

地震予知技術の展望

(地質調査所創立100周年記念講演要旨1982. 9. 30)

垣見 俊 弘 (環境地質部)
Toshihiro KAKIMI

本日の講演会では まず国の地震予知計画の全体像を御紹介し 次に予知技術の現状と将来について私見をまじえてお話しをすることとします。

1. 地震予知の歴史と現状

まず 地震予知計画の変遷をざっと紹介しておきましょう。表を見て下さい。わが国の地震予知計画は昭和40年から始まり 現在は第4次計画のなかにあります。各年次計画の前の年には 測地学審議会(文部省)が全体計画を立案します。

次に 各省の次官級の人からなる地震予知推進本部(事務局科学技術庁)は 予知計画実施のための具体策を立て 各省庁間の調整を図ります。

一方 地震予知連絡会(事務局国土地理院) は実施機関の職員代表と学者の集りで

ここに各機関のデータを持ちより 技術的な検討をします。

また 昭和53年に発効した「大規模地震対策特別措置法」によって 特別な地震—今のところは東海地震だけ—については 予知と防災の一元化が図られ 短期的予知のための地震防災対策強化地域判定会(事務局気象庁)の判定によって 地震予知情報が発せられます。この段階で地震予知は一部であるが実用化したといわれるようになりました。

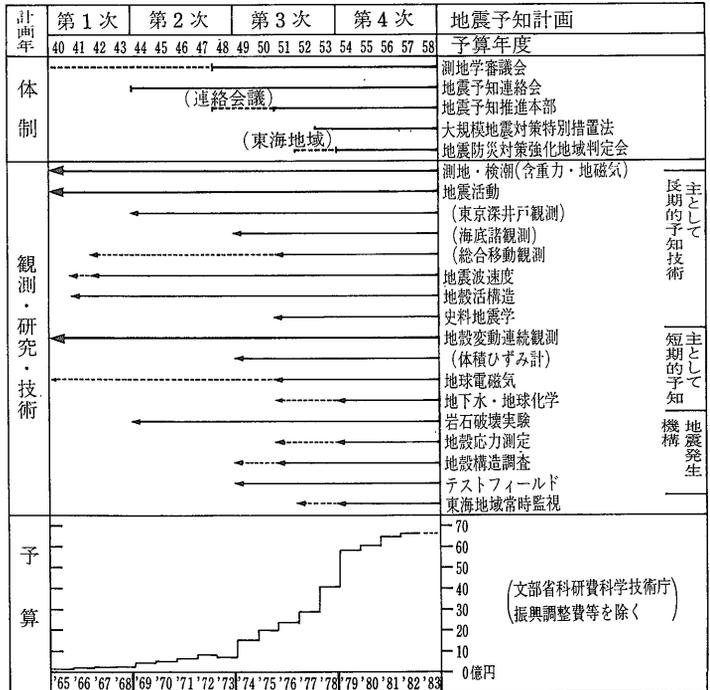
このように 日本の地震予知計画は 非常に多くの国の行政・研究機関と大学とが分担 連携をしながら進めている点で ほかのプロジェクトには見られないユニークな体制であるといえましょう。

