

防災問題における資料解析研究 (10)

芦田 和男・後町 幸雄・松村 一男

1. は し が き

昭和57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 (XII)」¹⁾に挙げた。

本センターでは、本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。57年度より次の6つのプロジェクトについて研究が行われている。

1. 自然災害科学データベースの構築
2. 微小地震分布の微細構造と活断層の活動特性に関する研究
3. 災害史料を利用した崩壊災害の復元的研究
4. 水害の変遷に関する研究
5. 火山におけるデータ解析の方法とアルゴリズムに関する研究
6. 大地震時の地盤の震動性状の統計的解析手法の研究

これらのプロジェクトのうち、57年度に行われた研究成果の概要を以下に述べる。

2. 自然災害科学データベースの構築^{*2)}

本防災科学資料センターは設立以来11年を経過し、この間自然災害科学資料収集解析研究班の補助を受けて、本研究各部門・施設と協同して多方面にわたる資料の解析研究を行い、そのために多種多様な資料を収集し、保管している。それらの資料がさらに広く活用され、防災科学の研究が推進されることを願って、毎年「関西地区災害科学研究資料文献・資料目録」を刊行し、全国の災害科学に関係する研究者に配布してきた。資料に関する情報は、これまで昭和47年度に同研究班でまとめられた方法に従って、各地区資料センター共通の形式で、カードに記入され、分類コードがつけられて整理され、資料目録にもそのコードが載せられてきた。しかし、この10年間余りの計算機とそれとともなう情報処理技術の発展はめざましく、全国の大規模計算機に備えられた機能を用いて、研究の目的とする文献や資料を的確かつ迅速に検索し、資料の利用度を一層高めることが可能になった。われわれもその方式を採用することになり、2年ほど前から採用する項目の選択などの準備を開始し、自然災害科学総合研究班からの援助も受けてデータを作成して、京都大学大型計算機センターの開発計画の一環としてデータベースを構築し、テストを行った。当初の目的を達したので、本年2月同計算機センターの共用データベース、“SAIGAIKS”として公開した。同様なデータベースは、全国6地区の大学の資料センターでも構築され、大型計算機センター間ネットワークを通して、データベースの相互利用が実現されつつある。そこでデータベース名の最後の2文字に地区名を入れることにした。本データベースの場合のKSは関西地区を意味する。

本資料センターに保管されている資料はまだデータベース化していないものを残してはいるが、その大部分はこのデータベースによって検索することができる。従って京都大学大型計算機センターの利用者は誰でも、他のデータベースの検索と同様に FAIRS というソフトウェアを用いて検索することができる。具体的な検

* 主として芦田和男, 土屋義人, 後町幸雄, 佐藤忠信, 松村一男が担当

索方法は 2) の文献に述べた。このデータベースが一応完成したので、毎年出版している資料目録もいずれは不要になると思われるが、TSS 端末が広く備えられるまで、しばらくの間は、同目録を刊行する予定である。

本データベースは、検索は全て非漢字で行い、出力は原文に従い和文または欧文で行うことを原則にして構築されているので、検索するためには漢字端末が望ましいが、そのような端末はかなり高価である。データベースが広く利用されるためには、安価な端末が必要である。そこで漢字を処理できるマイコンの利用を考え、FUJITSU MICRO 8 (FM-8) のシステムを用いて、漢字を含むデータベースの検索が可能となるようなソフトウェアシステムを開発し、一般の利用に供することにした。但し、検索項目の出力も可能なので、普通のカナ文字の端末でも検索は可能である。

またデータベースが広く利用されるためには、資料そのものの量・質を充実させる必要がある。そこでやはり FM-8 を利用した日本語データ作成方式も開発して、資料の作成も行っている。資料数が増加すれば、論文別刷やルーチン観測記録の掲載されている定期刊行物などの資料はサブファイルとして分ける方針であり、さらに災害統計や各種測定記録などの数値データベースも開発中である。

