

防災問題における資料解析研究 (13)

奥田 節夫・佐藤 忠信・松村 一男

1. ま え が き

昭和60年度に本防災科学資料センターで収集した資料は、文部省科学研究費、自然災害特別研究(1)、自然災害科学資料の収集とその解析による自然災害事象の研究(研究代表者 石原安雄)の補助を受けて発行した「関西地区災害科学研究資料文献・資料目録(XV)」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、防災問題に関する下記の7つ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。

1. 自然災害科学のデータベースの構築
2. 災害史に関する研究
3. 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
4. 災害史料を利用した崩壊災害の復元的研究
5. 水害の変遷に関する研究
6. 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
7. 大地震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内、60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⁾

防災研究所防災科学資料センターでは、上述の多方面にわたる研究を推進するため、従来から自然災害に関する資料の収集整理に努めてきた。収集した資料に関する情報は、昭和45年度以来「関西地区災害科学研究資料文献・資料目録」として毎年1冊ずつ刊行配布し、すでに15輯に達している。しかし、こうした方式では、目的とする資料を正確かつ迅速に検索し利用できる態勢になっているとはいわなかった。

こうした難点を解決するため、昭和58年度に「自然災害データベース」“SAIGAIKS”を構築³⁾して、これを京都大学大型計算機センターに収納し、大学間コンピュータネットワークを利用することにより、全国利用のできる道を開いた。データベース“SAIGAIKS”には昨年度までに約6700件の情報が収納されているが、60年度には約4000件を追加した。このデータベースには、当資料センターに保管されていた空中写真に関する情報もデータベース化して収納されており、約40,000枚の空中写真が“SAIGAIKS”で検索可能になっている。データベース“SAIGAIKS”は京大大型計算機センターの主システム FACOM M 382 のファイル上に収納されており、FAIRS で運用しているが、検索には、日本語の TSS 端末が必要であるので、マイコンを利用して検索ができるようなソフトを開発した。従来は富士通製の FM 8 のみを対象としていたが、60年度に富士通製 FM 11 ならびに NEC 製の PC 9801 の2機種についても、検索機能を持ったソフトを開発したので、それを公開した。プログラムは5インチフロッピーディスクで提供している。

データベースの構築では、そのための資料作成、特に日本語資料の作成にかなりの手数がかかる。こうした問題点を克服するため、現在資料センターの計算機で文献データベースを取り扱えるように、ソフトウェア FAIRS を導入した。さらに上記のプロジェクト研究において収集された数値的資料でデータベース化

* 主として奥田節夫・石原安雄・佐藤忠信・松村一男が担当

しようとしているものがあるが、現有のソフトウェアではデータの管理ならびに検索を簡単に行うことができない。こうした問題点を解消するために、リレーショナルデータベースを取り扱えるソフトウェアAIM/RDBを用いて、数値データベースを構築するために、豪雨災害資料、高潮災害資料⁴⁾および地盤特性資料などの整理・表現方法などについて検討を加えている。また、こうした災害の資料解析を行う際の基本となる国土数値情報資料⁵⁾を購入し利用できるようにした。研究所内で利用される数値データベースとしてどのようなものが必要かを議論し、数値データベース開発の基礎固めを行うために、数値データベース開発委員会を60年度に発足させた。

3. 災害史の研究*

大災害は、周期的または頻度的に60年～120年に一度の割合で繰り返すものが多いといわれているが、近代の観測資料では数十年ないしたかだか100年程度しか遡及できず、自然外力の最大値ないし極値の研究のあい路となっている。こうした難点を打開するには、古文書・古地図その他各種の歴史的資料についての調査分析が必要である。

こうした観点から、当センターでは、災害史研究分野（客員）の新設を要望していたが、58年度にそれが認められ、本格的な研究に着手することになった。この研究分野は、一応過去1000年程度までの災害を主対象として、災害関連（歴史）史料の調査発掘と収集、歴史的な大災害の復元、災害（歴史）史料データベースの構築などを研究業務と考えている。59年度には災害史料のデータベースを構築することを目的とした研究プロジェクトを発足させ、古代の災害史料の収集と整理を行った。

