

最近の地震活動と地震予知の体制

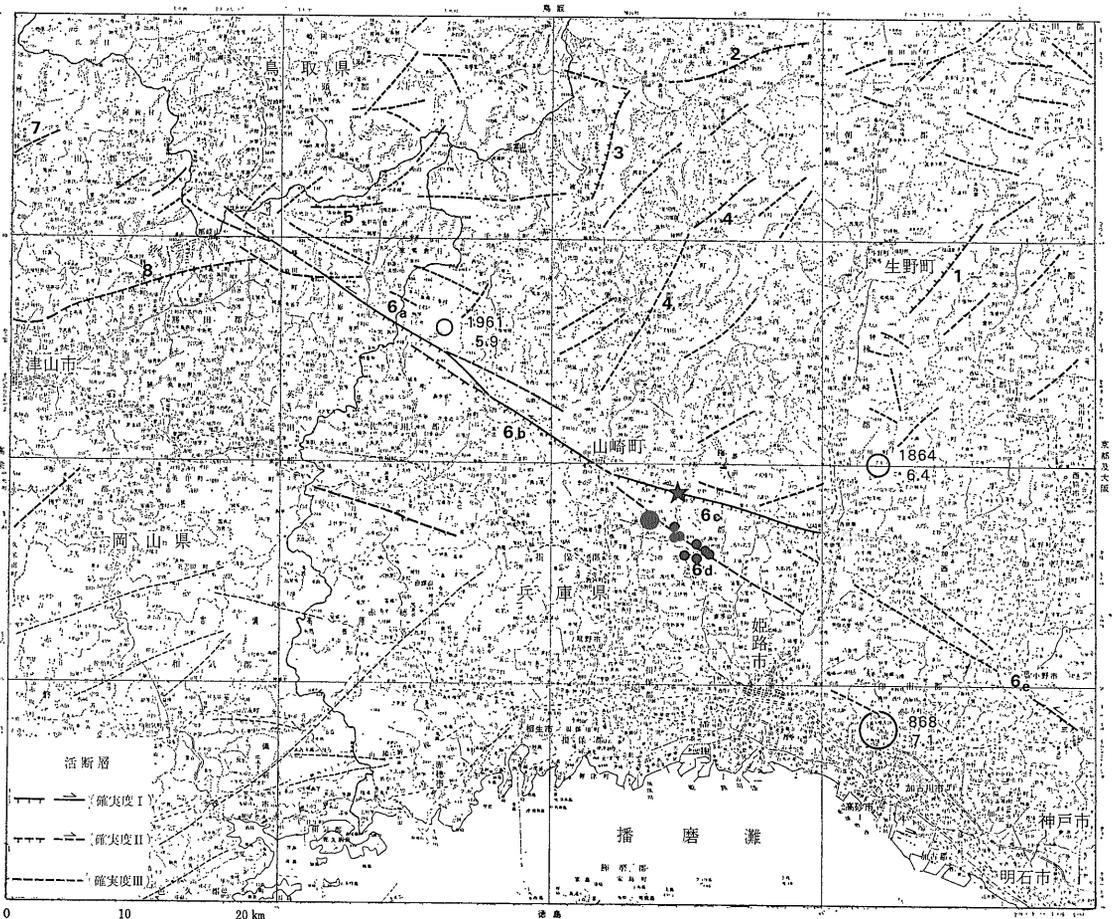
小野 晃 司 (環境地質部)
Koji Ono

まえがき

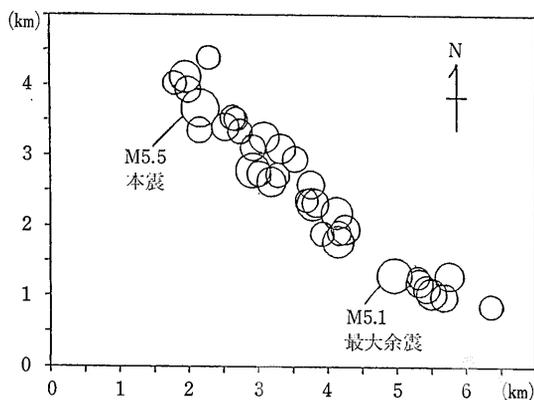
今年9月14日 長野県西部地震が発生し 震源域の長野県王滝村に大災害をもたらした。それだけでなく最近日本各地から地震の報道が相次ぎ 何となく地震が多いという感じをお持ちの方もいるであろう。地震そのものの報道だけでなく 地震予知連絡会などの機関名も テレビ・新聞などにしばしば登場したようである。本号では地震・地殻変動についての最近の地質調査所の仕事から 2・3のトピックを選んで担当者が紹介す

ることとした。その前おきとして 最近の地震・地殻活動の状況と あわせて日本の地震予知体制について紹介しようと思う。

なお 以下に記述する内容の大部分は地質調査所の資料ではない。 公刊出版物や新聞などで公知のもの以外は 後述する地震予知連絡会や同特定地域・強化地域部会 地震防災対策強化地域判定会などに 各観測研究機関から提出された資料である。 引用を許可して下さった気象庁・国土地理院・京都大学などの各機関 とくに



第1図 山崎断層及び周辺の活断層と1984年5月30日の地震の本震と余震の震源(黒丸)。星印は安富の山崎断層観測坑。(活断層研究会 1980 と 68回地震予知連絡会資料)



第2図 5月30日の地震及びその余震の震源分布(京都大学防災研究所による 68回地震予知連絡会資料)。

種々お世話下さった 気象庁 津村建四朗地震予知情報課長 国土地理院 春山 仁地殻調査部長 に厚くお礼申し上げる。

兵庫県南西部の地震

5月30日09時39分 兵庫県南西部 姫路市の北方を震央とするかなり強い地震があった。マグニチュード5.5 姫路での震度はⅣだった。20分後 3時間後にも姫路で震度Ⅳなど余震が引き続いた。この地震が目目されるのは 有名な活断層である山崎断層付近で起きたことである(第1図)。

