

地震予知と研究の現状*

高 田 理 夫

1. 序

わが国は世界屈指の地震国であり、世界で起こる地震のうち15%がわが国で起こっている。昔から地震の災害は人的・物的両方面にわたって莫大なものである。地震の恐怖は、何の前ぶれもなく突如として起こり、大地を揺り動かし、時には大地を壊し、建物を倒し、構造物を破壊して、われわれの生命や財産を奪い去るからであり、人間生活にとって一大脅威である。

この、ある日突然に起こるといふ地震の恐怖は地震予知への期待となり、また生命・財産の保全は地震によって倒れない建造物・壊れない大地や構造物実現への願となって、地震学や耐震工学の研究を促進してきた。耐震工学の研究は現在では目ざましい進歩をみせ、その成果は土木や建築その他いろいろな分野に取り入れられ、実用に供されている。これに引きかえ地震予知の研究は遅々として進まず、やっと10年位前から本格的な研究がなされるようになった。考えてみれば、大変遅きに失し、奇異に感じられるが、これをもって、地震学者は地震予知に無関心であったとか、この重要性や必要性を感じていなかったとかきめつけるのは余りにも酷であり、当をえたものとは言えない。昔から大地震の後では、きまったように、“地震の予報はできないものなのだろうか。”とか“地震が予知できれば、対策がたてられ、このような被害をうけずにすんだのに。”とかいふ声があがる。地震学者にこのような国民の声が聞こえないはずはなく、彼等は身を切られるような思いでこれを聞き、地震予知の実用化をめざして地道な研究を重ねてきたのである。地震の予知、すなわち地震の規模・起こる場所・起こる時の三つを前もってはっきりさせるためには、他の現象の予知や予報と同じように、地震の発生を支配する法則、すなわち地震の正体がわからなければならない。地震予知の研究はそのまま地震の本質の探究であり、地震学の究極の目的は地震予知の達成にあるといってもよい。しかし、現在のところ残念ながら地震の本質や原因については殆んどわかっていないといっても過言ではない。何しろ地震現象は大きい地球を発生のもととし、またその影響圏としており、特に地震の起こる場所は大体地下600~700kmまでの部分ではあるが、人類は未だここに到達するすべを持っていない。しかし、いろいろな研究から推測すると、この部分は決して一様なものでもなく、簡単なものでもない。性質の異った岩石がモザイクのように縦横・上下に隣り合い、からみ合って、しかもこれらが伸びたり縮んだり、上ったり下ったり、しわになったり壊れたり、さまざまな運動をしている。地震はこのような複雑極まりない現象が起こっている所を舞台にして発生する自然現象であるから、到底簡単にこれを解明することはできない。また、物理学や化学など、いわゆる実験科学と呼ばれるもののように、条件を簡単にしていろいろのことを試してみる、いわゆる実験という手段を繰り返して、研究を進めることも不可能である。われわれが地震を研究していくための直接の資料は、昔から行なわれてきた、いろいろな計測器による観測記録と過去千数百年にわたる記録だけであり、自然が行なう実験である地震そのものを一つ一つ経験することにより、不明な点を少しずつ解明し、地震に関する知識を深めてきたというのが事実なのである。近代地震学が明治の初期、わが国において、諸外国から招へいされて来日した外国人学者によって始められて約90年、この間にわれわれの知識を深めることができるような大地震はそう度々起こってはくれなかった（度々起れば大変なことだが）ので、地震の本質や原因については不明な点が多い。一応現象論的には地震とは地下のある部分から突然エネルギーを放出する現象であるということではできるが、これには(1)この巨大なエネルギーがいかな

* 防災研究所創立20周年記念講演 (1971年11月27日)

る種類のものであり、いかにして蓄えられ、(2)いかなる条件の下で、いかなるきっかけで、(3)どのような過程を経て、形を変えて地震波動となり発散されるか等いろいろの問題がある。現在これらを総括した地震の原因についての定説はないが、これらの一部を説明するような説は多くある。例えば、マントル熱対流説から発展した海洋底拡大説あるいは海底更新説、海底移動説や最近脚光をあびているプレート・テクトニクス(構造地質学)は前述(1)のエネルギーの由来や蓄積に関する一つの考え方をのべている。地球はよく卵に例えられるが、大きくわけて三つの部分からできている。一番外側の殻に当たる部分を地殻といい、大陸部分では約 40 km 海底部分では約 5 km の厚さをもっている。その内側の卵の白味に当たる部分はマントルと呼ばれ、地下 2900 km まで続いている。その下の中心部分、卵の黄味に相当する部分を核と呼んでいる。地球内部は放射性物質が多く、放射能によって発生する熱はだんだん地球内部にたまり温度が上がる。内部深くの温度の上昇に伴ない、熱せられたマントル下部の物質は膨脹し、比重が小さくなって上に昇り(年に数 cm 位の上昇速度で)、いわゆるマントル対流が起こる。このようにして地表近くまで上ってきた物質は地殻を持ち上げ海嶺(海底大山脈)を造り、最後には尾根の部分突き破って噴き出す。このようにして新しい海底地殻(ここでいう地殻は前述の海洋底地殻とマントル上部をいう)が造られては左右に分かれ、マントル対流の上昇速度に等しい年に数 cm という速さで拡がっていく。北太平洋を例にとるならば、東太平洋南部から北上し北米大陸沿岸に達している東太平洋海嶺で生産された海底地殻は、厚さ 100 km 位の板(プレート)となる。西に向って進むものは、はるばる日本列島の東方に達して、ここでアジア大陸から日本列島にかけてはり出している大陸プレートと衝突し、陸のプレートより重い・堅い海のプレートはこの大陸プレートの下へ沈みながら斜にもぐりこんでいく。この沈み込み口では地殻はひきづりこまれて日本海溝となる。この場合沈み込むプレートの接触面では摩擦のため、地殻(大陸プレート)は変形をうけてひずみ、破壊し、また沈み込んだ海洋プレートは自重による引張りのため、脆い部分は破断する。海溝附近の地震は、このような岩石の破壊によって生じる。事実十勝沖や三陸沖など日本海溝の附近には巨大地震が多い。これらを模式的に画くと Fig. 1 のようになる。また弾性反撥説と呼ばれる一種の断層説やマグマ貫入説などは岩

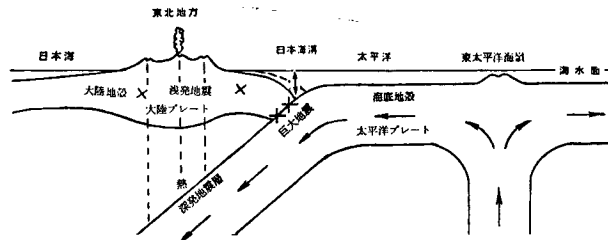


Fig. 1 東北日本の下プレートの動き想定図

石の破壊による(3)の機構の原因について述べたものといえる。弾性反撥説によると地殻に、ある種の力が長い間加えられると、変形してひずみ、この変形がある極限に達すると地殻の中の弱い面にそってすべり(断層)が起こり、変形していた地殻は自分の弾性ではね返って元の状態にもどる。この時に地震が起こるといえる。また、マグマ貫入説では、マントル熱で溶けた岩石、いわゆるマグマの圧力が次第に増加し、ある極限に達すると周囲の岩石を突き破ってその中へマグマが入りこみ、この時地震が生じると述べている。これらはどれも地震波動が岩石の破壊により放出されることを説明している。(2)のどんなきっかけで地震が発生するのかという、地震誘発の原因についても多くの説がある。例えば月の引力やこれにより生ずる潮汐なども含めて天体の引力、地下水の増減や地下水圧の変化、気圧や気温などの気象の変化が引金的な役割をされると考えられている。

