

防災問題における資料解析研究(8)

若林 実・後町 幸雄・松村 一男

1. は し が き

昭和55年度に本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(X)」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。本年度は次の3つのプロジェクトについて研究が行われたが、以下に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*

2.1 地点雨量強度の時間変動特性²⁾

土石流、山・崖崩れの防止対策・発生予測問題および都市小河川の治水安全度評価問題を解決するに当って、地点雨量強度の時間変動特性、特に強雨時の短時間単位の変動特性を把握することは重要な課題の1つである。この観点から、日本でも有数な多雨域に属する四国の、山間部の3地点(徳島県の坂洲、木頭および高知県禰原)および低平地の1地点(高知)における、時間雨量10mm以上の強雨時の10分単位でみた雨量の時間変動特性を、雨量配分率および連の概念に基づいて、地点・気象原因・雨量規模の別に解析・比較し、その確率・統計的構造特性の把握・解明を試みた。

得られた主な結果は以下の通りである。

(1) どの地点も、台風による規模の大きい(30mm/h以上)降雨の場合が持続性が最も強く、ついで台風以外の場合の規模の大きいものが強い。低平地では、規模小(10mm/h以上30mm/h未満)の降雨の持続性が山間部のものにして著しく弱い(短時間集中度が高い)。

(2) 連の継続・中断過程は一般に従属過程であり、その従属性(長く続いた降雨ほど途切れにくいという意味)は台風による降雨の場合の正の連において最も強い(換言すれば、統計的予測の有意性のレベルが最も大きい)。

2.2 豪雨の時間・空間特性

これまで全国各地に発生した数多くの豪雨災害に関連して、それらの降雨特性等に関する調査がその都度行われているが、どうしても災害地や災害時中心の調査となり、視野の狭い研究になりがちであった³⁾。そこでわれわれは、過去の顕著な豪雨を、もっと広域的に、全体的にとらえ、各ケースを系統的に比較して、豪雨の特性を明確にすることを旨とする。その第一段階として、比較的広域かつ長期にわたるそれぞれ特徴的な4つのケースの豪雨をとりあげ、本州、九州および四国の全域の雨量観測点における毎時雨量のデータファイルを構成し、メッシュ分割法に基づき、それらの概括的あるいはマクロにみた時空間特性に関する種々の解析を試みた⁴⁾。

今回対象とした豪雨は、Case 1: 伊勢湾台風豪雨(昭和34年9月)、Case 2: 昭和36年6月梅雨前線豪雨、Case 3: 昭和42年7月豪雨および、Case 4: 昭和51年9月豪雨で、いずれも比較的広域かつ長期にわたるといふ特徴を持っている。全国ネットの地点毎時雨量資料としては、観測点密度は少々粗いが、取敢えずCase 1~3については気象庁発行の「大雨予想資料」を用い、Case 4については、AMeDASの資料を用いることにした。メッシュは経度1度分を10等分、緯度1度分を6等分し、平均、東西9.0km、南北18.3kmである。面

* 友杉邦雄・後町幸雄

積は約 165 km² で、対象領域の陸地部が1973ブロックに分割される。このような方法によって。マップ表示による雨域の経時追跡の可能性、マクロにみた豪雨諸特性量の経時変化、雨域の規模と最大地点雨量との関係および降雨最盛期の雨量の空間分布や集中特性等を検討した。

現段階では、以上の手法による解析の方法論を模索することも目的の一つであるが、これまでに得た主要な結果は以下の通りである。

- (1) ここで採用したブロックサイズでも、雨量レベルのマップ表示によって雨域の経時追跡が可能であり、全国的な視野で見られるという利点がある。
- (2) 各雨量レベルの雨域面積はそれぞれほぼ類似（相似ではない）の形状（波状）で経時変動するが、対応するピークの起時は必ずしも一致せず、レベルの大きいもの（強雨域）の方のピークが後に生じる傾向のあるタイプと、逆のタイプのものがほとんどで、それらは一連の豪雨でも混在する。
- (3) 陸地にもたらされる総雨水量（volume）の経時変動も波状を呈するが、その形状、振幅等は各豪雨の総合的特徴を如実に反映する。
- (4) あるレベル以上の雨域の面積と最大地点雨量の間には正の相関が認められるが、これを経時的にみると、面積変動のピーク付近において、面積が最大になる時刻以前における最大地点雨量の方が大きいというループを描き、この傾向は台風による降雨において特に顕著である。
- (5) 総合的（ボリューム的）最盛期の雨量の相対的空間集中度は、台風による降雨の場合が最も低く、強い雨域が比較的広域にわたる。
- (6) 雨量強度曲面を地形起伏にアナロジーした場合、準平原（残丘）の様相を呈する。