山崎断層は第1図に見るとおり 岡山県東部から兵庫県南西部を北西—南東に走る総延長80kmの活断層系であり その一部は 日本でも最も見事な左横ずれ変位地形を示すことで知られている。活断層研究会(1980 p. 239)によると この断層系は a 下原 b 土方 c 安富 d 暮坂峠(最近の慣用に従い以下は「護持」とする) e 三木の各断層に分れている(第1図)。今回の地震の本震・余震の震央は 第2図bのとおり北西—南東の線上に配列し 護持断層に沿って分布している。震源の深さは20km前後であった。1979年 安富町安志においてトレンチ調査が行われ 断層が土器を含む地層を切っていることが確認された(岡田・安藤・佃 1979)。これに該当すべき地震は 第1図に加古川市北方に記されている868年M7.1の地震と思われる 同地震の震央は山崎断層沿いに移すのが妥当とされている(活断層研究会 1980 p. 239)。山崎断層に沿って微小地震が多発していることから この地域は地震予知の西日本のテストフィールドとされており 安富断層に沿って走る中国自動車道の観測トンネル内で 地殻変動・電磁気等について多様な方法で精密観測が続けられている。今回の地震に際し

て その前兆と考えられる現象が電磁気などいくつかの観測でとらえられたとのことであり 地震予知のためにその詳細な説明が期待される。

なお 本号では 近畿地方の活断層の概観と その中で最近発見された応神天皇陵を切る活断層について 寒川 旭が紹介している。

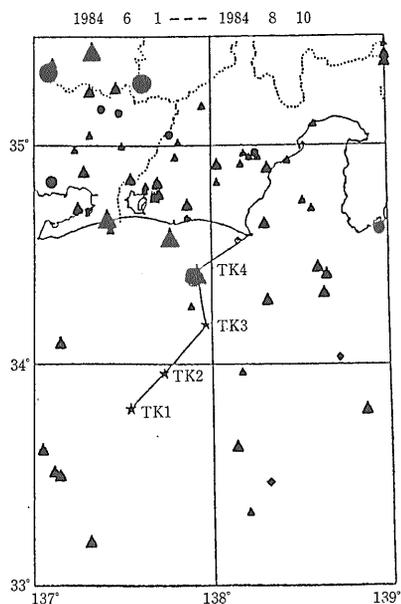
御前崎南西沖の微小地震

6月12日 御前崎南西沖約40kmの遠州灘海底で微小地震が観測された。その後同地域で 1日回数は6月20日の12回 マグニチュードも同20日19時23分のM3.4をそれぞれ最大とする微小地震の間欠的発生が観測された(第3・4図)。地震の規模は小さいが ここで重要なことは 御前崎沖の海底地震計によって微小地震群が初めてとらえられたことである。この海底地震計は東海地震予知のため 世界で初めての海底常時観測点として気象庁が設置したもので 御前崎から西南方110kmの地点まで 駿河トラフ北側の海脚に沿って置かれたTK1-TK4の4地点の地震計から ケーブルによって陸上にデータが送られている。今回の地震群は4地点のうち陸に最も近いTK4の近傍で起こったもので 陸上の観測網では観測できない微小地震であった。

駿河トラフに沿う微小地震の観測は東海地震の予知のためにきわめて重要な役割を占めるもので その性能の一端が示されたといつてよいであろう。なお 気象庁は房総半島沖の相模トラフ・日本海溝沿いの地震観測のため来年度に房総半島南部の勝浦から南東方100kmの海底まで同じく4地点の海底地震計を設置する計画である。

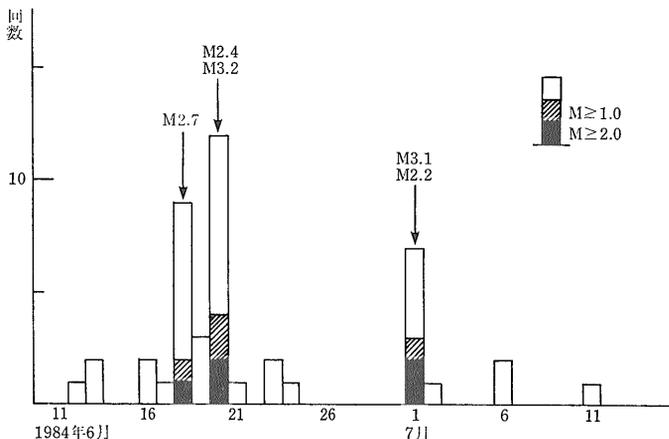
御前崎の沈下

御前崎の話題をもう1つ。この地域では国土地理院によって現在年4回の繰返し水準測量が行われている。水準測量は技術革新が難しく 基本的には水準儀と標尺による観測を 細心の注意を払いながら尺取り虫のようにつぎ足して行く手間のかかる作業である。精密水準測量をこのような短い時間間隔で繰り返す 世界でもきわめて異例の努力がこの地域で続けられている。第5図のように 東海道沿いの水準路線の掛川市から御前崎に向って水準路線が延びているほか 海岸沿いにも路線が設けられて水準網が作られている。1970年と1973年の測量によって 掛川町に比べて御前崎側(浜岡町)が沈下していることが発見され 1976年—1978年にかけてこの沈下は加速されたように見えた。駿河トラフ沿いに南東からフィリピン海プレートが本州側(ユーラシアプレ



