

防災問題における資料解析研究（9）

芦田 和男・後町 幸雄・松村 一男

1. は し が き

防災科学資料センターの施設長は昭和 56 年度に、若林實教授から芦田和男教授にかわり、主任は島通保教授から土屋義人教授にかわった。昭和 56 年度に本防災科学資料センターにおいて収集した資料は、文部省科学研究費、自然災害特別研究、自然災害科学研究資料の収集と解析に関する総合的研究による「関西地区災害科学研究資料文献・資料目録 (XI)」¹⁾ に挙げた。

本センターでは、防災研究所の各研究部門および各施設と協力し、防災問題に関するいくつかのプロジェクトを設定して資料の解析研究を行っている。54 年度より 56 年度まで、次の 4 つのプロジェクトについて研究が行われたが、以下に 56 年度に行われたそれらの研究成果の概要を述べる。

2. 各地の突発水災害の特性*2)

豪雨の時空間分布を広域的・全体的に把握することの必要性に鑑み、比較的広域かつ長期にわたるそれぞれ特徴的な 4 つのケースの豪雨（昭和 34 年 9 月伊勢湾台風豪雨、昭和 36 年 6 月梅雨前線豪雨、昭和 42 年 7 月豪雨、昭和 51 年 9 月豪雨）について、ほぼ全国ネットの地点の、当該豪雨に係わるほぼ全期間の毎時雨量のデータ・ファイルを大雨予想資料とアメダスの資料によって構成した。今回は、主として雨量分布の相関構造に注目し、上記のデータ・ファイルに基づき、以下のような解析・検討を行った。(1) 空間平均毎時雨量時系列の自己相関特性における平均化する空間スケールの効果、及び移動平均毎時雨量時系列のそれとの対比による両者の関係の検討、(2) 地点雨量間の相互相関数の空間分布の一般的性質と方向による特性の検討、(3) 欠測補完の問題を念頭において、比較的近地点間の相互相関数の検討、(4) メッシュ分割 (30'×30') によるブロック内の平均毎時雨量の相互相関係数の空間分布及び最大の相関係数を与える時差の分布の検討、(5) (4) と同じ方法で、時間平均 (2~12 時間) の効果を検討し、雨域の移動状況の把握、あるいは予測の可能性についての吟味等である。そしてこれまでに得た主要な結果は以下の通りである。

- (1) 時間雨量を空間的に平均することにより、その系列の自己相関関数は滑らかかつ持続性の高いものとなり、その程度は平均化する空間スケールが大なるほど大きい。またこれは 1 地点の雨量系列について移動平均をとった場合とよく似ている。
- (2) 毎時雨量の地点間相互相関係数は時差ゼロで見た場合、距離が小さいほど大きいという傾向が見られるが、200~300 Km の遠方にもピークが認められる。
- (3) 幅 20 km、半径 300 km の狭いバンド状地域を回転させて見た場合、そこでも、距離と共に相関係数が小さくなる傾向はあるが、バンドの方向によっては、他の方向と比べ全体的に相関係数が大きい場合がある。
- (4) 30'×30' のブロック内平均毎時雨量時系列に関するブロック間相互相関係数（時差ゼロ）の分布のマップ表示により、(2) で述べたことを平面的にみることができ、しかも相関係数の値はやや高くなる。
- (5) (4) で時差を考慮した場合、相関係数の高いブロックの移動が見られ、これはまた、時差-24 hr~24 hr でブロックごとにその最大値とそれを与える時差をマップ表示することにより一層はっきり見ることができる。
- (6) 上記のことは、伊勢湾台風の場合、最も広範囲に、しかも明確に現われており、他のケースは狭い範囲で移動が認められる。

* 友杉邦雄・後町幸雄

- (7) 空間平均をとることによって相関係数は大きくなるが、時間的にも移動平均することにより相関係数は大きくなる。またそれによって雨域の空間的広がりがより明確になるが、短時間予測を考えた場合、あまり長時間の移動平均をとるより、3時間程度が適当である。
- (8) 以上のような結果を得たが、予測という観点に立てば、相関係数が高いということは、一方の雨量によって他方の雨量をよく予測できるということであり、時差があれば、その分だけ早く予測が可能ということである。この意味で台風による降雨は予測の可能性が最も高いといえる。また、他のケースについても、空間平均、時間平均をとることによって相関係数がある程度まで大きくすることが可能でありまた狭い範囲であるが、雨域の移動が認められることから、これを予測に利用することは可能であろう。