このように地震の原因については、現在のところ定説はないが、一応地震は、地下に絶えず働いている巨大な力のために岩石は変形し、脆い部分はある極限に達すると大破壊を生じ、ここに貯えられていたエネルギー

ギーが瞬時に解放され、この時生じた地震波動が四方に伝わり大地を揺り動かすものであると考えられている。このように地震の本質についての知識は至って貧弱なものであるため、地震の予知などできるはずがない。従って地震の原因がわからない以上地震予知などというものは、しかるべき地震学者のタッチすべきものではないと、言う地震学者さえあって、長い間地震学者の間では、地震予知を口にするのはタブーとされ、地震予知については悲観的な見方が強かった。それが、最近になって情勢は大きく変わり、地震予知の実用化を旨とし積極的に研究を行なうべきであり、そうすれば地震予知の達成も不可能ではないと考える学者が多くなり、後述するように、昭和40年度から全国的な組織で本格的に地震予知の研究に取り組むようになった。世論の力もさることながら、地震学者の決意のほどがうかがえる。

2. 地震の予知の方策

わが国の地震学が精密科学として学問体系をとるようになったのは、明治初期の西洋近代科学の導入によって、計測的・数理的研究が始まってからである。明治5年(1872)に日本では最初の、地震計による地震観測が始められ、地震計の開発とそれによる観測に主力が注がれた。それから19年後、明治24年(1891)に濃尾地震が起こり、大災害をもたらした。これを契機に災害予防を目的に震災予防調査会が設立され、地震予知の研究が取り上げられた。以来地震予知に関する研究が行なわれるようになったが、この研究を大別すると二つになる。一つは統計的な予測法の研究であり、他の一つ地文学的な予知法の研究である。

2.1. 統計的予測法

前者の統計的予測は、史料にもとづく地震記録から、ある地域にどの位の頻度で地震が起こったかを調べ、今後の発生確率を予測する(どのような周期で地震が起こるかを予測する)ものである。わが国のように史料に恵まれ、かなり質のよい資料が約1500年にもわたって残っている場合は、地震についての観測資料や智識に乏しい初期の段階においても手がけられる研究である。

過去の大地震の記録を見ると、大地震は同じような場所に何回も起っている。何か地域毎に、それぞれ特徴のある繰り返し性があるようであり、その繰り返しの年数の間に多少の規則性がうかがえる。すなわち、ある地域の地震の発生には周期性があるように見える。これはその地域に大地震を起こさせるに必要な地震エネルギーの蓄積レートが一定であると考えればありうることである。従って、適当に地域を定め、そこに起こる地震の周期を求めようとする試みが生れてくるわけで、それぞれの地域ごとに周期が求められた。最近よく聞く、南関東地域における大地震の69年周期説はその代表的なものと言える。これは河角広・東大名誉教授が弘仁9年(818)以来、鎌倉地域を襲った強烈震32個をフーリエ解析して得られたものであって、一つの大地震(マグニチュード7以上)の後、69年目から前後13年の範囲をもって次の大地震が起こるといふ説である。関東地方では、大正12年(1923)の関東大地震から数えて69年目というところ、昭和67年(1992)であり、前後13年の危険期を考慮すると、昭和54年(1979)から地震の起る危険期に入ることになるが、時あたかも三浦・房総両半島一帯の測量から当地域の地殻の異常変動が検出されたのと、昨年(1971)2月のロス・アンゼルス地震の悲惨な経験とが重なり、東京に大地震近しということで、この69年周期説は一躍脚光をあびるようになった。このように統計的に周期が求められている場所は他にもたくさんあるし、また同一地域で求めた周期も統計の仕方により異なったものとなる。統計的に地震を予測するのは、統計的に求めた人間の平均寿命から人の死を予測するようなものであり、また梅雨を予測するのにも幾分似ている。日本では6月初旬から7月中旬頃までは小雨が降りつづき、いわゆる梅雨の季節となるが、来年も再来年もおそらくこの時期になれば小雨が降り梅雨となるだろうことは誰でも予測することができる。これはわれわれの長年の経験、すなわちわれわれが過去の資料をもとにしてなし得る統計的な予測である。暦では毎年6月11日か12日が入梅であり、梅雨は1年周期で繰り返しやってくることになる。しかし、この入梅の日から小雨が降り、梅雨に入ることの方が稀で、梅雨入りは早やかかったり遅かったり、また全然雨が降らない空梅雨の年さえもある。人間は誰しも自分は平均寿命まで生きられるとか、平均寿命がくれば必ず死ぬとか思っていないように、暦の入梅の日から雨が降り始め梅雨になるとは思っていない。このように実際と合い難い予

測であっても、それはそれなりに、われわれにとっては大切な役目をしている。例えば梅雨になれば降雨のため河川が増水するから堤防の補強をやるとか、水防用具を整えるとか、雨が降れば何時でも田植ができるように農作業の計画をたてるとか、この時期を避けて旅行プランをつくるとか、対策や計画をたてる際には大いに利用されている。地震の場合も同様に、いや更にそれ以上に、統計的な方法では、予知はし難いが、どの地方には、何年位に 1 回の割で大地震がありそうだとということがわかるだけで、次の地震に備え、計画的に震害の防止・軽減対策をたてるのには役立つし、また大いに利用しなければならない。

2.2. 地文学的予知法と地震予知研究計画

大地震が周期的に起こるものであれば、地震予知は統計的な方法により、とうの昔にできているはずである。実際はそうではなくて、地震は不規則ではあるが、しかし繰り返し起こっているというのが実状であるらしい。このように不規則ではあるが、繰り返し起る大地震を予知するにはどのような方法をとればよいだろうか。前述の梅雨の例を続けよう。日本附近では、夏が近づくと、南方洋上にある小笠原高気圧から吹きだす高温・多湿の空気と北方にある冷いオホーツク海高気圧からの空気とがぶつつかって、東西にのびる、いわゆる梅雨前線ができる。この前線が日本附近に長い間停滞し、この前線にそって小低気圧がゆっくり東進し雨を降らせる。これが梅雨である。従って、雨の降る日を正確に予報しようと思えば、精密な気象観測により、小笠原高気圧やオホーツク海高気圧の状態、梅雨前線の位置や小低気圧の発生状況などをとらえ、理論的な解析を施せばよい。これに反して、前にも述べたが、地震は梅雨とは異なり、発生の原因について不明な点が多いから、現在では地震予知の問題を観測資料を基に理論的に解くことができない。しかし、地震の発生前にだけ起こるという現象、つまり地震の前駆現象を探し、これと地震発生との関係を調べれば、地震予知の有力な手掛りをつかむことができるだろう。この手掛りを基に研究を進めれば地震は予知できるはずである。

このような考えのもとに、一応地震の発生と関係がありそうに思える物理量を直接あるいは間接に求めるための観測・測量・調査が行なわれ、各種の資料が集積されてきた。特に京都大学においては、40年位前の地震予知という言葉や研究がタブーとされていた頃から、佐々・西村両先生を中心に地球物理学教室の研究者により各種の観測がなされてきた。昭和26年防災研究所の創設と共に、地震予知の基礎的研究が当研究所の重要研究課題の一つに取り上げられ、地球物理学教室でなされていた観測や研究の大部分を引き継ぐことになった。以来当研究所では伸縮計や傾斜計による地殻変動の連続観測、地磁気偏角計・重力変化計による観測、地殻放射能の観測などを行ない、地震の前駆現象を土地変動や重力・地磁気変化などから検出しようとする努力がなされた。これらと併行して近畿地方を中心とした地震の精密観測から、地震の活動度や地震波速度の精密測定などの研究もなされた。その他多方面にわたり数々の研究がなされたが、特に地殻変動の連続観測が全国各地で行なわれ、数多くの地震の前駆現象を捉えることに成功するなど、日本における主導的な役割をはたしてきた。