深さ：0 - 20 - 60 - 90km
 M：不明, 2 3 4

第3図 遠州灘の地震活動(1984年6月1日-8月10日)と海底地震計(TK1-TK4). TK4 近くに密集しているのが6-8月に群発した微小地震(気象庁による68回地震予知連絡会資料)



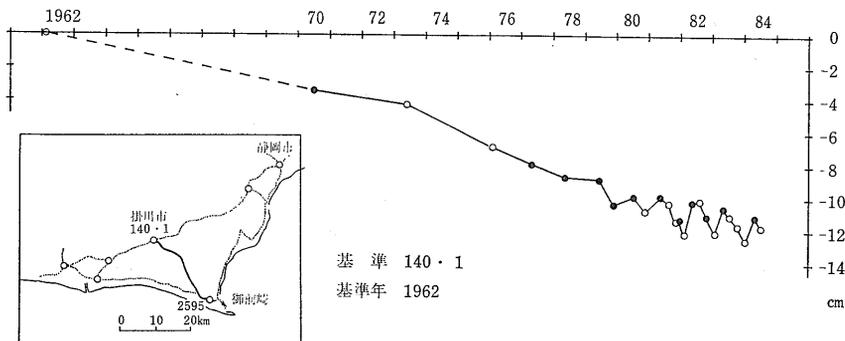
第4図 海底地震計 TK4 の日別地震回数. 図には省略したが 7月16日-8月15日の1月間には計16回観測された.(気象庁による68回地震予知連絡会資料).

準測量を繰り返すうち 1年の周期で 上昇沈降を繰り返すし しかも毎年の同時期を比べると 平均年3mm程度の沈下を続けていることが明らかになって来た. 年周変動の原因については まだ諸説があつて 定説が固まっていないようだが 綿密な観測を行うことによって 自然の正しい理解に次第に近づくことの好例といえるだろう.

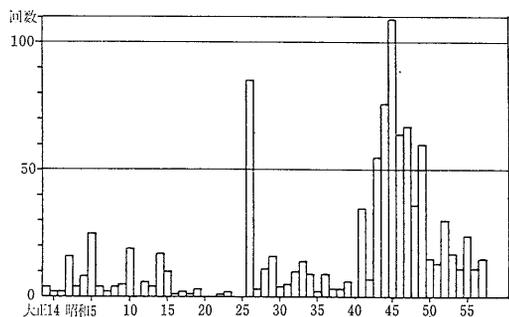
雲仙岳付近の地震

九州中部には地震の群発例が多くあるが 長崎県雲仙火山の周辺にもしばしば群発地震が起きている. 今年8月6日17時30分頃雲仙地方で強震が2回発生した. マグニチュードは 5.7 5.4であり 震源は雲仙岳西方(海岸付近)の浅所であった.

以下この項は主に太田(1984)によって紹介する. この地域では1922年(大正12年)12月8日 9時間においてM6.9 M6.5の地震が相次いで発生 死者27人を含む



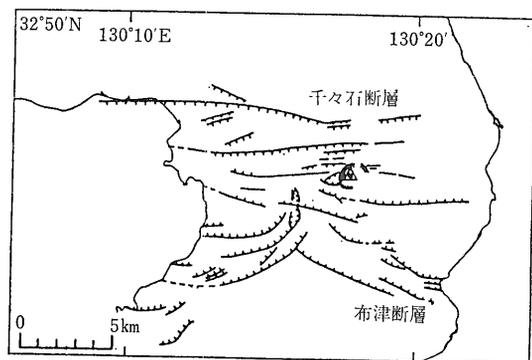
第5図 御前崎の沈下. 水準点140.1を基準にした水準点2595(浜岡町)の経年変化.(国土地理院による68回地震予知連絡会資料).



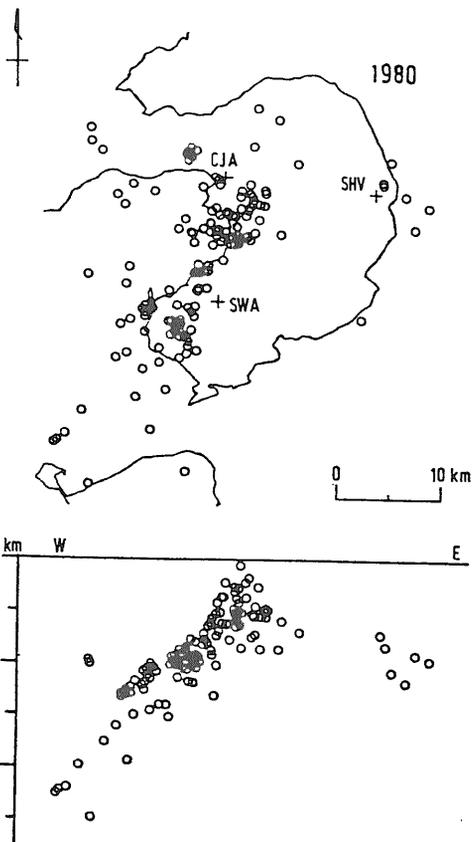
第6図 雲仙岳観測所における年間有感地震回数 1924年(大正13年)—1982年(昭和57年)。(太田 1984 図13)。

大災害—島原地震—となった。この地震を契機として1924年(大正13年)温泉岳観測所(現在の雲仙岳観測所)が設置された。以来1982年(昭和57年)までの年間有感地震回数(第6図)にみるように何回か群発地震が発生している。とくに昭和43—49年の7年間には有感474回(最強震度は4)無感16,143回を数えた。九州大学島原火山観測所の地震観測網の整備によって決定された震源分布はきわめて特徴的で第7図にみるように震源は火山西麓から西南に向って深くなる面に沿って分布している。今回の地震の震源にも同じ傾向が明らかに認められる。