歴史時代の災害関連史料は、各地の神社・仏閣・旧家に散在する古文書・古地図の類から遺跡の発掘調査資料や年輪計測資料など多種多様であり、定量化の難しいものが多い。災害科学としての災害史研究には、災害関連史料の収集・分析による災害の史実としての確認と年代同定、その災害規模ならびに外力・抵抗力の定量化といった二段階のステップが必要である。その研究方法は、入手可能な史料の種類や災害種別によって異なるものと予想されるが、具体的な手法は確立されていない。こうした観点から災害史研究の方法論を模索し、関連研究分野における研究者との連携を図るために、災害史研究会を昭和58年から3～4カ月に一度開催してきた⁶⁾。昨年度は4回開催した。講演題目と講演者の方々を列記すると以下のようなものである。

1. 昭和60年6月26日 先史時代に起こった大噴火とそれらの人類・自然に与えた影響：東京都立大理学部教授・町田 洋；伊勢湾における災害と農法：同志社大学経済学部教授・岡 光夫
2. 昭和60年11月6日 中世人の天災観：立命館大学文学部教授・三浦圭一；淀三川・巨椋池周辺の地形と水害：早稲田大学教育学部教授・大矢雅彦
3. 昭和61年1月21日 沖繩平野の地形発達にともなう諸問題：名古屋大学文学部教授・井関弘太郎；治水の地域史—大和郡山市筒井地区の事例：大阪経済大学経済学部講師・徳永光俊
4. 昭和61年3月19日 京都盆地の自然史と災害：京都大学理学部助教授・石田志朗；平安・鎌倉期における加茂川の治水について：三重大学人文学部助教授・勝山清次

4. 微小地震分布の微細構造と活断層の活動特性**

前年度までの研究で鳥取県鹿野・吉岡断層、兵庫県山崎断層、京都府丹後地震断層などの活断層に発生する微小地震の分布の微細構造が明らかにされた。1983年10月31日の鳥取県中部地震（M 6.2）および1984年5月30日の山崎断層の地震（M 5.6）の精密な余震観測のデータに基づき、両活断層の構造や活動特性が明らかになりつつある。今年度は微小地震の空間分布だけでなく地震活動の時間分布をも含めた活断層の活動特性を調べた。西南日本内帯の活断層帯に発生する中規模地震の本震前後における微小地震活動の時空間的

* 主として田中 琢、水本邦彦、佐藤忠信、松村一男が担当

** 岸本兆方・尾池和夫・見野和夫・渡辺邦彦・松村一男・竹内文朗・佃 為成

分布の特徴を詳しく解析した。その結果、本震前の地震活動には、空白域の形成、それに伴う先駆的な地震活動、さらに本震直前の空白域の形成・拡大と3つの段階が現れることが確かめられた。また、本震後の地震活動はほぼ一定速度で余震域が拡大していく現象が見られた。この現象は地震の拡散現象と呼ばれるもので、その拡散速度は100-180 km/yrである。余震域の拡大については、観測された本震・余震の精密な解析から震央面積の対数と本震からの経過時間の対数の間に直線関係が成り立つことが明らかにされた。さらに、その関係は傾きの異なる2つの段階が存在し、1つは本震の断層面内での余震の拡大、1つは断層面外への余震の拡大に対応していると考えられる。余震域の拡大現象の、もう1つの特徴として、余震が余震域から「しみ出す」ように拡大すると同時に、余震域外に「飛び火」して拡大する現象が見られた。これらの現象は地震発生のメカニズムを解明する上で大きな手掛りを与えるものと思われる。