また、他の分野でも、新しい観測計器の開発や観測技術の進歩とも相まって、地震予知の手掛りとなるような前駆現象が数多く検出されてきた。ここに至って、ようやく地震学者の間では、地震の本質がどうであるにせよ、その発生に先行する前駆現象を捉えることにより、地震は予知できるとの考えをもつようになった。そうして、昭和36年には、地震予知に関心をもつ地震学者数十名が地震予知計画研究グループを結成し、地震予知研究推進について何回も討議を重ねた結果、昭和37年1月に「地震予知——現状とその推進計画」という計画書を作り上げ、これを刊行公表した。これが地震予知研究のブルー・プリントと呼ばれるもので、国内は勿論諸外国でも大変な関心を集めた。その後、この計画を具体化するため各方面から深い理解と援助がよせられ、すなわち、文部省測地学審議会は研究の重要性にかんがみ、翌年の38年6月に地震予知部会を常置し、計画の具体化についての審議を始めた。また、同年秋の日本学術会議総会では、この計画に基づく研究の推進を政府に勧告することが決議された。翌年の39年6月には新潟地震が起こり、地震予知に対する国民の関心は高まった。測地学審議会は計画の実施について、文部・通産・運輸・建設等関係各省大臣に建議した。翌40年3月には、この計画の責任母体として日本学術会議地球物理学研究連絡委員会の中に地震予

知小委員会が設けられ、ブルー・プリントを実施しやすい形に練り直し、地震予知研究の第1次5ヵ年計画の作製を始めた。また、新潟地震で研究実施の予算化が促進され、昭和40年4月からは予算の一部が認められて地震予知計画の発足を見ることになった。

この計画の主眼は大地震の前駆現象の検出におかれている。すなわち、地震発生の具体的な機構はわからないが、地震の直接の原因は地下における岩石の破壊と考えられるから、地殻はこれに先立って何らかの異常変化を起こすはずである。従って地表附近において直接、あるいは間接にこの異常変化を捉えることができれば、地震予知の有力な手掛りになる。このような考えのもとに、前駆現象として期待される地球物理量を密度の高い観測網による測定や観測から検出すると共に、これについての基礎的実験をやろうとするものである。しかし、これらの測定・観測等は大規模かつ長期的なものであって、少数の研究者、一機関だけの努力では推進できるものではなく、各大学・緯度観測所（文部省）、気象庁・海上保安庁（運輸省）、国土地理院（建設省）、地質調査所（通商産業省）、国立防災科学技術センター（科学技術庁）等が緊密な協力をして実施することになっている。この計画の主な項目は、

- (1) 測地的方法による地殻変動の調査
- (2) 検潮による地殻変動の調査
- (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・活褶曲の調査
- (7) 地磁気・地電流・岩石破壊・地熱の調査

等である。

この計画の初年度に当る昭和40年の8月から松代群発地震が始まり、計画にもられている各種の観測や測量が現地で行なわれた。その結果この研究計画は大体正しいものであることがわかった。しかし随時・随所で必要に応じて各種の観測・調査のできる機動性のある移動観測班や膨大な観測データを迅速に解析処理できる機能を備えた地震予知観測センターの必要が痛感され、翌41年6月には、これらの内容をもちこんで年次計画が手直しされた。このようにして計画が推進され、地震予知に必要な基礎資料が集積されてきた。昭和44年には地震予知連絡会が発足し、関係機関を一体とし集積された資料を検討する連絡会議の体制が確立された。そうして、昭和45年度からは、海底地震観測や東京観測、岩石破壊実験、総合的計画推進体制等を追加して、地震予知の実用化を目指す第2次5ヵ年計画に入った。

3. 地震予知のための各種研究

3.1. 地文学的予知の研究

(1) 地質学的予知

地震を予知する最初の手掛りとしては、地震活動の歴史を地域的に明らかにし、地震の起りそうな地域を推定することにある。もし、今後の地震活動を予測し、将来地震の起りそうな地域を推定することができれば、各種の地球物理学的な観測や研究を、どの地域で重点的に実施すればよいかを考える場合の手掛りが得られ、労力や経費などを合理的かつ能率的に配分することができる。幸い、わが国には大地震の記録が古くから残っており、これを調べれば過去の地震活動を推定することはできるが、これとても1400~1500年程度の歴史であり、地震のような地学的現象の歴史としては、この程度では余りにも短かすぎ、少なくとも何万年という歴史をしらべねばならない。すなわち、有史以前の地震活動の歴史を知らなければならない。ところが、大地震は必ずその痕跡を岩石や地形に刻みこんでおり、ある地域での地質や地形を調べることにより、大地震がいつごろから、どのくらいの時間以降で、何回ぐらい繰り返しているかがわかる。

i) 活断層・海岸段丘・河岸段丘の調査

大地震は大低の場合断層を伴うものであり、この地震断層の変位は既存の地質断層線に沿って生じてい

る。このように新しい地質時代(第四紀)に活動した断層を活断層と呼ぶが、ほとんどすべての既存断層は繰り返し動いた形跡があり、地震断層と地質断層との間には多くの規則性のあることが判っている。例えば、北米のサン・アンドレアス断層は右ずれに一億年以上も動きつづけてきたが、そのうちの一部100km位は動きの生じない部分があり、その近傍には徐々に歪が蓄積され断層間の摩擦力がこの歪力に耐えられなくなると一挙に数mのずれを生じるようになる。これがこの地方に起こる大地震であると考えられている。日本にはこれ程はつきりしたものはないが、北伊豆地震・濃尾地震・福井地震・北美濃地震・奥美濃地震等は活断層として有名な丹那、阿寺、跡津川断層系の活動と関係があるようである。

海岸段丘や河岸段丘は新しい地質時代の土地の隆起を示すもので、活断層と同じように過去の地震活動や地殻変動を知ることができる。

このような活断層・海岸段丘や河岸段丘の調査を全国的に行なえば、過去の地震活動が推定でき、今後の地震活動を予測する手掛りを得ることができるだろう。

ii) 活しゅう曲の調査

いろいろな調査や測量を行なうと、長期間にわたって土地が隆起や沈降を続けている地域があり、その地下を調べると、地層は横圧力をうけて波のように押し曲げられ、峯の部分(背斜構造のところ)は隆起を、谷の部分(向斜構造のところ)は沈降を続けている。このようなところを活動しゅう曲と呼んでいるが、これらの調査を行なうことにより、新しい地質時代の地殻変動の進行の推移を推定することができ、今後の地震発生を予知する手掛りを得ることができるだろう。

今までの研究によると活しゅう曲地域で、昭和2年(1927)に新潟県関原地震、昭和30年(1955)に秋田県二ツ井地震、昭和36年(1961)に新潟県長岡地震、昭和39年(1964)に新潟地震などが起っている。関東地震の前後の調査資料によると、平常の活しゅう曲と地震時の変位とは同じである。例えば、地震前には関原を中心とした震源附近の背斜構造部では隆起運動が続いており、地震によってさらに隆起している。従って常時活しゅう曲の推移を調査することにより、活しゅう曲に伴って起る地震を予知する手掛りが得られるだろう。

