

地震予知計画とともに

岸 本 兆 方

1. はじめに

表題の地震予知計画とともにという意味は、私が理学部から再び防災研究所に移り、地殻変動研究部門主任を命ぜられた昭和40年に、丁度「地震予知研究計画」（その後第2次5カ年計画からは研究の2字が外されて、地震予知計画となった）が発足し、それ以来現在までの26年間ずっと同計画に携わって来たということでもあります。

今、地震予知計画は第6次5カ年計画の中間点にあります。平成3年度には第6次計画のレビューと今後の展望の作成、更に4年度には第7次5カ年計画の策定へと進むことになりましょう。地震予知計画が今後どうあるべきかについて、今までにも増して種々の難問が出て来ているように思われる時に大学を去る者として、地震予知計画の現在までの成果とともに、その変遷や発展、そして将来の課題などを自分なりに考えてみようと思います。それが、地震予知研究の将来を担う若い方々に幾分でも御参考になれば幸であります。

以下では、まずわが国における地震予知研究の出発点とも云える震災予防調査会、そして第2次大戦終了直後の出来事を振り返った後、現在の地震予知計画について多少詳しく述べます。その次に、私が最も密接に関係した微小地震と地震予知テスト・フィールドについて述べるとともに地震発生場と地震前兆現象の研究のあり方にも触れたいと思います。最後に、平成2年度に設置された当研究所附属地震予知研究センターの今後の使命とともに、地震予知研究に対する大学のあり方の一端について私見を述べるつもりです。

2. 地震予知研究の歩みと発展

2.1 震災予防調査会

この項については、萩原尊礼著「地震学百年」（東京大学出版会、1982年）に興味深く書かれているので、この節では専ら同書から引用させて頂くことにします。

1891年（明治25年）に起こった濃尾地震は、わが国の内陸部の地震としては最大規模のものでした（今年、1991年は奇しくも、発生100年目に当たります）。この地震の後、文部省所管として震災予防調査会が設立されました。その設立のために絶大な努力を傾けた菊池大麓が、貴族院で行った建議案の説明の最後に次のように云っているそうです（同書第4章）

「……今ヨリ三十乃至四十年タツテ又今回ノ様ナ大地震ガ起リマシタナラバ我々ノ子孫ガ我々ニ向ツテ必ズ責メルデアリマセウト考ヘマス アレダケノ地震ガアツタノニアノ時ニ於テナゼ地震ノ事ニ就イテ十分ナル取調ヲシテナカツタノデアルカ アノトキニ幾分か取調べテ置イタナラバ今回ノ震災ハ是程デモナカツタラウト言ツテ我々ヲ責メルデアリマセウ……加之是ガ彌々三十年カ四十年後デナケレバ地震ガナイト云フ事ハ請合ハレマセヌ 明年ニモアルカモ知レヌ 或ハ明日ニモアルカモ知レナイ 然ラバ一刻モ早く此取調ヲシテ少シデモ震災ヲ予防スル方法ト云フモノヲ施スト云フ事ガ目下急務デアリマセウト考ヘマス……」。

このようにして設立された震災予防調査会の性格については、菊池会長が次のように述べています（同前）。

「本会ノ調査事業ハ其名称ノ如ク地震ノ災害ヲ予防ス可キ手段ヲ調査スルニ在リ更ニ之ヲ言ヘハ一面ニ於テハ地震ヲ予知スルノ方法有リヤ否ヤヲ探求シ一面ニ於テハ地震ノ起リタル際其災害ヲ最モ少ナカラシムヘ

キ計画ヲ為スニ在リ故ニ調査事業ノ一部分ハ専ラ理学ニ関シ一部分ハ主トシテ工学ニ関スト雖二者ノ間親密ナル関係アリテ或ハ全ク分離ス可カラス両々相待テ而シテ後能ク進ムヲ得ルモノ多シ……」。

ここに述べられている思想は、理学・工学の緊密な協力によって自然災害の学理を究め、その防止・軽減を図ろうとする防災研究所の設置の理念と全く同じものと云ってよいと思います。

震災予防調査会の実際の仕事は、菊池によれば次のように分類されています（同前）。

1. 地震や津波に関する現象や災害の古い記録や新しい調査報告を集めて、時間的および地理的な分布を調べる。つまり、事実の記載と統計的な調査である。
2. 地震観測や地震計改良によって地震動の性質を明らかにする。
3. 地震に伴う地形変動や火山噴火の地質学的調査により地下に起こっている現象を明らかにする。
4. 地震と関係ありそうな物理学的現象を調査し、その関係の有無を明らかにする。このような現象として、地磁気、緯度変化、重力、地下温度、湾や湖の静振、井戸の水位、岩石の弾性係数などが考えられるが、このような現象を連続して記録して地震との関係を調べて、究極の目的である地震予知への助けとする。
5. この調査会の本来の目的の一つである震災予防の実際的調査。つまり耐震構造の調査、特に煙突、橋桁、橋脚などの形状、材料の強弱、建築材料間の関係（たとえばレンガと接着用のモルタル）を調査し、地震時の地盤、建築物、建造物の振動を測定する。

以上のうち1.～4.に述べられていることは、現在の地震予知計画においても、なお重要研究項目であり、鋭意研究が進められているのであります。百年の昔にこれだけのことが考えられていたということに私は驚きの念を禁じ得ません。しかしながら、地震発生現象の研究が近代地震学的方法によって着々と進められていたこと、及びわが国においては、大地震発生前の異変についての多くの云い伝えがあったことなどを考えると、このような先駆的業績も十分あり得たことかも知れません。ただ、それ以来の研究結果から考えると、地震予知の仕事は種々の困難を含んでおり、われわれは尚格段の努力を必要としていると云わざるを得ないように思います。

2.2 戦 後

第2次大戦後の数年間は、地震予知の問題が再び大きく浮上して来た時期でありました。このことについては、先に引用した「地震学百年」にも述べられておりますが、以下では「地震予知連絡会10年のあゆみ」（昭和54年）によって少しく述べたいと思います。

この問題の発端は、例の B. Gutenberg が昭和22年、中央气象台（当時）を訪れたことにあるようです。その際、和達清夫中央气象台長から地震予知計画が具申されたところ、当時の GHQ からそのための委員会の結成の要請があり、昭和22年8月、第1回の「地震予知研究連絡委員会」が開かれました。その第1回委員会では、既に、多種目にわたる観測計画が提案されております。すなわち、測地、検潮、地形変動の固定連続及び応急観測、地磁気、土地の微震動、地殻内電気現象、火山の監視と中央における解析処理などの項目に対して膨大な予算が提出されました。戦争直後のことで、このような計画は実現する筈はなかったでありますが、これらの計画は15年先の地震予知研究計画のプロトタイプであり、恐らく殆どすべてが現在の地震予知計画に包含されております。

この地震予知研究連絡委員会は、昭和24年3月の第10回委員会まで続いて以後自然に開かれなくなります。この1年半余りの間に、いわゆる大地震説が相次いで現われたのは面白いことです。戦後の世相のためあって新聞などに大きく取上げられたことは、研究者自身の本意ではなかったようですが、いずれにしても世間の大きな話題となりました。私事になりますが、昭和22年、故佐々憲三による京都地震説が当時旧制高校3年であった私に与えた衝撃は未だによく覚えております。この説は、逢坂山観測室における伸縮計のデータ、土地の微動、及び伊賀上野市の井戸の水位から、大地震発生の可能性を論じたものだと言われておりますが、それらの異常変化はその後どうなったのでしょうか。後章にも述べるつもりですが、地震発生現象

のように、極めて long-range の現象に対しては、長期間にわたる地道な観測と、追跡調査が不可欠でありましょう。特に京都附近は、歴史的に見ても大地震の発生がかなり頻繁であったと考えられ、現在の静穏期はむしろ長過ぎるのではないかという意見もありますから、一層の注意をもって見守る必要があります。

2.3 地震予知計画

上記の「地震予知研究連絡委員会」の時代から10年余、昭和36年に到って、全国の研究者有志による「地震予知計画研究グループ」が組織されました。この間、京都大学では佐々憲三・西村英一を中心として、特に地殻変動連続観測による地震予知の研究が熱心に続けられていました。これは戦争前から始められていたもので、特に昭和18年の鳥取地震について、約 80 km 離れた生野鉱山内の傾斜計によって、地震直前の異常傾斜変化が観測されたことは有名であります。このような京都大学における地道な地震予知の研究が、地震予知研究推進の気運の醸成に大きく寄与したことは確かでありましょう。

地震予知計画研究グループの討議の結果は、昭和37年、和達清夫・坪井忠二・萩原尊礼の3代表世話人による「地震予知——現状と将来計画」（いわゆる地震予知のブループリント）としてまとめられ、それに基づいて、昭和40年に発足する「地震予知研究計画」が作られたことは御承知の通りです。

地震予知計画は、関係する諸官庁機関や大学が協力して実施する龐大な計画であって、その全般について触れることはこの稿の目的ではありません。ここでは、6次に及ぶ地震予知5カ年計画をふり返って、特に大学における今後の地震予知研究のあり方について、私なりに考えをまとめて見ようとするに過ぎません。