3. 微小地震分布の微細構造と活断層の活動特性*

(1) データの収集

i) 鳥取微小地震観測所の震源データ・観測データをテレメータ観測開始(1976年4月)以降1982年12月までについて1つのデータファイルに収録した。データ項目のうち、日付が時間順に並んでいるかどうかのチェックと修正を行い、震源パラメータの異常値についても吟味した。さらに、このデータファイルから、碎石発破などの人工地震や不必要な地震を除去したファイルが作成できるようにした。

ii) 上宝地殻変動観測所の震源データのうち、マグニチュード1.5以上のものについて予備的なファイルを作成した。

iii) 気象庁の震源データについては、時間順または地域別に必要なデータが取り出せるように準備を行った。

(2) データ処理・解析

山崎断層や鹿野・吉岡断層付近の地震については、鳥取観測所のデータ、跡津川断層については上宝観測所のデータを用い震源分布の平面図や立面図、立体図を作成し断層の地震分布の微細構造の表現を試みた。また、地震活動の時間的・空間的变化を図化し、活動度やb値の時間変化を示すグラフを作成した。

(3) 研究成果

活断層の震源分布について、上記3つの断層を比較すると、いくつかの類似点や相異点が認められた。

A. 類似点

- i) 地震は活断層付近に集中し、深さ分布は断層の両端で浅くなる舟型分布である。
- ii) 山崎断層と跡津川断層には、中央部ないしその東部に地震の極めて少い領域(空白域)が形成されている。
- iii) どの断層地帯でも、地震の分布にはクラスター構造が見られ3~10 kmの間隔で地震のかたまりが分布している。

B. 相異点

- i) 震源の最深点は鹿野・吉岡で8~10km、跡津川で13~15km、山崎では18~20kmである。このように地震発生の深さ限界点が異なるのは媒質の物質の違いと温度分布の違いによるものと考えられる。
- ii) 跡津川では震央は断層線に沿って線状に分布するが、山崎断層では線状とは言えない。断層線から10 km近くも両側にはみ出して広がっている。

* 岸本兆方(代表者)、尾池和夫、見野和夫、渡辺邦彦、松村一男、竹内文朗、佃 為成

山崎断層の場合、活動度の時間変化と活動様式（例えばb値で表現されるマグニチュード分布）の間にはよく対応した関係が認められ、この関係は今後地震活動の予測を行うために有効であろう。

(4) 次年度以降の研究計画

データ収集を今後も続け、データベース化を試みる。解析手法の開発も行い、活動予測の道をさぐる予定である。

4. 災害史料を利用した崩壊災害の復元的研究

本年度は主として研究手法の検討に重点をおき、とくに災害史料と現地状況との対比について具体的な考察を進めるために下記のような試行的調査を行った。

4.1 奈良県西吉野地方の崩壊地調査*

1982年8月初旬に奈良県北部を襲った豪雨によって西吉野地方に数多くの崩壊災害が発生したが、とくに西吉野村和田地区（地すべり性大崩壊）と五条市車谷地区（浅層崩壊）について現地踏査とともに崩壊前の空中写真判断を行った。その結果によると、前者では、今回の滑落地形のなかに数箇の粘性地すべりがあって、それらが今回の崩壊箇所に関連が深く、また後者では今回の崩壊地に隣接して同型の滑落跡が認められた。このことからこの地方での崩壊災害は、それぞれの地域で型は異なっているが、過去に何回も類似の現象があったことが明らかになった。

一方災害史料からその地方での崩壊災害発生の実状を知るために青木滋一著「奈良県気象災害史」（養徳社昭和31年）を調べたが過去の史料としてはそれぞれの時代の都を中心とした大地震、暴風雨、洪水、旱魃、疫病などの記録は多いが、山間での崩壊災害の記録はほとんど見当らなかった。したがって崩壊災害の古い史料を入手するためには、さらに細かい地域別の郡史あるいは町村史などを調べる必要があると思われる。