活断層帯では非常に僅かな地殻応力の変化で微小地震が誘発されることが知られており、その誘因となる現象も種々報告されている。西南日本内帯の代表的活断層、鹿野・吉岡断層、山崎断層、丹後地震周辺の月別頻度分布を調べてみると、梅雨期にあたる5～6月および台風襲来時期にあたる9～10月の地震活動が他の時期に比べて活発であり、降雨による影響を受けていると考えられる。一方活断層域外で発生した地震については、この現象は見られない。また、西南日本の地震活動は、1983年5月26日の日本海中部地震(M-7.7)の後ではほぼ全域にわたって活発化しており、前述の鳥取県中部地震や山崎断層の地震も、日本海中部地震による地殻応力の変化の影響を受けたものと推察される。

5. 災害史料を利用した崩壊災害の復元的研究

60年度は、従来からの十津川災害の復元的研究*に加えて、寛文2年(1662年)の地震による琵琶湖周辺における災害(主として崩壊と耕地等の陥没)に関連した湖底地形調査**を実施した。

1889年の豪雨による十津川災害については、研究成果の一部はすでに公表した通りであるが⁷⁾、当時のすぐれた記録である吉野郡水災誌に小字名で記載された崩壊発生個所の比定作業に本格的に取組んだ。さらにこの作業の結果明らかとなった崩壊地の現地調査を行った。これらの結果と、明治44年測量の1/50,000地形図中の崩土記号、1953年及び1976年前後に撮影の林野庁の1/20,000空中写真の判読結果の相互比較により、史料としての吉野郡水災害の記述精度などについて、ある程度の評価が可能となった。なお、この作業を進めるに当たって、土地台帳・地籍図・森林基本図にもとづく山地の小字地名の収録ならびに該当部分の抽出を行っているが、それらを通じて当時の崩壊地の分布状況と特性が一層明確になりつつある。

寛文2年の地震による琵琶湖周辺の地変については、とくに安曇川に沿う山地斜面の崩壊が著名であるが、今回はとくに湖岸に沿う地変が期待される比良山地南麓部を中心として湖底の特殊地形の検出につとめ、ユニブームによる調査を行った。その結果、中小河川の河口付近における粗粒堆積物の示す堆積地形や、湖底のスランプによると考えられる異常地形、さらには湖底堆積物を切る明瞭な活構造が発見された⁸⁾。これらと史料に記された湖岸の耕地の陥没などとの関係の解明は今後の課題であるが、湖底にみられる上記の特殊地形の出現頻度などからみて、著しい湖底の崩壊が多数発生したとも考えにくく、堆積物の圧密現象を念頭に入れて検討を加える必要があると考えられる。

6. 水害の変遷***

高潮災害の変遷⁹⁾

大阪における高潮氾濫災害を検討するうえで必須である海岸線の変遷を示し、ついで江戸時代の巨大高潮災害である寛文の高潮の復元を試み、これと明治以降の高潮災害の実態と比較・検討した。

* 主として平野昌繁・奥田節夫・諏訪 浩・石井孝行・藤田 崇が担当。

** 主として奥田節夫・平野昌繁・太井子宏和・横山康二が担当。

*** 土屋義人・河田恵昭

まず、8世紀以降の海岸線とその後背地の変遷がつぎのようにまとめられることを示した。すなわち、1) 8世紀には上町台地の西麓を南北に走っていた。2)その後、淀川・大和川の流送土砂による河口デルタの発達とともに、この台地に沿った沿岸砂州の発達によって、微高地が形成された。この西端は、江戸時代の東横堀川付近に位置していた。3)16世紀後半には、この微高地に続くデルタがさらに発達し、干潮時には干潟となる低湿地が広大な面積を占めるようになった。4)17世紀に入ると、先進地型の町人請負新田の干拓が行われ、この沖堤によって、200年間に海岸線が約4km前進した。5)19世紀中頃以降、大阪港の築港、新淀川の開削あるいは臨海地域の埋立が行われたが、江戸時代の新田の大部分を占める西大阪では、元来低湿地であったにもかかわらず、さらに地盤沈下が進行し、洪水・高潮・津波の氾濫災害の危険度が大きくなった。6)1950年代には臨海工業用地および住宅地の確保のため、埋立造成が活発に行われ、海岸堤防の輪郭が非常に複雑になったが、三大水門を中心とした高潮対策事業が1961年の第2室戸台風以後一応完成し、現在に至っている。

