

防災問題における資料解析研究 (14)

奥田 節夫・松村 一男・八嶋 厚

1. ま え が き

昭和61年度の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(XVI)」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6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. 微小地震の発生様式と地殻構造との関連の研究
4. 災害資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. 大地震の地盤の振動性状の統計的解析手法の研究

これらのプロジェクト研究の内、61年度に行われた研究成果の概要を以下に述べる。これらの研究の多く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)」および「史料に基づく古災害の復元に関する研究(研究代表者 角屋睦)」の補助を受けて行われた。

2. 自然災害科学データベースの構築*

防災研究所防災科学資料センターでは、上述のプロジェクト研究を含め、多方面の自然災害に関する研究を推進するため、従来から自然災害に関連する資料を収集整理してきた。収集・整理された資料に関する情報は、昭和45年以来毎年刊行されている「関西地区災害科学研究資料文献・資料目録」に集録すると同時に、昭和58年度に京都大学大型計算機センターに構築した「自然災害科学データベース」“SAIGAIX”に収納し、大学間コンピュータネットワークを通じて全国の研究者に利用されている。²⁾ このデータベースに収納されているデータ件数は、昭和60年度に10,000件を突破し、昭和61年度には、更に約2,000件のデータを追加した。

自然災害科学の研究においては、迅速な資料の入手が必要な場合が非常に多く、そのための情報を得る手段としてこの「自然災害科学データベース」の果たす役割は非常に大きい。しかし、資料そのものの入手には、まだかなりの困難を伴う場合が少なくない。そのため、本防災科学資料センターでは、資料の更に詳しい情報、あるいは、資料そのものを計算機に収納したイメージデータベースの開発に着手した。

自然災害科学で扱う資料は、地図・地形図・地質図・各種統計表・新聞情報・写真などの図面あるいは図形情報が非常に多く、従来は計算機による処理が困難なため、その利用面で多くの労力を要した。しかし、

* 主として奥田節夫・石原安雄・佐藤忠信・松村一男・八嶋 厚が担当

計算機および計算機周辺機器の開発が進み、これらの図形情報を計算機周辺機器に蓄積し、それらを計算機を用いて整理・検索することが可能になった。本防災科学資料センターでは、今年度イメージ処理システムを導入し、自然災害科学に関連する図形情報を収納したイメージデータベースの開発のための基礎研究を行った。また、「自然災害科学データベース」「SAIGAIX」に含まれる情報を更に補強する意味で、資料に含まれる図面、目次、アブストラクトなどをイメージデータ化したデータベースを試験的に作成した。このデータベースを「SAIGAIX」と結合することによって、資料のより正確な検索が可能になった。将来的には災害科学に関連する論文や報告書全文をイメージデータベース化し、論文そのものを入手しなくても利用できるようにする予定である。

3. 災害史の研究*

災害史に関する研究のプロジェクトでは、昭和58年度に新設された災害史研究分野（客員）を中心に、一昨年から、災害（歴史）史料データベースの構築作業を進めると共に、災害史研究の方法論の模索と研究交流を目的とした災害史研究会を催した。

前者のデータベース構築作業では、昨年度入力した「日本書紀」及び「続日本紀」の校正と問題点の検討、「日本後紀」「続日本後紀」からの災害の史料の収集と入力化、「災害史料データベース調査票作成マニュアル（古代編）」の策定、平安時代中期～13世紀の文献の検討、などを行った。マニュアル策定に至る過程で検討した主な問題点は、災害発生日月の曖昧なもの（事後処理の記載のみある場合、災害が長期に亘るもの、「この頃」記事など）、地域が曖昧であったり無記載の場合、史料解釈によって災害の種類等に影響を与えるケース、調査票「災害の種類」欄諸項目の下位レベルの記事、などの処理方法についてである。ちなみに、検討の結果を列挙すれば、次のごとくである。

1. 採録形式

- ・編年体史料については1日の記事の内一つのまとまりを単位として記載する。複数の発生日月・地域に関わる記事については分割する。

2. 出典

- ・何年何月干支（日付）条（西暦年）とする。

3. 発生日月について

- ・災害記事と事後処理の記事が併記される場合、出典年次のみ記載
- ・災害が比較的長期間にわたるもの
 - 飢饉・疫病は出典年次、凶作は前年の場合あり。
 - 霖雨・旱魃は年月まで記載。
- ・詔勅などの「このごろ」云々の記載
 - （出典年次）として、前後の記事に注意を喚起。
- ・改元年次については、当該年の正月から何何元年と記入する。
- ・西暦は和暦換算年次のみ記載。