昭和40年度に発足した地震予知研究計画は、「ブループリント」に述べられている各項目の実施を目指した10年計画でありました。それはブループリントに、「(前略)このような早さで計画を進めれば、5年後にはある程度の、10年後にはかなり充分の地震予知に必要な観測資料が得られるようになる。すなわち本計画による測量や観測が完全に軌道に乗るには早くして約10年を要するということになる。(後略)」とあるのに依るものです。その後43年の十勝沖地震による災害などに鑑み、更に強力な地震予知研究を推進し、その実用化を図る目的で、44年度から改めて5年計画を発足させてこれを第2次5カ年計画ということになりました。以後地震予知計画は5カ年計画として次々に更新され、現在は平成元年度に始まる第6次5カ年計画が実施されております。

そこで次に、各地震予知5カ年計画を眺めて、それらがどのように発展して行ったかを簡単に述べてみたいと思います。第1次および第2次5カ年計画については、その後の第6次5カ年計画に関して出された測地学審議会の建議の冒頭に、「昭和40年に始まった第1次計画の目標は、測地測量と地震観測を中心に地震予知研究の基礎データを全国的な規模で収集する体制の整備であったが、その後の相次ぐ被害地震の発生による社会的要請等を踏まえ、地震予知の実用化を目標として観測研究の強化を図る第2次計画（昭和44～48年度）へ移行した。地震予知に関する情報の総合的判断を行うための地震予知連絡会の設置、特定観測地域及び観測強化地域の指定など今日の地震予知体制の骨格は第2次計画で形成された。」と述べられています。

本稿の末尾に、参考までに、第1次から第6次までの各5カ年計画の項目を載せておきました。これらの項目を見ても、地震予知計画がどのように変り、発展して来たかを読取ることができると思います。

さて、更に各年次計画の要点についての簡単な説明を続けることに致します。第3次計画（49～53年）では、大学にとって特に重要なこととして、地震・地殻変動観測のテレメーター化が実施されたことが挙げられます。特に地震の観測網観測にとって、テレメーター化は革命的と云える程の進歩をもたらしたと云って過言ではありません。

更に第3次期間中の特筆すべきことは、2度にわたる計画の見直しが行われたことであります。見直しの理由としては、諸外国における地震予知研究の発展、多摩川下流域・伊豆半島・東海地域などにおける異常な地殻活動に対する社会的関心と地震予知推進への社会的要請の高まりなどが主なものでした。昭和50年の「一部見直し」では、特に基礎研究の推進の重要性が述べられていますが、ここで地震予知研究が新しい一

歩をふみ出したものと云えます。実施すべき基礎研究としては、「今まで計画されていたが実施の遅れていたもの」と、「今までは計画に含まれていなかったが推進すべき基礎研究」の両項目に多数の研究が挙げられています。その中には、例えば地震発生過程の理論的及び観測的研究と云った極めて基礎的なものや、地下水のように諸外国で目覚ましい成果を挙げたものなどありますが、私個人にとって最も関係の深いものは、総合的研究の一つとして挙げられている「テスト・フィールド(集中観測)」であります。これについては後述することにします。

この基礎研究推進のための整備方策として、「基礎研究と観測業務との綿密な協力体制」が必要とされ、更に「大学は、基礎研究の推進の中心的な担い手として、地震予知の理論を創建し、実用化に資する役割と人材養成の基本的役割を持つ。」と格調高く述べられておりますが、この文章は大学の地震予知研究のあり方をはっきりと宣言したものと云えるでしょう。そして、我々の地震予知研究センターの理念とも共通するものなのであります。

51年の「再度一部見直し」においては、伊豆半島や東海地域における異常地殻活動に鑑み、特に「実用化達成のための必要な観測・研究の強化とともに、これを推進する体制のより積極的な整備が急務」とされています。特に東海地域における長期的予知及び短期的予知のための観測の強化・充実の必要性が強調されています。長期的予知と短期的予知を2本の柱とする考え方は、次の第4次計画から取上げられて第6次計画まで引継がれていますが、このことは地震予知戦略の方向付けがこの頃になされたことを示すものでしょう。

第4次計画(54年～58年)では、上述のように、「場所」と「大きさ」を長期的に予測しようとする長期的予知と、地震直前の現象を捉えて地震が「いつ」起こるかを短期的に予測しようとする短期的予知の2本柱に加えて、「科学的基盤に立つ、地震発生機構の解明や地震の前兆現象の的確な把握のための基礎的研究」、及び「地震予知体制の整備」の4本柱から成る地震予知計画が打出されたことで画期的でありました。そしてこの考え方は、現在進行中の第6次計画でも受継がれているのです。この計画でも、大学に対して、種々の前兆現象の物理的機構の解明を含む地震発生機構の解明のための主たる担い手となるために、多面的基礎研究を志向すべきであると改めて指摘されていますが、このことは大学人は決して忘れてはならぬと考えます。

第4次計画で大学にとってもう一つ重要なことは、テレメーターで集中される、特に地震観測データの、オンライン・リアルタイムでの自動読取・処理及び中央(東大地震研究所地震予知観測情報センター)への伝送・全国的集中処理という、いわゆる「新幹線構想」の実現でありましょう。これはインター・ユニバーシティ・システムとして画期的なものであると同時に、今後の全大学の観測のあり方に、いろいろの問題を投げかけることになったとも云えましょう。大学における観測はいわゆる業務観測ではなく、高度にして且常に改良が加えられる研究観測であるべきであります。同時に、地震や地殻変動は広域的且長期的観測によって始めてその性質が明らかにされる現象でもあります。この2つのことは、場合によっては相互に矛盾を生じ兼ねないものと思われそうですが、特に全大学的システムにおいては十分な考慮を必要とすると思います。

第5次及び第6次計画においても、全体の構成は第4次計画と同じ考え方に立っております。2,3の新しい事柄について述べておきましょう。特に前兆現象発生メカニズムと、前兆現象理解のためのバックグラウンドの追究が重要とされていますが、多様且複雑な前兆現象解明のためには、有効な多項目観測を高密度で実施し、多角的且総合的解析を行うべきであると指摘されております。現在、地震予知研究センターで進められている、テレメーター観測のインテリジェント化と総合解析システムの導入計画はこの線に沿うものであります。

もう一つ、内陸地震に関する基礎研究が第6次計画に加えられたことは特筆してよいと思います。それまでの地震予知研究の対象は主として海溝の巨大地震でありましたが、内陸直下に発生するマグニチュード7クラスの地震は、海溝の地震に比べてやや規模が小さいとは云えその被害が甚大であることを考えて、その基礎研究を始めるべき時期に来ているとの判断によるものであります。更に、この内陸地震の研究は、全国の大学が3つの地域グループを形成して共同研究を行うという面でも始めての構想といえるのですが、この

計画については最終節で少し触れることにしたいと思います。

以上、現在進行中の第6次計画まで地震予知計画の流れを概観しましたが、今後、我々は地震予知計画にいかに取り組むべきでしょうか。それについてはこの稿の最後に少し私見を述べたいと思いますが、次には、私が防災研究所で特に深く関係した微小地震とテスト・フィールドについてふり返って見たいと思います。

3. 微小地震と地震発生場

先に述べたように、昭和30年代後半の地震予知計画研究グループの討論において、既に微小地震は地震予知研究の有力な手法の1つであるという考え方が確立されていたようですが、その理由は2つに大別されます。1つは、地震予知への直接的アプローチとして微小地震クラスの前震を検出できるであろうということであり、2つには、より一般的に地震発生場の変化を微小地震によって検出できるであろうということだったと思います。後者は種々の問題を含んでおり、例えばゲーテンベルク・リヒターの関係の変化—あるいはb値の変化やQ値の変化などの媒質の性質の変化、またテクトニック・ストレスの変化を示すと思われる発震機構の変化もこれに入ります。前震については後で少し触れることにして、先ず後者の問題について述べたいと思います。

微小地震の研究は、地震予知の手法として有効であると考えられる一方で、もっと基礎的な地震発生場の性質について、次々と成果を挙げて行きました。例えば、地殻内地震の殆どは上部地殻（いわゆる花崗岩層）内で起こり、下部地殻（いわゆる玄武岩層）内には殆ど起こらないということ、そして両者の境界での地震の数の減少は極めて急激であるということは、現在、地殻の構造や物性、あるいは地震発生機構の問題に重要な意味を持つものとしてクローズ・アップされておりますが、これは、鳥取微小地震観測所のデータを用いて橋爪¹⁾によって最初に発表されました。(Fig. 1)

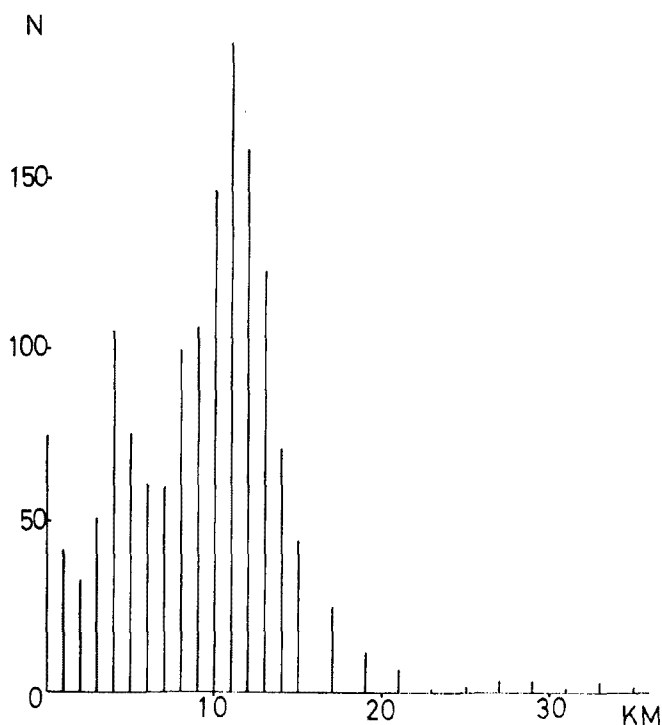


Fig. 1. Histogram of microearthquake occurrence with respect to focal depth, in northern Kinki District (after Hashizume¹⁾).