3. 火山活動予測の情報処理システム*

桜島の火山活動を予測する場合、長期的予測には地盤変動、短期的には地震活動に注目すべきことが明らかにされてきている。特に、やや深い地震の震源移動や浅い地震の群発が噴火と良く対応して、前駆現象として有用なことが判ってきている。この目的のために、従来、桜島島内にネットを有する中域地震観測網によるデータ集録装置とデータ解析処理装置により、地震種別の分類、震源決定、地震波スペクトル解析等の情報処理が、一部オンライン化されて実施されている。更に、昭和56年度始良カルデラを取り囲む広域火山観測網によるデータも集録されるので、中域、広域両観測網に対応する地震波処理システムの確立が必要とされている。すなわち、具体的には、両観測網に適用し得る地下構造モデルの設定とこれによる震源決定方法が処理システムに生かさなければならない。

以上の観点から、本年度は中域観測網による島内3地点およびカルデラ外輪上の1地点の3成分記録を用いて、震源の深いA型地震の波群の識別、特にS波の識別方法を polarization filtering technique によって吟味し、その自動化の方法を検討した。この結果、(1)カルデラ外部の花崗岩上の観測点では、波の直線性と指向性は良好であり、火山地域以外でも構造的な地震の波動識別の処理方法が適用し得るが、島内観測点では、polarization filter によって抽出した body phase からS相を識別するには、島内記録のみからは困難であり、外輪の記録を参考にする必要がある。(2)島内記録では、震源の深さが数kmより浅い場合、初動後の顕著な body phase はS波群であるが、深さが5km以上になるとP～S間に変換波と推定される波群が現われる。(3)深い地震の発震時は、島内観測点のデータによるものと、カルデラ外観測点によるものと大きな差を生ずる。更に、桜島直下に発生する地震に関するカルデラ外観測点の検知能力が震源の深さによって大きく変化することを合せて考え、これらの結果から、桜島の地下数kmに、速度比が大きい境界面のあることが推定される。この境界面の下層とカルデラ外花崗岩層との地質学的関係についての問題や、従来同じA型と分類されている地震群は、深さの違いが震源域媒質の違いとして、発震機構や地震波の性質にどのような違いを反映しているか等、新たな問題点が指摘されると共に、情報処理システム作成のための基礎的資料として検討された。

* 加茂幸介，西 潔，石原和弘，古沢 保，赤松純平

4. 地盤特性を考慮した地震波の処理方法の研究*

4.1 小地震の震動記録より大地震の震動波形を推定する方法^{5),6)}

大地震にも強い構造物や施設を作るには、どうしても地震時の震源近傍での強震動の波形を前以って知ることが必要である。しかしながらその推定方法は現在のところ極めて問題が多い状態である。断層モデルによる理論波形の計算方法の発達で、P波やS波の初動部の長周期成分については推定可能ということで、工学的にも理論波形が応用され始めているが、工学的に重要な数秒以下の短周期成分やS波の立ち上がり持续到主要動の推定は理論と観測とは必ずしも一致しない。さらにこの計算方法は、媒質が一様で境界が全くないという仮定が必要とされ、実際の地盤モデルをそのままあてはめるわけにはいかない。

Hartzell (1978) によって提案された余震記録をグリーン関数として本震の波形を合成する方法は、震源での予測し難いパラメーターや複雑な伝播経路や地盤特性の影響などを直接見積ることなく大地震の波形の推定ができる点で極めて有利な方法であるが、彼の方法は本震と余震の断層形成時間の違いや scale factor の与え方などそのまま一般化するには問題が残されている。

本研究は、Hartzellの方法をより一般化するために、大地震と小地震との相似則を用いて、大地震時の震源近傍での強震動波形を同一震源域に生じた小地震の記録から推定する方法を考案した。大地震の震源過程は極めて複雑なことは明らかであるが、強震動波形の予測の条件として、モデルはできるだけ単純で、パラメーターもできるだけ少なく、結果（ここでは大地震の震動記録）がわかっていなくても、根拠ある推定が可能であることが望ましい。なおかつ工学的に実用可能な予測の方法論の確立をめざしている。

地震時の断層の長さ L 、幅 W 、ずれの量 D の間に、 $W=c_1L$ 、 $D=c_2L$ 、(c_1, c_2 は常数) の関係が経験的に成り立つことがいくつかの研究で示されている。それ故モーメント M_0 は、 μDWL で表わされるから、 L^3 に比例することになる。従って同一震源域に生じた大地震と小地震の震源パラメーターの関係は、モーメント比を $M_0/M_0\alpha=n^3$ 、(ここで添字 α は小地震のパラメーターにつける) で表わされるとすると、 $L=n\cdot L_\alpha$ 、 $W=n\cdot W_\alpha$ 、 $D=n\cdot D_\alpha$ で表わされる。断層形成時間は、スリップの速度 D/τ が常数とすると、 $\tau=n\cdot\tau_\alpha$ の関係で表わされ、くい違い関数は、 $D(t)=\sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n \sum_{m=1}^n D_\alpha(t-k\cdot\tau_\alpha)$ の関係で表わされる。破壊速度 V は媒質の常数と仮定できる。