4. 発地域

- ・地域名は旧国名を単なる地域名として記載。それ以下を具体名の欄に記載。またこの欄には旧国名・道名で処理できないものも記載。「何道何ヶ国」とある場合、国名が判明すれば国名にのみ印を付け、道名には印を付けない。
- ・地域の具体名が史料中の字句のみでは分かりにくい場合、適宜補足を行い利用者の理解を助けるように努める。当て字などの場合は（ ）で現在名などを注記する。

* 主として田中 琢、水本邦彦・佐藤忠信・松村一男が担当

- ・史料の性格上、地域記載がないものがあるが、編集側の推定として（大和）などのように記し、他と区別する。霖雨・早魃の奉幣記事にはこれを適用しない。
- ・京の記載は、具体名の欄にも当該期の京名を記載。
- ・「太宰府言」の場合、直接太宰府に関わるもの以外は国名あるいは西海道に○印を付ける
- ・海難は漂着場所を記載（要再検討）。

5. 災害の種類

- ・災害の種類は、史料に即して可能な範囲で記載。これに納まらないものは具体的にその他の欄に記載。1～23の災害の下位レベルの現象や如上の災害・現象の何れにも属さない現象（怪異、祥瑞など）あるいは災害の結果としての様々な事象がこの欄に記入されることになるが、再度検討を加えこの欄全体を整理し直すことも考えられる。

6. 史料

- ・引用については、災害に対する祈禱、補佐、改元など広範囲に採録するのを原則とするが並列的に列挙するような場合は中略してもよい。
- ・引用史料の字体はできるだけ常用字体に統一する。
- ・史料引用には日付（干支）を必ず記入し、中途引用には（中略）（後略）を使用。割注は＜ ＞で記載。

7. 備考

- ・当該史料だけでは不明瞭な場合、関連史料の出典を備考欄に記載。

（以上、京大研修員・防災研究所非常勤職員安国良一作成の原案を、安国・水本の検討によって決定）

こうした問題は、史料の種類、数量ともに増大する中世以降、さらに増加すると予想されるが、歴史学研究と防災科学研究との交流を深めながら対応して行きたい。

災害史研究会は昭和58年以来継続して開催して来たが、61年度は下記の2回行った。

1. 昭和61年10月29日

Lichenmetry（地衣類年代測定学）による微地形の年代測定—その展望と限界—：岐阜大学教育学部教授・関根 清

災害は本当に災害だったのか？：神戸大学教育学部教授・熱田 公

2. 昭和62年3月23日

歴史資料の収集について：信州大学工学部教授・宇佐美龍夫

災害史データベース作成上の問題点について：京都大学研修員・安国良一

4. 微小地震の発生様式と地殻構造との関連の研究*

地震の発生様式—特に断層面解から推定される主圧力及び主張力軸の方向や断層の様式など—は、その地域に作用しているテクトニック・ストレスの状態と共に、その地域の断層系の様子を知らせてくれる。例えば ICHIKAWA (1971)³⁾ は、主として西南日本に発生した地殻内地震の発震機構（断層面解）を求め、それらの主圧力軸の方向が規則的な分布をしていることを示した。すなわち、西南日本の内陸部全般には、ほぼ東西乃至北西—南東の方向に主圧力軸があるが、伊豆半島・遠州灘地域や、豊後水道地域では全く異なり、南北方向の主圧力が卓越しており、明瞭な地域差が認められる。この事実、その後プレートテクトニクスの考え方により鮮やかに説明され、西南日本のみならず日本列島のテクトニクスは急速に明らかにされつつある。

この方向の研究は微小地震を用いることによって、益々細かいことが判って来た。特に、1975年頃から数

* 岸本兆方・尾池和夫・渡辺邦彦・竹内文朗・松村一男・西上欽也・渋谷拓郎

年間に、大学の微小地震観測網のテレメーター化がなされたこともあって、この種の研究は高精度に、且高能率で進めることが可能となっている。また市川(1965)⁴⁾が述べたように、四国東部の浅発地震の主圧力軸が、1944年東南海地震と1946年南海道地震とに関連して、それらの主圧力軸の方向を90°変化させたとい現象は、地震予知に関して大きな意味を持つものであるが、その面での微小地震の役割は大きいであろう。

