

第 1 章 研究の背景*

1.1 研究の位置づけ

地震予知計画が国家的事業として発足してから、20年に近い年月が経過した。この間研究は順調に進行し、UMP(Upper Mantle Project)あるいはGDP(Geo-Dynamic Project)等、同年代に進行したプレートテクトニクス関連の国際的な研究の成果との相乗的な効果により、プレート境界に発生する巨大地震の発生機構に関する知見は飛躍的に増大し、予知の理論的裏付けはこの期に大きく前進した。

これにより地震予知の観測手法も、節目ごとの計画に際して適確な標的を設定することが可能となり、電子技術の進歩の効果とあいまって、得られる情報は質・量ともに補強された。昭和40年代の後半には、予知の実用化への明るい展望が開かれたとして、関連機関の間で、実戦的な予知体制の策定を現実問題として真剣に検討する機運がかもしてきてきた。

一方、大地震発生に関連して前駆的に出現する諸現象の発生過程を解明するため、基礎的あるいは実験的な研究も平行して行われ、多くの成果が得られた。これらの成果に支えられて、前兆現象を検出するための観測手法もようやく試行錯誤の域を脱し、技術的には出現する殆どの前駆現象の捕捉は可能になったとの判断が、予知関連の機関で大勢を占めるに至った。

このように地震予知計画は発足後10年を経ずして、その研究分野の成果が実を結び始め、関係者間に行政への反映も可能となったとする考えが強まってきた。このため、計画機能を分担する測地学審議会、評価機能を分担する地震予知連絡会に加えて、昭和51年10月に行政的な面から地震予知に関連する研究及び観測の総合調整ととりまとめを行うため、内閣に地震予知推進本部が設置された。これを機に地震予知計画は、研究を主体とする発足時の状態から、序々に行政的責任を伴う事業的な段階へ移行し始めたものと言えよう。

この間に松代群発地震あるいは十勝沖地震等の発生により、予知に関する研究は効率よく検証作業を行う機会が与えられた。これにより予知を行政的に採り上げる場合の条件の設定等についても、かなり知見が得られたとの主張が容れられ、高い発生の可能性が研究面で指摘されてきた東海沖の大地震に関して、行政的に予知を採り上げる気運が強まった。このため、測地学審議会は、昭和50年7月、51年12月の2回にわたり東海地方の観測強化を建議し、関連機関はこれに応じて観測体制

* 松本英照：地震火山研究部

の強化をはかった。このような状況を受け、昭和53年6月に大規模地震対策特別措置法が制定され、行政的な予知の実用化の第一歩が踏み出されている。

気象庁は、地震予知計画の発足前から、大中小地震の全国的な活動を観測することを業務として分担してきていたが、法の制定により、地震防災対策強化地域に係わるデータの監視、及び大地震発生の可能性に関する判定を行う責任官庁に指定された。かくして、地震予知は気象庁の業務として正式に発足することになった。

そこで気象庁は、昭和57年度に地震予知情報課を新設する一方、将来の整備に備え昭和54年度から発足した第4次地震予知計画の一環として、気象研究所に地震活動の総合的な監視技術を開発するよう要望した。気象研究所はそれを受け、「地震予知に関する実験的及び理論的研究」と題し、「常時地震監視システムに関する開発研究」と「地震予知に関する理論的研究」の2つのサブテーマで昭和54年度から5か年計画の特別研究を開始することになったものである。

1.2 研究の必要性

気象庁は地震予知計画に沿って、日本付近に発生する $M \geq 3$ の地震の活動の時空間分布をより均一な資料として提供するために、観測及び処理のシステムを逐次補強してきた。すなわち、高感度地震観測網による検知能力の向上を目的として、昭和42年度から全国67地点の気象官署に67型の地震計を配置したのを手初めに、昭和51年度からは76型地震計を要所20地点に補強して陸上の地震観測網を強化した。また、昭和53年度には東海沖へ海底地震計を設置して、この海域に発生する地震に対する検知能力の向上をはかっている。

一方、地震計の高感度化に伴って増加したデータを手際よく処理するために、昭和49年度にはコンピューターを主体とした検測処理システムを導入して、処理のシステム化に着手した。さらにその経験を活かして、昭和56年から気象業務と地震業務とを統合した資料伝送網の整備を行い、データの中枢官署への集中を可能ならしめるとともに、データ集中の利点を生かした処理装置を各管区気象台に整備し、処理のスピードアップと精度向上への基盤を確立している。