雲仙火山は 雲仙温泉などに活発な噴気地帯があり1663—64年 1792年に それぞれ古焼 新焼とよばれる溶岩を流出した活火山である。とくに 1792年(寛政4年)の活動は 新焼溶岩の流出をはさむ前後の群発地震活動と 後期の激震によってひきおこされた眉山の大崩壊により大災害を起したことで有名である。眉山東面の崩壊は岩石なだれとなって海に突入して 津波を発生させ 有明海沿岸に死者15,000という日本最大の火山災害となり 島原大変肥後迷惑として伝えられている。



第8図 雲仙火山の正断層群(太田 1984 図12の一部)。

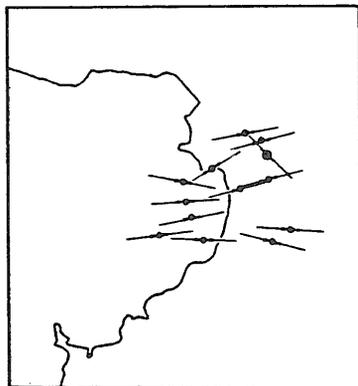


第7図 雲仙火山付近の震源分布(1980年 東西断面)。(太田 1984 図14)。

九州中部には東西性の正断層群が発達しているが 雲仙火山はその中でも 火山中心部が陥落する地溝状の正断層群が見事に発達する地域である(第8図)。この地域の地震発震機構は 最大圧力軸東西 最小圧力(引張)軸南北を示し(第9図) また 雲仙岳を中心とする一等三角網の測地測量結果では南北方向の展張が明らかにされるなど テクトニクスからは日本できわめて特異な地域といえる。さきに述べた震源面の東西の傾き 温泉の泉質泉温の東西方向の規則的変化 1792年の地震噴火活動が見掛け上西から東へ移ったなど いくつかの興味ある事実がある。広域テクトニクスからローカルな地震・火山・温泉活動までの統一的な解明が期待される。

日向灘の地震

8月7日04時36分 日向灘(宮崎の北東 約80 kmの海底)に M7.1の地震が発生し 若干の被害が生じた。この地域はこれまでも M7級の地震がしばしば発生しており 伊予灘及び日向灘周辺の特観測地域に属してい

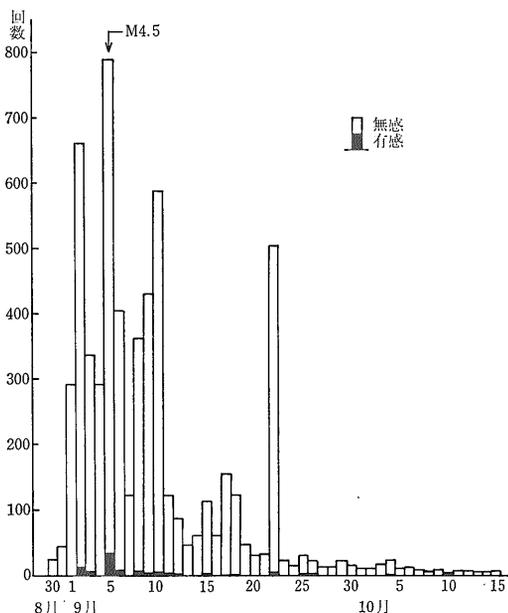


第9図 雲仙火山地域の地震の発震機構による最大圧力軸の方向（水平面に投影）．1967年5月30日—6月3日20時11分．（太田 1484 図11の一部）．

る．前項の雲仙の地震に引きつづいて起ったけれども2つの地域の地震に直接のつながりがあるという積極的な理由は見当らないようである．

伊豆半島東方沖の群発地震

伊豆半島東方の川奈崎沖で 8月30日から群発地震活動が始まった．9月には今期の最大地震 M4.5 を含み



第10図 伊豆半島東方沖の地震活動（日別地震回数 1984年8月30日—10月15日）．（気象庁による 42回地震防災対策強化地域判定会打合せ資料）

1日790回を数えて日別回数も最大に達した．その後消長を繰り返しつつ活動は次第に低下している（第10・11図）．伊豆半島周辺では 南端石廊崎沖で1974年5月9日伊豆半島沖地震（M6.9）が起きたあと 大島と伊豆半島の中間海域で1978年1月14日伊豆大島近海地震（M7.0）その後 今回の群発地震域付近でたびたび群発地震が起きている．総回数が9,000回をこえるものでは1978年11—12月（最大M5.4）1980年6月29日の伊豆半島東方沖地震（M6.7）を含む同年6—7月の群発地震より小規模なものが 数回ある（第12図）．今回の活動は10月までに6,000回を数え 回数ではさきの2回に次ぐが 最大地震はM4.5でやや小さい．震源域は当初の地域からやや大島宿りにひろがる傾向を見せたが再びもとに戻り 回数も減じた．震源域がやや拡大した頃 伊豆大島付近にも小数の地震が発生した．地質調査所では火山噴火予知のため 伊豆大島火山でドライティルト観測による地殻変形調査を1982年に始めていたので 臨時のドライティルト観測と自然地震観測を9月中—下旬に行った．ドライティルトの観測方法については 本号で衣笠善博が詳しく述べる．

