

防災問題における資料解析研究 (15)

柴 田 徹・松 村 一 男・八 嶋 厚

1. ま え が き

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、62年度に行われた研究成果の概要を以下に述べる。これらの研究のうち1, 4, 5については文部省科学研究費、重点領域研究(1)「資料解析に基づく防災ポテンシャルの変遷に関する研究(研究代表者 水谷伸治郎)」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。本年度迄に収集・整理された資料は13,000件に達し、それらは、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」“SAIGAICS”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。

また、重点領域研究(1)「自然災害の予測と防災力」(代表者 京都大学防災研究所 芦田和男)の補助を受けて「災害科学に関連する各種データベースの組織体系化についての基礎研究」のためのワーキンググループを防災研究所を中心とした研究者によって組織した。このグループでは、資料文献データベースをより発展させた種々の災害資料に関する災害情報データベースを自然災害科学の各分野で構築すべき手法について議論した。また、各分野の災害情報データベースを統括すべき自然災害データベースのあるべき形態についても議論した。このデータベースは、自然災害科学に共通な気象データや国土数値情報等の基礎データベースを含むと同時に、既存の資料文献データベースと有機的に結合されるものである。

防災研究所では、当センター以外にも災害科学に関する非常に多数の資料が収集されている。これらの資料は収集した研究者が利用できなくなると散逸する恐れのあるものも少なくない。こうした状況を打開するために、突発災害などの特定災害については、防災研究所のすべての資料を整理し、資料情報データベース“SAIGAICS”に収納し、広く各分野の研究者に利用される体制を作ることが決まり、さしあたり、「山陰豪雨災害」、「長崎県豪雨災害」、「長野県西部地震災害」についての資料を収集整理すべきプロジェクトグループが結成された。

* 主として柴田徹・村本嘉雄・佐藤忠信・松村一男・八嶋厚が担当

3. 災害史の研究*

防災科学資料センターでは、58年に新設された災害史研究分野（客員）を中心に、昨年度も引き続き、歴史災害を対象とした各種の研究業務を行った。

(1) 災害史データベースの構築作業

既に史料収集・入力化を完了している「日本書紀」「続日本紀」「日本後紀」「続日本後紀」に続き、本年は、「日本文徳天皇実録」及び「日本三代実録」からの災害記事収集を行い、合わせて中世史料「吾妻鏡」に見える災害記事の収集に着手した。また、歴史史料のデータ化に際して生じるいくつかの問題点（災害発生年次と記録年次とのズレ、災害発生地点の確定、災害内容の分類、歴史史料自体の信憑性、など）についての検討を行うと共に、入力済みのデータを素材に、歴史災害用語集の作成をも試みた。

(2) 災害史研究会の開催

災害史研究の方法論を模索し、また、関連分野の研究交流を図るために、58年より災害史研究会を催してきたが、昨年度は下記の講演題目で2回開催した。

1. 昭和62年8月17日（第13回） 遺跡災害史序説：奈良大学文学部助教授（当センター客員助教授）・泉拓良；わが国における液状化災害史と沖積平野の形成過程について：早稲田大学理工学研究所・若松加寿江

2. 昭和63年1月19日（第14回） 琵琶湖周辺の災害と遺跡：滋賀県文化財保護課考古員・丸山竜平；江戸時代の木津川災害：京都府立大学文学部助教授（当センター客員助教授）・水本邦彦

(3) 客員教官の研究

1. これまでの遺跡発掘報告集の中から災害の痕跡と見られる諸現象を摘出し、考古学資料に基づいた災害史データの収集と、その整理方法についての検討を行った。有機質のものは残存しにくい、遺跡自体を消滅させてしまうような大災害発見の困難性、遺跡調査の範囲と災害範囲とのズレなど、災害史研究への考古学の側面からのアプローチに際しての検討課題が明確になった。（泉担当）

2. 江戸時代の木津川流域の災害（水害、干魃）を対象に、災害頻度や当該社会の対応の諸相について検討を進めた。とりわけ干魃については、民俗学での研究蓄積の多い「雨乞い」行事への着目が有効であることが判明し、災害史と歴史学、民俗学の連携の必要性を確認した。（水本担当）

4. 微小地震の発生様式と地殻構造との関連の研究**

微小地震の発生が地殻構造や活構造に密接に結び付いていることは、微小地震の観測研究が始まって程なく判って来たことであった。例えば、微小地震はいわゆる花崗岩層—上部地殻—内に大多数が発生し、玄武岩層—下部地殻—内には殆ど発生しないこと¹⁾や、微小地震が活断層に沿って線状分布すること²⁾などである。これらの性質はその後ますます詳細に且つ全国的規模で研究され、一般的性質として疑いないものとなったが、それに加えて、最近では、大地震の発生—地殻構造・活構造—微小地震の発生という関係がクローズ・アップされている。すなわち、大地震の発生も地殻構造・活構造に深くかかわっているが、そのことを探るために、微小地震活動と構造の関連を詳細に調べなければならないということである。