3. 西南日本の大地震の活動特性^{*3)}

西南日本には、過去 1500 年にわたって歴史地震の資料がある。とくに古くから日本の中心であった京阪神地区には、詳細な資料が多く残っており⁴⁾、西南日本に起った大地震による災害の記録が多数見られる。それらによれば西南日本とくに南海トラフには、他地域に比べて高頻度で巨大地震が起っていることがわかる。

これら西南日本で発生した歴史地震の活動特性を調べるため、中国、朝鮮半島、日本の歴史地震に関する震源データを収集した。中国については紀元前 780 年—西暦 1976 年、朝鮮半島については西暦 27 年—1977 年、日本については西暦 416 年—1978 年のデータを得た。

これらのデータから各地域の地震の時系列を見てもと、西南日本の外帯すなわち南海トラフの地震が他の地域の地震と深く関連していることが明らかになった。とくに日本列島の日本海側、朝鮮半島、中国東北部の地震活動の時系列は個々に見ると一致していないが、これらの地域をまとめて時系列を見てみると、南海トラフ沿いの巨大地震前後で顕著な傾向が見られる。Fig. 1 で示すように、上記 3 地域で、南海トラフの巨大地震 ($M \geq 7.9$) は前 70 年間および後 60 年間に発生した $M \geq 7$ の地震の数を 10 年毎にプロットしてみると、巨大地震の発生前数 10 年に地震活動が活発化し、地震後の、直後および、次の巨大地震発生 70 年以内(影をつけた部分)を除くとほとんど起っていないことが分る。東南海および南海道地震については最後の点は 1986 年にならないと分らないが、すでに減少の傾向ではないことを示している。

短期間の時系列については、20 世紀のデータしかないで、1944, 1946 の東南海および南海道地震の前後で時系列を見てみると、中国東北部および日本列島日本海側では、1920 ごろから地震が活発化し、2つの巨大地震後、地震が少なく

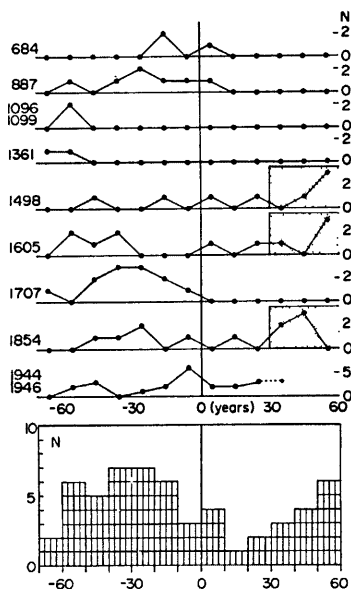


Fig. 1. Frequency distribution of earthquakes ($M \geq 7$) occurred in the region from the inner zone of Japan Islands to the northeast China after and before the occurrence of the great earthquake ($M \geq 7.9$) in Nankai Trough. Lower is the sum of the upper graphs without the earthquakes in 1944, 1946.

* 岸本兆方・尾池和夫・松村一男・渡辺邦彦・佃 為成

なっている。これらの地域に隣接する、日本海溝、伊豆小笠原、琉球列島、台湾、バイカル湖周辺中国北部では2つの巨大地震前後数年極端に地震が少なくなっていることが分る (Fig. 2)。この傾向はこれらより更に外帯の地域ではまったく見られない。

