

防災問題における資料解析研究 (16)

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7つのプロジェクトを設定して資料の解析研究を行なっている。

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
7. 特定災害の資料収集・整理

これらのプロジェクト研究のうち、63年度に行な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)」の補助を受けて行なわれた。

2. 自然災害科学データベースの構築*

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收集整理してきた。これらは、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」"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。

このデータベースは防災科学資料センターで収集された災害科学に関連する資料を基に構築されてきた。データの有効利用を図り、データベース利用者の便宜を図るためには、資料だけでなく関係論文を収集し、データベースに入力することも必要である。しかし、災害科学に関連する論文すべてを収集することは大変な労力を要すると同時に、資料を主体とするこのデータベースの性格に馴染まないもので、積極的には取り組んではこなかった。しかし、昭和60年度より防災研究所年報 A の発表論文要旨集に掲載されている論文に限り、その論文の別刷りを収集し、データベースに入力することにし、その作業に着手し本年度までに昭和47年以降の論文についてはその作業を終えている。また、昭和63年度の出版図書委員会の協力を得て、発表論文要旨集の原稿用紙の形式を変更し、データベースへの登録が容易に行えるようにした。また、論文については、いくつかの災害科学関連出版物については、「自然災害科学」、「Natural Disaster Science」および「Bulletin of the Disaster Prevention Research Institute」の、別刷りの収集と、データベースへの登録を検討中である。

文献資料データベースの全国的な状況は、本資料センター以外では、名古屋大学の災害科学資料センター

* 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

でも FAIRS のもとで、同様のデータベース “SAIGAICH” を構築し、10,000件弱の資料を収納している。また、九州大学災害科学資料センターでも、データベースの構築を準備中である。他の北海道、東北、関東の3地区では、データベース構築の段階に至っていないが、全国的な文献資料情報データベースを構築しようという気運は高まっており、本資料センターを中核とした全国的な文献資料情報データベース “SAIGAI” の構築の計画が進められている。

3. 災害史に関する研究**

防災科学資料センターでは、昭和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なった。

(1) 災害史データベースの構築作業

古代については、六国史（日本書紀、続日本紀、日本後紀、続日本後紀、文徳実録、三代実録）を対象資料とし、それらからの災害記事収集を完了している。データベースの検索項目のうち、災害の種類については、当初に設定した分類では対処できない場合が、多数出てきたので、災害の種類について、その分類の見直しを行なった。またキーワードについても、出現頻度を調べると同時に、現代語のキーワードの設定作業を行なっている。これらを基に「災害史料データベース」用のキーワード集を作成する事を考えている。

収録されたデータは、計算機に蓄積され、修正作業を経て、資料センターの計算機のデータベース運用システム FAIRS によって、データベース化されている。FAIRS は日本語機能を有しているので、日本語で検索する事ができるが、既成の日本語辞書には古語が含まれていないため、入力データの区切り方に問題があり、「地域名」や「災害の種類」以外の項目では十分な検索が現在ではできない。今後、古語を含んだ独自の日本語辞書の作成が必要と考えている。

中世に関しては、全期間を網羅する資料が無く、比較的長期間に亘る、日本紀略、扶桑紀略あるいは吾妻鏡などを中心とし、欠落している期間を、個人の日記等で補填するようにして、データを収録している段階である。中世に関してもいくつかの問題点について検討を加え、古代同様「災害史料データベース調査票作成マニュアル（中世編）」を策定し、データの均質化を図っている。

(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年度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。

昭和63年7月13日（第15回）河内平野の発掘成果と自然災害：財団法人日本文化財センター業務課長・中西靖人；ノアの洪水伝説について：国際日本文化研究センター助教授・安田喜憲

昭和63年12月12日（第16回）桜島火山の活動史：京都大学防災研究所附属桜島火山観測所助手・石原和弘；桜島町武貝塚発掘調査について：奈良大学文学部助教授（当センター客員助教授）・泉 拓良；古墳時代における火山災害について：渋川市教育委員会社会教育課主事・大塚昌彦

平成元年3月15日（第17回）明治期の徳島地方新聞に書かれた吉野川の災害：徳島大学工学部教授・澤田健吉；年輪を用いた長期的気候変動特性の抽出：京都大学防災研究所助手・八嶋 厚

(3) 客員教官の研究

火山国といわれる日本では、人類の誕生した第4紀以降でも、活動した火山は200以上も知られている。これら火山の爆発は時として大きく環境を破壊し、人類に多大な災害をもたらした。また火山の噴火によって噴出された火山灰等に基づく考古学的研究は多く行なわれている。考古資料に見る火山災害の発見も年々

