。過去の地震を調べても、太平洋岸直下の稍深発地震でM6.5クラスの地震は希れにしか起きない。これらの地震の発震機構を調べると、プレートの沈み込む方向に圧縮力を受けた破壊様式を示し、プレート内部に発生した応力に起因したものであることがわかる。

いっぽう福島県東方沖では、2月6日M6.4、M6.7につづいて、4月7日M6.9、4月17日M6.0、4月23日M6.5とM6クラスの地震が続発した（第79回予知連、気象庁資料）。これらの地震の発震機構は、岩手県中部や日高山脈の地震と違い低角逆断層型と呼ばれ、太平洋プレートと陸側のプレートの境界に発生する地震である。

東北大学理学部が、海岸から沖合40キロメートルの地点の天然ガス採取用プラットフォームに設置したハイドロフォンのデータを、陸上の地震データに加えて震源を精密に決定した。結果によると、海溝（trench）からもぐり込んだ海のプレートと陸のプレートの境界面に沿って、今回の一連の地震が起きていることが明らかである（第79回予知連資料）。

この福島県東方沖は、宮城県沖を含めM7クラスの地震が発生する可能性があるとして、昭和53年の第43回予知連において、特定観測地域に指定されている。この地域の活動は、1936年宮城県沖（M7.7）につづき1938年福島県東方沖のM7クラスの群発地震へと、活動が南方に移動する傾向があることが従来から知られている。1978年、宮城県沖地震（M7.4）の発生につづき、同様な活動の移動が予想され、関係機関でこの地域の活動が注意深く監視され、今日の活動を迎えた。

第79回予知連の東北大学資料によると、最近4年間（1983年～1987年1月）の太平洋側の微小地震定常活動

は、福島県東方沖でもっとも活発であり、地震の集中した領域、いわゆる「地震の巣」が4か所認められる。2月6日、4月7日、17日、23日の本震-余震は、この集中域にそれぞれ対応して発生した。しかし、北緯37度、東経142度付近の定常活動のもっとも高い領域には未だ本震に対応するようなM6～7の地震は起きていない。この残された領域が、これからの地震の発生領域を示していると予測するか、あるいは定常的活動で、すでにエネルギーを放出し、もはや地震は起きないと予測するか、解釈の分かれるところである。第79回予知連では過去の活動をも考慮して、この地域の地震活動は今後しばらくつづくであろうとの結論であった。

それによると、領域の広がりからみて予想される地震のマグニチュードはM7前後であり、震央が海岸より80キロメートル程度離れているので、震度はV程度、津波の高さは高くても1メートル程度と予想している。1938年の一連の地震は、M7.7を最高にいずれもM7クラスの地震が短期間のうちに続発した。

いっぽう、今年の地震はM6.9が最大で、1938年比べてMで0.5～1小さく、全体としてやや小柄な地震である。なぜ、このような差が生じたのかはよくわからない。今後の調査・研究をまたねばならない。福島県東部の地震活動には今後も十分な監視が望まれる。

[はまぐち ひろゆき 東北大学理学部教授]

ご 案 内

本誌の第1号、第2号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号の主な内容およびお申込先は下記のとおりです。

地震ジャーナル 2号

エッセイ 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

● 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

財団法人地震予知総合研究振興会

郵便振替口座番号 東京1-109120

地震ジャーナル●編集部

日本の地殻水平歪(1985~1883)の刊行 力武常次

1987年3月、建設省国土地理院は日本全土の精密測地網測量一次基準点測量結果を整理し、本書を「国土地理院技術資料F・1-No.6」として取りまとめ、(財)地震予知総合研究振興会より一般に頒布されることとなった。

よく知られているように、かつての陸地測量部ならびに地理調査所の伝統を受け継ぐ国土地理院は、日本の測地事業の主務機関であり、各種地図製作のための測地測量を担当している。ある期間を隔てて実施された2つの三角(三辺)または水準測量の差をとることによって、水平または上下方向の地殻変動を検出することができることは古くから知られていて、たとえば故坪井忠二教授による地殻変動カタログ(Tsuboi, 1933)が50年以上も前に発表されている。

このようにして、地震に伴って、また場合によっては地震に先駆けて、地殻変動が発生することが徐々に明らかになった。したがって、測地学的方法は地震予知の重要な手法であることが認識され、本書の序文にも述べられているように、いわゆる地震予知のブルー・プリントと呼ばれる『地震予知——現状とその推進計画』(坪井・和達・萩原, 1962)において、「全国的規模の反復測量は日本の地殻変動の全貌を捕らえようとするものであ

て、これが実施されれば、日本全域にわたって、どのような地殻歪が集積されつつあるかが分かることになる。これは地震予知計画全体の礎石ともなるべき極めて重要な作業である」と記されている。

上述の趣旨に沿って、地震予知計画の進展とともに、国土地理院では、鋭意、測地測量を実施し、その成果は同院が事務局を担当する地震予知連絡会に報告されるとともに、同会『会報』に発表されてきた。近年の光波測距技術の発展もあって、今や全国約6000点の一、二等三角点を5年周期で反復測量することを目標として、国土地理院関係者の努力がつけられている。

『連絡会会報』に報告されたデータは、地殻変動および地震予知研究に重要な寄与をしてきた。ここで、地殻歪をモニターすることの重要性についての一例を示そう。図1は相模湾をカバーする三角(三辺)測量によって明らかにされた結果であるが、1925~1971年の期間に、伊豆大島は伊豆半島に1メートルも近くなり、房総・三浦両半島と伊豆大島の距離は数十センチメートル伸びたことを示す図である。また、図2は相模湾およびその周辺の各一等三角について、同期間に集積した最大水平ずれ歪を求めた図である。このような地殻変動は、相模トラフを境にして、その西側に位置するフィリピン海プレートが西北進しているとするプレート・テクトニクスの考えを支持する。

また、関東地震に伴った地殻変動がこの期間に約3分の1回復していることを示し、関東地震の再来時期を考察するための重要なデータとなっている。

さらに近い将来に発生するとされている東海地震の予知に関しても、駿河湾をカバーする測量結果は基本的なデータを提供している。また、活断層をカバーする地殻歪を解析して、地震発生確率を予測し、その結果を総合して、ある特定の期間における日本全土の地震危険度を定量的に算定することも行なわれるようになった。

このように『連絡会会報』はデータの宝庫であるが、データを通覧して日本全体の地殻変動をみることは意外に困難である。今回刊行された地殻歪の図は最近のデータ

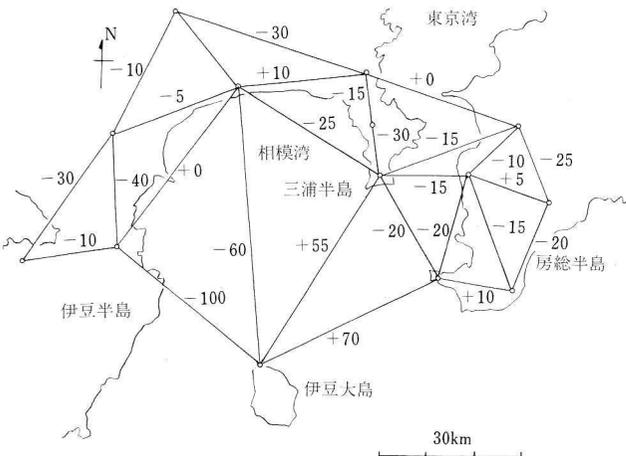


図1 1925~1971年間の期間における南関東の各三角点間距離の変化 [単位: cm]
(国土地理院による)