これとは別に、気象庁は、地震に関連した地殻変動を捉える目的で開発された埋込式歪計が、全方位の歪変化には均一に感应し、比較的小規模な装置にもかかわらず、設置点近傍の歪の総量変化を捉えていることに着目し、地震の前兆現象としての地殻変動を捉える最適手段として、昭和49年度から東海・南関東地域の31地点に逐次センサーを設置した。各地点のデータはポーリング方式により本庁に集中され、地殻変動の監視の主要データとして、特に判定会招集の規準データの一つとして用いられ、24時間観測と監視の対象となっている。

このように地震予知計画の進行に伴い、年々増強されてくる知見と観測データを、判定業務へ反映させるために、気象庁は、昭和57年度に大規模地震の短期直前予知の業務を担当する地震予知情

報課を新設するなど、組織・装備の両面からの整備に努めてきた。しかし、この整備を上回る速さで関連の技術は進歩を続けており、これに対し気象庁独自では必ずしも満足のいく対応が出来ていない面がある。すなわち、現在の予知技術の水準では、単独の観測要素から大地震の発生を判定することは困難視されている。このため他の予知関連機関では、多種・多様な大量データの処理解析を行うことを前提として、予知手法の開発を進めているが、気象庁ではこれら全種の観測は扱っていない。

このような状況をふまえて、気象庁は、科学技術庁のバックアップにより、昭和53年度に自庁の観測に特に不足していると思われる傾斜計、地下水位、地下水成分等のオンライン地殻変動関連観測データを他機関から受けている。これらの情報を加えることによって、大地震発生の可能性をより客観的に判断するための体制強化を行っている。

このように、現在気象庁における地震監視体制は、観測とデータ収集の面では整備が進んでおり、平常的な地震活動を調査解析するには、障害はないものと評価されるに至っている。しかし、即時的な異常地震活動の評価と、地殻変動データの即時解析に必要な設備に関しては、整備が遅れていると言わざるを得ない。

これは、一見華々しく見える新技術には欠陥も多く、これらの手法を業務に取り入れるためには、業務に即した改善・改良が残されていることによることは言うまでもない。したがって、気象庁が大地震発生の可能性について責任を全うするには、すみやかにこの改良・改善に着手して、地殻変動、地震活動の双方の観測と処理を一元化した強力な監視システムを開発・整備することが必要である。そのためには関連技術の調査研究を早急に実施することが不可欠となっている。

1.3 関連技術の動向

地震計測の歩みが示すように、地震予知技術の近年の進歩には、関係者さえも目を見張るものがある。すなわち、予知計画が発足した昭和40年代前半の地震計測技術は、エレクトロニクスによる計測がこの分野にもようやく定着し始めたばかりで、主要観測機器としては、トランジスターを主体として製造された増幅器・時計・アナログデータレコーダー・インク書きレコーダー等が目新しい測器として整備の対象であった。観測結果の検測と処理は殆どが人力によるといった状況で、コンピューターの使用も、震源決定などごく一部の処理に限定されていた。予知計画の推進に対する関係者の熱意と、エレクトロニクスの目ざましい発展を反映して次第に変貌を加速し、最近では殆どの観測機器がIC等の採用により小型化されると同時に、飛躍的に性能が向上してきている。このため従来は、測器の性能限界から断念していた観測への取り組みが可能となった対象も数多い。またコンピューターを含むデジタル処理とその応用技術の多角的な導入も、円滑に行えるようになってきたので、観測と処理を直結した装置も数多く出現し、高度な処理情報を直接得る観測方式の普

及が早まって、予知のための観測対象は急速に拡大されつつある。

一方、地震予知に関する最初の提案（通称ブループリント）で採り上げられた殆どの予知手法は、机上の構想の域を出ない状態から出発したが、この20年間に発生したいろいろな型の地震、例えば松代に突然発生し複雑な過程を経て終息した群発地震、予測通り空白域を埋めるように発生した十勝沖地震、顕著な地殻変動と異常な地震活動を伴った一連の伊豆半島近傍の大地震群等、幾多の事例によって各種観測の有効性について指針が与えられた。それらに基づいて、地震の予知は行政的に採り上げることも可能な技術水準にまで成長しているという評価さえ受けられる状況になっている。ところが、このような評価には一部問題があることを指摘しておく必要がある。

地震予知の基本方針の中で策定された各種の予知手法は、被害を伴う何種類かの地震の洗礼によって多くの知見を得て洗練されてきた。しかし、最近になって前兆現象の出現は定まったパターンを示さないという知見も得られているので、大地震の発生過程の法則を見極めるためには、まだまだ補足すべき知識が数多く残されているものと判断せざるを得ない。

