

地震 ジャーナル

5

1988年6月

エッセイ 情報の内実を知る ● 柳田邦男

鼎談 地震予知と情報 ● 司会・伊藤和明／力武常次／岡部慶三——1

天下の奇災 ● 柳川喜郎——16

津波災害 ● 首藤伸夫——24

地震・津波碑巡り 徳島県海南町浅川観音堂地藏尊 ● 相田 勇——31

大震災襲来！ ● 吉田啓吉——32

地震・津波碑巡り 善光寺の地震塚 ● 力武常次——39

宇宙技術と地震予知 ● 吉村好光——40

地動儀モデルいろいろ ● 力武常次——47

地震予知連絡会情報 ● 渡辺 晃——48

● 書評——52

関東大震災と遷都論 ● 編集部——54

● ADEP情報——55

地震予知総合研究振興会

ASSOCIATION FOR THE DEVELOPMENT OF EARTHQUAKE PREDICTION

情報の内実を知る

柳田邦男

伊豆大島の三原山が徐々に大きな噴火を起こし、全島民が避難を余儀なくされたとき、火山専門家たちはテレビのインタビューや記者会見に出されては、噴火の見通しについてコメントを求められていた。住民側に見れば、生命と財産に直接かかわることだから、見通しをはっきりと述べてほしいという気持ちを抱くのは当然だろうが、一方、火山専門家の立場に立ってみれば、噴火の予知というものは、学問的にも観測体制の制約からも、確信をもってこうなるといえる段階にはなっていない。専門家のそのあたりの苦渋が、テレビの画面から伝わってくるのを何度となく同情心さえこめて見ているうちに、私は、もう20年以上も前のことになる松代群発地震当時の騒ぎを思い起こしていた。

松代群発地震は、1965年8月から始まり、翌66年春には震度5の強震が頻発するほどになり、群発地震がこの調子で拡大激化していけば、マグニチュード7クラス、震度6という大地震が起こるのではないかという不安が、住民の間に生じるに至った。

当時は、地震予知連絡会はまだ設置されておらず、地震に関する公的な情報といえば、気象庁または長野地方気象台が発表する地震情報のみであった。地震情報は起きた地震に関する情報提供が主体であって、今日いわれるような意味での予知情報を含んでいなかった。住民が求めている情報をできるだけ多く伝えようとする報道担当者たちは、何とか予知情報に踏みこめないものかと考えた。NHK記者だった私もその1人だった。

その頃、東京・本郷の東京大学地震研究所で、毎月談話会というのが開かれていた。地震研だけでなく、他の大学や研究機関の研究者たちも参加しての研究会である。談話会の発表テーマのほとんどが、松代群発地震に関するもので占められるようになった。私はその談話会に欠かさず取材に出かけた。そして、松代周辺の水準測量、光波測量、地磁気測量、水管傾斜計などのデータの微妙な変化や分析結果に耳を傾け、注目すべき報告については、担当の専門家や萩原尊禮・東大地震研所長のコメントを求めて、ニュースにした。それは、学術的ニュースではあったが、内容は松代群発地震の趨勢をとらえようとする、まさに予知情報に近いものだった。もちろん無責任な推測は許されないから、専門家のコメントの範囲内で慎重な表現を探すのに苦勞をしたものである。

談話会において専門家たちの迷いや苦渋にじかに接し、さらに松代での観測活動の苦勞を現場取材で見たことは、私にとって地震予知の内実と限界を知るという点でかけがえのない経験となった。内実を知ると、情報に振りまわされずに、冷静さをもって柔軟に情報に対処することができるようになる。それ以来私は、地震予知情報や警戒宣言を関係機関が発表するときには、できるだけナマのデータや議論の内容を公表したほうが、人々の情報への理解を深めるうえでよい効果をもたらすはずだと考えるようになった。

●鼎談

地震予知と情報

司会: ^{いとうかずあき}伊藤和明

[日本放送協会解説委員]

^{りきたけつねじ}力武常次

[日本大学文学部教授・東京大学名誉教授]

^{おかべけいぞう}岡部慶三

[帝京大学文学部教授・東京大学名誉教授]

《発言順》



伊藤 きょうは、“地震予知と情報”というこ
とでお話をうかがいたいと思います。昨年の12
月17日にも首都圏を強い地震が襲いまして、そ
の直後に東京消防庁がアンケート調査をしたん
ですが、都民の81.8%が恐怖を感じたと言っ
ておりまして、最近数年の地震の中では一番高い
数字を示してあります。千葉県民はもっと恐怖
を感じたのだらうと思いますが、こういう突然
襲う強い地震に対する庶民の恐怖ははかりしれ
ないものがあると思うんです。であるだけに、
地震予知に対する一般の期待はきわめて大きい。
しかし、予知技術の現実は、この間のような中
規模の地震にまでこたえるところまではいっ
ていないわけでして、そこに予知の現実と社会の
期待との間のずれというものを、常々感じてい
るわけなんです。だからこそ、そこにまた予知
情報を運用することのむずかしさがあるのでは
ないかと思うんですが。

きょうは、日本の地震予知の現状と、予知情
報を運用する際のさまざまな問題点などについ
て話し合いをしていきたいと思っております。
最初に、力武さんは日本の地震予知事業に終始
一貫かかわってこれたわけですけれども、日本
の地震予知の現状を大略お話しいただければ
と思うんですが。

力武 『地震ジャーナル』3号に“地震予知の
動向”という座談会がありますけれども、あれを

ごらんになってわかるように、うまくすると予
知できる場合があるという程度が現在のレベル
じゃないかと思います。たとえば今度の九十九
里浜沖の地震の前の日に判定会委員打ち合わせ
会というのがございまして、気象庁に6人の先
生方や気象庁その他の官庁の専門家が集って、
寄ってたかっていろいろな地震計、ひずみ計のデ
ータを見ていたわけですね。千葉県には、大多
喜とか八日市場等々にひずみ計が入っておりま
して、その記録をちゃんと見ていますけれ
ども、何も異常を感じた人はいなかったわけで
すね。もっとよく見ればあったのかもしれま
せんけども、少なくとも私は何も感じませんで
した。というわけで、あの地震は予知できな
かったと言わざるを得ないと思うんです。

伊豆大島近海地震（1978年、マグニチュード
7.0）のときには、十数例の前兆らしいものが
観測されているわけです。調査によりますと、
浅い地震だと前兆が出やすいということがある
ようです。今度ののはちょっと深かったようで
すね。ですから、マグニチュード6.7程度で、深
さが50キロというようなことになりますと、い
まの腕前では無理だろうというのが正直なところ
だと思います。

逆に今度は途方もない大きな地震、たとえば
言われている東海地震のようなものは100キロ、
150キロにわたって異常が出るだろうから、何

東海地震と予知情報

とか予知できるだろうと思って一生懸命観測している。現在 130 点ぐらいの観測点から異常のデータが気象庁に全部入ってくるんですね。東海地震が起こる兆候はいまのところないということでございます。そんなのが現状ですね。

伊藤 やはり、起きるべき地震の柄がらが大きいれば大きいほど前兆現象のあらわれ方が大きいと考えていいのですか。

力武 ええ、少なくとも広がりが多いということだろうと思いますね。

伊藤 岡部さんは、東大新聞研究所で災害と情報あるいは地震予知と情報といったテーマの研究にずっと取り組んでこられて、数々のプロジェクトのまとめ役をしてこられたわけですが、この予知と情報という点で言いますと、どうなのでしょう。発災後の情報と予知段階での情報とはやはり本質的に分けて考えなければいけないわけですね。

岡部 そうですね、予知の段階では情報だけが伝えられて、まだ状況には変化が起こってない。地学的、地球物理学的な変化はあるでしょうけれども、社会生活では変化が起こっていない。予知に伴って、防災体制をとり、たとえば電車がとまるというようないろいろな変化はあるでしょうけれども、少なくとも災害状況は発生していないという段階ですね。ところが、災害が発生してから後は、それに基づくところの状況変化が大変大きな問題になってきて、それだけに伝えるべき情報の内容がすっかり変わってくるでしょう。たとえば被害状況についての情報とか、応急対策についての情報というようなことが中心になるでしょう。もちろん、ある種の予知情報、たとえば地震が起こった後でも余震についての見通しみたいなものも、かなり社会的に求められる情報ではないかと思うんですけれども。

力武 火山が噴火した後みたいなのですね。

岡部 そういうことなんですな。

伊藤 話を先へ進めて、東海地震の問題に入りたいと思います。私どもはよく放送を通じて、いま日本でたぶん直前の予知ができるのは東海地震だけですよと言うんですが、それでいいんですか。

力武 できなければ困るという感じなんですな。(笑) いろんな法律なども、できることを想定してつくられているみたいに思いますし、いわゆる判定会というのがございますが、その委員の方々もできるとしてやっているわけなんです。ただ、本当に予知してみせたことがないわけですから、あんまり大きなことは言えないんですけども、あれだけのものがいきなり何もなくて来るということは非常に考えにくいというふうに思っております。それから、過去において、安政東海地震とか、東南海地震、あるいは関東地震などの前の状況を調べてみますと、やはり何がしか、極端に言うとも人体感覚でもわかるような前兆までです。いわんや、機械観測がいま非常に精密化しておりますので、これは何とかできるだろうと私は思っております。

伊藤 東海地震の場合、観測データに或る基準以上の異常が発生すると、判定会の 6 人のメンバーが招集されて、そこで判定が行われる。黒か白か、灰色という場合もあると思うんですが、黒なり灰色なりということになりますと、気象庁長官に報告され、長官から総理大臣に報告されて、総理が閣議を開いて、警戒宣言を発表するという段取りになっている。そういうシナリオで、毎年 9 月 1 日の「防災の日」に訓練をやっているわけですけど、本当にこれがシナリオどおりうまくいくのかどうかということも私ども、いつも心配をしているんですが。

力武 つまり、そういうシナリオが設定された時期には研究が行き届いていないので、そういうふうにズバツといく以外しょうがないということで、あんなったんだろうと思います。その後、われわれの方とか、あるいは岡部先生の方

なんかで昔の巨大地震のときにどういうことが起こったんだろうかということ調べてみますと、いきなりあらゆる計器がおかしくなって判定会招集というよりも、何か少しずつおかしくなって、たとえば有感地震がふえてくるとか、井戸水が出なくなったとか、極端に言うと犬が変にほえるとか、そういうようなことが起こってだんだん一般の方々も何だか変だぞというふうに感じて、そういう状態がしばらく続いてから、本当の直前のシグナルが出てくるという方が、どうももっともらしいような気がしてきておるわけなんです。そういうふうにもシナリオを変えて対応していかなくゃならないような状況になりつつあると思いますが、まだそのへんまできちんとはしておりません。

伊藤 つまり、中期予知的な状況があらわれてくるんじゃないかということですね。そういう場合にやはり社会がどのように対応するか、これがまたむずかしい問題ですね。

岡部 ええ、大変むずかしい問題ですね。ともかく、そういう専門家のご判断、もちろんそれはいろいろなルートで情報として伝えられてくるんだと思うんですけども、放送もそれを告げるであろうし、政府機関も何らかの形で情報を公表せざるを得ないようなことになるんでしょうけど、それと同時に目で見えると言いますか、体で感じるような、そういう具体的なシグナルがあると、ずいぶんまた受け手の側は違ってくるんじゃないかと思います。いままで私たち、いろいろな調査をやってきました。情報だけというのはなかなか信用しにくいところがあったんですけども、同時に何か具体的な災害状況を目で見たり体験したりしますと、非常にこれは効き目があるんですね。

そういう点で、中期予知的な状況が地球からのシグナルが出てくる、体験的に情報が伝えられるようになってくると、単なるそういう政府発表あるいは科学者の見解発表なんというような情報とは違った意味を持ってくると思うんですね。

伊藤 そういうときやはり私どもが心配するの

は、たとえば地震予知連の発表する統一見解だけが公式情報として流れればいいのですが、先生方の中にはいろいろ個人的な見解をおっしゃる方がおられて、

それがたとえばある種のマスコミを通じて世間に広がってしまうという、そういう状況もきつと起きるのではないかと思いますけれども。

岡部 マスコミもそういう情報を求めているところがありますよね。公式見解とは違ったものを……。

力武 判定会とか、予知連のメンバーは自粛するだろうと思うんです。会長一本でもって話をするというふうにするでしょうけれども、無理やりに何か言わされるという状況もある。それから、自宅の前に張り番が立つとか、そういうようなことまで起こり得るんじゃないかと思えますね。(笑)とくに、そういう公式機関に参加されていない方があるわけですし……。

岡部 個人意見をかなり述べる。

力武 つまり、学者が学説を述べることを禁ずることはできませんので、どこまでが学説かという問題になりますからね。

伊藤 学会発表というやり方もあるわけですからね。

力武 だから、ある程度てんやわんやになる可能性はあると思います。

伊藤 まだそのあたりのところはほとんど社会対応としては詰められていないですね。

岡部 詰められていないですね。

伊藤 先程の話の直前予知の問題に戻りまして、判定会が招集されると、その30分後に判定会招集のニュースが流されるということになっておりますね。これは30分協定ということで、ところが、一般の人は判定会が招集されたというニュースだけで、これはもう警戒宣言に等しいと思込んでしまわないだろうかという、そんな



伊藤和明氏



岡部慶三氏

心配があるんですが。

岡部 それはやっぱり意識の違いで、東海地震に対して非常に過敏になっている地域では当然そうだと思います。しかし逆にた

とえば強化地域外の周辺地域でそれほど地震に関心のないような、そういう地域の住民は、一部の人は判定会ということすら知らない。判定会が招集されたという情報が仮にテレビで流れても、何のこともわからないという人たちもいるわけですね。過敏な方は、もう判定会招集即警戒宣言ということで、警戒宣言のときの反応が前倒しになってしまうようなことも、当然起こってくると思うんですけど。

伊藤 確かに、警戒宣言という言葉も……。

岡部 ですら知らない人たちがいる。

力武 判定会招集というのは総理大臣にスタンバイかけるわけですから、これは大変なことなんです。一応招集の基準というのがあるわけなんですけども、基準に書いてあるようなことが本当に起こったら、やっぱり起こる確率の方が高いんじゃないですかね。というわけで、われわれとしてはもうえらいことだと思いますが。

伊藤 それでも、判定までにいま1時間半から2時間ぐらいはかかると、予想しているのは、やはり、6人の先生方それぞれにご意見が違ってなかなか結論が出ないということもあるからでしょうね。

力武 あると思いますね。皆さん思感が違っていて、私などは確率を計算して定量的にいけと言うんですけども、その場で考えるよというタイプの方もおられますし、確率なんか信用できんという……。それも無理もない点もあるんですけど。あれは多数決じゃないんですよ、結局は会長判断です、最後は、そうじゃないと決まらんと思うんですよ。

伊藤 常々言われていることは、空振りはして

も見逃しはするまいということですね。さて、その問題の空振りなんですけれども、一応警戒宣言を出してみたのだが、いつまでたっても地震が起きない。そういうときの社会的な影響というのはかなり大きなものだろうと思いますし、もしやはりそうじゃないとして解除するのであれば、この解除のタイミングという問題もあると思うんですが。

力武 つまり、たとえばいまから3日以内に起こる確率が95%を超えたというような場合には、一応そういう情報を黒だと言わざるを得なくなっちゃうのではないかと思います。しかし、それでも起こらないことはあるわけですね。それを空振りと言うわけなんですけども、1回や2回は許してもらえるかもしれないけど、3回もやると、これはもう世の中が相手にしなくなる。(笑)

伊藤 野球なら三振になってしまう。(笑)

力武 そういうわけで、非常につらいですね。それから、解除の方は3日たって起こらないとすれば、その後は原理的には延長戦でいくわけなんですけども、新幹線を1週間もとめるなんということは世の中じゃ考えられないことだろうと思うんですね。ですから、解除をどこかでやらなきゃならないんですが、それは科学的には確率が下がらなきゃできないわけなんです。けれども、例の三原山の噴火のときの例を見ても、科学者の判断よりも行政判断の方が先行せざるを得ないということもあり得るんじゃないかと思いますし。どうでしょうかね、そのへんは。

岡部 一般住民は、何回警戒宣言が出されても構わないと言う人たちもおりますし、そうでない人もいると思うんですけども、実際問題としては警戒宣言が出たからといって住民の1人1人の生活に対する影響はそんなに深刻ではない。深刻でないと言うと言い過ぎかもしれないけれども、決定的なものではない。やはり、組織、企業ですよ。静岡県がたしか企業に対してそれに関連するいろいろな調査をやったことがありましたけど、警戒宣言が出て地震が起こ

らないという場合、一体どれぐらいまでがま
できるのかと言うと、24時間ぐらいいいとい
うようなことを言う企業がかなりあるんですね。
つまり、1日は仕事をストップしていいけれど
も、2日、3日はとてももうしんぼうできない、
仕事を再開せざるを得ないと、いうわけです。
従業員が来るか、来ないかは別問題として、企
業の立場としてはそういうのがかなりあるわけ
ですね。

先ほど新幹線のお話が出ましたけど、それ以
外の企業でもそういうようなことがいろいろと
あって、このへんが率直に言ってやはり政治的
解決を求めていくんじゃないですかね。

伊藤 非常にむずかしい問題ですね。警戒宣言
一つとっても情報の受け手の側の反応というの
がまたさまざまですから。

岡部 受け手の反応がやはり送り手を拘束しま
すから、そのへんの問題は大変むずかしいとこ
ろだと思いますけれども。

意識の中だるみ

伊藤 とにかくその東海地震の問題ですが、私
の知っている限りでは地震の起きる前に名前が
ついた地震はこれが初めてだと思うんです。

岡部 なるほど。(笑)

力武 そうですね。それから、起きもしない地
震の断層を決めたのも初めてです。(笑)

伊藤 それは起きる場所がわかっているからであ
って、ということは超長期的な予知の成果と申
上げてもいいんじゃないかと思うんですが、
この東海地震説が言われ出したのは、1976年で
すかね。

力武 石橋君が言い出したのは76年。

伊藤 その前から、すでに東海沖の空白域の問題
があったわけですが、76年に石橋さんが駿河湾
の中にまで震源域が及ぶという東海地震説を
言い出して、防災対策の強化と地震予知観測網
の整備が進められることになった。それから12
年ということなんですが、当時よく明日起きる
かもしれないし、20~30年先かもしれない

いと言われて、ずいぶん粗っぽいじゃないかな
んて一般の人は思ったかもしれませんが、何と
いってもあのときから10年以上たってしまいま
すと、たとえば予想震源域に最も近い静岡県あ
たりで、「東海地震はもう来ないんじゃないの
か」という気持ちを持っている人たちもかなり
多いようでありまして、静岡県の担当者もそう
した意識の風化、意識の中だるみを心配して
いるわけですが。

力武 そうなんですね。10年なんていうのは地
球のタイム・スケールから見るとほんの一瞬で
すから。そして、あの当時は何も観測してない
ものですから、明日にも起こるかもしれないと
言ったわけなんでしょう。しかし観測してみると
明日には起きないらしいということになるら
しいけれども、確率はどんどん上がっていくわ
けですね。しかし、破局に向かって進んでいる
ことは間違いない。たとえば御前崎の先端なん
てどんどん下がっていますから、あれは無限に
下がるわけではないので、どこかで壊れちゃうわ
けです。

というわけで、危ない方向にいつていること
は確かなんで、それを力説するんですけども、
やはりぴんとこないと言いますか、住民は少し
たるんでいると言っちゃ失礼ですけども、防災
の品物が補充してないとか、何かそんなような
ことはあるようですね。

岡部 そうですね。くみ置きの水とか食糧の備
蓄がだんだん減って、あれは入れかえていかな
ければならないから、だんだん入れかえるのが
おっくうになってくるということはあると思う
んですけれども。しかし、不安の程度なんかは
そんなに変わっていない。やっぱり地震はいつ
か来るということに対しての不安はあるわけ
ですね。

ただ、いまお話出たように、明日起きても不
思議ではないということから、もう明日にでも
来るのではないかと思っていた、そういう気持
ちだけはやや薄らいでいる。いずれは来るだろ
うけれども、そう差し迫ったことではないとい
う……。それをたると言えばたるとみかもしれ

ませんけれど、ある面ではいたし方のないところかもしれませんね。何かまた別のきっかけでもあると、ピンと緊張が高まるようなことになるかもしれません。

伊藤 これだけ地震予知観測網を整備したことによって、まあ、明日は大丈夫だよということと言えるようになってきたと考えてもいいんですか。

力武 私はそう思うんですけどもね。つまり、それはどういうことかと言うと、要するにいま観測している計器に何も異常がみつからないということにすぎないわけで、千葉の地震みたいに異常がなくても起こることもあります。でも、地震の規模とか性質が全然違いますから、東海の場合はそういうことはないだろうと私は思います。それも私が思うだけで、保証の限りにあらずという面もごさいます。

ですが、やはり5年、10年というタイム・スケールになりますと、これはもうかなり危いんじゃないかと。無理やりにいまから10年以内に起こる確率を地殻変動とか歴史的な地震の繰返しから計算すると、30~40%という値が出てまいりますので、これはちょっとやはりほっておけないというふうに思います。

伊藤 でありながら、先ほども出ましたように、県民の意識が後退している。先般、県の地震対策課に聞いたんですけれども、たとえばこんなアンケートの数字が出ているんです。家族と落ち合う場所を決めているというのは、1984年に調べたときは32%だったのが、2年後の86年には、21%に減っているんですね。それから、非常持ち出し用品をそろえているというのが、84年には55%だったのが86年には49%になっている。

東京についての別の数字がありまして、東京は同じ86年で66%の人がそろえているんですね。東海地震のおひざ元の静岡県が49%で東京は66%だということで、これは困ったことだと嘆いておられました。地震の起こる日に向かって刻々と近づいていることは確かなんですが、意識の方がだんだん遠のいていくという現象は全く

困ったものですね。(笑)

岡部 でも、さっきも申し上げましたように、そう緊張を10年も持続するというのは大変なことだと思います。戦時中に空襲警報がいつ発令されるか知れないという気持ちでゲートル巻いたまま寝たなんというような、そういう状況はそんなに10年も続くものじゃないと思うので、ある程度遠のいたというわけではないけど、先ほどのお話のように、明日にでも起きるといふ可能性は幾らか楽観していいのではないかというようなことで、ほっとしているところはあると思うんですね。

で、先ほど申しましたように、やっぱり何かのきっかけ、たとえばちょっとした地震が震度3とか4とかというのでも2~3回あるとか……。

伊藤 あるいは、御前崎の沈下が反転したとか平らになったとかいう……。

岡部 そうですね。そのへんのことはかなり県民も知っていると思いますので、そういう前兆現象らしきものが県民にも周知されると途端に、やはり緊張がまたピンと高まるんじゃないかなと、私はみているんですけども。

伊藤 実際に、そういう中長期的予知の状況でも、あるいは直前予知の状況でもいいんですが、とにかくこれ、テレビの言葉で言うとおつつけ本番なんですよ。(笑) ちょっとリハーサルやってみようというわけにいかないという、そのあたりのところにまだ大きな問題があるように思うんですが。

難しい直下型地震の予知

伊藤 東海地震の問題も、まだほかにもいろいろあると思うんですけども、ここで話を変えて、東海地震のようなマグニチュード8クラスの巨大地震は、何とか前兆をつかまえるという努力がなされているんですけども、1けた小さいマグニチュード7クラスの地震の予知について、とくに首都圏の直下などは心配なんです。このあたりの予知技術は進展してい

るのですか。

力武 これは非常につらいんですね。つまり、首都圏直下型と言っても茨城県南西部とか千葉県北部の方に起こるやつは、あれはフィリピン海プレートと太平洋プレートがぶつかってどん詰まりのところで起こっているのです。キューキュー押していますので、いつもストレスが高くなっていて、ポロポロ壊れて起こるんだというわけです。60~80キロぐらいの深さですから、起こっても震度4ぐらいが普通で、たまに震度5になるという程度です。マグニチュードにすると6ぐらいが最高ですので悲劇的なことにはならないと思うんですね。

悲劇的になるのは、東京・横浜直下の安政江戸地震みたいなやつだろうと思うんです。そういうのが一体起こるのか、起こらないのかという話なんですけど、これもあんまり手がかりがないんですけども、実は元禄16年、1703年の房総沖のマグニチュード8.2という巨大な地震ですが、あれの余震活動が終わってから80年ぐらいの間は、そういう東京・横浜直下の地震というのがなかったんですね。これが出だしてからはだんだん発生間隔が狭まって、ついに関東大地震が起きちゃった。元禄地震をいまの関東大地震で置きかえますと、ちょうどその80年ぐらいの平穏期にいまいるわけですね。ですから、今はないんですよ、そういう地震は。

それで、おそらくもしそのときのパターンがそっくりそのまま繰り返すとすると、2006年に東京直下の震度5というのが出てくるんだそうです。そしてだんだん発生間隔が狭まってきて、ついに第2次関東地震が来るだろう。それが、来世紀後半ぐらいじゃなかろうかというように、これは非常には根拠がないんですけども、地震発生の癖ということを信用するならばそういうことになるだろうという話があるわけです。

科学技術庁の未来予測を見ますと、2007年に内陸M7クラスが予知できるようになるということなんで、ちょうど間に合うぐらいじゃないかと思うんですけど。(笑)現在のところはち

よっと無理ですね、そういうのを予知するのは。

伊藤 首都圏を囲んで深井戸観測を3点でやっておりますけれども、あれだけではちょっと無理ということですか。

力武 そうですね。地震学者としてはもう少しほしいんだということのようです。ただ、あれは1本掘るのに20億、30億のお金がかかりますし、石油の井戸を掘るような機械を持ち込んで1年ぐらいガラガラ回すので、その近所に住んでいるわけにもいかないでしょうから、国有地でなければできないわけで、都心ではもうやる場所がないですね。皇居などを使わせていただければできないこともないかと思えますけども、そういうわけで、20億、30億ですと、大蔵省もいい顔をしないようですし、なかなか無理な点があるようです。

しかも、地震観測だけではやはりだめなので、いろんな項目の観測をやりたいということなんですが、南関東の少しカチカチの岩が出ているようなところはよろしいんですけど、平野部になってきますと、なかなかつらいですね。そういう点で非常に悩んでいるわけです。

東京都民の過剰反応

伊藤 この南関東地域というのは、日本の人口の約6分の1が集まっていますし、関東地震でも、いわゆる直下型の安政の江戸地震でも大災害になっている。とくに東京都民は、先日の地震後のアンケート調査でもそうですが、地震に対する恐怖感を持っていると思うんです。たしか岡部さんが新聞研究所にいらっしゃるころだと思えますが、東京都民の地震予知情報への対応というのをお調べになりましたね。

岡部 率直に申して、予知の問題について、たとえば静岡県なんかと比べると、かなり知識度の水準が低い。予知のシステムそのものについての知識もなければ、東海地震が起こったときにどうということが起こるのか、東京では、どのような被害が発生するのかというような問題になりまして、非常に知識が不足していて、

全般的には過大な予想があるように思います。一例を挙げますと、東海地震によって、家屋の倒壊が半数あるいはそれ以上に及ぶであろうと考えている都民が7割もいるという数字などが出まして、実に驚きます。ご承知のように関東大地震の際にも木造家屋の倒壊率というのは、東京の中でも地域によって差がありまして、たとえば深川あたりでは倒壊率がかなり高かったですね。しかし、東京全部をならせば4%に過ぎなかったわけです。