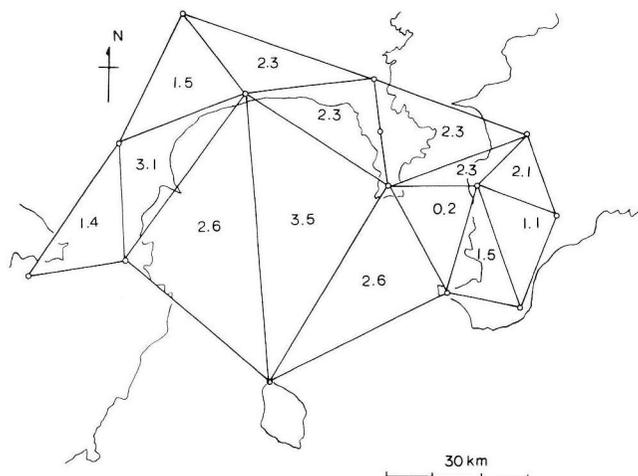


図2 南関東の各一等三角の最大水平ずれ歪 [期間：1925～1971, 単位： 10^{-5}] (国土地理院による)

の集大成であり、従来の『会報』における報告がやや断片的であった点が一挙に修正されたものといえよう。

本書に取りまとめられている地殻歪データは、2部に分かれている。第1部は、明治年間の三角測量結果を今回の一次基準点測量結果と比べて、ほぼ80年間に各三角に集積した歪を20万分の1地図上に示したものである。歪としては、水平歪主軸の大きさおよび方向、面積歪ならびに最大水平ずれ歪が与えられている。この期間中に大地震の発生した地域においては、当然のことながら地震に伴う大きな歪の発生が歴然と示されている。

第2部は、地震直後に実施された復旧測量結果と今回の測量結果との差を示した歪分布図で、長期的地震予知に役立つものと思われる。第1および2部とも、20万分の1地図に水平歪を示すとともに、活断層研究会(1980)による活断層および過去の大地震の震央が記入されていて、地殻歪-活断層-地震の関係を調べるのに便利である。

本書の刊行を待たずともなく、『地震予知連絡会会報』に発表された国土地理院による一次基準点測量結果を利用して各種の研究が行なわれ、地震予知研究の進展がはかられてきた。本書は、このような研究を一層促進するものとして、多くの研究者によって利用されることとなるであろう。地殻歪と地震発生との関係に関する調査研究は、アメリカ・カリフォルニアにおいても実施されているが、日本のように徹底した研究は世界にも類のないものであり、国際的にも大いに注目されているところである。

このように重要な成果を結実させた国土地理院関係者

の長年にわたる努力に敬意を表するとともに、今回の成果がさらに多くの研究者によって利用されることを願うものである。

参考文献

- 活断層研究会, 1980, 日本の活断層——分布と資料, 東京大学出版会, 東京, 363pp.
- Tsuboi, C., 1933, Investigation on the deformation of the earth's crust found by precise geodetic means, Jap. J. Astr. Geophys., 10, 93-248.
- 坪井忠二・和達清夫・萩原尊禮, 1962, 地震予知現状とその推進計画, 地震研究所, 東京, 32pp.

[りきたけ つねじ 日本大学教授・東京大学名誉教授]

『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、限定複製版を、200部発行いたしました。

ご希望の方々のために、下記のような実費頒布をいたします。お問い合わせ下さい。

日本の地殻水平歪 国土地理院編

- 体裁 上製・硬判 本文 133頁 2色刷
付録 カラー歪図 2幅
- 限定発行部数 200部
- 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番

なお、上記のように発行部数が、僅少に限定されておりますので、お申込順によって発送します。品切の場合はご容赦下さい。

お申込は、郵便でお願いいたします。1～200番までを受付させていただき、受付整理番号を付した注文書をご送付します。頒布実費代金は、その番号を付して、上記の郵便振替口座にお振込み下さい。

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
☎03-295-1966 FAX03-295-1996

■ 書 評 ■

アメリカ版地震災害軽減計画

T.C.ハンクス著『地震災害軽減計画

——その科学的現状』

THE NATIONAL EARTHQUAKE HAZARDS REDUCTION PROGRAM — SCIENTIFIC STATUS. By Thomas C. Hanks

力武常次

アメリカの地震災害軽減計画は1973年頃より実施されていたが、1977年、「地震災害軽減に関する法律」が制定されるとともに、その規模が拡大され、National Earthquake Hazards Reduction Program (NEHRP) とよばれている。1984年度予算は、

地質調査所(USGS)	35.3	百万ドル
国家科学財団(NSF)	25.9	
連邦危機管理局(FEMA)	4.1	
国家標準局(NBS)	0.5	
計	65.8	(≒105 億円)

で、USGS 予算のうち8.4百万ドルは、大学その他部外の研究者にわたされる予算である。

本書は、上記のNEHRP、とくにその1984予算年度の時点における科学的現状についてわかりやすく解説したものである。本書の主要部分は、①地震研究とNEHRP、②研究の趨勢、③特筆すべき成果、④研究進展と今後の見通し、の4部に分かれている。

第1部においては、NEHRP が地震研究の基礎的データの系統のおよび完璧な取得に焦点を合っていることが述べられ、NEHRP は地震学および地震工学の包括的發展に支えられているとしている。

最近では、通常のマグニチュードではなく、地震の震源パラメータに基づくモーメント・マグニチュードが広く用いられ、震源過程の記述が物理的に明瞭になったことが第2部において指摘されている。また、同部において空白域の概念に基づく地震サイクル、地震発生に関する地殻構造やテクトニクスなどが述べられる。

第3部には最近における顕著な成果のいくつかは述べ

られている。カリフォルニアやネバダの地殻活動がさかんな地域における地殻変動研究は著しい成果をあげている。とくに、サンアンドレアス断層の各所において、重力、水準、水平歪などの変動に著しい相関が認められる点は重要である。

活断層の「トレンチ法」による調査は精力的に行なわれており、サンアンドレアス断層の1857年にM=8級の地震のあったテホン峠地区では、過去1700年間にほぼ同様の地震が12回あった(平均間隔50年)ことがわかったとされている。

カリフォルニア、ネバダ地区ばかりではなく、1811～12年に巨大地震に見舞われたミシシッピー川流域のニューマドリッド地区やアメリカ東部地区の地震活動度も明らかにされつつある。

強震計による観測は著しく強化されており、1979年カリフォルニアのインペリアル・バレー地震のときには、アメリカで44個、メキシコで9個の強震加速度計による記録が得られ、いわゆるインバージョン法によって震源の断層モデルの詳細が求められた。

さらに、地震危険度分布図や、よりきまこまかい局地的地震ゾーニングなどにも、著しい進歩があったとされている。

第4部はいわば本書の結論であるが、NEHRP の多くの成果にもかかわらず、ここ数年間カリフォルニアで発生したいくつかのM=6級の地震に際して全く短期的前兆が得られていないことが指摘され、短期的地震予知達成のためにはより多くの投資がなされなければならないことが述べられている。

以上を集約すると、本書はわずか40ページの小冊子に過ぎないが、NEHRP の科学的現状を紹介するためには大いに役立っていると思われ、地震災害軽減に関心のある日本の諸機関でも大いに読まれるべきである。なお、本書は下記のところより購入可能である。

<U. S. Geological Survey Bulletin, United States Government Printing Office, Washington, 1985., iv + 40 pp. Price : US \$1.75. Paperback.