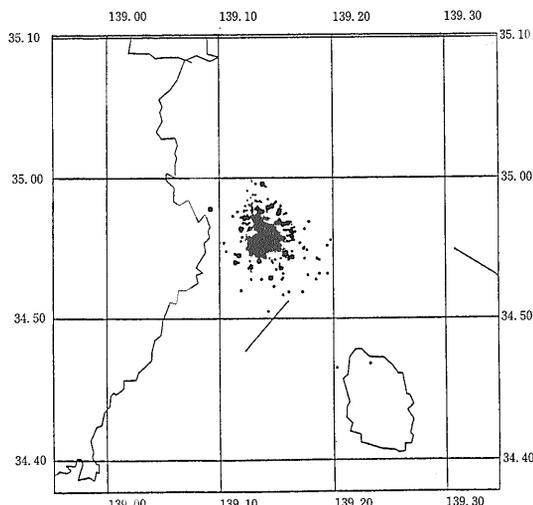
伊豆半島・伊豆大島の周辺では 1974年以後たびたび被害地震が起きている．少し時代をさかのぼれば1930年北伊豆地震（M7.0）や 1923年（大正12年）の関東大地震に至るまで歴史時代に何度も繰り返されたらしい小田原付近の地震などの記録がある．一方 日本有数の活火山である伊豆大島火山は1974年の小噴火以来きわめて静穏で 次の活動を準備しているかに見える．今後も注意深くこの地域の観測を続ける必要があるだろう．

長野県西部地震

9月14日08時48分 長野県王滝村を震央とする マグニチュード6.9の地震が発生し 崖崩れ・岩屑流などによって死者・行方不明29人などの大被害を生じた．この地震とそれに伴った岩屑流については 地震直後に調査を行った本所栗田・原山・遠藤の3名による報告・写真が本号にのせられているので それをお読みいただきたい．

房総半島南東沖の地震

9月19日02時02分 房総半島南東沖 勝浦南東約180kmの海底でマグニチュード6.6の地震が起きた．館山三宅島 八丈島で震度Ⅳであった．この震央は相模トラフと日本海溝との交点 つまり太平洋・フィリピン海・ユーラシア（または北米）プレートの会合点に近く 海上保安庁水路部や日仏共同研究のKAIKO計画によって



第11図 伊豆半島東方沖の群発地震の震源 (1984年8月30日—9月30日). (気象庁による 42回判定会打合せ資料)

相模トラフや三重会合点付近の詳しい海底地形が発表された折から注目をひいた。1953年11月26日におきた房総沖地震 (M7.4) の震源は今回の震源にきわめて近い。

以上 今春以来の目立った地震活動を列挙したが 終りに 1980年1月から1984年7月までの 東海—関東地域の顕著な地震活動 (M5.0以上と24時間以内に10個以上の震源が求められた群発地震) の総括図を第13図に示す。今年7月までの資料なので1984年川奈崎沖地震や長野県西部地震などはまだ入っていないが どんどころに地震が起っているか 大勢はよく読みとれるであろう。

日本の地震予知体制

日本の地震予知はどのように進められているか その体制について やや退屈かも知れないが この機会に紹介しておきたい。まず中心的各組織の機能を次に示す (骨子は 科学技術庁研究調整局 1979 による)。

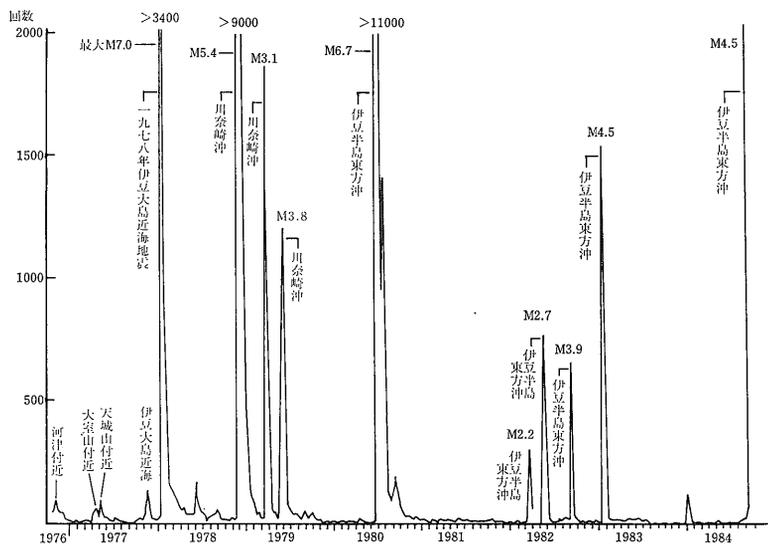
地震予知推進本部 (基本方針調整機能) 昭和51年10月内閣に設置。科学技術庁長官を本部長とし 関係各省庁の事務次官級から構成される。防災側との連携を含め研究・観測の総合調査・取りまとめにより 測地学審議会建議の具体化を行う。