われわれは、主として西南日本内帯を対象としてこれらの問題を研究しているが、以下にその2、3について述べることにする。

まず、断層の構造（位置）と微小地震活動の関係を、福井地震（1948, M7.1）断層について行った。この断層は堆積層下にかくれているため、その存在自体が確かでなかったが、種々の物理的探査によって、位置と上下のくい違いの大きさが最近になって確認されるに至った。同時に、地表面の高度を精密に調べて見

* 主として水本邦彦・泉拓良・松村一男が担当

**岸本北方・尾池和夫・渡辺邦彦・竹内文朗・松村一男・西上欽也・渋谷拓郎

ると、この地下に推定される断層の位置と上下変動と調和して、地表の高度差が見られることも判明した。これらから、福井地震断層は数千年の間隔で大地震を発生させて来たことが次第に明らかになってきた。ところが、地表面の段差は断層走向に沿ってかなりの変化があり、3~6 m 程度の明らかな段差を示すところもあるが、ほとんど段差が見られない部分も存在する。この点を明らかにするために、最近の北陸微小地震観測所のデータを用いて微小地震の震源の再決定を行ってみた。その結果、段差の大きいところは、微小地震が殆ど発生していない場所に相当し、反対に、段差の見られないところには微小地震活動があることが判った。すなわち、地震時に大きな変位を起こした場所は歪エネルギー解放の度合いが大きく、従って微小地震活動も未だ起こらない状態にあると考えることができる。これは、微小地震活動—構造—大地震発生の関連を示す一つの結果といえる。

山崎断層は、微小地震研究の当初から注目され、最近10年間は地震予知テストフィールドとして注目すべき成果を挙げて来たところである。1983年5月の日本海中部地震(M7.7)を境にして、西南日本の地震活動が活発化したと思われる³⁾。地域を山崎断層周辺域に限定し、鳥取微小地震観測所の観測結果を用いて地震数の積算を作ると、1983年終盤から1984年5月の山崎断層の地震(M5.6)の発生まで、明白な微小地震活動の低下が認められる。山崎断層の地震以後は、西南日本内帯の傾向と同じく活発な活動が続いているようである。このことは、震源断層であった山崎断層系周辺において、広域の地震活動の活発化にも拘らず、上記のM5.6の地震に先行する地震活動の低下が起こったことを示すものであろう。安富の山崎断層観測坑内における伸縮変動も、1983年後半からその変動傾向が変化しており、上記の地震活動低下の時期とはほぼ一致している。

以上述べた2例は、微小地震活動が、地殻構造や活構造を介して、大きい地震の発生と密接に関連していることを示すものであり、今後もこの問題をより強力に進めて行きたいと思う。

5. 災害史料を利用した崩壊災害の復元的研究

1889年十津川豪雨災害⁴⁾*

明治22年(1889年)8月の台風による豪雨によって奈良県吉野郡十津川地域を中心として発生した未曾有の災害は、西南日本外帯の堆積岩分布地域における災害の一基本型といえるものであり、かつ、すぐれた災害記録(吉野郡水災史)が残されている。そこでとくに昭和61年度においては、上記地域のうちの旧西十津川村を重点的にとりあげ、吉野郡水災史に記載された小字地名にもとづき崩壊地の復元を試みた。その成果については平野ほか(1987)において報告したが、これによって吉野郡水災史にもとづく崩壊災害の復元は方法論的にも十分確立したと考えている。

その結果をふまえて昨年度は調査域を拡大し、旧南十津川村、東十津川村・北十津川村を対象とした。とくにその過程で生じた重要な問題は、崩壊発生部分の地質学的特徴、とくに局所的な地質構造と岩相の特色、が崩壊発生に大きく関与していると考えられる点である。この点についての詳しい調査は今後の課題であるが、これまでに現地調査した範囲では泥岩相あるいは泥岩優勢の砂岩泥岩細互層からなる流れ盤斜面でとくに発生例が多く、大規模岩盤滑りの発生メカニズムの解明とも関連して重要な知見だといえよう。