Superintendent of Documents, U. S. Government Printing Office Washington, D. C. 20402, U. S. A.>

ロスアンゼルス地震災害評価

J.I.ジオニ編『ロスアンゼルス地域の地震災害予想』
EVALUATING EARTHQUAKE HAZARDS IN THE LOS
ANGELES REGION—AN Earth-Science Perspective.
By J.I.Ziony.

力武常次

本書はアメリカ地質調査所 (USGS) のスタッフによるロスアンゼルス地域の地震災害予想に関する調査研究の集大成で、505頁にのぼる分厚い報告書である。

ロスアンゼルス地域はサンアンドレアス断層およびサンハチント断層の運動によるそれぞれモーメント・マグニチュード(M) 8および7級の地震の潜在的脅威にさらされている。また、他の多くの北西-南東方向の断層からはM6.5級、カリフォルニア横断山脈 (Transverse Range) 断層からはM6.5~7級の地震の危険性があるとされている。そのような地震災害を評価するために下記の各章ごとにいろいろなアプローチが試みられている。

(1)地震および断層、(2)地震動、(3)地震による地変、(4)海域の地震関連現象、(5)応用。

これらの各章はさらに細分されて、詳しい記述がなされている。また冒頭にはこの本の利用者のために、利用者の立場ごとの指針が述べられ、専門用語の用語集まで用意されている。

1章においては、ロスアンゼルス地域の地質・地震環境をプレート・テクトニクスに基づいて説明し、さらに活断層のカタログが用意されるとともに、主要な断層より発生する地震の最大規模の想定がなされている。また地震再来周期 (たとえば、サンアンドレアス断層では、65~270年) の算定もなされ、被害想定に必要なデータを提供している。

問題の地域内の各地における地震動を想定するために、2章において各種のきわめて詳しいアプローチが試みられている。地盤の振動特性など算出のために第四紀堆積物の分布やS波速度分布が調べられ、ついで震度予測が詳しく記述されている。たとえば、サンフェルナンド地震 (1971) について各地の実測および算定改訂メルカリ震度の対比がある。地盤の振動特性や地震動の時間経過についても述べてある。

3章では、地盤液化現象が取り上げられ、地域を細分化してその危険度マップが提出されている。また、地震による地這り地区の調査についても述べられている。

カリフォルニアの太平洋沖合における潜在活断層および不安定な海底傾斜面については、4章の記述があり、

あわせて局地的津波ならびに遠地地震による津波の危険に関する調査が述べてある。日本ではあまり知られていないが、1964年のアラスカ地震に際してはロスアンゼルス地域ではクレセント・シティを中心に32,260,000ドル (1983年貨幣価値に換算) の被害が出ている。

本書で述べてきた各種研究の総括的応用として、ニューポート-イングルウッド断層の北部 (サンタモニカ、ロングビーチ、ロスアンゼルスの中間地区に長さ約30kmの北西-南東方向の断層を想定) にM=6.5の地震を想定したときの被害が予想されている。まず、ボールドウィン-ローズクランシル付近に2次断層が出現し、ロスアンゼルス-サンフェルナンド地区では改訂メルカリ震度VIIとなるが、VIIIとなる地点も数多く点在するであろう。強震は10~15秒つづき、0.4gのピーク加速度、90~100cm/sの速度を記録するであろう。震源域から18kmの距離内では液化現象が卓越、40km以内では地這りが発生することなどが予想されている。

東京都や静岡県における被害想定と異なる点は、想定地震の規模は中程度であり、火災などを含んでいないことである。したがって、死者や倒壊・焼失家屋数などは算出されてはいない。しかしながら、地震動や地変予測の物理的プロセスはなかなか具体的に、日本でもこのような手法を大いに参考にすべきであろう。

上記の諸点を考慮するならば、日本とは状況が異なるとはいえ、被害評価の観点から日本の地震学者および地震工学者、さらには地震防災担当の行政官や企業の責任者に本書を読んで貰いたいものである。なお、本書は下記より購入可能である。

<U. S. Geological Survey Professional Paper 1360. United States Government Printing Office, Washington 1985., xii + 505 pp. Price: US \$24. 00. Paperback.

Superintendent of Documents, U. S. Government Printing Office, Washington, D. C. 20402, U. S. A.>

地震と地球電磁気

『テクトノ磁気および電気』

“Tectonomagnetism and Tectonoelectricity” 第23回国際地震・地球内部物理学 (IASPEI) 総会における「地震災害予想と予知シンポジウム」のうち、地球電磁気部門特集号、J.Geomag. Geoelectr., 38, No. 10, 931-1040, 1986.

力武常次

1985年8月、IASPEI 総会が東京で開催されたが、その際の「地震災害予想と予知に関するシンポジウム」の

うち、地球電磁気関係の論文を本蔵義守東工大助教授が主任編集者となって取りまとめた JGG 誌の特集号があり、最近の地震に関連する地球電磁学的アプローチの総合報告とし注目するべきものがあるので、ここに紹介する。

地震と地球電磁気的変動との関係は、古くは濃尾地震(1891)や関東地震(1923)以来、多くの報告が提出されてきた。しかし、測定技術の未発表、ノイズ除去の不備などのため、見かけ上きわめて大きな変動が報告されるなど、この種の研究は必ずしも満足できる発展を示していなかったが、1960年代以降は信頼できる安定な測定法が開発され、地球電磁気学的アプローチも地震予知の有力な手段となりつつある。このシンポジウムには、この種のアプローチが報告されている。この特集の内容はつぎのようにたっている。

1. Local Magnetic Fields, Uplift, Gravity, and Dilational Strain Changes in Southern California.
..... M. J. S. Johnston
2. A Green's Function of Tectonomagnetic Problems in an Elastic Half-space. Y. Sasai
3. Synchronous Precursors in the Electrical Earth Resistivity and the Geomagnetic Field in Relation to an Earthquake near the Yamasaki Fault, Southwest Japan.
..... N. Sumitomo and K. Noritomi
4. Quantitative Estimation of an Annual Variation of Apparent Resistivity. S-z. Xu
5. Local Anomaly in Magnetic and Electric Field Variations Due to a Crustal Resistivity Change Associated with Tectonic Activity.
..... Y. Honkura and S. Kuboo
6. Anomalous Time Variation of the Self-Potential in the Fractured Zone of an Active Fault Preceding the Earthquake Occurrence. J. Miyakoshi
7. Electromagnetic Radiations from Shallow Earthquakes Observed in the LF Range.
..... K. Oike and T. Ogawa

論文1は、カリフォルニア・サンアンドレアス断層におけるアメリカ地質調査所(USGS)の地磁気、土地隆起、水平歪および重力変化の測定結果を示したものである。地磁気変化は、いわゆるピエゾ磁気によると思われるが、理論値よりかなり大きな値が観測されている。

論文2は、地殻内ストレスによる地磁気変化の一般的

理論で、いわゆるピエゾ磁気ポテンシャルを導入することにより、複雑な力源モデルについても地磁気変化が計算できることが示されている。

地震予知のテストフィールドとされている山崎断層において、M=5.6の地震が1984年5月30日に発生したが、この地震に先行して明瞭な大地比抵抗および地電位差変化が観測され、それぞれ論文3および6に報告されている。

論文4は、地下水位変化に伴う大地表層の湿度変化による比抵抗変化を見積もったものであり、論文5は、地殻中に3次元の良導体が出現した場合の短周期地磁気変化や地電流変化を計算して、伊豆半島における実測値と比較した論文である。