従ってある1つの小地震からモーメントが n^3 倍の大地震の震動を合成するには、大地震の推定断層を n^2 個の小要素に分割し、各小要素が断層形成時間の相似性を満足するように発生すると考え、要素間は L_α/V の時間遅れを生じると考え、合わせて n^3 個（モーメント比）の小地震の震動を加え合わせればよい。すなわち、小地震の震動 $g_\alpha(t)$ と大地震の震動 $g(t)$ の関係は、

$$g(t) = \sum_{k=1}^n \sum_{l=1}^n \sum_{m=1}^n g_\alpha(t - \tau_{klm}) \quad (1)$$

$$\tau_{klm} = (k-1) \cdot \tau_\alpha + \frac{\delta_{lm}}{v} + \frac{R_{lm} - R_0}{c} \quad (2)$$

となる。

小地震の震動から大地震の震動の予測の例が Fig. 1 に示される。1980年6月29日の伊豆半島東方沖地震 ($M=6.7$) の際の余震 ($M=4.9$) の記録から本震 ($M=6.7$) を推定したものである。モーメント比は約 6^3 であるので(1)式の n は6として合成がなされた。観測された余震の記録が最上部に示され、(1)と(2)式により合成された波形が中央部に、実際に観測された本震の記録は最下部に示される。図は左側に垂直成分、中央にNS成分、右側にEW成分の例を示している。

4.2 近年の地震における死亡者の発生原因⁷⁾

近年の5つの地震、新潟、十勝沖、伊豆大島近海、宮城県沖地震における死亡者発生原因を地方紙などで個々に調査した。その結果、全数(159人)中50%余(85人)が崖がずれ等斜面災害によるものであり、次いでブロックベイ等によるもの(24人)、建物倒壊によるもの(16人)、ショック死(12人)、その他

* 島・通保・小林芳正・入倉孝次郎

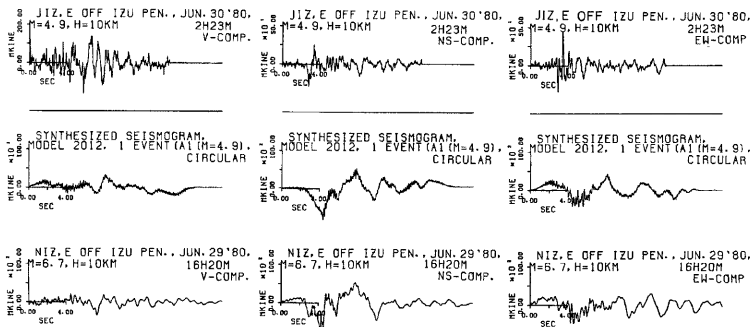


Fig. 1

(22人)であった。

全壊戸数/死亡者数は濃尾、関東地震では焼死者を除き、10~20戸/人程度であるのに対し、近年の地震では斜面災害の多くなかった新潟、宮城県沖ではそれぞれ75、49戸/人と死亡率が低いが、斜面災害の多かった十勝沖、伊豆半島沖、伊豆大島近海ではそれぞれ13、3.4、3.6戸/人と昔の地震の死亡率と同程度またはそれを上回る数値であった。

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総合的研究，関西地区班：関西地区災害科学研究資料文献・資料目録(X)，昭56. 3.
- 2) 友杉邦雄：強雨の時間変動の統計的構造に関する研究—地点、毎10分記録の雨量配分率・連解析—，京都大学防災研究所年報，第23号B—2，1980，pp.133—155.
- 3) Okuda, S., K. Ashida, Y. Gocho, K. Okunishi, T. Sawada and K. Yokoyama: Characteristics of Heavy Rainfall and Debris Hazard, Natural Disaster Science, 1972—2, 1980, pp.41—55.
- 4) 友杉邦雄・後町幸雄・辻 安治：豪雨の時空間分布に関する研究——メッシュ法による広域・毎時雨量資料の解析——，京都大学防災研究所年報，第24号B—2. 1981, pp. 91—107.
- 5) 入倉孝次郎，村松郁米：余震や前震の震動記録から本震の震動記録を合成する方法——その1，震源パラメーターの相似則——，——その2，合成方法および結果——，地震学会講演予稿集，1981, No. 1, pp. 109—111.
- 6) 入倉孝次郎，吉川宗治：地盤構造の不規則性と地震動による被害の関係，第17回災害科学シンポジウム，1980, pp. 531—534.
- 7) 小林芳正：近年の地震における死亡者の発生原因，自然災害科学，資料解析研究，文部省自然災害特別研究，自然災害科学資料収集解析総合研究班，Vol. 8, 1981, pp. 35—45.

INFORMATION ANALYSIS IN THE FIELD OF
NATURAL DISASTER SCIENCES (8)

By *Minoru* WAKABAYASHI, *Yukio* GOCHO and
Kazuo MATSUMURA

Synopsis

The research results of three projects performed in 1980 in the Information Processing Center for Disaster Prevention Studies with the research sections and attached facilities, of the 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) Data processing system for prediction of volcanic activity,
- (3) Data processing of seismic waves for ground characterisation.