もうひとつの問題点は崩壊地の規模(面積)と頻度の間になりたつ経験則についてであり、崩壊については大規模なものほど一般に数が少なく、小規模なものほど数が増えることはよく知られた経験的事実であるが、それを具体的に経験式で表現したとき、規模の増大による数の減少率は、たとえば内帯の六甲山地における表層崩壊とここでとりあげた外帯の堆積岩地域では大きな差がある。その意味では、この点についても西南日本外帯における典型的な事例として十津川災害を改めて位置づけ、他地域における事例との比較検討を行うことも、今後の課題といえるであろう。

* 平野昌繁・諏訪浩・石井孝行・藤田崇・奥田節夫が担当

6. 水害の変遷に関する研究*

すでに、古文書などの史料を用いて、大阪における安政南海道津波の復元を試み、津波の高さが約 1.9 m であること、その氾濫域が『大阪大津浪図』と比較的よく一致することを見いだした。これらは、もちろん人的・物的被害との整合性や天保山の地盤沈下などを考慮して求めたものであるが、あくまでも史料に基づく解析結果であって、津波の氾濫を流体力学的に明らかにしたものではない。そこで、ここでは、安政南海道津波（以下では簡単のために安政津波と称する）の数値シミュレーションによって、その伝播・氾濫特性を検討した。

まず、津波の数値モデルの妥当性を明らかにするために、1946年の南海津波について安藤のフォルトモデルを適用し、紀伊水道から大阪湾沿岸の津波の波高分布を調べた。その結果、堺と下津の実測潮位とかなりよく適合することから、今回用いた数値シミュレーション法の妥当性を確認した。そこで、つぎに安政津波について、相田のフォルトモデルを用いて計算したところ、大阪の天保山付近の津波の高さが 1.9m となって、古文書などの解析から得た値と一致することを見いだすとともに、土佐湾、紀伊水道及び大阪湾沿岸の痕跡高の分布ともかなり整合することがわかった。

氾濫計算は『大阪大津浪図』に書かれた地域を含む大阪市街地の地形を国土数値情報などを活用して再現して行った。数値計算では、天保山付近の津波の波形と流速ベクトルを初期条件として与えた。その結果、安政津波の第二波によって形成される氾濫域が『大阪大津浪図』とかなりよく一致することを見だし、これらのことから、数値計算によっても安政津波の伝播と氾濫がよく説明されることがわかり、第1報の災害史料に基づく解析結果と併せて、安政津波災害が復元できた。

これらの計算過程で、これまで明らかにされなかった大阪湾内における遠地・近地地震による津波の増幅特性の違いが、周期の相違に起因して生ずることが見いだされ、チリ地震津波のように周期が長くなれば、湾奥の大阪では増幅され、南海道に震源をもつ海洋性地震による津波では減衰することがわかった。

一方、地球の温暖化に伴って、近年海面上昇が続いているが、その結果、津波の特性が沿岸各地でどのように変化するかを知ることが重要となろう。そこで、過去に同じ様な条件下にあった縄文海進（約6000年前）時に、現在の海面より約 3 m 上昇したことがわかっているのを、そこに安政南海道津波のような巨大津波が来襲すれば、大阪の海岸低地をはじめ、河内低地でどのような氾濫特性になるのかを数値計算を用いて検討した。まず、6000年前の地形を再現するために、縄文・弥生時代の遺跡発掘調査結果から、沖積層の厚さの24%が堆積していたとして海底地形を推定した。一方、当時河内低地を流れていた淀川・大和川の上流域の生産土砂量から、河内・大阪低地での堆積厚を求めたところ、平均的に約 25 m となって、大阪湾への流失を考慮すれば、前述した24%が妥当な値であることがわかった。そこで、この地形で津波を伝播・氾濫させたところ、河内低地の奥深い地域に津波が侵入し、場所によっては 3 m 程度そ上して、大きな被害の発生する可能性があり、縄文の遺跡分布ともある程度対応することが見いだされた。この結果から、畿内における縄文・弥生時代の遺跡分布には津波や高潮による巨大氾濫災害がかなり影響していると推定された。

7. 地震動の統計的解析方法の研究**

本年度の研究課題は次の2つの小課題からなる。

- (1) 加速度スペクトルの高周波限界
- (2) 断層破壊過程のトモグラフィ
- (1) に関する研究の概要

地震時の加速度震動スペクトルがどのような形状を有するかは地震の破壊過程の研究や地震工学のための

* 土屋義人・河田恵昭

**入倉孝次郎・岩田知孝・藤原広行

地震動予測研究上極めて重要である。加速度スペクトルが高周波数限界すなわち $f_{\max}$ を示すことは Hanks (1982) をはじめいくつかの研究報告がなされている。 $f_{\max}$ の origin については source effect, propagation path effect あるいは local site effect など諸説入り乱れて論争中となっている。伝播媒質や表層地盤での散乱・吸収により加速度スペクトルは当然高周波数域で減衰を示す。それとは別に source effect として $f_{\max}$ が存在するかどうかを near-field での岩盤上での加速度記録の解析により吟味するのが本研究の目的である。