最近、地震に先行して電磁放射が観測される場合があることが報告されているが、論文7は、その報告例である。

本特集号の各論文を通覧すると、地球電磁気学的方法によって地震前兆を捕捉することは、条件さえよければ十分に見込みがありそうにみえ、変化の可能性に関する理論的裏づけもあるので、今後とも地震予知の立場としては地球電磁気学のアプローチを推進する必要がある。

〈デラ学術出版社、東京〉

地震予知と社会心理

広井脩著『災害と日本人——巨大地震の社会心理』

力武常次

本ジャーナルの前号で紹介した広瀬弘忠編『巨大地震——予知とその影響』に引きついで、本書が刊行された。このように、地震予知と社会反応に関する諸問題が、社会心理学者によってしばしば取りあげられるようになったことは、真に喜ばしいことである。前号でも指摘したように、この問題に関して日本はアメリカにいきさかおくれをとっていたのであるが、ここへきてこの方面の研究は急ピッチで進行しつつあり、また日本特有の条件に関する配慮もなされるようになりつつあるようである。東大新聞研究所においては、災害時の社会心理に関して岡部慶三教授を中心に精力的な研究が展開されているが、本書の著者はそのグループの有力メンバーの一人である。

本書は、(1)日本人の災害観、(2)地震予知の社会心理、という2部構成になっている。第1においては、日本人

の災害観を分析し、儒教や仏教の影響を深く受けて、いわゆる天譴論や運命論が日本人の精神構造に深く入り込んでいることが指摘されている。このことは「諸行無常」という言葉に代表されるように、人生のむなしさを訴え、災害を是認するような一種の諦観をもたらすものであるとされている。

いっぽう、科学的根拠のない精神論が場合によって卓越すること、「自分だけは大丈夫」とする根拠のない樂觀論がはびこる場合があることなども指摘されていて、社会心理の複雑性が示されている。

さて、いわば本論ともいべき第2部であるが、ここでは第1部に述べられている日本人の災害観（平たく言えば気質）をふまえて、たとえば、いわれている東海地震の「地震警戒宣言」に関する住民の対応が、実地調査の結果に基づいて論じられている。このような地震警報に対する住民の反応は、J. E. ハースのグループによって調べられたアメリカ・カリフォルニアにおける地震予知情報発布の際の住民反応とは際立って異なっており、日本では疎開などが実際には有り得ないことが明らかにされている。これは日本の社会構造に根ざすものであり、いわゆる縦社会の日本において、地域を離れては生活できないことを示している。

このような考察において、著者はつぎのような懸念を述べている。

例を東海地震にとるならば、ある日突然観測データに異変が発見され、いわゆる判定会招集となるという場合はむしろ少なく、御前崎の沈下傾向の反転、周辺地域での有感地震回数の増加、過疎地域における鳴動、動物異常行動などが報じられる事態が発生するのではないかと思われるとしている。これは過去の安政東海地震（マグニチュード8.4、1854）や東南海地震（マグニチュード7.9、1944）などの場合における前兆現象の出現形式を参考にして、予想されるものである。

このような徐々に進行する前兆出現とともに社会不安が増大していくことは明らかであり、このような場合に行政がどう対応するかという点に関しては、ほとんど全く研究が実施されていないことも明らかである。これが著者の憂慮するポイントである。

以上を要するに、地震予知情報も地震警戒に転化する場合に必要な社会的および社会心理学的研究は、まだまだ不備であるということになるので、今後とも地震予知に関する社会心理学的研究の発展がいつそう望まれる。

〈時事通信社、274頁、1986、B6判 2000円〉

[りきたけ つねじ 東大名譽教授・日本大学教授]

津波防災の基本は高所移転

菅原康著『津波』

相田 勇

明治29年の三陸大津波によって、262名の死者を出し、生き残ったものわずか31名という、V字型湾奥の小漁村での物語である。復興のため、自らの山畑をつぶし山林の木を伐って、集落の高所移転を成功させた原山常吉が、津波後12年、ようやく平和な生活に馴れて、家を浜に戻そうとする復帰派の急先鋒、お杉婆に口ぎたなく罵られ、自宅へ戻った後、

津波ハ必ず来ル 命ニカケテ

山カラ下リテハナラヌコ

とまで血書を認めながら、脳出血に倒れてしまうところから、この小説は始まっている。

常吉は12年前、津波のとき、たまたま孫娘タツを連れ、山にある長安寺にいて、傷を負うこともなく助かったが、津波の恐ろしさを眼前に見て、住居の高所移転と、水死した人たちの家系を残すために奔走する。しかし、血書を残して常吉は死んだ。残されたタツらは、日常の便利さを追い山から浜へもどる人が増える中で、山の家を守り、またきつと来るつぎの津波に備えて、浜からの避難路の建設や、津波の際の連絡の方法などを着々と整備していったのである。

こうして、村は山派と浜派に二分されてしまった。折しも昭和8年3月3日、三陸大津波が再びこの集落へ押し寄せたのである。山に家を構えたタツらは、地震発生とともに、かねての手はず通りに海面を看視し、鐘を打ち鳴らして、津波の襲来を集落全体に伝えた。浜派の人たちの家は、跡形もなく流されたが、山派の人たちの造った避難路と、急の知らせですべての命が助かったのである。

この小説は「潮賞小説部門」受賞作であり、その選者の一人、大庭みな子氏の選評によれば、『津波』は筆を運ぶ作者の背後に妖しい力を感じさせる作品である」とある。この妖しい力とは、作者の津波被害に対するおそれと、それを防止しようとする情熱とであって、それが原山常吉やタツの言葉や行動を借りて、全編にわたってほとばしり出ている。

また、この小説では、長安寺住職の手許に残された常吉のメモと、最期の息を引きとるとき、かすかに口を動

かしてタツに訴えた(とタツは思った)言葉,「し・ま・が」とをめぐって,推理の“あや”が展開される.そしてこれは,明治29年津波前に,集落の前面にある松島が海面にくらべて沈下した数字を,常吉がメモに残したのだということを知った.また,つぎの津波のときも必ず島が沈下するというのを,タツたちに伝えたかったに違いない,と了解できた.

われわれは,この小説の村がどこなのか,そして,そんなにはっきりした前兆があったのだろうか,と詮索したくなる.しかしここでは,作者の津波災害を防ぐためには住居を高所におくこと,つねに津波対策を整えておくこと,そして,それを若い人たちに引きついでいくことなどの基本的な主張を読み取るべきであろう.

最近,防潮堤で海が見えない,日常生活が不便だ,といった不満も聞く.そして,防潮堤の外へ住居を建てるものさえある.この小説は,このような風潮を強く戒める.防潮堤が建設され,気象庁から津波警報が出される現在でも,依然として,ここに訴えられていることは,海岸に住む人の基本的な態度であろう.

海岸に住む人は,正しい津波の知識を持ってもらいたいものであるが,津波の専門書という一般にはとりつきにくいものである.

これは小説であるので,一般に読み易く説得力があり,鮮烈な印象を読者に与えてくれる.津波防災知識の普及に,大きな力になるであろう.

〈潮出版社,194頁,1986年,四六判,1000円〉
[あいだ いさむ 地震予知総合研究振興会主任研究員]

予知のためのデータ・ベース

力武常次著『地震前兆現象』

浜田和郎

本書の構成は,2章:地震予知要素としての前兆現象,3章:日本における地震前兆事例カタログ,4章:地震予知計画による典型的な前兆事例,5章:宏観異常現象,6章:大地震の前兆,7章:前兆現象の諸特性,からなる.