**主として泉 拓良・松村一男が担当

増加してきているが、現在のところ災害史という観点からの体系的な研究は皆無に等しい。そこで当センターとして、現在でも火山災害の顕著な鹿児島県桜島で、災害史の見地から、先史時代の火山災害と人類との関わりを研究することにし、昨年8月に、桜島町武履川で発掘調査を行なった。発掘調査は今年度も継続する予定であるが、今回の調査でも、火山活動の盛んな桜島に、人類が何故生活を始め、火山災害と関わったのかを解明する手がかりを得ることができた¹⁾。

4. 微小地震の発生様式と地殻構造との関連の研究*

1) 微小地震の発生様式と地殻構造との関連についてその最も有力な方法は、微小地震を調べることである。その理由は、微小地震の空間的サイズが極めて小さく、且、発生数が極めて多いために、構造と地震発生との関わりを、空間的・時間的に精度よく決めることができるからである。

鳥取微小地震観測所では、1965年観測開始以来現在まで約4半世紀に及ぶ観測資料を用いて、上記の構造と地震発生の関係を初めとする種々の問題の研究をまとめる計画である。

これらの研究遂行に必要なことは、全期間を通じて統一的な方法で観測資料を処理し、均質な解析資料をつくることである。そこで先ず、これまでの地震気象の読み取り値を同様の形式にまとめ、同様の方法による震源決定を開始した。

過去のデータは大きく分けると、1965-1976年と、1976-1989年の2期間に分けられる。前者の期間はドラム記録方式で、泉・三日月・大屋の3点のP波とS波が読み取られている。後者の期間はテレメータによって集中されたデータを用い、全観測点について読み取りが行なわれている。いずれの場合にも適用できるように、Damped Least Square 法による震源決定法を改良した。まず後者の期間のデータについては、これまで最寄りの4点のPタイムのみを用いて震源決定を行っていたが、これを全観測点に拡張、それぞれに適当な重みをつけて用いるように変更した。

この結果、従来の震源決定に比べて、特に次の2点において格段に良い結果が得られるようになった。

- (1) ネット外の大きな地震をネット内に引き込んで決定する欠点なくなった、
- (2) 従来ネットからやや離れた地震群の震源位置が放射状となり空間分布の研究にやや問題があったが、今回の方法ではその傾向が弱まり、また精度よく決められた地震について特に信頼性が高くなった。

今後は前半の期間について、新旧両方式でどのような違いを生じずるかを検討し、後半期間との接続を行なった上で、地震発生と構造の関係を始めとする諸研究を進めたいと思う。

2) 構造と後続波の性質に関する研究

地殻構造と地震発生の関連を求めるには、上に述べたように、精度のよい震源決定を行なわねばならないが、一方では震源決定は地殻構造に左右される。実際には、色々な方法によってできるだけ正確な地殻構造を仮定して震源決定を行い、更にその結果により仮定した地殻構造を修正するという逐次近似的な方法が取られるが、構造推定には、有効と考えられる方法を広く適用して、諸方面から構造の研究を行なう必要がある。

構造に関する有力な情報を与えるものとして地震の後続波 (later phase) があるが、その走時や振幅などを詳しく調べることは大変有用である。

本州、九州、四国の3島に囲まれた伊予灘に震央を持つ深さ数10 kmの地震を鳥取微小地震観測網で観測すると、伊予灘周辺の沈み込むプレートと関連するらしい顕著な後続波が観測された。この問題は、現在、より広域的に日向灘から伊予灘、瀬戸内海、紀伊水道に到る地域まで沈み込んでいると考えられるフィリピン海プレートの構造と関連する後続波の性質として解析中である。これによって後続波と構造のとの関連とともに、地震発生の様式とプレート構造の関連の問題も追究されると思われる。

* 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

5. 災害資料を利用した崩壊災害の復元的研究**

1989年十津川豪雨災害と西南日本外帯の豪雨災害の比較研究

昭和63年においては、従来から取り上げてきた十津川災害を中心とし、上記のようなテーマを少し拡大して取り組んだ。そして十津川災害を、西南日本外帯における豪雨災害の一基本型として位置づけ、さらに旧東十津川村・旧南十津川村についてまとめた成果を発表した。さらに、旧北十津川村について詳細に調査し、地質状況にも重点をおいて検討を加えて、初生的崩壊の発生過程に関する研究を試みつつある。また、旧中十津川村・十津川花園村についても調査・検討を開始している。