また、最近の重要な発見の1つに数えられている深発地震面の2重構造も、微小地震観測によって見出されたものです。

微小地震観測の成果として高く評価されるべきものの1つは、地震テクトニクス研究に関するものでしょう。特に、微小地震が断層に沿って発生するという、いわゆる線状配列という現象によって、活断層と地震活動との密接な関連が示されましたが、これも、40年代始めに鳥取微小地震観測所によって、山崎断層において見出されたのが始めであります²⁾。そして後で述べるように、この発見は「地震予知テスト・フィールド」計画へとつながって行きます。

これらの成果は必ずしも直接的に地震予知に役立つものとは云えぬかも知れませんが、地震発生場の性質として、地震予知の土台となるものであります。このように、微小地震の観測・研究は大変有用であることが証明されましたが、既に20年以上にわたって蓄積されている高精度の微小地震観測データを用いて詳細な研究を行う段階に来ていると思われるものも多くあります。次にそれらについて述べることにしましょう。

地震の発生様式に、本震・余震型、前震・本震・余震型、群発型という3つの型があるという茂木の研究³⁾は有名であります。更に彼は、それらの型の地域分布をも示しています。(Fig. 2) この図は大きい地震を使って作られたものですし、以前には、これらの現象はある程度大きい地震について見られるものだと考えられていたようです。しかし、微小地震観測で得られた記録を調べて見ますと、ずっと小さい地震に

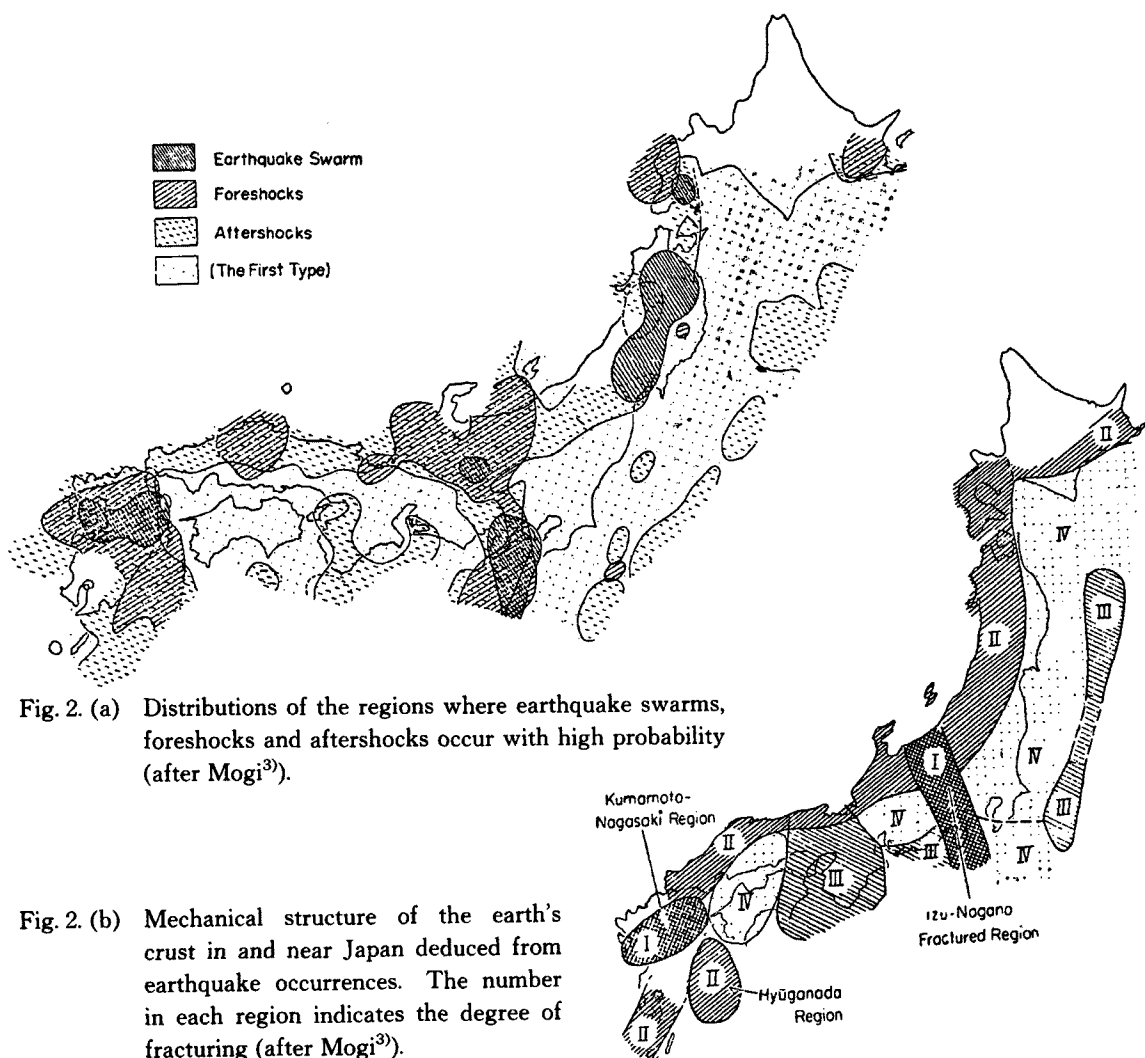


Fig. 2. (a) Distributions of the regions where earthquake swarms, foreshocks and aftershocks occur with high probability (after Mogi³⁾).

Fig. 2. (b) Mechanical structure of the earth's crust in and near Japan deduced from earthquake occurrences. The number in each region indicates the degree of fracturing (after Mogi³⁾).

についても、このような発生様式の違いが存在するということが判ります。筆者⁴⁾は前に、近畿地方の微小地震について前震や余震の有無を調べたことがありますが、前震・本震型と思われるもの、群発型、あるいは双子地震型というように、大きい地震で見出されているタイプが小さい地震でも存在するらしいことが判りました。(Table 1) もしそうであるならば、現在までに全国の大学に蓄積されている微小地震観測データを用いて発生様式を調べ、その地域性を詳細に研究することは地震予知研究の基礎資料として大いに有用と思われれます。尚又、現在種々の方面から試みられている「前震の定義」に対しても役立つでしょう。

Table 1. (a) Types of occurrence of micro and small earthquakes.

M	Single	Quasi-single	Twin	Complex	Swarm
2.0~2.4	46	9	26	6	24
2.5~2.9	20	12	10	8	7
3.0~3.4	6	5	1	6	6
3.5~3.9	2	2	0	4	5
4.0~4.4	1	1	0	4	1
4.5~5.0	0	0	0	1	1

Table 1. (b) Ratios of earthquakes accompanied with foreshocks.

	Total number	Number of earthquakes with foreshock	Ratio
Destructive Earthquake	329	35	11%
M=2.0~2.4	111	31	28
2.5~2.9	57	25	44
3.0~3.4	24	10	42
3.5~3.9	13	5	38
4.0~4.4	2	1	50
4.5~5.0	1	1	100
Total	208	73	35

微小地震の時空間分布についてもいろいろの研究が発表されています。例えば、鳥取微小地震観測所の観測範囲である中国東部・近畿北部地域には共役の横ずれ断層系が卓越しており、従って微小地震も共役な2方向の線状分布を示しています。しかし時期によって、ある断層系の活動が活発になり他の断層系が静穏になったり、あるいはその逆であったりということがよく見られます。Fig. 3⁵⁾は、1967年から1970年にかけての近畿北部の地震活動を示したのですが、1968年の和知地震 (Fig. 3 の3の矢印) (M 5.6) の活動に関連して、地震活動が移動しているのが見られます。すなわち、和知地震の前には、1図の点線のように西南から東北へ、和知地震の震央へ向って地震活動が移動しましたが、3図で和知地震が起こると、今度は共役な方向 (南東から北西) に活動が移動し、丹後半島の地震活動を励起しています。更に後には、5図と6図に示すように、山崎断層 (図の点線) に沿って南東から北西への移動が起こっています。このような地震活動の盛衰の交替や移動は真のものなのか又はこの時だけの偶然のものなのか、もし真のものであるとすればその原因は何か、そして現在ほどの様な状態にあるのか、このような疑問に答えるためにも、蓄積されたデータを早急に解析する必要があります。でなければ一過性の現象として大切なものを見落したり、あるいは