4.2 十津川村古屋山地区の調査**

1889年（明治22年）に奈良県十津川村に生じた大崩壊の惨状は当時の宇智吉野郡役所の手によって「明治22年吉野郡水災誌（巻1～11）」（その後昭和52年十津川村役場によって復刻）に詳細に記されているが、災害科学の面からみて、今後のこの地方での土地利用、防災計画に役立たせるためには、最新の学理にもとずいた再調査による復元的研究が必要である。

そのためにわれわれは現地で過去の記録、最近の空中写真、大縮尺地形図と対比しながら地形、地質の特性を検討した。

その結果崩壊斜面は頁岩層のつくる典型的な流れ盤になっており、崩壊のタイプは最近の大崩壊によく見られる地すべり性崩壊（基岩スランプ型）であったものと考えられる。また崩壊は基岩内のクラック発生による岩盤の回転滑落、その破碎による崩土化、さらに崩土による白谷川の堰きとめとその決潰の過程が追跡され、その諸過程が現在の地形によく反映されていることが分った。

このような史的事実と現在の地形観察から、今後の土地利用や安全性の検討に役立つ提言がなされ得る可能性がある。

4.3 飛鳥山田寺跡発掘現場での堆積状態観察***

桜井市山田において1982年に発見された山田寺東回廊の発掘作業が行なわれた際に、奈良国立文化財研究所の御厚意によって発掘現場を見学し、若干の調査をする機会を与えられた。山田寺の東回廊の一部（屋根、壁、窓、柱、礎石等をふくむ）は約2mの厚さの土層の下に埋没していたが、その発掘によって堆積物の層構造の写真撮影、主要層の砂泥の採取と粒度分析を行うことが出来た。

* 奥田節夫，奥西一夫，平野昌繁

** 奥西一夫，諏訪 浩，平野昌繁

*** 奥田節夫，藤田裕一郎

奈良国立文化財研究所の調査（主として古文書による）では同寺は7世紀中頃に建立され、10世紀後半か11世紀前半に倒壊したものと思われるが、4.1.で述べたように崩壊時期、原因に関する詳しい記録はないようである。地形的には近くに洪水氾濫をもたらすような河川はなく、東側の山の麓に近いために、土石流あるいは土砂流による倒壊が直観的に想像される。しかしながら回廊がばらばらにこわれなくて山と山の反対方向に倒れていること、倒れた回廊の直上の堆積物に礫が含まれておらず、中央粒径 3.6ϕ (0.08mm)、淘汰度2.3 ϕ で、三角座標分類で砂質粘土が粘土に相当することから、高速の土石流、土砂流の直撃による倒壊ではなく、豪雨時に近くの山から出て来た泥流的な流れの中心をはずれた端の方の部分に襲われたのではないかと考えられる。

さらに詳しく当時の状況を復元するためには、隣接域を含めて回廊全体の埋没状況（現在は全長約90mのなかの2区間30mくらいが発掘されている）の確認、さらに広域の山麓、扇状地域の微地形調査、簡易ボーリングが必要であろう。

なお発掘で得られる出土品の種類によっては、年代鑑定が二、三十年の精度で可能であり、地球化学的方法（C-14利用など）よりも有効な場合があるということを発掘担当者より教えられた。

4.4 総括*

以上本年度試行的に行なってきた災害史料と現地調査結果を比較して崩壊災害を復元する方法について、例示的に述べたが、本年度の経験を通して次のような問題点がとり上げられ、今後の研究の進展に際して注意を要するものと思われる。