このように地震発生様式とテクトニクスとは密接な関係を持つものであるが、一方で地震発生様式は断層系の状態にも大きく依存していることは冒頭に述べた通りである。例えば伊藤・渡辺(1977)⁵⁾は、琵琶湖の北東側(柳ヶ瀬断層系)と北西側(花折断層系)の微小地震の発震機構を調べた結果、それらの主圧力軸は殆どがほぼ東西方向であるが、断層のタイプとしては、かなりの比率で逆断層タイプであることが判った。このことは、同じく東西方向のテクトニックな圧縮力が働く場合でも、横ずれ断層型の地震を起こしたり、逆断層型のものであったりすることを示すものであるが、その理由は何であろうか。地震の殆ど大部分は既存の断層のすべりによって起こると考えられているが、それならば、地震のタイプはその地域にどの様な断層が存在したかによって決定されるわけである。そうであろうか。

琵琶湖地域は、東西方向の圧縮応力によって、大規模な褶曲が起こっている地域と云われている。従って、北東側の柳ヶ瀬断層と湖西の断層系に逆断層型の地震が起こることは辻褄が合う。しかし、この褶曲運動はもっと深部にまで関係を有しているように見える。HURUKAWA(1983)⁶⁾によると、琵琶湖の下では、コンラッド層だけでなくモホ不連続面まで、周囲より数km落ち込んでいるとされ、また重力異常から考えると、その落込みは溝状をなして若狭湾内まで続くらしいとも云われている。このような事実から考えると、地殻構造—地質構造—活構造(活断層や活褶曲)の3者は密接に結付いている筈である。

われわれは、このような考え方の下に、微小地震の発生様式と地殻構造の関連についての研究を始めた。61年度には、鳥取地域や山崎断層地域の微小・小地震の解析を進めると共に、琵琶湖から島根半島まで、近畿北部・中国東部に発生した中・小地震32例の発震機構を求め、ICHIKAWA(1971)の結果と比較した。微小地震による研究は現在進行中であるので、全域の中・小地震の結果を簡単に述べる。大勢としてはICHIKAWAの結果に合致する。細かく見れば、1)山陰地域では、ほぼ北西—南東方向に主圧力軸が揃っている、2)舞鶴帯を境として、北西側(上記の1))は乱れが少ないが、南東側(古生層地域)は大勢的に東西であるが乱れがある、3)琵琶湖—敦賀半島地域では、逆断層型と横ずれ断層型が混在し、特に若狭湾岸の地震は、地域の狭さの割りに主圧力軸の方向の乱れがある。これらの結果は、上述の地殻構造—地質構造—活構造間の関連と同時に、それらと地震発生との関連をも示唆しており、62年度は、微小地震を用いて更に詳しく解析を進める予定である。

5. 災害史料を利用した崩壊災害の復元的研究

61年度は、昨年度にひきつづいて、1889年豪雨による十津川災害と1662年寛文地震による琵琶湖岸の陥没に関する復元的研究を行なった。

(1) 1889年十津川豪雨災害*

明治22年(1889年)8月の豪雨によって奈良県吉野郡十津川地域を中心にして発生した未曾有の災害については、すでに平野ほか(1984)⁷⁾によって当時の天気図の検討と現地踏査が行われ、その豪雨はゆっくり北上した台風によるものであり、崩壊は主として地質構造に支配されて生じたことが示されている。

本年度はさらに十津川村役場、森林組合の協力を得て、吉野郡水災誌に記載された旧西十津川村における崩壊地の小字地名を現在の地形図上に比定し、その位置を確認する作業を行なった。

さらに明治44年測量の一連の1/50,000地形図に記入されている崩土記号(あるいは一部壁岩記号)が、この災害時の大規模な崩壊地に概ねよく対応していること、また1953年撮影の林野庁による空中写真(縮尺約

* 平野昌繁・諏訪 浩・石井孝行・藤田 崇・奥田節夫が担当

1/20,000)の判読と現地踏査によって、大規模崩壊(200m×200m以上)は1/50,000地形図に記載されかつ、現在も地形的痕跡がよく保存されていることがわかった。

しかしながら、上記地形図上の崩土記号の数と水害誌に記された「大崩」(おおくえ)の数とは大幅に食い違っていて、後者が著しく過大である。この点について、崩壊の規模(面積)と崩壊数の間の経験則に基いて推定したいわゆる「大崩」(面積 $0.83 \times 10^4 \text{m}^2$ 以上)の数は、崩土記号の3倍程度であり、水災誌に記載された「大崩」の数は人里はなれた奥地では過大に表現されているおそれがある。

十津川災害の復元は、西南日本外帯に生じ得る崩壊、河川堰止めの災害の極限的形態を学ぶためのきわめて貴重な災害史研究例と云えよう。

(2) 1662年寛文地震による琵琶湖岸の陥没に関する現地調査*

1662年の寛文地震による湖岸の陥没、崩落の証拠をより直接的に得るために、昨年度の調査⁹⁾に引き続いて琵琶湖西岸の明神崎から鴨川河口にかけて、ユニブームによる沿岸湖底の堆積構造調査、および検土杖による湖岸沿いの土層調査を行なった。