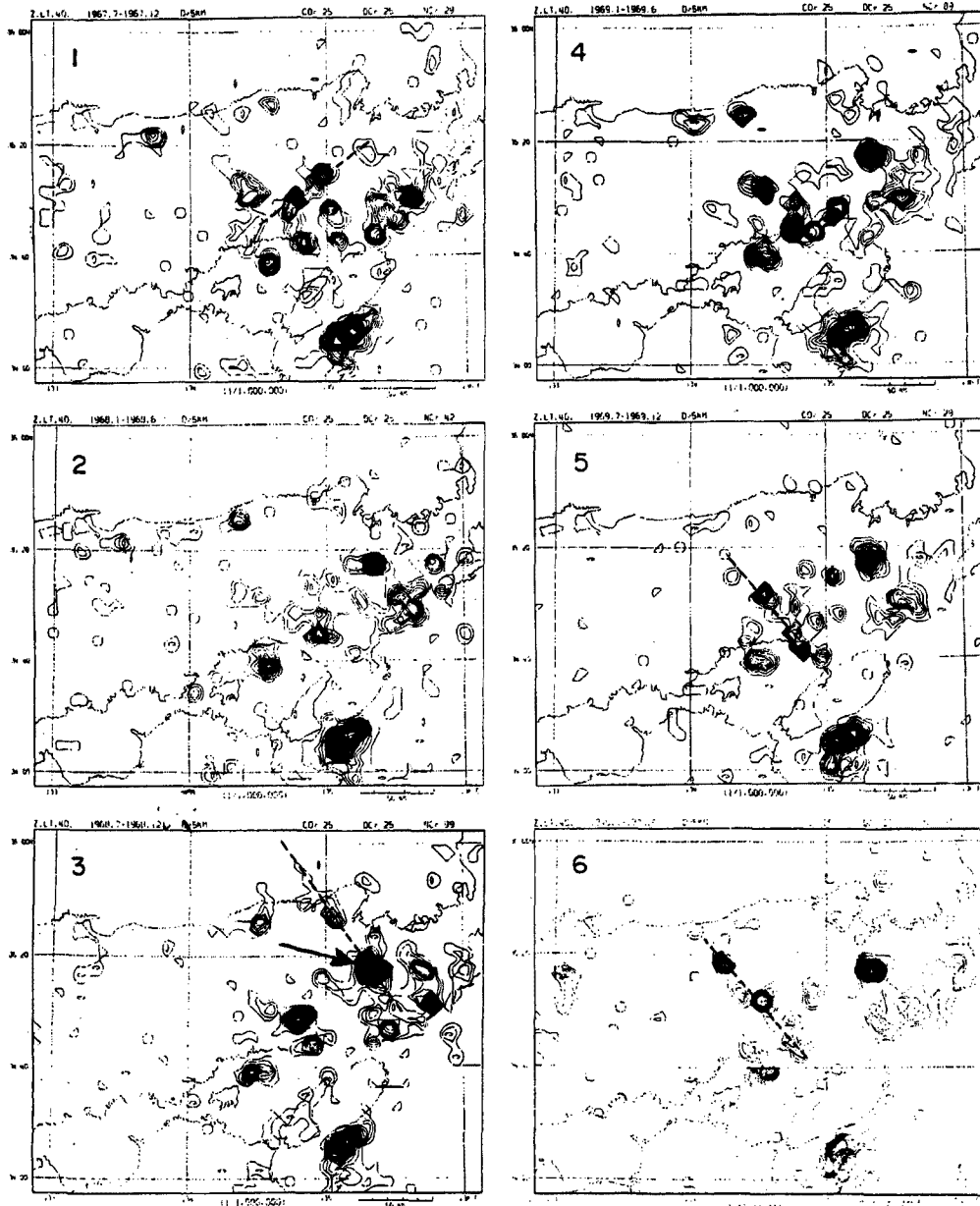


Fig. 3. Contour maps of numbers of microearthquake in every half year.
 1 : July-Dec., 1967 2 : Jan.-June, 1968 3 : July-Dec., 1968
 4 : Jan.-June, 1969 5 : July-Dec., 1969 6 : Jan.-June, 1970

は研究の無駄なくり返しをやる可能性が出て来ると思います。

率直に云って、このような「追試」に属するような研究は業績になりにくいものですし、また他人の発見の確かめということもやり難い場合のあるのは確かです。しかしながら、特に地震予知の研究の推進には2面の研究が必要であることを指摘したいと思います。第1は個々の研究者の自由なアイデアに基づく研究であり、第2には地道な追試の積重ねに基づくものであります。前者がなければ研究の停滞を招くでしょうが、前者のみでは地震予知の達成は不可能であろうと思います。後節の地震予知研究センターの項で触れるつもりですが、後者の地道な積重ね的研究の遂行には、このセンターのように一体化した組織が必要である

と思われます。

以上には微小地震に例を取って述べましたが、地殻変動・地球電磁気・地下水など他の分野でも同様の問題があるでしょう。くり返して述べれば、現在まで蓄積された成果を検討して、できることは総括・評価をしながら進む必要があると思うのです。

4. テスト・フィールドと前兆現象

4.1 テスト・フィールド

前節で述べたように、山崎断層に沿う微小地震の線状配列が昭和40年代早々に認められることになりましたが、丁度この頃から、地質・地形学者による活断層の研究が俄かに活発になり始め、山崎断層が横ずれ活断層であることが明らかにされました。そうなると、微小地震の発生と断層運動とが密接な関連を有するに違いないということで、地震や地殻変動の研究者と地質・地形の研究者とのコンタクトが急速に強まり、共同して交流と討論の場を作ろうという気運が盛上ることになりました。その結果、地質・地形学からは、藤田和夫・杉村 新・伊藤英文、地球物理学から田中 豊・尾池和夫と筆者などが中心となり、TP研究会と名付ける研究会が作られることになりました。この名前は、当時急速に隆盛になりつつあったテクトノフィジクスの頭文字を取ったもので、この会は、文字通り、地質・地形学と固体地球物理学との学際領域としてのテクトノフィジクスに関する研究会でした。この会は大変自由で且活気に溢れたものでしたが、それは各人が何か新しいものを作りたいという熱意によって動いていたからであろうと思います。

これと併行して山崎断層観測計画が持ち上がりました。日本道路公団によって山崎断層観測トンネルが建設され、公団と防災研究所の協力の下に観測が開始されるに到る経緯については、折に触れて述べて来ましたので⁶⁾、ここでは省略します。観測トンネルの竣工は昭和50年夏でしたが、秋頃からは、測地測量・伸縮計による連続観測・地球電磁氣的観測が多くの研究者の協力によって始められ、次いで「山崎断層研究グループ」⁷⁾の結成へと進みましたが、このグループもTP研究会を母体として生まれたと云うことができます。

昭和50年7月、測地学審議会による第3次計画の一部見直し建議が出され、その中にテスト・フィールド集中観測が加えられたことは先に述べましたが、時期としては、我々が山崎断層で観測を始めたのと殆ど同じだったわけです。建議におけるテスト・フィールドの定義は次のようなものでした、「中規模地震の発生の可能性の高い地域にテスト・フィールドを設定し、各種観測を高密度に行い、地震が発生するまで続ける。これにより地震発生前後に生ずる現象を総合的に把握する。また、できれば実験的短期予報を試みる。」すなわち、テスト・フィールドとは短期的予知に役立つ各種の前兆現象の検出とメカニズムの解明を目的とする実験的研究であると云ってもよいでしょう。

一部見直し計画に従って全国的にテスト・フィールド適合地が求められましたが、10数カ所にのぼる候補地の中から、唯一山崎断層が選ばれた理由は、中・小地震の比較的頻繁な発生、現地での観測が割合容易であることなどに加えて、上述したように観測施設や設備、あるいは研究組織などが既に整備されていたということも大きかったと考えられます。

地震予知の特別事業としての山崎断層テスト・フィールド総合観測は、昭和53年から62年までの10年計画として実現しました。現在終了してから3年が経過しましたが、もちろんそれは特別事業の終了という意味であって観測は尚続けられています。この間、特に2回の地震——昭和52年9月30日(M3.7)、及び同59年5月30日(M5.6)——については幾種類かの前兆現象を伴っていたことが地震後に確かめられ、中・小地震にも前兆現象が現われ、従って予知の可能性があることが立証されました。このことについては参考文献^{8),9)}を参照して頂きたいと思います。

一部見直し建議には「……地震が発生するまで継続する。」とありますが、前兆を伴ったといっても1例や2例で任務完了というわけには行きません。山崎断層での地震発生は、M4クラスで4年に1回程度、

M5クラスで12～3年に1回程度という結果が出されています¹⁰⁾。前兆現象を伴うのがM4程度以上とすれば、1組の前兆データを得るのに4年かかるということになりますが、これは地震予知研究推進の上からは遅すぎると云わざるを得ないでしょう。現段階では、地震予知研究の進展は実用化にはまだまだ遠く、なおテスト・フィールド段階にあると云うべきであると考えたのですが、その意味では、テスト・フィールドの増強が、廻り道のようなものであってもやはり本質的なのではないかという気がします。特に大学では、基礎研究がその任務の第一であることを考えれば、各地域にそれぞれ典型的なテスト・フィールドを設けて、それぞれの地域の地震の発生についての性質を追究し、前兆現象の機構の解明をより強力に進めることが必要ではないでしょうか。そこで次に前兆現象の研究について少し述べたいと思います。