このような地質学的な諸調査は地震予知を行なうための基礎的なものであり、次に述べる物理的な諸調査とともに多くの成果が発表されている。

(2) 地球物理学的予知

i) 地殻変動の調査

大地震の際に土地が大きく変動することはよく知られている。例えば明治24年(1891)の濃尾地震のときに現われた根尾谷断層は上下のくいちがいが最大6mにも達し、落差の大きいことでは世界的に有名である。明治39年(1906)に米国カリフォルニア州に起った大地震のときに生じたサン・アンドレアス断層は延々440kmにもおよび、水平のずれは最大6mにも達し、延長の長いこと、水平のずれの大きいことでは世界的に有名である。また、昭和18年(1943)の鳥取地震のときにできた鹿野断層は一農家の真下を走っており、家人が戸外に飛び出す際に断層の出現を目撃したということで有名である。このような地震断層の出現は数多く伝えられているが、この外に土地の隆起や沈降も生じる。内陸部では比較するものがなく確認は困難であるが、海岸附近では海面と比較することにより容易に確認できる。特に沈下は海水の浸入による水没により変動がわかる。例えば大正12年(1923)の関東地震では、相模湾北岸・三浦半島・房総半島南部の隆起(最大1.8m)と丹沢地域の沈降(最大1m)が観測されており、昭和21年(1946)の南海地震のときには、紀伊半島南端(約1m)、室戸岬(約1.2m)、足摺岬(約0.4m)がそれぞれ隆起し、高知市附近では最大で1.2mもの沈降があり、広範囲が海水に没した。

地震は地殻やマントル上部からのエネルギーの突発現象であるが、この巨大なエネルギー(地震波動を生じ、断層や地盤の隆起・沈降などの地殻変動を生ぜしめる。)が一朝一夕に蓄積されるとは考えられず、経年的な蓄積によるものと考えられる。このエネルギーの蓄積に伴って地殻は変形し、破壊的な大地震の前には地表面でこの変形を捉えることができそうである。実際地震の前に地殻の変動が認められた例は昔から

数多く報告されている。特に海岸付近では海面の変化、汀線の変化として目撃されている。例えば、寛政4年(1792)の青森県の鯨が沢地震(津軽半島の西つけ根)の際、地震の起る数時間前から急に潮が引き出してあり、また享和2年(1802)の佐渡の地震の際にも、地震の4時間程前に小地震があり、それから、海水が引き始め佐渡が島の南にある小木港が干上がったといわれている。明治以降では、明治5年(1872)の島根県浜田地震のとき、地震の30分位前に潮が引き、浜田浦海岸から150m位沖にある鶴島まで歩いて行くことができるようになった。その他昭和2年(1927)の丹後地震や昭和14年(1939)の秋田県の男鹿半島地震でも地殻の変動が確認された。このような例は皆日本海側の地震に見られるようであるが、これは日本海岸の潮汐変化が大平洋岸のそれに比べ小さいから、見つかり易いというだけであり、何処でも同じような変化があるものと思う。しかもこれらの地殻変動は地域々々で特有な経過をたどるようであり、佐々憲三教授は、地震に伴う地殻変動の一般的なパターンは、

- 1) 緩徐な永年変化
- 2) 変化速度の急速化または変調
- 3) 地震発生, 急激な大変動

という経過をとるとしておられる。このような変動の推移を調べる方法は大きく分けて3つに分けられる。すなわち

- 1) 測地的方法によるもの
- 2) 検潮によるもの
- 3) 傾斜計・伸縮計等を用いた連続観測によるもの

があげられる。

- 1) 測地的方法
 - (a) 上下変動の測定

土地の上下変動を測定するために用いられる一般的な方法は水準測量である。これは水準儀と呼ばれる水平にしてのぞくことのできる水平望遠鏡を用い、基準点からの高低差を順次求める方法である。すなわち、基準点aと測定しようとする点bにそれぞれ標尺を立て、その中間に水準儀を置き両標尺の高さを読み、両者の差をとると2点間の高低差となる。次にbと測定点cとの差を求める。このようにして順次2点間の相対的な高低差を求めて標高の測量を行なう。元来このような測量は、正確な地図を作製する目的で、国土地理院が業務として行なっている。現在、全国主要国道には、2km間隔に一等水準点と呼ばれる測定点が設けられ、これを結ぶ水準路線網ができています。これらの測量を繰り返すことにより上下変動の推移を知ることができ、今までに大地震前後の変動が明にされた例がいくつかある。昭和21年(1946)の南海地震をはさみ、前後になされた室戸・足摺・紀伊半島の水準測量によると、何れも地震前には年々少しずつ沈下しており、地震時にはそれまでの沈下を取り戻すかのように一挙に隆起し、その後は再び沈下している。このように測量から地震前後の変化の概略は知り得るが、しかし何分測量には大変な労力と費用がいるため、20~30年に一度位の割合でしか再測されておらず、不十分な点が多い。また、昭和2年(1927)の新潟県関原の地震・昭和30年(1955)の秋田県二井地震・昭和36年(1961)の新潟県長岡地震などは、偶然にも地震の起る少し前に震央付近を通る水準路線の再測が行なわれたため、ある程度くわしく地震前後の変動を知ることができたが、これらの地震は規模が小さく(マグニチュードが5.5前後)、変動量も小さい点で難点がある。

ところが、幸いにも昭和39年(1964)の新潟地震では、地震前後の地殻変動の様相を明にすることができた。当地域における水準測量は第1回が明治31年(1898)前後、第2回が昭和5年(1930)前後、第3回が昭和30年(1955)前後であるが、その後当地域で問題になった天然ガス採取による地盤沈下を調査する目的で、度々水準測量が繰り返され、昭和39年の新潟地震の発生をみたため、震央付近における地殻変動の様子をかなり詳しく知ることができた。震研の坪川教授らにより明らかにされた新潟市附近の水準変化をFig. 2に示す。これを見ると佐々教授が指摘されたように、緩徐な永年変化が昭和30年(1956)頃まで続き、その後変化速度の急速化または変調が現われ、地震の発生、急激な大変動を生ずる経過がよくわかる。またJ.A.

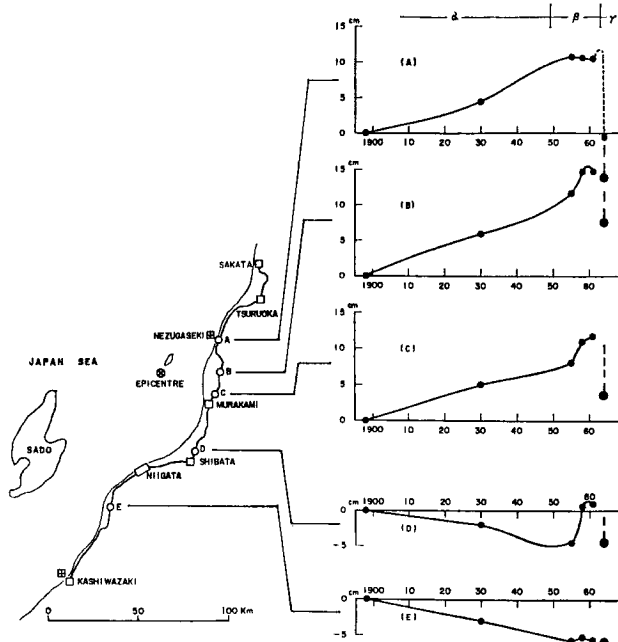


Fig. 2 新潟地震前後の粟島対岸各地の垂直変動 (坪川らによる)