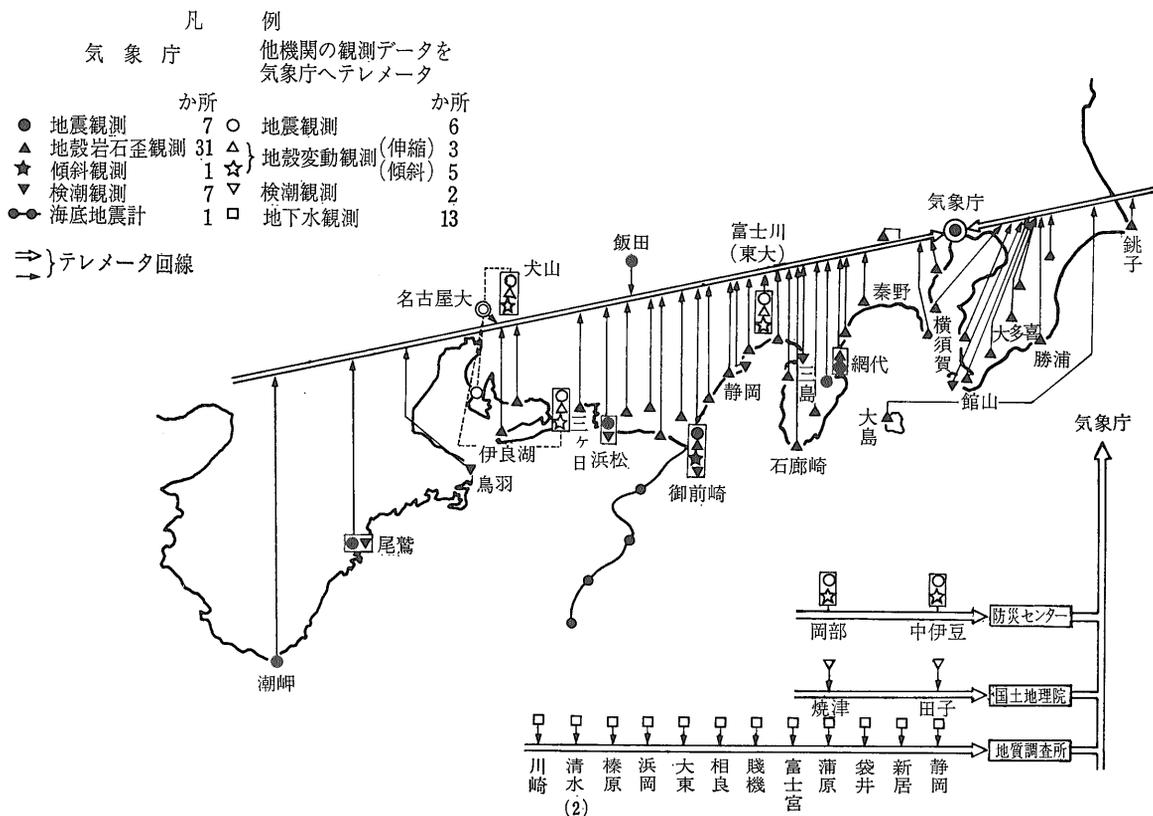
表の下段には予算を示しました。地震予知計画は第3



次計画に急成長し 第4次計画の始めにさらに伸びましたが 現在はほぼ横ばい状態といえましょう。わが地質調査所の仕事は 質的にはともかく 予算面では微々たるもので 各年度とも総額の2~3%というところで

地震予知計画(第1次~第4次)





東海地域等における地震常時監視網の概況 (気象庁資料による)

東海地震等予知のため 関係各機関が実施している各種観測データが 気象庁に集中テレメータされ常時監視されている。

す。

予知の手法や技術の変遷は表の中段に示します。測地、地震、地殻変動の3項目は、予知計画の最初-実際には計画以前から実施されており、予算的にもビッグスリーです。その他の観測と研究項目は、第2次から第3次計画にかけて次第に増強されました。第4次計画に入ると、地球化学や電磁気学的な観測・研究も本格的に行われ始めました。この表の最近のところだけを見ると、予知技術は多彩ですが、その到達度はマチマチであり、経験年数の浅いものもあることに御注意下さい。

このうち、地質調査所が担当しているのは、表の上から地震波速度、地殻活構造、地下水・地球化学、岩石破壊実験及び地殻応力の各分野であり、協力部門として地殻構造調査も行っています。

ここで、予知計画の現在の到達度を見わすシンボルとして、東海地域の観測の現状を紹介します(図参照)。この地域では、昭和51年後半から特に観測が強化され、第4次計画の始め頃には、主要なデータを気象庁へテレメータして24時間監視体制をとる原型が、ほぼでき上がったのです。この見通しがあったからこそ、予知と

防災をドッキングさせた大規模地震法が昭和53年に成立したともいえます。

現在では、図示された地域のテレメータ観測点は70ヶ所以上、東海地震監視用の点だけでも60ヶ所近くになっています。地質調査所からも地下水データが気象庁へ送られています。これは世界でも例を見ない高密度の観測網といってよいものです。

この観測網で十分とはいえないのですが、それでも私は、東海地震に限っては、予知に成功する可能性は大きいと思います。東海地震は他の地震に比べて予知し易い“好運”に恵まれているからです。“好運”な条件とは、①海型の巨大地震でありながら、陸に近いため陸上の観測が有効である、②プレートの衝突境界に近いため、応力集中などの“何ごとか”を期待できる、③隣接して起こった1944年東南海地震の直前には、顕著な地殻変動が観測されたことなどです。逆にいえば、東海地震のように大規模でも“好運”でもない地震の予知は、まだ実用化の段階ではないと思っていただきたいのです。