関東大地震のときは震度6で東海地震は震度5と言われているし、その後半世紀以上にわたる間に建築技術が非常に進んでいるというようなことからすると、家の倒壊はもう4%どころか、もっと低い率ではないかと思えます。それにもかかわらず、それが50%以上だと言う人が7割にも及んでいる。こういうように知識の不足から地震の被害について非常に過大なイメージを持ち、その結果地震に対する恐怖感が当然それ相応に強くなって、いざ警戒宣言が出たときの反応も、またオーバーになるんじゃないだろうか、こんな心配があるわけです。

伊藤 私も記憶しているんですが、その調査の質問項目の中に、「東海地震が発生したときの東京での震度を、あなたは幾つと思われますか」というのがございましたね。そうしたら、6あるいは7になると答えた人が23区内で49.1%で、ほぼ半分もいた……こうなると警戒宣言が発表されたら東京は大変なことになるんじゃないかと思えますが。

岡部 静岡よりも大変なことになる可能性もあります。

力武 少し宣伝が効き過ぎた。(笑) 震度5だから逃げる必要ないよと、事あるたびに言うんですけども。

岡部 まだ浸透してないんですね、いざという場合には、やっぱりイメージで反応するでしょう。われわれは、災害というものについてみんな多かれ少なかれ何らかのイメージを持っている。そのイメージが、どうも事実と照合しないようなイメージのように思われます。私たちは

イメージに導かれて反応するわけだから、そのイメージが非常に過大なイメージですと困ります。

伊藤 やはり、東京都民は関東地震と東海地震とを混同しているようなところがありますね。

岡部 関東大地震が地震について考えるときの下敷きになっているんでね、基本的には、関東地震すら体験した人はほとんどいないんですけど、ただ、語り伝えられている関東地震。

伊藤 何か大きな地震が来る。

岡部 もう伝説化した関東地震がものすごい大被害をもたらしたということから、それとダブル・イメージになっちゃっているんですね、東海地震が。

伊藤 毎年9月1日に国の防災訓練をやっておりますね。NHKでも防災ラジオデーとして、ラジオの生放送を続けているんですが、アナウンサーが東京の下町で訓練に参加している主婦たちに、「あなたは東海地震が来たら震度どのぐらいだと思いますか」と、マイクを向けますと、3人に2人は震度6か7と言うんですね。それだけやはり東海地震の真のイメージが、東京の都民にはほとんど浸透していないような気がしますね。

岡部 行政も、東海地震よりもむしろ関東地震というようなことを言う傾向がありますね、東京直下型とか、あるいは南関東地震。それに対する対策は一生懸命やっているわけですが、東海地震のことはあまり……。考えてないはずはないんですが、二の次になっているくらいがなきにしもあらず。当面は東海地震のことをもう少し都民にも浸透させるべく、行政の努力も必要なんじゃないかという気がすることもあるんですけども。

近づく？ 小田原地震

伊藤 確かに、東京周辺あるいは横浜なんかもそうだと思いますけれども、防災訓練というのは南関東巨大地震、つまり関東地震を想定してやっていますけども、さっきのお話ですと、こ

れは当分こないわけですね。

力武 つまり、関東大地震のときの地殻変動の約3分の1が60年ぐらいで回復しているような感じですから、非常に簡単に考えると、あと120年たつと1になりますから、次のが起こっている状況になるという感じで、だいぶ先じゃないかと思うんです。しかし、元禄地震が起きた房総沖にははずみ溜まっているかもしれないという恐れはあります。

伊藤 房総沖の空白域がよく言われておりますね。

力武 近ごろやっと海底地震計が設置されましたが、それ以外何のデータもないものですから、私どもも判断しようがないのです。

伊藤 もし房総沖で、M8クラスの地震が起きたときは、震害はそれほどではなくても津波が大変ですね。

力武 ええ、津波はひどいですね。熱海あたりでおそらく7~8メートルのが来るでしょう。東京の震度は5でしょうね。

伊藤 そのあたりのPRはあまりなされていないんですね。われわれがやらなきゃいけないのかもしれないんですけれども。(笑)

それと、いま一つ力武さん、どうなんですか。いまたいへん問題になっている相模湾北西部の地震ですね。

力武 これも例の石橋君がからんでくるんですけども、西相模湾断層とかいうのがあって、それが関東大地震のとき一緒に動いたという。したがって、小田原のへんは関東大地震のときにもすごく揺れたというお話になっているようですけど、地形は断層みたに見えるんですけど、伊豆東方沖の地震のときなんかの発震機構を見ますと、むしろ東西の横ずれなんですよね。ですから、逆断層が本当にあるのかどうか、怪しいという地質の方々もおられるようで、どうも……。私は小田原は70年周期ぐらいで繰り返す、繰り返す地震でやられていることは事実ですけれども、1種類の地震じゃなくて規模の大きなやつ、小さなやつ、震源も別々というようなものが見かけ上70年になっている可能性もあ

るんじゃないかと思ひまして、そんなには気に病んでないんですけども、人によっては危ないんだと言う人もありますね。

伊藤 ただ、私ども素人考えで気味

が悪いと思っているのは、いつか力武さんも言われたように伊豆の地震活動がずっと南の方からここ数十年北上してきていて……。

力武 それは、あるときまでは事実でしたね。

伊藤 それから、もう一方は1983年に三宅島が噴火をして、86年に大島が噴火して、こちらも北上して来ている感じ。その結び合うあたりのところにちょうど相模湾北西部のいわゆる空白域があるように見えるんですが。

力武 どうなんでしょう。つまり、これからちゃんとした観測を科学技術庁の振興費でやろうというような話になっているわけですが、それはあくまでもモデルをそこで調べるということ、いますぐ地震が起こるんであるというわけではないというふうな態度で、学者は口をきいているんだろうと思いますね。わりあい小田原の人は平気なようです。(笑) ぼくはえらい騒ぎになるかと思ったら……。

岡部 そうですね。この次の70年はいつごろになるんですか。

力武 関東地震の次の70年ですから、93年ぐらいですね。

伊藤 その小田原地震70年周期説というのが有名になってしまひまして、1923年に70足して1993年ですか、その頃が近づいてきますと、また雑誌などがどっと書き始めて、地元にいる混乱を起こす要因になるんじゃないかという心配があるんですけども、場所が場所だけに、とくに熱海とか湯河原というような観光地もありますし、あまり軽々に物を言うことはできないと思うんですが。

力武 ですから、その石橋説と言っているいかど



力武常次氏

うか知りませんが、それは別としてあの辺にはたくさんの活断層がありますね。ですから、地震が起こっても全然おかしくないところですよ。独立にやはり警戒すべき地域であることは間違いないと思いますね。

伊藤 起きたとしても、たぶんマグニチュードは7クラスの中規模だろうということなんです。やはり先程のお話のようにマグニチュード7クラスはなかなか予知がむずかしいということですね……。

力武 そうですね。異常隆起なんかが出るとしてもおそらく直径40キロとか、せいぜいそのぐらいのものだろうと思うんですね。前兆というのは、種類によってもっと遠くで出るのもあるんですけども、やはり決め手はそういうようなものですから、ひょっとすると網の目からはずれる恐れがありますね。ですから、集中的に観測をやるということは大変結構だと思いますけれども。

伊藤 将来、そういうM7クラスまである程度予知できるような状況になってきても、やはり情報の運用には相当慎重を期さなければいけないという点もあるわけですね。

岡部 そうですね。

流言と社会的混乱

伊藤 次に話題を変えて、予知に関するいわば流言の問題を取り上げたいと思います。よく、大きな地震が起きますと、もっと大きいのが来るという流言。これは、たとえば関東大地震のときにもっと大きい地震が来るとか、富士山が噴火したとか、東京湾に大津波が来るとか、秩父連山が噴火したとか、あそこには火山はないんですけどね。(笑) そういうような流言が飛びかったそうですが、やはり一度被災した人たちは極度の不安とストレスがたまっている。そういうところに流言がエスカレートしていく素地があると思いますけれども……。

岡部 そうですね。おっしゃるとおり大きな地震がありますと、必ずその後再来地震流言と言

うんですか、地震がもう一遍やってくるという流言が拡まります。これはもう日本ばかりじゃなくて、メキシコ地震やチリ地震などでも流れておったようですね。世界的にそういうことだというのはやはり人間心理の弱みによるわけでしょう。非常にこわい恐怖の体験をし強い不安にかられているところへ、大きな地震の後はおそらく必ず余震がチョコチョコ来るでしょうから、その余震の反復というようなことが刺激して、またもっと強いのが来るんじゃないか、もっと強いのが来るんじゃないかって思うわけです。そういう予感があると、その予感に根拠を求めようとする。つまり自分の不安を正当化するような何らかの情報を求めて流言を信じようということになるらしいんですね。

伊藤 関東地震の後で、これは質の異なる流言ですが、朝鮮人が暴動を起こして東京に攻め上がってくるという流言が広がって、その結果はたいへん悲しいことになったわけですが、あのときはラジオ放送はまだ始まっていないし、新聞社も地震で壊れて、情報皆無の状態だったところが、いまの世の中を見ると、情報が有り過ぎて、どれを選択したらいいかわからないという状況になっているんじゃないかと思いますが。

岡部 そうですね。基本的に流言というのは、情報が不足するとその間隙を縫って発生するものだと思います。それからもう一つは今おっしゃったように情報が整合性を欠いている場合ですね。ある人は大丈夫だと言い、ある人は非常に危険だなどと言うと、情報が矛盾する。そうすると自分なりに勝手に情報を解釈し、自分で情報をつくっちゃうと言うんですか、でっち上げちゃうということもあるんじゃないかと思います。で、不安があると危険な方の情報を選んでしまうということになりかねません。今日のような情報化社会の中では玉石混交と言うか、いかがわしい情報もかなりまじっていて、そういうものが流布される傾向もあるわけです。たとえば週刊誌なり何なりが盛んにそういうおかしな情報を伝えると、そっちの方を信用してし

まって公式情報はあまり耳をかさないわけです。こんなことになってくると困るんですけども、その可能性はありますね。

伊藤 1978年ですか、伊豆大島近海地震が1月14日に起きましたけども、その4日後の余震情報騒ぎ。あのときもたしか新聞研究所で調査をなさいましたね。

岡部 あれは、県の発表した余震の見通しというのが、流言化されたわけです。情報の内容そのものは別にどうということではない。文字どおり余震の見通しについて気象庁の発表をそのまま伝えているものであり、それに関連して県として県民に注意を呼びかけるという、それだけのきわめて穏健な情報だったんですけど、どんどん流言化してしまって、県がマグニチュードのMの意味でM6程度の地震があると言ったのが、震度の意味にとられてしまったり、さらにはそれがPM6というふうに変形して、今夜6時に地震がくるのだという話になってしまったりしたわけですね。あれも、私たちの調査で多少アンケートをやり、分析しましたが、本震の伊豆大島近海地震で非常にこわかったという人と、こわかったけど、そのこわさの程度が少しマイルドだった人と、段階を分けていきますと、やはり非常にこわかった人ほど流言化した余震情報を頭から信じてしまった。

不安の心理がこういう流言を信用させているという証拠が、私たちの調査でも、間接的にせよ示されました。

伊藤 あとで、河津町の役場の人に聞いたんですが、皆さん防災ずきんを持って寒い夜空に避難をしている。河津町の役場が広報車を出しまして、これはもう地震の前兆じゃありません。大地震が来るわけじゃないから、どうぞ皆さん家に帰ってくださいと触れまわったんだんですけども、避難している人はその中身を聞いてないんですね。何か広報車が来てどなっているから、やっぱり地震が来るんだと。

岡部 聞こえなかったということなんですか。

伊藤 中身を聞いてないんです。何かスピーカーで言っているから、やっぱり来るんだという。

岡部 私たちも広報車の情報がどういうふうに伝わっているか、調べましたが、やっぱり全文が聞けないんですね、走ってしまうから。前の部分を聞いて、それでもう行ってしまおうとか、後ろの部分しか聞いてないとか。そうすると、自分で残りの部分を継ぎ足してしまう。つまり情報を自分の不安の心理にもとづいてモニタージュしてしまうわけです。

力武 昭和24年12月26日に今市地震というのがありましたね。早速トラックを仕立てて行ったんですけど、住民は寒いのにみんな道で寝ているんです。余震がありますから、ぼくらはもうそんな大きな地震はないと思うものですから、さっさと宿屋に入って寝てしまった。そうしたら、皆さん安心して……。だから、ああいうときは地震学者が真っ先に……。あの寒空で野宿したら肺炎か何かになる。(笑)

伊藤 予知に関する流言のもう一つのタイプというのは、何月何日大地震がどこそこに起こると。昨年も東海地震が9月13日に起こるという流言がかなり広がったようですね。

力武 ありましたね。ぼくも世田谷の団地に住んでいるんですけど、団地の中を歩いていると、「先生、本当にあるんですか」なんてずいぶん聞かれたですよ。(笑)

伊藤 あれは、何か愛知県の方の巫女さんがそう言ったというのが口コミで……。

力武 宗教家の方からの話だとか言っていましたね。

伊藤 いまの予知技術では、何月何日に大地震が来るというように、日を特定してまで言えないわけですね。

力武 それは絶対にあり得ないこととございます。現在の予知ではいまから何日以内に地震の起こる確率は何%ぐらいですよと、うまくいってもその程度です。ですから、何月何日というのは全部うそだというふうにもう繰り返し言うんですけども、ああいうのに弱いんですね、一般の方々は。(笑)非常に弱い。

伊藤 子供が学校で聞いてきたと言うんです。奥さんたちが美容院か何かで雑誌の見出しだけ

見てきたり、そういうケースが非常に多いんだそうです。ですから、何月何日に大地震が来るという、日を特定した予知情報をお聞きになったら、それは絶対流言だと思っていただけばいいわけですね。

力武 そう思います。

伊藤 1983年の9月に富士山が大爆発するという流言が広まったことがあります。ある方がお書きになった本がもとになって、流言が広がったんですが、この時もずいぶん問い合わせがきて困りました。あれも考えてみると、全く科学的な根拠はないんですね。ところが、9月10日から15日でしたか、その間に富士山が噴火をするということで、一部マスコミでも興味本位に取り上げられました。もちろん噴火はしなかったわけですが、のちに新聞研究所がアンケート調査をなさいましたね。

岡部 はい。その受け取り方を調べると、それほど信用されているようには思われなかった。しかしやっぱり気になる情報ということです。もちろん一部の人は富士山が何月何日爆発するというのを真に受けている人が少数ながらいたわけですが、大半の人、過半数の人はやはりそれほど信用はしていない。しかしまあ気になる、ひっかかりのある話だということで、たとえばその地方に旅行するような計画があった場合どうするかということを聞きますと、やはり気になるから一応見合わせておくなんというようなことになってしまう。半数以上の人がですよ。

伊藤 たしか60%になっていましたね。

力武 現地の観光業はかなり影響を受けたんですね。

岡部 そういふことでしょうね。

伊藤 現実に、富士五湖地方では夏休みの観光客のキャンセルが相次ぎまして、訴訟問題にまで発展しています。それから、山梨県出身の代議士が気象庁に公開質問状を出すという一幕もありました。結局、そういう根も葉もないと言うか、科学的な根拠のない説がもとになって、最後には経済的な影響まで出してしまうという、

たいへん困ったことだと思うんですけども。

力武 そういう非専門家説でもそういうことが起こるんですが、何年か前にペルーの大地震説なんていうのがありましたね。あれはアメリカの専門家なんでしたね。しかも、MITを出てちゃんと学位を持っている学者が言ったものですから、えらい騒ぎになって……。学者は、もう本当に慎重じゃなきゃいけないと思いますね。

伊藤 メキシコでもありましたね。

力武 あれは、いま防災センターにいる大竹君がアメリカにいるとき空白域の存在を言ったのです。そこで大きな地震があるかもしれない、そのマグニチュードは7.5プラス・マイナス幾らとか、これは学術論文でちゃんと出ているんです。その論文を出すときにメキシコの学者に連絡して、こういうのを出すよということで了解もとったんです。ところが、そのときにたまたまラスベガスのギャンプラーがメキシコの大統領に手紙を書いて、大地震があるよとやったんですね。それとダブっちゃった。で、えらい騒ぎになったんですね。それでもう逃げ出した、牛を売ったり、何か大変だったらしいですよ。地震が起こると言われた当日知事が乗り込んでいって飲めよ、歌えの大騒ぎをやった。それで、夜12時になって時計を見て、ああ、地震は起こらなかったというのでさっと帰っていったという、勇気のある行動であったというので評判になったという……。 (笑) 元軍人だそうですね。

伊藤 サザエさんの漫画に、地震学者が縁側でビールを飲んでいるのを外からのぞいて安心したという話がありましたけれども、(笑) それによく似ておりますね。

岡部 国民性も若干あるかもしれませんがね。中南米の人はわりあい血の気が多いようなことでパッと行動に移してしまう。日本人はウロウロするかもしれないけど、あまり行動には即座には反応しにくいようなところもあるかと思えますけれども。ただ、中期予知の状況が発生すれば当然流言の発生は予想しなくちゃいけないし、そういう状況で何をするかというのは一つ

の大きな問題ですね。基本的には、私は情報公開でどんどん正確な情報を出していくのが、流言に大刀打ちする一番強い力だと思っているんです。それでもたとえば予知連の情報と、そうでない〇〇大学教授という肩書きで予知連とは関係のないどなたが個人意見を述べられた場合と、一般の人には、その区別はたぶんつけにくいのではないのでしょうか。そこらへんがちょっと困ると思うんですけどね。

伊藤　また、そういうところで何か言いたがるという方もいますからね、失礼ながら。(笑)

重要なマスコミの役割

伊藤　去年の伊豆大島の噴火のときもそうですが、科学者と行政と住民の三極構造とよく言われておりますけれども、その中でやっぱり一番大事なものは正しい情報をいかに正しく伝えるかということだと思います。そうした情報を伝える媒体になるのは私のようなマスコミの人間になるわけですが、先生方からそういう意味で、マスコミに対する要望のようなものがおありでしたら、ぜひお聞かせいただきたいんですが。

力武　やっぱり、たとえばテレビ番組なんかですと、われわれがもし出かけていけばそのまま言っていることが伝わる。新聞記者の諸君ですと、そこで一ぺん解釈が入るわけですね、近ごろの気象庁詰めの記者の方なんかはもう非常に勉強していますから、よろしいんですけど、警察回りの方なんかか来るようなことがあるんですね。

伊藤　たまたま日曜日で日直の記者などが来ますとね。(笑)

力武　そうすると、もうとんでもないことを書きちゃうわけですね。ああいうのは困りますね。やっぱりベテランの方がやってくれる方がよろしいと思うんですね。

岡部　危機状況におけるマスコミの役割りと言うんですか、そういう点でアメリカなんかと比べると日本のマスコミは非常に独特な行き方をしているように思われます。アメリカでは、

EBS と言うんですか、エマージェンシー・ブロードキャスティング・システムなんというような制度があり、危機のときには政府がマスコミを直接自分で利用するというのですが、それに対して日本はあくまでも独自にマスコミの立場で、ある程度行政にも距離を置いて情報を伝えるという立場をとっているわけで、私はそれはそれでいいと思うんです。

それでいいと思うんですが、マスコミの中にいろいろな種類のマスコミがあるということ、そこらへんが一つ困る問題なんですね。指定公共機関のNHK、あるいはこれに準ずる報道機関はもちろん問題はないんですけども、それ以外のところのマスコミが非常に困るということです。それからマスコミはいざ危機が発生したという、その局面で重大な役割りを持つばかりでなく、日常的にも大きな役割りを持っています。またそれはそれなりにいまのテレビ・ラジオは非常に大きな責任を果たしているように思うんですが、ただ、いつも言われることはマスコミの報道は災害が発生すると、とかく絵になりやすい、被害の甚だしいところにカメラを向ける傾向がある。訓練でもいわば見せ場を往々にして絵にしがちであるということから、それを媒介として普通の一般の人の災害のイメージはややオーバーな像として自然にでき上がっているという気がするわけです。

もちろん、関東大地震のイメージがいまのたとえば東京の人たちの東海地震のイメージに重なっているという点がありますけど、その関東大地震のイメージも結局マスコミを媒介として伝えられているところがあるわけです。そして人間いざというとき何で行動するかと言うと、やっぱり自分のイメージに導かれて行動する部分はかなりある。人がこうせよ、ああせよと言って行動するということはもちろんありましようけれども、みんながするからやるということもあるでしょうけれども、自分のイメージ、災害というものはこういうものだというイメージにもとづいて状況に反応していくという面が少なくない。

そうすると、災害のイメージはなるべく事実
に即したイメージであってほしいわけですね。
いまのような災害のイメージがゆがんでいる、
あるいは過大になっているというのは、これは
とても困ることで、そのへんはやっぱりマスコミ
としてもそういうイメージの修正のために、
いろいろな力を尽くして欲しいという期待を
持っているんです。

伊藤 予知に関するマスコミの書き方には、私
問題があると思うんですがね、長野県西部地震
でも、あるいは日本海中部地震でも、マグニ
チュード7クラスの地震が起きますと、「また
予知できなかった」と書くんですね。本文を読
んでみると一応ちゃんと書いているんですが、
見出しにそういう見出しをつけてしまう。これ
はテレビでも同じですが……。不精な人は見出
しだけ読んで中身を読まないという人が多いで
すから、その結果、科学不信を招くようなこと
があるんじゃないかと思うんですけれどもね。

岡部 先ほど話がありましたように、気象庁詰
めの記者なんか非常に勉強して、正確な報道
をしてきていると思うんですけど、その記事
に見出しをつける整理部は、必ずしもそういう
知識が十分ではない。そして三原山噴火、また
予知できなかった、なんという見出しがつい
ちゃうんですね。記事を書いている人は、火
山の予知がどのような性質のものかという
ことを知っているから、そんなようなことは決
して書いてないんだけど見出しでは、また
予知できなかったとか、はずれたとかいう話に
なっちゃうんですね。見出しが記事の印象を
左右することもあるので、その辺はちょっと困
ります。

伊藤 見出しから受ける印象が強いだけに問題
が多い。いまお話に出た伊豆大島の噴火のとき
には、やっぱりみんな予知に失敗、と書き立て
るんですね。ところが、よく考えると、噴火予
知というのはまだ発展段階の学問でございませ
う、だから、いまデータを蓄積をしているところ
なんですね。そういう状況を考えずに、成功
か、失敗かという二者択一の論理で論じてしま

う、それは誤りだと思います。地震予知技術で
もやはりそうでしょう。

力武 そうなんです。ぼくが非常に希望を
持っているのは、地震予知計画始まって以来非
常に観測を充実させてきたものですから、前兆
らしきデータがたくさん収集されてきているわ
けです。それを解析して、この前兆はこういう
性質、これはこう、これはずっと前に出るとか、
そういう特性がだんだんわかってきております。
理屈はよくわからないけども。

そういうようなことで、発生時期についても、
確率的表現なんですけども、徐々に何かいえる
ようになりつつありますので、もう10年ぐら
い待っていただきたい。そうすると、もう少し
ちゃんとしたことが申し上げられるようになる
だろうというふうに、私は期待しておるん
ですよ。

伊藤 それとともに、私どもも含めてやはり努
力しなければいけないのは、地震予知技術の現
実、火山なら噴火予知技術の現実と、社会の過
大な期待との間のギャップを埋めていくという
努力を、私どももやりますけれども、科学者の
皆さんにもぜひおやりいただくようお願い申
上げておきたいんですが。

力武 そうですね。当然の務めだと思います。
それにしても、ちょっと予算は減っているよう
な雰囲気でございます、どうも残念ですね。
(笑)

岡部 社会の立場からすると、予知が仮に非常
に困難な問題をいろいろ抱えてはいるとしても、
予知できるということを前提とし防災体制を組
んでいくほか仕方がないわけです。はずれた、
はずれないということは結果論で、期待の側は
やっぱりそれを前提として防災を考える。突然
東海地震が起こった。全く不意打ち的に起こ
った場合の大被害と言いますか、大惨事を考え
れば、率直に言ってもうとてもじゃないけれど
も、收拾のつかないような状況になりかねない
わけで、それは東京でもやはりそうだと思います。
震度5でもそうなるかと思いますがけれども、
それだけにやはり予知ができるんだという前提で

防災を考えていくしかないわけです。それにこたえていただくことはもちろん期待しているわけですが、同時に予知のむずかしさというものがあることも知らなければならない。そこらへんのギャップを住民がどこまで理解するかというのは現在の段階ではやはりむずかしいと思

いますけど、少なくとも行政のレベルではそれをちゃんと理解した上で行政対応をしてもらいたいと、私は思っていますが。

伊藤 まだいろいろとお話は尽きないとは思いますが、きょうはどうもありがとうございました。

本号で故吉田啓吉氏が述べているように、魚類が地震を予知することがあるらしいという話は数多い。魚類のなかでも、ナマズは地震予知のスターであろう。地下の大ナマズが地震を起こすという伝承は17世紀ごろからあるらしいが、ナマズが地震を予知するらしいということは、安政江戸地震（マグニチュード6.9、1855）に際しての『安政見聞誌』の記事によって決定的に有名になったようである。ここでは、関東地震（マグニチュード7.9、1923）の前にナマズが異常に振舞ったという報告例をいくつか取りまとめておこう。これらのデータは、既存の文献の調査や最近のアンケート調査によって得られたもので、詳しくは『地震前兆現象』（力武常次著、東京大学出版会、1986）をご覧ください。

「大震災の前日、木下成太郎氏が赤司鷹一郎文部次官と大東文化協會の事を議して居た。何分にも残暑に

耐難いので、向島の水神に出かけて午涼を納れて居ると、頻りに池中に潑刺の聲がする。女中に鯉でも跳るのかと聞くと、『イエ、此間から鯉がむやみに跳るのです』と答へたので熟視すると、如何にも鯉であった。その時は格別意にも掛けなかったが、翌日あの大地震でアッと思った」（東京都向島、『国民新聞』）。

「其後岸浪静山に其話をすると、同人は帝展の出品に鯉を寫生すべく、二三尾大鯉を盤に飼ふて置いたが、これらはね廻って困ったといふ話」（東京都、『国民新

聞』）。

「八月も総て末に近づきてより、鶴見川沿岸地なる新田村大字新羽及吉田地方の沼、或は小川に、鯉の發生夥しく、殊に八月三十一日、九月一日の朝方には、容易に頗る多数の鯉の漁獲ありき」（横浜市港北区、新羽町、『神奈川県震災誌』）。

「柴垣鼎太郎氏（文部省建築課長）は大震災の前日、鶴沼海岸の池で、投網を以て、1尺大の鯉をバケツ3ばい分ほど漁獲した」（神奈川県鶴沼海岸、柴垣鼎太郎）。

「地震の日の朝、友達が来て酒匂川の支流の小川でウナギ、ナマズ、ドジョウ等の魚が面白い程、上流から下ってきて取れるから行かないかと誘いに来た」（神奈川県酒匂川支流、中川英雄）。