Mescherikov は昭和41年(1966)の中央アジアの南部のソ連タシュケント地震, その他の地震でも同様な変動が見られたので, この緩徐な永年変化期を α 期, 次の変化速度の急速化または変調期を β 期, 地震発生・急激な変動期を γ 期と名づけている。この β 期の検出が地震予知には役立つことになるだろう。この β 期が始まってから地震発生までの時間と地震のマグニチュードとの関係やこのような異常変動域の面積と地震のマグニチュードとの関係を求め, 数量化を計ろうとする試みがなされている。

(b) 水平変動の測定

水平変動を測定する方法として, 昔から行なわれている方法は三角測量である。これは三角形の一辺とその両側の角を正確に測ることにより三角形のもう一つの点が決まり, 三角形の三辺の長さが求められるから, 測量を反復すれば, 各期間での三辺の長さの変化がわかり, 各期間での水平変動量が求められる。これを基にして水平面内の土地ひずみの量を計算することもできる。(現在国土地理院では, 全国に300点の一等三角点を設けており, 隣り合う三角点が形作る三角形は, 一辺が約45kmのほぼ正三角形になるよう配慮されている。このようにして日本中に設けられている一群の三角網を一等三角網という。) 今までの三角測量で地震前後の変動が求められた例は2・3あるが, この測量は水準測量以上に作業が困難なため, 頻繁に改測がなされておらず, 不十分な点が多い。しかし最近, 二点間の距離を直接測定できるジオジメーター(光波測距儀)と呼ばれる機械ができ, 精密な三角測量やトラバース測量も可能になってきた。ジオジメーターは高周波で強弱をつけた光線を投射することのできる本体と反射プリズムとからなっており, 測定しようとする区間の一方に本体, 他方に反射プリズムを設置し, 本体から投射した光を反射プリズムで反射させ再び本体でこれを受け, この間を往復する光の時間差を利用して二点間の距離を測定しようとするものであり, これは一定間隔に縞模様(強弱)のついた光線の物差しを用い, 二点間の距離を測ろうとするのに似ている。このような方法で距離測量を行なうことを光波(距離)測量と呼んでいる。この方法によると数km区間でcm位までの精度で測距ができ, 最近ではレーザー光線の使用で20~30kmの測距も可能になった。光波測量は松代地震の際に, 同地域でさかんに実施され, 地殻の伸縮と地震活動の対応が明かにされており, 大きい所で

3km 区間で1年間に115cmにも達する伸縮変化が検出された場所もある。また最近は大島一三浦半島、大島一房総半島など洋上の長距離測量も反復実施され、今後の結果が期待されている。

(c) 重力変動調査

地球上の物体は万有引力の法則に従い、地球を構成する全物質からうける引力と地球の自転に伴ない生じる遠心力との合力である重力の作用をうけて、地球のほぼ中心に向かって引っぱられている。一般に重力は地球の形やその内部構造の影響をうけるため、逆に重力を調べることにより地球の形や内部の構造についての情報を得ることができる。全国に多くの重力測定点(重力点)を設け、これらの点で重力を繰り返し測定することにより、地震前の異常変化、すなわち地殻の垂直変動に伴う重力点の昇降あるいは地殻の伸縮変動等から生じる地殻やマントル上部物質の密度変化などに起因する重力の異常変化の検出も可能と考えられる。しかし全国的な重力測定が始められるようになったのは最近のことであり、資料も少なく地震前後の重力変化について2・3の報告はあるが、確実なものではない。今後重力測定が頻繁に行なわれるようになれば、期待されるような結果も得られるだろう。

2) 検潮による方法

前にも述べたが、地震の前に急に海水面が変化したり、汀線が変化したりした例が多くあるが、これは地面の急激な垂直変動によるもので、潮位の降下は地面の隆起を、潮位の上昇は地面の沈下を示している。海水面は潮汐のため一日二回定期的に干満があるが、その他気象や海流の影響でも変化する。しかし1年とか2年とかいう長期間の平均をとり、これらの影響を除去したものは、大体一定と考えられ、平均海水面と呼んでいる。従って海岸近くでは平均海水面を規準として相対的に地盤の垂直変動を検出することができる。海面の昇降を連続的に記録する計器である検潮儀の記録を整理し、地震の前駆的な平均海水面(地盤)の異常変化を報告したものがいくつかある。例えば、関東地震の前に三浦半島の油壺においては、地震の起こる5~6年前までは約7mm/年の割合で一様に平均海水面は上昇(土地は沈下)してきたが、その後海水面は降下(土地は隆起)に転じ、地震で約1.2mの海面降下(土地は隆起)を生じた。その後は地震前と同じ約7mmの割合で海水面は上昇(土地は沈下)を続けた。また、三重県松坂港の検潮記録によると昭和19年(1944)の東南海地震の際、永年にわたって徐々に隆起してきた土地が、地震の起こる半年程前から逆転して沈下を始め、沈下速度が急速化して大地震の発生をみている。昭和39年(1964)の新潟地震の際も、鼠ヶ関の検潮記録からも同じような変化が検出されている。すなわち、地震の5~6年前から土地は徐々に上昇し続けていたが、地震の10ヵ月位前から急に沈下に転じ、地震が発生して大きく沈下した。このように検潮記録を整理することにより海水面の異常、すなわち地殻の異常変動を検出することができる。

3) 地殻変動の連続観測

測地学的方法は地殻の変動を確実に検出するという点では優れているが、作業の性質上測量から測量までの時間的間隔には制限があり、連続的な資料を得ることができない。このためには自動記録のできる器械的観測装置が必要となる。海岸地方では驗潮により、ある程度の垂直変動の連続資料は得られるが、内陸部では役に立たない。従って、土地の伸縮や傾斜などの地殻変動を連続的に観測するために開発された器械が伸縮計・傾斜計で、これらには多くの種類があり、それぞれ特長がある。これらの計器による観測は、地下数十m以深の地下坑道でなされており、大体 10^{-9} 程度の伸縮変化・約1/100秒角の傾斜変化が検出できる。地殻変動の連続観測は40年位前から行なわれており、前述したように京都大学では、これに主力が注がれてきた。従って、地殻変動の連続観測に関する研究報告は多く、今までに地震の前の異常変動が観測された例は十数例にも達している。特に、昭和18年(1943)の鳥取地震の際に、佐々・西村両教授が鳥取市の南東約60kmの兵庫県生野鉾山の坑道で観測された傾斜異常変動は、精密な観測計器で、地震の前駆現象が観測されたものとしては日本では勿論世界でも最初である。その時の記録をFig. 3に示す。これを見ると地震の起こる6時間程前から、震央方向が隆起し出し地震が発生している。また昭和27年(1952)7月18日の吉野地震の際には、震央から60kmの由良観測所では7月2日、70kmの井手観測所では7月5日、90kmの逢坂山観測所では7月7日に、それぞれ傾斜方向の転換を起こしており、また井手、逢坂山観測所では6月中旬

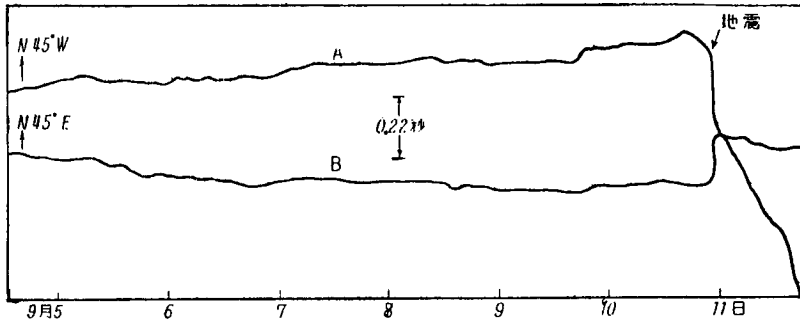


Fig. 3 鳥取地震前後の傾斜変化 (生野鉱山地下深さ 800 m の坑道内の傾斜計による.)