前年度に生じた問題のひとつとして、崩壊地の規模・頻度分布関係がある。これについては、六甲山地に代表される西南日本内帯の花崗岩地域の表層崩壊と西南日本外帯の堆積岩地域の大規模群発性崩壊を比較検討することが重要と考え、六甲山地の近年における資料に基づいてその特性をまず明らかにした。ついで、規模・頻度分布について、六甲山地における表層崩壊、十津川災害ならびに戦後において外帯で発生した事例である有田川災害、ならびに近年発生の災害をもたらした土石流について比較検討を加えた。その結果、崩壊地の規模・頻度分布は一般に地震の規模・頻度関係におけるグーテンベルグ・リヒターの式と類似の

$$\log_{10} N = a - b \log_{10} A$$

で表されることが確認された。ここで A は崩壊地の面積、 N は崩壊地の面積規模が A から $A\sqrt{10}$ の区間に含まれる発生事例数である。

この式における係数 b の値は、表層崩壊では一般に1より大きくてむしろ2に近く、小規模なものが規模別の積算面積でも効果的である。それに対して、外帯の堆積岩地域の事例では、 b は1より小さく、逆に大規模なものが効果的であることがわかった。崩壊によって解放された土塊の位置のエネルギーについてみれば、 $b=1.5$ が境界となり、やはり同じことがいえる。異なるタイプの崩壊現象の持つ基本的特性の表現法としても、これは、極めて重要な事実と考えている。

このような規模・頻度分布関係は、土石流災害の場合、異なる時刻に異なる地域で発生した事例全体についても成立し、それは災害の規模別発生周期を評価するうえで重要な根拠となる。今後さらに多くの事例を検討することで、地域的拡大による普遍性および個性のより厳密な検討が望まれる。その意味でも西南日本外帯の豪雨災害事例の比較研究が今後の課題のひとつになる。

6. 水害の変遷に関する研究^{2)*}

自然災害に関する古い歴史が残っているわが国や中国の自然災害の発生数やその規模などの歴史の変遷を調べると、明らかに17, 8世紀の近世を境にして、大きく変化していることがわかる。これはそれ以前の自然災害の発生が自然の外力の特性によってほとんど決められていたのに対し、それ以後では人間社会の変化が災害そのものの特性を左右するほど大きく影響してきたことを示している。自然災害に対して、人間社会が実効のある対策手段をもってどのように関与してきたかが防災ポテンシャルの変遷となって現れていると言える。このようなことを考えると、受け皿となっている人間社会の影響をほとんど受けなかった時代の自然災害発生の法則性をまず明らかにすることが、防災ポテンシャルの変化を検討する際に基礎的な情報を与えてくれることが理解できよう。そこで本年はとくに水災害を対象としてこの問題を考察することにした。

わが国の自然災害については、死者が千人程度以上の災害の巨大災害と定義し、史料が残っている西暦600年以降の噴火、津波、地震、高潮、洪水の各災害の発生時系列を作成した。そのなかで、とくに多くの記録が残っている水災害（津波、高潮及び洪水）、暴風、飢きんについて、各年の発生件数を調べてデータ

** 平野昌繁・諏訪浩・石井孝行・藤田崇が担当

* 土屋義人・河田恵照

セットを作成した。一方、中国については紀元前2000年頃からの黄河の洪水災害の記録が残っており、解析できる年数が約4000年に及んでいる。ただし、災害の程度を表す死者数などの記述がわが国のものに比べて抽象的なため、災害の規模を推定することが困難である。そこで、水災、干災（干ばつ）、内乱、外患（外敵の侵入）などの発生時系列（発生数、発生地域数及び記述語数）を求め、データセットを作った。これらのデータセットは将来的には自然災害データベースの構築につながるものであるが、水災だけでも約3000件あり、当面は本解析に必要なデータを数値化することにした。

まず、わが国の巨大災害の発生数は地震、津波、高潮及び洪水とも約1200年間にいずれも20数回であって、平均して5、60年に1度発生していると言える。これらの災害は、わが国のいずれの地域でも発生するのではなく、特定の地域に限られ、これを考慮すれば同一の地域ではおよそ150から200年に1度発生してきたことがわかった。この結果は例えば大阪における高潮や津波の統計解析の結果とほぼ一致している。また各災害のスペクトル解析の結果から、洪水では気候変動に認められているブリュックナー周期（35年）が卓越し、吉村周期（55年）（これは太陽黒点のシュワーベ周期（11年）の5倍であることから太陽の活動と関係すると言われている）と約170年というブリュックナー周期の5倍の周期も認められる。高潮ではブリュックナー周期やヘル周期（22年）が存在し、暴風ではブリュックナーと吉村の周期が見いだされる。一方、飢きんではこれらの周期性は認められない。