本書は,日本の地震の前兆現象に関する最新の豊富な資料を総合的にデータ・ベースとして取りまとめたものであり,この分野の専門の研究者にも,直接役立つ貴重な文献である.著者の力武常次は,広く測地学・地震学・地球電磁気学・地球化学などの地震関連分野の前兆

現象を収集し,総合的に解析研究する地震予知独特の研究分野の開拓者であり,日本の地震予知研究の強力な指導者の一人である.著者は,また「地震防災対策強化地域判定会」の委員の一人であり,東海地方に心配されている大規模地震の前兆らしきものが観測されたときは,迅速な判断を直ちに下さなければならない立場にある.したがって,本書は日本の地震予知のレベルを示すものでもある.

本書の特色の一つは6章の大地震の前兆に関するものである.ここでは,著者自身が企画し実施した1923年関東大地震と1944年東南海地震の前兆現象に関する文献調査と,地震当時の旧制の中学生などを対象とした通信調査の結果が載せてある.こういう大地震は,およそ150年から200年の間隔で発生するので,その体験は貴重である.まだ覚えている当時の記憶をしっかりと記録することは,現在および後世にとって大事なことである.これらの報告によると,常識的な予想をはるかに超えた様々の異変が,大地震の前にはあったらしく,信憑性の高いものも見られる.

7章の前兆現象の諸特性は,著者が近年開拓してきた「前兆現象の総合的研究」のまとめである.地震の前兆は,たいへん複雑なもので,その中から規則性を見出すことは容易ではないというのが,現在まだ大方の考えであるが,資料の蓄積に伴って,本震のマグニチュードと前兆の先行時間や前兆出現距離の関係も着実に明らかになりつつあり,その物理的解釈も試みられている.かつての暗中模索の状態から抜け出しつつある現状を,本書の中に見ることができる.

この種の研究を進めるには,観測された豊富な資料が,物を言うわけであるから,日本でこそ先端の研究ができるに違いない.著者は1978年当時,全世界から390の前兆のデータを集めたが,本書の中では,日本のデータだけで400以上の事例を得たという.

まさに,日本の地震予知計画の賜物である.

〈東京大学出版会,232頁,1986年,B5判,6000円〉
[はまだ かずお 国防防災科学技術センター流動研究官]

地震の一般知識

宇津徳治編著『地震の事典』

三雲 健

最近では地震に対する社会的関心も高まり,地震予知や

地震学そのもの、あるいは関連するプレート・テクトニクスなどの地球科学に関する一般向けの解説書も相当見られるようになった。しかし学生や専門家向けの二、三の高級教科書を除いては、大部分はある分野の解説に止まっており、今回の『地震の事典』のように、地震に係るあらゆる分野を包括的に記述しようとしたものは、未だ例を見ないのではなからうか。“事典”とはいっても、その内容は用語や項目を中心とする百科辞典的解説ではなく、地震に関するできるだけ多くの最新の知識を網羅して系統的に整理し、しかも専門的な立場から解説したものである。この意味では編集者たちのもくろみは大変意欲的であり、内容も大変欲張ったものになっている。

第1章の地震の概観は、地震に関心を持つ方々、あるいは多少とも地震に関連する業務に携わる方々にはぜひ頭の中へ入れて頂きたい基本的な事柄である。第2章以下では、近代的地震観測、地震波と地球内部構造、変動する地球と地震の分布、地震活動の性質、地震の発生機構、活断層、地殻変動、津波の発生など、今日の地震学の第1線の研究成果も数多く含まれており、地球科学を専攻する学生や地震専門家にとっても知識の整理に役立つであろう。しかし専門書として見た場合には、最近の地震波観測から推定されている地球内部の三次元構造や異方性、あるいはマントル対流とプレート・テクトニクスの関連などの最新の成果の記述に多少物足りない気がしないでもないが、“地震”そのものを重視する本書の方針から見ればやむを得ないだろう。

いっぽう、教科書として見ると、多くの理論式の結果が天下りに述べられている場合も多く、地球科学の他分野の人たちには、かなり理解が困難な気がする。ただこの事典の便利な点は、各章ごとに多くの引用文献が載せられており、さらに突込んで調べたい場合には、容易に原論文が探せるように配慮が行き届いていることである。第8章の“地盤の振動と地震災害”は、普通の地震の教科書や専門書にはあまり含まれない部分であり、地震関係者やこれから地震工学の方面を志す学生諸君には一読をすすめたい。しかし全体として見ると、この章の分量と定性的記述は他の章と比べてやや異質な感じを受けるので、事典の最終章にコンパクトにまとめたほうが、すっきりしたのではなからうか。第9章の“地震の予知”はその方法や根拠は何か、これまでどれだけの研究成果が挙げられ、現在の研究のレベルがどのような段階にあるかが要領よくまとめられており、専門外の方々にぜひ一読して頂きたいところである。

付録として載せられている外国と日本の主な地震の表は、他の文献からの再録・引用が多いとはいえ、他の地震学の教科書には見られないきわめて詳細な一覧表であ

る。地震発生の歴史を知る上でも、発生の時間系列・場所の研究の上でも、また過去の地震被害の反省材料としても、大変重宝なものであり、このハンディな事典の価値を高めている。ただ、ちょっと残念なのは、1884年以前の日本の被害地震の表に地震の規模を示す数値がなく、不確かかも知れないが『理科年表』程度の() つきの規模でも載せてほしかった。

各章の終りには“one point”という囲み記事があるが、これはそれぞれの章の補足としても、また専門的立場から見ても大変重要な部分であり、本書の1つのチャーム・ポイントである。

この事典はかなり高価であるが、図書館や大学の関係研究室などには、ぜひ備えて頂きたいもので、このような総合的教科書が世に出たことを喜びたい。

〈朝倉書店、580頁、1987年、A5判、1200円〉

[みくも たけし 京都大学防災研究所教授]

関係者必携の被害地震データベース

宇佐美龍夫著『新編日本被害地震総覧』

石橋克彦

待望の新編である。1975年に出た本書の旧版『資料日本被害地震総覧』は、それまでの簡単な地震の表と膨大な地震史料集や調査報告・論文類とのギャップを初めて埋めた画期的な本で、多方面の人々が机上に備えてたえず参照した。しかし、その後十余年間に歴史地震研究が著しく進展したことや、多くの被害地震が発生したことなどから、改訂版の発行が待たれていた。

本書の構成は旧版と同じで、「1. 序——地震と災害」「2. 内容の概説」「3. 被害地震総論」「4. 被害地震各論」の4章からなる。1～3章は統計表などを除いては旧版のままだが、「新編はしがき」と2章は、本書を十分活用するために、ぜひきちんと読むべきである。

本書の中心をなす4章には、416年の大和付近から1984年12月の東京湾までの、わが国に何らかの被害を与えた地震860個について、年月日、時刻、震央地名、震源の緯度・経度・深さ、マグニチュード、記事などがまとめられている(地震番号は653番までだが、被害が小さかったり地震かどうか疑わしいものが、無番号で多数収録されている)。記事は震度、被害、地変、余震などに重点がおかれ、地震学的説明は必ずしも十分ではないが、これは本書の性格からいって妥当なことだろう。ただし、

地震学を専門としない読者は、余震分布・断層解・断層モデルなどの地震学的な事項が、多くの地震について最近急速に改訂されつつあることを承知していたほうがよい。このことは、記事や図表がほとんど旧版のままの明治以降の地震について、とくに注意したい。そのような意味で、旧版のままの付表「地震の主なパラメーター」は、むしろ削除してもよかつたのではなかろうか。