頃から異常伸縮変化を起こしている。(由良観測所には伸縮計が設置してなかった。)松代地震の際には、松代地震観測所に設置されている水管傾斜計は前駆的な異常変化を度々示している。このように地殻変動の連続観測を行なっておれば、前駆現象も比較的容易に検出でき、地震予知の有力な方法として期待できる。

ii) 地震活動の調査

今までの大地震の発生を見ると、①大地震の前に小さい地震が頻繁に起こる場合、②大地震の前に小さい地震がなく突然大地震が起こる場合、③小さい地震が続くが大地震が起こらない場合等があり、大地震の発生と小さい地震の活動との間には何らかの関係がありそうに思える。①の場合は棒などを折る時のように、最初小さい破壊が起り、ついに大破壊に至る場合に当ており、この地震前の小さい地震を前震と呼んでいる。大地震の前に前震を伴った例としては安政元年(1854)の伊賀上野地震・昭和5年(1930)の北伊豆地震が有名であり、他に多くの例がある。②の場合は、地殻歪がどんどん蓄積され一挙に破壊を起す場合であり、非常に危険である。アメリカのサン・アンドレアス断層附近に起こる地震はこれに当る。③の場合は群発地震と呼ばれ、大地震が起こらないまま地震は終息する。このような場所ではエネルギーを大きく蓄えることができず、少し蓄えては破壊を起すのであろう。松代地震やえびの地震はこれに当たると考えられる。従って、小さい地震の活動状況や消長と大地震との関係がわかれば地震予知の一つの手掛りとなるはずであり、今まで余り観測されなかった微小地震 ($3 > M \geq 1$) や極微小地震 ($1 > M$) などの観測を行ない資料の集積を行なう必要がある。

iii) 地震波速度の調査

昭和18年(1943)の鳥取地震の際、その年の3月初旬に震源附近に強震が起こり、その後、附近に余震が続いていたが、同年9月に鳥取地震の発生を見た。佐々教授はこれら一連の地震の京大上賀茂地学観測所における地震記録を解析して、地震前後で地震波伝播速度が変化していることに気付かれ、これは震央附近の地殻変形により媒質の弾性常数が変化し、震央附近を通る地震波速度が変化したためだろうと推測された。その後このような例は中央アジア南部や米国の地震の観測でも見つけられ、またこれを裏付けるような室内実験の結果も得られている。従って、各地域々々で地震波速度の変化を観測すれば、その地域の地殻やマントル上部の弾性的性質の変化、すなわち地震エネルギーの蓄積状況が推察でき地震予知に役立つだろう。

iv) 地磁気・地電流の調査

大地震の起る前には、その震源附近の地殻やマントル上部の弾性、その他の物理的性質も変化する筈であり、古くから地磁気や地電流に変化を生じたという報告が多い。例えば、安政2年(1855)の江戸の地震の際、メガネ屋の大磁石に吸付けられていた古釘や鼠前などが、地震の2時間程前に落ちたと伝えられているが、これは地磁気に変化して磁石の強さが変わったためと考えられる。昭和21年(1946)の南海地震の際、和歌山県勝浦の地磁気偏角が地震の1ヵ月前頃から少しずつ増加し、地震と同時に急減したが、その後徐々に元に戻ったとの報告があり、また昭和9年(1934)の三陸地震や昭和11年(1936)の河内の地震の際にも

地磁気の異常が伝えられており、その他にも地震の前後に地磁気の異常変化が観測された例が多い。一般に岩石の磁性は温度の変化や歪の変化で変るものであり、地震前の地磁気の変化も一応諒解できる。また、電信や電話線は一本は電線を使用するが他の一本は地面を利用して電線を節約している。大地震の時に遠距離通信に障害が生じたとの報告が多い。これは、大地を流れている自然電流である地電流の変化によるものと思われる。実際に地震の際に地電流の変化が観測された例もある。例えば、大正12年(1923)の関東地震の前後の仙台で異常な地電流の変化が観測されており、また昭和9年(1934)の南伊豆地震の際にも伊豆南端の須崎と下田で地電流の異常が観測されている。しかし、一般に地電流の変化は地磁気の変化と同様に大気上層の電離層の電磁気現象や人為的な影響をうけるから、これら報告されている異常変化と地震との関係については不十分な点が多い。今後これらの影響を除去することにより地震との関係が明確になれば、地震予知の手段の一つとして有望となるだろう。

(3) 基礎的研究

岩石の破壊実験

以上地震予知のための諸研究・諸調査の概略について述べたが、これらの研究は地震は地下の岩石の破壊によって起こるとの考えのもとになされてきた。特に地球物理学的な諸研究は岩石の破壊機構についての智識を背景としてなされてきた。簡単のために箸を折る場合を考えると、まず箸が曲るという変形が起こり、次にピチピチという音がして小さい破壊が続き、やがて折れるという大破壊を生じる。一般に地殻を構成している岩石は破壊の前に変形し、小破壊による微小振動が続くことが、破壊実験により明らかにされている。この事前の変形を実際の地殻から検出しようとする試みが、いろいろな方法による前駆的な地殻の異常変動の検出であり、小破壊により生ずる微小振動を捉えようとする試みが、微小地震や極微小地震の観測である。また変形したり、小破壊により生じた亀裂などのために物理的な諸性質は変化するが、これを調べようとする試みが、地震波速度、地磁気、地電流、地熱、放射能などの変化の調査である。このように岩石の破壊実験は、岩石の破壊強度や極限歪を求め、野外における応力や歪の測定値から、岩石の破壊すなわち地震の発生を予知する手掛りを得たり、前駆的な諸現象と破壊との関係を見出し、これを野外の観測で捉え地震予知に役立てようとするもので、地震予知の基礎的な研究として重要なものであり、今まで数々の成果が発表されてきた。

4. わが国の地震予知研究計画

地震の本質はわからないが、地震の前駆現象を捉えれば地震予知の有力な手掛りになるだろうとの考えのもとに、7つの項目について測定や観測を行なう計画で昭和40年から地震予知研究計画が実施されることになった。これについては前にも述べたが、その後これら計画の進展に伴ない、計画の手直しや項目の追加などがなされて現在に至っている。以下これら計画の概況を記す。

i) 測地的方法による地殻変動の調査

まず、水準測量・三角測量などで日本の地殻変動の全貌を捉えようとするもので、水準測量としては全国20,000 kmにわたる一等水準測量を5年に1回の割合で行ない、一等三角測量は一等三角点330点を10年に1回の割合で行なう。これらの作業は国土院により順調に行なわれている。その他特殊地域については、準一等水準測量、二等・三等三角測量、変歪測量(辺長約20 kmの三角網の辺長をジョジメーターで測定する。)を1~2年の短い反復周期で実施し、地震前後の地殻変動を捉えようとしており、関東南部などで繰り返し行なわれている。また、重力測量が全水準網で実施されている。

ii) 地殻変動検出のための検潮場の整備

日本の沿岸に既設66、新設26の計92検潮場を設け、海面の昇降観測から相対的に土地の昇降を検出し、地殻の変動を捉えようとしており、主として国土院、気象庁、水路部がこれを担当する。現在までに78カ所の検潮場が整備され観測を行なっているが、これらの記録は国土院の海岸昇降検知センターに集められ処理されている。ここでは記録読取の自動化の研究も進められている。

iii) 地殻変動の連続観測

全国に16の地殻変動観測所を設け、その地下観測坑道に、最少限、水晶管伸縮計3成分、水管傾斜計2成分、水平振子型傾斜計2成分を設置し、微少な地殻の伸縮・傾斜変動の連続観測を行ない、測地測量の時間的空白を埋める。これらは文部省の管轄で、大学および緯度観測所が担当する。現在 Fig. 4 に示されてい