測地学審議会 (計画機能) 昭和24年5月文部省に設置。国の地震予知計画を策定し 関係省庁に建議する。

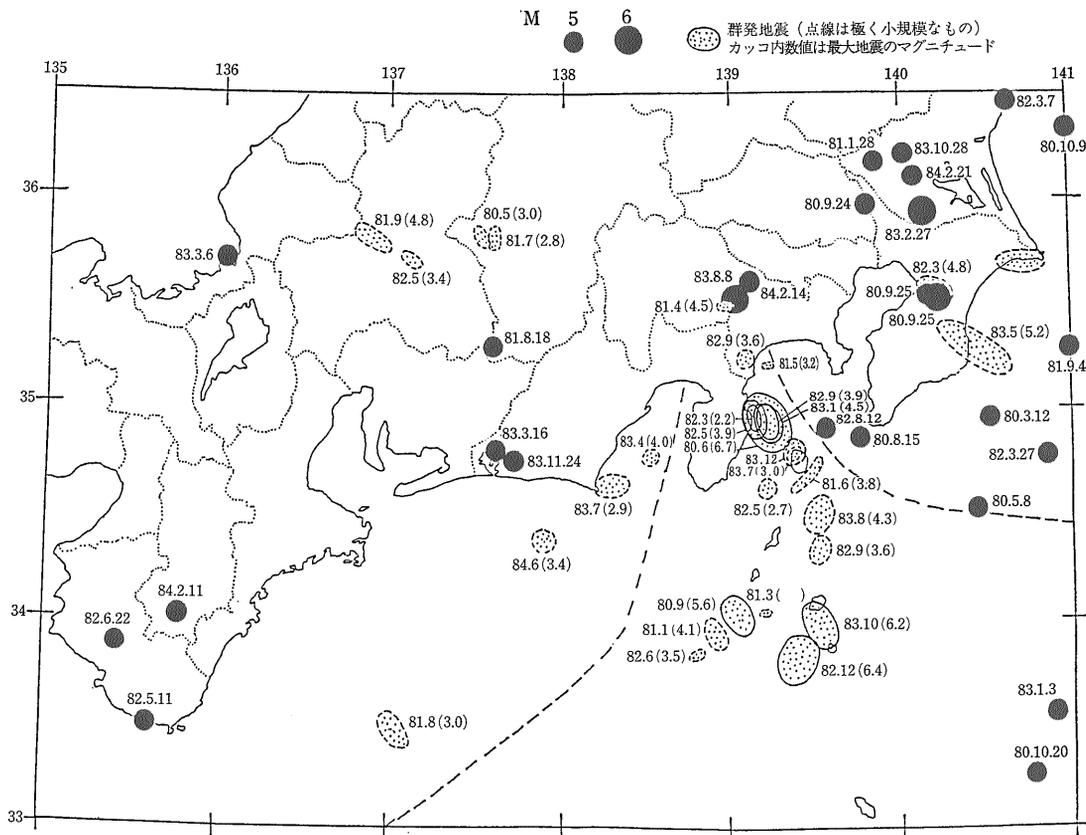
地震予知連絡会 (評価機能) 昭和44年4月建設省国土地理院に設置。各機関の研究観測データ等の情報を集中し専門的検討を行う。

地震防災対策強化地域判定会 (判定機能) 昭和54年8月気象庁に設置。法 (後述) で定められた地震防災対策強化地域に係る大規模地震発生のおそれに関する判定を行う。

測地学審議会は昭和39年の地震予知計画 (第1次) の建議以来 建議とその見直しを重ね 昭和58年5月59—63年度に向けて第5次地震予知計画を建議した。第5次計画は 地震予知の観測研究を長期的予知に有効な



第12図 伊豆半島周辺の地震活動 (鎌田における旬別回数 P-S 6秒以内) (気象庁による)



第13図 東海地域及び周辺の地震活動 (1980年1月—1984年7月). 深さ100km以内 M5.0以上の地震と群発地震. (気象庁による 40回地震防災対策強化地域判定会打合せ資料).

観測研究・短期的予知に有効な観測研究・地震発生機構解明のための研究の3つのグループに分けている。

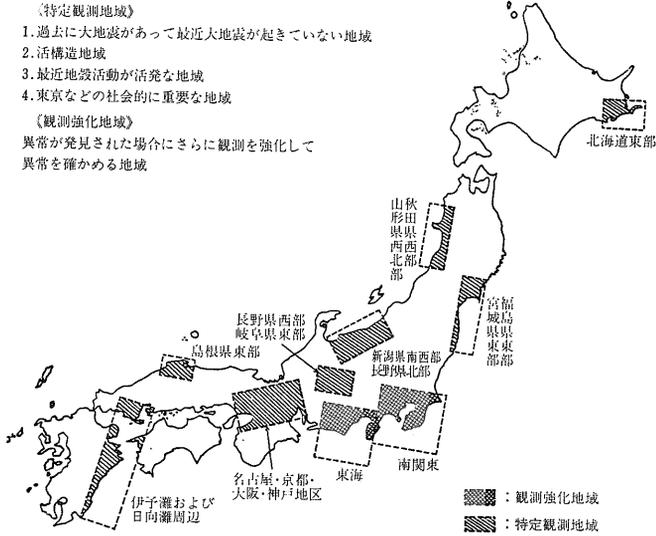
長期的予知は地震エネルギー蓄積の検知——地下での地震の準備状態を知ること——といえる。短期的予知は直前現象の検知であり地震の発生に関連する異常を発見することである。大きい地震が起きるためには掛け金が外れるまでの地下での手続きが必要であろう。掛け金を外す手続き または外れる過程をとらえて発生を直前に検知する狭義の地震予知にあたる。地震予知といっても地震の発生過程そのものにはまだ未知の部分が多い。そこで地震の発生の基礎的な理解のための研究やその基盤となるデータ取得のための研究調査が必要でありこれが発生機構解明のための研究である。

地質調査所では第5次地震予知計画の中で短期的予知のための観測の一翼を担うものとして東海地域の地下水観測を行っており水井戸の地下水位・ラドン濃度などの連続観測データの一部は筑波の本庁舎を経て気象庁に送られそこで24時間体制で集中監視されている。また工業技術院特別研究「地震予知に関する地質学・

地球化学的研究」(昭和59—63年度)を実施している。この中で活断層の研究は建議では長期的予知に有効な観測研究のうちの基礎調査と位置づけられている。また岩石破壊実験地殻応力の測定地震波速度変化は地震発生機構解明のための研究である。

地震予知連絡会は地震予知に関する全国的な基本観測のほかに特に他の地域に比べて観測を強化する地域として現在南関東・東海の2観測強化地域と8特定観測地域を指定している(第14図)。特定観測地域は①過去に大地震があつて最近大地震が起きていない地域②活構造地域③最近地殻変動の活発な地域④東京などの社会的に重要な地域の基準で選定された。各地域の選定理由(昭和53年8月第43回地震予知連絡会)は第1表のとおりである。