つぎに、中国についての解析では、ヨーロッパで認められているウルフ、シュワーベ及びマウンダーの小氷期に洪水が多発しており、干ばつにも同様の傾向が認められる。スペクトル解析の結果から、水災についてはわが国の場合と同じく170年の周期のほか400から450年のかなりはっきりした周期が存在している。干ばつでは170年の周期が存在している。これらは災害の発生件数、被害地域及び記述語数のスペクトルに共通に存在する特性であって、ブリュックナー周期の5倍の約170年はわが国と中国の水災に共通する周期と言える。また、内乱については約350年、外患の発生では600年の周期が認められる。これらの結果から、水災の発生と国内の政情不安や内乱の発生とははっきりした因果関係にあると考えられる。

7. 大地震の地盤の振動性状の統計的解析手法の研究**

本年度の研究課題は、昨年度の2つの小課題 { (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ー } をさらに発展させ、(1)においてはその数値シミュレーションを、(2)においては高周波地震動生成のシミュレーションをそれぞれ行なった。

(1)の研究の概要

地震時の加速度スペクトルの形状を知ることは、地震の破壊過程の研究や地震工学上の強震動予測問題において重要である。我々はいままでに近地加速度記録の解析を行い、加速度スペクトルの高周波限界 ($f_{\max}$) の地震規模依存性を示してきた (入倉・藤原・岩田, 1988³⁾)。この高周波限界が、破壊伝播先端領域の cohesive zone に起因するとして、cohesive zone と発生する高周波地震波の関係を、破壊の開始、伝播（進展）そして停止の全てを含む2次元 anti-plane ダイナミック・クラック・モデルにおける数値シミュレーションにより考察した。高周波地震波は主にクラックの停止時に発生し、その時の cohesive zone size が $f_{\max}$ と関係する。数値シミュレーションからは、観測による $f_{\max}$ の地震規模依存性を説明するには、クラックの停止がバリアー (strength の上昇) によるものではなく、アスペリティー (応力降下量の減少) によるものである可能性を示した (藤原・入倉, 1989⁴⁾)。更に現実に近い、例えば、3次元モデルによるシミュレーションによりさらに詳細な $f_{\max}$ と cohesive zone size の関係が得られる。

(2)の研究の概要

1980年の伊豆半島東方沖地震の近地地震記録からトモグラフィー法により得られた断層面上の不均質なすべり速度の分布 (Iwata and Irikura, 1988⁵⁾) をもとに、小地震記録を経験的グリーン関数とみなして大地震

**入倉孝次郎・岩田知孝・藤原広行

の加速度地震動を再現すると、特に近距離の観測点においては、均質なすべり速度分布モデルに基づくものより、より良く観測記録を説明する (Irikura 1988⁶⁾)。この不均質なすべり速度の分布がアприオリに与えられれば、ターゲットとなっている地域の強震動予測に大いに役立つであろう。実際、大きなすべり速度を持っている領域は、余震域より推定された断層面の限られた部分であり、しかも余震活動の不活発な領域に一致する。この領域に合わせたアスベリティー・タイプの震源モデルを仮定し、本震時の地震動をシミュレーションすると、観測記録をかなり良く説明することがわかった (入倉・岩田1989⁷⁾)。アスベリティー・サイズは、例えばこの伊豆半島東方沖については、海底火山の空間分布等、地形から推定されれば強震動予測が更に確実となる。

8. 特定災害の資料収集・整理*

防災研究所においては、創立以来、自然災害の発生直後における現地調査 (突発災害調査) と、それに基づく研究に重点をおいており、全国各地での主要な災害を対象として数多くの研究成果を上げてきた。また、最近では、海外での突発災害の調査の研究も行なわれている。

しかし、これらの災害調査で収集した資料の大部分は、各研究室あるいは個人の手元にあって、その後に発生した類似災害との比較研究や、新たな手法による災害現象の再現等に活用されていない場合が多い。こうした現状を打開するために、資料センターでは、文献情報データベース (SAIGAITS) の整備と併行して、将来、散逸するおそれのある貴重な災害資料を整理し、その共同利用化を図る事を目的として、本年度から「特定災害の資料収集・整理」に関するプロジェクト研究を始めた。当面、最近に現地調査を行なった、昭和57年の長崎豪雨災害、昭和58年の山陰豪雨災害、昭和59年の長野県西部地震災害の三つの大災害を対象として、資料の整理・登録・検索方式を定め、資料センターに保管するか、あるいは所在を明確にすることにした。このプロジェクトは2年を目安とし、本年度は主に各種資料の整理方法について検討するとともにそれぞれの災害の資料収集と整理作業を進めている。以下に三つの災害についての資料の整理状況を述べる。