Fig. 4 地殻変動観測所分布図

●……既設 (14カ所), ○……新設予定 (2カ所)

1 えりも	5 弥彦	9 北信	13 三河
2 秋田	6 常盤	10 富士川	14 逢坂山
3 水沢	7 鋸山	11 上宝	15 屯鶴峯
4 三陸	8 油壺	12 犬山	16 宮崎

る14の観測所で観測が行なわれている。これと併行して、多くの観測所では附近に適当な水準点を設け、水準測量を反復実施し傾斜計による観測結果をチェックすると共に、附近に少なくとも三方向に光波測量基線を設け、水準測量同様、ジオジメーターによる測距を反復し、伸縮計による観測結果のチェックを行なっている。

iv) 地震活動の調査

破壊的大地震は同じような地域で繰り返して起こる傾向があるから、地震活動の歴史を調べることは地震の発生を予測する上で大きい役割を果す。また小さい地震発生数が多いから、比較的短期間に地震活動の状況が推定できるだろうし、小さい地震の活動と大きい地震の発生との間に、何らかの規則性が見出されたら、地震予知に役立つことになる。従って、観測による資料の集積は地震予知にとってきわめて重要である。

大・中・小地震 ($M \geq 3$) 活動の調査は主として気象庁の担当であり、現在までに近地地震計整備10カ所、ウィヘルト地震計の更新5カ所、また磁気テープ式地震計が52カ所に設置された。これらの記録処理用として計5台の半自動解析装置の整備・設置が行なわれた。

そうして気象庁は業務として、日本附近に発生する $M \geq 4$ の地震の震源を決定し、地区ごとに $M \geq 3$ の大・中・小地震の地震活動度の観測を行なっている。

$M \leq 3$ の地震の調査は研究的色彩が強いため各大学が担当することになっている。 $3 > M \geq 1$ の微小地震の観測は全国に19カ所の微小地震観測所を設けて行なうことになっており、現在まで Fig. 5 に示すような18



Fig. 5 微小地震観測所分布図
 ●……既設 (18カ所), ○……新設予定 (1カ所)
 1 札幌 6 柏崎 11 北陸 16 鳥取
 2 浦河 7 筑波 12 犬山 17 白木
 3 本荘 8 堂平 13 根尾 18 徳島
 4 北上 9 北信 14 阿武山 19 高知
 5 青葉山 10 高山 15 和歌山

カ所が設けられ観測を行なっている。 $M < 1$ の極微小地震の観測は高倍率の地震計を積んだ観測車により、随時、随所に観測網を張り観測を行なう。現在までに7移動観測班が設置され観測に当たっている。

なお、わが国は四方海に囲まれており、海底地震の観測が必要であり、気象庁は海底地震計を開発し、これによる観測に着手することになっている。

v) 地震波速度の調査

地質調査所が担当し、現在までに伊豆大島一本州間の地震波速度を人工地震により観測している。他に実

験室内で、圧力と地震波速度との関係を求める実験を行なっている。

vi) 活断層・活しゅう曲などの調査

現在まで、各大学、地質調査所、国立防災科学技術センターなどで、活断層・活しゅう曲・河岸段丘・海岸段丘など地殻活構造の基礎的な調査を行なってきた。

vii) 岩石破壊実験

地震予知研究は地震の前駆現象に主眼がおかれているが、いろいろの前駆的現象に対する物理学的な裏付けが必要であり、岩石の破壊実験は、破壊に至る過程を総合的に調べ、実験結果を観測結果の解釈に役立てると共に、今後の観測計画の指針とするものであり、最近これらの実験に着手されるようになった。現在は岩石破壊装置 1 台が完成している。

viii) 地磁気・地電流の調査

地磁気の永年変化の局地的異常と地震発生との関係を明らかにし、地震発生地域を予想するため、国土地理院が全国の一等重点 91、二等重点約 1,000 の磁気測量を 5 年以内の間隔で実施することになっており、現在まで順調に計画が進められている。

また、プロトン磁力計による永年変化の精密観測が 17 点で行なわれることになっており、現在 12 カ所で観測が行なわれている。これらの観測は国土地理院、気象庁、水路部、各大学が担当している。

ix) 移動観測

前にも述べたが、極微小地震の移動観測班が現在 7 班設置されているが、松大地震の経験から各種地震の観測の他に、水準・三角・光波測量、伸縮・傾斜観測、地磁気観測、重力測定、地質調査等を必要な地域で即座に実施できる総合的な移動観測班の必要が痛感され、現在 1 班設置されている。これら移動観測班は各大学が担当している。また国土地理院では必要に応じて、特定な場所に向き三角・水準・変歪測量を実施している。

x) 東京観測

首都東京はしばしば破壊的地震に見舞われており、首都の震災防止を目的とした地震予知のため諸観測が必要である。しかし人口稠密で工場や交通機関などによる各種擾乱のため、精密な観測計器をそのまま設置したのでは到底観測は不可能である。従って堅い基盤に達する数千 m の深井戸を掘って、その底に観測計器を設置し観測しなければならない。現在、これに必要な観測計器の開発と深井戸の掘さくが国立防災科学技術センターの担当で行なわれており、各機関がこれに協力することになっている。

xi) 総合的計画推進体制

以上のように多くの項目にわたって観測や調査が行なわれてきたが、北日本一帯に多大の被害を与えた昭和 43 年 (1968) の十勝沖地震により、政府は地震予知の重要性を再認識して、地震予知研究を実用化にまで高めるよう閣議了承し、測地学審議会は地震予知の実用化に関し、関係各省大臣に建議または要望した。こうして翌昭和 44 年には国土地理院内に「地震予知連絡会」が設けられ、地震予知の実現をめざして、観測や研究活動の一元化が計られることになった。Fig. 6 に示すように、①国土地理院に「地殻活動検知センター(地殻活動調査室)」を設け、地殻活動に関する資料を一応ここに集めて解析し、②気象庁観測部に「地震活動観測センター」を設け、大・中・小地震の観測資料をここに集めて解析し、③東大地震研究所に「地震予知観測センター」を設け、各大学の観測資料を集めて解析し、(地域的な観測資料を処理する必要のある大学には「地震予知観測地域センター」を設け、資料をここに集める。)地震予知に必要な情報をそれぞれとりまとめ、他の地震波速度、東京観測、活断層・活しゅう曲などの情報とともに地震予知連絡会に集められる。このようにして地震予知連絡会には、これまで各機関が別々に集め、処理していた、すべての観測資料が集められる。同会は収集された情報に基づき、「ある地域で観測を強化すべきである」とか「観測を集中すべきである」とかについての学術的な総合判断を下す。具体的には次の三つの段階を経て地震予知の実現をはかろうとしている。