「私の父は毎日夕方になると約50本程の流し針を川に流して翌朝それを引上げて魚をとっていました。いつもは十匹程なのに震災の

日は、40数匹のナマズがとれました」（神奈川県片瀬、林淳郎）。

「…今思い起こすと五十年前の関東大震災当時、数年前から記事として扱った記憶がある。利根川で大ナマズがとれた…」（利根川、御手洗辰雄）。

以上は筆者の収集した関東地震前兆としてのナマズ・データの1部であるが、地震でなくともナマズが異常に振舞うこともあるので要注意である。

[R]

「ナマズ」と地震予知



安政江戸地震の後に発行された錦絵。鹿島大明神がナマズを要石で押さえている図。

天下の奇災

“島原大變 肥後迷惑”むかしといま

柳川喜郎

島原は山紫水明の町である。東に波静かな有明海をのぞみ、西には雲仙の峯々が連なる。市内のいたるところから清冽な地下水が湧き出て、武家屋敷の間をめぐる。

くびれた島原半島の東端に位置するため、いまでも海運がさかんで、大牟田や三角から船ののって島原に近づいてくると、前面にそそり立つ青い山、手前にいくつかの小島が見えてくる。地元の人が“まんやま”と呼ぶ眉山と九十九島である。

久しぶりに帰省した人たちは、この眉山が見えてくると、ふるさとに帰ってきたことを実感するという。タイ、チヌ、オコゼなどの好漁場、有明海で漁をする人たちは、瀬の多い海での安全策として、この眉山の二つの峯、七面山（標高818メートル）、天狗山（712メートル）を目印にしている。

眉山は島原の人たちにとって毎日の生活に欠かせない心の山なのだが、200年前の惨劇をおこした悪夢の山としても記憶している。それは災害史上稀にみる事件だったが、九州の端の出来事として全国的にはあまり知られることがなく、いまでも数多く訪れる観光客たちは、ここが大惨事の舞台であったことを知らない。

遠くから見ると青い眉山は、近づいて見るとその斜面に鋭く爪で引っかいたような白い岩肌が見える。200年前の大崩落の跡であり、崩落した山体の部分が有明海に突っ込み、陸地をひろげ、沖合に59もの島をつくった。九十九島は眉山の片割れなのである。

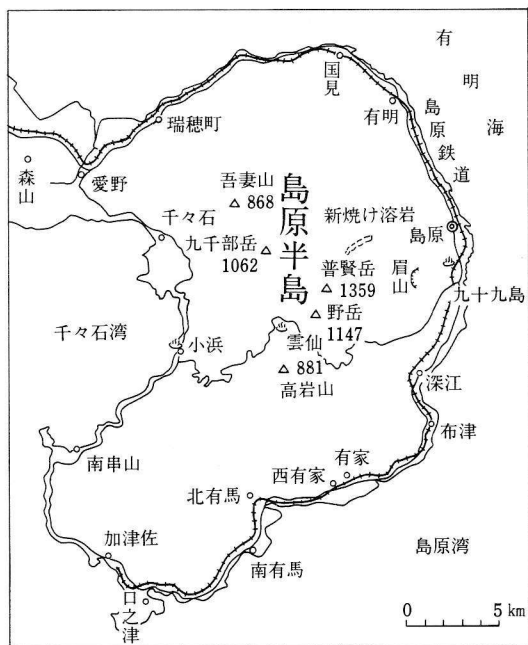
山体の海中突入によって、大津波が発生して対岸の熊本県側にまで押しよせ、死者1万5千人におよんだ。島原に大変事がおき、肥後も大い迷惑した「島原大變肥後迷惑」である。

これだけの地変だから突然おきたのではない。多すぎるほどの予兆があった。

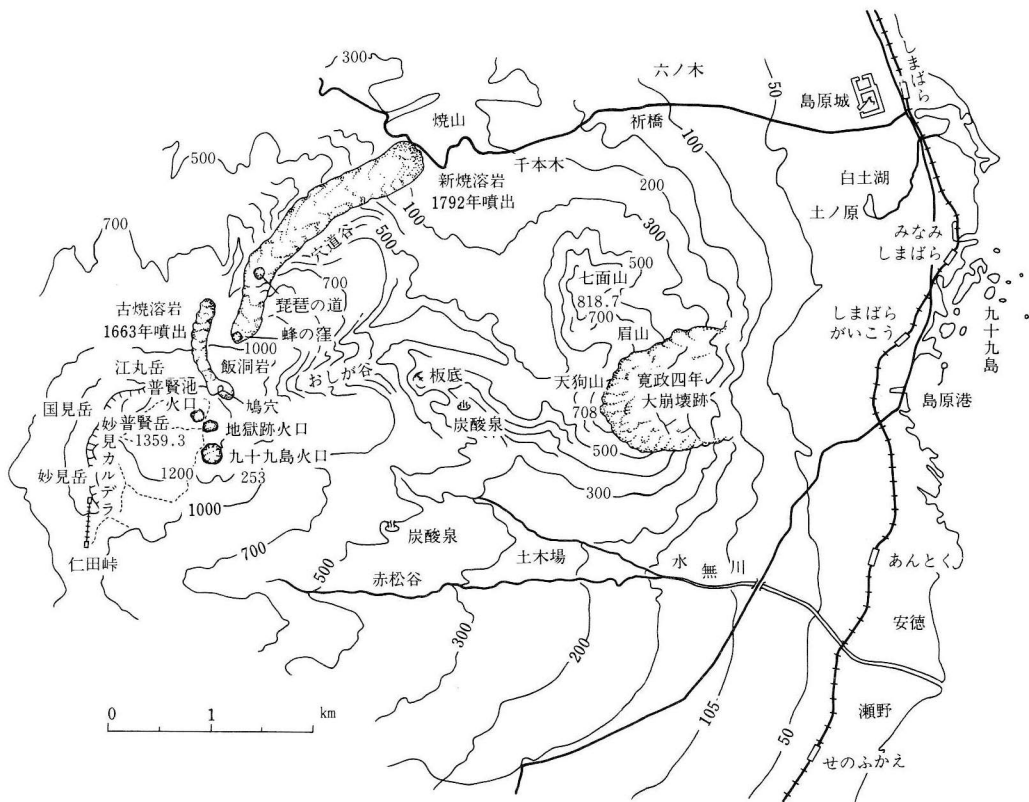
徳川11代将軍家斉の治政下で、江戸文化は爛熟し、北辺には外国船が姿を現わしはじめたころである。この地変には多くの記録が残されている。「島原大變記（作者不詳）」、「寛政四年島原地変奉行所日記書抜（高橋正路編）」、守山庄寛政日記（中村佐左衛門）、「深溝世紀（藩日記）」、「西肥島原大變聞録」などであり、地変や事態の推移は明らかである。

予兆は“大變”の半年も前からはじまった。寛政3年10月8日（1791年11月3日）、島原半島一帯で地震が一日3~4回も頻発しはじめた。翌11月にはいって、地震が強くなり、半島西部の小浜では山から落ちてきた石で死者もでた。

群発地震はいったんおさまったが、年がかわって寛政四年正月18日、ふたたび地鳴りとともに



第1図 島原半島と雲仙火山群



第2図 雲仙火山における有史後の噴火地点と大地変発生区域

地震がおき、翌日には雲仙連峯の主峯、普賢岳（標高1360メートル）が噴火をはじめ、島原城下にも降灰があった。普賢岳は島原の町の西約15キロにあって、むかし奥山といわれていた。眉山はその中間、島原よりにあったことから、元来は前山とよばれていたが、のちに転じて眉山となった。

島原藩の山役人が現地調査をした結果、山頂部にある普賢祠の前のくぼみが噴火点であることがわかった。それから17日後、今度は1.5キロ離れた山腹北側の琵琶の首で噴火がはじまった。さらに溶岩も流れだし、穴迫火口をゆっくりと流下した。

怖いもの見たさの人々が溶岩見物に出かけ、火口をのぞむ山の上には茶店もできて、昼も夜も大変な賑いだっ。藩は危険防止のため、見物は戸主に限るといふ御触れをだすほどであった。このあたり、昔も今も変らぬところである。

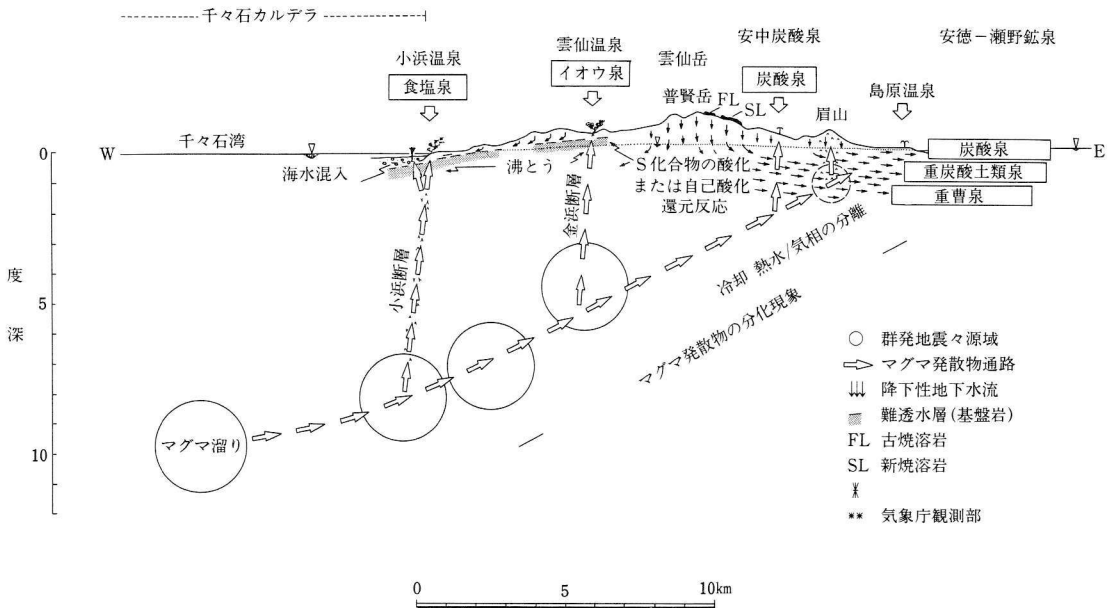
次々と出現した火口は合せて4つ、北々東—南々西方向の割れ目噴火であったが、やがて噴火

はおとろえていった。

しかし、眉山東麓の島原では地震がしきりにおきるようになり、3月1日、震度5程度の地震が発生し、山鳴りも激しくて、人々は気を失うばかりだったという。

地震の頻発とともに島原城の近くなど各地に地割れがおきたが、眉山東麓の高台、今村で最も激しかった。

今村は昔、刑場のあったところで、キリシタン弾圧でイタリア人宣教師が火あぶりになったほか、多くのキリシタン信者が水漬け、鋸びきの刑に遭ったところである。島原半島のキリシタン普及は、永禄五年（1562）、当時の藩主有馬義直が宣教師を招いた時からはじまったが、キリシタンは幕府の禁制によって迫害され、寛永13年（1636）、圧政に反抗して決起する。島原の乱である。キリシタン信者がたてこもり、殺戮された原城は眉山の南西30キロあまりのところにある。一世紀半前の惨劇の記憶を残す島原の住民たちは、続発する噴火と地震の地変に、「たたりか」とささやき



第3図 雲仙火山地域における火山性温泉の生成機構模式図 (太田一也, 1973)

あったはずだが、幕府のきびしい統治下のことで、そんなことは記録には残っていない。

3月中は、地震が消長をくり返しながらつき、地下水の異常が各地でみられたが、いよいよ4月1日(5月21日)、破局をむかえる。

その日の夜8時ごろ、激震が2回おきた。地震や鳴動にもはや慣れっこになっていた住民はさほどおどろかなかつたが、その直後に発生した大音響には仰天した。

眉山南峯の天狗山が大崩壊し、山体の1/6の0.34km³の土砂が東側の入り江に突入し、海岸線を最大800メートルも押し出したのである。その結果、波高約10メートルの津波がおき、対岸の肥後にまで押しよせた。

しかし、暗夜であったため、初めは何かおきたのかわからなかった。

「闇夜のことなれば、何のようすも分らずして、大手の並木に市中の家居黒くうち束ねたるようすのみにて、家の下に埋れいたる者ども、助けくればよと号呼悲泣する声々実にもものあわれなり」(西肥島原大変聞録)

これは被害に遭わなかった島原城内の様様だが、三波の津波に襲われた城下の町はまさに修羅場

だった。

「この日第一の洪波までは、島原城大手門未だ鎖さず。この時城に入りし者皆恙なかりしも、第二の波には城門既に鎖りたれば、城を指して逃げ来りし者は皆、大手門前に死せりとぞ」(寛政4年島原地変記)

なかには奇蹟的に生命をとりとめたものもいた。

「片町の行商庄平は酒を飲みて酔臥し、洪波のその身を漂すを知らず、夜半目覚めれば独り田に臥す。時に城上急鐘頻りに鳴り、灯燈星の如く、号泣の声大いに聞えたり。初めはその身既に死して、閻魔の庁に至りしかと疑ひしと。

また一人は洪波と聞かや、直ちに馳せ出たるに大手橋上にて波に壓され前後不覚なりしに、我に帰りて眼を開けば身は既に安徳村枯木崎の海岸に在りしと。大手より一里餘の所なり」

滄桑の変とは、桑畑が青い海原に変わることだが、翌朝、住民の眼に入った光景はその逆で、海岸近くに流れ山が生じ、海岸ははるか沖合にまで伸びて、その先には点々と小島が浮かんでいた。天狗山は低くなり、その下の集落は丘の下になっていた。二つの寺のあった白土では地面が陥没し、津波で寺が流失したあと、水が湧きだして湖となっ

た。

津波と土砂流出による被害は、城下、沿岸の23村に及んだ。流死人9528人、怪我人707人、流出戸数3347戸、荒廃田畑378町、斃牛馬496頭に達した。肥後、天草に襲来した津波による被害は、肥後の宇土、飽田、玉名の3郡と天草の大矢野島などで、流死人4996人、怪我人811人、流失戸数2625戸、荒廃田畑2695町にのぼった。死者の数は合計1万5000人ちかくになり、当時の人口からみると、稀にみる大災害といえる。

“大変”にいたるまで半年間も予兆があったのだから、人々はどうしていたのか。避難行動は興味あるところである。

普賢岳から溶岩が流出したころは、初めは恐怖感をもっていたが、次第に慣れて溶岩見物の茶店で三味線を鳴らして踊っているほどであった。藩が見物禁令を出し、神主と僧を集めて地震停止の祈禱をしても、「神主や坊主の祈りで地震がやめば面白い」と壁に落書を書いて揶揄していた。

だが、3月1日の地震以来、恐ろしくなった人々は避難をはじめた。城下は大混雑となった。だが、いったんは親類や知人を頼って避難した人々も、避難先での生活の不便さや地震に慣れてしまったこともあって、3月なかば頃から城下に帰りはじめていた。そこに大変災がおきたのである。

“大変”のあとも地震はつづき、噴火も終熄しなかった。藩主松平忠恕は翌日、災害の再発を恐れて城を退去し、村の庄屋に避難した。藩士に対しても避難を命じたが、藩士のなかには「城を離れるのは武門の恥」として城に留まるものもいた。しかし、8日後、藩主の再命で城を出て、諸役所を村に移した。ところが、藩士川井治太夫は城外退去を潔しとせず、城門当直所で切腹して果てた。治太夫は藩主忠恕が城を出ようとしたとき、城に留まるよう諫めたが、ききいれられなかった。さらにその上、全藩士退去となったので、憤懣やるかたなく自裁したのである。

4月19日、城下の災害状況を視察した藩主忠恕は、あまりの惨状に涙を流した。そして、翌日にわかに病に倒れ、27日死亡した。51歳であっ

た。心労のあまり死んだとされているが、実際には幕府から許可をうけずに城外退去したことで、譴責されることを恐れて自殺したともいう。

武門の恥はともかく、災害の再発、あるいは拡大が予想されるとき、コミュニティ・リーダーのとるべき行動は難しいものである。

リーダーたるもの、避難行動を促進するために先頭をきって避難するべきなのか、あるいは最後まで残って事にあたるべきなのか、ぎりぎりの判断を迫られることがある。

この“大変”は自然現象でも興味ある点がある。眉山東麓の上の原で、菜種を刈りとったあと番小屋にいた農夫が奇妙な体験をしている。

「大地震につき恐れおののき番屋のうちにうち臥しおり候ところ……四ツ半ころとおぼしく、番屋口にはいより、星明りにすかし見れば、山のようす大いに変わり、元の畑も菜種はありながら方角ようす大いに変わり候につき、外へ出て見れば、汐の音間近に聞え候……。やうやく明け方になり候ところ、番屋もそのままにて十五六町も海中へ押し出され……」（守山庄屋寛政日記）

つまり、大規模な崩壊とともに山の押し出しがおこり、山の斜面が畑や番小屋をのせたまま海岸に向かって1600メートルもすべり落ちたのである。いま、島原にのこるいくつかの流れ山は、このときのものである。

また、大崩壊の跡から大量の温泉水が噴き出している。崩壊か所から4キロ北側の沖田海岸では「潮のあつきこと湯の如くありし」（島原大變記）であった。

崩壊した眉山の土砂は870メートルも海に押しだし、さらにその沖合に多くの島をつくった。島の数は当時59あったが、明治には31に減り、現在では16になっている。台風のために波に洗われて暗礁になってしまったためである。それでも九十九島といい、島原の風景に色をそえている。

市内霊丘公園には虚子の句碑がある。

山さけて

くだけ飛び散り

島若葉

虚子がここを訪れたのは5月であった。島に生

えた樹々の緑がおうような句である。そして、恐しい大地変と有明海のひねもすのたりとした静かなたたずまいとのコントラストがうまくよみこまれている。

動かざること山の如しというが、その山が動いて大津波をおこし、1万5千人もの生命をうばったことは、まさに天下の奇災だが、この島原大変がどういうメカニズムでおきたかについて、学者の間でくりかえし壮絶な論争が展開され、いまだに決着がついていないことは、弥次馬の一人として興味があるところである。

最初に眉山崩壊のメカニズムについて説を唱えたのは、東京帝大の大森房吉である。大森は持ち前の精力的な活動で、全国いたるところの主な地震、火山の災害について調査しているが、ここでも先鞭をつけている。

大森は「山崩れの起りたるは強震の地響の為なるべし」（明治41年—地学雑誌「寛政四年温泉岳の破裂」）として、地震による崩壊説を主張した。

ところが、東京帝大地質学科を卒業したばかりの駒田亥久雄は、眉山崩壊の原因は火山の爆裂によるものだと、大森説に真向から対立した。駒田は島原半島の北部、国見町の出身で、幼いときから雲仙火山群を見ながら育ったのだが、斯界の泰斗、大森に正面きって異を説えるには相当度胸がいったことだろう。

駒田は自説の根拠として、火山性地震の破壊力はそんなに大きくないこと、眉山崩壊の前に局部的地震の頻発、地下水異常の発生など、火山爆裂の前兆があったことを挙げている（大正2年—地質学雑誌「寛政四年肥前島原眉山爆裂前後の状況に就て」）。

この駒田説を支持したのは、東京高師教授の佐藤伝蔵である。佐藤は大正7年、地学雑誌の「温泉岳火山の流れ山」で、眉山の一角、天狗山が爆裂して崩壊した岩石が海に流下し、大津波をおこしたとした。

地質学者の挑戦をうけた大森は黙っていなかった。大森は地質学雑誌に論文をよせて（大正7年—「寛政四年肥前島原温泉岳前山の崩壊に就いて」）、駒田、佐藤の2人を名指して論難した。

「4月朔日の大変動は地震の為め生じたる巨大な山崩れに外ならずとす。然るに佐藤教授、駒田理学士等地質学諸輩は、前山大崩壊を以て爆裂噴火の結果なりとの説を唱へられても、その主要論拠は単に崩壊跡が馬蹄形を成すと云うの一点に過ぎずして、いささかも爆裂噴火なりしと論断するの理由とはならざるなり」

大森はさらに火山爆裂説を否定する根拠として、①大崩壊をもたらすような大爆裂があったとすれば、付近に降灰があったはずなのに降灰の記録はない、②大噴火や爆発があったのなら、爆音が数十里乃至百里内外に聞えたはずなのにその事実はない、などを挙げている。

当時すでに“地震博士”として高名で、いまだいけば地震予知連絡会長、東海地震判定会長、火山噴火予知連絡会長をすべて兼任したような存在であった大森は、学説が社会に及ぼす影響も懸念していた。

「爆裂原因説は単に一個の学説とすれば其れ迄のことなれば、島原町の安危に関しては斯く軽々に論じ去るを得ざるなり。前山は全く古き死火山にして構造弱き為めに山崩れを生じたるものにして、既に斯かる大変動を起こして不安定なる山側面を充分に振蕩しつくしたるべければ、今後強震ありとも再び同様なる惨事を繰返へさざるべきなり。而して将来温泉岳噴火して溶岩を流出することあるも此は格別危険を伴ふこと有らざるべし」

おそらく、大森は現地調査におもむいたとき、現地の人たちから「ふたたびあんな大災害はおきないか」と心配顔で質問されたのだろう。爆裂説が流布されて、噴火がおきると大崩壊がふたたびおきる、と地元の人たちがおびえてはいけない、これが大森の配慮であったのだろう。従って、この論文でも今後強い地震があっても、噴火があっても大丈夫だ、と結んでいる。

この論争の余燼さめやらぬ大正11年12月、島原半島で強い地震が発生し、死者27人の災害となった。このあたり、人間の葛藤と自然の営みとが織りだすドラマの興味つきないところである。

島原地震がおきたのは、大正11年12月8日午

前1時49分と11時2分だが、前日の7日にもかなり強い地震が2回、当日も弱いものもふくめると、ほぼ30分間隔に地震がつづき、有感地震だけで52回、終日揺れがおさまらなかった。最初の強震はM6.9、島原半島南東部では震度6の烈震で、家屋の倒壊や地割れの発生が多く、死者23人に達した。2回めの地震はM6.5、半島西部では震度4～5で、死者3人がでた。

翌9日も地震が頻発し、有感地震だけで21回、地震のたびに地鳴りをともない、眉山からは砂煙りがあがった。130年前の恐怖の伝承はこの通りだった。人々は浮足だった。

長崎測候所長、前田末広は、8日、長崎県庁で記者会見し、「温泉嶽が爆発する程度ではない。地震で被害がでた地区は温泉嶽に近いからではなく、地層が新しく弱いためである。いまいちばん心配しているのは眉山で、これは骨がないから最も危険性があり崩壊のおそれがある。しかし、いまのところ心配するには及ぶまい」と述べた。

この談話は翌9日の長崎新聞に掲載された。島原の人たちは、「いまのところ心配はない」といわれても、「眉山崩壊のおそれあり」と聞いては、じっとはしていられなかった。

それに、8年前の大正3年1月、鹿児島島の桜島が大噴火したさい、地元の鹿児島測候所長が噴火の前に地震が頻発していたのに、「噴火なし」といって、その結果、逃げおくれた島民のなかに犠牲者がでたことを、同じ九州の住人として島原の人々は記憶していた。「そういえば、桜島の噴火のころ、島原の唐芋畑に一面に花が咲いた」などという人もいて、人々はいっせいに避難をはじめた。

足もとをゆすりつづける地震、それに測候所に対する不信感もあった。眉山の山麓に住む人は噴火を恐れて海岸へ、海岸に住む人たちは津波を恐れて山の方へ避難し、寒さのなかで野宿した。さらには家財をまとめて遠く長崎、天草、熊本方面に逃げる人たちも多く、島原鉄道や汽船は満員となった。

「老若男女の逃げまどふさまも想像に余りあり、子は親を求め親は子を呼び、鳴動と家屋崩壊の音は相和して、寂莫を破ってすさまじい光景を写し

た」(長崎新聞)

東京にいた大森房吉は、島原強震の電報に接するやいなや、直ちに行動にでた。8日午後3時には、内務省警保局を通じて長崎県知事に意見書を打電した。

「温泉岳ノ噴火ハ直チニ突然発生スルトハ考ヘラレズ、或ハ噴火ガ数ケ月ニ互ルベキモ爆発的ニ非ザレバ格別激烈トハナラズ、寛政四年前山大崩壊ノ惨状ヲ繰返スコトナカルベシ」

要するに、噴火も崩壊も心配ないというのである。地震の第一報だけで、現地の詳況もわからず、現地調査もしていないのに、よく断定的に託宣を出せたと思うのだが、事ある度に「なによりもまず人心安定を」という大森の行政官的な体質がよくあらわれている。

大森は桜島噴火のあった大正3年、島原地方を視察しているが、その時、「10年以内に温泉岳に異変がある」といったということが、地元民の間に伝わっていて、それが地元民の不安をいっそう煽っていた。大森がそういうことをいったのかどうか真偽のほどはわからないが、事実とすれば、まさにマッチ、ポンプということになり、大森の安心情報は、明らかに人心安定のためだけのもので、科学的根拠は余りないものということになる。

明治の後半から大正にかけて、全国各地で地震や火山の災害が発生すると、大森はかならず現地に駆けつけた。被災地の人々は、重病の患者の枕頭にあらわれる天下の名医のように、大森を渴仰していた。それだけ期待されているのだから、たとえ託宣に100パーセントの自信がなくても、玉虫色の予知情報をだすことなど、とても大森にはできなかったのだろう。それに“すべてよらしむべし”といった時代の背景もあった。このあたり、最近の伊豆大島三原山の噴火をめぐる、噴火予知連絡会のおかれた状況とはちがうのである。

話はちょっとそれるが、島原地震がおきた同日に、三原山が噴火する。これに先立つ9月、台湾で2回強震が発生し、年を越した大正12年1月24日、阿蘇が噴火、2月21日、北海道の樽前山が噴火、2月29日、駒ヶ岳が噴火した。東京では大正11年一年間の有感地震35回、静座して

いれば感じるほどの地震 57 回を観測している。そして、大正 12 年 9 月 1 日の関東大地震に至るのである。因果関係？……などという、専門家に叱られそうだが、このころ日本列島の地下が騒然としていたことは確かなようである。

島原地震の翌日、早くも中央気象台地震係技師、中村左衛門太郎が諫早に到着し、前田測候所長とともに眉山に登って現地調査をした。その結果、地震は主震の発生後、急速に回数が減っていることから、火山性の地震ではなく、地すべり地震（構造性地震）であると、結論をくださった。

同行した前田測候所長は前日に火山性地震説を打ちだしていたのだが、中村と視察したあとは、中村に同調し、連名で「震源地は島原半島西方の千々石灘で、原因は火山爆発でなく、地すべりによるもの」との見解を発表し、火山爆発や津波の心配はないので避難の必要はない旨、役場に広報をさせた。

しかし、地震は回数こそ減ったものの、あい変わらずつづいていた上、桜島噴火の記憶が根強く残っていて、住民の避難行動はとまらなかつた。

天下の国手、大森房吉は地震後 4 日めに現地にはいって、直ちに雲仙のホテルに地震計を設置し、翌日には普賢岳に登って旧火口を踏査した。

大森は翌年 11 月、関東大地震のあとに脳腫瘍で死去するのだが、この島原地震現地調査のあとにも伊豆大島に渡り、噴火の調査をしている。脳腫瘍の自覚症状がすでにでていたかどうか、わからないが、いずれにせよ大森のエネルギーな活動ぶりと学問に賭ける情熱には脱帽する。