例えば現状では、地殻変動現象にも地震活動の変化にも、どのような変化を異常と定義するかについて、個々の観測点ごとに定量的な基準を示しうる根拠は殆ど無いと言ってもよい。したがって、それぞれの観測は地震発生を予測するための情報の取得をはかるとともに、対象とする地震あるいはそれに類した地震の発生による経験の補足を期待している一面を残しているのが実状であろう。このような事から、どの観測点のどの観測項目にどのような現象が現われた時に、大地震発生の可能性が強まったと判断するかについての基礎は、まだ規格化されるには至っていないといっても過言ではない。

このような状況をふまえて、予知関連の各機関は、測地学審議会の建議に盛り込まれた指針に沿って研究的な観測を意欲的に展開し、新しい経験を積み必要な知見を補修することによって、地震発生とそれに付随して現われる前駆的な地殻活動との因果関係を見極め、地震予知技術の確度の向上を図っている。しかし、まだ十分な経験則を抽出するに足るデータを得るには至っていない。

このような状況説明のみでは、地震予知は不可能なのではなかろうかといった懸念を抱いてしまいそうであるが、これまでに述べた評価は、あくまでも実験物理学的な面から見た、地震予知技術の理想的な側面に対する現状を紹介しているに過ぎないもので、予知の技術は必ずしも悲観的な材料だけではない。すなわち、この20年間の研究により、地震は断層上で一連の過程を繰り返しながら発生しているという、予知計画を組み立てる上で、重要な知見が得られている。したがって、過去に発生した地震の十分な資料が得られるならば、予想される震源モデルを作成することは可能であり、出現する可能性のある異常現象を、理論面から推定することも不可能ではなくなりつつある。このことは、たとえ観測による経験的な裏付けが不足していても、各観測点が理論的に期待できる異常現象を捉えるために、必要な性能を具えた観測装置の整備を進めるならば、大地震発生の可能性の判定の成否は決して悲観的な面のみでないことを意味している。

しかし、この手法を用いて予知を実現させることも、必ずしも容易な事業とは言えない面がある。すなわち、すべての観測が震源域近傍で行いするのであれば好都合であるが、一般には震源域からかなり距った地点で観測が行われており、この場合には異常の伝達媒体が必ずしも均一ではないこともあって、震源域で起きつつある異常な現象そのものを正確に把握できない。すなわち、観測される現象は伝播途上で変質を受けており、必ずしも理論による計算通りには出現していないことが、これまでの経験から確認されている。この対策としてかなり多くの観測点で、多くの種類の観測を行い、観測網全体の変動パターンで異常を判定することが必要とされている。

一方、前兆的な地震活動を定常的な活動と区別し、地震活動面から大地震発生の可能性をより正確に判定するには、最小限の条件として、地震の波形データからP波・S波に関する情報を検出して震源要素を決定し、その時空間的な変化をたえず追跡できることが必要とされている。すなわち、地殻変動現象は時々刻々に得られる生データ自体に、異常か否かの情報が含まれているのに対して、地震観測で得られる生データは、補助的な評価資料とはなりうるものの、震源要素の決定がなければ殆ど判定資料としては利用できない。このため地震の波形データを迅速に検出して、震源計算を行うまでの一連の処理の自動化手法を確立することが必要である。元来地震波形の検測には、経験による高度の判断を必要としており、人間の介在なしに信頼のおける結果を得ることは容易ではないと認識されている。しかしながら、この技術を確立しておかないことには、1983年5月の日本海中部地震の余震活動、あるいは同年10月の三宅島噴火前後の地震活動の時のように、短期間に多数の地震が集中して発生した場合には、人手の介在を必要とする現在の監視システムでは、地震活動の監視機能は大幅に低下してしまう。したがって、1978年伊豆大島近海地震の直前の地震活動を上まわるような前震活動が発生した場合には、判定作業に混乱が生じてしまうことは明白である。

全国6か所に設置されている予知観測センターを所管する大学では、第4次地震予知計画の一環として、このような処理の隘路を解消するとともに、東京大学に設けられた地震予知観測情報センターに、微小地震の活動情報を円滑に送付することができるように、それぞれの観測点から所属するセンターにデータを集中し、自動検測を含む一連のデータ処理を施す手法の開発とその実用化に取り組んでいる。これにより自動検測技術の開発は、それぞれの機関でかなりの成果があげられている。しかし、その処理装置を地殻変動の観測・処理システムと有機的に結合させ、総合的に大地震の可能性を判定するために用いるといった実務的な内容の技術開発までは完成されていない。