- (i) 崩壊災害に関してはかなり大規模のものでも史料に記載されていない場合があり、現地との対応については先に史料の存在を充分確認しておく必要がある。とくに総合的史料のみでなく地方的史誌の入念な探索が重要である。
- (ii) ある程度以上の規模をもった崩壊の痕跡は、その後の人間活動で消去されないで、現在の空中写真で判読できるものが多く、文献で地名が判明した場合には、崩壊の発生地点、土石の流送範囲等は空中写真（または大縮尺地形図）で調べることが可能であろう。
- (iii) 崩壊土石による原地表の被覆状況については、考古学的な発掘調査の手法に学ぶべきものが多い。ただし発掘作業は狭い地域に限られることが多いから、その結果を参考にして、ボーリングや物理探査法を利用して面的に地下の埋没状態を調べる工夫が必要であろう。この分野でとくに考古学研究者との協力が重要であろう。
- (iv) 史料を利用して過去の崩壊災害を復元するとき、多くの有効な史料の入手によってさまざまな型の多数の崩壊跡地が見出される可能性がある。そこであらかじめ災害科学の目的に応じた整理項目等を統一的に配慮しておかないと、データベースの作成、統計的解析などの段階で疑問、くいちがいが生じて作業が遅延するおそれがある。したがって関連分野の研究者が充分話しあって学際的な見直しをもった作業方針を具体的に確立しておかねばならない。

5. 水害の変遷

水害は、台風・豪雨・洪水・高潮などの外力規模と、被災側の抵抗力との相対的な関係によって、その発生頻度・被災規模が定まる。この相対的な力関係を過去に遡って分析することは容易ではないが、将来の水害の危険度を予測し対策に役立てるためには重要なことである。こうした問題へのアプローチの第一歩として、昭和57年度は次のような研究を行った。

5.1 台風による死亡リスクの変遷とその推定**

時代的背景を考慮した死亡リスクと台風の工率との関係を検討し、その結果から上陸台風による死亡リス

* 奥田節夫

** 土屋義人，河田忠昭

クと死者数を推定する方法を提案した。まず、死者・行方不明者数によって風水害を分類し、それぞれの発生数の経年変化を調べた。その結果、死者・行方不明者数が50人以上の風水害は1953年頃から、また20人以上のものは1960年頃から減少しているが、3人以上の風水害は1960年から急激に増加し、災害のゲリラ化に対応していることが見出された。しかし、1972年以降1979年まででは、台風上陸数の減少とあいまって、防災・減災のハードウェアの充実によってこれがさらに減少していることがわかった。さらに、伊勢湾台風以前の台風について、上陸台風の摩擦工率と死亡リスクとの間に良好な相関性を見出すとともに、最大風速が15m/secを越えると、市・郡単位の死亡リスクが 10^{-5} 以上になり、その強風域が藤田の式で実用上推定できることを示した。つぎに、この式を用いて、被害地域を推定して求めた死亡リスクの計算値と実際の値は非常に良い対応を示すことから、台風の陸上に伴う死亡リスクあるいは死者数を求める方法を提案した。この方法を伊勢湾台風に応用したところ、つぎのような結果が得られた。すなわち、死者・行方不明者数の推定は、実際の値の87.6%になり、推定精度が非常によいことがわかった。さらに、伊勢湾台風の中心気圧の距離の変化や進行速度あるいは経路を変化させて、それぞれの死者・行方不明者数を推定した結果、台風の規模や経路の変化によってその値が増減し、台風災害の地域性がかなり見出されるとともに、実用上十分適用できることが明らかになった。