記述は一般に必要な十分な簡潔さだが、地震によっては震度分布図や被害統計表などを豊富に使ってかなり詳しく説明されており、工学研究者や広範囲の防災専門家にとくに役立つだろう。もちろん、地震研究者やそれ以外の人々にとっても、日本の有史以来の地震活動を概観するのにたいへん便利である。

著者は旧版の「はしがき」で、新史料の収集に努力して内容を改善してゆきたいと述べたが、単にその約束を果たすという以上の情熱で、膨大な地震史料の収集・刊行をつづけてきた。その成果は本書に遺憾なく現れており、とくに1872年以前について、地震数が125個も増え、内容も大幅に強化・改善された。震央やマグニチュードは、ほとんど改訂されたうえ新たに誤差や範囲が付記された。ただし、旧版以降の目覚ましい斯界の研究成果が網羅的に取り入れられているわけではなく、あくまでも著者の見解を前面に打ち出した形になっている。引用されている解釈も少なくはないが、たとえば、1614年の越後高田付近の地震や、1854年の安政東海地震などに関する最近の説は採用されていない。

また明治以降の震災の最近の調査結果（1944年東南海地震など）が十分紹介されていないのはやや残念である。

なお初刷には、表385-1、544-1、545-1などの編集ミスや多少の誤植が残っている。

過去の地震の見直し作業の進展は、最近とくに目覚ましい。将来は、それらの結果を1人の著者が本書のような形にまとめることはほとんど不可能になるだろう。その意味でも、本書は記念碑的労作といえよう。

とにかく、旧版の愛用者はもとより、地震学・地学・工学・災害科学などの研究者・実務家や行政の防災担当者などにとって必携の本である。また、地震国日本の自然と人間の係わり合いの歴史を客観的に提示した基本図書として、全国の公共図書館にもぜひ備えてもらいたい。

〈東京大学出版会、434頁、1987年、B5判、20000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]

地震予知の発展へのメッセージ

三木晴男著『馬となまずと私』(1)

『検証 地震予知』(2)

大竹政和

大学教授にして大の競馬ファン。パチンコ好きの政党党首ほどのニュース・バリューは無いかもしれないが、私たちを何かほっとさせる楽しいとり合わせである。

『馬となまずと私』は、洒脱な語り口のうちに競馬と地震学への思いが込められた好エッセイ集である。

「馬」を語り「なまず」を語りつつも、著者の最大の関心はいつも「私」に注がれているようだ。「三木晴男君の生活と意見」と題して、30年も昔の文章がそのまま収録されていることにも、自己の言動への強烈的なこだわりが遺憾なく発揮されている。自分が身を置く地震学界への真摯なこだわり精神は、かつて地震学者三木晴男を幻の「むくひら虹」の検証へと駆り立てた。ここでとりあげるもう一冊の本も、まさしくその延長上に位置しているように思われる。

『検証地震予知』は、かつてないユニークな本である。何しろ、同僚研究者たちによる地震の発生予測をふり返って、それが当たったか外れたか、ひとつひとつ点検しようというのだから…。点検の対象は日本のみならず全世界に及ぶが、中国の地震予知や、今、話題のパークフィールド地震（本誌、第2号参照）の予測には全く触れられておらず、必ずしも網羅的というわけではない。

各節とも、地震発生の予測が書かれている（と著者が判断した）論文の紹介から始まり、予測成果の「検証」でしめくくられている。当然と言うべきか、合格の判定が頂けた予測は少数に過ぎない。いくつかの論文には手厳しい批判も添えられているが、反論のある研究者も少なくないだろう。もちろん、著者は誰彼をやり玉にあげて溜飲を下げようと目論んでいるわけではない。「予測がどんな成績だったかを評価すると現代の地震予知学の實力のほどが推定できるはず」というのが、この本のねらいである。

しかし、もし評者が同じ題名の本を書くとしたら、もう少し違った手法をとったにちがいない。まず、検証の対象とする地震（たとえば、最近10年間に世界で起こったマグニチュード7以上の浅発地震）を漏れなくリスト・アップする。そして各々の地震について、事前に発生予測がされていたかどうか、予測の内容や方法がどの

ようなものであったかを調べあげる。「現代の地震予知学の実力」を客観的に評価するためには、このほうが適切だし、また今後の地震予知の進歩にも、より大きく貢献し得ると思うがどうだろうか。

著者が、こうした常識的な手法を排した裏には、自分の発言に科学者としてもっとこだわりの持ってほしい、との同僚地震学者たちへの願いが込められているように思われてならない。この本のあれこれの欠陥をあげつらうよりは、地震予知の発展を期待する著者からの熱いメッセージとして本書を受けとめたい。

〈思文閣出版、(1)280頁、1987年、定価2300円、(2)174頁、1987年、3300円〉

〔おおたけ まさかず 国立防災科学技術センター地震予知総括主任研究官〕

仮説と地震の予想

木村政昭著『日本列島が危ない
——大災害回避への提言』

中村一明

日本列島が危ない、といわれると、それは大変だ、どう危ないのかと買う気をさそわれる。だがこれは版元に乗せられたのであって、著者は日本列島は危なくなく、われわれが無知であると危ない、という意味だという。これはちょうど、自動車道路が危ない、というのと似ていて、うまい題をつけたものである。

ところで道路を考えればわかるように、本書は、地震や火山噴火の起こり方について、著者が考えているルールを解説したものである。副題について付言すれば、本書で災害の回避方法を提案しているのではなく、将来、地震や噴火が起こりうることを知っておくことが災害回避に役立つ、という意味のようである。

本書は3章よりなる。「予知された大島三原山の大噴火」では、著者流の火山の理解と、それに基づく予想が、一般に受け入れられないこと。それに対する不満などが、伊豆大島の噴火前・中・後の経緯などを例として書かれている。

「噴火は巨大地震への警告」の章では、著者流プレート・テクトニクスの説明と、それに基づく、噴火と地震の関係が一般的に説明される。「三原山大噴火のつぎに来るもの」では、ここまでの説明を使って、相模トラフ・南海トラフなどでの大地震と三宅島・大島・富士山の大噴火の時間的・地理的關係を示し、今後は房総沖巨

大地震・富士山の噴火などが起こる、とする。

大地震の発生と火山活動の間には、なんらかの密接な、力学的な関係があるだろう、そして両者の関係を理解するためには、現在ふつうになされているより広域的な考察が必要である、という点が著者の中核的な主張のように読みとれる。

このような考えには少なくない賛成があり、相関関係の物理像をうるための多くの努力もつづけられている。しかし、著者のように悲憤をこめてそのことを述べている人は少ない。著者の考えがなぜ学界の一般人に伝わりにくいのか、と考えてみると、それにはいくつかの理由があるように思われる。

まず、著者のいう“予知”は多くの場合、三木晴男（『検証地震予知』174頁、思文閣出版、1987）のいう「学者の予想」のカテゴリに入れることのできるものであろう。“予想”はあるデータを、あるモデルで説明した場合の帰納である。したがって、著者の“予知”が良く受け入れられるか否かは、もともなったデータとそれを説明するモデルの良否にかかっている。

本書では、データはもっぱら地震と噴火発生のタイミングについての少数例の統計である。帰納が説得的であるためには、モデルは本書に素描されているものより相当にしっかりしたものでなくてはなるまい。またデータにも主観的要素が多すぎるようだ。たとえば、三原山火孔底高度500メートルというマジック・ナンバーの意義は不明であるし、地震回数のピークの認定は著者の説の基本だが、もう少し厳密でないとい人はついていけないだろう。