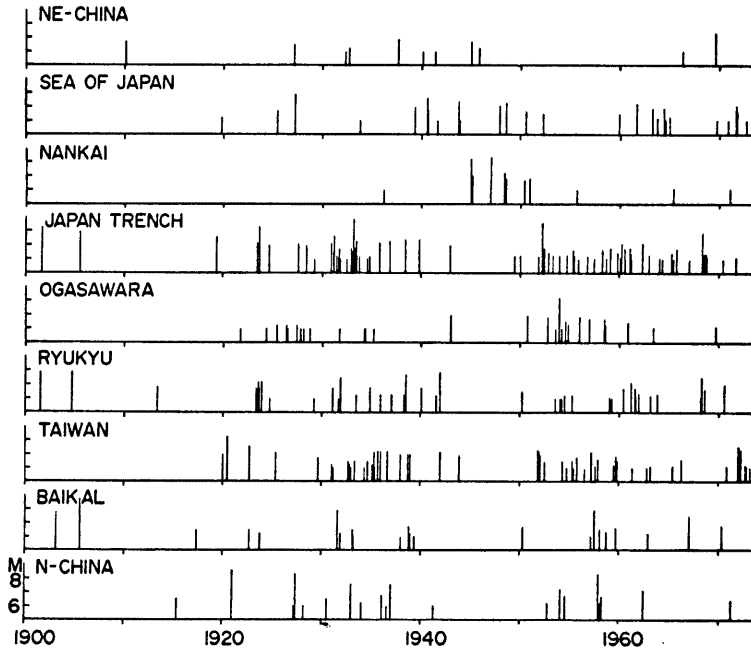


Fig. 2. Time-series of earthquakes in the region affected by the great earthquakes in Nankai Trough.

西南日本を中心とする広域にわたる地震活動のデータの収集によって、西南日本の巨大地震発生に関連した広い地域での地震活動の変化の特徴を知ることができた。これらの特徴は東アジア広域のテクトニクスに深く関連していると考えられ、今後の詳しい研究が必要である。

4. 火山活動予測の情報処理システム*

桜島火山観測所の種々の観測システムによって得られるデータを用いて火山活動の予測を行う場合、長期的には地盤変動、短期的には地震活動に着目して個別のデータ処理システムの検討を行ってきた。すなわち、年オーダーの長期予測のために検潮および傾斜の連続観測データの集録と処理システムが作成され、桜島の噴火に伴う垂直地盤沈降量と噴出物の量との関係並びに地盤変動域の拡大や移動と噴火活動の推移との関係が調べられた。そして島の北側の始良カルデラ中心部にマグマ溜りを想定し、深部からの火山物質の供給が一定割合であるとの仮定のもとにこのマグマ溜りへのマグマの貯溜、火山直下への移動、噴火（放出）による、という一連の活動モデルが提案された。

一方数か月以内の短期的予測のため地震活動を監視し、震源の上昇、火口周辺の地震の群発、連続微動を

* 加茂幸介・西 潔・石原和弘・古沢 保・赤松純平

伴う山頂噴火といった一連の地震活動と噴火活動の関連を基にした情報処理システムの方法が検討された。このため従来の島内中心の中域火山観測網のデータに基く解析のみならず、56年から順次整備されている始良カルデラを囲む広域観測網によるデータも合わせた処理システムを確立する必要がある。この観点から前年度に集中的に行った polarization filtering の方法による A 型地震の S 波識別の結果に基き、両観測網に適用し得る地下構造モデルの設定と震源決定の方法の検討が行われた。その結果を従来の中域観測網のみの処理システムの場合と比較して次のような結果を得た。(1) 島内の浅い地震は震央位置はあまり変わらないが、深さが 1~2km 浅くなる。(2) 島の南西側の深さ 13~18km の地震は 6~10km と浅くなると共に、南々西方向に 5km 以上島から離れる。(3) 島の北東沖の深さ約 6km の地震は S-P と P の時刻から求めた発震時では震源が求まらないが、発震時を 0.3~0.4 秒遅らせると島から数 km 離れた地点に求まる。これらの結果は従来考えられていたマグマ上昇と地震の発生との関係、マグマ溜り付近の S 波の伝播異常等と関連して興味ある現象であり、今後現有のスペクトルによる解析システムの確立を必要とする。