一方、寛文の高潮(1670年)の氾濫図を復元すると、これは昭和の三大高潮の氾濫域とほとんど重なることがわかった。前者の高潮では、まだ新田開拓された地域での集落はそれ程多くなかったため、氾濫の規模に比べて死者数は少ないものの、死亡リスクは 10^{-3} のオーダーとなっている。「寛文録」によれば、人的被害が海岸線からほぼ同じ距離の範囲内で生じていることがわかった。なお、室戸台風(1934年)以後、港および大正区を中心とした低湿地の地揚げが区画整理事業と並行して行われた結果、これらの地域はジェーン台風による高潮の氾濫時においても被害が軽微であったことがわかり、氾濫災害に対しては地揚げが減災のための有効な方法であることを示した。

安政南海道津波の復元¹⁰⁾

大阪における安政津波を復元するには、史料に基づく解析と津波の氾濫の数値計算の結果から考察する必要があるが、ここではまず前者の立場で検討することにした。すなわち、安政津波による災害状況を古文書、手紙類、古絵図などにより把握するとともに、天保山の地盤沈下量を検討して、津波の高さを推定し、これに基づく大阪の市街地の氾濫復元図を作成して、「大阪大津浪図」と比較した結果、つぎのことが明らかとなった。

まず、安政津波に関する史料に基づけば、天保山では幸い死者もなく、かつこの付近にあった6橋はいずれも破壊されなかったと判断された。さらに、同地の「東西同心衆詰所」と「天保山両組御小屋」の位置図と浸水状況に関する記述などから、津波によって地上約40cm程度浸水したと推定された。これと天保山周辺の石垣の高さと当時の潮位を推算した結果から、津波の高さは1.9mと計算された。つぎに、安治川、木津川や道頓堀をはじめとする市街地の堀割りに沿った死者・行方不明者数とその地域分布、落橋箇所および被害船舶数とその分布のほか、西横堀以東、道頓堀以北の島の内や船場で全面的な氾濫が生じなかったことや、東横堀と大川で平水位よりそれぞれ120および90cm程度水位が上昇したことなどから、これらの被災の特徴が前述した津波の高さによってかなりうまく説明できることがわかった。

さらに、天保山の地盤沈下量を3つの場合について推定し、それらがいずれも同じ程度の値となることを示したあと、安政津波当時の大阪市街地の地形図を求めた。津波による浸水域を求めるには、この地形を与えて氾濫計算する必要があるが、ここではチリ津波等の氾濫水位のデータを整理して、津波の高さに相当する地盤高まで浸水するとして氾濫図を求めたところ、「大阪大津浪図」と比較して、津波の高さを1.9mとすれば両者がよく一致することを見出した。したがって、これらの結果を総合すれば、大阪における安政津波の高さは1.9m程度であると推定された。

7. 地震動の統計的解析方法に関する研究*

観測された地震波（主に実体波を対象とする）から、震源・伝播径路及び観測点近傍の地下構造の影響を分離することを試みた。観測された地震波より震源情報（コーナー周波数や地震モーメント）を抽出するには、伝播径路の非弾性的な減衰効果及び観測点近傍の地下構造での多重散乱・重複反射等の影響を取り除かなければならない。また、地震動の堆積層上での震動特性を知ることは、地震工学上興味深い点であり、そのためにはその近傍の地下構造を詳細に調べなければならないが、実際問題としては困難な点が多く、この点においても前記の分離が簡便で有効と考えられる。手法を以下に S 波部分を例として示す。I 個の観測点で観測された J 個の地震波の S 波部分の水平 2 成分の rms フーリエ振幅スペクトルを求め ($I \times J$ 個) でデータとし、これらを説明するため、各観測点の表層近傍の地下構造による増幅効果、伝播径路の減衰 (Q_s 値) と震源スペクトルをパラメータとして、各周波毎に方程式をたて、特異値分解法による拘束条件付きインバージョンをおこなった。拘束条件は、表層の自由表面の振幅効果を考慮して各観測点の振幅効果を 2 倍以上と仮定した。今回用いたデータ・セットは、1983 年日本海中部地震の本震及びその余震群の、7 観測点（震源距離 80–250 km）での観測記録である。