これも余談だが、大森は、この大正 12 年 2 月の三原山現地調査の結果、「元来大島近時ノ噴火ニ於テハ爆発性ヲ帯ビザルヲ以テ、其ノ鎔岩噴出ハ少シモ危険ヲ伴フコトナク大規模ノ仕掛火花ノ如ク美麗ナル光景ヲ呈スルニ止ル」と報告している。最近の三原山噴火騒動に関連して、噴火予知連の諸先生、大島町長、東京都知事あたりは、この大森報告をどう見るのであろうか。

本題にもどる。大森は地震の震因について、火山性地震説をとっていた。中村説とは対立するものである。明治末期から大正にかけての論争は、

眉山崩壊の原因をめぐるものであったが、今度は同じ島原という舞台で、地震の震因をめぐる論争に発展した。

大森は山を下りてから、中村と前田が役場に貼らせた張り紙を目にした。そして苦笑しながら「学者が思いおmoiの意見を発表するので、地方民もいずれが事実か解釈に苦しむであろう。とにかく自分のいうことを信じていただきたい」といった。

地震予知連や噴火予知連ができていまでも、学者が思いおmoiのことをいう慣行はつづいている。それを伝えるマスコミが悪いのだろうか。

住民の混乱を鎮静させるため、大森は警察分署長と話しあって、役場に告示を印刷させ、各村役場や学校に配布した。

地震ニ関スル注意（心配スルニ及バズ）

一、地震ノ程度－非火山性地震ハ甚大ナルコトアルモ火山性地震ノ強サニハ限りアリテ極限ニ激烈トハナラズ、島原半島付近ノ地震ハ即チ火山性地震ニシテ……島原半島ニ起リ得ベキ地震ノ最大限ヲ示セルモノナリ。……

一、普賢岳活動ノ程度－噴火ナリトテ常ニ桜島破裂ノ如キ大変動ナリト思フハ大イナル誤ナリ。……

一、眉山ハスカル（寛政四年の崩壊）大規模ノ山崩レヲ生ズベキ状況ハ現存セザレバ、今回ハ津浪ノ心配ナシ。

論争点は震因だけでなく、震源地についても見解が分れた。中村らは千々石灘としたのだが、大森は雲仙岳南西麓を主張し、雲仙出張から東京駅に帰省したときも、記者会見で「震源地が千々石灘とは夢にも知らぬ」と強烈なパンチを放った。

しかし、パンチをうけた前田測候所長も黙ってはいなかった。「今回の地震は千々石灘の海底におこった地すべり地震で、全く非火山性の地震である。もし、火山の近くでおきた地震だから火山性地震というならば、日本のように火山の多い国の地震はすべて火山性地震ということになる」と新聞に寄稿して、一矢むくいている。

大森が「火山性地震も非火山性地震も、その性質は根本的に相違はなく、単に地理的区分で、火

山の近くで発生した地震を火山性地震と称すべきだ」とした点を、前田は衝いたのである。

島原には、このほか京都帝大教授の小川琢治、佐藤伝蔵、駒田亥久雄、それに東京帝大助教授の今村明恒らも現地調査のため訪れた。

佐藤は、震因については中村、前田説を採り、震源については大森説に近い見解を発表した。

駒田は、中村、前田の構造性地震説、震源は海底とした。

小川は、震源については大森や佐藤に近い考えを示したが、震因については独自の深発地震説を主張した。

論争は、もはや大混戦といった様相だったが、興味があるのは、今村の見解である。今村は、大森のひきいる地震学教室の助教授だったが、もともと大森とそりが合わず、もうこの頃には両者の関係は決定的に悪化していた。

大森も今村も、震災予防調査会の委員として島原に出張したのだが、大森が2週間の予定で出張命令をうけているのに、今村は「郷里（鹿児島）へ帰省スル序ヲ持テ」一週間の出張となっている。大森がすべてをとりしきっていた調査会で、今村は冷遇されていたのだろうか。

今村は、大森の死後に発表した報告のなかで、「自分ハ地震記象ノ研究カラ出発シテ或点ニ於テ故人（大森のこと）ト全然違ッタ見解ニ到達シタノdeal」とか「故人ハ此点（初期微動継続時間のこと）ニ関シテハ全然疑ヲ狭ムベキ余地ナキモノナリトシ、絶対權威ヲ要求シテ居ラレルケレドモ……」などと、屈折した表現を混えながら、震源について中村の説を採用し、大森説を誤まりとして否定している。しかし、震因については触れていない。

この震源、震因論争は決着がつかなかったが、震源については、昭和43年3月からの群発地震のさいの高密度観測で、はじめて震源分布が立体的に求められ、千々石湾から雲仙温泉付近に向けて、震源が浅くなるとともに移動することなど、詳しい事実が次々と明らかになっている。しかし、震因については、その後も各説が提唱されたが、決着はついていない。結局は火山性地震の定義の

問題であろうか。

眉山崩壊のメカニズム論争も、まだ決着がついていないが、眉山山麓にある九州大学島原火山観測所の太田一也教授の総括を紹介しておこう。

「眉山は粘性の高い二つの石英安山岩質の溶岩円頂丘からできているが、これらはその形成に際して、半固結状態でせり上がってきたことから、部分的に圧砕されていてやや崩れやすい状態にあった。そのため、深部からのマグマ発散物（ガス）の供給通路も確保されていて、眉山一帯では定常的に熱鉱水（温泉水）が生成されていた可能性が強い。

そこで、1792年の噴火活動で、普賢岳へマグマが上昇してくると、当然のことながらマグマ発散物の供給量は激増し、火道付近での地下水の気化による影響もあって、隣接する眉山も含めた火山体内部の間隙流体圧（温泉の水圧）は著しく高まったに違いない。普賢岳での溶岩の流出がとまり、火口が閉塞されると、眉山山体の間隙流体圧はさらに上昇し、極めてわずかながらも、眉山の隆起・膨脹を誘発した。その結果、岩盤強度が低下するとともに、上載荷重としての火山体の重みが増加し、亀裂の多い眉山は耐え切れなくなって山腹地すべりを起して自壊した。

すべり面では、岩盤の粉碎化が一段とすすむとともに、含まれていた熱鉱水と過飽和状態にあった溶存ガス（マグマ発散物）の減圧膨脹の加担もあって土石流を生じ、高速度で流下し放射状に分散した。ブロック化したすべり面より上の山体は、この土石流を滑材としてベルトコンベア式にすべり落ちた」

いま、眉山は、謎を秘めながら有明海に向かってそり立っている。爪で削りとったような崩壊壁からは、豪雨時には土石流が発生する。絶対に島原大変が再現しないという保証もない。

地元の人たちにとって、眉山は“心”の山であると同時に、始末の悪い山でもある。

地震国、火山国は景観に恵まれている。だが、災害国の宿命もある。美しい島原は、ニッポンの縮図でもあるようだ。

[やながわ よしろう NHK解説委員]

津波災害

首藤伸夫

序

ここ百年程の間に日本が経験した津波では、明治29年の三陸大津波が最も大きく、世界的にも有名であろう。理科年表によれば、死者21,959人、家屋流失全半壊8,891、船の被害7,032とある。1498年に東海道をおそった明応の津波の死者32,000人に次ぐ、大きい被害である。この時、岩手県綾里で高さ38.2mの打ち上げ高であり、人工構造物で対処するのは不可能に近いとの印象を強く受ける。

津波は、特に甚大な被害をもたらす巨大津波は、そう頻繁には発生しない。そのため、どのような被害が発生したかの記憶は薄れがちとなる。また、重要なのが人命や家屋の被害である事は勿論であるが、その他にも様々な形態の被害があり、これらを見逃した津波防災は中途半端なものになりかねない。

津波災害の形態と大きさに関係する因子

一般に自然災害は、自然と人間の関わり方に応じて決まるものであり、津波災害も例外ではない。時と所で異なった形態を取り、単に過去に学ぶだけでは不十分な事がある。

災害の様相や大きさを支配するのは、次の三つである。即ち、(1)自然外力の大きさ、(2)人間社会の発展状況、(3)人間の対応の仕方、である。

自然外力の大きさが第一の要素であることは論を持たない。津波毎、あるいは同じ津波でも地域毎に異なった大きさとなる。入力としての津波とそれを受け取る地域の地形との干渉が、自然外力の局所的な大きさを決定する。そのうえ、対象と

する問題毎に影響を及ぼす因子が異なる。浸水域と云う観点からは、水位が最も重要であろうが、養殖水産業に与える被害という点からは、流速が問題となる。ここでも、入力と地形の関係が問題とされる。急深の海岸では津波波高が大きくても流速は小さく、浅いところでは波としてより流れとしての性質が強くなると云った違いが生ずる。

いくら大きな津波外力が作用しても、その場所に人間活動が営まれていなければ、単なる自然現象でしかない。同じ外力であっても、経済性の高い土地程、被害が大きい。日本各地の沿岸地帯は、特に昭和30年代の後半から、大きな変貌を遂げた所が少なくない。この発展は昭和35年のチリ津波来襲以後の事であり、まだ巨大津波を経験していない。今後の巨大津波でどのような被害が生ずるか、予測のつかない面が残されている。例えば、石油等危険物の大量貯蔵、大量で大型の木材や漁船の存在が、過去に見られない被害をもたらす可能性が強まっている。過去の例に学ぶと共に、新しい形の被害についての想像力も必要とされよう。

人間の対応次第で、津波被害には大きな差が生ずる。対処の方法には、防災施設（防潮堤建設など）、防災体制（緊急避難など）、防災地域計画（高地移転など）がある。現在の津波総合防災対策¹⁾は、これら三者の最適の組合せを、その対象地点毎に選択する事を勧めている。

昭和35年チリ津波以降の対策では、津波痕跡以上の高い構造物を作り、完全に防御しようとした。しかし、計画対象津波の規模を大きく設定しなすにつれ、必要とされる構造物は巨大となり、経費は高く、完成までの期間は長くなった。所で、あまりにも大きな壁が出来上がると、これを無視して壁の海側に住居を構える住民が出て来る。日常の生活に不便だからという。もう一つの反応は、

構造物への依頼心の増大である。これだけ大きいから、もう絶対に安全だと考え、かつての浸水地帯に住居を構え、警報が出ても避難しようとはしない。こうした人心の変化は好ましいものではない。計画対象津波を越える津波が発生しないと保証は無いからである。

したがって、日常生活に大きな不便を与えず、また根拠の無い安心感や無関心を誘発しない程度の防災構造物であり、しかも発生頻度の大きい中小規模の津波に対しては、資産の大部分を守るものである事が望ましい。これと防災地域計画、防災体制とを組み合わせ、人命だけはいかなる場合にも守り抜ける対策としなくてはなるまい。

人命の被害

●避難の重要性 明治29年6月15日(旧暦5月5日)の夕刻、端午の節句を祝う人々を大津波が襲った。地震はそれほど大きくはなく、震害は発生していない。その日は何度か地震があったため、警戒されず、避難する人は少なかった。場所によっては30mを越える大津波に、当時の家屋は容易に流され、大きな被害が生じた。図-1に集落単位での流出家屋数と死者数とを示す²⁾。きわめて対応がよい。この時は地震が小さかった事もある。この時は地震が小さかった事もある。この時は地震が小さかった事もある。さらにもあり、節句を祝う人が屋内に集まっていた為である。

これと昭和三陸大津波の場合とを比べてみよう。昭和8年3月3日の明け方、今度は烈しい地震の後で、また津波が三陸地方を襲った。この時の流失家屋と死者数の関係は、明治の場合にくらべ相関がない。避難が効果的に行なわれた所では、人命の助かる割合が大きいからである。出漁の準備をしていた漁師からの連絡などが避難の契機となった。しかし、相変わらずかなりの死者が出たのには、それなりの原因がある。

津波を知らない為の被害では、釜石の海岸通りの例がある。多くが他県人であったため、津波の経験がなく避難しなかったため、多数の死亡者を出した³⁾。

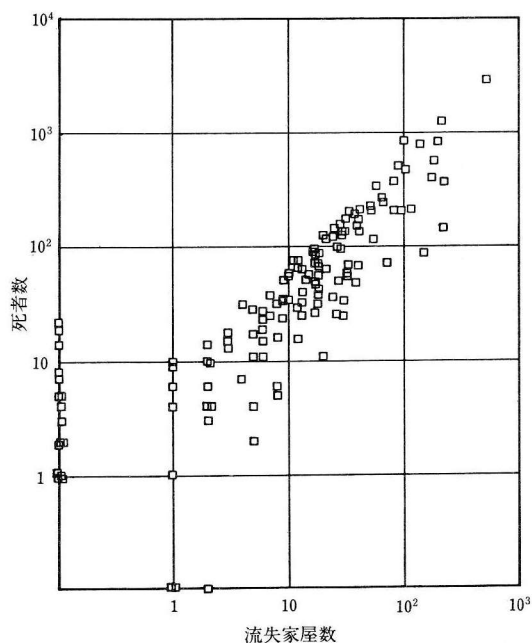


図1 明治三陸大津波時の死者数と流失家屋数

津波を予想しながら遭難した例もある³⁾。

岩手県のある場所では、前年から津波が来ると頻繁に言伝えられ、地震のある度に警戒していたが、中にはいつもの事のように思って油断してしまった。

一度起き出したにもかかわらず、不確かな言伝えを自分の都合のよい方に解釈し、あるいは地震後すぐには何も起らなかったのに家に寝て帰って津波にさらわれた。明治の津波は地震後30分であつたが、今度はこれを過ぎて来ないので、もう安心と思って家に帰り寝た所を、地震後40分であつた津波に襲われたのである。

貴重品を取り出すのに時間がかかり、あるいは避難途上で貴重品を取りに戻り遭難した。慶長16年の三陸大津波の記録に「市日なれば欲に離れ候ものは命助かり大欲の老若男女大部分死……」と書かれた事が繰り返して発生する⁴⁾。

●間違った知識や思い込みの危険性 明治三陸大津波の後で出された風俗画報に、「経験者多く死す」との見出しで次のような記事が載っている⁵⁾。「今より四十一年前の海嘯は其来ること緩にして二階に居たるものは潮水の退くを待ちて緩々降り来り無事に一命を助かりたるが故に此度

の海嘯にも敢て驚かず概ね油断せしが為に助かるべきものも溺死したり之に反して其の経験なきものは慌てて逃出したるが為めに生命を全ふせるもの多しと前後の海嘯大に其趣を異にせるを知るべし。四十一年前の津波とは、安政3年(1856年)7月の津波である。

明治三陸大津波の翌年、明治30年には、仙台沖に震源のあるM=7.7, 7.8の地震が2度あった。しかし、震害はあっても津波は小さく、間違っただけの生ずる原因となった。いわく、「地震が小さいと津波が大きく、地震が大きくと津波はない」。昭和三陸大津波時には、地震が大きかったので、今度は津波は小さいと考えて避難しなかった人もいた³⁾。そのほか、「青葉の頃には津波はない」、「冬には津波がない」、「晴れていれば津波はない」、「津波は夜にはない」など、様々な根拠の不確かな言伝えは、時代にかかわらず諸処方々に存在し、次の津波での死者を軽減できない原因となっている。

●高地移転の重要性 高地移転は、岩手県船越湾周辺に伝わる役ノ行者伝説⁶⁾以来、津波対策では最も効果的な方法であった。大津波の直後には必ず話題に登り、実現したにも関わらず、その後なし崩しに駄目になる例が少なくない。

高地移転の成功と不成功との対比を、宮城県十五浜村大須及び荒に見る事が出来よう。この二つは隣接する集落で、共に明治三陸大津波で被害を受けた。大須は地形的にみて崖が海に迫っており、その後高地移転が容易に実現した。一方、荒では、明治の津波で16戸中8戸が流され、28人が死亡した。その時の津波高が19尺5寸であったので、それを参考にして大多数は海岸から移転した。しかしながら、昭和の津波は35尺の高さまで押し寄せたため、28戸中18戸とその家族17名が波にさらわれた⁷⁾。この時、大須の水難救護組合は、津波襲来と知るとすぐ、激浪について救助船を出し、荒の沖合いで漂流中の13名を救助、さらに小舟50隻を拾い上げた⁸⁾。

高地移転に関する調査としては、山口弥一郎のものが有名である。明治と昭和の二つの三陸大津波の間に原地へ復帰した条件として、次のように

取りまとめられている⁹⁾。

- 1) 漁業を主生業とする場合、海岸から離れすぎると、元に戻る。海岸から200m以内である事が望ましい。
- 2) 高度を増すと、作業場への往復が不便となり、しかも用水が得られにくくと元に戻る。
- 3) 主要交通路から遠ざかると、原地復帰を促す事になる。
- 4) 津波襲来の頻度が間遠であると、無視しやすくなる。

4)の例として、山口は、「越喜来村下甫嶺では一度移ってみたが、当時88歳の老婆が、小さい津波の記憶が3歳のものだけで、そうしばしば襲来するものでないと説いたため、移動地の不便もあって原地復帰になったという。それには1896年から1933年に至る37年間は永く、次代の人や、その後の移入者の記憶には殆ど残らないほどになっていた」と述べている。

原地に戻るきっかけとして、1)大漁の好景気、2)火災、3)作業所への定住、4)人口増加、5)原屋敷への執着心、等があげられている。

●人命被害軽減上の今後の問題 人命被害をなくす為には、避難が最も効果的である。しかし、津波は頻繁に来るものではなく、ともすれば忘れられ易い。また、間違っただけの安心感や自分に都合の良い解釈の為に、津波を軽視する傾向が助長され、いつの時代にも同じ様な被害が発生する。現時点で最も注意すべき点は次の通りであろう。

まず、巨大な防災構造物の与える日常的な不便のために、これを無視する行動が生ずる。次第に津波の恐ろしさを忘れ、防災構造物の前面の無防備地域へ移住している所が増えつつある。人口増加の圧力が、地方自治体をして危険地域への宅地造成に踏み切らせつつある。

防災構造物への期待感も問題である。大きな構造物であるが為に、津波はこれで防げると考え、それに頼り、危険な低地への居住が進む。こうした低地に病院などの弱者施設が存在し、避難訓練も行なわれていない例さえある。

地震発生時の行動も変化しつつある。津波警報

が出されると、高台への避難の代わりに、海岸へ津波見物に出かける。あるいは、避難するよりも家に閉じこもってテレビ等の情報にかじりつく。こうした情報網で流されるものは、平均的な津波の姿であり、各地先毎のものではない。しかも時間的に遅れる可能性が強い。避難するか否かの最終判断は地元でしなくてはならないが、室内にこもってしまう人々に果して効果的に伝達出来るであろうか。

車社会になり、レジャー指向も手伝って、地理不案内の人が増えている。緊急時に適当な行動が取れるであろうか。日本海中部地震津波時の死者100人のうち、レジャー客17名、釣り人18名、港湾労働者40名の被害が目立つ。特に、釣りをしている人には、地震の揺れを感じない、陸地からの連絡が伝わりにくい、釣り場を明かさない、等、避難行動を阻害する要素が多く、これから対策をせまられる問題の一つであろう。

家屋の被害

●流水による被害 木造家屋は水には弱い。浮力が効けば浮き上がり、流水力が働けば押し流される。昭和8年三陸大津波時の調査¹⁰⁾では、津波の早さが10m/s時。

- 1)地上1-1.5mの浸水で家はだいたい半壊する。
- 2)1.5mの浸水で土台に固定してない家は浮き出す。
- 3)地上2階以上になると、1階は倒壊して2階は地上に落ち、平屋や構造の弱い家は殆ど破損する。

事が判明した。しかし、崖を背にした場所では、反射波の為に流速が落ちるから、水深2.5mまでは倒壊しない。

浮力が効き始めるのは、1階家なら天井迄水に浸かり、2階家なら1階が水没してしまった時である。チリ津波時の経験では、土台にボルトで緊結した家屋でも、2階の床上30cmくらいの水位で、土台每抜け出して流出した。

一方、流速による被害も無視できない。極端な例は、1946年アリューシャンのUnimak島に見

られる。30mもの高さの津波が島を襲い、一撃で燈台を破壊してしまった。この様な津波は、加速度の卓越する衝撃力が強い。その大きさは、波形と密接に関係しており、現在の津波防災技術では、まだ的確な推定が難しい。先端が高く、しかも切り立った波が襲来すると、津波到達直前に風が生じ、石が飛び、簡単な家なら吹き飛ばされる¹¹⁾。アオリ風と、呼ばれている。

時間的に大きさや方向の変化しない流れが家屋に当たるとき、動水圧と呼ばれる力が作用する。この大きさは、流れの作用する面積(浸水深 h と家の幅の積)、接近流速 u の自乗、家屋の形ではほぼ与えられる。このことから、家の破壊率と hu^2 の間に相関を求めようとする考えがある¹²⁾。しかしバラツキが大きく、簡単な関係は認められない。

1964年のアラスカの例では、避難時に缶詰工場の扉を開放しておいた所では、津波は単に出入りしただけで被害は軽少であったが、扉を閉鎖したままの工場は建物の壁が破壊されあるいは建物が傾くなどの被害を受けたという。作用面積の大小が影響した例である。

●漂流物と家屋構造の影響 家屋破壊率と動水圧の関係が必ずしも良好でない一因は、漂流物の衝撃力にある。チリ津波時の宮城県志津川町の経験では、直径60-100cmの材木が衝突すると家屋が倒壊した。貯木場からの木材、大量の漁船、路上の自動車が破壊力の元となる。また、倒壊した家屋も、流されると破壊力に変わる。

漂流物の衝突を防ぐには、防潮林や堅固な建物が効果があると言われた。しかし、一方では、森林そのものがなぎ倒され、切断されて破壊力となった例もあり、防潮林にも限界はある。大まかな判定なら、津波の浸水深と木の厚さ、樹木密度や下生え密度との関連で推定できるようになっている¹³⁾。

堅固な構造物が其の背後の家屋を防御する事は、日本のみならず、認められてきた。ハワイでの津波対策では、防浪建築を積極的に採用する計画となっている。日本でも、昭和3陸大津波後の震災予防評議会が提案した防御策に防浪地区としてあげられているが、実現した例はない。

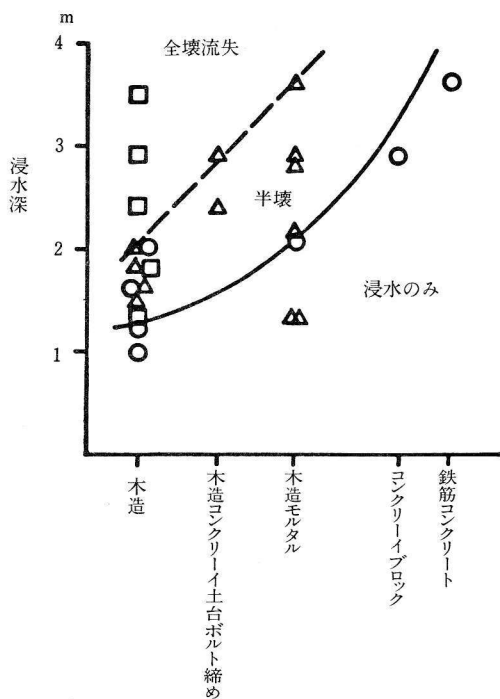


図2 津波浸水深、家屋種類と被害の程度(チリ津波)

建物の種類による被害程度の差の一例は、図-2に示される¹⁴⁾。チリ津波の調査結果である。津波波形が險しくなく、流れとしての効果が卓越し、しかも漂流物の衝撃をも含んだものと解してよい。コンクリート建造物は、海水面下に没する程度であってもこの時は倒壊などは起こしていないが、上述したアリューシャンの例の様な場合に何が起こるかは、まだ誰も知らない。

漁業被害

●**漁船の流失** 津波警報が出されると、大型船は沖出し、小型船は緊結が推奨されているが、必ずしも最良の手段とは言い難い。漁港の出口辺りで錯綜し、退避が間に合わず、遭難した例があるので、無原則に沖出しを勧める訳には行かない。

小舟をロープでゆとりなく繋ぐのも効果が少ない。津波が来たときの浮力と流体力に耐え得ないからである。なるべくゆっくりと繋ぎ、錨を外に出して置くの方が望ましい。流されても、水深が浅くなれば、動きが止まることが期待できる。

何れにせよ、漁船の流失を完全に防止する事は、きわめて困難であろう。被害の出始めるのは、津波高が2m位からである。かつては、大型船の方が被害が出難かった。昭和8年の例で言えば、小型船は5m位で破壊率100%に達したが、大型船は10mでも50%の被害である。

ところが、日本海中部地震津波では、津波高2mあたりから被害が出始めるのは同様であるが、大型船の方が被害が大きくなっている場合がある。小型船、大型船とも10隻以上在港した港を選び、両者の破壊率を比較してみると、ほとんどの港での大型船の方が被害率が高い。近年、漁港の整備が進み、防波堤や係船岸が建造された結果、港内の自然海浜が失われ、港内の水の流動が複雑となった。さらに、狭い港内での大型船の繰船が難しく、固いコンクリート構造物と衝突する機会が増加したからであろう。

なお、FRP船が増えたため、小破であっても、修理の出来にくい例が増えたと云われている。木造船なら容易に修理可能であった過去と、事情が大きく異なってきている。

●**養殖水産業** 近年、沿岸地帯での養殖水産業は次第に盛んになり、真珠や牡蠣の筏、海草類の養殖、生魚のいけす迄多種類の施設が設置されている。比較的浅い所にあり、津波の波高ではなく、津波による海水流動の影響を受け易い。例えば、1968年十勝沖地震津波の場合、廣田湾只越では津波高2.4mでも被害がほとんどなく、気仙沼湾宿では1mの津波で大きな被害が生じたのである¹⁵⁾。

津波マグニチュード $m=0$ 位から被害が出始めるといわれている。しかし、津波による流速の測定値は存在していない上、数値計算でも流速の再現精度は確認されて居ない。しかも今までの被害調査では、湾全体での被害類と云う形でまとめられている事が多いので、流れの強さと被害率の関係は明らかではない。中規模の津波でも被害金額が大きくなるものであるから、この被害の推定と効果的な防止対策は今後の重要な課題である。

●**漁港機能** 津波による波力で漁港施設が倒壊し、機能が失われると云う被害はきわめて稀に

なってきた。ところが、日本海中部地震津波では、今までに無い形での被害が発生した。港口の閉塞である。津波で流出した漁具漁網の類が、航路や港口に堆積して、長期間にわたって漁港の使用を阻害した。過去に比べて、こうした物品が多量に存在するからである。

交通障害

津波被災後の緊急救助が効を奏するか否かは、被災地への交通の確保が決め手となる。

鉄道は、道路に比べ弱点が多い、只1箇所の欠陥の為に全線が不通となり、代替線の準備が難しい。船舶の衝突により鉄橋上の線路が曲がって使用不能になった、鉄道堤防上を越えた津波のために線路が押し流されあるいは路床が洗掘された、都市部の線路が砂で埋没した、等の被害がこれまでに生じている。

道路は、交通手段としては、接近路を複数個採用でき、また橋梁が落ちて迂回路を比較的早急に準備できる点で、鉄道に勝っている。路面が舗装されているから鉄道よりも強いが、法面は洗掘に弱い。屈曲した海岸地形を無視した直線に近い線形で海岸道路が海辺の低地に作られている場合、津波を防ぐ効果も一部期待できるが、それ程強い施設ではない。