5. 地盤特性を考慮した地震動の統計的解析方法の研究^{*5)}

大きな地震災害をひき起こすような地殻内に生じる浅い地震は、断層面でのくい違いの震源モデルで説明できることがわかってきた。このモデルに基付き、断層の大きさに比して十分遠い、いわゆる far-field について実体波や表面波の理論波形を求め、観測波形と比較することにより震源過程を考察する多くの研究がなされてきた。震源近傍についても無限媒質のみならず半無限媒質を考慮した変位の厳密解の計算もされるようになった。しかしながら、これらの理論地震記象は数秒以上の長い周期成分については適当な震源パラメーターを推定することにより観測波形とよい一致を示すものが得られるが、より短周期成分については一般に理論波形の振巾は観測に比して小さ過ぎることがわかってきた。この原因として考えられることは、1つは理論が半無限の様な弾性体を想定しており、震源から観測点までの伝播媒質の複雑な構造の影響、特に地表面近傍の表層構造や地形の影響が考慮されていないことと、もう1つは、断層面上での破壊の進行の予測し難い複雑さの評価が出来ないことにある。

地震動災害の対策を考えるには、大地震の際の震源近傍での数秒より短周期の成分の地震動を推定することがより重要である。短周期成分での理論と観測の不一致を正すために、1つの方法として、モデルをより現実に近い付け、地殻内の水平多層構造媒質中にくい違いが生じた場合の理論地震記象の近似計算が試みられている。Helmberger 等 (1978) による Cagniard-de Hoop technique と generalized ray method を結びつけた計算方法は、とりわけ精度もよく、観測波形に一致する理論波形が得られているが、この方法は表面付近の局地的な表層構造も考慮すると、初動付近の比較的短い区間の記象については計算可能であるが、それに引き続く波動を計算するには計算量が膨大になり過ぎ実用的でなくなる。もう1つの方法は、大地震と同一震源域に生じた小地震の震動記録をグリーン関数として、大地震時の地震動を推定する方法で Hartzel (1978) により余震記録を用いて本震波形の合成がみられた。この方法は震源での複雑な破壊機構に関する予測し難いパラメーター、および伝播経路、敷地近傍の地下構造などの複雑な影響を直接見積ることなく、大地震の震動を推定できる極めて有利な方法である。ただし彼の方法は本震と余震の断層形成時間の違いが考慮されていないことや、scale factor Q の与え方の物理的意味があいまいで強震動予測に用いるには問題が残されている。

我々は、複雑な震源過程や伝播特性を直接見積らなくてもよい Hartzel の方法の利点を生かし、大地震と小地震の間の相似則を取り入れた、大地震時の複雑な強震動特性の推定方法を検討した。我々の開発したプログラムは、合成に必要な種々のパラメーターを地震の相似則および地質的情報により全て決定論的に与え、震源近傍の強震動波形を同一震源域に生じた小地震の重ね合わせによって推定する方法で、このプログラムによる 1980 年伊豆半島東方沖地震の震源近傍の合成波形は観測波形と極めてよい一致を示している。

* 島 通保・小林芳正・入倉孝次郎

関 連 文 献

- 1) 自然災害科学研究資料の収集と解析に関する研究, 関西地区班：関西地区災害 科学研究資料文献・資料目録 (XI), 昭 57.3.
- 2) 友杉邦雄・辻 安治：豪雨の時空間分布に関する研究 (2)一広域・毎時雨量 資料に基づく 相関構造の解析一, 京都大学防災研究所年報, 第 25 号, B-2, 1982, pp.
- 3) 尾池和夫・松村一男・石川有三：西南日本の大地震と東アジアの地震活動, 自然災害科学資料 解析研究, Vol. 9, 1982, pp. 138-146
- 4) 宇佐美龍夫：資料日本被害地震総覧, 東京大学出版会, 1975.
- 5) 入倉孝次郎・村松郁栄：小地震の震動記録を用いて大地震の震動波形を予測する方法について, 自然災害科学資料解析研究, Vol. 9, 1982, pp. 124-137

INFORMATION ANALYSIS IN THE FIELD OF NATURAL DISASTER SCIENCES

By *Kazuo* ASHIDA, *Yukio* GOCHO and *Kazuo* MATSUMURA

Synopsis

The research results of four projects performed in 1981 in the Information Processing Center for Disaster Prevention Studies with the research sections and attached facilities, of Disaster Prevention Research Institute are outlined. The contents of the projects are as follows:

- (1) Local characteristics of the disaster due to heavy rainfall,
- (2) Characteristics of activity of large earthquakes in southwest Japan,
- (3) Data processing system for prediction of volcanic activity,
- (4) Data processing of seismic waves for ground characterisation.