2. 現在の地震予知の成果と問題点

第4次計画の成果と反省については 最近 測地学審議会が「第4次計画の進捗状況について」¹⁾ という報告を出しました。その総括のうち技術的などころを私なりに箇条書きにしてみることにします。

(1) 前兆捕捉例の増加に伴う 捕捉率や精度の検討

地震前の異常の観測例が大幅に増え 予知の経験が深まった点はたしかに第4次計画の成果です。ところが第3次計画頃までは前兆の発見例が増えれば増えるほど予知の実現に近づくという気分があったと思いますが 現在ではそれほど楽観的ムードではないのです。前兆捕捉例は増えたものの 捕捉率と確実性はあまり良くなってはいないのではないかと いう反省が生れてきたからです。

しかし私は これは決して予知の停滞や後退を示すものではないと思います。なぜなら 地震予知が定性的段階から今や定量的検討を始められる段階にまで発展してきたと考えるからです。

(2) 先行現象出現のモードに地域性があるということ
前兆の起こり方には共通性ももちろんありますが 一方では地域性も認められるようになりました。

一例として 米国・中国と日本の地震前兆を比較した東京大学の茂木先生の説²⁾ を紹介します。ごく単純化していいますと ①米国のサンアンドレアス断層地帯は地質構造が大規模かつ単純であるが こういう所では前兆が現れにくい ②中国大陸は構造が複雑で規模も大きいので 大規模な前兆が広範囲に現れ易い ③日本列島は構造が複雑なうえ規模が小さいから 前兆は顕著だが小範囲に現れる という説です。もちろん日本内部にも細かい地域性が認められるのです。

こういうことだと たとえばA地域の予知の経験は必ずしもB地域の予知に役立つとは限らず B地域の予知にはB地域における以前の地震がどうだったかを調べなければなりません。この点は地震の調査も活断層の調査も全く同じことであります。

(3) 地震活動を鋭敏に反映する“つぼ”があるらしいこと

“つぼ”というのは お灸やハリのよく効くというあの“つぼ”のことです。「進捗状況」¹⁾にはこう書いてあります。「短期前兆現象の出現率が地質構造の不連続線に沿って高いという知見が得られたことは 成果の一つである。それは いわゆる“つぼ”の存在を意

味する。この“つぼ”のメカニズムを追求することは今後本格的に取り組むべき課題の一つである。明らかにこれは 地質学者と地球物理・化学者が共同で取り組むべき問題でしょう。

(4) “万能薬”は見付かっていない→総合観測・総合解析が必要

これは東北大学の鈴木先生³⁾も強調しておられますが どんな地震でもピタリと当てる万能の予知手法は まだ見付かっていない いや なさそうだということです。観測項目が増え 精度も上がった現在では「進捗状況」¹⁾の言を借りると 「前兆現象の現れ方は極めて複雑多岐である」ということになりました。ときには 複雑怪奇とさえいいたいくなるほどです。

当面の地震予知には“万能薬はない”と割り切って 多種類のデータの総合解析を迅速に行うシステム作りを力を入れるべきであり そのためのソフトウェアの開発が必要だと思います。そうしない限り 地震予知はいつまでたっても“運がよければ当たる”という不確かさを脱却できないのではないのでしょうか。

(5) 地震前兆に関する既存モデルの再検討と新しいモデル

1973年に 米国のショルツほかによって提唱された いわゆるダイラタンシー・モデルは 自然の地震波速度変化と岩石の破壊実験を結び付けることによって生まれたのですが 発表当時は地震予知に理論的根拠を与えたとか これによって地震予知は確率論から決定論に移行したといわれたほど 大きな反響を呼びました。

ところが現在では このモデルに対して大きな疑問が生まれています。モデルの根拠となった地震波速度の変化が 地質調査所の大島爆破観測をはじめとする 精度の高い人工地震の観測では 期待したほど現われてこなかったからです。

ダイラタンシー・モデルは 今は一時棚上げのような恰好になっています。しかし このモデルは多種類の前兆を統一的に説明でき また前兆から本震までの期間を予測できる点など 非常に魅力的であり なんとかこれを生かしたいと思っている人も多いようです。その鍵を握っているのは やはり地震波速度の問題だと思われれます。