道路の一番の弱点はやはり橋梁である。かつては、漂流物が衝突して落橋する事故が多かったが、木橋がコンクリートの永久橋に替えられたので、この種の事故は殆ど無くなった。日本海中部地震津波では隠岐島中村で漁船衝突が原因の落橋が発生したが、現在ではきわめて珍しい例である。そのほか、橋梁につながる盛り土部分が津波で洗掘されたため、橋梁が使用できなくなった例がある。

津波襲来直後は、道路上の堆積物の排除が最大の問題となる。船、流出家屋、その他の漂流物が道路を閉鎖した例は数多くある。今では、大型土木機械さえあれば比較的早期に解決できるが、緊急時であるため、数の限られた機械をどこに投入するかを能率良く決める必要が生じてこよう。

火災

昭和8年³⁾、岩手県田老では、津波に流されて集まった家屋から出火、40 数名が焼死、釜石では、第4波が来て海水がひく前に2ヶ所から発火、目抜き通りの196軒が焼失、大船渡細浦では道路上に打ち上げられた大型漁船の機関室から発火したが、この船が半焼しただけでおさまった。

大規模な火災は、昭和39年にアラスカと日本で生じている。アラスカ¹⁶⁾の Valdez, Whittier, Seward の三つの町は、地震と津波で石油タンク破壊され、発火し、町の大部分が焼失した。新潟地震では¹⁷⁾、石油タンクの火事は2カ所の火元があった。第一の火元は、地震直後に発火し、津波とは関係無い。第二の方は、まず地震で亀裂の入った石油タンクからの油が、地震で絞り出された地下水と津波で持ち込まれた水の為に広がり、地震後約5時間たって発火し、広がった油を伝わって延焼した。

この種の大事故は、幸いにしてその後は生じてはいないが、大量の可燃物が沿岸地域に貯蔵されている現在、安全を期する為になんらかの方策を取って置くべきであろう。

浸水被害

●農業¹⁸⁾ 農業関連の被害は、作物、田畑、農業用施設の、塩水冠水被害、土砂堆積あるいは洗掘被害、漂流物による被害の3種類がある。

冠水被害は、作物の種類、その生育状況、冠水時間、泥の堆積の有無等で異なる。浸水後の手当如何では、ほぼ例年通りの収穫の得られるものから、枯死してしまうものまで多様である。

漂流物や土砂による被害で影響の大きいものに、用排水路の閉塞がある。津波がゴミなどを持ち込むからであるが、開水路ならこれらの除去は簡単である。ところが鉄道や道路を暗渠で横断している部分は、一旦詰まってしまうと復旧が難しく時間がかかっている。

●商工業¹⁸⁾ 商品類は浸水の影響を大きく受

ける。住居被害等顕著な被害の陰に隠れてあまり注意を引かないが、チリ津波時の大船渡の場合、商品の被害が住家全被害の2.5倍、施設被害の約2倍で、全被害額の半分以上が商工業被害であった。

●ライフライン¹⁸⁾ 過去には、次の様な事例がある。

水道の供給施設では、橋梁に併設してあった水道管が、落橋の影響で破壊された。住宅地では、漂流物衝突による消火栓の破壊、倒壊家屋の各戸給水栓の破壊が生じている。

電力では、電柱の倒伏、流失による送電停止が生じた。

通信関係では、電柱や架空ケーブルへの直接的な被害、地下ケーブルの地上への立ち上がり部が切断されたための浸水事故、家庭内の電話機の浸水事故がある。一度塩水をかぶった電話機は使用不可能となっている。

終わりに

過去に生じた多くの津波被害を顧みたら、時と場所の違いにより、形態や規模の差が生ずることを常に考慮しながら、今後の対策に生かしていく必要がある。目下緊急の課題は、第一に津波予報を充実し、避難の完全を期すことである。目前に高さ5-6mの堤防が存在する現状では、「高い所で約3メートル以上に達する見込み」というオオツナミの警報では不十分で、判断に戸惑っている所が多い。第二には、大量の木材、漁船による漂流破壊力の防止策を講ずる事である。殆ど野放しの状態に放置されており、対策がなされていない。家屋のみならず、人命への影響が懸念される。第三は、石油など沿岸に大量貯蔵された可燃物の対策である。通常の消防法による規制に加えて、津波の危険性を考慮した規制を行なわねばなるまい。第四は、現存する防災施設の、巨大津波発生時の効果と欠陥の判定である。巨大津波が乗り越えても防災施設は生き残って効果を発揮するのか、どの程度浸水を軽減できるのかは、まだ明確にされていない。そのうえ、もし生き残ったとすると、

堤内地に進入した海水を効果的に排除する機構になっていないものが多く、各地に大きな塩水湖の生ずる可能性が有り、対策が急がれる。

津波は頻繁には起らない。ともすれば対策が忘れられる。一度作った対策が、その後の社会の変化にもかかわらず、見直しをされないで踏襲されている。こういう事では、この次の巨大津波で又大被害を受けるという繰り返しになってしまう。

参考文献

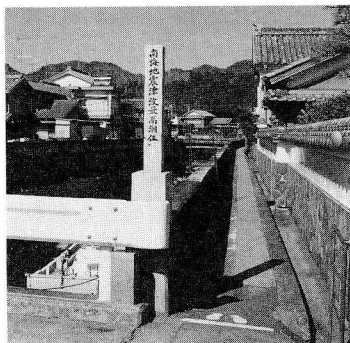
- 1) 建設省河川局及び水産庁：津波常襲地帯総合防災対策指針(案)、昭和58年。
- 2) 首藤伸夫：津波災害の変遷、東北大学工学部津波防災実験書研究報告第4号、昭和62年。
- 3) 昭和8年3月3日三陸沖強震及津波報告、験震時報第7巻第2号、中央气象台、昭和8年。
- 4) 大槌古館城内記
- 5) 大海嘯被害録、風俗画報、臨時増刊第118号、東陽堂支店、明治29年7月発行、復刻版風俗画報第120号、国書刊行会、昭和48年。
- 6) 今村明恒：地震漫談(其の一)、役小角と津波除け、地震第5巻第4号、昭和8年。
- 7) 三陸大震災史料刊行会：三陸大震災史、友文堂、昭和8年。
- 8) 宮城県：宮城県昭和震嘯誌、昭和10年。
- 9) 山口弥一郎：津波常襲地三陸海岸地域の集落移動、山口弥一郎選集、第6巻、世界文庫、昭和47年。
- 10) Nasu, N.: Heights of tsunamis and damages to structures, 地震研究所彙報別冊第1号, pp.218-227, 昭和8年。
- 11) 田老町教育委員会：防災の町、田老町, p. 33, 昭和46年、あるいは、地震研究所彙報別冊第1号、調査報告の船越、小本、田老、姉吉の項参照。
- 12) 羽鳥徳太郎：津波による家屋の破壊率、地震研究所彙報, Vol. 59, pp. 443-439, 1984。
- 13) 首藤伸夫：防潮林の津波に対する効果と限界、第32回海岸工学講演会論文集, 1985。
- 14) 佐々木忍：チリ地震津波について、第7回海岸工学講演会論文集, 1960。
- 15) 気象庁：1968年十勝沖地震調査報告、気象庁技術報告第68号, 1968。
- 16) Committee on the Alaska Earthquake : The Great Alaska Earthquake of 1964, Oceanography and Coastal Engineering, National Academy of Sciences, 1972。
- 17) 消防庁：新潟地震火災に関する研究, 昭和39年。
- 18) 大船渡市：チリ地震津波大船渡災害誌, 昭和37年。

[しゅとう のぶお 東北大学工学部教授]

昭和 21 年 12 月 21 日、朝まだ明けやらぬ 4 時 19 分、南海道沖に起こった M8.1 の地震は、大きな津波を伴って、紀伊・四国各地沿岸の市町村に大きな被害を与えた。ここ徳島県でも死者 202 名にも上ったが、当時の浅川村は 85 名と県下最大の犠牲者を生じたのである。浅川はその地理的位置、地形条件から、歴史的にも多くの津波に覆われていて、その状況を後世に伝え、あるいは死者の供養をするために、多くの石碑が残されている。

中央の写真は、浅川観音堂の境内にある地藏尊で、堂に覆われている。地藏の台石には宝永 4 年（1707 年）の津波の模様が刻まれているが、下半分がみえず、かわりに堂の軒にその銘文を記した板額がかけられている。それには、

「宝永四年丁亥十月四日晴天日暖ナリ同未刻俄二大地震暫有り終ツテ後大海ヨリ高サ三



元橋たもとの津波浸水潮位標石

丈許ノ大潮指込浦上村カラウト坂ノ麓マデ上り即刻引汐ニ浦ノ中干光寺ノ堂一字残り有来ノ在家一軒モ残ラズ海底へ引落シ猶又流レ出ル老若男女百四十人餘悉ク溺死シヲハル之ニ依テ右亡者菩提ノタメ此石像地藏尊一体供養致シ安置シ奉ル者也

千時正徳二年辰七月

奉寄進施主

浅川浦惣中

願主浅川浦

久五兵衛

（他略）」

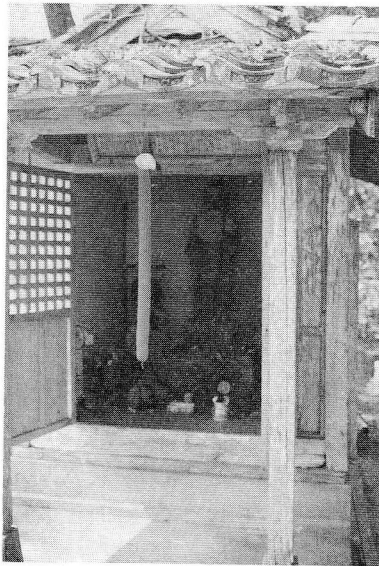
とある。

この観音山へ登る石段の下から 13 段目、および 25 段目には、昭和 21 年および安政元年の南海津波の来襲地点を示す石柱が立っている。ほかに安政元年の津波については、干光寺の板額、御崎神社、天神社の石碑、熟田峠の石の地藏尊などが

地震 ● 津波碑巡り

徳島県海南町 浅川観音堂地藏尊

相田 勇



観音堂境内の地藏堂

残されている。同様に昭和 21 年の津波の記念碑、供養碑も建てられているが、40 年以上を経た今日もっとよく住民に津波の高さを知らせ、それを次代にも伝えようと、最近町の手で各地点の最高浸水潮位を示す石柱が建てられている。

左下の写真はその一つで、町の中心を流れる浦上川の河口に近い元橋のたもとにある。この石柱の上端まで潮が上がったことを示しており、裏面にはその高さが刻まれている。右側の家並みからみて、当時の津波の凄まじさが想像できよう。この付近では約 80% の家が全壊または流失しているのである。

大震災襲来!

魚たちは知っていた

吉田啓吉

1943年9月10日、大砂丘に連なる湯の街鳥取は、重苦しい雲におおわれ、季節外れのむし暑さに包まれていた。午後5時半を少し回ったときだった。倦怠^{けんたい}しきった空気にたえきれなくなったかのように、突然大地が大鳴動をおこし、一瞬にして城下町の大半がゆりつぶされるという烈震に襲われたのである。マグニチュード7.4、全半壊1万3643戸、死者重傷者を合わせて2038人(『鳥取県震災小誌』より)という大災害であったが、幸か不幸か、家屋が将棋倒しにつぶれたため火勢があがらず、大火災だけまぬがれた。

1925年以来このかた、城崎^{きのさき}、奥丹後、鳥取とつぎつぎにおこった裏日本の大地震は、日本海側におきる内陸型地震であり、関東、三陸沖、房総、東海の大震災のように、太平洋側の、海底からおきるものとはちがってスケールこそ小さいが、震源地が近いため、するどい破壊力を発揮していた。

鳥取におこったこの大惨事は、一見予期せぬ出来事のようにであったが、じつのところ、その年の3月に鳥取市付近は2回ほど中震程度の地震(前震)にみまわれていたのである。

そして、その後も微震がつづいていたうえに、夏の夕涼みのころには、春ごろから西空に向かってときおりはしっていた異様な光り^{ひかり}ものが、その頻度^{ひんどう}をましてきて、市街一帯は無気味な気配に包まれていた。しかし、当時はエスカレートする戦争に人々の心が浮きたっていたせいか、この悲惨な大地震の前触れに警戒心をいだいた者は、事件の直前までだれひとりいなかった。

ところが、魚はそれを知っていたのだ。

大地震の直前、わたしの実家の母は裏庭にいたのだが、池のコイの奇妙な振る舞いとまどったという。それまで静かに泳ぎ回っていたコイたちが、にわかに跳躍をはじめ、ついには地上に跳ね

あがったのである。拾っては入れ、捕まえては投げこんでいるうちに、やがて大地の揺れに気づいて“すわ地震!”と表道路に避難したのだが、不思議なことに、地震の主震動36秒間と、母の避難コースと所要時間とを考え合わせてみると、コイの暴れはじめたのは、なんと人体がまだ地震を感じない、初期微動の数分前のことであった。

当時は、昼間のんきに釣糸をたれるのをはばかり戦時中ではあったが、初秋の釣シーズンであったため、郊外の川や湖では、浮木^{うきぎ}を見つめたら地藏さんのように動じない釣人が何人かはおり、かれらもまた、地震直前の思わぬ大漁と静かな灰白色の水面を破って跳躍する魚の乱舞にめんくらったという。

五感満足な人間が、お先真っ暗でのほほんとかまえているのに、人間よりずっと下等な生きものと思われている魚類が、池や川、湖沼の中で地震を予知し、“すわたいへん”とひと足お先にひと騒ぎをやったものらしい。

しかも、魚はそれを地震がおこるかなり前に察知していたようだ。というのは、この地震の前後に海や川で魚の異常な食欲にであい、思わぬ大漁によるこんだ釣人が多かったからである。

鳥取市の釣名士、吉村信義氏は、地震の2日前、市の北東約20kmの浦富^{うらとみ}海岸牧谷岬の突端で夜釣をし、チヌ18匹、メバル2匹、メジナ2匹、合計14kgの釣果^{ちようか}をあげたが、そのときの模様をつぎのように述懐されている。

「8月に入ってから、雷鳴をともなわぬ稲妻、これまで見たこともないすご味をおびた光が、中国山脈の上方で30分から1時間おきくらいにはしるのをよく見かけて不思議に思っていたが、その夜(9月8日夜)はとくにひどく、日暮れ時から翌朝まで切れ間なく稲妻が乱走していた。

“釣はだめか”と思ったのとは逆に、糸をふりこむたびにぐっと引きこまれる。寄ってくるチヌに夢中になっているあいだにも、傍らの捨て竿にはこの島ではめずらしいメジナもくる。午前2時ごろ、ふだんならもう釣れない時刻なのにメバルが食う。“じつに不思議な夜もあったものだ”と思った」

漁業に関係する人々は、多かれ少なかれ魚類が天変地異の前にさまざまな異常生態を示すことを経験しているものである。

魚博士末廣恭雄氏は、広く水産関係者にアンケートを求め、信憑性のある資料をまとめて『地震に先立つ魚類の異常生態』を分類されているが、釣にかかわりのある魚だけでなく、おおかたの魚が大地震の数カ月前から直後まで、異常な集合、捕食、出現、逃避行動といった、警戒自衛態勢をとるものようである。(末廣恭雄博士：地震に対する魚類の異常生態第1報『京急油壺マリンパーク水族館年報』1968年第1号、4～11ページ。第2報同上誌、1971年第4号13～14ページ。第3報同上誌、1974年・1975年、第7・8号、11～13ページ)

もちろん、すべての地震が一樣であるはずはないし、魚にも感覚差や環境の違いなどがあるので、魚の異常生態も一律であるわけではないが、概して、大地震の前駆現象があらわれるようになると、逃避、移動に備えてか、さかんに捕食するようになり、磯魚や湖沼の魚は釣人に思わぬ釣果をもたらしたり、前駆現象が顕著になると、警戒、逃避のために異常出現して漁師の好餌となる。とくに、海や川、湖沼の底に棲む魚にはその傾向があって、ナマズ、コイ、ボラ、などはさかんに跳躍し、浅瀬にのがれたり、なかには瀕死状態のように浮きあがり、エラを返したりしてかんたんに網で捕獲されてしまうものがある。

魚類は、地震の前にこのような敏感な反応を示すのだが、ではいったい魚類のどのような感覚が地震のさまざまな前駆現象を感知して異常生態をとらせるのであろうか。

魚と気圧変化

川や海中を泳ぎ回る魚はもとより、底に定着したり湖沼に棲む魚でも、水流、波浪、水のにごり、水位などの環境の変化にはたいへん敏感で、嵐などによる環境の変化を感じると、移動や蟄居に備えてさかんに捕食し体力づくりをするようである。

魚類がこのような天変をいち早く知るのには、主として水面に影響する風のぐあいや気圧の変化を敏感にとらえる側線を備えているかららしい。この線は、頭の側面から尾部にかけてはしっている特別の神経で、うろこにある小さい孔の列は、その開孔部なのである。

魚はこのような皮ふ感覚で、気圧の変化や水の移動、水流水位の変動などにとまなう、微細な水圧変化を感知するのである。

アユは清流の中を機敏に行動しながら、堰が切られたり、夕立ち水による水位の異変をすばやくキャッチし、移動に備えてさかんにエサをあさりはじめ。

概して、川や磯の魚は、移動のさいによくエサを追う。もちろん、エサを求めて、朝夕周期的な移動をくり返す習性をもってはいるが、そのような習性による捕食と無関係に、さかんに餌づきはじめたときは、環境の変化がせまっている証拠であり、ふだんから気をつけて観察していれば、われわれにも思いあたるものである。

魚は、晴天にしる雨天にしる、その状態がつづいていて、つまり環境に変化がないときには移動の必要がないので、あまりエサをあさろうとはしない。気圧が急にさがるとか、低い状態からあがりはじめるとか、気圧傾度の大きいときにさかんに餌づくものらしい。

気圧傾度や潮の干満は、地震の誘因とかかわりのあることが調べられている。したがって、異常気象が地震と関連しているばあい、魚の異常な食欲や行動は地震の警報ともなりうるのではなからうか。

魚と地鳴り

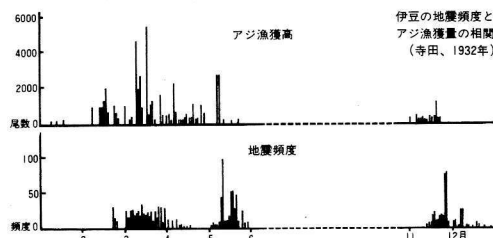
タンパク源に事欠いた第2次世界大戦中、不忍池には、早朝まだ明けやらぬうちから釣人がおしかけ、釣糸をたらししていたが、上野の鐘が“ゴーン”と鳴り響くのを合図にでもしたように、フナたちが餌づきはじめたという。

はたして、鐘の音が水中音としてフナたちに伝達されたものかどうかは不明だが、フナは200サイクル前後の歯状音波で、うなるような継続音に感応しやすい。

野球理論家の新田恭一氏は、熱海近海の船釣で、釣鐘形の小さな金属体にひもをつけ、くり返し水中に投げこんで、その音で魚を集めて大漁し、かつて熱海の魚価をくるわたしたことがある。千葉県下でおこなわれている“どんぶり釣”も同じような漁法である。

このように、魚は音に敏感なため、以前から追い込み網とか叩き網、あるいはカツオのシャワー

地震の頻度と漁獲量

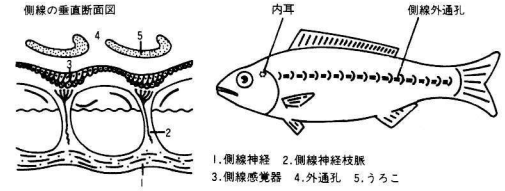


地震と魚の生態異変の関連性についてはいろいろ例も多いが、漁獲高の大小についてもおもしろい報告がある。1972年2月29日の八丈島近海で発生したM7.4の地震発生時、近海のハマトビウオの漁獲高が、前後の日では5t前後のものが、当日はいっせきに20tにまではねあがっている。(東京都水産試験場八丈島分場の記録より)

また1930年、伊豆大地震後に頻発した余震の頻度と、伊豆の重寺におけるマアジの漁獲量とを、寺田、寅彦が対比したところ、上図のように、ひじょうにおもしろい一致が見られた。地震前後の魚類の異常生態の中で、“大漁”“異常集合”はとくにその例が多いのである。

(京急油壺マリンパーク年報、1972年第4巻別刷末廣恭雄博士著『地震に対する魚類の異常生態(第2報)』より要約)

側線・内耳



側線器官は、外界からの刺激、たとえば気圧の変化や触感、水流水圧の変動、振動、などを受感する器官である。ほとんどの魚類が大なり小なり、側線器官をもっているが、図のように、体表の面側に連なるのは、側線の外通孔。その下にそれぞれ側線管がつづき、ここに感受受容器がある。側線管は側線神経を通して、脳につながっている。この側線器官のおかげで、魚は岩のあいだをくぐりぬけ、敵から身を守り、何千匹という群れが一体となって行動できるのだ。まだ頭蓋骨の下に1対の内耳があるが、魚のからだの密度が水とあまり変わらないため、音波はからだの表面から体内を通り、内耳にそのまま達する。したがって人間のような、外耳、中耳の必要がない。内耳は高い周波数を、側線は低い周波数の振動を感じ、警戒音、生殖音、捕食音、遊泳音までも聞きわける。

釣など、いろいろな漁法に音が利用されているが、最近では魚にすきな音、きれいな音があるのを利用して機械装置によって水中音を発信し、魚を誘導包囲して網中におさめるという漁法が工夫されている。

魚の聴器は、内耳と側線とにわかれている。内耳では周波数の高い音を、側線では水中音とはいえないほどの水の振動までを感ずるようになっていて、警戒音や生殖捕食にともなう音から、遊泳音までを聴きわけて行動する。

しかも、水中の音の伝播速度は、空気中より4倍も速いのである。

大地震の前には地鳴りがつきものであるが、あの“ゴーン”という無気味な地鳴りには、地上に住むわれわれも、一瞬息のとまるような恐怖感に襲われる。

まして、地続きの水中に棲み、過敏なまでの聴器を備えた魚類のことである。大地震直前の鳴動にはもちろんのこと、前駆現象としておこる微震にともなうわずかな地鳴りにでも異変を感じとり、いち早く自衛行動をとらずにはいられないはずで

ある。

この地鳴りは、地震動に先行するので、地中や水中を伝わる音が地震波より速いように思われるが、実際には、水中音が毎秒 1.5km であるのに対し、初期微動の P 波（縦波で、伝わる方向に対して前後に振動する波）は、毎秒 5km であり、主要動の S 波（横波）でも毎秒 3km である。これから考えて、地震動より音波のほうが先に到達するはずはない。したがって、大地震に先行する地鳴りは、地震そのものによる地動が空気をふるわせて音となったのではなく、火山噴火がおこる直前の鳴動のように、地下の歪みエネルギーがおこす前駆的な岩石破砕などによるものと考えられる。

魚類の中でも、穴や水底に棲んで破壊的地震の影響を受けやすい、ナマズ、ウナギ、深海魚などは、すぐれた聴器でわずかな地鳴りをいち早く感知し、危険を避けるために移動、あるいは浮上などの避難行動をとる。

他の動物よりも高音に敏感な魚類の中には、ソーナー（水中音波探知器）を備えているものがある。かれらは、浮袋、骨の根元、歯などを振動、摩擦して高い周波数の音を発信させ、地形や餌物をさぐるものがあるが、このような聴器をもった魚類には、われわれが感知できないほどの地鳴りでも、耳をろうするばかりの音となって聞こえ、逃避せずにはいられなくなるはずである。

地震に先だって、深海魚が漁師の網にかかったり、波打ち際に打ちあげられたりするのは、逃避のさいに浮上した結果、水圧の急変にたえきれず斃死するからであろう。

海に出かけて、見なれない深海魚をたくさん見たり、川や湖沼で、ナマズが水面近くに浮いているのを見かけたら、地変の前兆と考えてよいのではなかろうか。

魚と地下水異変

多くのサケやマスなどが、食糧豊かな北の海で成長し、やがて繁殖期をむかえると生まれ故郷の川の上流にもどってくるのは、本能的な回帰性（帰家本能）によるものであって、それ自体、た

いへん神秘的なことであるが、その大壮途の水中での方向性には、季節的な潮流や磁力線などが関係していて、最終的に古巣の川をさがし求めるのには、嗅覚（方向感覚）が主役を演じている。

概して、回帰性のある魚は、繁殖のためには流れに逆らい、生活（捕食）のためには流れをくぐるといった性質をもっていて、産卵の時期がくると、大潮流に逆らって目的地の近くに達し、嗅覚でそこをさがしあてるようである。

視覚のきかない川底や海底に棲む魚類ほど、化学感覚は発達しているものだが、清流の中で行動する魚でも回帰性のあるものは嗅覚がすごい。

アユのどぶ釣で、淵に定着したアユが擬餌を見向きもしないときは、少し上流でにおいのあるこませを布袋に入れてふんでみると、リズムカルな動きが乱れてきて餌づくようになる。

ところが、サンショウの葉とか実を洗うと、瀕死の状態となって跳ね回る。かれらは、特別に鋭敏な嗅覚をもっているのだから、強い辛酸味にかかると中枢神経をやられてしまうのであろうか。

魚に限らず、人の目に強い紫外線、ウサギの耳に大音響、イヌの鼻にタバコのおいというように、鋭敏な感覚をもった部分への強烈な刺激は苦手なものらしい。魚の嗅覚や味覚の敏感さは、われわれの想像以上で、人間のそれより砂糖、油には数百倍、酸には 1000～2000 倍もの反応をおこすことが調べられている。

大地震の前には、地殻変動の影響で地下水異変がおこるものである。たとえば、関東大地震の数日前には、井戸水がかれたりにごってきたところがあったし、半年ほど前から山中湖の水がにごっている。また、伊豆地方の温泉の湧出量に異変があった。

こうした地下水異変は、そうとう広い範囲にもおよぶことがあり、関東大地震のときには、鳥取県の三朝温泉の湧出量が一時的に急増している。

流れのゆるやかな川や、水の動きがあまりない湖沼に棲む魚類は、地下水異変のために水底が荒らされて、酸素の少ないその表層が動いたり、酸味をおびた化石層の腐植などが混入して水がにごったりすると、敏感な嗅覚や味覚ですばやく異

変を知り移動に備える。なにしろ、移動の機をいっすると、酸味のある腐植や、所によっては酸素溶存量のとばしい腐泥に包まれ、シンナー遊びでもしたかのようにフラフラになって水面近くに浮上し、釣人の網にすくわれるはめになるからである。このような事実は、1975年に大分県大分郡庄内町付近を震源地としておこった地震のさい、震源地に近い人造湖で確認されている（末廣恭雄博士：『京急油壺マリナパーク水族館年報』第3報、1974年）。三陸大地震のとき、その2、3日前に釣りあげられたマイワシが、底着性の珪藻類を腹いっぱい食べていたという記録が残っているが、底着性の藻が浮上するほどに海底が荒らされるばあいに、嗅覚のするどい底魚が、その環境にがまんしていられるはずはない。