5.2 高潮災害の変遷*

大阪湾沿岸、とくに大阪におけるいわゆる三大高潮と、伊勢湾沿岸での13号台風および伊勢湾台風に伴う高潮による死亡リスクの変遷と防潮堤などのハードウェアや避難情報などのソフトウェアとの関係について検討した。まず、大阪における高潮災害の実態として、室戸、ジェーンおよび第2室戸台風に伴う高潮の死亡リスクと被害家屋（全・半壊、流失）数あるいは床上・床下浸水家屋数との関係を調べたところ、数次にわたる高潮防御施設の整備と台風・避難情報の充実が死亡リスクの低下に大きく寄与したことが認められた。そこで、後者の効果を見出すため、これら三大高潮時の家屋全壊率、浸水量および避難情報の発令時間と死亡リスク（第二室戸台風の場合は負傷・死亡リスク）との関係を検討した。その結果、いずれについても、台風・避難情報の早期発令・徹底の度合いに従って、人的被害が軽減されることがわかった。一方、13号台風と伊勢湾台風による高潮の実態として、伊勢湾沿岸の各市町村行政区域ごとの人口、死亡リスク、最高潮位とその起時および浸水面積などを詳細に調べ、避難情報などによる死亡リスクの相違を検討した。まず、避難対策の程度を表す指標として4つのランクを定義し、死亡リスクと避難情報ランク、最高潮位あるいは浸水面積比との関係を調べたところ、いずれも、避難情報の伝達と避難の徹底に伴って、死亡リスクが 10^{-3} 程度も減少することが見出された。さらに、浸水高などの浸水規模に着目した場合においても避難情報の死亡リスク軽減効果が明らかになった。したがって、大阪湾および伊勢湾沿岸を対象として、高潮災害の軽減が台風・避難情報の充実によってもたらされたことが明らかになった。

5.3 鴨川水害史**³⁾

鴨川は流域面積はわずか200 km²程度であるが、1200年の歴史を持つ平安京の中を流れているために、その流況・洪水史はこの間の政治・経済・文化の変遷と共に克明な記録が残されている点では他に類をみないといつてよいであろう。清和・陽成・光孝の三代の歴史を記した三代実録など1000年前の洪水について日付もわかり、規模や原因、被害に至るまで記されており、これらの記録を水害史の立場から解析し直すことは防災科学にとって貴重な研究といえよう。以下にその概要を述べる。

研究方針としては歴史書や公式記録あるいは個人の日記から得られた史実を出来るだけ防災科学の見地から見直そうとした。そのため

- (1) 京都に測候所が出来てからの100年間の水害史をまずとりあげて、天気図、降雨記録、水位・水害状況などの記録から、鴨川の洪水を台風によるものと前線によるものとに分類してそのそれぞれの出現頻度や

* 土屋義人，河田恵昭，安田孝志

** 中島暢太郎

性格の差を明らかにした。

- (2) 上に解析された結果を参考にして過去の記録に残された水害の分類を試みた。
- (3) 京都の人たちが官・民などそれぞれの立場で鴨川洪水と如何にたたかって来たかの洪水対策史をふりかえてみた。
- (4) 1200年間の鴨川の水害記録を大小の区別をつけて統計を行い、水害の数には波があることを指摘し、その変動を、世界的に考察した気候変動のリズムと比較対照し、有意な関係があることを見出した。

6. 大地震時の地盤の強震動の統計的解析手法の研究*

地震時の危険度予測評価上極めて重要な大地震時の強震動特性の予測のため、小地震の記録を用いて大地震の強震動を合成する方法について定式化を行ってきた⁴⁾。この方法により、1980年伊豆半島東方沖地震について前震や余震からの観測波形を用いて、本震 ($M=6.7$) からの震動波形の合成を試みた結果、1Hzよ