1) 長崎県豪雨災害

この災害は、代表的な都市型激甚災害として注目され、非常に多くの調査研究報告が出されているが、これらの資料の総集編を作成するために論文・報告書等の文献一覧 (約120点) を作り、手元にない文献については寄贈依頼をしている。一方、災害資料については、以下のものが収集・分類済みである。

①表層地質図、②都市計画総括図、③土石流危険渓流及び危険区域総点検箇所図、④雨量データ収集点と種別、⑤10分間及び毎時雨量記録一覧、⑥空中写真 (災害前後3年分)、⑦スナップ写真、⑧被災状況図、⑨家屋被害図、⑩崩壊・土石流、地すべり分布図、⑪洪水氾濫・浸水分布図、⑫崩壊・雨量分布対比図、⑬家屋分布変遷図、⑭崩壊・土石流痕跡測量図、⑮崩壊の発生場所・時刻・規模・地形・地質一覧表

今後、以上の資料の登録・保管を行なうとともに、道路・鉄道・車両とライフライン系の被害および情報伝達と人間行動関連の資料の収集・整理する必要がある。

2) 山陰豪雨災害

文献以外の災害資料の整理に重点をおいて作業を進めており、資料センターに提出済みの資料は、①スナップ写真、②スライド、③新聞である。スナップ写真は、災害時とその直後に、地元住民、県市町村職員および新聞社によって地上および空中から撮影されたものを収集し、資料センターで決めた様式で整理され、それぞれ説明が付されている。その数は合計218枚であって、その中の何枚かは既に要覧等に活用されている。また、スライドは、スナップ写真と対応して作成しており、ファイルに整理されているので利用す

* 村本嘉雄・岡 太郎・奥西和夫・江頭進治・松村一男が担当

ることができる。しかし新聞は、未整理状態にあつて、個々の記事をスクラップ等に分類し、ファイル化する必要がある。

①-③以外の資料については、新たにこのグループで作成した整理カードに基づき整理作業を行なっている。その他、研究論文等の収集とデータベースへの登録を予定している。

3) 長野県西部地震災害

科学研究費（特別研究）の一環として、論文・報告書などのコピー約200部を収集しているので、これらを資料センターに保管し、個々の文献・資料毎に「SAIGAIKS」に登録する予定である。

一方、災害資料としては、①空中写真（災害前後4年分）、②スナップ写真（地上とヘリコプターから撮影：約200枚）、③地形図、④河川縦断断面図（約30巻）、⑤火山基本図、⑥地震・地殻変動データの整理を進めている。これらのうち、③-⑤は資料サイズが大きいので、適当に区分けし、図面ケースに入れて資料センターに保管されるが、図面類の説明書を作成する。また「SAIGAIKS」には作成機関別に1資料として登録する予定である。更に、地震・地殻変動のデータについては、当面、防災研究所内のデータの概要およびアクセスの方法などに関するパンフレットの作成を予定している。

参 考 文 献

- 1) 泉 拓良：桜島・武貝塚の発掘調査，防災科学資料センター・ニュース，No. 1，pp. 19-21
- 1) 河田恵昭・法花眞治：わが国と中国における自然災害の発生頻度特性，京都大学防災研究所年報，第32号B-2，1989，pp. 895-912.
- 1) 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限界，地震学会予稿集，1988，1，pp. 268
- 2) 藤原広行・入倉孝次郎：Anti-plain Cohensive Zone Model から生成される地震波について，地震学会予稿集，1988，1，pp. 16
- 3) Iwata T. and K. Irikura: Prediction of high-frequency strong motions based on heterogeneous faulting model, Proc. 9WCEE, Vol. 2. 1988, pp. 715-720
- 4) Irikura K.: Estimation of near-field ground motion using Empirical Green's function, Proc. 9WCEE, Vol. 8, 1988, pp. 37-42
- 5) 入倉孝次郎・岩田知孝：不均質断層モデルと高周波地震動の生成，地震学会予稿集，1988，1，pp. 110

INFORMATION ANALYSIS IN THE FIELD OF NATURAL DISASTER SCIENCE (16)

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.
- (7) Collection and arrangement of information for specified disaster.

The research results of seven projects performed in 1987 are outlined.