その結果を以下に示す。 Q_s 値は今回の観測対象になった 0.5–10.0 Hz においては周波数依存性をあらわし、ほぼ、 $Q_s \sim 60f$ を示した。この結果は、Sato (1983) によるものと調和的である。各観測点での増幅特性では、特徴的な観測スペクトルを示していた秋田市手形での観測点近傍の増幅特性を求めることができた。この結果は、狐崎らの観測結果とも一致する。また、各地震の震源スペクトルが求まり、今回の解析に用いた $M=4.1 \sim 7.7$ の範囲における加速度振幅スペクトルのスケールリングを考察することができた。 $M \sim 6$ 程度の地震までは、Aki の ω^{-2} モデルが有効であるが、今回の解析に用いた地震では $M \sim 7.0$ 以上のイベントは前記のモデルでは説明がつかず、例えばマルチ・クラッチ・モデルなどの高周波地震動の卓越するモデルを支持すると考えられる。

参 考 文 献

- 1) 災害資料の収集とその解析による自然災害事象の研究，関西地区班：関西地区災害科学研究資料文献・資料目録 (XV)，1986，3.
- 2) 京都大学防災研究所附属防災科学資料センター：自然災害科学データベース—関西地区の場合— (S-AIGAIS)，災害科学研究通信，No. 20，自然災害科学総合研究班，1983，7，pp. 17–26.
- 3) 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 (SAIGAIS) について，京都大学大型計算機センター広報，Vol. 16，No. 1，1983，2，pp. 6–11.
- 4) Tsuchiya, Y. and Y. Kawata: Risk to Life, Warning Systems, and Protective Construction against Past Storm Surges in Osaka Bay, Jour. Natural Disaster Science, Vol. 3, No. 1, 1981, pp. 33–56.
- 5) 国土数値情報の概要，建設省国土地理院，地図管理部，1985.
- 6) 災害史研究分野の設立（京都大学防災研究所防災科学資料センター），災害科学研究通信，No. 26，自然災害科学総合研究班，1985. 9，pp. 16–17.
- 7) 平野昌繁・諏訪 浩・石井孝行・藤田 崇・後町幸雄：1889年8月豪雨による十津川災害の再検討—とくに大規模崩壊の地質構造規制について—，京都大学防災研究所年報，第27号 B-1，1984，pp. 369–386.
- 8) 奥田節夫・平野昌繁・太井子宏和・横山康二：琵琶湖西岸における過去の崩壊に関連した湖底地形調査，京都大学防災研究所年報，第29号 B-1，1986，投稿中。

* 吉川宗治・入倉考次郎・岩田知孝

- 9) 土屋義人・河田恵昭：大阪における高潮災害の変遷—近世・近代の高潮災害—，災害資料の収集とその解析による自然災害事象の研究，科学研究費研究成果報告，1986.
- 10) 土屋義人・河田恵昭：安政南海道津波の復元 (I)—氾濫災害について—，京都大学防災研究所年報，第29号 B-2，1986.
- 11) 岩田知孝・入倉孝次郎：観測された地震波から，震源・伝播径路・Site-Effect を分解する試み，地震学会講演予稿集，1986，No. 1，pp. 167.
- 12) Irikura, K. and K. Aki: Scaling Law of Seismic Source Spectra and Empirical Green's Function for Predicting Strong Ground Motions, EOS, Vol. 66, No. 6, pp. 967.