しかし本書は学界ではなく、一般人に対して書かれたもののようなので、私の批評は的外れかもしれない。

〈二見書房、233頁、1987年、750円〉

〔なかむら かずあき 東京大学地震研究所教授〕

『地震ジャーナル』 発行とご講読について

本誌は、年2回〔6月・12月〕の定期刊行物として昭和61年6月に創刊し、とりあえず、本財団に関わりのある方々や機関に無料配布しています。さらにご講読を希望される一般の方々のために、下記のような実費頒布をいたします。お問合わせ下さい。

○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

財団法人地震予知総合研究振興会

郵便振替口座番号 東京1-109120

地震ジャーナル●編集部

ADEP情報

●本振興会は、その業務の主務官庁である科学技術庁から設立許可を得た財団法人である。そのような関係から、設立以来、毎年数件の研究を、科学技術庁から受託している。本号では、それらの中から、最近継続して受託した科学技術研究調整費による研究テーマについて、その概要をご紹介します。

プレート構造と地震活動

日本列島は、2つの列島弧によって構成されている。1つは千島列島・北海道から東北・関東地方を経て伊豆・マリアナ諸島へ向かうものであり、もう1つは関東地方から西南日本を経て琉球列島へと連なるものである。これらの列島弧の外側、つまり太平洋側には平行に海溝が走っており、前者は千島・日本海溝、伊豆・マリアナ海溝であり、後者は南海トラフ・琉球海溝である。

プレート・テクトニクスによると、海溝はプレートの沈み込みによって形成される地形であり、前者は太平洋プレート、後者はフィリピン海プレートの沈み込みに関連する。アジア大陸を構成するユーラシア・プレートは、これらの海洋プレートより平均して密度が小さいので、海洋プレートは大陸のプレートの下に沈み込み、そのとき両プレートの接触部に海溝が生じる。

ここで、前記の2つの列島弧の交点付近は、2つの海洋プレートと1

つの大陸プレートが接する三重会合点になる。これは房総半島の南東沖に位置しており、そこから日本海溝、伊豆・マリアナ海溝の線にはほぼ直角に、西に海溝線を辿ると、相模トラフを通過して小田原付近に上陸、伊豆半島北部を迂回して駿河湾に入り、駿河トラフを通過して御前崎沖で南海トラフに連なり、西南日本弧に平行に走る線が、フィリピン海プレートの沈み込み境界である。

すなわち、フィリピン海プレートの北端部は、南関東から伊豆・東海地方に位置し、プレート境界が一部陸上から直接観察できる珍しい地域である。また、フィリピン海プレートとユーラシア・プレートの境界に発生することが予想される東海地震の予知についても、このフィリピン海プレートの構造と、その運動を明らかにすることが、ぜひ必要なことである。そこで昭和58、59年の両年度にわたって、科学技術庁から委託された『プレート構造と地震活動に関する総合研究』においては、対象地域をこのフィリピン海プレート北端部に限定して、調査研究を行なっている。

ここでは、まず地球物理学の諸データから見て、もっとも妥当なプレート構造のモデルが設定された。気象庁、あるいは国立防災科学技術センターの観測網によって得られた震源分布から、フィリピン海プレートの上面は、駿河トラフから西北西に、また相模トラフから北北東に傾き下がっていることが示された。それは、静岡・長野県境付近で30~40km、埼玉県中部で約50kmの深さになっている。いっぽう、太平洋プレートの上面は、東から西に傾き下がっていて、茨城県海岸付近で約30kmの深さ、そして埼玉県中央部では70~80km、静岡・長野県境では約200kmの深さに達する。すなわち、伊豆半島とその北方への延長線を山の背として、西と東に落ち込むよう

な形のフィリピン海プレートの下に、太平洋プレートが西下がり沈み込んでいるのである。このような形状は、地震波速度分布の鉛直断面をみても、フィリピン海プレートが高波速のゾーンにあたることによって証明される。このようなモデルは、データによって、また解析の手法によって、細部では異なったモデルもできる。しかし、大筋では変わることはない。

地震の発震機構の調査から、静岡・神奈川県境や山梨県東部の地震、相模トラフに近い地震では、北西・南東圧縮の逆断層が起こっており、これはフィリピン海プレートの運動の方向と調和していることがわかる。

いっぽう、ダイナマイトなどの爆薬を使って人工的に地震を起こし、予め計画された測線に沿って地震波を観測し、地震波速度の層構造を求める人工地震の研究が盛んに行なわれている。この地域を通る測線についての結果と、先に求めた自然地震の震源分布によるプレート構造モデルと比較を行なった。人工地震による結果は、深部についての分解能が落ちるが、静岡県の地下では、人工地震より求めたモホ面のすぐ下にプレート上面があることがわかった。これに対して愛知県北部では、プレートはモホ面よりかなり深く沈み込んでいることが示された。

また重力データをみると、日本海溝付近は400mgal（ミリガル）、南海トラフは300mgalの正の重力異常が観測されている。そこで、太平洋プレートの厚さを80kmとし、周囲の物質との密度差を 0.1g/cm^3 として、地震観測から得られた沈み込み面の深度分布を与えて、プレートによる引力を計算すると、日本海溝付近で340mgalに達する。実測された重力異常分布から、この計算されたプレートの引力を引き去ると、日本海溝付近の重力異常は消えて、南海トラフ付近の300mgalの異常の

みが残る。同様にフィリピン海プレートの引力による重力異常も量的に実測値を説明することができた。またプレートの影響を差し引いた重力異常残差からは、モホ面の位置を人工地震データなどから与えることによって、地殻とマントル上部の物質の密度差を求めることができ、ここでは 0.25g/cm^3 という密度差が得られている。

地磁気異常もプレート構造に関連する。トラフに直角な方向の数測線について、プレート構造モデルと地磁気異常の関係が調べられた。地磁気の場合、伊豆半島や箱根など火山性磁気異常の影響があるし、またプレートが深く沈み込むと温度が高くなり、キューリー点を超えると磁性を失い、実質的にはプレートが存在しないと同等効果になるなど、複雑な要素もある。

以上のように、地震観測から求めたプレート構造モデルを、地球物理学の別の量の観測によって検討を行ない、その妥当性が確かめられた。

さらに、このモデルの動的側面についての評価が行なわれた。まず地震活動については、主な地震活動群とプレート構造モデルとの関係が調べられた。例えば、茨城県沖に起こる地震は、三陸沖の巨大地震や、福島県沖の群発地震 ($M=7.5$ 程度) などより小規模であるが、太平洋プレートの沈み込み境界に発生する逆断層地震である。同じプレート境界地震で、このような相違を生じる理由については、未だ明らかでないが、プレート構造モデルがダイナミックなモデルに進展することによって解決が得られるものである。

また、茨城県南西部から千葉県中部に至る60~80kmの深さの地震多発帯は、フィリピン海プレートの沈み込み先端が、太平洋プレートに接触する位置に相当している。

山梨県東部および伊豆半島付近も、活発な地震活動帯であり、1974年伊

豆半島沖地震をかわきりに、伊豆半島では、とくに群発的な地震が多発しており、いま、地学的な論議がもっとも活発に行なわれている地域の一つである。

プレートの沈み込みによって、地殻変動を生じ、地表面に水平・鉛直の変位があらわれる。これを量的に見積もる数値実験が試みられた。太平洋プレートには80cmの沈み込み成分を与え、フィリピン海プレートは固定した場合と、30cmの沈み込みを与えた場合について計算された。西側のフィリピン海プレートの上の地殻は、前者のモデルでは、東側の太平洋プレートの上の地殻とともに西向きの水平変位があるのに対して、後者のモデルでは、西側では東向き、東側では西向きの水平変位となる。ここでは未だ試みの段階であるが、このような動的なモデルの発展によって、プレート運動の詳細をシミュレートすることができるだろう。[昭和59年度科学技術庁委託、プレート構造と地震活動に関する総合研究報告書、昭和60年3月、(財)地震予知総合研究振興会、pp. 361]