地震予知連絡会は30名以内の委員で構成され現在は2・5・8・11月の年4回開催され報告は地震予知連絡会会報(年2回)に印刷されている。会には強化地域部会・特定地域部会が設けられそれぞれ必要に応じて随時招集されてデータの検討を行っている。



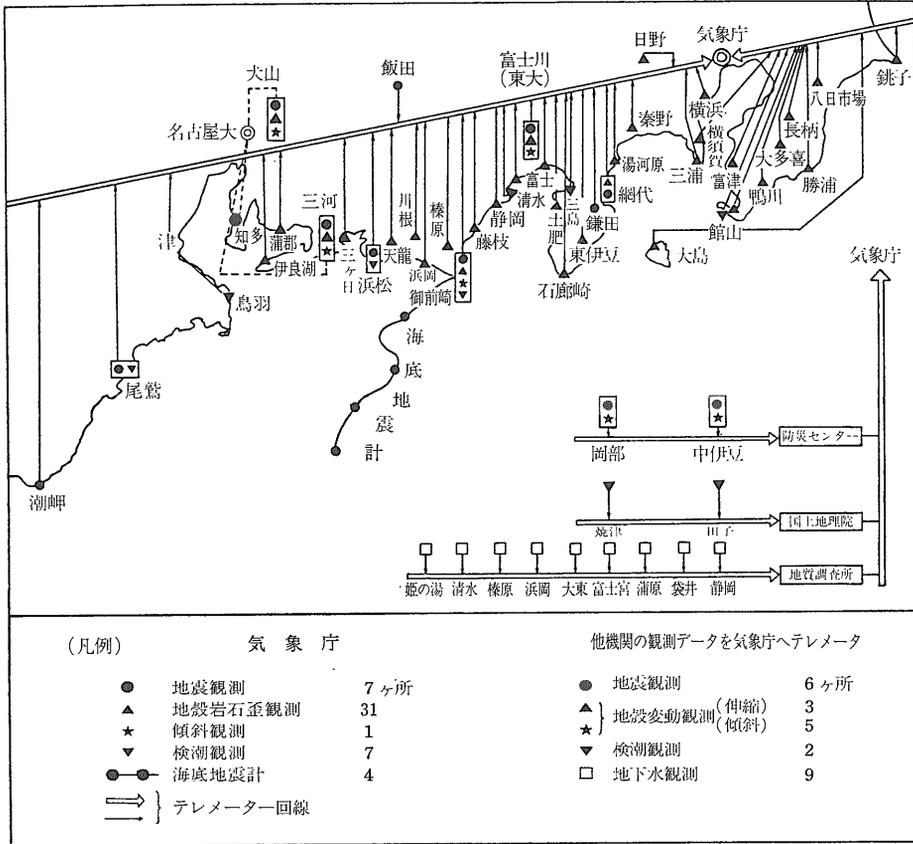
第14図
観測強化地域と特定観測地域（科学技術庁研究調整局 1979）。

昭和53年6月 大規模地震対策特別措置法が公布 同年12月から施行された。この法律の目的は
 第1条 この法律は 大規模な地震による災害から国民の生命 身体及び財産を保護するため 地震防災対策強化地域の指定 地震観測体制の整備その他地震防災体制の整備に関する事項及び地震防災応急対策その他地震防災に関する事項について特別の措置を定めること

により 地震防災対策の強化を図り もって社会の秩序の維持と公共の福祉の確保に資することを目的とする。
 とされている。この法律によって定義された地震防災対策強化地域（強化地域 中央防災会議への諮問を経て 内閣総理大臣が指定 地震予知連絡会の定めた強化地域（第15図）

第1表 特定観測地域の地域別選定理由（43回地震予知連絡会 1978）。

北海道東部	大地震が想定された地震活動の空白地域に1973年根室半島沖地震（M7.4）が起り、空白は一応埋められたと思われるが、陸上部においては地震に伴った顕著な地殻変動はなく、現在も地震前の大きな地殻の歪みが残ったままである。
秋田県西部 山形県西北部	この地域は歴史時代にM7級の被害地震が発生している。最近地震活動が活発化しており、男鹿半島に北西上がりの地盤傾動がみられる。
宮城県東部 福島県東部	三陸沖では、日本海溝沿いに巨大地震が発生し、宮城・福島県沖では沿岸ぞいにM7級の地震がしばしば発生している。この地域の地震活動は、南方又は東方に移動する傾向がある。また、この地域に地震活動の空白部がみられる。
新潟県南西部 長野県北部	この地域では、歴史時代にM7級の大地震が発生している。越後平野から善光寺平までの信濃川沿岸には活褶曲、活断層が多い。最近は、隣接地区に1964年、新潟地震（M7.5）が発生している。
長野県西部 岐阜県東部	この地域には活断層が密に分布している。 隣接地域に福井地震（1948年M7.3）、北美濃地震（1961年M7.0）、岐阜県中部地震（1969年M6.6）が発生しており、最近、この方面で地震活動が活発化しているようにみえる。
名古屋・京都 大阪・神戸地区	この地域には歴史時代に、M7級の被害地震が発生しており、また、活断層が密集している。養老断層ぞいに比較的大きな水平歪、琵琶湖西岸に北上がりの地盤傾動が見られる。社会的に特に重要な地域である。
島根県東部	隣接地域では浜田地震（1972年M7.1）、鳥取地震（1943年M7.4）、北丹後地震（1927年M7.5）が発生しており、この地域には歴史時代に大地震が起った記録がある。 明治以来三瓶山東方に緩慢な地盤隆起が継続しており、最近、三瓶山周辺で地震活動が活発である。
伊予灘及び日向灘周辺	この地域では、M7級の地震がしばしば発生している。 この地域の地震活動はおよそ30～40年くらいの間において活発化する傾向がみられる。 九州東岸には、南上がりの地盤傾動がみられる。