観測データ：1983年日本海中部地震系列（本震： $M=7.7$ ）の青森県深浦町における速度型強震動記録（京大地震予知センター黒磯等による）・秋田市における SMAC 記録（運輸省港湾技研），および1983年，山梨県東部地震系列（本震： $M6.0$ ）の落合ダム（神奈川県足柄上郡山北町）で得られた強震加速度の記録（ $M2.3 \sim M4.5$ ）（駒田等による）である。

解析方法：site や path effect による減衰効果を除くため規模の異なる地震間のスペクトル比を求めた。スペクトル比は一般に低周波数域で最も大きくモーメント比を示し，大きい方の地震のコーナー周波数から小さい方の地震のコーナー周波数まで急速に減少し，より高周波数域で $f_{\max}$ がない，或は地震規模依存しないならば平坦となる。しかしながら両地震系列についてスペクトル比は高周波数域で急速な減少を示した。このことは大きい地震の高周波数限界（ $f_{\max}$ ）が小さいそれより低周波数側にあるためと考えられる。これらの解析例は $f_{\max}$ が地震規模に依存して異なることを顕著に示しており，source effect の可能性を支持している。詳細は参考文献（入倉・藤原，1987⁵⁾；入倉・藤原・岩田，1988⁶⁾）参照。

(2) に関する研究の概要

我々は今まで，断層面上の応力分布や破壊強度の不均質による破壊伝播速度の急激な変化により高周波地震動が発生することから，十勝沖地震・伊豆半島東方沖地震・日本海中部地震の加速度記録の再現を Forward Modelling により行ってきた。その結果，加速度記録から推定される伊豆半島東方沖地震の震源過程は単一のクラックモデルにより説明されるが，十勝沖地震や日本海中部地震の震源過程は，マルチクラックモデルにより説明されることを示した。今回は上記モデルの妥当性を調べるため，観測記録からグリーン関数を deconvolve して得られた震源時間関数を逆ラドン変換により断層面上に投影することで高周波地震波の発生源である「最大すべり速度」の空間分布を推定することを試みた。方法は参考文献（岩田・入倉，1988⁷⁾）を参照。

解析例と結果：1980年伊豆半島東方沖地震の記録を用いて解析を試みた。経験的グリーン関数として，同一観測点で得られた小地震記録を用いている。小地震記録を入力として，本震記録を出力とする系のフィルターを Wiener Filtering Technique により設計する。このフィルターの Envelope を震源関数とする。この方法によるホログラフィーの結果によると，断層面の端の部分（上端，下端及び両端）で比較的大きな値を示し，これは破壊停止点（線）で高周波地震波を発生することを意味する。この手法により，適当な観測点分布が与えられると断層運動の不均質性を見いだすことが可能である。

参 考 文 献

- 1) HASHIZUME, M : Investigation of microearthquakes—On seismicity—, Bull. Prev. Res., Kyoto Univ., **19**, 1969, pp. 67-85.
- 2) 藤田和夫・岸本兆方：近畿のネオテクトニクスと地震活動，科学，**42**, 1972, pp. 422-430.
- 3) OIKE, K. and K. HUZITA : Relation between characteristics of seismic activity and neotectonics in Honshu, Japan, Tectonophysics, **148**, 1988, pp. 115-130.
- 4) 平野昌繁・諏訪 浩・石井孝行・藤田 崇・奥田節夫：吉野郡水災小字地名にもとづく1889(明治22)年十津川災害崩壊地の比定（その1；西十津川），京都大学防災研究所年報，第30号B-1，1987, pp. 391-408.

- 5) 入倉孝次郎・藤原広行：near-field の岩盤加速度記録にみられる $f_{\max}$, 地震学会予稿集, 1987, 2, pp. 131.
- 6) 入倉孝次郎・藤原広行・岩田知孝：加速度スペクトルの高周波数限界, 地震学会予稿集, 1988, 1, pp. 268.
- 7) 岩田知孝・入倉孝次郎：震源の不均質性のホログラフィー, 地震学会予稿集, 1988, 1, pp. 9.

INFORMATION ANALYSIS IN THE FIELD OF NATURAL DISASTER SCIENCE (15)

By *Toru* SHIBATA, *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) Relation 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 performed in 1987 are outlined.