地電流、磁気異変や地鳴りなどの影響ももちろん考えられるが、深海魚やそれに属する底魚が大地震の前に思わぬ所に出現したり、あるいは浮上死したりしているのは、地鳴りや地下水異変のために海底を逃避したためであろう。

このように、魚類が地下水異変をすばやく知って、移動に備えてさかんに捕食したり逃避浮上したりする自衛的な異常生態は、魚たち自身が地震の襲来を知ろうが知るまいが、結果において地震に先だつ地殻変動を予知していたことになる。

魚と光りもの

内陸地震の前後には、震源地付近の上空にあやしい光りものがはしることが多い。

鳥取地震のときには、前震があった春ごろからこの怪光現象はおきていたのだが、当時は防空幕で室内外を遮断していたし、夜空に親しむ時季でもなかったの、ようやくその無気味さが人々にやかましくいわれだしたのは、夏の夜空にその色彩をましてからであった。

それは、稲妻のような閃光ではなく、パーッと広く山野や街路をアーク灯で照射するように、2、3秒間照らし出す。

鳥取地震の10日ほど前、わたしの隣人は残暑に悩まされ、深夜、西側に面した2階の廊下に涼

んでいて、はからずもこのすばらしい光の大饗宴を満喫した。

「あれは、もしかしたら海底噴火ではないでしょうか」と語っていたが、震源地である海岸付近の上空あたりにつきつぎとあらわれる怪光の狂乱は、そのスケールといい色彩といい、かつて経験したことのない壮観さであったという。

地震の当夜、遭難者たちの中には、震源地の方向の上空にあらわれる光りものを目のあたりに見て、地震はなおもつづいておこるといふ恐怖に身のちぢむ思いをした人が多かった（地震前におこる光りものについては、岩波書店より武者金吉氏執筆の研究報告が出版されている）。

この怪光は、鳥取から40kmもはなれた県境の山村からもよく見えたらしく、その付近の人々は、「鳥取市は、每晚防空演習でサーチライトを照らしている」と思っていたという。

山野や街を照らしたり、遠くから望見されたこの怪光の色彩は、青白い電光にいた色で、下部は虹色をしていたといわれる。

なにしろ、夜空に花火のように消滅してしまう光なので研究のしようがないのであろうか、地震学者も、まだその成因を明確につかんではいない、ある専門家は、「地中にある水が地変で動くと、毛細管電気によって電圧がおこり、そのために大気の上層、電離層に放電をおこす」と説いている

資料・日本の地殻水平歪 限定複製版頒布について

本書は、当財団が研究者の利便などを目的に、国土地理院の承認を得て、限定複製版として発行したものです。ご希望の方々のために、下記のような実費頒布をいたしております。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・柾判 本文 133頁 2色刷
付録 カラー歪図 2幅
- 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
（勘）地震予知総合研究振興会
☎03(295)1966 FAX 03(295)1996
- 郵便振替口座 東京1-109120番

地震ジャーナル●編集部

が、光りものを目撃した人たちの震源地からの距離や仰角などをあわせて考えてみると、その光は電離層のような100kmにもおよぶ高空にあらわれたものではなく、はるか低空の現象に思える。

松代におきた群発地震のさいに、栗林医師が撮影されたカラー写真を見ても、怪光は震域の中心部にある皆神山みなかみのすぐ上にあらわれていて、下方は虹色にかがやいており、わたしの隣人の目撃談と一致する。鳥取地震では、この怪光のあらわれた地域こんせきの地表に不思議な痕跡が残っていた。それは、地震後の豪雨で多少変形していたが、指の太さほどの直径をした小さな穴で、その周囲をふちどるようにきわめて微細な砂のようなものが積みあげられていて、なにかすごい勢いでガスのようなものを噴きあげたあとのように見えた。あるいは、怪光との関係も考えられるこの小穴は、当時震源地に近い畑地の中で随所に散見されたのである。

この噴気孔のような痕跡が、はたして光りものとの関係があるかどうかは断定できないが、地下のストレスが増大するにつれ、地殻ちかくを破ってエネルギーがなんらかのかたちで放出されることは考えられる。このさい、たとえば高速の帯電粒子のようなものが噴きあげられ、これが大気を電離し、あるいは大気中に電磁気的な乱れをおこして光をあらわすのではないかという考えも成り立つのである。

ところで、魚類はこの怪光をどのように感じ、それによってどのような異常生態を示すかということであるが、残念ながら、魚たちはこの花火大会には特別な関心を示さないようである。魚には、背光性、向光性、夜行性、昼行性などと光の好き嫌いや、生活様式の違いがあるし、回遊性のある魚の中には、太陽コンパスをもつものもいると考えられるので、光に影響されることはもちろんなのだが、一帯に見透しの悪い水中でのことなので、視覚はほかの感覚に比べていくぶんおとっている。したがって、魚が水底を照らす光の色で、空中の状況判断をすることはむずかしいと思われる。

しかし、この怪光現象は地電磁気的エネルギーの放散によるものと考えれば、地表には電磁気的

狂乱がおきているわけだから、地表の電気の良導体である水の中に棲み、しかもそれに感應しやすい器官を備えた魚類が影響されないはずはない。つまり魚類は、直接怪光には驚かないが、その怪光をもたらず電磁気的異変をとらえているわけで、人間が視覚によって美しい虹色の怪光に感動しているとき、魚たちはそんなものには見向きもせず、地震襲来を膚で感じて逃避移動に備え、捕食に身をやつしているのだろう。

魚と地電磁気変化

海水の澄んだ日の磯釣では、フグの襲来によくやまされる。集団で寄ってきて釣餌をすばやくとり、ひどいになるとするどい歯で針ごとうばって逃げ、いっかんなほかの魚に食わそうとしない。そこで、乱暴な釣人は釣りあげたフグに荒療治をほどこす。針で両目の水晶体をつぶし、盲目にして逃がすのである。するとフグは、文字どおり盲滅法に逃げるが、かれらには集団性があるのでほかのフグたちもこれに追従し、しだいにその数が減っていくという計略である。この方法は、それなりに効果があるので、“狡猾なフグも人間の知恵にはかなうまい”と釣人は独りよがりになるのである。しかし、結果が計算どおりだからといって、必ずしも理屈が通っているとは限らない。人間的感覚だけによる独断では、魚の異常生態は理解できないのではなからうか。

フグに限らず、おおかたの魚は側線や皮膚感覚で、わずかな水圧の変化をも感知するらしいから、目をつぶしてみても、人間の耳にふたをしたようなもので、方向感覚にはさして影響がなく、障害物につきあたるとなへまはしない。

魚の中には、音の反響レーダーで方向を感知したり、自家発電のレーダー組織で獲物を発見したりするものがある。つまり、五感、六感はおろか、七感も八感も備えているのがいて、人間のようになまじっか目がよくきくために、ほかの感覚が退化的機能しか示さないのとは比べものにならないところがある。

一体に、自家発電装置を備えた電気魚は、すべ

レーダー装置をもっていると考えられるが、特別な電気器官はなくても、筋肉などにたくわえられる微弱な生物電気で相手を探知する魚もいる。視覚があまり役にたたぬような深海や、泥にごりの多い川や湖沼に棲む魚類には、このような特殊感覚を備えたなかが多い。

魚のもつ電気は、規則的に配列された細胞や神経毛の刺激でおこるが、こういう組織をもてば、外部からの電磁場の変化にもすどく作用されるわけで、実際、たいていの魚は電気の影響には敏感である。

大地震の前には、地下岩漿地帯^{がんしょう}で温度変化などの物理的変化や、分離、析出作用などの化学的変化がおきると、それに応じて磁気変化があり、地電流が生ずると考えられる。実際にも、大地震のさい、海底ケーブルに電流が流れたことは記録されていて、北伊豆地震では東京から出ている海底ケーブルに10mA程度の電流が流れたことが調査されている。

しかし、こうした大きな電流は、地電流が直接に伝わったものではなく、電磁場の変化によっておきた感應電気であると考えられる。なにしろ、大地震の前には、正体不明ではあるが、中空にオーロラのような発光現象をおこすほどのエネルギーが、地殻から放出されていると考えられるのであるから、それが爆発的放出をおこすときには、電磁場をつくり、地上の感應性のある物体に対してかなり強力な感應電気をおこすにはいないはずである。

したがって、魚類は、大地震の直前にせまってくる耳をろうするばかりの地鳴りとともに、電氣的ショックを強く受け、感電状態のように頭を下にし、あるいはエラをかえて浮上したり、水中から逃避するように浅瀬や地上にのがれたり空中に飛び跳ねたりせずにはいられないのであろう。

釣人たちへ

これまで述べてきたように、さまざまな角度からみて、魚類の地震に関する予知能力には無視しがたいものがある。

したがって、魚の習性、生態、感覚などを心得たうえ、夜空にはしる光りものや湖沼のにごり、水位の変化、地鳴りなどの異常な事実を見のがさず、魚たちがそれに感應して、さかんな捕食、移動、逃避などという異常生態を演じていることを注意して観察すれば、魚なみとはいかないまでも地震の襲来を予知することができるのではなからうか。

とくに、漁業関係者や釣を趣味とする人々は、当然のことながら魚に接する機会が多いのである。今や全国の釣人口は2000万人近いといわれる。これらの人々が海や川、湖沼で魚にいどんでいる。いいかえれば、魚という地震予知の有機計器と取り組む人々が、ゴマをまいたように全国的に分布されているのである。

したがって、もし釣友会や釣宿などがその気になって、これらの多数の釣人たちの経験する地震の前駆現象と魚の異常生態との情報を集めたら、それが有効的な地震の警戒予報となり、大地震のさいにおこり得る災害を多少とも避けることができるのではあるまいか。

『ワイルド ライフ』財団法人 日本科学協会

1980(昭和55)年9月号14~18頁

1980(昭和55)年11月号40~42頁より転載

[よしだ けいきち 1975年5月没]

『地震ジャーナル』 発行とご講読について

本誌は、当年度2回[6月・12月]の発行を予定し、第1号を昭和61年6月20日に創刊し、今回、第5号をお届けいたしております。

とりあえず、本誌は当財団に関わりのある方々や機関に無料配布いたしておりますが、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。お問い合わせください。

記

○講読料実費[送料を含む] 1500円

○申込先

〒101 東京都千代田区神田美土代町3

(財)地震予知総合研究振興会

☎03-295-1966 ファクシミリ 03-295-1996

[郵便振替口座] 東京 1-109120

●地震ジャーナル・編集部●

善光寺の地震塚

力武常次

昨年秋、長野市で地震学会が開催され、筆者は20年ぶりで長野市を訪れた。1965～66年の松代群発地震の折には、実にしばしば同地を訪れたのであるが、20年あまり経過しているのに、市の景観もかなり変化してしまっているようであった。しかし、善光寺には「地震横死塚」がちゃんと保存されていた。

「極楽へ参る心の善光寺
地獄の責に逢ふぞ悲しき」

この歌は、弘化4年（西暦1847年5月8日）長野市を襲ったマグニチュード7.4の地震のときに詠まれたという。このときは、7年に1度の善光寺の御開帳で、近隣はもとより、全国各地より信者が集まり、宿坊・旅館・民家に宿泊していたが、午後10時すぎの大地震につづいて大火となり、善光寺での死者は約3,000人にも達したという。

古文書によれば、「善光寺、火後死人の骨をあつめ俵に入たる五十一俵あり、是を山門の東北の方に埋め誰と知れざる死骸三百三十余あり堂の後に埋むといふ」などという記事がある。

善光寺本堂への参道の東側に、道を距ててある「地震横死塚」は、上田の豪商土屋仁助が発願して建設供養したものである。

地震塚には、写真に示すような立札があって、下記のように記されている。

地震塚

石造 宝篋印塔

台石の書面に『地震横死塚』と刻んであり弘化四年（一八四七）の大地震で死亡した人々の遺骨約二千五百体が埋葬されている傍らに弘化五年（一八四八）建立の阿弥陀経一字一石供養塔がある

善光寺



宇宙技術と地震予知

吉村好光

はじめに

測地測量の分野に VLBI (Very Long Base-Line Interferometer) や SLR (Satellite Laser Ranging) などの宇宙技術が導入されるに伴って、その応用分野である地殻変動観測においても計測の幅が広がった。これらの技術では次項以下で述べるように数百キロメートル以上の距離でも数センチメートルの精度で測定できるため、プレート運動の直接計測も可能になっている。いっぽう、VLBI や SLR は装置が大がかりになり、迅速な観測には向いていない。このため、宇宙技術はもっぱら超長基線の変化を検出するために利用し、高密度な観測は従来の EDM (Electronic Distance Measurement=光波測距) で行なうものと考えられていた。ところが、ここ数年間 GPS (Global Positioning System) の開発が進むに従ってこの考えは少し変化した感がある。GPS では高精度な計測が可能な範囲は、200~300 キロ以下であるが操作性・可搬性に優れているため、時間的にも空間的にもかなり密な観測が可能になることが明らかになってきたからである。

ここでは、地殻変動観測技術としての VLBI、GPS、SLR といった宇宙技術を紹介するとともに、従来の測量技術との関係について述べることにする。

地殻変動観測における 従来の測量技術と宇宙技術

宇宙技術による計測の詳細は次項以下に譲るが、ここでは宇宙技術を「長い基線を高い精度で測定できる」計測技術として従来の測量技術との関係

について述べる。ここで言う「長い基線」とか「高い精度」というのは従来の測量技術に比べてのことであって、VLBI や SLR ではこの長さと精度を各々 1000 キロメートル以上および数センチメートル、また、GPS では 200~300 キロメートルおよび 1 ppm 程度と考えて頂きたい。

測地測量による地殻変動の観測では、地表に固定された基準点 (三角点、水準点など) の間で距離や比高を定期的に繰返して測定しこれらの変化から歪みが求められる。基準点の変動の成分のうち水平成分 (または水平歪み) を求める測量が光波測距儀を主体とする三辺測量であり垂直成分 (または上下変動) を求めるのが水準儀を使用する水準測量である。

現在の地震予知計画では測地測量は長期予知に有効な観測として位置付けられており、全国規模の測量として、精密測地網測量が実施されている。精密測地網測量は、水平歪み検出のための一次および二次基準点測量と、上下変動検出のための水準重力測量からなっている。一次基準点測量では全国に配置された約 6000 点の一次基準点の隣接点を結んでできる測地網 (一次網: 平均辺長 8 キロメートル) のすべての辺について 5 年周期で観測が行なわれている。二次基準点は一次基準点よりさらに点の間の距離が短く、必要に応じて行なわれている。水準重力測量では約 20000 キロメートルの水準路線について 5 年周期の測量が行なわれている。また、観測強化地域などではさらに高密度かつ短周期の繰返し観測が実施されており、御前崎の上下変動図はこの成果である。これらの測量の基礎となる計測技術は前に述べたように、光波測距儀による距離測定と水準儀を用いた高さの測定である。光波測距儀の精度は $1\sim 2\times 10^{-6}$ である。精度の限界を規定しているのは大気中の光

速度の不確定性による。通常の光波測距では、測定する辺の両端で気温・気圧・湿度などの気象要素を測定して大気の屈折率を求め、これから光速を得て最終的な距離を得るのであるが、この両端での屈折率の平均値が必ずしも光路全体を代表するわけではなく結局求めた屈折率と真の屈折率との間に $1\sim 2\times 10^{-6}$ 程度の差が生じてしまうのである。この点を改善するために光路に沿って気象要素を細かく測定すれば、より正確な屈折率を得ることはできるが迅速な測量には不向きであり試験的な観測に止まらざるを得ない。多波長測距儀は異なった波長の光を複数使用することにより屈折率も同時に求めようとするものである。現在は 1×10^{-6} より精度が高いものが製作され使用されているが、装置が大がかりになり、可搬性の面では若干困難がある。光波測距距離儀による測定距離の限界は通常数十キロメートル程度である。原因の大部分は地表の障害物によって視界が制限されることである。

水準測量については、高精度な計測を行なおうとすると一度に高度差を測ることのできる2点間の距離は100メートル程度である。距離をこれ以上長くとると精度は急激に悪くなる。原因は大気による光路の屈折である。このため遠距離の2点の高さの差を求めようとする、区間を100メートルごとに区切り各区間で高さの差を測定する必要がある。このようにして得られる高さの差の誤差は距離の平方根に比例し、2点間の距離が1キロメートルでは約2ミリメートルである。

このように従来の測量技術では地上の障害物や大気による光の屈折のため一度に測ることのできる距離には上限があり光波測距では数十キロメートル、水準測量では100メートル程度である。したがってこの範囲を越えた距離を求めようすると測地網を組んで各要素辺について測り、計算によって目的の距離や高さを求めることになる。このような方法による長距離計測には次のような欠点がある。第1に測地網を形成するため、各要素の辺は精度高く測れても、これから計算される長距離辺は誤差が大きくなる。つぎに測定に時間がかかる。また、海を隔てた長距離では、そもそも

この方法さえ採用できない。

このような事情から長距離を一度に高い精度で測定できる測量技術が待たれていたが、VLBIなどの宇宙技術の出現により問題は一挙に解決しつつある。VLBIやSLRでは基線の長さに関係なく2～3センチの精度で計測が可能であるため、プレートの相対運動の検出には十分対応できる。また、日本列島を200～300キロメートルの測地網で覆い、列島全体としての変形を速やかに検出するような場面ではGPSは有効であろう。

VLBI (超長基線電波干渉計)

VLBIは、宇宙技術を利用した測位装置の中では、最も精度の高いものの一つである。VLBIは元来、電波天文の分野で発展した計測手段で、太陽電波などの観測の際、電波干渉計の分解能を向上させるために考案された。電波干渉計は2個のアンテナ(電波望遠鏡)をケーブルで結んで電波天体からの電波信号を受信し、これを合成する。この際の角度分解能は、電波の波長(λ)とアンテナ間の基線の長さ(L)の比すなわち λ/L であらわされる。例えば、8GHzの電波を1キロメートル基線の干渉計で観測すると λ/L は、7"程度である。分解能をさらに上げようすると基線は長大になり、アンテナ間をケーブルで結ぶのは不可能になる。電波干渉計からケーブルを除去し、任意の基線長を設定できるように考えられたのがVLBIである。VLBIでは、受信された電波信号は一旦磁気テープに記録される。また、同時観測性を確保するため、言いかえると磁気テープに記録されたデータ同士のタイミングを取るために、水素メーザ周波数標準と呼ばれる正確な時計を装備している。

電波天文学の分野で発生したVLBIはその計測精度の高さから他の様々な分野でも利用されるようになった。測地目的のVLBIでは電波源としては準星(Quasar)が使われる。VLBIでは2基のアンテナで受信した電波の受信時刻差が第一義的に測定される(図1)。この時刻差は遅延時間(Time delay)と呼ばれ、主にアンテナと

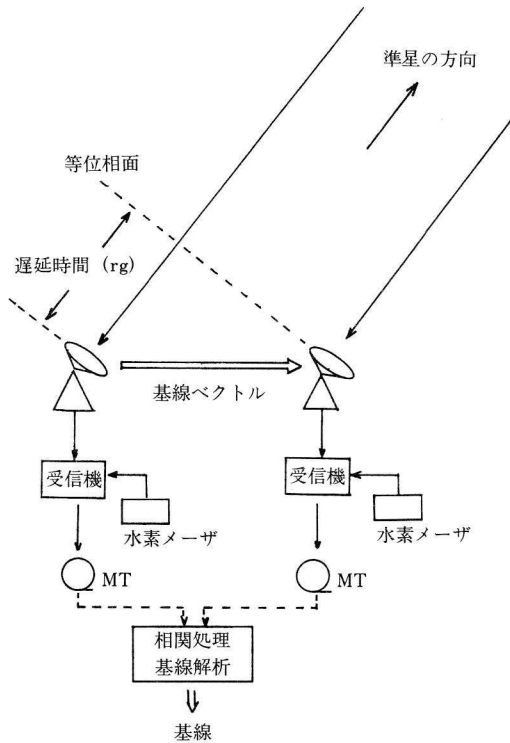


図1 VLBIによる基線観測

準星との幾何学的配置によって決まる。図1よりこれを式で表現すると、

$$\tau g = D \cdot e / C$$

$$= (X \cdot l + Y \cdot m + Z \cdot n) / C \quad (1)$$

ただし、 τg : 遅延時間

C : 光速

D : 基線ベクトル (X, Y, Z)

e : 準星の方向ベクトル (l, m, n)

地球に固定した座標系から見ると準星の方向は実は一定ではなく、準星の赤経・赤緯、極運動、地球回転、時刻などにより決められる。すなわち、ある準星の遅延時間 τg を観測するとその中には以上のような基線成分をはじめとする物理量に関する情報が埋没していると考えられる。測地目的のVLBIでは、式(1)で他の量をあらかじめ与えて、基線成分を推定する。これに対して極運動のパラメータを未知数として他の量を与えれば極運動を求めることができる。この意味で、VLBIは多目的な観測手段であり、測地測量以外の分野においても広く利用されている。話を測地目的に限ると、式(1)は (X, Y, Z) を未知数とする線型

方程式であり、3次元座標空間内の平面をあらわしている。したがって異なる方向の準星3個について同様の遅延時間の測定を行なうと3つの線型方程式すなわち3平面の交点座標として基線成分が求められる。現実には時計の誤差などのため式(1)はもう少し複雑になり未知数も増えるが本質は変わらない。通常のVLBI観測では1基線当たり100方向以上の準星について遅延時間を観測する。この場合は観測値の数は未知数の数を大きく上回ることになり、最小二乗法で基線ベクトルを推定することになる。

遅延時間の測定精度は大気や電離層による屈折 (refraction) や受信装置内部の位相のゆらぎなどにより制限されるが、現在では、0.1ns程度である。これは電波が約3センチメートル進む距離に相当する。最終的に問題になるのは基線ベクトルの精度であるが、これは遅延時間の測定誤差以外に準星の方向や極運動の誤差によっても影響される。総合すると数センチメートルの精度で基線を求めることができる。

現在世界で最も多く使用されている測地用のVLBIは米国で開発されたMark-IIIと呼ばれるシステムである。日本では、Mark-IIIと共用性のあるK-3システムが郵政省電波研究所により開発されている。建設省国土地理院では、K-3方式の可搬型VLBI装置が導入・運用されている。表1は55キロメートルの短基線で国土地理院と電波研究所との間に繰返し行なわれたVLBI試験観測の結果である。基線の各成分では数セン

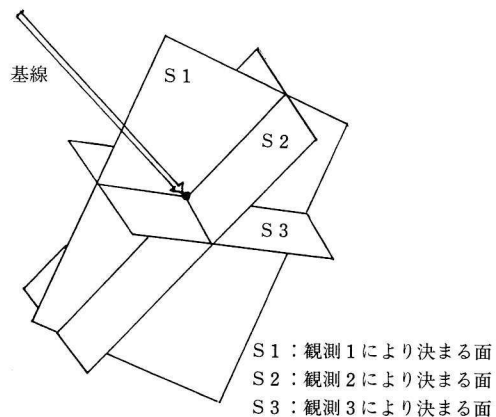


図2 3回の観測により決まる基線

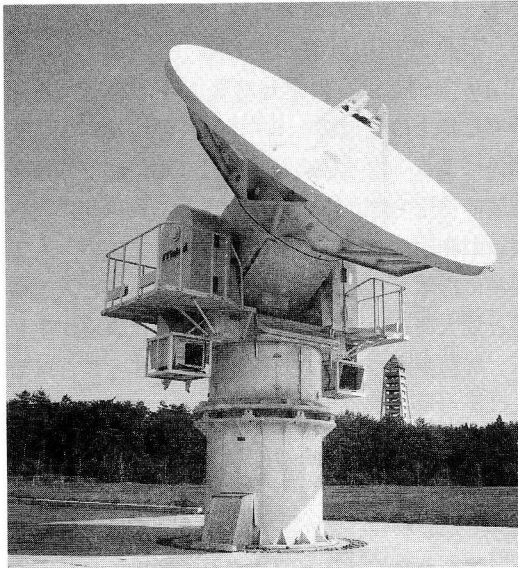


写真1 VLBI アンテナ (国土地理院)

チメートルのバラつきが見られるが、基線長は約1センチの範囲内で良い再現性を示していることがわかる。これは基線ベクトルの長さ成分は良く決まるが、方向成分が不安定であることを意味している。原因は、大気モデルの不完全性に伴う高さ方向成分の決まりの悪さが考えられる。

VLBI の特徴をまとめると次のようになる。第1は、基線の長さによる観測の制限がないことである。VLBI では、同時に同一の準星を観測できれば距離がいくら長くても基線を求めることができる。この事情はSLR も同じであるが後に述べるようにGPS では、基線長が200~300キロメートル程度となると急激に精度が悪くなるため、これ以上の距離では基線測定の意味が薄れることを考えると際立った長所である。第2は測定精度は距離によらず一定で数センチメートルであることが揚げられる。このためプレートの運動検出などの計測に有効である。我が国では国土地理

院と電波研究所が協力し、国内の1000キロメートル程度の超長基線を繰返し測定することとしている。また、電波研究所では米国との大陸間 VLBI 観測によりプレート運動の検出に成功している。

GPS (汎世界測位システム)

GPS は、米国で開発が進められている人工衛星を利用した測位 (Positioning) システムで、現在ほぼ実用化の最終段階にある。GPS の本来の目的は船舶や航空機などの航法援助で、通常の使用法では測位の精度は100メートル程度であるが、干渉法という特別な方法を用いることによりセンチメートルレベルの精度で基線を求めることができる。このため、地殻変動の検出に有効な手段として脚光をあびている。GPS に先立ち、やはり航法を目的として米国で開発された NNSS (Navy Navigation Satellite System) が現在運用されている。NNSS もまた、測地目的に利用されたが、測位精度は1~2メートル程度が限界であったため測位観測の成果は地図作成やジオイドの測定などに使用されるに止まり、地震予知の分野に直接貢献することはなかった。GPS はこの NNSS の改良版である。

GPS のシステム全体はGPSの人工衛星、地上管制装置および利用者の受信機の3つの部分から構成される。人工衛星は最終的には高度20000キロメートルの6つの異なった円軌道に3個づつ合計18個が打上げられる。このため、地上のどの場所でもほぼ常時4個の人工衛星が観測できることになり、観測効率の高いものになる。ただし、現在では7個が運行しているのみであり全部が出揃うのは1990年頃の見込みである。

GPS 衛星はL1帯(約1.5 GHz)とL2帯(約

表1 VLBI 試験観測の結果

単位: M

観 測	X	Y	Z	D
第 一 回	40719.43±0.05	33656.55±0.04	13590.74±0.05	54548.55±0.01
第 二 回	.45±0.03	.55±0.03	.68±0.03	.54±0.01
第 三 回	.42±0.03	.58±0.03	.75±0.03	.56±0.01

X, Y, Z: 基線の X, Y, Z 成分

D : 基線の長さ

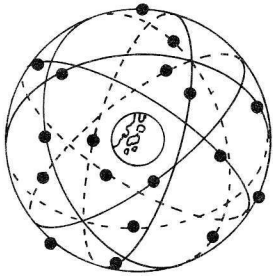


図3 GPSの軌道

1.2 GHz) の 2 周波帯の電波信号を常時送り出している。L1 帯には P コードおよび C/A コードと呼ばれる 2 種類の信号が乗っている。これに対して L2 帯には P コードのみが乗っている。2 周波を同時に受信すれば電離層の影響の補正ができる。これらのコードは暗号化されており、あらかじめコードのパターンを知っていればこれを解読でき、人工衛星の軌道要素など測位に必要な情報を知ることができる。C/A コードは、その内容が公表されており信号の解読は可能である。しかし、米国の方針により P コードは秘密にされているためこれを一般のユーザーが使用することはできない。将来どのようなようになるかは未定である。