第15図
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)。

とは異なる)については「強化地域に係る地震に関する観測及び測量の実施」として

第4条 国は 強化地域に係る大規模な地震の発生を予知し もって地震災害の発生を防止し 又は軽減するため 計画的に 地象 水象等の常時観測を実施し 地震に関する土地及び水域の測量(以下この条及び第33条において「測量」という。)の密度を高める観測及び測量の実施の強化を図らなければならない。

と規定している。 また「科学技術の振興等」として

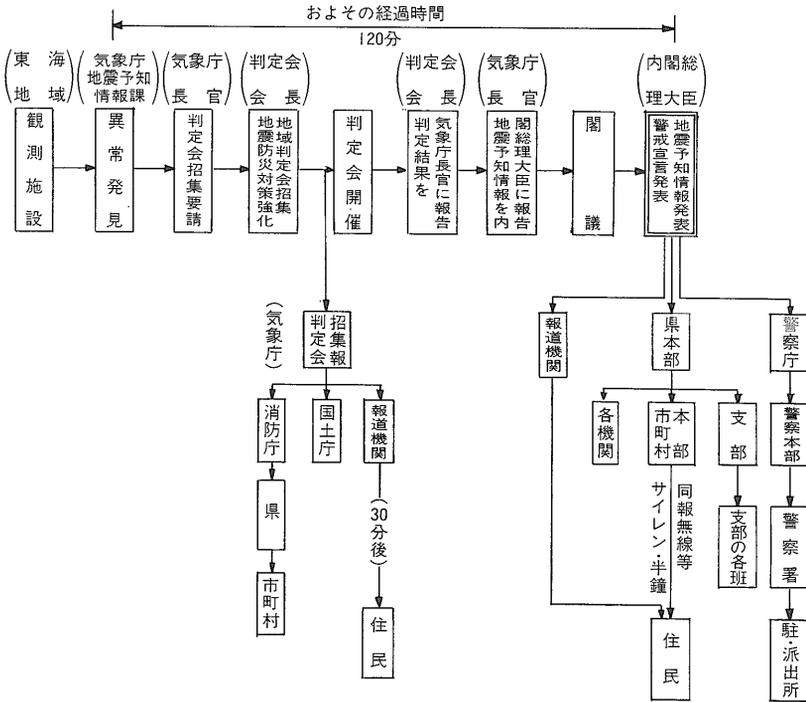
第33条 国は 地震の発生を予知するため 地震に関する観測及び測量のための施設及び設備の整備に努めるとともに 地震の発生を予知に資する科学技術の振興を図るため 研究体制の整備 研究の推進及びその成果の普及に努めなければならない。

とある。 ここで日本の地震予知・研究は法的基礎の上に行われることになった。

後述するように 東海地方6県にまたがって東海地震

に係る地震対策強化地域が指定されている。 強化地域の大地震発生のおそれについての判定を行うために さきの地震防災対策強化地域判定会(判定会)が気象庁におかれている。 判定会の会長は地震予知連絡会会長があたることになっており 初代萩原尊礼東大名誉教授のあとをうけて 現在は浅田 敏東海大教授である。 気象庁には同庁をはじめ関係各機関が実施している観測データがテレメータにより集中され(第15図) データの常時監視が行われている。 このデータに異常が認められたとき判定会が招集され 判定の結果は気象庁長官から内閣総理大臣に報告される。 そして閣議を経て警戒宣言が発せられる(第16図)。 毎年9月1日の防災の日に関東地域を中心に地震防災訓練が行われているが そのきっかけとなるべき警戒宣言は こうした手続きを経て出されるのである。 現在観測データに特に異常が認められなくても 判定会メンバーによって判定会打合会が毎月1回(地震予知連絡会の開催月は除く)開かれ 気象庁 国土地理院 国立防災科学技術センター 地質調査所等から観測データについての報告をうけて 定期的な検討が行われている。

判定会招集 警戒宣言 地震予知情報の伝達系統図



第16図 地震防災対策強化地域判定会の招集と警戒宣言 地震予知情報の伝達系統図 (国土地理院 1983).

あとがき

日本では東海地域に世界で最も密な観測体制をしき国として同地域の地震予知にとりくんでいる。誤解してならないことはこの予知体制は東海地域のM8級巨大地震についてなされていることである。海溝型M8級巨大地震でも他の特定観測地域に同じような観測体制が整えられているわけではない。M7級地震が懸念される内陸の特定地域については予知の方法についても決め手といえるものはまだない。現時点ではいくつかのテストフィールドを選んで研究観測を行い有効な観測手法を見つけ出すことが最も現実的であろう。その意味でさきに述べた山崎断層付近の地震に関する観測結果は今後の地震予知のために重要なデータとなるであろう。室内実験による地震前兆現象の発見と野外観

測による検証 野外と室内とのフィードバックによる前兆現象の理解もきわめて重要である。一言にしていえば地震予知のかなりの部分はまだ研究段階にある。社会からの予知の要請に応えられるためにはさらに観測研究の努力の積み重ねが必要である。

文 献

科学技術庁研究調整局 (1979) 地震予知便覧 300p.
 活断層研究会編 (1980) 日本の活断層——分布図と資料—— 363p. 東京大学出版会.
 国土地理院 (1983) 地震とその予知 48p.
 岡田篤正・安藤雅孝・佃 為成 (1979) トレンチ発掘による活断層の調査. 月刊地球 vol.1 p.608-615.
 太田一也 (1984) 雲仙火山 地形・地質と火山現象. 98p. 長崎県.