湖岸調査結果からは、1) 水深15m以浅の沿岸陸寄りの平坦な水域で、底面下1~2mの深度に乱された地層(D層)の拡がり確認された。また 2) 水深15~50mの範囲の湖底急斜面の下部には、斜面からの崩落岩屑が堆積したと思われる乱れた地層が、より新しい層の下に埋積していることが見出されたが、埋積の厚みからみて崩落の時期としては縄文時代晩期(約3000年前)の大地震による可能性が高い。さらに 3) 湖底急斜面域の中、下部には断層もしくは何らかの地質構造の存在が推定されるが、その一部は従来から推定されていた断層⁹⁾にほぼ一致することが分かった。

つぎに湖岸沿いの土層調査結果からは、4) 暗茶褐色腐植質粘土層(C層)が、湖の平均水位より約1m以下の深度で確認され、とくにこの層が厚く分布する地域では浜堤より陸側の低湿な農耕地からも同じ土層が見出された、5) もしC層が古記録に記されている寛文地震による陥没水田跡に当るものであれば、湖底調査結果によって見出された湖岸近くのD層は、このときの崩落土塊の拡がりであると解釈することが可能である。

今後の計画としては、すでに実施した湖岸近くの農地でのトレンチカットによって得られたC層付近の植物破片の分析や、この近くで行われた遺跡発掘調査結果との対比などを実施する予定である。

このような調査、研究は内陸型地震や地震の発生頻度の高い琵琶湖周辺での被害予測および湖底での異常堆積記録の原因究明のために重要な意義を有している。

6. 水害の変遷に関する研究**

わが国では大阪がもっとも高潮災害の危険が大きい。実際700年より現在までに、死者が1,000人以上の巨大高潮災害は大阪で7回発生しており、忠実による裏付けがある。とくに、江戸時代以降かなり詳しい被災の記録が残っており、その中で1670年の寛文の高潮の復元を試みた。まず、古文書に基づいて高潮の氾濫図を求めた。同時に、たとえば、『寛文録』には、台風の強風、高潮の規模及び死者数についての記述が残っているので、これらをもとに、人的・物的被害の分布図も示した。死者総数は『寛文録』では200人となっているが、農民や漁民はこれに入っておらず、『山鹿素行先生日記』では1,143人と記されており、氾濫の規模から後者が妥当と判断された。9箇所(落橋は、宝永や安政の南海道津波の場合と同じく、千石船や北前船が強風、高波浪や高潮で川や堀を遡上し、橋桁や橋床に衝突したことによると判断された。発生場所は宝永の南海道津波の時とほぼ同じであることから、新田開発による海岸線の位置や津波と高潮の違いはあるが、氾濫到達距離が同程度なので、氾濫の規模も余り相違しないと推定された。

* 担当者 太井子宏和・横山康二・奥田節夫・平野昌繁

** 土屋義人・河田恵昭

風水害発生の経年変化について、わが国と中国との比較を行った。中国では紀元前3世紀の水害が文書に記録されて以来、1910年までに約2,800件の風水害が発生している。ただし、中国の国土の広さがわが国の26倍であり、100年平均の風水害の発生件数から、単位面積当りの風水害の発生頻度を求めると、わが国のほうが7倍近く大きいことになる。その発生数の経年的な変化を調べると、ある年代に集中することがわかった。しかし2つの国でそのピークがあまりよく一致していない。高潮災害の発生数についても同様のことが指摘された。これは、やはり自然災害の発生は、自然環境のみならず、社会環境と共に変化する典型的例といえる。風水害の外力となる台風の上陸数の経年変化や、気温の変化の地域差などをさらに考慮して、水害の変遷に関する法則性を追求するための基礎的な事例研究の積み重ねが必要との結論を得た。

7. 地震動の統計的解析方法に関する研究*

本年度の研究課題は次の3つの小課題からなる。

- (1) 観測された地震波から、震源特性・伝播経路特性および観測点近傍の地盤特性の分離。
- (2) 地震動スペクトルのスケーリング則。
- (3) 大地震時の強震動予測。