4.2 前兆現象について

今までに文献に報告されている歴大な前兆現象を収集し、特に前兆現象の発現から地震発生までの時間—先行時間— T とマグニチュード M との関係求めた、力武のすぐれた仕事¹¹⁾があります。Fig. 4はその結果の1つですが、Table 2に示す20種類に及ぶ観測で検出された前兆現象の T と M の間の関係を示します。これらの前兆現象は、報告者の述べているものが改めて吟味することなく採用されております。にも拘らず、またデータの種類の多岐にわたるにも拘らず、全データが一応 $\log T$ と M の1次関係で表わされるということは驚くべきことと云うべきでありましょう。もっとも、Fig. 4の $\log T \sim M$ のプロットはかなりのバラツキを持ち、 M に対して T は2桁位の幅がありますから、この図をそのまま実際の予測に適用するには無理があります。また、それぞれの種類毎のプロットを見ますと、種類によってかなりの違いがありますから、それらを1つにまとめることも問題でしょう。しかし、それでも一応の傾向が見出されるということは、報告された前兆現象の多くは真のものであるであろうということ、更に、これらの前兆現象発現のメカニズムが全く無関係だとは云えないだろうということを示唆しているのではないかと思います。

さて、観測された現象が真の前兆であるか否かを判断するのは仲々難しい問題であります。1つの考え

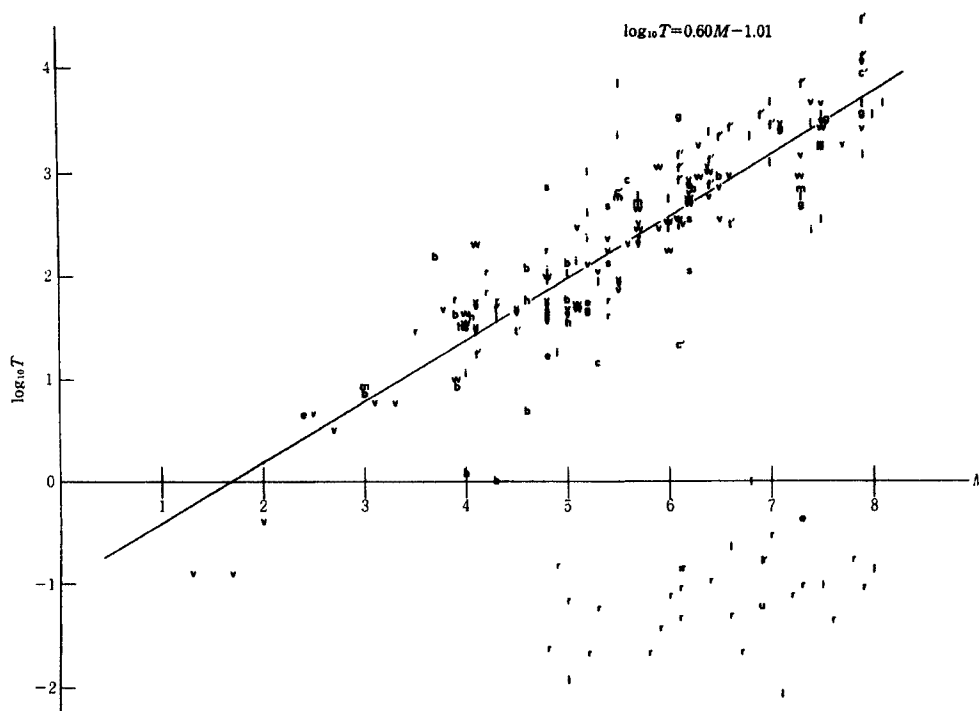


Fig. 4. Logarithmic precursor time in days versus magnitude (after Rikitake¹¹⁾).

Table 2. Items of precusory phenomena in Japan (after Rikitake¹¹).

項	目	符 号	データ数	項	目	符 号	データ数
重	力	j	1	Q	値	Q	1
測	地	l	12	傾	斜 (振子)	t	46
検	潮	k	9	傾	斜 (水管)	T	11
前	震	f	128		歪 (伸縮)	h	17
b	値	b	15		歪 (体積)	H	24
微 小 地 震		m	10	地	磁 気	g	5
発 震 機 構		s	1	地	電 流	e	10
地 震 波 速 度 変 化		v	16	比	抵 抗	r	30
地 震 活 動 パ タ ー ン 変 化		p	14	比	抵 抗	R	9
異 常 地 震 活 動		a	13	電	磁 放 射	w	7
地 震 活 動 空 白 ・ 静 穏 化		q	12	ラ	ド ン ほ か	i	15
地 震 波 形		F	2	地	下 水 ・ 温 泉	u	10
				合	計		418

方として、いわゆる pre-seismic な現象と co-seismic な現象とが共に観測されたものは、前兆現象である可能性が高いと云えるのではないのでしょうか。その例として、Fig. 5 に、山崎断層テスト・フィールドにある塩田温泉の自噴泉水中の電気伝導度の変化を示します¹²⁾。図中の矢印は、断層に沿い観測点から 10 km 位離れた所に起こった地震を示します。地震の数日前から電気伝導度のスパイク状の増大が見られますが、地震時にそれが止まるとともに伝導度は急激に減少、以後かなり長期間をかけて恢復して行く様子が認められます。

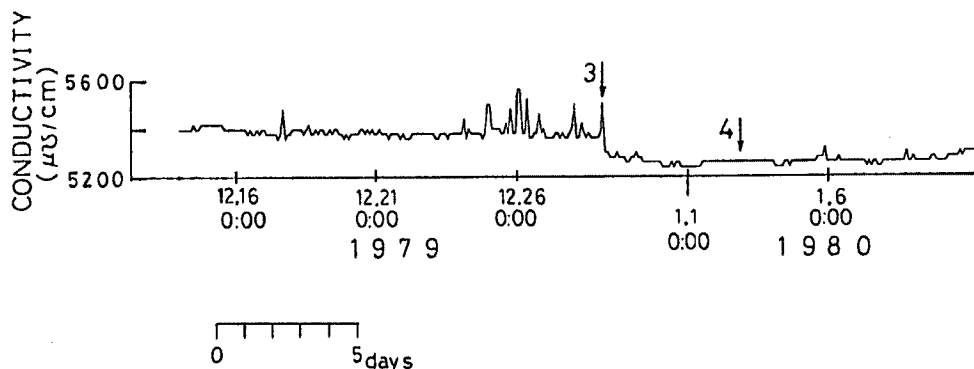


Fig. 5. Time variation of electric conductivity in groundwater at Shiota mineral spring and its relation to some near earthquakes (after Koizumi¹²⁾).

しかし本当に前兆現象であることを云うには、ある決まった種類の地震の前に必ず決まった形の前兆現象が附随すること、そしてそう云った地震の発生していない時はそのような前兆現象は観測されないことという、1対1対応が成立つことを示さねばなりません。このような1対1対応を立証するのは、実際にはかなりむづかしいことでもあります。まず、同じ条件下に起こっている地震をどのようにして決めるのかが問題です。従って、同じ前兆現象の期待できる地震などというものはそう簡単には決められないのです。結局は、「前兆現象と思われるもの」の事例を多数集めて、それらの比較検討から経験的に地震と前兆現象との

対応をつけて行くしかないと思われます。そう云う意味で、今後の観測が重要であるとともに、今まで収集されている前兆現象の観測例の再検討が必要であります。

1対1対応が比較的良好に認められる例を1つ挙げておきます。Fig. 6(a)は、Fig. 5の例と同じ塩田温泉の自噴泉水中に含まれる塩素イオン濃度と、Fig. 6(b)に示す地震の発生の関係を示しています¹³⁾。これらの地震は、山崎断層周辺に起こった M 3.5 以上の地震、及び中国東部・近畿北部地域に起こった M 6 以上