これとは別なモデルも幾つか提唱されていますが このうち2種のモデルが注目されています。

一つは 震源となる断層の一部分 とくにその下部が地震の前にゆっくり動いて先行的地殻変動を起こすというモデルです。

もう一つは 断層面は決して滑らかではなくデコボコしているので まず小さなデコボコ (ギャップ) の所が動いて微小地震や前震を引き起こし 最後に大きなギャップがずれ動いて大きな地震になるというモデルです。野外で見られる断層も 分岐したり雁行しているののでこの考え方は地質家にも受け入れ易いものです。これらの浮上しつつあるモデルをなんとか体系化し 新しい指導原理としたいものです。このことは前項でお話した 多種類のデータの総合解析のためにも また観測者の士気を高めるうえでも ぜひとも必要だと思います。

3. 今後の展望

将来の展望についての私の考えはごく平凡なものでひとと言でいえば

(1) 現在の課題の追求・克服によって展望が開ける

ということです。もう少し具体的なことを 思いつままま箇条書きにしてみます。

- (2) 多様な観測データを総合的に解析するための ソフトウェアの開発
- (3) M7クラス直下型地震予知のために“待ち伏せ”型の実験フィールドを
- (4) 首都圏の地震予知に関する課題と展望
- (5) 予知志向型の基礎研究による統一的モデルの構築
- (6) 国際研究協力の充実

これらのうち (2)と(5)についてはすでに述べました。最後の(6)についても 地震前兆に関する地域性の追求という点から御理解戴けると思います。

さて残った(3)と(4)は 予知技術の問題であると共に今後の戦略の問題でもあります。

M7級の地震の予知 もう少し詳しくいうと 内陸でやや大型の直下地震の予知は 予知関係者の目の下の目標です。首都圏の地震というのも このタイプの地震が一番懸念されているのです。

M7の地震予知の方策として 全国くまなく高密度の観測網を張りめぐらし どこで前兆が起こっても どのかの観測網がそれをキャッチするという方式はあり得ますが これは財政事情が許さないでしょう。私は第5次以降の予知計画は どうしても財政を考えた“効率のよい地震予知”を目指す必要があると思います。

現在の地震予知は 総じてまだ実用化以前の段階であり しかもなお効率を考えねばならないことから“待ち伏せ型”の地震予知という方式を考えたのです。つまり 万遍なく観測網を設け あるいは個々別々に手法を開発するのではなく あらかじめ最も地震の起こりそう

で しかも観測条件も良さそうな所に観測を集中し 実際に予知をしてみよう というものです。

待ち伏せた所に敵が現われず 別な所に現われたのでは眼もあてられませんので 待ち伏せの場所は慎重に選ばねばなりません。この段階では活断層や古地震の研究が重要です。効率の良い予知のためには 地域の特性や“つぼ”をキチンと押さえること また万能薬はないのだから 観測項目間の連携を考えた配置や組織が必要でしょう。社会的同意を得ながら予知技術を発展させるためにも このような具体的かつ総合的な実験を考える時期に来ているように思います。

これに対して 首都圏など大都市地域の地震予知には社会的優先順位の問題がからんできます。ここでは3点ほどの問題を指摘しておきたいと思います。

第一に首都圏では 効率の良い つまりお金のかからない予知は当面困難であり 社会的なメリットが大きいのなら お金がかかってもやるべきだ という面があります。

つぎに首都圏では ノイズが多いとか 堆積層が厚くて前兆を検出しにくいとか 予知には困難な条件があります。これを克服するためには S/N 比の向上など新しい観測技術を開発する必要があります。それまで予知は待って下さい といいたい面もあります。

しかし第3に 地震予知には時系列の観測という もう一つの重要な側面があり 首都圏でもこれは無視できません。いくら精度や信頼度のよい計器が開発されても 過去にまで遡った観測はできないのですから たとえ精度は不十分でも 長期的のデータ蓄積自体が重要な観測は なるべく早くから開始しておくべきでしょう。

首都圏の地震予知には 以上3つの側面のバランスを考えながら進めていくべきではないか というのが私の感想であります。

これからの地震予知研究は決して平坦な道ではないでしょうが 社会的な支持を得ながら発展させて行きたい と思います。

註) 紙数の都合で講演内容の一部を省略しました。なお 参照した文献は多数ありますが 明らかな引用である下記以外は省略させて載せました。

- 1) 測地学審議会地震火山部会(1982), 地震予知の推進に関する第4次計画の進捗状況について 31p., 文部省.
- 2) Mogi, K. (1981), in *Earthquake Prediction—An International Review*, Am. Geoph. Union, p.635-666.
- 3) SUZUKI, J. (1982), *Ann. Rev. Earth Planet. Sci.* 1982, p.235-256.