(1)の研究は比較的近距离(100 km 以内)、多地点で得られた、地震規模や伝播経路の異なる多数個の地震動データセットを用いて、inversion により震源スペクトル伝播媒質のQ値および各観測点の地盤の震動特性を分離することである。解析に用いたデータセットは1983年日本海中部地震の本震およびその余震である。データは、京都大学理学部地震予知観測地域センターによる青森県深浦における速度型強震計を用いた臨時観測、岐阜大学教育学部・京都大学防災研究所合同の秋田市土崎(港湾土木事務所)、同じく秋田市手形での速度型強震計による臨時観測、運輸省港湾技術研究所による秋田、青森、函館、室蘭、電力中央研究所による不老不死、および弘前大学理学部の弘前でそれぞれ強震加速度計を用いた固定観測により得られたもので、各機関の御好意でデジタル記録として提供されたものである。この解析の結果を基に、各観測点の地盤特性とこの地域のQ値が決定された。これらの値は今後の種々の地震動のデータ解析に重要な情報を提供すると考えられる。

(1)の研究より提供された震源スペクトルを基に、1983年日本海中部地震のシーケンスの地震動スペクトルのスケーリング則が検討された。その結果、マグニチュード6.1以下の地震の多くは ω^{-2} model で説明できるが、それより規模の大きいマグニチュード7.1の最大余震とマグニチュード7.7の本震については ω^{-2} model では説明できず、specific barrier model などの断層面の不均質性を考慮したモデルが必要となることが明らかとなった。

(2)の研究で検討された震源スペクトルのスケーリング則を基に、大地震時の強震動予測の方法が研究された。大地震の強震動の合成のために、小地震の記録を用いるなら、伝播経路や地盤特性はすでに小地震の記録の中に含まれており、震源域での断層パラメーターの違いのみを考慮すればよいことになる。マグニチュードが7以下の地震については ω^{-2} model で説明できるという(2)の結果より、小地震記録のスペクトルが ω^{-2} で表わされるとき、断層の大きさ、変位量などの違いを考慮して合成された記録もまたそのスペクトルが ω^{-2} となるような合成方法を考案した。この方法はすべり速度関数がdynamic source model で得られる解に似ており、物理的にもおかしくないものであることが示された。この方法を用いて、マグニチュード6.1の余震記録を、より小さな余震記録をグリーン関数として合成を試みた結果、合成波形と観測波形はよく一致した。

ω^{-2} model からはずれる最大余震と本震の強震動について、 ω^{-2} model で表わされる characteristic earthquake が複数個発生したと考えて合成を行った。この方法は specific barrier model を考慮した合成方法に

* 吉川宗治・入倉考次郎・岩田知考

対応する。この方法を用いて本震記録の合成を試みた結果、観測記録とほぼ一致する加速度波形が得られた。今後これらの研究を総合することにより強震動予測方法を体系的にまとめていく予定である。

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 (XVI), 1987, . 3.
- 2) 自然災害科学・資料収集解析研究班: 自然災害資料活用の手引き (その2) データベースの現状と情報システム, 1987, 1.
- 3) ICHIKAWA, M.: Reanalyses of mechanism of earthquakes which occurred in and near Japan and statistical studies on the nodal plane solutions obtained, 1926-1968, *Geophys. Mag.* **35**, 1971, pp. 207-274
- 4) 市川政治; 日本附近の地震のメカニズムに関する統計的研究と二, 三の問題, *研究時報*, **18**, 1965, pp. 83-172
- 5) 伊藤 潔・渡辺邦彦: 琵琶湖周辺における極浅発地震の発震機構, *地震*, 第2輯, **30**, 1977, pp. 43-54.
- 6) Hurukawa, N.: Pn velocity and Moho-offset at the west of lake Biwa in the Kinki district, Japan, *J. Phys. Earth*, **31**, 1983, pp 33-46.
- 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・大井子宏和・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 (序報), 京都大学防災研究所年報, 第29号B-1, 1986, pp. 335-365
- 9) 萩原尊禮編者: 古地震, 東京大学出版会, 1982, pp. 203-219.
- 10) Tsuchiya, Y. and Y. Kawata: Historical study of changes in storm surge disasters in the Osaka area, *Jour. Natural Disas. Sci.*, Vol. 8, No. 2, 1986, pp. 1-18.
- 11) 河田恵昭: 災害史に学ぶ, NHK 市民大学テキスト (災害の科学), 1987, pp. 129-143.

INFORMATION ANALYSIS IN THE FIELD OF NATURAL DISASTER SCIENCES (14)

By *Setsuo OKUDA, Kazuo MATSUMURA and Atsushi YASHIMA*

Synopsis

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

- (1) Construction of the database of natural disaster science.
- (2) History of disaster.
- (3) Relations between types of microearthquake occurrence and crustal structure.
- (4) Study on past collapse hazard utilizing historical records of natural disaster.
- (5) History of flood disaster.
- (6) Statistical analysis method of earthquake ground motions.

The research results of six projects of these performed in 1986 are outlined.