① 全国的基本観測と特定地域観測

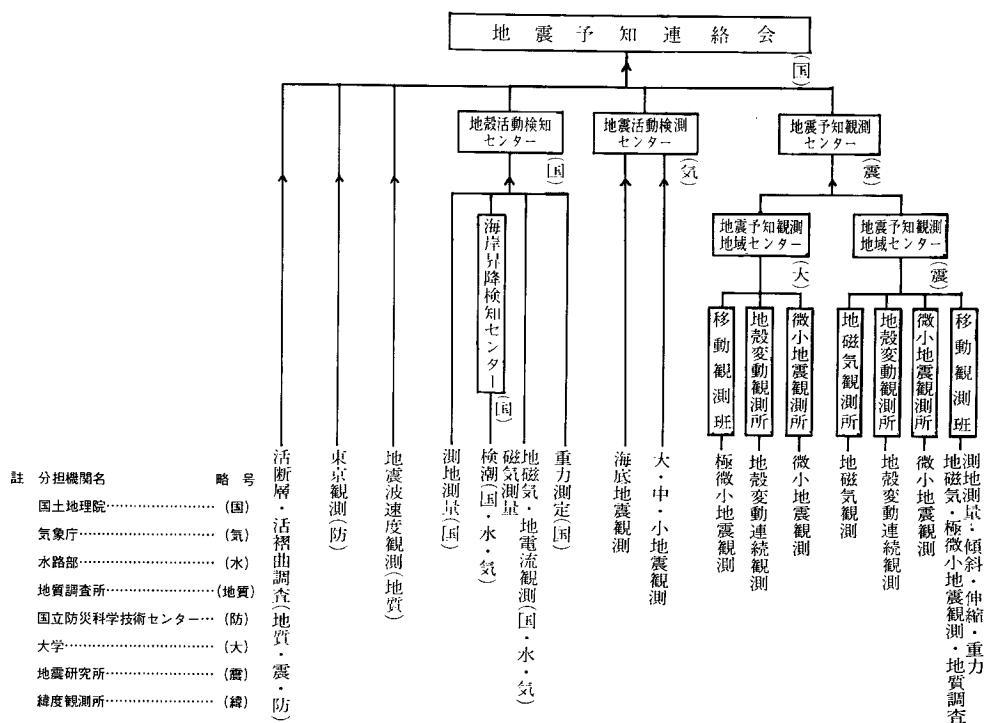


Fig. 6 総合的計画推進体制

三角・重力・磁気の全国的な測量や検潮，大・中・小地震の観測などの日本全域にわたる基本観測や歴史時代に大地震が起った記録のある地域，活断層や活しゅう曲など地殻活動の進行している活構造地域，地震多発地域，東京などの重要地域を特定地域に指定し，この地域での観測により異常の発見に努める。

② 観測強化地域観測

上記の観測活動により，ある地域で何らかの異常が発見された場合は，この地域を観測強化地域に指定し，移動観測班を派遣するなどして，水準測量・光波(距離)測量・重力測量・磁気測量などを頻繁に繰り返し，地磁気連続観測や微小地震・極微小地震観測などを強化し，この異常が真の異常であるか否かを確認する。

③ 観測集中地域観測

上記の観測強化により異常が確認され，それが地震の発生と関連がありそうだと判断された場合には，この地域を観測集中地域に指定し，移動班を増強し水準測量や光波(距離)測量などの測量をさらに頻繁に繰り返すほか，あらゆる種類の観測を集中的に行ない地震の予知に努める。

現在，Fig. 7 に示す各地域が観測強化地域，特定地域に指定されている。

観測強化地域：関東南部（首都圏を含む）

特定地域：(1)根室・釧路を中心とした北海道東部，(2)秋田・山形県西部，(3)長野県北部から新潟県西部にかけての信越地域，(4)東海地域，(5)琵琶湖周辺，(6)阪神地域，(7)島根県東部，(8)伊予灘・安芸灘周辺

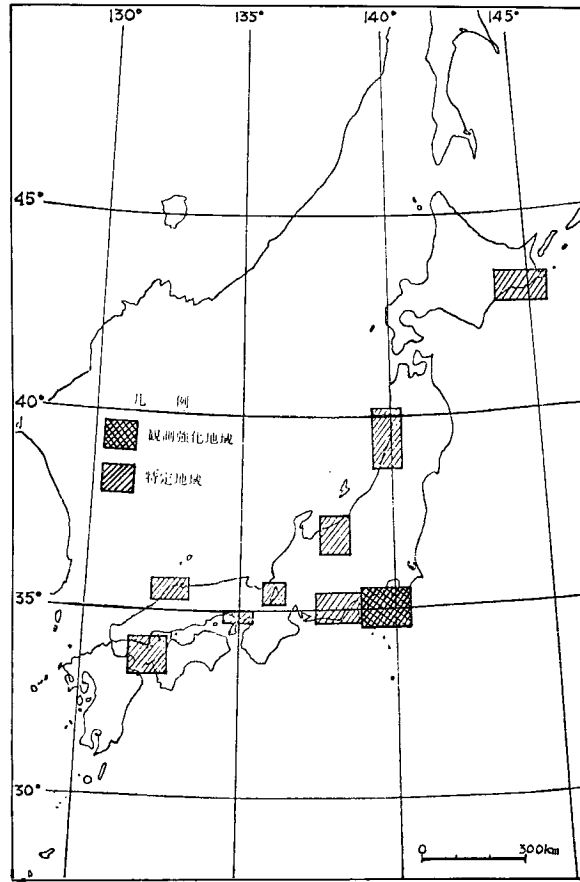


Fig. 7 観測強化および特定地域一覽図
(昭和45年2月地震予知連絡会指定)

5. 結 び

以上、わが国の地震予知と現況についての概略を述べたが、最近米国ヤソ連をはじめ、諸外国においても、日本の計画をまねて同様な研究をスタートさせ、地震予知の実現化目ざして真剣に取り組んでいる。しかし前にも述べたように地震の本質がわからない以上、地震予知の問題を理論的に解くことはできず、現在行なわれている方策も大部分は数十年にわたる観測の経験に基づくものであり、地震予知の道は険しく遠く、実現にはまだ相当の年月がかかりそうである。

なお、本文は防災研究所創立20周年記念講演の内容を取まとめたものである。

参 考 文 献

- 1) 京都府地震対策委員会：京都地震とその対策，1950.
- 2) 地震予知研究グループ：地震予知——現状とその推進計画，1962.
- 3) 地震予知小委員会：地震予知研究年次計画.
- 4) 地震予知小委員会・災害科学総合研究班地震予知分科会：地震予知シンポジウム，1968.
- 5) 災害科学総合研究班：災害科学の研究成果とその問題点，1968.

- 6) 国土地理院：地震予知連絡会会報.
- 7) 地震学会：日本の地震学の概観，地震，II，Vol. 20, No. 4, 1967.
- 8) 萩原尊礼：地震予知，地学出版社，1966.
- 9) 坪井忠二：新・地震の話，岩波書店，1967.
- 10) 竹内 均：続地球の科学，日本放送出版協会，1970.
- 11) 佐々憲三：地震予知に関する2・3の問題，防災研創立5周年記念論文集，1956，pp. 3-7.
- 12) Takada, M.; On the Crustal Strain Accompanied by a Great Earthquake, Bull., DPRI, Vol. 8, No. 27, 1959, pp. 29-46.
- 13) Takada, M.; On the Ground Deformation and Phenomena Forerunning Natural Disasters (Earthquake, Rock-falling and Landslide), Bull., DPRI, Vol. 14, Part 3, 1965, pp. 1-26.
- 14) 力武常次：地震予知論，科学，Vol. 39, No. 5, 1969, pp. 255-261.