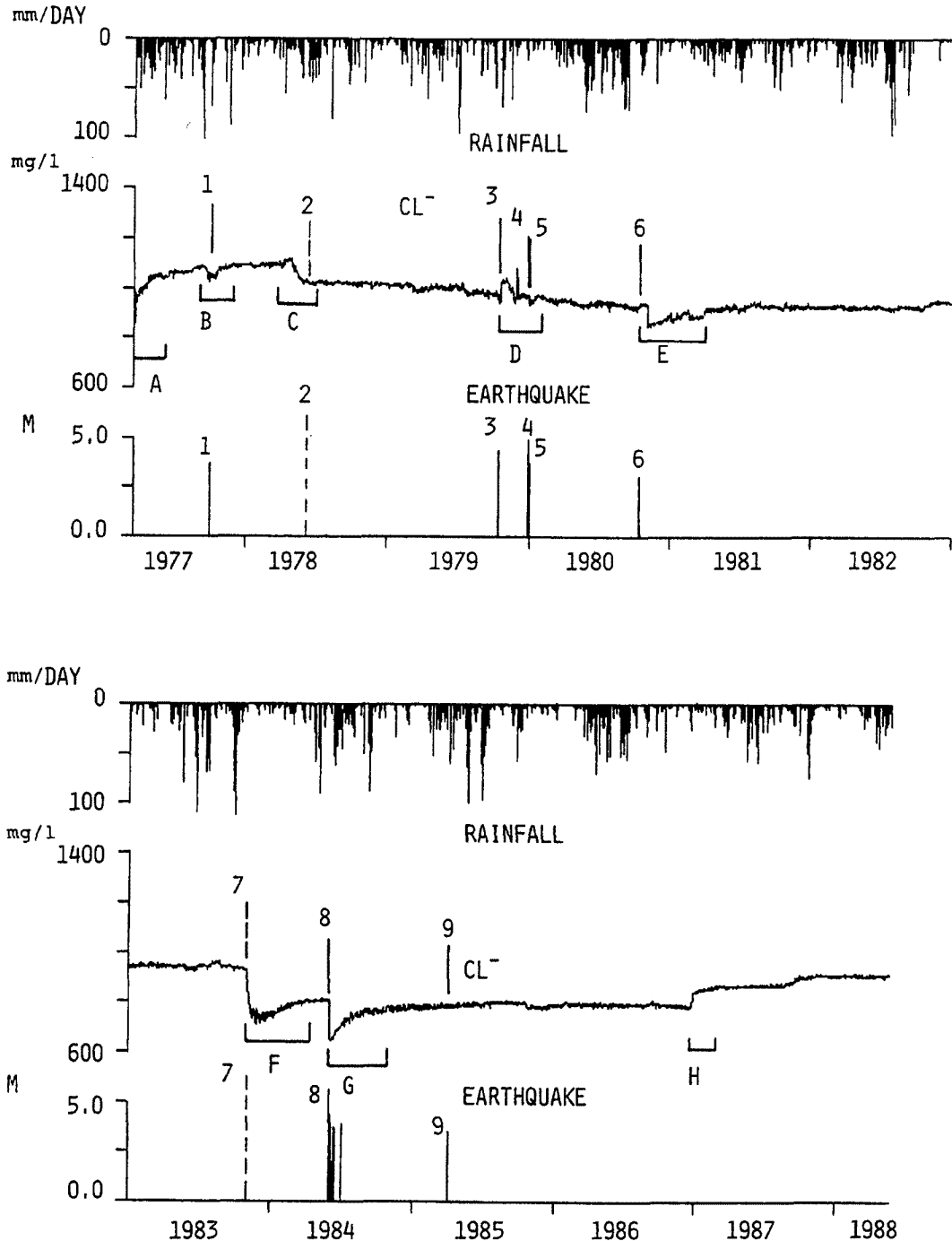


Fig. 6. (a) Time variation of chlorine ion content together with main earthquakes and precipitation. Earthquake numbers are referred to Fig. 6. (b) (some added to Koizumi et al.¹³⁾).

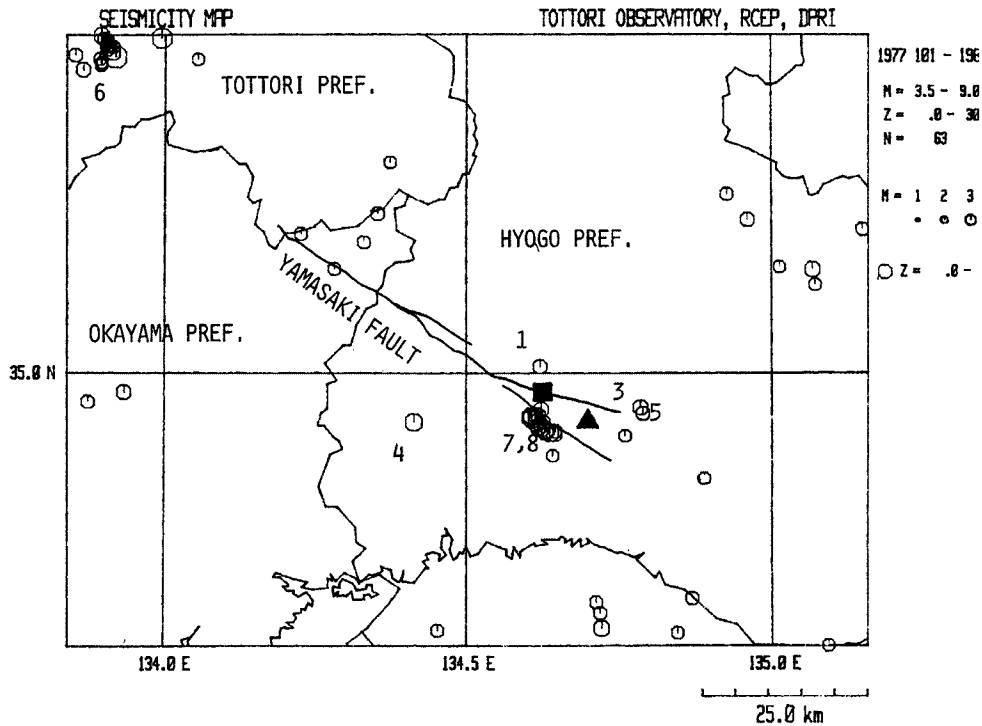


Fig. 6. (b) Earthquake distribution shown in Fig. 6. (a).

の地震という基準で選ばれたものです。殆どどの地震の発生に伴って塩素イオン濃度が変化しているのが判りますが、地震のない時にこのような変化が起きていることはありません(Hは人為的原因によるものです)。従って、この場合の地震発生と塩素イオン濃度変化との1対1対応は大変うまく行っていると云えます。しかしながら、地震時の塩素イオン濃度変化のパターンは必ずしも同じではありません。ほぼ前半(地震6まで)のパターンと、後半の鳥取中部の地震(M6.2)(地震7)以後のパターンとは異なっています。特に地震7と地震8(山崎断層の地震, M5.6)とは同じパターンを示し、co-seismicな変化と post-seismicな変化は認められますが、pre-seismicな変化(前兆現象)は現われませんでした。このように地震と異常変化との1対1対応だけでなく、異常変化のパターンのユニークネスが必要となります。

以上述べたような何らかの異常変化の再現性ということに関連して、以前よく報告された、京都大学の水平振り型傾斜計による大地震発生前の異常傾動は興味があります。報告された大地震は、鳥取(M7.4)、東南海(M8.0)、南紀(M6.7)、大聖寺(M6.8)、吉野(M7.0)、大台ヶ原(M6.0)、日向灘(M7.0)、北美濃(M7.0)、白浜沖(M6.4)、越前岬沖(M6.9)などで、その殆どがM7クラスの大地震です。従って、最近この種の報告の見当たらないのは、現在の西南日本の地震活動の低いことに依るものかも知れず、再び大地震発生に伴って、同様な異常変化が現われるかも知れません。くり返しになりますが、このような研究結果は、そのままにせず追跡調査をすることが望まれます。

もう1例、山崎断層テスト・フィールドにおける宮腰¹⁴⁾の自然電位観測結果を挙げておきましょう。Fig. 7はその1部分ですが、昭和59年の山崎断層の地震(M5.6)の際観測されたpre-seismicな自然電位異常変化を示しています。この観測は現在も尚続けられていますが、先述した1対1対応はかなり良く成立っているように見えます。

さて、浜田¹⁵⁾は前兆現象について、「(前略)前兆らしき異常現象を取出す判断の基準を可能な限り第三者にも判るように記述し客観的に定義すること。これは大変困難な仕事であるが、比較的単純な観測量の場合だけでも基準化をすべきである。(後略)」と述べていますが正にその通りであると思います。

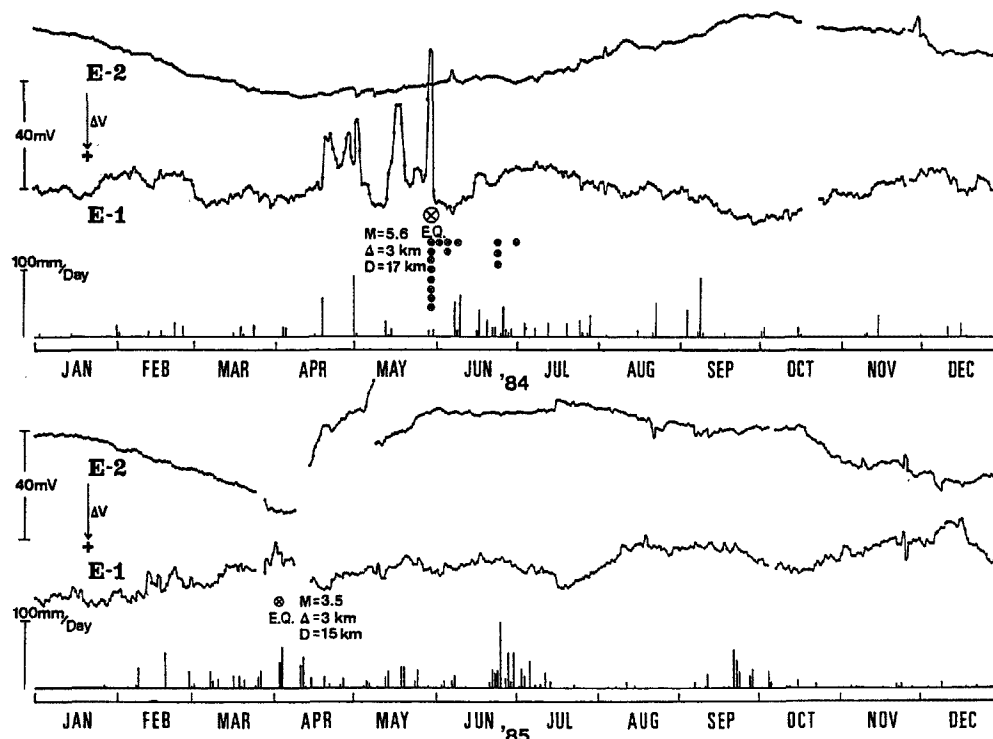


Fig. 7. Time variation of electric self-potential difference at Yamasaki fault and precursory change relating to the earthquake on May 30, 1984 (after Miyakoshi¹⁴⁾).