GPS による最も簡単な測位法は疑似測距と呼ばれる方法である。GPS 衛星は、ルビジウムやセシウムなどの安定度の高い原子時計を搭載して、軌道情報などとともに時刻の情報も地上に送ってくる。地上の受信機でこれを受信すると、時刻信号から受信点と人工衛星までの距離が分かる。3 個の人工衛星に対して同様の観測を行なうと、人工衛星の位置は軌道情報から分かっているので地上の受信点の位置が求められることになる。実際には受信機の時計の不確定性に基づく位置誤差を改善するため 4 つの人工衛星からの電波を同時に受信する。この方法ではしかし、P コードが秘密であるため L2 帯の電波信号が使用できず L1 帯のみを使うことになる。このため電離層の補正が十分に行なえないことなどから、測位の精度は 100 メートル程度になってしまう。

地殻変動観測など、高精度な測地利用のためには干渉法と呼ばれる方法が考えられている。この方法では電離層の影響の補正のため L1, L2 とも受信される。P コードは必ずしも解読できなくてもよい。軌道情報は C/A コードによる場合と、別途入手する場合とがある。

GPS の測位干渉法は VLBI の原理と類似して

いる。GPS 衛星の電波を地上の 2 点で受信すると、受信時刻には差が生じる (図 4)。これは VLBI と同じように遅延時間と呼ばれる。遅延時間は地上の受信機と GPS 衛星の相対的な位置関係により決まる。遅延時間は 2 局における衛星電波の位相の差から求められる。これは前に述べた疑似測距における距離の差と考えるとよい。人工衛星に搭載された原子時計に誤差があると人工衛星と地上局との間の距離の測定値には誤差が生じる。疑似測距法ではこの誤差を消去することはできなかったが干渉法では距離の差すなわち位相差を問題にするため人工衛星の時計の誤差は自動的に消去される。この位相差 (または遅延時間) は、2 局を結ぶ基線ベクトルおよび人工衛星の座標の関数であるため様々な位置の人工衛星に対して位相差を測定すれば最小自乗法で基線を推定することができる。以上は干渉計の最も原理的な話であるが、実際の測位ではもう少し複雑になる。この方法では人工衛星の時計の誤差に基づく測定誤差を消去する点に主眼が置かれたが、発振器の安定度としては GPS 衛星の時計より受信機の時計の

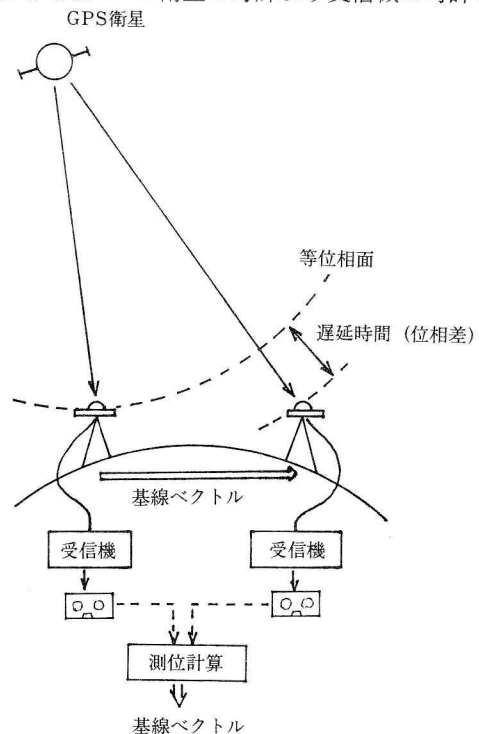


図4 GPS 電波の干渉方による基線観測 (Single Difference)

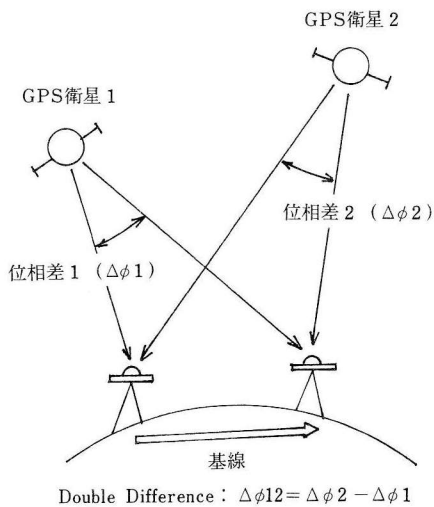


図5 Double Difference による基線観測

ほうが劣っている。受信機側の発振器に起因する誤差を取除くために、人工衛星は同時に複数個観測される。2個の人工衛星について上記と同じ観測を行なうと2つの位相差が得られる(図5)。各々には地上の発振器の誤差に起因する誤差が含まれているがこれは両者で等しいはずである。そこで2つの位相差の差を考えるとこれにはもう受信機の時計による誤差は含まれていない。位相差の差をDouble difference(二重位相差)と呼ぶ。これに対して前記の位相差は、Single differenceと呼ばれている。

高精度測地利用(地殻変動観測用)のGPSではこのような二重位相観測のほかL1, L2の両バンドを受信したり場合によっては人工衛星位置はC/Aコードによらず別途入手する精密軌道要素を使用するなどの配慮が払われる。かくして、干渉法によるGPSの測位では1センチメートルレベルの精度で基線が決められることになる。ただし基線が長くなると人工衛星から地上の2局に至る電波伝播経路が離れることになり、電離層や大気の誤差要因のうち伝播経路が接近していたために打消し合っていたものが、打消し合わなくなる。これらの理由から高精度なGPS観測は200~300キロメートル程度が限界と考えられる。

ユーザーにとって最も興味深い受信機については各社様々な方式のものがあるが、現在のところ

る外国製品では Texas Instruments 社の TI-4000, Aero Service 社の Macrometer-II, また国内では Sony の GTT-4000 が2波長装置として、出回っている。また電波研究所では PRESTAR と呼ばれるモデルを開発中である。昨年度は、国土地理院など地震予知関係の各機関および国立大学において多種のGPS受信機が導入されており、今後の研究活動の展開が楽しみである。

SLR (人工衛星レーザー測距)

SLRは、地上と人工衛星との間の距離をレーザー光を使って測定する技術で、人工衛星を追跡するための技術がその精度の高さから地上の測位に利用されているものである。電波により人工衛星を追跡していた技術が逆に地上の基線を測定するのに応用されたGPSと事情はよく似ている。

SLRでは第一義的な観測量はレーザー測距装置と人工衛星との間の距離である。地上に設置された測距装置から反射鏡を取付けた人工衛星に向けてレーザー光のパルスが発射される(図6)。パルスは人工衛星で反射され測距装置の受光系にもどる。パルスの往復時間は測距装置内のカウンタで測定され、これから距離が求められる。レーザー光を測距儀とターゲットの間で往復させることは地上用の光波測距儀と同様であるが、パルスを使うことと、カウンタにより往復時間を直接測る点が異なっている。レーザー源としてはYAG(Yttrium Aluminum Garnet)が主に使われている。距離測定精度を向上するためパルスの幅はできるだけ狭くされており100psから200psくらいのもが多い。これは距離に換算すると3~6センチメートルに相当する。世界的に見るとSLRの距離測定精度は数センチメートル程度が実現されている。人工衛星としては、米国により

日本の地殻水平歪 国土地理院編 (助)地震予知総合研究振興会発行

1883~1985年の日本全土の精密計測地網測量一次基準点測量結果を整理して完成した地殻水平歪のデータの集大成。
[実費頒布: 含送料 20,000円]

レーザー反射体を装着した
人工衛星 (Lageos, あじさい)

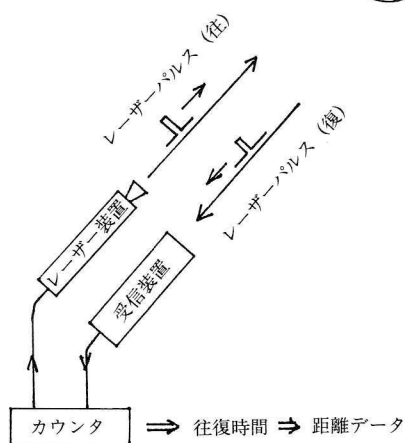


図6 人工衛星レーザー測距

打上げられた Lageos (高度6000キロメートル) や昨年日本で打上げられた「あじさい」(高度1500キロメートル) などがレーザー反射体を装備しており、レーザー測距の対象である。

人工衛星までの距離測定値から地上点の位置を求めるのはGPSの疑似測距方式と同様の考え方による。すなわち、軌道のわかった人工衛星までの距離を複数回測定することにより地上点の位置が求められる。地上の基線を求めるためには基線の両端点で同様の観測を行えば良い。最終的な基線決定精度は、人工衛星の軌道の誤差が介入するため距離の測定精度と同じとはいかないが、数センチメートル程度が見込まれる。SLRの特徴としては長距離かつ高精度な点はVLBIと同様である。観測の機会については、SLRでは可視域の光を使うため曇天下では観測ができない。このためVLBIのように全天候型とはいかない。

まとめ

宇宙技術による測地測量の精度はここ十数年間に格段の向上を見た。光学望遠鏡による人工衛星観測やNNSSの測位観測では基線の決定精度は数メートル程度であり、もっぱら地図作成や測地

網の結合などの目的に利用されていたが、VLBIやGPSなどの宇宙技術が出現すると精度は一挙に2桁上り数センチメートル程度の計測が可能になった。ここに至って宇宙技術は地殻変動観測に参加できることになった。測地測量による水平歪みの計測技術としてEDM, GPS, VLBIおよびSLRが出揃ったわけである。宇宙技術はわが国においては実用の初期段階にさしかかったところであり、これらの技術を結び合わせて地震予知のために有効な観測網を構築するのは今後の課題であるが、各計測手段の特徴から少なくとも次のような「使い分け」がなされることは間違いない。すなわち、20キロメートル程度以下の距離ではEDMの精度は他の宇宙技術より高いため、ローカルな歪みを綿密に調べる目的ではEDMが使用されるべきである。これを越えるとGPSの精度が卓越する。マグニチュード8クラスの地震の震源域が100キロ四方以上であることを考えると、このような地域ではGPSによる観測網は有効であろう。基線が200キロメートルを越えるとVLBIやSLRの出番になる。しかし、これらの装置は可搬性に乏しく、装置が小型化されているとはいえGPSほどの移動性は望むべくもない。したがって、VLBIなどはプレート運動などのグローバルな地殻変動の検出や、GPSの基準点設定などの目的に使用されるのが現実的である。

1962年に「ブループリント」が出されて以来、地震予知計画の中でも測地測量による地殻変動の調査はとくに重要な観測項目とされてきた。地殻変動の観測を通して、宇宙技術が地震予知に資するところ大となるように関係者の努力を望むものである。

日本測地学会, 1986: GPS-人工衛星による精密測位システム, 日本測量協会。

Sugimoto, Y., et al., 1987: The first domestic VLBI Experiments for Geodesy in Japan, Paper presented to IAG Symposium, IUGG XIX General Assembly, Vancouver, Canada, 1987.

Yoshimura, Y., 1986: On the detection of the Crustal Deformation using Space Technology at GSI, Proceedings of the China-Japan Symposium on Earthquake Prediction, 1986.

[よしむら よしみつ 国土地理院測地技術開発室長]

地動儀モデル いろいろ

力武常次

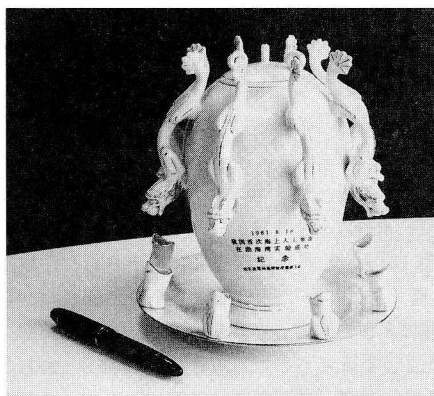
本誌4号に最古の地震計といわれる「張衡の地動儀」を紹介し、中国国家地震局では陶器のスプニール用モデルをつくっていることも述べた。ここでは、それらのモデルの写真をみていただく。

モデルA：1981年、筆者は北京で開催される地震予知シンポジウムの組織委員会に参加するため中国を訪れた。その折、国家地震局から贈られた地動儀モデルである。張衡が龍の口から落ちる玉を手で受けているところだそうで、一見酔っぱらいが酒樽に抱きついているようにもみえ、ユーモラスである。この訪中の際には、外国人地震学者としてはじめて唐山を訪れて、1976年の唐山地震の状況を視察することができた。

モデルB：筆者はさらに1984年には、国連援助による中国地震予知計画の進行状況をレビューするため、アメリカのC. Kisslinger教授などとともに中国を訪問した。河南省鄭州には、



モデルA



モデルB



モデルC

国家地震局に所属する「地球物理勘探大隊」があり、中国における物理地下探査の中心となっている。この大隊では、1981年の渤海湾における最初の海上人工地震探査実験成功を記念してモデルBのような陶器製の記念品を造っている。

このほかにも地動儀モデルにはいくつかのバージョンがあり、中国の人びとは世界最初の地震計を大いに誇りにしているようである。いずれにしても、モデルAとBは私の書齋を飾る置物として、来客の方がたに話題を提供する役目を果たしている。

モデルC：東京大学地震研究所では、創立40周年記念の記念品としてモデルCをつくったことがある。これは金属製のシガレット入れであるが、外国の地震学者には好評のようであった。このモデルでは、龍の形などいささか簡略化されていて、やはり中国のモデルのほうがもっともらしいような印象を受ける。

第 82 回（昭和 63 年 2 月 15 日）および第 83 回（昭和 63 年 5 月 16 日）地震予知連絡会に提出された件数はともに 54 篇であり、前 2 回の総数をやや上回った。これは首都圏に大型の地震（千葉県東方沖，東京都東部）が発生したことによるものであると思われる。しかし、全国的にみると地震・地殻活動は低調で静穏である傾向はつづいている。

東海地方の地震・地殻活動

国土地理院による御前崎の水準測量の結果は、連絡会においても最大の関心を集めていることは、すでにこの欄においてくり返し述べられている（本誌 No. 1~4）。年 4 回行なわれる測量結果により、連絡会開催ごとに 1 点ずつ新しい資料を加えて、来たるべき東海地震の監視のための有力な情報を提供しつづけている。

この測量は掛川の水準点 BM 140-1 を不動点として、直線距離でおおよそ 30 km 離れた御前崎に近い浜岡の水準点 BM 2595 の動きをみている。この値は 2 点間の差で表わされるが、その間に、16 点の測点があり、これらを直線的に滑らかにつなげることができるので、この地域が板状に傾いているようすがよくわかる。1962 年以来 26 年間の結果から、掛川に対して御前崎はおおよそ 14 cm 沈降しているの、年平均はほぼ 0.5 cm の割合になる。これはフィリピン海プレートの沈みこみにひきずら

れた定常的な沈降であり、東海地震をひき起こすための一過程であると考えられている。また、過去の大地震の事例などから、大地震発生前にその沈降傾向がにぶり、直前には反転するのではないかとされている。第 77 回の測量結果は年 0.5 cm の平均値から上側に 1.1 cm とび出しており、これが「反転」に相当するかどうかで注目された。しかし、その後 3 回の値は平均的なものにもどり、事なきを得ている。最も新しい値は平均値より約 4 mm 下がっているが、「正常」の範囲にあるものと解釈されている（図 1，第 83 回，国土地理院資料）。

また、重要な監視項目の一つである埋込式体積歪計による群列観測にもこの期間を通じて有意な変動は見られなかった（第 82，83 回，気象庁資料）。

富士川断層をまたいだ光波測距儀による観測はすでに 1981 年からつづけられているが、前回以降も有意な変化はみられない。一方、富士川町および富士宮観測点におけるそれぞれ 3 測線から求めた歪はいずれも北西-南東方向の圧縮によるものであり、フィリピン海プレートの進行方向とほぼ一致することが確かめられた。これは駿河トラフからつづく一連の断層系がフィリピン海プレートの運動と直接係り合うものとして注目される（第 83 回，東大震研資料）。

一方、東海地方の地震活動は気象庁・大学・防災センターなどで監視されている。今回の報告ではとくに目立ったものはなかったが、名古屋大学の報告では、1987 年後半と 1988 年前半と比較すると、静岡県中部のやや深い（20 km 以深）地震群が東へ移動する傾向がみられた（第 83 回，名大理資料）。

伊豆半島周辺の地震・地殻活動

伊豆半島東部海域はここ数十年間地震活動が高く、また、1986 年 11 月には伊豆大島の大規模な割れ目噴火が発生し、注目を集めてきた。この地域の一連の地震活動は 1974 年伊豆半島沖地震 (M 6.9)、1978 年伊豆大島近海地震 (M 7.0)、1980 年伊豆半島東方沖地震 (M 6.7) と北上をつづけ、小田原付近に上陸する可能性

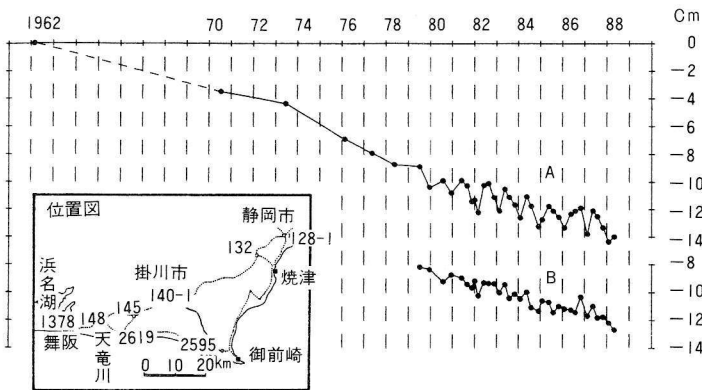


図 1 御前崎の沈降（第 83 回予知連，国土地理院資料）
A：掛川からみた御前崎の沈降曲線。
B：A から季節変化を除去したもの。

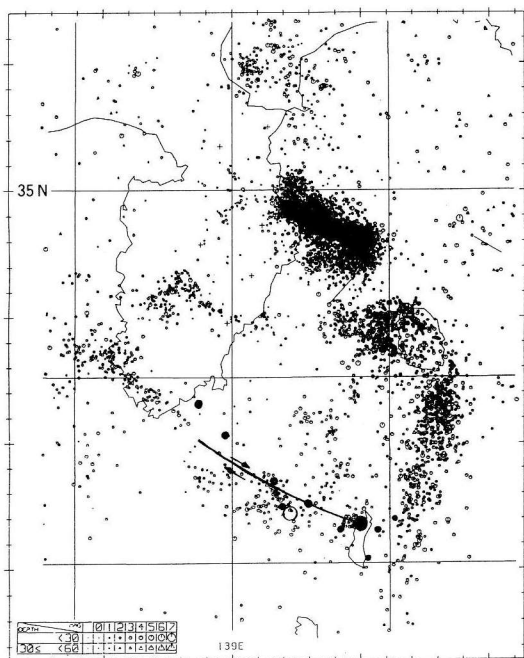


図2 伊豆半島周辺の地震活動（1981年1月～1988年4月）（第83回予知連，東大震研資料）

白丸は1988年4月20日M4.2の震央（気象庁資料），黒丸は1936年12月27日M6.3の本震（大きい黒丸）およびその余震を再決定したもの（東大震研）を筆者が加筆した。実線は予想される活断層を示す。

も論議されたが，今のところ，伊東・川奈崎沖に群発地震を発生させながらとどまっているようにみえる（図2）。

この伊豆半島東方沖は群発地震活動の顕著な地域である。1978年以来，今回の2つの活動（1988年2月～3月および4月）を加えると16回の群発を記録したことになる。本年2月～4月の活動の最大の地震はM4.7で，伊東市鎌田における地震回数は500余りで比較的小規模なものであったが，その発生回数の累積頻度分布（第83回，気象庁資料）をみると，松代群発地震などにもみられるような群発地震の典型的なパターンを示している。

伊豆半島では1974年以来，伊東市を中心に隆起がづいており，この傾向は，伊東一油壺験潮場の潮位差にも示されている（第83回，国土地理院資料）。また，この地域一帯の全磁力成分が減少しつつあることが見出され，隆起は火山性マグマの活動に起因するとの見かたを強めている（本誌No. 2～4）。最近のこの地域における全磁力測定結果（第82回，東大震研資料）によれば，減少傾向が落ち着き，ほぼ横ばい状態で推移している。

伊豆半島東方を北上する地震活動がさらに北へとび火するのではないかと注目されていた相模湾北部に1987

年6月24日から25日にかけて10個の微小地震が発生した（本誌No. 4）。また，同年12月12日にはM3.7のやや大粒の地震が起こったが，この地域でM3.5を超える地震は26年ぶりであった。また，この地震の発震機構は通常の横ずれ型ではなく，逆断層型ではないかと言われている（第82回，国立防災センター資料）。また，国土地理院が行なっている御殿場一小田原間の水準測量によれば山北町付近で，有意な上昇傾向がみられる（第82回，国土地理院資料）。これは近くを走る国府津一松田断層の北端の動きを反映しているのかもしれない。この地域におけるこのような地震・地殻活動はフィリピン海プレートの先端部のテクトニクスに密接に関連していると思われるので，今後ともいろいろな角度から監視をつづける必要がある。

千葉県東方沖地震（1987年）

1987年12月17日千葉県東方沖にM6.7の地震が発生した。銚子・千葉・勝浦で震度Vを記録し，死者2，負傷者135の人的被害のほか，建物・道路などに多くの被害を受けた。この地域は三陸沿岸，伊豆半島周辺に比べると地震活動は比較的低いところとされていた。しかし，1900年から現在までにMが6を超える地震は今回を入れて20個に及んでいる。なかでも今回が最大のものであった。その余震回数は現在のところ順調に減少している。

南関東はユーラシア・プレート，太平洋プレートおよびフィリピン海プレートが複雑に入り込んだ立体構造で説明されている。したがって，各々のプレートのせめぎあいでは，地震が起こっているとすれば，地震活動の立体的分布を正確に求めることはすなわち立体構造が明確になることにつながる。この地震の震源決定は気象庁をはじめとして各機関で行なわれているが，それらの資料を総合した結果も報告されている（第82回，気象庁資料）。それによると本震は千葉県一宮町東方沖6.9kmの深さ58kmに起こり，余震の震央分布は北北東ないし北東方向に長軸をもつ楕円（約14km×10km）の形をしている。深さは20～60kmである。この資料をもとにして，国立防災センターは3つのプレートの位置関係に震源分布を重ね，本震は太平洋プレート（PAC）とフィリピン海プレート（PH）の境界に発生し余震群はPHの中を上昇したと考えた。また，20～30kmの深さに定常的に起こる地震はユーラシア・プレートとPHの境界を示すものであると解釈し，PHの先端部の形状を推定した（図3，第82回，国立防災センター）。

一方，この地域に発生する地震の深さ別に発震機構をみると，今回の地震も含めて60km前後のものは横ず

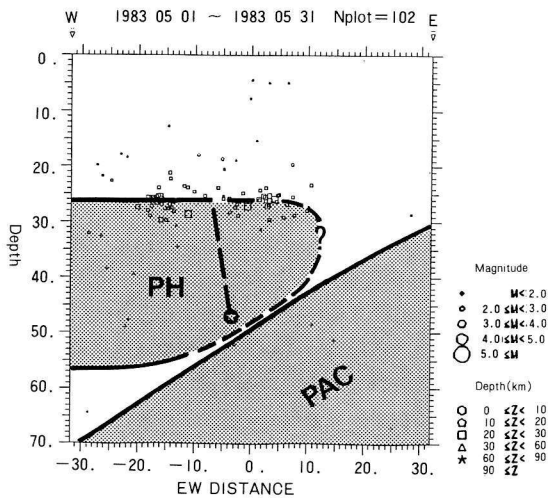


図3 千葉県東方沖において予想されるプレートの衝突 (第82回予知連, 国立防災センター資料)
PH: フィリピン海プレート, PAC: 太平洋プレート,
★: 千葉東方沖地震の震源, 余震はダッシュの線に沿って起こった。

れ型であるのに対して, 40 kmより浅いものは主として逆断層型であることが報告されている(第83回, 東大震研資料)。これは図3の立体構造と矛盾しない。関東地方南部から伊豆半島に至る東西方向の深さ分布はすでによく知られているように, 太平洋プレートの沈みこみによる二重深発地震面を明瞭に示している。この千葉県東方沖地震は深発地震面の上側で地震活動の空白域を埋めるように起こっている(第82回, 東大震研資料)。さらに, 茂木清夫氏(東京大学地震研究所教授)は千葉県東方沖の地震活動と3つのプレートの会合点周辺の活動を比較し, 密接な関係があることを見出した(第82回, 東大震研資料)。

このような地震テクニクス的な立場から, 南関東地域においても数多くの資料が提供され, 集積されつつあり, 全体的なテクトニック・フィールドの解釈に役立つものと期待されている。

房総半島南部の水準測量によれば, 1985年から1987年の間で, 鴨川市以南で最大10 mmの上昇があった(第82回, 国土地理院資料)。また, 東京大学地震研究所鋸山地殻変動観測所において, 地震発生の日前から傾斜のトレンドに有意な変化があったと報告されている(第82回, 東大震研資料)。しかし, これらの前兆であるとみられる変動を実用化するには, さらに事例の蓄積が必要であろう。ちなみに, 地震

と同時に起こったコサイスマミックな変動は南関東・東海地方の広い範囲で観測されている(第83回, 気象庁, 東大震研, 国立防災センター資料)。

東京都東部地震 (1988年)

本年3月18日, 東京都東部にM6.0の地震が発生した。最大震度は河口湖などでIVを記録した。余震は4月20日までに44個発生し, そのうち有感地震は本震を含めて3個であった。このように, 本震の大きさに比べて余震が少なく, 殆んど人的・物的被害を受けなかったのは, 震源が深かった(99 km, 気象庁)ためである。この地震の震源は図4の東西方向の断面図にみられるように, さきに述べた千葉県東方沖地震と一連の深発地震面に位置する。また, 発震機構も横ずれ型であり, 類似したものである(第83回, 気象庁, 東大震研, 国立防災センター資料)。なお国立防災センターは2通りの発震機構を報告しており, 震源近くの短周期のP波からは正断層型が求まり, 遠方の長周期の資料を加えると横ずれ型になることから, 複雑な破壊を起こした可能性があるとして説明している。また, 1980年伊豆半島東方沖地震と同年の千葉県中部地震が連発した例をとりあげ, 今回の千葉県東方沖地震と東京都東部地震を一連のものとする考え方を示した(第83回, 国立防災センター資料)。