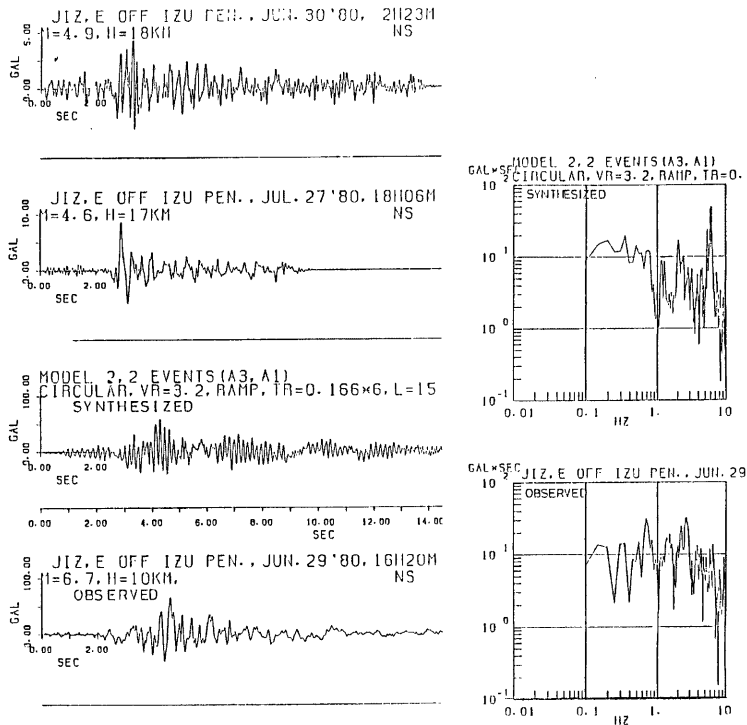


Fig. 1. Comparison of the synthesized acceleration seismogram with the observed seismogram at JIZ station. The left upper two traces are the observed accelerograms of the aftershock A1 and A3 used as elementary shocks, the left third trace, the synthesized accelerogram for the mainshock, and the left bottom trace, the observed accelerogram of the mainshock. The right upper figure is the Fourier spectrum of the synthesized accelerogram and the right lower figure is that of the observed accelerogram for the mainshock.

* 入倉孝次郎, 吉川宗治

り低周波成分については、合成波は観測波に極めてよい一致を示すが、1Hzより高周波数成分については、合成波は振巾が過小評価されるという問題点が明らかになった。この合成波形と観測波形のくい違いを埋めるための改良法として、断層面の破壊の不均質性を統計的にモデル化した“a specific barrier model”等の統計的手法の導入、および大地震を小地震の空間的分布に置き換え、かつ震源パラメーターに関する相似則に一致させる決定論的な手法の拡張⁵⁾等の再検討がなされた。その結果、大地震時の強震動を評価するための実用的な手法として、後者の決定論的手法により、0.05~5Hzの周波数範囲にわたって、観測波に極めてよく一致する合成波形の推定の可能な合成法が考案された。その際、本震の合成に用いる小地震の断層の長さ L_e は、 $L_e = V_r \cdot t$ (V_r :破壊速度、 t :本震のrise time)が近似的に成り立っていることが望まれる。このようにして得られた合成波と観測波の加速波形およびスペクトルの比較がFig. 1に示される。なおFig. 1は、震央距離20kmの近距離で得られた地震波の例を示している。

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 (XII)，昭58. 3.
- 2) 芦田和男，土屋義人，後町幸雄，佐藤忠信，松村一男：自然災害科学データベース (SAIGAIKS) について，京都大学大型計算機センター広報，Vol. 16, No. 1, pp. 6-11, 1983. 2.
- 3) 中島暢太郎：鴨川水害史(1)，京都大学防災研究所年報，第26号 B-2，昭58. 4, pp. 75-92
- 4) 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を予想する方法，自然災害科学資料解析研究，Vol. 9, 1982, pp. 124-137.
- 5) Irikura, K.: Semi-Empirical Estimation of Strong Ground Motions during Large Earthquakes, Bull. Disast. Prev. Res. Inst., Vol. 33, part. 3, 1983 (in print).

INFORMATION ANALYSIS IN THE FIELD OF NATURAL DISASTER SCIENCES (10)

By Kazuo ASHIDA, Yukio GOCHO and Kazuo MATSUMURA

Synopsis

The following projects have been carried out since 1982 in collaboration with the research staff of Disaster Prevention Research Institute:

- (1) Construction of the data base of natural disaster science.
- (2) Precise structure of microseismicity and characteristics of active faults.
- (3) Study on past collapse hazard utilizing historical records of natural disaster.
- (4) History of flood disaster.
- (5) Methods and algorithms for interpretation of volcanic activity.
- (6) Statistical analysis method of earthquake ground motions.

The research results of five projects of these performed in 1982 are outlined.