最後に、前兆現象発現のメカニズムの研究の強力な推進がなされなくてはなりません。先に述べたように、第5次計画の建議の中に、「基礎研究として特に前兆現象の発生機構の仕組みと、前兆現象を理解するためのバックグラウンドの研究が重要」とありますが、これは未だそのまま通用することでありませぬ。私は、大学における地震予知研究の最重要なものの一つがここにあると考えておりますが、前兆現象の理解のためにも、更に前兆現象の新しい観測・検出法開発のためにも、メカニズムの研究は不可欠でありませぬ。

一方、このような前兆現象のメカニズムの研究の推進は、将来を担うべき院生や学生諸君の教育のためにも有用であります。むしろこの困難な問題に対して若い頭脳を活用することは極めて望ましいことです。難しさを恐れて、予知と直接関連しない方面にのみ教育の重点を置くとすれば、それは地震予知の将来にとってマイナスとなると考えるのであります。

5. 地震予知研究センター

平成2年6月8日、防災研究所附属地震予知研究センターが発足しました。このセンターの組織や内容について事細かに述べることはこの稿の目的ではありませんので、以下には極く簡単に触れるに止め、前節までに述べて来た地震予知研究のためにセンターの果すべき役割について考えてみたいと思ひます。

第3次計画によって大学の地震・地殻変動観測のテレメーター化が行われましたが、それを契機として、京都大学における研究体制の再編成の必要が云われるようになりました。従って、今回の統合・再編成の実現まで15年の歳月が過ぎたこととなりますが、統合・再編成の必要理由は、基本的には当初とそれ程変わってはいないと思ひます。1つには、統合・再編成によって研究体制を整備し、種々の分野の研究の拡充と発展を図ること、第2には、観測面での統合・再編成によって、観測の広域化・効率化・高度化などを目標

すことの2点が、当初から基本理念として挙げられていたと思います。その後、地震予知計画の進展と、一方で固体地球科学自体の発展によって、地震予知体制の見直しが益々その重要性と緊急性を明瞭にして来たと言えましょう。

我々の研究センターの組織はいわゆる大部門的であり、7つの研究分野、8カ所の観測所、それに総合処理解析室と総合移動観測班を一体として有しています。すなわち、それらは独立の官制を持つものではなく、種々の意味で相互間の壁は存在していません。従って、センターの構成員は基本的には個人としてセンターに所属し適当な部所に配置されますが、必要な場合には、自発的にグループを形成して共同研究を行うことができるようになっていきます。この方式は、第3節の終りに述べたような、個人の新鮮自由な発想による研究の推進と、地震予知のための地道で且長期にわたる共同作業とを両立させることを可能にするであろうと考えるのですが、恐らくこの点が、センターの最も大きな利点の1つではないかと思えます。

観測所についても同様で、従来のように個々に独立したのではなく、センター所属の観測所群として全体的責任体制の下に運営されます。もちろん、各観測所にはそれぞれの設立目的と独自の観測業務がありますから、実際には別々の観測活動を行う部分も多いでしょう。しかし、センターとしての広域的且総合的観測の遂行のためには、将来計画も含めて、全体的な運営が不可欠でありましょう。

最後に大切なことは、上記の理念に従ってセンターを有効に機能させるのは人間であるということです。このセンターの説明に、私は随所に有機的協力が必要であると述べて来ましたが、それには当然、人間の介在、人間の努力という意味がインプリシットに含まれております。このようなことをいかにうまくやって行くかが、センターの将来にとってのキーポイントであると思えます。

6. 大学の地震予知研究の今後についての2, 3の意見

さて、第7次計画を当面の課題とする地震予知は今後いかに進むべきでしょうか？ 特に大学の役目や、更にわれわれの地震予知研究センターの進むべき方向はどのようであるべきでしょうか？ 先述のように、平成3年度から今後の計画策定へ向けての作業が開始されるのでそれに期待したいと思えますが、ここでは極く個人的な考えを2, 3述べて見たいと思えます。

京都大学では、現在、テレメーター観測網のインテリジェント化が進められています。これは、現在の観測を多項目・高密度・高精度化しようとするものであり、更に、これらの観測データについての総合処理解析システムの導入も計画されています。このような観測の高度化や資料処理の総合化は、地震予知研究にとって大変望ましいことであるのはもちろんですが、ただこれらの大学附属の優れた観測網を将来いかに維持して行くかについては、真剣に考える必要があるのではないのでしょうか。すぐ後で述べるように、将来各地域（例えば西南日本地域といった）における大学間の協力は益々必要となるでしょうが、各大学の観測網間の協力も、研究の発展という視点から考えねばなりません。例えば、西南日本の内帯、南海地域、九州地域の観測体制のあり方は現在大きな問題であります。西南日本全域の地震予知研究の推進のためにも、当事者間の真剣な討議が望まれます。

次に、現在進行中の第6次計画の1つの目玉として、内陸地震の基礎研究が始められたこと、全国の大学が3地域で共同して研究を行うことになったことは、第2節の終りに述べた通りです。この3地域とは、東北日本（北大、東北大、弘前大）、相模湾（東大震研）、西南日本（名大、京大、東大理、鳥取大）ですが、それぞれの地域の特性に応じた研究を行うことになっています。内陸地震が初めて地震予知研究の対象に挙げられたことと、それぞれの地域の大学の共同研究という形でとり上げられた基礎研究ということで、新しい試みというべきでありましょう。私見を述べることをお許し頂けるならば、今後の大学における地震予知研究の方向の1つとして、各地域における独自の且きめ細かい予知研究を積極的に取上げるべきではないかと思えます。そこから種々新しい結果や問題が生まれることが期待されますが、このようなやり方は、研究の自由を有する大学によって最も効果的に実行できることと思えます。一方、上記の内陸地震の基礎研究と同

様に、大学間の協力は研究の効果的推進のために是非必要です。例えば、何人かの研究者によって云われている、来たるべき南海道の巨大地震に備えての研究などはその好例と云えましょう。

最後に、私はやはり前兆現象の研究により強力に取り組むべきであると思います。第4節で述べたように、今までに前兆現象と思われるものが多種多様に且多数見出され報告されていますが、残念ながら、それらの詳細な性質も、従ってそれらの発現機構も未だ明らかにされていないと云わざるを得ません。第5次計画においては、基礎研究を前兆現象の仕組理解のための研究と、前兆現象理解のバックグラウンドとなる研究に2大別してありますが、このように前兆現象を正面から認識し取り上げることが重要であると考えます。そのためには、いろいろの新しい観測・研究を推進する必要があるのはもちろんですが、これまでに出版されている成果の見直しや発展、あるいは、今まで報告されている前兆現象例の再検討なども必要と思います。このような前兆現象研究によって、特に短期的予知の手法の確立を図ることが、大学の地震予知研究の重要な責務の1つと考えるのであります。

参 考 文 献

- 1) Hashizume, M.: Investigation of Microearthquakes — On Seismicity —, Bull. Disas. Prev. Res. Inst., Kyoto Univ., Vol. 19, 1969, pp. 67-85.
- 2) 岸本兆方・橋爪道郎・尾池和夫：近畿地方西部における微小地震活動について，京大防災研年報，第9号，1966，pp. 27-45.
- 3) Mogi, K.: Some Discussions on Aftershocks, Foreshocks and Earthquake Swarms — the Fracture of a Semi-infinite Body Caused by an Inner Stress Origin and Its Relation to the Earthquake Phenomena (Third Paper), Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. Tokyo, Vol. 41, 1963, pp. 615-658.
- 4) 岸本兆方：微小地震と地震予知，京大防災研年報，第20号A，1977，pp. 1-17.
- 5) 岸本兆方・尾池和夫・松村一男・渡辺邦彦・佃 為成：西南日本の地震特性，自然災害科学資料解析研究，Vol. 4, 1977, pp. 74-84.
- 6) 岸本兆方・尾池和夫：概論：山崎断層，月刊地球，Vol. 7, No. 1, 1985, pp. 4-8.
- 7) 山崎断層研究グループ：山崎断層研究論文集（1）及び（2），1988，pp. 1-689.
- 8) 岸本兆方（山崎断層研究グループ代表）：1977年9月30日の山崎断層の小地震に伴った諸観量の異常変化について，京大防災研年報，第21号B-1，1978，pp. 1-9.
- 9) 岸本兆方：1984年5月30日山崎断層の地震（M5.6），地震予知研究シンポジウム（1987），1987，pp. 101-107.
- 10) Tsukuda, T.: Long-Term Seismic Activity and Present Microseismicity on Active Faults in Southwest Japan, Earthq. Pred. Res., Vol. 3, 1984, pp. 253-284.
- 11) 力武常次：地震前兆現象—予知のためのデータ・ベース—，東京大学出版会，1986.
- 12) 小泉尚嗣：山崎断層・塩田温泉の水質変動と地震活動（修士論文），1983.
- 13) Koizumi, N., R. Yoshioka and Y. Kishimoto: Earthquake Prediction by Means of Change of Chemical Composition in Mineral Spring Water, Geophys. Res. Letters, Vol. 12, 1985, pp. 510-513.
- 14) Miyakoshi, J.: Anomalous Time Variation of the Self-Potential in the Fractured Zone of an Active Fault Preceding the Earthquake Occurrence, J. Geomag. Geoelectr., Vol. 38, 1986, pp. 1015-1030.
- 15) 浜田和郎：日本の地震の前兆現象に関する統計，地震予知研究シンポジウム（1987），1987，pp. 243-249.