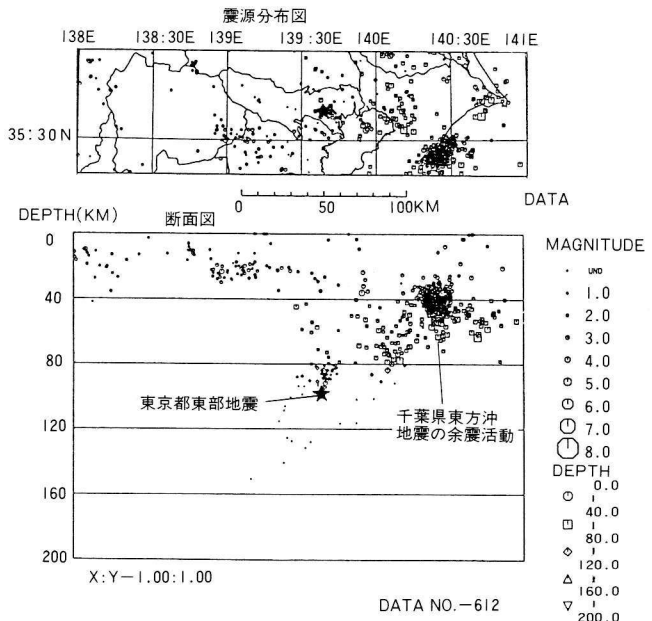


図4 南関東地域の震源分布 (1988年1月1日~4月20日) (第83回予知連, 気象庁資料)

福島県沖の地震活動

福島県沖では1987年2月から4月にかけてM6クラスの群発地震が発生した(本誌No. 3, 4)。有感地震は現在までに48回を数えたが、地震活動は徐々に減少する傾向にある。東西方向の断面図はプレート境界における活動であることをよく示している(第83回、気象庁資料)。東北大学の観測網による精密な震源分布によると、M6クラスの震源域に隣接した37°N, 142°E付近の定常活動の高い地域にまだM6以上の地震が起こっていないことがわかった。この残された領域にM6~7の地震が起こる可能性は依然として残っており、今後とも地震活動の推移を見守る必要がある。

東北大学は福島・茨城両県の東方沖の海溝軸からおおよそ200kmの範囲に発生する地震の累積頻度分布をつくった(第82回、東北大理資料)。M7クラスの地震が起きると、その余震活動で分布の形が変化するのは当然予想されることであるが、地震発生前にも発生個数が漸増し、パターンが変化することが確かめられた。この傾向は微小地震まで含めて総数を増やすほど明瞭になる。これを前兆現象として実用化するには、様々な工夫を要するであろうが、興味深い事実である。ちなみに、同様な群発地震域でありながら、和歌山周辺の地震活動は本震前に活動が低下し、空白域が出現するようすがいくつかの例について報告されている(第82回、東大震研資料)。この相違は何に起因するのであろうか。地震活動の規模、テクトニクスの違いによるものなのか、いずれにしても、さらに多くの事例についての検証が望まれる。

新島近海の地震活動

伊豆半島南端石廊崎と新島を結ぶ線上に本年4月20日、M4.2の地震が発生した。5月13日までに31個の群発地震(M2~4)が観測されている(第83回、気象庁資料)。

1926年以後の資料によれば、この地域は過去3回の群発活動をくり返しており、そのうちで最大規模の地震は1936年12月27日に発生し、M6.3であった。この群発活動の資料をみなおし、震央を再決定してみると、今回の地震がのっている線上に分布する(図2の黒丸)。また、本震の発震機構も今回と非常によく一致する。西北西-東南東方向の節線が断層を表わすとすれば、今回の活動もこの断層に沿ったものである。石廊崎から新島

に到るこのような線は既存の活断層である可能性も示唆されている(第83回、東大震研資料)。

今回の活動は小規模で、定常的なものであるが、過去にM5~6が頻発した例もあり、その推移を注意深く監視する必要がある。

十勝沖稍深発地震(1988年)

この地震は第83回地震予知連絡会の資料提出締切りまぎわの5月7日に起こったが、北海道大学の速報的な報告があった(第83回、北大理資料)。

十勝沖の海溝軸に直角方向のった地震の深さ分布には幅おおよそ50kmの明瞭な深発地震帯がみられる。今回の地震(M5.9暫定)は、この地震帯の下面(深さ90km)に位置している。1978年1月14日にも同じ地震帯の下面で、さらに深い場所(123km)にM7.0の地震が発生した。発震機構はともにdown-dip extension型であり、節線の方法もほぼ同じである。これらのことから、前述の千葉県東方沖地震と東京都東部地震の場合と同様に、この2つの地震は一連の活動であった可能性もある。

[わたなべ ひかる 京都大学理学部助教授]

●訂正とお詫び●

本誌、第4号の文中に、以下の誤りがありましたので、ここに訂正し、深くお詫び申し上げます。

- 広井 脩「地震予知と誤報」、31頁右段の注記に、注16および注17が欠落しました。次のとおりです。
注16 朝日新聞、1987年9月28日夕刊より。
注17 力武常次『地震予報・警報論』学会センター、1979年、293-301頁。
- 溝上恵・佃為成「雪崩と地震」、32頁右段8行目“…倒壊家屋2万8180人が…”を、“…倒壊家屋28戸、180人が…”と訂正。
- 萩原尊禮「茂吉と地震」、39頁右最下段“歌集『石泉』「十和田湖」(昭和七年)”を、歌集『つきかげ』「手帳より」(昭和二十六年)”と訂正致します。

地震ジャーナル・編集部

■ 書 評 ■

現代の津波碑

猪井達雄・澤田健吉・村上仁士著
『徳島の地震津波——歴史資料から』

相田 勇

「(前略) 大海三度鳴人々巨驚 拱手処逆浪頻起 其高十丈 来七度 名大塩也 剩男女沈千尋底百余人 爲後代言伝 奉興之 各平等利益者必也」

これは徳島県海部郡鞆浦の立岩と呼ばれる巨石にきざみ込まれた碑文の一部で、1605年慶長の津波の様子を、後代の人に伝えるために、1664年(寛文4年)にきざまれたものである。この大岩には1707年宝永の津波についても、後に併わせ刻まれており、それには一人の死者も無かったとある。

徳島県の海岸には、このような過去の津波の供養碑・記念碑が数多く残されている。また古い寺・旧家などには文書の形で、津波の前後の様子を、こと細かく伝えているものも多く残っている。本書は慶長・宝永・安政の津波を中心に、徳島県に残された古文書・日記などを解説した、忠実な歴史資料が主体となっている。これは省略されずに全文が載せられているので、生の資料として重要であろう。しかも完全に解説されているので、古文書の草書体、変体仮名に悩まされることもなく、内容に触れることができる。生の資料の価値は、利用者の目的に応じて何度でも読み返し、必要な事項を抽出することができることである。また地震や津波資料に限らず、これをノンフィクションとして読む人にも、それぞれにいろいろな感銘を与えるだろう。

例えば「円頓寺開山住持有慶之旧記」の冒頭は、「(前略)……旧記等 円頓寺の二階の上 鼠の巢の中より取出し候…(略)…旧記本紙の通 相違なく写取るもの也 時に元文四己未年三月十四日」とあり、さらに筆写した僧の名前と印、それが間違いのないものであることを証する住持の名前と印がある。昔の人が正確な記録を残すために、なみなみならぬ努力をはらったようすがしのばれ、

またなんとなく臨場感も伝わってくる。

本書ではユニークな試みとして、この古記録の表現の現代的な解説を、項目索引を付して行っている。例えば、砂地盤の液化化、救援、周期性、前駆現象、地震予知情報、津波の波高、津波の速さ、等々防災上現代人に関心の深い問題が、古記録のどのあたりに、どのように表現されているかが述べられている。これは「徳島市民双書」の一冊としての本書の性格上、まことに適切なものであり、昔の人が地震や津波に対して、これだけきちんと現象を見、それを書き残して来たことをわれわれに教えてくれる。

順序が逆になったが、本書ではまず冒頭で世界の巨大津波や日本の過去の津波を概観した後、地震津波の発生、津波の規模とエネルギー、津波の伝播と変形について、津波の性質に関する一般的な知識を与えている。この中で津波がその発生領域から伝わってくる速度や、海岸特に橋湾や浅川湾のような湾の奥で、津波の高さが高くなることを具体的に説明している。このような知識は、徳島の地震津波を知る上でぜひ必要であり、この章は本書の導入部の役割りを果たしている。

ついで70頁にわたって“徳島を襲った巨大な津波”の状況が詳述されている。ここでは正平(1361年)、永正(1512年)、慶長(1605年)、宝永(1707年)、安政南海(1854年)、南海(1946年)、チリ(1960年)各津波が取上げられている。この中、正平の津波は、『太平記』卷三十六の記述の中に、「(前略)中にも阿波の雪の湊と云浦には俄に太山の如くなる潮漲来て在家一千七百余宇悉引塩に連て海底に沈しかば(後略)」とありこの雪湊が現在の徳島県由岐港をさしているのである。また永正の津波は、徳島県穴喰に非常に詳細に描写した記事が残されているにもかかわらず、他の地域には全く記録が見当たらない幻の津波である。こういうことで、この二つの津波は正確な事はわからないが、その他の津波に関する記事は前述した徳島県下の古文書の解説記事、「大日本地震史料」、などの既刊資料に加え、徳島県各地に残る“津波碑”、“板書”の文章を引用し、各市町村の津波の状況を詳細に述べている。“津波碑”や古文書にあらわれる神社・寺院の写真、およびそれらの所在を明示する地図が豊富に添えられていて、理解し易い形となっている。また読者が自らその地を見学する際にはガイド

ブックとしての役割も果たすであろう。

構成としては、このあとに、前述した古文書解読資料が続き、これは本書過半の頁を占めることになる。したがって内容としては専門的な歴史資料集でもあるが、市民双書として一般読者を対象にした種々の配慮が成功している。本書は昭和57年刊で、発刊からやや日が経過しているが、全国的には容易に目に入らない地方の良書として、そしてまた、津波のおそろしさを後代に伝える現代の“石碑”として、いつでも人の目に触れる場所におかれるべき書物として、敢えて紹介した次第である。

〈徳島市民双書・16 徳島市立図書館、昭和57年発行、B6判、235頁、1500円〉

[あいだ いさむ 地震予知総合研究振興会主任研究員]

地震津波防災教育の原点

桜井信夫著

『もえよ 稲むらの火』

津村建四朗

「これはただごとではない」とつぶやきながら、五兵衛は家からでてきた——という書き出しで始まる「稲むらの火」は、地震のあと津波襲来のおそれがあることに気づいた一人の老人が、高台にある自宅の周囲の稲むら（稲たばの山）に火を放ち、消火に駆けつけた村人たちの命を間一髪で津波から救うようすを、短い文章に活写した名作である。これは、昭和12年から約十年間、小学国語読本にのせられ、津波のおそろしさと機敏な避難の大切さを児童たちに強く印象づけ、防災教育上きわめて大きい効果を残したものである。

この物語は、安政元年（1854年）の南海地震津波にまつわる実話を素材にしたものであるが、事実とはかなり違い、事実のほうがさらに感動的である。

本書は、小学校中級生以上を対象に、フィクションとしての「稲むらの火」が教材として登場するまでの経緯と、実在した主人公——五兵衛ではなく浜口儀兵衛、梧陵と号した——の生い立ちと献身的な活躍の本当の姿を平易な文章でいきいきと描いている。

まず「稲むらの火」は、ラフカディオ・ハーンのA Living Godを原典として、地元の小学校の中井常蔵先生が執筆されたものであるが、単なる翻訳ではないことがよくわかる。実は、この実話の舞台となった和歌山県広村（現広川町）は、評者の郷里である。本書に書かれているように、安政地震直後、梧陵が百年後の津波に備

えて多額の私財を投じて築いた防波堤に守られた村に育ち、昭和21年の南海地震津波では、その効果を実体験した評者は、この郷里の先覚者のことは、よく知っているつもりであったが、本書をよんで、勝海舟との交友など、主人公の人物の大きさについて新たに多くのことを知り、一層尊敬の念をつよくした。

遠足にきていた小学校児童13名など100名の命を奪った昭和58年の日本海中部地震津波のあと、「稲むらの火」が今でも教えられていたら、この悲劇は防げたのではないかという意見が、マスコミにも取り上げられたことがあるが、児童みずから本書をよめば、「稲むらの火」を短時間の授業で教わる以上に多くのことを学ぶに違いない。本書がひろくよまれて、地震津波防災の知識が普及するとともに、その中から、長期的な視野にたつて防災を志す次の世代が育つことを願うものである。

なお、108頁の堤防の長さ6523メートルは、652メートルの誤りである（増刷の機会に訂正される予定）。津波の高さも、史実より高く記されているところがある（85頁と93頁）。ノンフィクションとしては事実に忠実なほうがよいであろう。

〈PHP研究所、1987年、A5判、146頁、1100円〉

[つむら けんしろう 気象庁地震火山業務課長]

●新刊案内

杉村 新著、グローバルテクニクス、東京大学出版会、

1987年10月発行、A5判、250頁、3,800円。

石井吉徳著、地殻の物理学、東京大学出版会、1988年2月発行、A5判、198頁、3,600円。

笠原慶一著、防災工学の地震学、鹿島出版会、1988年3月発行、A5判、179頁、2,800円。

㈱日本損害保険協会・企画編集、災害絵図集—絵で見る災害の歴史、社団法人日本損害保険協会発行、1988年3月発行、B5判、75頁、1,000円。

杉村 新・中村保夫・井田喜明編、図説地球科学、岩波書店、1988年4月発行、A5判、266頁、3,600円。

見る地震 コンピュータ・グラフィックス による日本の地震

笠原順二・田中一実著
B5判152頁・定価8000円

地球観測ハンドブック

友田・鈴木・土屋編
菊判850頁・定価15000円

㊤113 東京都文京区本郷・東京大学出版会

近年、東京の過密状態や、いわゆる「一極集中」を心配して、遷都や分都などの論議が花盛りであるが、この問題について地震災害に関する配慮がいささか欠落している点は気になるところである。

遷都論は、関東大震災直後にも噂されたのである。大正12年10月1日、大日本雄辯會・講談社より刊行された『大正大震災大火災』（300頁）によれば、「吹き消された遷都説」として、つぎの記事がある。

「地震學の泰斗今村明恒博士は、東京の地震は、この先とても免かれ難いから、萬代不易の帝都は、宜しく他に地を相すべく、若し遷都不可能とすれば、耐震のための一切の設備に抜かるべから

ずと説いた。同時に大阪朝日新聞も、これを機会に遷都を断行せよと説いたが、大詔一と度煥發され東京の帝都たるの永遠に變るべからざる處なるを明示さるゝ

や、幾多の遷都論忽ちにして影をひそめ、國を擧げて帝都の復興、災害地の恢復に全力を傾倒するに至った。これ、今回の大地震が生んだ挿話として、青史に遺さるべきもの、よみがへる大東京の生命の芽は、この大詔の慈雨を浴び、伸びに伸び行くべき運命にある」

この記事にある「帝都復興の大詔」は、あまり知られていないので、ここにその全文を引用しておこう。なお、とくに難解な語句については、山本武夫先生に解説をお願いした。

[編集部]

関東大震災と 遷都論

詔書

朕神聖ナル祖宗ノ洪範ヲ紹キ光輝アル國史ノ成跡ニ鑑ミ皇考中興ノ宏謨ヲ繼承シテ肯テ愆ヲサラムコトヲ庶幾シ夙夜ニ兢業トシテ治ヲ圖リ幸ニ祖宗ノ神佑ト國民ノ協力トニ賴リ世界空前ノ大戦ニ尙克ク小康を保ツヲ得タリ
 癸ノ圖ラム九月一日ノ激震ハ事咄嗟ニ起リ其ノ震動極メテ峻烈ニシテ家屋ノ潰倒男女ノ惨死幾萬ナルヲ知ラス剩ヘ火災四方ニ起リテ炎燄天ニ冲リ京濱其ノ他ノ市邑一夜ニシテ焦土ト化ス此ノ間交通機關絶シ爲ニ流言飛語盛ニ傳ハリ人心恟々トシテ倍々其ノ惨害ヲ大ナラシム之ヲ安政當時ノ震災ニ較フレハ寧ロ凄愴ナルヲ想知セシム
 朕深ク自ラ戒慎シテ已マサルモ惟フニ天災地變ハ人力ヲ以テ豫防シ難ク只速ニ人事ヲ盡シテ民心ヲ安定スルノ一途アルノミ凡ソ非常ノ秋ニ際シテハ非常ノ果斷ナカルヘカラス若シ夫レ平時ノ條規ニ膠柱シテ活用スルコトヲ悟ラス緩急其ノ宜ヲ失シテ前後ヲ誤リ或ハ個人若ハ一會社ノ利益保障ノ爲ニ多衆災民ノ安固ヲ脅スカ如キアラハハ人心動揺シテ底止スル所ヲ知ラス朕深ク之ヲ憂傷シ既ニ在朝有司ニ命シ臨機救済ノ道ヲ講セシメ先ツ焦眉ノ急ヲ拯フヲ以テ惠撫慈養ノ實ヲ擧ケムト欲ス
 抑モ東京ハ帝國ノ首都ニシテ政治經濟ノ樞軸トナリ國民文化ノ源泉トナリテ民衆一般ノ瞻仰スル所ナリ一朝不慮ノ災害ニ罹リテ今ヤ其舊形ヲ留メスト雖依然トシテ我國都タルノ地位ヲ失ハス是ヲ以テ其ノ善後策ハ獨リ舊態ヲ回復スルニ止マラス進ンテ將來ノ發展ヲ圖リ以テ巷衢ノ面目ヲ新ニセサルヘカラス惟フニ我忠良ナル國民は義勇奉公朕ト共ニ其ノ慶ニ賴ラムコトヲ切望スヘシ之ヲ慮リテ朕ハ宰臣ニ命シ速ニ特殊の機關ヲ設定シテ帝都復興ノ事ヲ審議調査セシメ其ノ成案は或ハ之ヲ至高顧問ノ府ニ諮ヒ或ハ之ヲ立法ノ府ニ謀リ籌畫經營萬遺算ナキヲ期セムトス
 在朝有司能ク朕力心ヲ心トシ迅ニ災民ノ救護ニ從事シ嚴ニ流言ヲ禁遏シ民心ヲ安定シ一般國民亦能ク政府ノ施設ヲ翼ケテ奉公ノ誠悃ヲ致シ以テ興國ノ基ヲ固ムヘシ朕前古無比ノ天殃ニ際會シテ郵民ノ心愈々切ニ寢食爲ニ安カラス爾臣民其レ克ク朕力意ヲ體セヨ

御名御璽
攝政名

大正十二年九月十二日

内閣總理大臣
各省大臣

- (1) 禹のとき、洛水から出た神龜の背にあらわれた九章の文より成る天下を治める大法。
- (2) 天皇の亡父、明治天皇。
- (3) 大きい墓のこと。
- (4) こいねがうこと。
- (5) 朝早く起き、夜遅く寝る。
- (6) 戒めおそれる。
- (7) 第一次世界大戦。
- (8) うれえ、おそれる。
- (9) 仰ぎみて、とうとぶ。
- (10) まごころ。
- (11) 民をあわれむ。郵は誤字、郵であらう。

ADEP情報

今回取上げた二つのテーマは、一般の住民や、一つの私企業を対象にした、いわば社会に密着した調査研究である。前号までのテーマからみるとやや異色のものであるが、振興会の事業範囲を示すものとして、御紹介する。

静岡県地震災害史

1982年3月21日、北海道浦河沖に発生した地震は、マグニチュード7.1で浦河の震度は6に達し、全壊家屋9、半壊家屋16などの被害を生じた。しかし住民の対応はきわめて冷静で、被害は最小限度に止まったといわれている。たとえば、ある映画館ではたのきんトリオ主演の映画上映中であつたが、中学生以下の少女が大半を占めていた観客は、静かに揺れのおさまるのを待って、混乱もなく退出したといわれる。

この浦河町民の地震に対する冷静な対応は、十勝沖から日高にかけての地震多発地域の地震を常に体験している「生活の知恵」に根ざしていると考えられている。東京大学新聞研究所、「災害と情報」研究班による「1982年浦河沖地震と住民の対応」という報告書によると、災害の体験によって、災害が発生する時どんな徴候があるか、災害時にどんな行動をしたらよいかなどの知識や技術が生まれてくる。その知識や技術を「災害文化」と呼ぶのだそうであ

る。たしかに過去に地震や津波を体験したことのある地域の住民は、つぎに起こった地震や津波に適切な対応をしていることが、アンケート調査などをしてみると、よく判る。

また同報告書では、この模範的「災害文化」の高さを発揮した浦河町と、来るべき「東海地震」に備えて、防災体制は日本最高と思われる静岡県内の清水市の、それぞれの住民の地震災害に対する日常の一般的な準備行動について、アンケート調査により比較を行っている。それによると「家の中の家具などの固定、整理」を行って、いわば不意打ちの地震に備えている人が浦河町では61%であるのに対して清水市では23%であった。これは浦河町民の地震体験の強さを示すものであろう。

しかし「東海地震」に対する対策が進行するにつれて、静岡県民の日頃の準備も進んで、今年1月の県の調査では、家具を固定した人の数は大幅に増えて41.1%に達しているということである。これは直接の体験ではなく、いわば官・民の教育的効果の現われであろう。災害の体験は、好んですべきものでもないし、体験しないで済むことこそ望ましい。しかし地震国日本では、いつかは大地震の災害を受けることは必至であり、それに対する心構えは住民一人ひとりが持つ必要がある。悲惨な体験によらずして「災害文化」を押し進める手段はないものであろうか。アンケートにあらわれた清水市民の対応は、防災教育がその一つの手段になることを示唆している。

われわれは過去の災害の歴史の中に、かなり豊富な資料を持っている。それを如何に有効に、地域にきめ細かく知らせ、地域毎の防災知識として普及させるかが眼目となるであろう。このような観点から、静岡県地震対策課では、過去に発生した静岡

県の地震・津波をはじめとする自然災害を、各市町別に調査し、とりまとめることを計画され、当振興会でその業務を受託した。

静岡県で現在もっとも重視されるべき災害は、「東海地震」およびその津波による災害であり、今回の調査も当然そこに力点がおかれた。しかし各種気象災害は発生頻度も多く、かなり多大な損害を受ける。そこでこの調査では、地震・津波・高潮・火山・台風・豪雨・竜巻・早魃・冷害の項目に分類して、災害事例を調査した。調査対象地域は、静岡県内75市町村を各単位としたが、静岡市のみは区域が広範であるので、南部・中部・北部の3地域に分割した。

これらの災害事例は、地形、地質、気象の概況説明およびその地域に特有な防災上の留意点と共に、各市町村毎に一定形式で記載された「市町村別災害一覧」（各市町村によってB5判1〜5枚）に記載された。これは報告書に一括してまとめられているが、本来の目的のためには、これを各市町村住民へ周知させることが必要である。

その一方法として、現在県が計画している「地震防災センター」（仮称）のデータ・ベースとし、そこを訪れた住民一人ひとりが、パソコンによって自分の住む市町村の災害一覧を自由に呼び出し、ディスプレイで読みまたはコピーを取ることが出来るようになってきている。これは普段コンピュータなどになじまない人にも操作出来るようにするため、市町村を番号で検索するだけのデータ・ベースとしては初歩的なのではあるが、第一段階としては是非活用して欲しいものである。

また報告書には、各種災害が、いつどの範囲に発生したかを、地域別年代表の形式にとりまとめた結果も示してある。地域としては9つに分

けた振興センターを単位とした。これによって静岡県内のどの地域に、いつ、どんな災害が多かったかなど、災害の傾向を知ることが出来る。

以上ははじめに述べたように、住民の防災教育に資する、新しい、有効な試みであると思われる。

〔静岡県地震対策課，1988，静岡県地震災害史—風水害等の災害も含む—，229pp.〕

津波対策に関する基礎調査

トピー工業株式会社では、三河湾奥のかつて島であった所を埋立てた広い工場敷地を持っている。最近ここで、大型の設備増強計画が日程に上った。しかし湾奥でもあり、埋立の低平地であることから、津波による災害のおそれはないだろうかということになり、当振興会に基礎的な調査を委託された。この種の調査をどの程度の規模で行うかについては、施設が公共的な重要なものであるか、私的なもので多少の被害を許し得るものであるかなど、何段階かのクラス分けが出来よう。

今回はどちらかといえば簡便な調査で、なるべく実効の上のものと考え、まずデスクワークによる資料調査と、現地の地形の調査、および現地の防災担当者や実務者に対する指導・助言などを行う計画を立てた。

資料調査では、歴史時代の津波に

ついて、できればその地点、少なくともその付近の津波の高さを史料について調査し、また現代の観測された津波のデータを収集した。その結果、この敷地で設計上対象とすべき津波を選定した。ここでは過去で最高であった歴史上の津波がとられた。なおここでは湾奥であることから過去の最高の高潮についても調査し、その浸水位も考慮することとした。

幸いこの対象津波についてのこの付近に関する数値実験のデータが手許にあったことにより、この地点に限った津波の高さがかなり明確に得られた。これと津波来襲時潮位の設定、工場内敷地の地盤高とを考慮して、敷地内各所で予想される浸水の高さが求められた。これによると、次に来る可能性が高いと予想される津波および高潮に対しては、主要工場はほぼ浸水を免れる。しかし想定される最大津波では主要工場も1m程度の浸水が予想される。

このようなデータの出来た段階で、海岸工学の専門の先生に特に御同行をお願いして、現地調査および工場関係者への説明・討議を行った。ここでは先ず津波防災対策についての基本的な考え方について、一般的な説明の後、その工場特有な問題について質疑応答が行われた。それは来襲する津波の性状が、どのように予想されるか、それにより護岸の破壊

の特徴はどのようなものになるかといった、敷地の問題から始ったが、最も重要な問題として浮かび上ったのは、ピーク時1000名に達する工場内にいる人の安全の問題であった。まず工場内の緊急一次避難場所の確保、および工場外の高所への避難の両面がある。しかし埋立地であることから高所まで1.5km(15~20分)あり、避難時の道路の混雑等を考えると、津波来襲前の避難は、周到な計画と決断が必要と思われた。高所まで到達出来る確信が得られなければ、長途の避難はかえって危険を招くからである。

つぎに工場内の構造物の設計上の問題点について討議された。敷地内でも多少の高低はあり、浸水を最もきらい工場を高所に配置する。現に電気室は最も高所にある。また水にぬれると致命的な打撃となる機器、水にぬれることによって二次的災害の引き金になる危険物などは、構造物の中でも高所に配置する配慮などが望まれる。

その他細部にわたっての現地の討論は、今後トピー工業株式会社の津波防災対策に役立つこととなる。

[A]

編集後記

「地震予知連絡会情報」は2回分の内容の重点を、簡潔にご紹介することでご好評を得ている。本号からは、京都大学の渡辺先生に原稿をお願いすることになった。相変わらずのご精読、ご利用をお願いしたい。

今回はエッセイ、鼎談、ともに情報の話となった。災害時と平時とを問わず、情報に正確さ、わかり易さ

が求められることはいうまでもない。わが『地震ジャーナル』も、地震学やその防災に関する、わかり易く、しかもかなり高度な情報を提供することを心掛けている。したがってできれば十分な頁数をとりたいのであるが、今号からは原則として48頁建てとすることになっている。“小粒でもピリッと”という内容になるようご支援をお願いする。

[A]

地震ジャーナル 第5号

昭和63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 尊徳

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