地震テクトニクス

最近、片仮名の言葉が氾濫している。十分、漢字であらわせる言葉を用い、片仮名で表現したり、極端な場合、和製英語まで出現している。しかし、上の“地震テクトニクス”という言葉は、漢字で表現した日本語がない言葉の一つである。これは地震が発生する仕組みを、地殻やマントル上部の地球の構造との関連で説明しようとする地球物理学の一分野であり、地震の予知や、やや長期の地震発生予測などにも結びつく、近年、脚光を浴びている学問である。

昭和60年度から3年計画として、科学技術庁から委託された『地震テクトニクスに関する総合研究』は、

中部日本活構造に焦点をあてて、地震テクトニクスの調査・研究を行なうものである。前項で述べた研究においては、日本本州弧は単に大陸プレート上に存在するものとして議論を進めている。従来は、これはユーラシア・プレートとされていたが、最近ユーラシア・プレートと、北米プレートの境界について疑問が提出され、この境界が日本海東縁から、本州中部を横切るフォッサ・マグナを通じる線であるとする新説が登場したのである。折しも1983年日本海中部地震が発生したが、その震源域はまさにこの日本海東縁にあたり、この新説を裏づける格好の材料となったのである(上田誠也、日本がアメリカとなった話、地震ジャーナル、第2号参照)。

もし、この新説が本当なら、日本本州の東北部は北米プレートに、そして西南日本はユーラシア・プレートに属することになり、糸魚川-静岡線を西縁とする日本中部の大地溝帯は、“プレート境界”として特異な活動域であるかもしれない。そうすると、前項で述べた房総沖の三重会合点は、太平洋プレート、フィリピン海プレートおよび北米プレートの三重会合点となり、また甲府盆地付近が、フィリピン海プレート、ユーラシア・プレートおよび北米プレートの三重会合点ということになる。

ここでは、新説の当否については全く予見をいさぐことなく、この地域の震源分布、発震機構、活断層分布、地殻変動などの観測事実を統一的に説明できる地震テクトニクスのモデルを追求することが、本研究の主旨である。そのことはとりも直さず、日本海東縁プレート境界説の真偽の証明を行なうことにもなり、地震テクトニクス研究の進展に大きく貢献するものであろう。

昭和60年度は初年度であるので、中部日本活構造地域に関して、地

形・地質、地震活動、地球物理学的諸観測データを収集し、研究論文の整理を行なっている。なおこれらの作業は、三重会合点といわれる房総半島沖の地域、甲府盆地およびその周辺、北部フォッサ・マグナとその周辺および日本海沿岸（富山湾・能登半島・新潟沖）の4地域に、とくに注目して行なっている。

地形・地質に関連した多くの研究論文や、資料・図幅の調査が行なわれたが、これまでの研究では、海域と陸域が別々に扱われ、また陸域だけをとり、それぞれが孤立した小範囲を取扱ったものが多い、という傾向がある。これは広域を包含する地球科学的データの不足にもよると思われるが、海と陸を包括して広範囲なテクトニクスを考える問題意識が、少なかったという側面もあったと思われる。したがって、この研究で対象地域を包括して、日本本州弧のプレート構造にせまる意義は大きい。

地震活動に関しては、基本データとして、歴史地震のカタログ、気象庁の地震表、国立防災科学技術センターの微小地震カタログがあり、大学関係の微小地震観測資料も参照することができる。また、明らかにされた地震活動の特徴の一、二をひ

ろってみると、甲府盆地一帯で発震機構の主圧力方向がほぼ東西になっているのに対して、山梨県東部の北西-南東、同北部の南北、同南西部の北北西-南南東と、主圧力軸の方向が明瞭に異なっていることである。これは、甲府盆地直下の応力場の特異性を物語るものである。

また、房総半島沖の三重会合点近傍では、海域であるため地震観測の精度がやや低いが、歴史的にもM>7の地震、時には元禄地震のような巨大地震も発生している。ほかにも低周波地震が発生する特徴もあるが、これらの地震活動の様子は、気象庁の海底地震計の資料の集積ともあいまって、さらに詳しく解明されるものと思われる。

地球物理学的諸データおよびそのデータを用いての研究について、詳細なレビューが行なわれた。ここに、その主な項目を挙げると、(1)自然地震（プレートの形態、速度構造、3次元インバージョン、Q構造、異方性等）、(2)人工地震、(3)重力（ブーゲー異常の概要、三重会合点付近、甲府盆地周辺など）、(4)地磁気と電気伝導度異常、(5)地殻熱流量、(6)測地測量、(7)地殻変動連続観測、(8)地殻応力、のあらゆる分野にわたっている。

昔は、地震に関するような地味な書籍は企画されることも少なかったのですが、関係の良書が現在のように普及されるならば、忘れた頃に「天意下って」後悔の“ほぞ”をかむこともなくなるかもしれません。

座談会「地震予知の動向」ではIBOS (Integrated Borehole Observation System) とか、GPS (Global Positioning System) など、新しい測器を含めて、予知計画の重要な担い手である諸先生が、縦横に意見を述べられて、本号の主要記事となっています。

なお本号から「地震予知連絡会情報」を、東北大学浜口先生が担当して下さることにになりました。

[K]

これらの研究は、それぞれの分野、また各地域、個々の問題として取扱われ、有機的に関連づけられ統一された理解を生むに至っていない。そこで本研究では第2年目の昭和61年度において、この地域に“プレート境界”を念頭においた場合、どのような解析をすべきか、またどんなデータを収集すべきか、テストを行ない、個々の研究成果の有機的結合を計ることにしている。

このようにして、最終年度の昭和62年度には、日本海東縁からフォッサ・マグナにかけてのプレート境界説に、一応の結論が与えられることが期待される。

[昭和60年度科学技術庁委託、地震テクトニクスに関する総合研究、昭和61年3月、(勸)地震予知総合研究振興会、pp. 314.]

●本振興会での受託研究は、つねに学問的色彩の濃い、特色ある研究成果を発表しているが、これは、ひとえに大学あるいは国立研究機関などの第一線の研究者にご協力をいただいていることによるものである。本号に紹介したものもその一部であるが、ここに改めて、日頃お世話になっている諸先生に、厚く謝意を表する。

[A]

地震ジャーナル 第3号

昭和62年6月20日 発行

発行所 ☎101 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

編集後記

おかげさまで『地震ジャーナル』も2年目を迎え、この“第3号”をお手許にお届けします。順調に発行がつけられることは、ご多忙中にもかかわらずご執筆いただいた諸先生のご協力の賜ものと感謝する次第です。

今回は、たまたま11冊にのぼる書評が掲載されました。最近、地震関係の出版が非常にさかんで、書評ともなるとあまり遅くなっては時期を失するというところもあるので、やや比重がかかり過ぎるくらいは無きにしてもあらずですが、地震に関係のある“良書”を世に紹介するのも本誌の大きな役割でもあろうと、あえて踏切ったものです。