付録 地震予知計画の項目

第1次計画（昭和40～44年）

1. 測地的方法による地殻変動調査
2. 地殻変動検出のための験潮場の整備
3. 地殻変動の連続観測
4. 地震活動の調査
5. 爆破地震による地震波速度の観測
6. 活断層
7. 地磁気・地電流の調査
8. 大学の講座，部門の増設等。

第2次計画（昭和44～48年）

1. 全国にわたる基本的測地，検潮，および大，中，小地震観測
 - (1) 全国にわたる測地
 - (2) 検潮による海岸昇降の検知
 - (3) 大，中，小地震の観測
2. 特定観測地域における研究観測の集約的实施
 - (1) 測量
 - (2) 地殻変動の連続観測
 - (3) 微小地震観測
 - (4) 移動観測班による観測
 - (5) 地殻活構造調査研究
 - (6) 地震波速度の調査研究
 - (7) 地磁気および地電流の観測
 - (8) 深井戸微小地震観測法の開発
3. 観測強化地域の観測
4. 観測集中地域の観測
5. 岩石破壊実験
6. 計画の総合的推進体制
 - (1) 地震予知連絡会
 - (2) センター
7. 人材の養成

第3次計画（昭和49～53年）

1. 日本全域にわたる基本測量
 - (1) 全国にわたる測地測量
 - (2) 大，中，小地震の観測
2. 特別の地域における観測
 - (1) 特定地域における観測
 - (2) 観測強化地域の観測
 - (3) 観測集中地域の観測
3. 人工地震調査・岩石破壊実験等
4. 地震予知体制の整備等

5. 観測体制の整備
6. 人材の養成

第3次計画の一部見直し（昭和50年）

1. 基礎研究の推進

(1) 今後推進すべき基礎研究

(A) 現在の予知研究計画に含まれているが、実施の遅れているもの

- ① 海底地震観測
- ② 地殻応力測定法の開発
- ③ 岩石の大規模破壊実験，活断層

(B) 予知研究計画に含まれていなかったが，今後推進すべきもの

- ① 地震発生過程の理論的及び観測的研究
- ② 地震波速度の時間的変化の観測
- ③ 短周期地殻変動・地球潮汐の観測
- ④ 地殻変動連続観測計器・観測方式の開発
- ⑤ 地下水に関する研究
- ⑥ 電気比抵抗変化等の観測
- ⑦ 陸上及び海底地殻構造探査
- ⑧ ロックバースト測定，重力変化精密測定

(C) 総合的研究

- ① 集中観測（テスト・フィールド）
- ② 全国的ネットワークとデータ処理システムの検討
- ③ すでに蓄積されているデータの全国的規模での総合整理
- ④ 史料地震学的研究

(2) 基礎研究の推進等のための整備方策

- ① 研究プロジェクトチームの編成
- ② 地震予知観測センターの整備
- ③ 測地等移動観測班の整備
- ④ 常置の審査機構の整備

2. 特定地域の観測等の強化

- (1) 首都圏における精密測量網の整備
- (2) 特定地域における反復観測の強化
- (3) 深井戸観測の強化

第3次計画の再度一部見直し（昭和51年）

I. 地震予知観測の強化及びその体制の整備充実

1. 全国の基本的観測の推進
2. 特定地域の観測の拡充強化
3. 観測強化地域，特に東海地域における観測の拡充強化

(1) 長期的予知のため拡充強化すべき観測

- (ア) 測地測量
- (イ) 微小地震観測
- (ウ) 人工地震による地震波速度の時間的変化の観測及び地殻構造の調査

- (エ) 地殻変動連続観測
- (オ) 検潮
- (カ) 地下水に関する調査研究
- (キ) 重力変化の測定
- (2) 短期的予知のための観測の推進
 - (ア) 常時監視体制の整備
 - (イ) 機動的観測体制の整備
- 4. 業務観測体制の整備充実
- Ⅱ. 地震予知の基礎研究の推進について
- Ⅲ. 地震予知関連情報の判定体制の整備

第4次計画（昭和54～58年）

- 1. 長期的予知に有効な観測研究の拡充強化
 - (1) 測地測量
 - (2) 地震観測
 - (3) 地磁気測量
 - (4) 移動観測班による総合精密観測
 - (5) 地震波速度変化の観測
 - (6) 長期的予知に関連する基礎調査
 - (7) 長期的予知のために開発を行う技術
- 2. 短期的予知に有効な観測研究の集中的実施
 - (1) 高密度短周期反復測地測量
 - (2) 地殻変動連続観測
 - (3) 地震観測
 - (4) 地球電磁氣的観測
 - (5) 地下水の観測
- 3. 地震発生機構の解明のための研究の推進
 - (1) 岩石破壊実験
 - (2) 地殻応力の測定
 - (3) 人工地震による地殻構造調査
 - (4) テストフィールド
 - (5) その他の研究
- 4. 地震予知体制の整備
 - (1) データの収集・処理体制の整備
 - (2) 常時監視体制の充実
 - (3) 判定組織等の強化
 - (4) 人材の養成，確保
 - (5) 国際協力の推進

第5次計画（昭和59～63年）

- 1. 長期的予知に有効な観測研究の充実
 - (1) 全国を対象とする観測研究
 - ア. 測地測量

- イ. 地震観測
- (2) 特定の地域において必要な観測研究
 - ア. 高密度短周期反復測地測量
 - イ. 移動観測班による精密観測
 - ウ. 海底諸観測
- (3) 基礎調査
 - ア. 地殻活構造の調査
 - イ. 史料地震学的調査
- 2. 短期的予知に有効な観測研究の拡充強化
 - (1) 地殻変動連続観測
 - ア. 埋込式体積歪計による観測
 - イ. 傾斜計及び伸縮計による観測
 - ウ. 潮位差連続観測
 - エ. 観測線による地殻活動総合観測
 - (2) 重力変化の観測
 - (3) 地震観測
 - (4) 地球電磁氣的観測
 - ア. 地磁気観測
 - イ. 電気抵抗変化等の観測
 - (5) 地下水・地下ガスの観測
 - (6) 首都圏など都市地域における地震予知のための開発研究
- 3. 地震発生機構解明のための研究の推進
 - (1) 前兆現象発生の仕組み理解のための研究
 - ア. 岩石破壊実験
 - イ. テスト・フィールドにおける総合実験・観測
 - (2) 前兆現象理解のバックグラウンドとなる研究
 - ア. 地殻応力の測定
 - イ. 地殻構造調査
 - ウ. 地震波速度変化の観測研究
- 4. 地震予知体制の整備
 - (1) データの収集・処理体制の整備
 - (2) 常時監視体制の充実
 - (3) 予知関係組織の強化
 - (4) 人材の養成・確保
 - (5) 国際協力の推進

第6次計画（平成元年～5年）

- 1. 長期的予知に有効な観測研究の充実
 - (1) 定期的な測量・観測
 - ア. 測地測量
 - イ. 宇宙技術による観測
 - (2) 連続観測
 - ア. 地震観測

- イ. 検潮
- ウ. 地磁気観測
- (3) 機動型観測
 - ア. 陸上総合観測
 - イ. 海底諸観測
- (4) 基礎調査
 - ア. 地殻活構造の調査
 - イ. 史料地震学的調査
- 2. 短期的予知に有効な観測研究の充実
 - (1) 地殻変動連続観測
 - ア. 埋込式体積歪計による観測
 - イ. ボアホールによる複合観測
 - ウ. 傾斜計及び伸縮計による観測
 - エ. 観測線による地殻活動総合観測
 - オ. 潮位差連続観測
 - (2) 重力変化の測定
 - (3) 地震観測
 - (4) 地球電磁気観測
 - (5) 地球化学・地下水観測
 - (6) 首都圏における地震予知のための観測研究
- 3. 地震予知の基礎研究の推進と新技術の開発
 - (1) 岩石破壊実験
 - (2) 地殻応力の測定
 - (3) 地殻構造・物性の調査・研究
 - (4) 内陸地震に関する基礎的研究
 - (5) 新技術の開発研究
- 4. 地震予知体制の充実
 - (1) データの収集・処理体制の充実
 - (2) 地震予知に関する各種資料の保存と活用
 - (3) 常時監視体制の充実
 - (4) 予知関係組織の充実
 - (5) 人材の養成・確保
 - (6) 国際協力の推進

TREADING DOWN THE COURSE OF THE EARTHQUAKE PREDICTION PROJECT IN JAPAN

By *Yoshimichi* KISHIMOTO

Synopsis

The aim of this article is to introduce the course of the earthquake prediction researches in Japan and to show some problems in prediction researches for staff members of Disaster Prevention Research Institute, particularly for young staffs and students.

In section 2, an outline of the Earthquake Prediction Project in Japan which started in 1965 is briefly explained, and some matters in this project particularly important for researchers in universities are pointed out.

In sections 3 and 4, investigations of microearthquakes and test-field project for earthquake prediction at the Yamasaki fault which were both the main research fields for the author are shortly mentioned regarding not only the results of investigations but problems to be solved in future. Particularly it is emphasized that investigations of mechanisms of precursory phenomena and methods of short-term prediction should be pushed more strongly by various means including reexamination of many precursory phenomena reported until now.

In section 5, the Research Center for Earthquake Prediction, Disaster Prevention Research Institute is touched on its constitution and function.

In section 6, some personal ideas of the author were proposed for the future researches of earthquake prediction in the universities.